



## **Pengaruh Variasi Waktu Inhibisi dan Media Asam Terhadap Laju Korosi dan Sifat Mekanik Baja ST-41 dengan Inhibitor Ekstrak Kacang Kedelai**

**Maula Nafi, Djoko Sulistiyono, Ichlas Wahid**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: [maula.nafi@untag-sby.ac.id](mailto:maula.nafi@untag-sby.ac.id)

### **ABSTRAK**

Korosi dapat mengakibatkan kerusakan pada material baja yang menyebabkan baja cepat lelah dan mudah rusak. Baja ST-41 merupakan baja karbon sedang dengan komposisi kimia karbon 0,10% : mangan 0,6% : silikon 0,25%. Baja ST-41 memiliki arti tensile strength atau tegangan tarik dengan 40 kg/mm<sup>2</sup>. Inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang bila ditambahkan kedalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju penyerangan korosi lingkungan itu terhadap suatu logam. Pada penelitian ini menggunakan spesimen material Baja ST-41 dengan melakukan perlakuan pada medium korosif atau media asam HCl, asam sulfat dan asam nitrit, sehingga material terkorosif. Dalam kondisi terkorosif material spesimen mendapatkan perlakuan pada medium inhibitor ekstrak kacang kedelai. Pengujian menggunakan dua sample material, sample tanpa perlakuan inhibitor dan dengan perlakuan inhibitor. sehingga pengujian ini dapat mengetahui pengaruh inhibisi terhadap laju korosi. Diuji dengan menggunakan pengujian weight loss atau pengujian dengan menghitung berat awal material spesimen dengan menghitung berat akhir spesimen setelah terkorosif. Kemudian material spesimen diuji dengan pengujian kekerasan atau pengujian hardness dan pengujian strukturmikro. Dari hasil penelitian didapatkan laju korosi material baja ST-41 tertinggi terdapat pada spesimen tanpa perlakuan inhibitor dengan media asam sulfat, pengaruh inhibitor pada laju korosi terdapat pada spesimen dengan variasi perendaman inhibisi 2 hari pada media asam nitrat dengan laju korosi terendah. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen dengan media asam HCl tanpa perlakuan perendaman inhibisi dan lama waktu perendaman inhibisi pengaruh terhadap nilai kekerasan spesimen yang semakin meningkat. Pada strukturmikro Spesimen didominasi perlit terdapat pada spesimen dengan media HCl dan asam nitrat tanpa perlakuan waktu perendaman inhibisi, semakin berkurangnya waktu perendaman inhibisi mempengaruhi berkurangnya ferit terhadap spesimen.

**Kata kunci :** laju korosi, ST-41, baja karbon, inhibitor organik, asam, asam klorida, asam sulfat, asam nitrat, uji kekerasan, uji mikrostruktur.

### **PENDAHULUAN**

Korosi adalah penurunan sifat suatu logam akibat reaksi kimia antara paduan logam atau logam dengan lingkungannya (Jones, 1991). Korosi pada material baja tidak dapat di hindari dan sering terjadi terhadap baja

karbon. Tetapi laju korosi pada baja karbon dapat di minimalisir dengan menggunakan inhibitor yang dapat menghambat atau memperlambat suatu reaksi kimia pada material dengan lingkungannya. Inhibitor adalah zat yang menghambat atau

menurunkan laju reaksi kimia. Sifat inhibitor berlawanan dengan katalis, yang mempercepat laju reaksi.

Pada penelitian ini melakukan pengujian terhadap laju korosi baja ST-41 dengan menggunakan media asam dan waktu perendaman menggunakan inhibitor organik terhadap ekstrak kacang kedelai dengan menggunakan uji mekanik pengujian kekerasan dan pengujian mikrostuktur. Sehingga dapat mengetahui perlakuan inhibitor organik terhadap material yang terkorosif dan mengetahui kekerasan material setelah terjadinya korosi sehingga dapat menganalisa perilaku korosi baja ST-41 pada media asam dengan menggunakan inhibitor organik ekstrak kacang kedelai dan menganalisa pengaruh konsentrasi inhibitor organik terhadap laju korosi baja ST-41 terhadap sifat mekanisme.

