

# ANALISIS TEMPERING DENGAN QUENCHING MEDIA OLI MESRAN SAE 40 TERHADAP SIFAT MEKANIK POROS S 45 C

Suwandono, Ahmad Farid, Heriy Kuswanto

## ABSTRACT

*This research intends to know the influence of temper and quenching cooling media of oli mesran SAE40 towards the characteristic of machine of stell S45C. The proses of temper is conducted in 300C with the holding time 60 minute while the process of quenching is conducted in 870C with the holding time 30 minute.*

*The method used in this research is descriptive. The raw material for the specimen is stell S45C, imported by PT.TIRA AUSTENITE. The specimen of pull test use standard JIS Z 2204 and hardness use standard JIS Z2245.*

*The chemical composition testing shows that steel S45C enter in the medium carbon steel with the content carbon 0,44%. The result of tensile strength of steel S45C after heating by temper-quenching by using the two different medias of temper, those are free air which result of the tensile strength is 1096,86 N/mm<sup>2</sup>, it is higher than oil which result is 783,38 N/mm<sup>2</sup>. However, the average elongation of free air is 3,62% with the average contraction 32,36%. It is smaller than the average elongation of oil that is 7,18% with the average contaction 48,96%. The average result of strength testing temper media of free air is 185,33 HB. It is bigger than the average result of temper test by using oil that is 173 HB.*

*From the result of the steel testing, the temper-quenching by using oil as the media is suggested to be used if we want to produce the steel with a high level of the though, so that the steel is easier to be formed.*

**Key words:** *quenching, tempering, tensile strength of shaf S45C.*

## A. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang Masalah

Seiring dengan perkembangan dunia industri yang semakin maju, mendorong para pelaku dunia industri untuk meningkatkan kebutuhan penggunaan dari hasil pengerasan baja yang dibutuhkan konsumen. Perkembangan teknologi terutama dalam pengerasan logam mengalami kemajuan yang sangat pesat namun dari akibat pengerasan logam tersebut terjadi masalah terhadap sifat mekanik logam. Untuk itu penulis mencoba mengangkat permasalahan pengaruh pengerasan logam dengan temper media

kapur pada poros baja S45C yang banyak dipergunakan pada poros roll gilingan tebu dan poros engkol penggerak mesin uap.

Alasan yang mendasari peneliti mengambil poros S45C karena baja tersebut banyak dan hampir keseluruhan pabrik gula ex peninggalan Hindia Belanda menggunakannya. Baja ini memiliki kekerasan yang cukup tinggi sehingga cocok untuk komponen yang membutuhkan kekerasan, keuletan, maupun ketahanan terhadap gesekan. Untuk menghasilkan suatu produk yang menuntut keuletan dan

tahan terhadap gesekan perlu dilakukan proses pemanasan ulang atau *temper*. Tujuan dari *penemperan* adalah untuk meningkatkan keuletan dan mengurangi kerapuhan. Pengaruh dari suhu *temper* ini akan menurunkan tingkat kekerasan dari logam.

Kekerasan merupakan sifat ketahanan dari bahan terhadap penekanan. Kekerasan dalam penelitian ini adalah ketahanan dari baja S45C terhadap penekanan dari hasil pengujian. Penelitian disini membatasi cara pemanasan logam dengan tempering media kapur berdasarkan *experiment* yang telah lama dilakukan di perusahaan perusahaan ex peninggalan Hindia Belanda yaitu pabrik-pabrik gula dan perusahaan sebagai mitra yang memberikan pelayanan perbaikan komponen pabrik gula.

Salah satu proses perlakuan panas pada baja adalah pengerasan (*hardening*), yaitu proses pemanasan baja sampai suhu di daerah atau diatas daerah kritis disusul dengan pendinginan yang cepat dinamakan *quench* ( B.H.Amstead 1995 : 144 ).

