

**TUGAS AKHIR**

**STUDI PENINGKATAN KEKERASAN SERTA PERUBAHAN  
STRUKTUR MIKRO PISAU PERKAKAS BERBAHAN BAJA  
KARBON SEDANG (S35C) YANG DI *QUENCHING* PADA  
CAIRAN GARAM BATA**



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

**Disusun Oleh :**

**EKO WAHYUDI**

**NIM : D200140118**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2020**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“STUDI PENINGKATAN KEKERASAN SERTA PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO PISAU PERKAKAS BERBAHAN BAJA KARBON SEDANG (S35C) YANG DI *QUENCHING* PADA CAIRAN GARAM BATA”** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali sebagian sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 13 Agustus 2020

Yang Menyatakan



Eko Wahyudi

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul “STUDI PENINGKATAN KEKERASAN SERTA PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO PISAU PERKAKAS BERBAHAN BAJA KARBON SEDANG (S35C) YANG DI *QUENCHING* PADA CAIRAN GARAM BATA”, telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disusun Oleh :

Nama : Eko Wahyudi

NIM : D200140118

Disetujui pada

Hari : *Senin*

Tanggal : *10 Agustus 2020*

Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Bibit Sugito, M.T.

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul "STUDI PENINGKATAN KEKERASAN SERTA PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO PISAU PERKAKAS BERBAHAN BAJA KARBON SEDANG (S35C) YANG DI *QUENCHING* PADA CAIRAN GARAM BATA" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Eko Wahyudi**

NIM : **D200 140 118**

Disetujui pada,

Hari : *Rabu*

Tanggal : *02 September 2020*

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Bibit Sugito, M.T.

Sekretaris : Nurmuntaha AN, S.T.,MT.

Anggota : Ir. Agus Hariyanto, MT.

*(Bibit Sugito)*  
*(Nurmuntaha AN)*  
*(Agus Hariyanto)*



**Dekan**

**Ir. Sri Sunarjono, M.T.,Ph.D**

**Ketua Jurusan**

**Ir. Subroto, S.T, M.T**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl.A Yani pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp (0217) 717417 ps 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :

Nomer 116 / 11 / 2019 tanggal 19 Agustus 2019 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Ir. Bibit Sugito, MT

Pangkat/Jabatan :

Sebagai Pembimbing Tugas Akhir memberikan soal tugas akhir kepada mahasiswa :

Nama : Eko Wahyudi

Nomor Induk : D200140118

Jurusan/Semester : Teknik Mesin

Judul Topik : STUDI PENINGKATAN KEKERASAN SERTA PERUBAHAN STRUTUR MIKRO PISAU PERKAKAS BERBAHAN BAJA KARBON SEDANG YANG DI QUENSHING PADA MEDIA CAIRAN GARAM.

Rincian Soal/Tugas : Melakukan peingkatkan kekerasan baja karbon dengan metode Quenching pada Media cairan garam, serta melakukan Pengujian komposisi, Pengujian kekerasan dan data mikro serta uji tarik.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 18 September 2019

Ir. Bibit Sugito, M.T.

*Keterangan :*

*Dibuat Rangkap tiga (3)*

- 1. Untuk kajur ( Koordinator TA )*
- 2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir*
- 3. Untuk Mahasiswa*

## MOTTO

“Ya tuhanku, berilah aku petunjuk agar aku dapat mensyukuri nikmat-Mu yang telah Engkau limpahkan kepadaku dan kepada kedua orang tuaku, dan agar aku dapat berbuat kebajikan yang engkau ridhai, dan berilah aku kebaikan yang akan mengalir sampai kepada anak cucuku. Sungguh, aku bertobat kepada Engkau, dan sungguh, aku termasuk orang muslim”

(Q.S. Al-Ahqaf 15)

“The people will remember you for what you won”

(Zlatan Ibrahimovic)

“Walau beribu-ribu rintangan kita selalu tebas, walau berjuta-juta halangan kita pasti berantas. Maju terus pantang mundur”

(Slank-Jurustandur)

“Tidak perlu menjadi pahlawan untuk melakukan sesuatu yang hebat, bersaing dengan manusia lain hanya akan mendapat piala biasa, kita hanya butuh motivasi dan tujuan yang menantang untuk melakukan sesuatu yang hebat”