## PROSEDUR EKSPERIMEN

### *Proses preparasi spesimen*

Persiapan spesimen untuk pengujian laju korosi dengan perendaman media asam dan pengaruh inhibisi dibutuhkan 12 spesimen. Spesimen material baja ST-41 berbentuk silinder dipotong dengan menggunakan mesin gerinda dengan tinggi 30 mm dan diameter tebal 12 mm.

### *Proses preparasi inhibisi*

Pengujian ini menggunakan inhibitor ekstrak kacang kedelai dengan proses maserasi. kacang kedelai dihaluskan kemudian dicampurkan dengan pelarut ethanol 96% dan aquades dengan perbandingan 50 : 50, didiamkan selama 2 hari sambil diaduk sesekali. Campuran kacang kedelai dan pelarut kemudian disaring menggunakan kertas saring hasil ekstrak kacang kedelai berwarna orange kental.

### *Proses preparasi larutan asam*

Pengujian ini menggunakan pelarut asam emdida korosif asam HCl, asam nitrat, dan asam sulfat, dengan konsentrasi kekentalan 1M. Setiap spesimen perendaman

terhadap larutan asam media korosif menggunakan sebanyak 200 ml.

### *Proses perendaman spesimen*

Sebelum dilakukan proses perendaman spesimen diberi kodefikasi terlebih dahulu untuk masing-masing spesimen dengan variasinya. Kodefikasinya sebagai berikut:

Tabel 1. Kodefikasi Spesimen

Media Asam	Waktu Perendaman Inhibisi			Tanpa Perendaman Inhibisi
	3 hari	2 hari	1 hari	
Asam HCl (A)	A3(1)	A2(4)	A1(7)	A(10)
Asam Nitrat(B)	B3(2)	B2(5)	B1(8)	B(11)
Asam Sulfat (C)	C3(3)	C2(6)	C1(9)	C(12)

Keterangan kodefikasi spesimen:

- (1-12) : Nomor Spesimen Uji
- (A3) : Media asam HCl dengan waktu perendaman inhibisi 3 hari
- (A2) : Media asam HCl dengan waktu perendaman inhibisi 2 hari
- (A1) : Media asam HCl dengan waktu perendaman inhibisi 1 hari
- (B3) : Media asam nitrat dengan waktu perendaman inhibisi 3 hari
- (B2) : Media asam nitrat dengan waktu perendaman inhibisi 2 hari
- (B1) : Media asam nitrat dengan waktu perendaman inhibisi 1 hari
- (C3) : Media asam sulfat dengan waktu perendaman inhibisi 3 hari
- (C2) : Media asam sulfat dengan waktu perendaman inhibisi 2 hari
- (C1) : Media asam sulfat dengan waktu perendaman inhibisi 1 hari
- (A) : Media asam HCl tanpa waktu perendaman inhibisi
- (B) : Media asam nitrat tanpa waktu perendaman inhibisi
- (C) : Media asam sulfat tanpa waktu perendaman inhibisi

Selanjutnya dilakukan proses perendaman, berikut tahapan pada proses perendaman:

1. Spesimen baja ST-41 dengan kodefikasi yang terdapat untuk perendaman inhibitor ekstrak kacang kedelai direndam pada inhibitor ekstrak kacang kedelai dengan variasi waktu 1 hari, 2 hari, dan 3 hari dengan masing-masing perendaman variasi hari terdapat 3 spesimen baja ST-41.
2. Selanjutnya spesimen dengan kodefikasi direndam pada larutan asam media korosif HCl, asam nitrat, dan asam sulfat dengan waktu 14 hari.

#### *Pengujian weight loss*

Pada uji ini untuk mengetahui laju korosi terhadap material yang terkorosif pada media asam dengan metode penimbangan berat awal spesimen dan berat akhir spesimen setelah dilakukannya perendaman, sehingga didapatkan data laju korosi atau berat spesimen yang hilang atau terhadap spesimen.

Pengujian *weight loss* pada penelitian ini melakukan perendaman pada media asam selama 14 hari.

#### *Pengujian kekerasan*

Penelitian ini menggunakan pengujian kekerasan terhadap sifat mekanik spesimen. Dengan metode pengujian kekerasan *rockwell* skala simbol B, dengan menggunakan indentor pengujian kekerasan Ball 1/16 in dengan beban 100 kg karena spesimen baja ST-41 golongan baja karbon rendah. Masing-masing spesimen dilakukan pengujian kekerasan pada 3 titik yang berbeda-beda.

