

Analisa Kekerasan Baja Carbon  
Steel 1045 Akibat  
Perlakuan Panas Yang Di  
Dinginkan Dengan Udara, Air  
dan Oli  
Menggunakan Metode Vickers

by

Rizky Auditya Putra, Junaidi,  
Fadly A. Kurniawan

## **Analisa Kekerasan Baja Carbon Steel 1045 Akibat Perlakuan Panas Yang Di Dinginkan Dengan Udara, Air dan Oli Menggunakan Metode Vickers**

**Rizky Auditya Putra**

Program Studi Teknik Mesin Universitas Harapan Medan

**Junaidi**

Program Studi Teknik Mesin Universitas Harapan Medan

**Fadly A. Kurniawan**

Program Studi Teknik Mesin Universitas Harapan Medan

---

### **Abstract**

Steel is a material that we often use to make tools, both heavy and light equipment as well as food containers and many others. Steel is the material most widely used as an industrial material, because steel has various physical and mechanical properties. Carbon steel is an alloy between iron and carbon with small amounts of Si, Mn, P, S, and Cu. The nature of carbon steel is very dependent on the carbon content, if the carbon content increases, the strength and hardness will also increase. The property of steel which can undergo great deformation under the influence of high tensile stress without breaking or breaking is called the ductility property. The method used in this research is descriptive method, which is a method used to carefully test an object being studied so that accurate data will be obtained after data collection is complete, data processing will be carried out using a predetermined formula. Average value - diagonal average identification before heat treatment with a pressure load of 2000 grams at point 1 (top) 111.85 at point 2 (middle) 107.4 and at point 3 (bottom) 118.9. Number of hardness of the vickers with a load of 2000 grams at point 1 (top) 296.5 at point 2 (middle) 321.6 and at point 3 (bottom) 262.4. The average number of 1045 carbon steel testing before heat treatment is 293.5.

### **Keywords:**

*steel; carbon steel; properties of carbon steel; hardness test; heat treatment.*

---

### **Abstrak**

Baja merupakan bahan material yang sering kita gunakan untuk membuat alat, baik alat berat ataupun yang ringan juga sebagai wadah makanan dan masih banyak lainnya. Baja merupakan material yang paling banyak digunakan sebagai bahan industri, karena baja mempunyai sifat-sifat fisis dan mekanis yang bervariasi. Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S, dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, bila kadar karbon naik maka kekuatan dan kekerasan juga akan bertambah tinggi. Sifat dari baja yang dapat mengalami deformasi yang besar di bawah pengaruh tegangan tarik yang tinggi tanpa hancur atau putus disebut sifat daktilitas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu suatu metode yang digunakan untuk melakukan pengujian secara seksama pada suatu objek yang sedang diteliti sehingga akan didapatkan data – data yang akurat setelah pengambilan data selesai akan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan rumus yang telah ditentukan Nilai rata-rata diagonal identifikasi sebelum perlakuan panas dengan beban penekanan 2000 gram pada titik 1 (atas) 111,85 pada titik 2 (tengah) 107,4 dan pada titik 3 (bawah) 118,9. Angka kekerasan vickers dengan beban 2000 gram pada titik 1 (atas) 296,5 pada titik 2 (tengah) 321,6 dan pada nilai titik 3 (bawah) 262,4. Angka rata-rata dari pengujian baja carbon steel 1045 sebelum perlakuan panas dengan nilai 293,5.