(Edmund Hillary)

“Bangun dan mulai kejar mimpimu”

(Penulis)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh harap ridho Allah SWT, teriring perasaan syukur dan sabar yang mendalam serta penghargaan yang tinggi, setelah melewati berbagai ujian dalam perjuangan yang tak kenal lelah, Saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada:

1. Bapak dan Ibu, serta seluruh Keluarga tercinta yang dengan segala kasih sayang, kesabaran, keikhlasan dan pengorbanannya senantiasa membimbing dan mendo'akan saya.
2. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2014 yang selalu menyemangati dan hadir seperti Keluarga.
3. Teman seperjuangan mahasiswa bimbingan Ir. Bibit Sugito, M.T. yang selalu saling membantu dan berjuang bersama.
4. Dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membimbing Saya di dalam perkuliahan.
5. Bapak Amin Sulistyanto, ST, MT. selaku Pembimbing Akademik. Saya berterima kasih atas pengarahan dan bimbingannya yang telah banyak Saya terima selama berada di Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. Bapak Ir. Bibit Sugito, M.T. selaku Pembimbing Utama Tugas Akhir. Saya berterimakasih atas pengarahan dan bimbingannya yang telah banyak Saya terima selama berada di Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Keluarga Besar CV. Natura Tour and Travel yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penulisan skripsi ini.
8. Kelompok besar SAMMAWAT yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penulisan skripsi ini.

**STUDI PENINGKATAN KEKERASAN SERTA PERUBAHAN  
STRUKTUR MIKRO PISAU PERKAKAS BERBAHAN BAJA KARBON  
SEDANG (S35C) YANG DI *QUENCHING* PADA  
CAIRAN GARAM BATA**

Eko Wahyudi dan Bibit Sugito

[wahyukencur@gmail.com](mailto:wahyukencur@gmail.com)

**ABSTRAK**

*Quenching* akan mencegah adanya proses yang dapat terjadi pada pendinginan lambat seperti pertumbuhan butir. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kekerasan, kekuatan tarik serta mengetahui perubahan struktur mikro pada pisau perkakas dengan bahan baja karbon sedang (S35C) setelah dilakukan proses *quenching* dengan media cairan garam bata maupun pada *raw material*.

Proses pengerjaan yang dilakukan untuk pengerasan logam dengan pendinginan secara cepat dari temperatur austenisasi (umumnya pada jarak temperatur 815°C-870°C).. Media yang digunakan adalah cairan garam bata.

Hasil pengujian komposisi kimia menunjukkan nilai karbon (C) dari *quenching material* dan *raw material* dikategorikan dalam kelompok baja karbon sedang dengan kadar karbon (C= 0,343% dan 0,374%). Hasil pengujian tarik menunjukkan *quenching material* memiliki sifat yang lebih getas dibandingkan dengan *raw material*. Dari hasil pengujian kekerasan nilai kekerasan rata-rata *quenching material* sebesar 421 VHN pada bagian permukaan 578 VHN pada bagian sisi dan *raw material* 324 VHN dan 195 VHN. Hasil foto mikro fasa yang terbentuk adalah ferit dan perlit dan juga martensit.

***Kata Kunci : Perlakuan Panas, Quenching, Baja Karbon Sedang.***



**STUDY OF INCREASING HARDNESS AND CHANGES OF MICRO  
STRUCTURE OF MEDIUM CARBON STEEL (S35C) TOOLS  
QUENCHING IN BRICK SALT LIQUID**

Eko Wahyudi dan Bibit Sugito

[wahyukencur@gmail.com](mailto:wahyukencur@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Quenching will prevent any processes that can occur in slow cooling such as grain growth. This research aims to increase the hardness, tensile strength and to determine changes in the microstructure of tool blades made of medium carbon steel (S35C) after the quenching process with liquid brick salt media or on raw material.*

*The work done for metal hardening by cooling rapidly from the austenizing temperature (generally at a temperature range of 815°C-870°C). The medium used is liquid brick salt*