#### *Pengujian mikrostruktur*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui struktur mikro terhadap spesimen setelah terjadinya korosi pada perendaman larutan asam media korosif dan struktur mikro spesiemen terhadap hasil pengujian kekerasan. Sebelum spesimen dilakukan pengujian mikrostruktur spesimen

dilakukan pengetsaan proses korosi yang terkontrol yang bertujuan untuk mendapatkan mikrostruktur yang akan jelas. Campuran pelarut yang digunakan untuk spesimen baja ST-41 yaitu Aquades, HCl, dan HNO<sub>3</sub>.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Hasil Uji Weight Loss*

Pada penelitian ini menggunakan dengan metode penimbangan berat awal dan berat akhir spesimen. sehingga dapat diketahui berat yang hilang terhadap spesimen akibat terkorosi.

Tabel 2. Data hasil perubahan berat

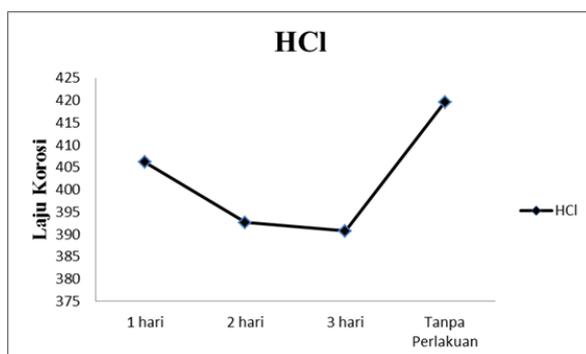
Kodefikasi	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Berat yang Hilang (g)
A3(1)	26,84	22,79	4,05
B3(2)	26,59	23,53	3,06
C3(3)	27,19	11,55	15,64
A2(4)	26,93	22,86	4,07
B2(5)	27,16	23,57	3,59
C2(6)	27,12	11,33	15,79
A1(7)	26,65	22,3	4,35
B1(8)	27,15	23,27	3,88
C1(9)	26,96	10,63	16,33
A(10)	26,65	22,3	4,35
B(11)	27	22,79	4,21
C(12)	27,1	10,74	16,36

Tabel 3. Data laju korosi

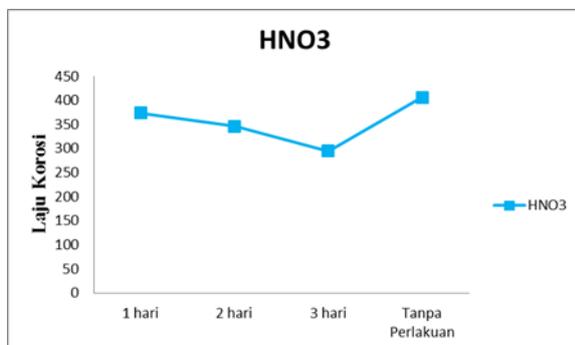
Kodefikasi	Media Asam	Waktu Inhibisi (hari)	Laju Korosi
A3(1)	HCL	3 hari	390,66
A2(4)		2 hari	392,59
A1(7)		1 hari	406,09
A(10)		Tanpa Perlakuan	419,6
B3(2)	HNO <sub>3</sub>	3	295,16
B2(5)		2	346,29
B1(8)		1	374,26
B(11)		Tanpa Perlakuan	406,09
C3(3)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3	1508,64
C2(6)		2	1523,11
C1(9)		1	1575,2
C(12)		Tanpa Perlakuan	1578,09

Pada Tabel 3 merupakan hasil data yang didapatkan pada pengujian laju korosi dengan menggunakan 3 variasi media asam yaitu HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan menggunakan 3 variasi waktu inhibisi serta tanpa perlakuan waktu inhibisi. Baja ST-41