### **Kata Kunci:**

*baja; baja karbon; sifat baja karbon; uji kekerasan; perlakuan panas.*

---

### 1. PENDAHULUAN/INTRODUCTION

Di era globalisasi ini kebutuhan manusia semakin meningkat dengan bertambahnya manusia dan berkembangnya teknologi yang menuntut manusia untuk menciptakan alat agar mempermudah dan membantu pekerjaan manusia agar lebih mudah dan cepat. Baja merupakan bahan material yang sering kita gunakan untuk membuat alat, baik alat berat ataupun yang ringan juga sebagai wadah makanan dan masih banyak lainnya. Baja merupakan material yang paling banyak digunakan sebagai bahan industri, karenabaja mempunyai sifat-sifat fisis dan mekanis yang bervariasi[1]. Baja sebagai material utama untuk menunjang berbagai keperluan industri terus meningkat,dimulai dari industri otomotif, perkapalan, pemesinan, dan industri lainnya [1]. Baja adalah campuran dari besi dan karbon, dimana unsur karbonmenjadi dasar campurannya. Dengan penambahan atau pengurangan kadar karbon atau unsur paduan lain akan diperoleh kekuatan baja sesuai yang diinginkan [5] . Baja karbon rendah termasuk salah satu jenis bahan material yang banyak digunakan oleh industri yang memproduksi komponen-komponen mesin seperti: roda gigi, batang piston, poros, mur, baut, rangka kendaraan, ring piston dan lain-lain. Baja merupakan bahan dasar yang sering digunakan untuk berbagai rekayasa teknik. Baja sering digunakan untuk membuat alat-alat perkakas, alat-alat pertanian, komponen-komponen otomotif, kebutuhan rumah tangga dan lain-lain. Kegunaan dari baja berkaitan dengan sifat mekanik yang baik seperti kekerasan (*hardnes*), keuletan (*ductility*) dan ketangguhan (*toughnes*) yang baik bila dibandingkan dengan material lain. Baja yang diproduksi oleh industri terdiri dari beragam jenis sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan kandungan karbonnya, baja dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu baja carbon rendah (*low carbon steel*), baja karbon sedang (*medium carbon steel*), dan baja karbon tinggi (*hight carbon steel*). Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat dihilangkan, ukuran butir dapat diperbesar atau diperkecil. Selain itu ketangguhan (*toughnes*) dan keuletan (*ductility*) dari baja dapat ditingkatkan.Perlakuan panas *hardening* atau pengerasan adalah proses perlakuan panas untuk mengeraskan baja dengan pemanasan sampai perubahan fasa yang homogen kemudian diikuti pendinginan cepat sampai terjadi struktur yang disebut martensit. Akibat proses *hardening* pada baja, maka dapat menyebabkan kekerasan (*hardnes*) dan kegetasan (*brittleness*)sehingga baja tersebut belum cocok untuk digunakan.Oleh karena itu, baja tersebut harus diberi perlakuan lanjut yaitu proses *tempering*. Pada pengujian yang sebelumnya untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas *tempering* terhadap sifat mekanik pada baja AISI 4140 yang meliputi kekerasan, kekuatan tarik, dan ketangguhan, dan untuk mengetahui keadaan struktur mikro. Menurut *R.S. Khurmi and R.K. Gupta (2005:26)* “*Steel is an alloy of iron and carbon, with carbon content up to a maximum of 1.5%. The carbon occurs in the form of iron carbide, because of its ability to increase the hardness and strength of the steel*”. Baja paduan rendah adalah baja yang sedikit mengandung unsur paduan di bawah 10%.

### 2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan secara signifikan dan spesifikasi yang jelas melalui alat - alat yang mendukung kinerja dari percobaan vikers. Jenis bahan yang digunakan adalah baja carbon 1045 dengan alat yang digunakan adalah micro hardnest tester jenis digital milik Politeknik Negeri Medan ( POLMED ). Banyaknya percobaan dilakukan 3 kali dengan waktu selama 15 menit untuk sekali percobaan agar mendapat hasil yang akurat

**Tabel 1 Data hasil pengujian baja carbon steel sebelum proses perlakuan panas dengan micro hardnesttester**

| sampel                 | titik    | Diagonal identasi<br>μ.m |       | Diagona<br>1<br>indentas<br>i rata-<br>rata | Beban<br>penekan<br>an (g) | Angka<br>kekeras<br>an<br>vikers<br>(VHN) | Rata -<br>rata |
|------------------------|----------|--------------------------|-------|---|----------------------------|---|----------------|
|                        |          | d1                       | d2    |   |                            |   |                |
| Baja<br>carbon<br>1045 | Posisi 1 | 99,5                     | 124,2 | 111,85                                      | 2000 g                     | 296,5                                     | 293,5          |
|                        | Posisi 2 | 108,4                    | 106,4 | 107,4                                       |                            | 321,6                                     |                |
|                        | Posisi 3 | 119,2                    | 118,6 | 118,9                                       |                            | 262,4                                     |                |

