

ANALISIS PENGARUH MEDIA PENDINGIN DARI PROSES PERLAKUAN PANAS TERHADAP KEKUATAN SAMBUNGAN PEGAS DAUN DENGAN LAS SMAW

Ichlas Nur¹⁾, Junaidi¹⁾, Oong Hanwar⁽¹⁾

⁽¹⁾Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang

ABSTRAK

Penggunaan pegas daun biasanya ditemukan industri transportasi, terutama transportasi darat. Sejalan dengan perkembangan transportasi itu sendiri, industri yang mengkhususkan diri pada masalah pegas daunpun muncul. Salah satu permasalahan diidentifikasi adalah pegas daun tersebut patah. Penelitian ini ditujukan untuk menemukan pengaruh media pendingin seperti air asin, minyak dan air dalam proses pendinginan perlakuan panas dan penurunan temperatur pada bagian pegas daun yang disambung dengan pengelasan SMAW, untuk mendapatkan kekuatan hasil pengelasan. Suatu uji tarik dilakukan untuk memperoleh data dari setiap perlakuan. Hasil uji tarik material yang mengalami pendinginan temperatur perlakuan panas adalah *yield strength* meningkat 7% dan *tensile strength* 16%, tetapi *elongation* berkurang 22%

ABSTRACT

The use of leaf spring is commonly found in industrial transportation, especially land transportation. Along with the development of transportation it self, industries which specialize themselves on problems of leaf spring emerge. One of the most identified problems of these springs is the breaking of the leaf spring. In this research, an experiment is conducted to find out the influence of codling substances such as brine, oil and water in the process of quenching heat treatment and quenching tempering toward the yield of leaf spring bond welding that apply SMAW weld for the strength of its welded bond. A tensile test is, then applied to gain data of each treatment. The data, which come to be observed, are yield strength, tensile strength and elongation. The yield strength point at tensile test result for material which experience heat treatment quenching tempering increases by 7 % and tensile strength 16 %, but threw elongation decrease by 22 %

Keywords: leaf spring, Shielded Metal arc welding (SMAW)

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam dunia transportasi darat penggunaan pegas daun sering kita jumpai pada mobil-mobil penumpang, mobil-mobil barang dan kereta api. Seiring dengan perkembangannya pemanfaatan material bekas dari *leaf spring* (pegas daun) sebagai bahan baku seperti peralatan rumah tangga, pembuatan alat musik dan industri lainnya. Ada juga bengkel otomotif yang secara khusus menangani masalah-masalah yang ada hubungannya dengan pegas daun.

Salah satu permasalahan yang sering dialami oleh pegas daun adalah apabila pegas daun tersebut patah. Di lapangan masalah pegas daun patah ini dapat disambung dengan menggunakan las SMAW kemudian dilakukan proses perlakuan panas. Prosedur dan teknik pengelasan yang dilakukan tentunya berdasarkan pengalaman sebelumnya dalam menangani masalah tersebut. Pemakaian teknologi pengelasan yang sesuai dan benar pada proses

penyambungan pegas daun, akan menghasilkan suatu sambungan yang kuat dan mempunyai sifat yang tidak jauh berbeda dengan material aslinya.

Dalam penelitian ini akan meneliti media pendingin apa yang sesuai dari proses laku panas terhadap hasil pengelasan sambungan leaf spring dengan material dasar baja SUP 9. Baja SUP adalah kelompok jenis baja yang digunakan khusus untuk membuat pegas. Dengan tiga macam media pendingin diharapkan akan memberikan data atau informasi sehingga kekuatan sambungan dari material tersebut kuat.

Apabila penentuan media pendingin yang sesuai maka akan didapatkan kekuatan sambungan pegas daun yang memakai las SMAW ini kuat dan mempunyai sifat yang tidak jauh berbeda dengan material aslinya maka pemanfaatan dari material bekas dari pegas daun ini akan semakin luas.

1.2. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui hubungan antara kekuatan sambungan dari material pegas daun dengan

media pendingin yang dipakai dalam proses perlakuan panas

2. Mengetahui media pendingin yang sesuai perlakuan panas pada hasil pengelasan sambungan dari material pegas daun (Baja SUP)
3. Dengan diperolehnya media pendingin yang sesuai maka akan didapatkan kekuatan sambungan yang kuat dan mempunyai sifat yang tidak jauh berbeda dengan material aslinya sehingga pemanfaatan dari material bekas pegas daun ini akan semakin luas.