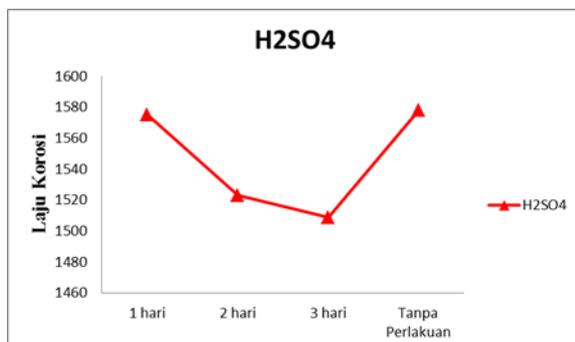
dengan berbagai media asam serta menggunakan variasi waktu perendaman inhibisi dan tanpa perlakuan waktu perendaman inhibisi memiliki ketahanan korosi yang dikategorikan *Unaccetable*. Berdasarkan Tabel tersebut menunjukkan Laju korosi baja ST-41 pada media  $H_2SO_4$  dengan variasi tanpa perlakuan waktu inhibisi menunjukkan laju korosi tertinggi yaitu sebesar 1578,09 mpy, kemudian untuk laju korosi baja ST-41 dengan nilai paling terkecil terdapat pada media HCl dengan variasi waktu perendaman inhibisi 3 hari yaitu 390,66 mpy.



Gambar 1. Laju korosi pada media HCl



Gambar 2. Laju Korosi pada media  $HNO_3$



Gambar 3. Laju korosi pada media  $H_2SO_4$   
Dengan data yang diperoleh dari pengujian dapat disimpulkan bahwa pengaruh terhadap

inhibitor sangat signifikan terhadap laju korosi material karena penghambatan atau penurunan reaksi kimia. Semakin lama perendaman inhibitor berpengaruh menurunnya laju korosi pada material tersebut karena sifat inhibitor melindungi material atau logam yang mengkorosinya.

#### Hasil Uji Kekerasan

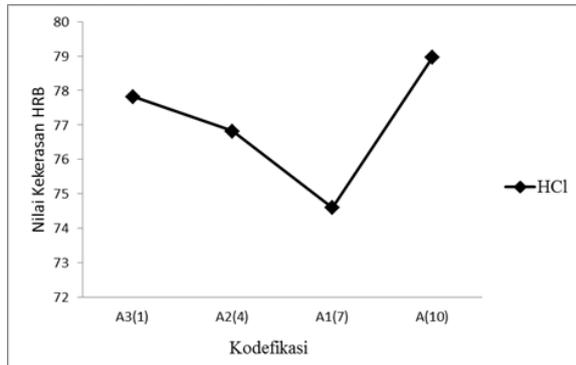
Setelah spesimen melewati uji *Weight Loss* selanjutnya dilakukan uji mekanik kekerasan terhadap material spesimen, untuk mengetahui nilai kekerasan spesimen setelah terjadinya korosi.

Tabel 4. Data hasil pengujian kekerasan

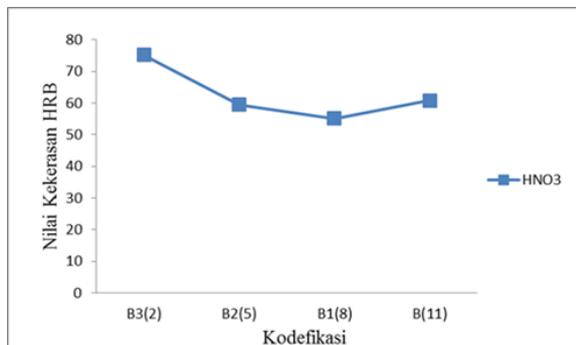
Kodefikasi	Nilai Kekerasan (HRB)			HR Rata-Rata
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	
A3(1)	79,5	77	77	77,83
A2(4)	78	76	76,5	76,83
A1(7)	77	69	78	74,6
A(10)	79,9	79	78	78,96
B3(2)	75	78	72,5	75,16
B2(5)	64,5	46,5	67,5	59,5
B1(8)	54	54	57,5	55,16
B(11)	63,4	59,4	59,5	60,76
C3(3)	66,8	71	63	66,93
C2(6)	73	75,9	75	74,63
C1(9)	58,5	64	65,7	62,73
C(12)	64	61	61,5	62,16