Dari data diatas bisa kita lihat percobaan dilakukan sebanyak 3 kali agar mendapatkan hasil yang akurat dengan beban penekan 2000 gram (g) pada pengujian pertama dengan baja carbon 1045 pada titik pertama diagnosa identasi pertama 99,5 μ.m, pada titik kedua 108,4 μ.m dan pada titik ke tiga 119,2 μ.m pada diagnosa identasi kedua titik pertama 124,2 μ.m, pada titik kedua diagnosa identasi 106,4 μ.m dan pada diagnosa identasi titik ketiga 118,9 μ.m dengan beban penekanan yang sama yaitu 2000 gram. Dari hasil ini membuktikan dari pengujian d1 pertama, kedua dan ketiga pada identasi nilai semakin naik

. Gambar 4.1 grafik angka kekerasan baja carbon 1045 sebelum proses perlakuan panas



Angka kekerasan baja carbon 1045 sebelum proses perlakuan panas dengan beban penekanan 2000 gram dari data grafik kita mendapatkan nilai angka kekerasan vikers secara vertikal dan horizontal nilai titik 1 (atas) 296,5 nilai titik 2 (tengah) 321,6 dan titik 3 (bawah) 262,4. Angka rata-rata dari pengujian baja carbon steel 1045 sebelum perlakuan panas dengan nilai 293,5.

**Tabel 2 Data hasil pengujian kekerasan baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media air ).**

| sampel | titik    | Diagonal identasi<br>μ.m |        | Diagona<br>1<br>indentas<br>i rata-<br>rata | Beban<br>penekan<br>an (g) | Angka<br>kekeras<br>an<br>vikers<br>(VHN) | Rata -<br>rata |
|--------|----------|--------------------------|--------|---|----------------------------|---|----------------|
|        |          | d1                       | d2     |   |                            |   |                |
| AIR    | Posisi 1 | 71,86                    | 70,14  | 71  | 2000 g                     | 735,8                                     | 459,37         |
|        | Posisi 2 | 131,08                   | 132,51 | 131,80                                      |                            | 213,5                                     |                |
|        | Posisi 3 | 88,33                    | 97,67  | 93  |                            | 428,8                                     |                |

Dari data diatas bisa kita lihat percobaan dilakukan sebanyak 3 kali agar mendapatkan hasil yang akurat dengan beban penekan 2000 gram (g) pada pengujian pertama dengan baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media air ) pada titik pertama diagnosa identasi pertama 71,86 μ.m, pada titik kedua 131,08 μ.m dan pada titik ke tiga 88,33 μ.m pada diagnosa identasi kedua titik pertama 70,14 μ.m, pada titik kedua diagnosa identasi 132,51 μ.m dan pada diagnosa identasi titik ketiga 97,67 μ.m dengan beban penekanan yang sama yaitu 2000 gram. Dari hasil ini membuktikan dari pengujian d1 pertama senilai 71,86 μ.m , kedua naik 131,08 μ.m dan ketiga kembali turun 88,33 μ.m pada identasi nilai naik dan turun dari pengujian d2 hasil pertama senilai 70,14 μ.m kedua naik 132,51 μ.m dan ketiga kembali turun 97,67 μ.m. titik 1 adalah pengujian penekanan baja karbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media air ) melalui titik atas , titik 2 adalah pengujian penekanan baja carbon melalui titik tengah dan titik 3 adalah pengujian penekanan baja carbon 1045

Gambar 4.2 grafik diagonal identasi baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media air ) secara vertikal Dari grafik diatas bisa kita lihat identasi baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media air ) secara horizontal dengan 3 titik penekanan titik 1 dari atas dengan nilai 70,14, titik 2 dari tengah dengan nilai 132,51 dan titik 3 dari bagian bawah dengan nilai 97,67. Dengan beban penekanan yang sama yaitu 2000 gram. Nilai rata rata diagonal identasi setelah perlakuan panas menggunakan media air sebagai pendingin dengan beban penekanan 2000 gram pada titik 1 (atas ) 71 pada titik 2 (tengah) 131,80 dan pada titik 3 (bawah) 93.