Akibat proses *hardening* pada baja, maka timbulnya tegangan dalam (*internal stresses*), dan rapuh (*britles*), sehingga baja tersebut belum cocok untuk segera digunakan. Oleh karena itu pada baja tersebut perlu dilakukan proses lanjut yaitu *temper*. Dengan proses *temper* kegetasan dan kekerasan dapat diturunkan sampai memenuhi syarat penggunaan, kekuatan tarik turun sedangkan keuletan dan ketangguhan meningkat. Namun yang menjadi permasalahan sejauh mana sifat - sifat yang memenuhi syarat yang diinginkan ini dapat dicapai melalui proses *temper*.

Pengkajian lebih lanjut dampak dari faktor perbedaan media *quenching-temper*, dapat dilakukan melalui beberapa uji bahan,

Pengujian bahan yang digunakan untuk proses *quenching-temper* adalah uji kekuatan tarik dan uji kekerasan.

## 2. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut diatas penulis membatasi pembebanan pada *tempering quenching* dengan media oli Mesran SAE 40 dan air serta *raw material* dan *quenching* udara sebagai pembandingnya pada sifat mekanik poros S 45 C.

## 3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan utama yang akan diungkap dalam penelitian ini adalah :

- Seberapa besarkah akibat dari *temper* dengan *quenching* media pendingin oli Mesran SAE 40 terhadap sifat mekanik baja S45C bila dibandingkan dengan *quenching* media udara bebas yang meliputi kekuatan tarik dan kekerasannya?
- Bagaimana karakteristik dari kedua *quenching* media udara bebas dengan media oli Mesran SAE 40?

## 4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

Untuk membuktikan sejauh mana akibat dari *penemperan* dengan *quenching* media pendingin Oli Mesran SAE 40 terhadap kekerasan dan kekuatan tarik logam S45C, serta mengetahui karakteristik dari kedua media *quenching* tersebut.

## B. LANDASAN TEORI

### 1. Baja Karbon

Baja merupakan paduan dari unsur besi ( Fe ), karbon ( C ), di samping itu baja juga mengandung unsur-unsur lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan sebagainya yang jumlahnya dibatasi. Baja dapat dibentuk melalui pengecoran, pencanain atau penemperan. Karbon

merupakan salah satu unsur terpenting karena dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja.

Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

a. Baja karbon rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit (Samsul arifin, 1982).

b. Baja karbon sedang

Baja karbon sedang mengandung karbon 0,3%C - 0,6%C (*medium carbon steel*) dan dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah (Samsul arifin, 1982).

c. Baja karbon tinggi (H.C.S)

Baja karbon tinggi mengandung 0,7%C - 1,5%C dan memiliki kekerasan tinggi namun keuletannya lebih rendah, hampir tidak dapat diketahui jarak tegangan lumernya terhadap tegangan proporsional pada grafik tegangan regangan. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal dikarenakan terlalu banyaknya *martensit* sehingga membuat baja menjadi getas. (Samsul arifin, 1982).

## 2. Heattreatment Baja

Heattreatment baja adalah proses pemanasan dan pendinginan pada baja untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu.

a. Mengeraskan (Hardening)

Pengerasan baja termasuk heattreatment baja yang disebut juga penyepuhan (*quenching*) dari baja. Pengerasan baja dilakukan dengan

jalan memanaskan baja pada temperature sampai menjadi austenite yang homogen.

b. Menemper (Memudakan)

Menemper atau tempering adalah memanaskan baja yang telah dikeraskan sampai temperature tertentu dengan tujuan untuk mengurangi kekerasan baja. Pemanasan baja yang dilakukan dalam tempering ini adalah sekitar 200°C-300°C tetapi yang paling baik dilakukan hanya berkisar 200°C-300°C.

## 3. Pengujian Logam

a. Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan terhadap batang uji yang standar. Pada bagian tengah batang uji merupakan bagian yang menerima tegangan yang *uniform*, dan pada bagian ini diukur panjang uji (*gauge length*), yaitu bagian yang dianggap menerima pengaruh dari pembebanan. Pada bagian inilah yang selalu diukur panjangnya dalam proses pengujian. Dasar yang digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik dari suatu material adalah kurva tegangan dan regangan.

b. Pengujian Kekerasan

Proses pengujian kekerasan dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap.