Pada Tabel 4 merupakan hasil data yang didapatkan pada pengujian kekerasan dengan menggunakan metode Rocwell dengan indentasi ball 1/16 in beban yang diberikan 100 kg waktu penekanan selama 5 detik. Berdasarkan Tabel tersebut menunjukkan material baja ST-41 menggunakan variasi perendaman media HCl memiliki kekerasan yang paling tinggi sebesar 78,96 HRB yaitu pada kodefikasi A(10), spesimen dengan tanpa perlakuan perendaman inhibisi. Pada material baja ST-41 dengan variasi perendaman media  $HNO_3$  didapatkan nilai kekererasan paling tinggi pada kodefikasi B3(2) spesimen dengan variasi waktu perendaman inhibisi 3 hari memiliki kekerasan sebesar 75,16 HRB. Sedangkan material baja ST-41 dengan variasi perendaman  $H_2SO_4$  memiliki nilai kekerasan paling tinggi yaitu sebesar 74,63

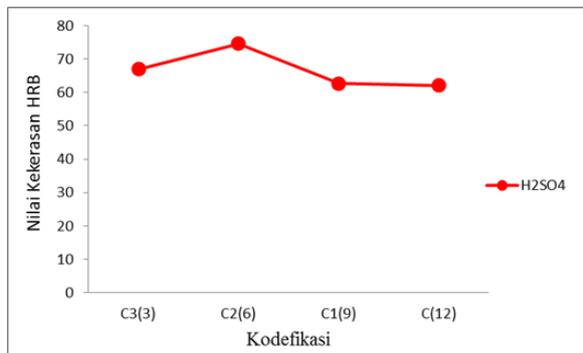
HRB terdapat pada kodefikasi C2(6) spesimen dengan variasi waktu perendaman inhibisi selama 2 hari.



Gambar 4. Data kekerasan baja ST-41 menggunakan media HCl



Gambar 5. Data kekerasan baja ST-41 menggunakan media HNO<sub>3</sub>

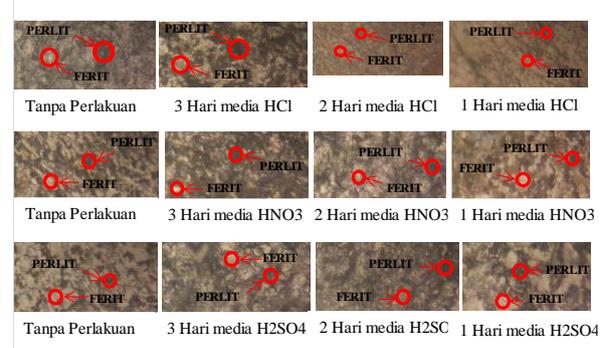


Gambar 6. Data kekerasan baja ST-41 menggunakan media H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Dapat disimpulkan secara keseluruhan menunjukkan bahwa spesimen dengan tanpa perlakuan inhibisi memiliki nilai kekerasan yang tertinggi, sedangkan spesimen dengan perendaman inhibisi dengan waktu perendaman semakin cepat memberi pengaruh menurunnya nilai kekerasan yang signifikan terhadap spesimen.

### Hasil Uji Mikrostruktur

Setelah dilakukan pengujian kekerasan untuk mengetahui nilai kekerasan pada spesimen material yang telah terkorosi, selanjutnya dilakukan uji mikrostruktur untuk mengetahui pengaruh hasil perendaman media korosif terhadap struktur mikro yang terjadi.



Gambar 7. Hasil Mikrostruktur dengan pembesaran 500x

Dari gambar 7 dapat disimpulkan bahwa semakin lama perendaman spesimen terhadap variasi inhibitor ekstrak kacang kedelai, mempengaruhi hasil struktur mikro yang dominan dengan perlit. Semakin cepatnya waktu perendaman pada variasi inhibitor ekstrak kacang kedelai struktur mikro didominasi dengan ferit. Jika pada spesimen material didominasi dengan perlit maka spesimen memiliki kekerasan yang lebih besar, karena perlit memiliki sifat yang keras dan ulet. ferit memiliki sifat nilai kekerasan yang rendah.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa data dan pembahasan pada penelitian pengaruh inhibitor ekstrak kacang kedelai terhadap laju korosi dan sifat mekanik material baja ST-41 dengan memvariasikan waktu perendaman inhibisi dan media asam. Maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