Gambar 4.2 grafik angka kekerasan Vickers baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media air )



angka kekerasan baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media air ) dengan beban penekanan 2000 gram dari data grafik kita mendapatkan nilai secara vertikal dan horizontal pada baja carbon 1045 setelah proses

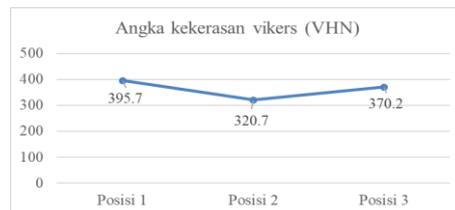
perlakuan panas ( media air ) untuk Angka kekerasan vikers secara vertikal dan horizontal nilai titik 1 (atas) 735,8 nilai titik 2 (tengah) 213,5 dan titik 3 (bawah) 428,8. Angka rata-rata dari pengujian baja carbon steel 1045 setelah perlakuan panas dengan media air sebagai pendingin dengan nilai 459,37.

**Tabel 4.3 Data hasil pengujian kekerasan baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media oli ).**

| sampel | titik    | Diagonal indentasi<br>μ.m |        | Diagonal indentasi rata-rata | Beban penekanan (g) | Angka kekerasan vikers (VHN) | Rata-rata |
|--------|----------|---------------------------|--------|------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------|
|        |          | d1                        | d2     |                              |                     |                              |           |
| OLI    | Posisi 1 | 97,57                     | 96,05  | 96,81                        | 2000 g              | 395,7                        | 362,20    |
|        | Posisi 2 | 108,01                    | 107,07 | 107,54                       |                     | 320,7                        |           |
|        | Posisi 3 | 101,01                    | 97,17  | 100,09                       |                     | 370,2                        |           |

Dari data diatas bisa kita lihat percobaan dilakukan sebanyak 3 kali agar mendapatkan hasil yang akurat dengan beban penekanan 2000 gram (g) pada pengujian pertama dengan baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media oli ) pada titik pertama diagnosa indentasi pertama 97,57 μ.m, pada titik kedua 108,01 μ.m dan pada titik ke tiga 101,01 μ.m pada diagnosa indentasi kedua titik pertama 96,05 μ.m, pada titik kedua diagnosa indentasi 107,07 μ.m dan pada diagnosa indentasi titik ketiga 99,17 μ.m dengan beban penekanan yang sama yaitu 2000 gram. Dari hasil ini membuktikan dari pengujian d1 pertama senilai 97,57 μ.m , kedua naik 108,01 μ.m dan ketiga kembali turun 101,01 μ.m pada indentasi nilai naik dan turun

Gambar 4.3 grafik angka kekerasan Vickers baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media oli )



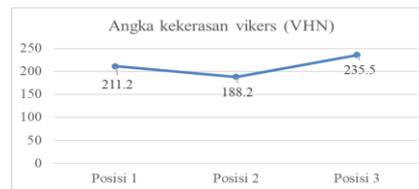
angka kekerasan baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media oli ) dengan beban penekanan 2000 gram dari data grafik kita mendapatkan nilai secara vertikal dan horizontal pada baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media oli ) untuk Angka kekerasan vikers secara vertikal dan horizontal nilai titik 1 (atas) 395,7 nilai titik 2 (tengah) 320,7 dan titik 3 (bawah) 370,2. Angka rata-rata dari pengujian baja carbon steel 1045 setelah perlakuan panas menggunakan media oli sebagai pendingin dengan nilai 362,20.