*The results of chemical composition testing showed the value of carbon (C) of quenching material and raw material categorized in medium carbon steel groups with carbon levels (C = 0.343% and 0.374%). The results of the tensile testing indicate that material quenching has more briter properties than raw material. From the test results of the hardness of the average hardness of quenching material of 421 VHN on the surface of the 578 VHN on the sides and raw material 324 VHN and 195 VHN. The resulting phase micro photographs are ferrite and pearli also martensite.*

**Keywords: Heat Treatment, Quenching, Medium Carbon Steel.**

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr, Wb

Alhamdulillahirobbil'alamin, Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir dengan judul **“STUDI PENINGKATAN KEKERASAN SERTA PERUBAHAN STRUKTUR MIKRO PISAU PERKAKAS BERBAHAN BAJA KARBON SEDANG (S35C) YANG DI *QUENCHING* PADA CAIRAN GARAM BATA”**.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan dari Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, untuk meraih gelar Sarjana Teknik (ST). Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Amin sulistyanto, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak membimbing saya selama berada di Universitas Muhammadiyah Surakarta
4. Bapak Ir. Bibit Sugito, M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu selama menyelesaikan masa perkuliahan.
6. Bapak, ibu, dan adek tercinta yang senantiasa memberikan dukungan penuh untuk menyelesaikan perkuliahan, terimakasih untuk semuanya.

7. Teman – teman Teknik Mesin Angkatan 2014 Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah berjuang bersama – sama dan saling memberi semangat, dukungan, serta bantuan selama perkuliahan.
8. Teman seperjuangan mahasiswa bimbingan Ir. Bibit Sugito, M.T yang sudah banyak membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Terima Kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penulisan skripsi ini.

Akhir kata, penulis mohon maaf sebelum dan sesudahnya, jika sekiranya terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, yang disebabkan adanya keterbatasan – keterbatasan antara lain waktu, dana, literature yang ada dan pengetahuan yang penulis miliki. Harapan penulis semoga laporan ini bermanfaat untuk pembaca.

Tugas Akhir ini semoga dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pihak lain yang membutuhkan, Amin ya Robbaal alamin.

*Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.*

Surakarta, 13 Agustus 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                       |       |
|-------------------------------------------------------|-------|
| HALAMAN JUDUL .....                                   | i     |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....                     | ii    |
| HALAMAN PERSETUJUAN .....                             | iii   |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                              | iv    |
| LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR .....                         | v     |
| MOTTO .....                                           | vi    |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....                             | vii   |
| ABSTRAK .....                                         | viii  |
| ABSTRACT .....                                        | ix    |
| KATA PENGANTAR .....                                  | x     |
| DAFTAR ISI .....                                      | xii   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                   | xv    |
| DAFTAR TABEL .....                                    | xvii  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                 | xviii |
| DAFTAR NOTASI .....                                   | xiv   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                              |       |
| 1.1 Latar Belakang Masalah .....                      | 1     |
| 1.2 Tinjauan Pustaka .....                            | 2     |
| 1.3 Perumusan Masalah .....                           | 3     |
| 1.4 Batasan Masalah .....                             | 4     |
| 1.5 Tujuan Penelitian .....                           | 4     |
| 1.6 Manfaat Penelitian .....                          | 5     |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>                          |       |
| 2.1 Dasar Teori .....                                 | 6     |
| 2.1.1 Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ) ..... | 6     |
| 2.1.2 Temperatur Austenit .....                       | 12    |
| 2.1.3 Waktu Pemanasan ( <i>Holding Time</i> ) .....   | 13    |
| 2.1.4 Media Pendingin Baja.....                       | 15    |
| 2.1.5 Pembentukan Martensit .....                     | 17    |
| 2.1.6 Diagram Transformasi Untuk Pendinginan .....    | 18    |

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 2.2 Definisi Baja .....                         | 20 |
| 2.2.1 Klasifikasi Baja .....                    | 20 |
| 2.2.2 Pengaruh Unsur Paduan terhadap Baja ..... | 23 |
| 2.2.3 Diagram Fasa Fe-Fe <sub>3</sub> C .....   | 24 |
| 2.3.4 Struktur Kristal .....                    | 27 |
| 2.3 Pengujian Sifat Fisis Baja .....            | 29 |
| 2.3.1 Uji Komposisi Kimia .....                 | 29 |
| 2.3.2 Uji Struktur Mikro .....                  | 30 |
| 2.4 Pengujian Sifat Mekanis Baja .....          | 34 |
| 2.4.1 Pengujian Tarik Material .....            | 34 |
| 2.4.2 Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> .....  | 37 |