1.3. Perumusan Masalah

Sifat fisik dan mekanik dari material yang di las ditentukan juga oleh media pendingin pada proses perlakuan panas. Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah:

- Seberapa besar pengaruh media pendingin dari proses perlakuan panas *Quenching Tempering* terhadap kekuatan sambungan pegas daun .
- Apa media pendingin yang baik pada proses laku panas *Quenching Tempering* dengan bahan baja pegas daun SUP 9.
- Media pendingin yang dipakai pada penelitian ini yaitu brine, oil dan water, dan dari hasil proses perlakuan panas ini kemudian dilakukan pengujian tarik untuk mendapatkan data - data dari masing masing perlakuan, adapun data yang diamati adalah *yield strength* (σ_y) satuan kg/mm^2 , *tensile strength* satuan (σ_m) kg/mm^2 dan *elongation* (ϵ) satuan %

2. TINJAUAN PUSTAKA.

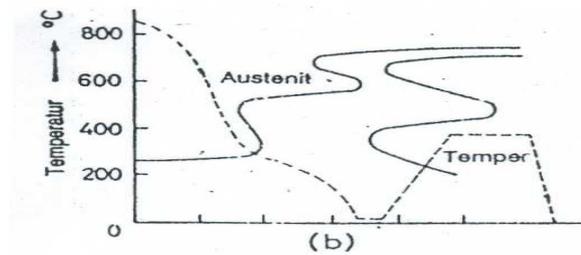
2.1. Baja Pegas (*spring steel*)

Baja pegas sebenarnya sifat mekanik tidak tinggi, seperti kekuatan, modulus elastisitas dan batas elastis. Oleh karena itu bagaimana mempergunakan batas elastis agar mendapatkan kekuatan yang dibolehkan lebih tinggi. Maka baja pegas perlu memiliki batas elastis yang tinggi setelah mengalami proses perlakuan panas

Baja SUP adalah jenis baja yang digunakan khusus untuk membuat pegas dengan proses pengerjaan panas yang meliputi pegas daun (*Leaf/Laminate spring*), pegas koil (*coil spring*), pegas torsi (*torsion bar spring*), menurut JIS G 4801, 1981 . Baja SUP ini dibagi sembilan grade masing masing grade tersebut diberikan dalam tabel 1

2.2. Proses Laku Panas

Proses laku panas yang dipakai dalam penelitian ini proses *Quenching* dan proses *tempering*



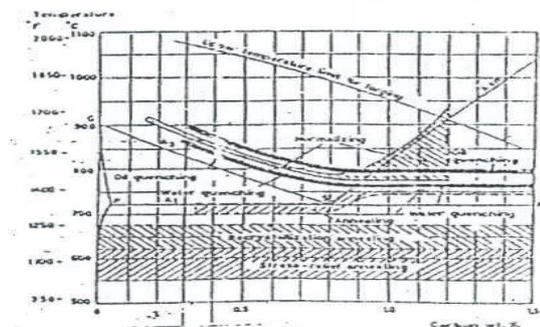
Gambar 1. Diagram Proses laku panas [4]

Tabel 1. Pembagian baja SUP dan Penggunaannya [3]

Designation of grade		Remark
SUP 3	High carbon steel	Mainly used for lami
SUP 6	Silicon manganese steel	Mainly used for laminated spring , coiled spring and torsion bar spring .
SUP 7		
SUP 9	Manganese chromium steel	Mainly used forcoiled spring and torsion bar spring
SUP 9A		
SUP 10	Chromium vanadium steel	Mainly used for laminated spring , coiled spring and torsion bar spring .
SUP 11A	Manganese chromium boron steel	Mainly used for spring
SUP 12	Silikon chromium steel	Mainly used for laminted spring and colled spring
SUP 13	Chromium molybdenum steel	

1. Proses *Quenching*

Pengerasan dilakukan dengan memanaskan baja ke daerah austenit lalu mendinginkannya dengan cepat, dengan pendinginan yang cepat ini terbentuk martensit yang keras. Proses pengerasan tersebut disebut *Quenching*.



Gambar 2. Daerah Pemanasan untuk pengerasan [4]

Kekerasan maksimum yang dicapai tergantung pada karbon dalam baja, kekerasan yang terjadi pada suatu benda akan tergantung pada temperatur pemanasan, waktu tahan dan waktu pendinginan yang dilakukan pada proses laku panas ini, disamping juga pada *hardenability* baja yang dikeraskan.

2. Pembentukan Martensit

Struktur Martensit hanya dapat diperoleh dari austenit yang didinginkan cepat : yaitu pendinginan yang lebih cepat dari laju pendinginan kritisnya agar

tidak terbentuk struktur lain sampai mencapai temperatur Ms Austenit mulai bertransformasi menjadi martensit apabila temperatur telah mencapai temperatur Ms (*Martensit start*).

3). Tempering

Baja hasil proses Quenching pada umumnya akan dilanjutkan dengan proses tempering untuk menghilangkan atau mengurangi tegangan sisa dan mengembalikan sebagian keuletan dan ketangguhan meskipun dengan mengorbankan sebagian kekerasan yang dicapai .