**Tabel 4** Data hasil pengujian kekerasan baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media udara)

| sampel | titik    | Diagonal indentasi<br>μ.m |        | Diagonal indentasi rata-rata | Beban penekanan (g) | Angka kekerasan vikers (VHN) | Rata-rata |
|--------|----------|---------------------------|--------|------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------|
|        |          | d1                        | d2     |                              |                     |                              |           |
| UDARA  | Posisi 1 | 132,12                    | 132,89 | 132,51                       | 2000 g              | 211,2                        | 211,63    |
|        | Posisi 2 | 140,71                    | 140,04 | 140,38                       |                     | 188,2                        |           |
|        | Posisi 3 | 126,46                    | 124,52 | 125,49                       |                     | 235,5                        |           |

Dari data diatas bisa kita lihat percobaan dilakukan sebanyak 3 kali agar mendapatkan hasil yang akurat dengan beban penekanan 2000 gram (g) pada pengujian pertama dengan baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media udara ) pada titik pertama diagnosa indentasi pertama 132,12 μ.m, pada titik kedua 140,71 μ.m dan pada titik ke tiga 126,46 μ.m pada diagnosa indentasi kedua titik pertama 132,89 μ.m, pada titik kedua diagnosa indentasi 140,04 μ.m dan pada diagnosa indentasi titik ketiga 124,52 μ.m dengan beban penekanan yang sama yaitu 2000 gram. Dari hasil ini

membuktikan dari pengujian d1 pertama senilai 132,12  $\mu$ .m , kedua naik 140,71  $\mu$ .m dan ketiga kembali turun 126,46  $\mu$ .m pada identasi nilai naik dan turun dari pengujian d2 hasil pertama senilai 132,89  $\mu$ .m kedua naik 140,04  $\mu$ .m dan ketiga kembali turun 125,49  $\mu$ .m. titik 1 adalah pengujian penekanan baja karbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media udara ) melalui titik atas , titik 2 adalah pengujian penekanan baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media udara ) melalui titik tengah dan titik 3 adalah pengujian penekanan baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media udara ) melalui titikk bawah. Arti d1 adalah diagonal penekan untuk menentukan besaran nilai kekerasan secara vertikal dan d2 diagonal dari hasil penekan untuk menentukan besaran nilai kekerasan secara horizontal. Untuk mempermudah membaca tabel diagonal secara vertikal bisa kita lihat melalui gambar dibawah ini.



**Gambar 4** grafik angka kekerasan Vickers baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media udara ) angka kekerasan baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media udara) dengan beban penekanan 2000 gram dari data grafik kita mendapatkan nilai secara vertikal dan horizontal pada baja carbon 1045 setelah proses perlakuan panas ( media udara ) untuk Angka kekerasan vickers secara vertikal dan horizontal nilai titik 1 (atas) 211,2 nilai titik 2 (tengah) 188,2 dan titik 3 (bawah) 235,5. Angka rata-rata dari pengujian baja carbon steel 1045 setelah perlakuan panas menggunakan media udara sebagai pendingin dengan nilai 211,63.

#### Perhitungan data vickers baja carbon 1045 sebelum proses perlakuan panas (media udara) secara teoritis

Rumus vickers :

$$\text{VHN} = 1,845 \times \frac{f}{D^2}$$

VHN = Vickers hardness

F = Beban (kg)

D = Panjang diagonal jejak identasi (mm)

$$\text{Posisi 1} \quad \text{VHN} = 1,845 \times \frac{2000}{132,51^2} = \text{VHN} = 1,845 \times \frac{2000}{17.558,90} = \text{VHN} = 0,210$$

$$\text{Posisi 2} \quad \text{VHN} = 1,845 \times \frac{2000}{140,38^2} = \text{VHN} = 1,845 \times \frac{2000}{19.706,54} = \text{VHN} = 0,187 = \text{VHN} = 0,187$$

$$\text{Posisi 3} \quad \text{VHN} = 1,845 \times \frac{2000}{125,49^2} = \text{VHN} = 1,845 \times \frac{2000}{15.747,74} = \text{VHN} = 0,234$$

Dari perhitungan data secara teoritis dengan rumus yang ditentukan titik 1 dengan nilai VHN 0,210 pada titik 2 dengan nilai VHN 0,187 dan titik 3 dengan nilai VHN 0,234