Pengujian kekerasan logam ini secara garis besar ada tiga metode yaitu penekanan, goresan, dan dinamik (Koswara, 1991 : 15). Proses pengujian yang mudah dan cepat dalam memperoleh angka kekerasan yaitu dengan metode penekanan. Dikenal ada tiga jenis metode penekanan, yaitu : *Rockwell Brinell*, *Vickers*, yang masing-

masing mempunyai kelebihan dan kekurangan. Pengujian kekerasan dengan goresan dibakukan pada skala *Mohs*, ada sepuluh skala yang disusun berurutan dari bahan lunak sampai bahan yang keras. Pengujian kekerasan dengan dinamik adalah pengukuran terhadap ketinggian pantulan sebuah palu dari permukaan benda uji pada mesin uji *Shore Scleroscope*.

#### 1. Pengujian Kekerasan Brinell

Pada pengukuran kekerasan menurut Brinnell paluru baja yang disepuh dengan garis tengah D yang ditentukan dengan gaya tertentu F, selama beberapa waktu t ditekan ke dalam bahan. Setelah penyisihan garis tengah d dari bekas tetap diukur.

Kekerasan Brinell kini kita temukan dengan membagi gaya pada luas tembereng bola.

$$\text{Kekerasan Brinell} = \frac{\text{gaya}}{\text{luas tembereng bola}} \text{ atau HB} = \frac{F}{A}$$

Tetapi dalam praktek kekerasan Brinell langsung dibaca dari Tabel. Penunjukan hasil kekerasan Brinell tergantung dari faktor-faktor berikut, dan ini harus selalu dicantumkan pada catatan kekerasan.

### C. METODOLOGI PENELITIAN

#### 1. Metode Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan metode eksperimental, merupakan metode penelitian yang memungkinkan

peneliti memanipulasi variabel dan meneliti akibat-akibatnya ( Hasan Iqbal M : 24 ). Pada metode ini, variabel-variabel dapat dikontrol sedemikian rupa, sehingga variabel luar yang mungkin mempengaruhi dapat dihilangkan.

#### 2. Subyek Penelitian

Subjek penelitian adalah poros S45C yang nantinya akan mengalami perlakuan panas dan dijadikan sebagai spesimen. Bahan yang dipilih dalam penelitian ini adalah baja karbon menengah baja S45C dengan kadar karbon 0,44 %C. Baja karbon ini dibentuk menjadi spesimen kekuatan tarik dan kekerasan.

#### 3. Metode Pengumpulan Data

##### a. Observasi

Yaitu dengan melihat secara langsung di lapangan pengujian yang akan dilakukan.

##### b. Studi Pustaka

Yaitu dengan membaca buku serta jurnal skripsi yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan.

##### c. Wawancara

Yaitu dengan melakukan Tanya jawab dengan ahli Metalurgi yang akan memberikan gambaran umum mengenai penelitian yang dilakukan. Untuk itu perlu dilakukan konsultasi dengan pakar atau ahli Metalurgi.

##### d. Lembar Pengamatan

Yaitu digunakan untuk mencatat hasil pengujian atau data - data terkait dilapangan. Langkah ini

akan mempermudah dalam pengolahan data selanjutnya.

#### 4. Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan pada teknik pengolahan datanya, seperti pengecekan data dan tabulasi, dalam hal ini sekedar membaca tabel penafsiran ( Hasan Iqbal M:98 )

analisis kualitatif adalah analisa yang tidak menggunakan model matematik, model statistik, dan ekonometrik atau model – model tertentu lainnya. Analisa data yang dilakukan terbatas

tabel, grafik – grafik atau angka – angka yang tersedia, kemudian melakukan uraian dan

### D. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Hasil Penelitian

##### a. Uji Komposisi

*Tabel 1 Komposisi kimia bahan Baja S45C*

No	Nama Unsur	Simbol	Komposisi ( % )
1	Iron/Ferro	Fe	97.74
2	Carbon	C	0.4351
3	Silicon	Si	0.2169
4	Manganese	Mn	0.5906
5	Chromium	Cr	0.0392
6	Nikel	Ni	0.0134
7	Molybdenum	Mo	0.000
8	Copper	Cu	0.0188
9	Aluminium	Al	0.0133
10	Vanadium	V	0.0000
11	Tungsten	W	0.0000
12	Titanium	Ti	0.0063
13	Niobium	Nb	0.009