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 3.1 Diagram Alir Penelitian .....      | 39 |
| 3.2 Tempat Penelitian .....            | 40 |
| 3.3 Bahan dan Alat Penelitian .....    | 40 |
| 3.3.1 Bahan Penelitian .....           | 40 |
| 3.3.2 Alat Penelitian .....            | 41 |
| 3.4 Time Schedule .....                | 45 |
| 3.5 Proses Penelitian .....            | 45 |
| 3.5.1 Persiapan Spesimen .....         | 45 |
| 3.5.2 Proses Pembuatan Spesimen .....  | 45 |
| 3.5.3 Perlakuan Panas .....            | 46 |
| 3.6 Proses Pengujian Spesimen .....    | 47 |
| 3.6.1 Proses Uji Komposisi Kimia ..... | 47 |
| 3.6.2 Proses Uji Struktur Mikro .....  | 48 |
| 3.6.3 Proses Uji Kekerasan .....       | 49 |
| 3.6.4 Proses Uji Tarik .....           | 50 |

### **BAB IV DATA HASIL DAN PEMBAHASAN**

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 4.1 Data Hasil Uji Komposisi dan Pembahasan .....   | 54 |
| 4.2 Data Hasil Pengujian Tarik dan Pembahasan ..... | 56 |

4.3 Data Hasil Pengujian Kekerasan dan Pembahasannya .... 59

4.4 Hasil Foto Struktur Mikro dan Pembahasannya ..... 62

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan ..... 66

5.2 Saran ..... 67

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

|             |                                                                        |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1  | Diagram temperatur terhadap waktu .....                                | 7  |
| Gambar 2.2  | Temperatur austenite untuk pengerasan .....                            | 13 |
| Gambar 2.3  | Diagram TTT untuk baja <i>hypoeutectoid</i> .....                      | 18 |
| Gambar 2.4  | Diagram kesetimbangan Fe-Fe <sub>3</sub> C .....                       | 24 |
| Gambar 2.5  | Struktur <i>Body Centered Cubic</i> .....                              | 28 |
| Gambar 2.6  | Struktur <i>Face Centered Cubic</i> .....                              | 28 |
| Gambar 2.7  | Struktur <i>Hexagonal Close Packed</i> .....                           | 29 |
| Gambar 2.8  | Alat <i>Optical Emission Spectroscopy</i> (OES) .....                  | 30 |
| Gambar 2.9  | Mikroskop Optik .....                                                  | 34 |
| Gambar 2.10 | Benda kerja bertambah panjang ketika diberi beban .....                | 34 |
| Gambar 2.11 | Batas proporsionalitas dari kurva Tegangan – regangan                  | 36 |
| Gambar 3.1  | Diagram Alir Penelitian .....                                          | 39 |
| Gambar 3.2  | Dimensi Pemotongan Spesimen .....                                      | 40 |
| Gambar 3.3  | spesimen baja karbon .....                                             | 40 |
| Gambar 3.4  | Cairan Garam .....                                                     | 41 |
| Gambar 3.5  | Mesin <i>Furnace</i> .....                                             | 41 |
| Gambar 3.6  | Alat Uji Komposisi Kimia .....                                         | 42 |
| Gambar 3.7  | Alat Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....                                | 42 |
| Gambar 3.8  | Alat Uji Foto Struktur Mikro .....                                     | 43 |
| Gambar 3.9  | Mesin Uji Tarik .....                                                  | 43 |
| Gambar 3.10 | <i>Grinding and Polishing Machine</i> .....                            | 44 |
| Gambar 3.11 | Cairan <i>Etsa</i> .....                                               | 44 |
| Gambar 3.12 | Dimensi Spesimen Uji Tarik .....                                       | 51 |
| Gambar 3.13 | Spesimen Uji Tarik Standar .....                                       | 51 |
| Gambar 4.1  | Grafik Tegangan (MPa) dan Regangan (%) Masing-masing<br>Spesimen ..... | 57 |
| Gambar 4.2  | Histogram Tegangan Tarik Rata-rata Terhadap Material<br>.....          | 57 |
| Gambar 4.3  | Histogram Regangan Rata-rata Terhadap Material .....                   | 58 |
| Gambar 4.4  | Histogram Hasil Uji Kekerasan Rata-rata .....                          | 60 |