### 3. SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan baja carbon steel 1045 menggunakan micro hardness tester dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai rata-rata diagonal identasi sebelum perlakuan panas dengan beban penekanan 2000 gram pada titik 1 (atas) 111,85 pada titik 2 (tengah) 107,4 dan pada titik 3 (bawah) 118,9. Nilai rata-rata diagonal identasi setelah perlakuan

panas menggunakan media air sebagai pendingin dengan beban penekanan 2000 gram pada titik 1 (atas) 71 pada titik 2 (tengah) 131,80 dan pada titik 3 (bawah) 93. Nilai rata-rata diagonal indentasi setelah perlakuan panas menggunakan media oli sebagai pendingin dengan beban penekanan 2000 gram pada titik 1 (atas) 96,81 pada titik 2 (tengah) 107,54 dan pada titik 3 (bawah) 100,09. Nilai rata-rata diagonal indentasi setelah perlakuan panas menggunakan media udara sebagai pendingin dengan beban penekanan 2000 gram pada titik 1 (atas) 132,51 pada titik 2 (tengah) 140,38 dan pada titik 3 (bawah) 125,49.

2. Angka kekerasan vickers dengan beban 2000 gram pada titik 1 (atas) 296,5 pada titik 2 (tengah) 321,6 dan pada nilai titik 3 (bawah) 262,4. Angka kekerasan vickers menggunakan media air dengan beban 2000 gram pada titik 1 (atas) 735,8 pada titik 2 (tengah) 213,5 dan pada titik 3 (bawah) 428,8. Angka kekerasan Vickers menggunakan media oli dengan beban 2000 gram pada titik 1 (atas) 395,7 pada titik 2 (tengah) 320,7 pada titik 3 (bawah) 370,2. Angka kekerasan vicker menggunakan media udara dengan beban 2000 gram pada titik 1 (atas) 211,2 pada titik 2 (tengah) 188,2 pada titik 3 (bawah) 235,5. Angka rata-rata dari pengujian baja carbon steel 1045 sebelum perlakuan panas dengan nilai 293,5. Angka rata-rata dari pengujian baja carbon steel 1045 setelah perlakuan panas dengan media air sebagai pendingin dengan nilai 459,37. Angka rata-rata dari pengujian baja carbon steel 1045 setelah perlakuan panas menggunakan media oli sebagai pendingin dengan nilai 362,20. Angka rata-rata dari pengujian baja carbon steel 1045 setelah perlakuan panas menggunakan media udara sebagai pendingin dengan nilai 211,63.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] William F., "Foundations of materials science and engineering McGraw-Hill series in materials science," p. 111661, 2006.
- [2] "pengertian unsur jenis dan pembentukan baja." kajianpustaka.com (accessed Aug. 11, 2020).
- [3] S. Surdia, Tata dan Saito, "Pendahuluan Buku Ajar," *Pengetah. Bahan Tek. PT. Pradnya Paramita. Jakarta* .
- [4] "Material technology 2."
- [5] Kadir, *Statistika Terapan Kosep, Contoh dan Analisis Data dengan Program SPSS/Lisrel dalam Penelitian*. 2015.
- [6] S. Djaprie, E. George, S. Djaprie, and E. George, "Metalurgi fisik modern dan rekayasa material / R . E . Smallman , R . J Bishop ; penterjemah Sriati Djaprie Teknologi mekanik / oleh B . H . Amstead , Phillip F . Ostwald , Myron L . Van Vlack ; alih bahasa Sriati Djaprie , M . E . , M . Met . Metalurgi fisik modern & rekayasa material / oleh R . E . Smallman dan R . J . Bishop ; penterjemah Sriati Djaprie Ilmu dan teknologi bahan ( ilmu logam dan bukan logam ) / oleh Lawrence H . Van Vlack ; diterjemahkan oleh Sriati Djaprie Ilmu dan teknologi bahan : ilmu logam dan bukan logam / Lawrence H . Van Vlack ; alih bahas Sriati Djaprie Teknologi mekanik jilid 1 / oleh : B . H . Amstead , Phillip F . Ostwald , Myron L . Begeman ; alih bahasa : Sriati Djaprie," pp. 9–10, 1999.
- [7] "Page 1," p. 1989, 1989.
- [8] T. Akhir, A. Rizky, J. Teknik, and M. Universita, "Tugas Akhir Pendahuluan," pp. 1–4.