##### b. Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari material baja karbon sedang sebagai material uji dalam penelitian ini. Hasil pengujian tarik pada umumnya adalah parameter kekuatan tarik (*ultimate strength*) maupun luluh (*yield strength*), parameter keliatan/keuletan yang ditunjukkan dengan adanya prosen perpanjangan (*elongation*) dan prosen kontraksi atau reduksi penampang (*reduction of area*) maupun bentuk penampang patahannya.

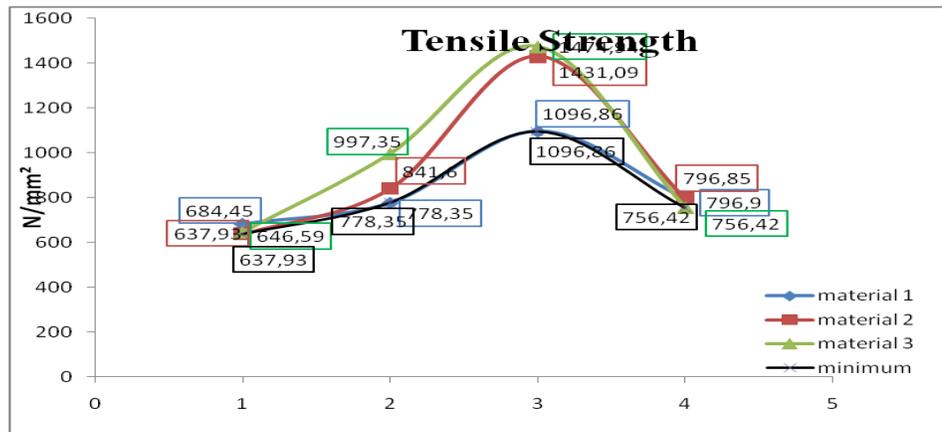
Data ini diperoleh dalam tiga kelompok pengujian yaitu spesimen *raw materials*, hasil proses *quenching* air dan hasil dari proses *tempering* 300°C dengan media oli Mesran SAE 40. Hasil pengujian tarik ditunjukkan dalam tabel di bawah ini :

*Tabel 2 Hasil pengujian tarik ( Hasil Pengujian di LIK Tegal )*

Perlakuan	No	Kuat Tarik ( N/mm <sup>2</sup> )	Kuat Luluh ( N/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan ( % )	Kontraksi ( % )
<i>Raw Materials</i>	1	648,454	463,457	22,74	39,42
<i>Raw Materials</i>	2	637,929	633,267	20,30	45,95
<i>Raw Materials</i>	3	646,588	326,992	22,82	48,71
<b>Rata-rata</b>		<b>644,323</b>	<b>474,572</b>	<b>21,95</b>	<b>44,69</b>
<i>Quenching air</i>	1	778,325	233,720	2,04	10,28
<i>Quenching air</i>	2	841,599	284,116	2,82	39,21
<i>Quenching air</i>	3	997,351	0	1,76	0
<b>Rata-rata</b>		<b>872,430</b>	<b>172,612</b>	<b>2,20</b>	<b>16,49</b>
<i>Tempering udara bebas</i>	1	1096,86	219,294	1,98	28,22
<i>Tempering udara bebas</i>	2	1431,09	0	1,20	20,85
<i>Tempering udara bebas</i>	3	1474,94	333,519	7,68	48,03
<b>Rata-rata</b>		<b>1334,29</b>	<b>184,271</b>	<b>3,62</b>	<b>32,36</b>
<i>Tempering oli</i>	1	796,9	356,353	7,67	39,19
<i>Tempering oli</i>	2	796,84	140,139	6,57	52,06
<i>Tempering oli</i>	3	756,42	233,104	7,32	55,64
<b>Rata-rata</b>		<b>783,38</b>	<b>243,198</b>	<b>7,18</b>	<b>48,96</b>

Hasil pengujian tarik yang diujicoba di laboratorium Lik Kab Tegal dapat dilihat pada Tabel diatas.