|            |                                                                                                                                         |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.5 | Histogram Hasil Uji Kekerasan Tiap Titik .....                                                                                          | 60 |
| Gambar 4.6 | Grafik Hasil Uji Kekerasan Tiap Titik .....                                                                                             | 61 |
| Gambar 4.7 | Struktur Mikro Bagian Permukaan Spesimen (a) <i>Quenching</i><br>Material , (b) <i>Raw Material</i> Dengan Perbesaran 200 Kali<br>..... | 63 |
| Gambar 4.8 | Struktur Mikro Bagian Dalam Spesimen (c). <i>Quenching</i><br>Material, (d) <i>Raw Material</i> Dengan Perbesaran 200 Kali<br>.....     | 64 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Beberapa Macam <i>Heat Treatment</i> Baja .....           | 19 |
| Tabel 3.1 <i>Time Schedule</i> .....                                | 45 |
| Tabel 3.2 Dimensi Spesimen Uji Tarik (ASTM E8/E8M) .....            | 51 |
| Tabel 4.1 Hasil Pengujian Komposisi <i>Raw Material</i> .....       | 54 |
| Tabel 4.2 Hasil Uji Komposisi Kimia Material <i>Quenching</i> ..... | 55 |
| Tabel 4.3 Nilai Tegangan Regangan Hasil Uji Tarik .....             | 56 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kekerasan Mikro <i>Vickers</i> .....      | 59 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Gambar Spesimen Sebelum Dan Sesudah <i>Quenching</i> . ....   | 71 |
| Lampiran 2. Gambar Spesimen Pengujian Tarik.....                          | 71 |
| Lampiran 3. Gambar Spesimen Pengujian Kekerasan Bagian Permukaan<br>..... | 72 |
| Lampiran 4. Gambar Spesimen Pengujian Kekerasan Bagian Sisi. ....         | 72 |
| Lampiran 5. Data Hasil Uji Komposisi <i>Raw Material</i> . ....           | 73 |
| Lampiran 6. Data Hasil Uji Komposisi <i>Quenching Material</i> .. ....    | 74 |
| Lampiran 7. Data Hasil Pengujian Kekerasan.....                           | 75 |
| Lampiran 8. Grafik Hasil Uji Tarik <i>Raw Material</i> .....              | 76 |
| Lampiran 9. Grafik Hasil Uji Tarik <i>Quenching</i> No 1... ..            | 77 |
| Lampiran 10. Grafik Hasil Uji Tarik <i>Quenching</i> No 2.....            | 78 |
| Lampiran 11. Grafik Hasil Uji Tarik <i>Quenching</i> No 3.....            | 79 |

## DAFTAR NOTASI

|               |                                                                                                     |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\Delta L$    | = Pertambahan panjang benda uji (mm)                                                                |
| $L_0$         | = Panjang awal (mm)                                                                                 |
| $L$           | = Panjang batang setelah diberi pembebanan (mm)                                                     |
| $F$           | = Pembebanan                                                                                        |
| $P$           | = beban yang diberikan (N)                                                                          |
| $A_0$         | = luas penampang ( $\text{mm}^2$ )                                                                  |
| $\sigma$      | = tegangan tarik ( $\text{N/mm}^2$ )                                                                |
| $\Delta L$    | = Pertambahan panjang benda uji (mm)                                                                |
| $L_0$         | = Panjang awal (mm)                                                                                 |
| $L$           | = Panjang batang setelah diberi pembebanan (mm)                                                     |
| $\varepsilon$ | = Regangan (%)                                                                                      |
| $E$           | = Modulus elastisitas ( $\text{kg/mm}^2$ )                                                          |
| $\sigma$      | = Tegangan ( $\text{kg/mm}^2$ )                                                                     |
| VHN           | = <i>Vickers Hardness Number</i> ( $\text{kg/mm}^2$ )                                               |
| $d^2$         | = panjang diagonal rata – rata ( $\mu\text{m}$ ),<br>dengan d rata – rata = $(\frac{d_1 + d_2}{2})$ |