#### 1. Perilaku korosi baja ST-41

Baja ST-41 dengan berbagai media asam serta variasi waktu perendaman inhibisi mempunyai ketahanan korosi dalam kategori unacceptable karena memiliki derajat laju korosi > 200 mpy.

a. Dengan menggunakan variasi media asam laju korosi tertinggi terdapat pada spesimen dalam media H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

- tanpa menggunakan variasi perendaman waktu inhibisi. Pada media H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terjadi bentuk korosi sumuran.
- b. Dengan pengaruh variasi waktu perendaman inhibitor dengan menggunakan ekstrak kacang kedelai, laju korosi terendah terdapat pada spesimen waktu perendaman inhibisi 3 hari dengan perendaman media HNO<sub>3</sub>.
2. Kekerasan baja ST-41
    - a. Pada variasi media asam nilai kekerasan tertinggi terdapat spesimen dalam media HCl tanpa menggunakan variasi perendaman waktu inhibisi.
    - b. Dengan menggunakan variasi waktu perendaman inhibisi nilai pengujian kekerasan paling tinggi adalah pada spesimen menggunakan variasi perendaman 3 hari. Pada penelitian ini dengan bertambahnya waktu perendaman inhibisi, nilai kekerasan spesimen semakin meningkat.
  3. Mikrostruktur baja ST-41  
Struktur mikro baja ST-41 dengan media HCl dan HNO<sub>3</sub> yang mendominasi perlit terdapat pada spesimen tanpa perlakuan waktu perendaman inhibisi. Dengan melakukan variasi waktu perendaman inhibisi semakin berkurangnya waktu perendaman mempengaruhi kehilangan perlit dan didominasi ferit terhadap struktur mikro. Sedangkan dengan media H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> spesimen tanpa perlakuan perendaman inhibisi didominasi dengan ferit disebabkan tinggi kandungan elektrolit yang mengakibatkan terjadinya korosi yang tinggi, sehingga mempengaruhi kekerasan material spesimen serta struktur mikro.

Dari penelitian yang sudah dilakukan didapatkan saran agar pada penelitian selanjutnya akan menjadi lebih baik.

1. Perlu adanya variasi konsentrasi larutan media asam terhadap pengujian laju korosi

2. Perlu adanya variasi konsentrasi inhibitor.
3. Pada pengujian berikutnya disarankan menggunakan variasi temperatur pada material.

## REFERENSI

- A, Nizam. 2014. Struktur Mikro Baja konstruksi ST41 Normalizing. Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.
- Febrianto. 2010. Analisa Laju Korosi Material Bejana Tekan PWR dalam berbagai Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan Temperatur. Sigma Epsilon. 14 (1): 10 – 13.
- Hadi, S. 2016. Teknologi Bahan. CV. Andi Offset. Yogyakarta. Hal 95.
- Jones, D. A., 1991. Principles and Prevention of Corrosion. 2nd penyunt. USA: Prentice Hall.
- Modin, H and Modin, S. 1973. Metallurgical Microscopy. London Butterworths. London. Page 47 – 50.
- Setiawan, H. 2013. Pengujian Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Struktur Mikro Produk Cor Propeler Kuningan. Jurnal Simetris. 3 (1): 71 – 79.
- Setyawan Dwi, Rhozman Fatkhur, Mufarrih Am. (2018). Pengaruh Proses Perlakuan Panas Terhadap Penggunaan Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Material Coldwork Steel 2379 Hasil Proses Hardening dengan Media Quenching Oli, Universitas 17 Agustus Surabaya
- Shreir, L. L., Jarman, R. A and Burstein, G. T. 2000. Corrosion Volume 1: Metal/ Environment Reactions. Plenta Tree. Britania. Page 193 – 195.
- Timings, R.L. 1998. Engineering Materials Volume 1 Second Edition. Addison Wesley Longman. Singapore. Page 8, 52, 310 – 312.
- Voort, G. F. V. 1999. Metallography Principles and Practice. ASM International. United States of America. Page 270 – 282.
- Ridwanullah, A., Pandariantama, H., Miftahudin, Swartzkop, N., Nurhasanah,

S., Karlina, Y. (2012), Semikonduktor: Graphene dan Aplikasinya sebagai Transistor, Proyek Fisika Zat Padat, UIN Sunan Gunung Djati, Bandung