Adapun penjelasan dari hubungan ke tiga material dalam pengujian kuat tarik tersebut digambarkan dalam bentuk grafik kuat tarik berikut :



Gambar 1. Grafik Kuat Tarik ( Tensile Strength )

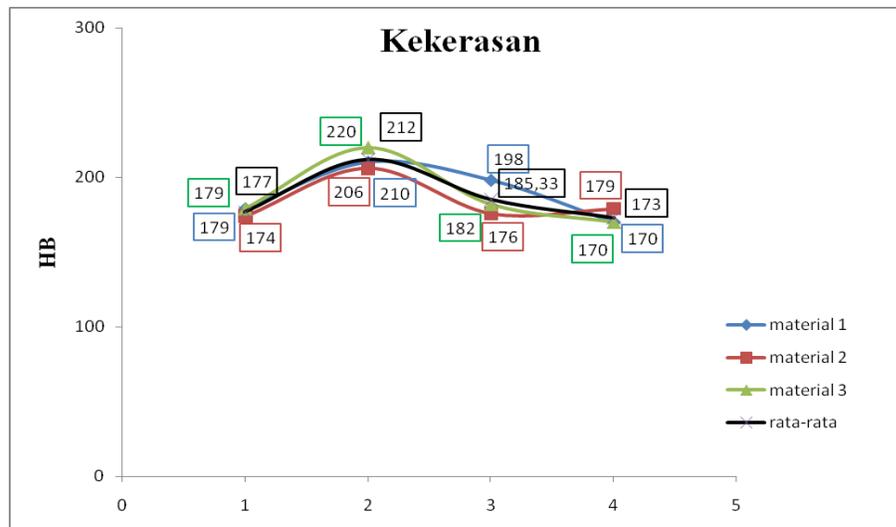
### 3. Uji Kekerasan

Hasil dari pengujian kekerasan yang dilakukan menggunakan mesin *Universal Hardness Tester* yang bekas penekanannya dapat dilihat dengan mikroskop logam dapat dilihat pada tabel berikut :

*Tabel 3 Uji Kekerasan ( Hasil Pengujian di LIK Tegal )*

Perlakuan	No	Kekerasan ( HB )	Kenaikan ( % )
<i>Raw material</i>	1	179	
<i>Raw material</i>	2	174	
<i>Raw material</i>	3	179	
<b><i>Rata-rata</i></b>		<b>177</b>	
<i>Quenching air</i>	1	210	
<i>Quenching air</i>	2	206	
<i>Quenching air</i>	3	220	
<b><i>Rata-rata</i></b>		<b>212</b>	<b>1,20</b>
<i>Tempering udara bebas</i>	1	198	
<i>Tempering udara bebas</i>	2	176	
<i>Tempering udara bebas</i>	3	182	
<b><i>Rata-rata</i></b>		<b>185,33</b>	<b>1,05</b>
<i>Tempering oli</i>	1	170	
<i>Tempering oli</i>	2	179	
<i>Tempering oli</i>	3	170	
<b><i>Rata-rata</i></b>		<b>173</b>	<b>0,98</b>

Perbandingan uji kekerasan dalam grafik gambar berikut :



*Gambar 2 Grafik hasil pengujian kekerasan*

## 2. Pembahasan

Data hasil penelitian yang ditabulasikan dalam bentuk tabel dan grafik diketahui ada perbedaan karakteristik kekuatan tarik statis dari spesimen penelitian antara raw material, *quenching* air dengan suhu  $870^{\circ}\text{C}$  dan mengalami proses *tempering* dengan suhu pemanasan  $300^{\circ}\text{C}$  dengan *holding time* 60 menit dengan media pendingin udara bebas dan oli.

Proses *tempering* dengan suhu  $300^{\circ}\text{C}$  (*medium temperature tempering*) akan mengubah martensit menjadi ferrit dan sementit, dengan lepasnya karbon dari martensit dan akan membentuk sementit lagi. Kekuatan tarik *tempering* dengan media oli naik sebesar 1,18% bila dibandingkan dengan raw material akan tetapi lebih rendah bila dibandingkan proses lainnya. Sedangkan hasil kekerasan yang dimiliki sebesar 173 HB.

Melihat dari hasil penelitian diatas telah memberikan gambaran yang jelas bahwa kelompok penelitian dari perlakuan panas baja karbon S45C (*medium carbon*) yang terdiri dari kelompok perbedaan dari *raw materials*, *quenching air*, *tempering udara bebas*, dan *tempering oli* memberikan hasil keuletan yang lebih baik bila dibandingkan dengan dengan *tempering* udara bebas.

Fenomena semacam ini menunjukkan bahwa dengan proses *hardening* bahan akan sangat keras dan cenderung getas sehingga perpanjangan dan reduksi penampang hampir tidak ada dan bentuk penampang patahnya *flat* sehingga kekuatan tariknya tinggi bila dibandingkan dengan raw material.

Untuk proses produksi yang membutuhkan bahan dengan keuletan yang tinggi proses *tempering* dengan menggunakan media oli dapat dicoba atau lebih dianjurkan untuk poros S45C.

Pola hubungan suhu *tempering* dengan kekuatan tarik jelas tampak sekali, semakin tinggi suhu pemanasan, nilai kekuatan tariknya semakin meningkat. Demikian juga dengan nilai kekerasannya semakin tinggi. Dengan kata lain kekerasan sebanding dengan kekuatan tariknya.

## E. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dari pengujian dan evaluasi data serta pembahasan pada proses *tempering* dengan media oli Mesran SAE 40 maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Bahwa kekuatan tarik *tempering* dengan *quenching* media oli Mesran SAE 40 lebih ulet dengan kuat tarik sebesar  $783,38 \text{ N/mm}^2$  dan perpanjangan 7,18 % bila dibandingkan dengan *tempering* media udara bebas dengan kuat tarik sebesar  $1334,29 \text{ N/mm}^2$  dengan perpanjangan sebesar 3,62 %, akan tetapi untuk kekerasannya *tempering* dengan media oli Mesran SAE 40 lebih kecil dengan rata-rata 173 HB atau berkurang bila dibandingkan dengan *tempering* media udara bebas dengan rata-rata 185,33 HB.
2. *Tempering* dengan media udara bebas memiliki karakteristik seperti, kekuatan tarik, kuat luluh, serta kekerasan lebih besar akan tetapi tingkat keuletannya berkurang sehingga bahan jadi lebih getas. *Tempering* oli Mesran SAE 40 mempunyai kuat tarik dan kekerasan yang lebih kecil, akan tetapi *tempering* dengan oli menghasilkan keuletan yang tinggi sehingga bahan lebih dapat dibentuk.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, BH, 1995, *Teknologi Mekanik Jilid 1*, Edisi 7, Jakarta : Erlangga.
- Arifin, syamsul, 1976, *Ilmu Logam Jilid 1*, Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Beumer, B.J.M,1978, *Ilmu Bahan Logam Jilid 1*, Jakarta : Bhratara Karya Aksara.
- , 1979, *Ilmu Bahan Logam Jilid 2*, Jakarta : Bhratara Karya Aksara.
- E. Dieter, George, 1996, *Metalurgi Mekanik Jilid 1*, Edisi 3, Jakarta : Erlangga.
- Jensen, Alfred, Harry H. Chenoweth, 1991, *Kekuatan Bahan Terapan*, Edisi 4, Jakarta : Erlangga.
- Hasan, Iqbal M, 2002, *Pokok-pokok Materi Metodologi Penelitian Dan Aplikasinya*, Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Surdia,Tata, Shinroku Saito, 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta : Pradnya Paramita.
- Van Vliet, G.L.J, W. Both, 1984, *Teknologi untuk Bangunan Mesin Bahan-Bahan I*, Jakarta : Erlangga.
- Vohdin K.W, Basir Latif, S. Zeiroeddin, 1978, *Mengolah Logam*, Jakarta : Pradnya Paramita.