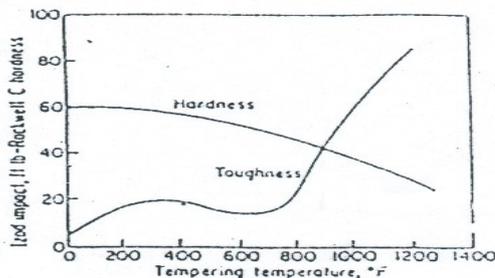
Dalam hal ini temperatur pemanasan dan holding time perlu diperhatikan, karena temperatur pemanasan yang terlalu tinggi dan holding time yang terlalu lama akan mengakibatkan banyaknya carbon yang memisah diri sehingga kekerasan akan turun dengan sangat tajam begitu pula sebaliknya, pemanasan yang terlalu rendah dan holding time yang terlalu singkat akan mengakibatkan jumlah carbon yang terperangkap dalam BCT (*Body Centered Tetragonal*) makin banyak, sehingga kekerasannya makin tinggi dan tegas.

4). Waktu Penahanan Temperatur.

Waktu penahanan temperatur dapat dilakukan pada saat temperatur dapur telah mencapai temperatur panas yang dikehendaki guna memberi kesempatan penyempurnaan bentuk kristal yang terbentuk pada temperatur transformasi. Tujuan waktu penahanan temperatur untuk proses Quenching adalah untuk memberi kesempatan larutnya karbida dan lebih homogenya austenit . Dan tujuan waktu penahanan temperatur untuk proses tempering adalah agar struktur mikro yang dicapai setelah proses temper akan lebih homogen.

2.3. Shielded Metal Arc Welding

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) atau las busur listrik adalah termasuk proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. Proses pengelasan ini, panas yang dibutuhkan untuk pengelasan diperoleh dari busur listrik



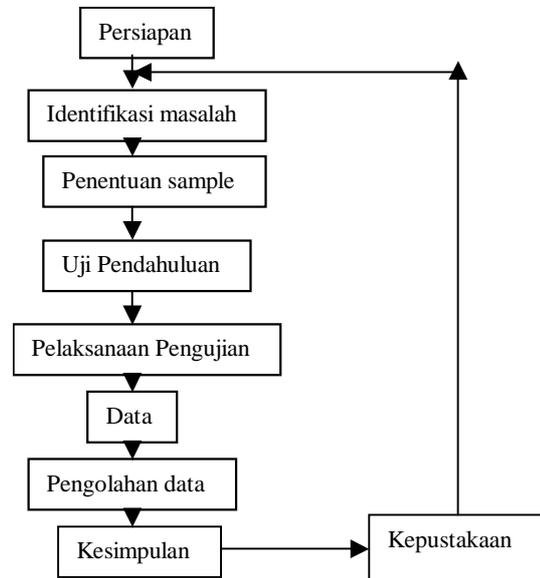
Gambar 4. Diagram kekerasan dan ketangguhan baja setelah proses tempering [4]

yang terjadi antara elektroda dan benda kerja. Karena panas dari busur ini maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membuka. Elektroda yang yang digunakan las busur

listrik dibungkus dengan fluks (selaput elektroda). Fluks ini pada waktu pengelasan akan turut terbakar dan mencair akan menghasilkan gas pelindung dan terak yang dapat mencegah kontaminasi atmosfer logam las cair.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Rancangan



Gambar 5. Diagram alur rancangan

3.2. Jenis alat dan material yang digunakan

1. Material Uji
 - Baja SUP 9 (pegas daun)
2. Media pendingin :
 - brine , water, oil
3. Gerinda potong
4. Peralatan pengelasan
 - 1 set mesin Las SMAW Merek ESAB; Type LHF 400; 400 V; 50 HZ
 - Elektroda Merek ESAB ; type OK 78. 16
5. Peralatan Las Gas
6. Alat Press manual
7. Dapur Nobertherm
8. Mesin Uji Tarik

3.3. Prosedur Pengujian

▪ **Persiapan Material**

1. Pelepasan ikatan pada pegas
2. Pemotongan pegas dengan panjang 15 cm untuk material uji yang dilas dan 30 cm untuk material awal tanpa perlakuan , dengan memakai las gas
3. Pelurusan material dengan memakai alat press manual.

4. Pembuatan kampuh untuk pengelasan , kampuh yang dipakai kampuh V dengan memakai cut welding machine.
5. Pembersihan dan perbaikan bentuk dari kampuh las dengan mesin gerinda .

▪ **Pelaksanaan Pengelasan**

1. Pemasangan back plate dengan las tick untuk menghindari terjadinya deformasi pada saat pengelasan .
2. Sebelum pelaksanaan pengelasan, dilakukan pre – heating sampai suhu kira-kira 250 °C.
3. Pelaksanaan pengelasan, sampai kampuh las yang tersedia diisi oleh logam lasan,
4. Pelepasan backing plate dengan gerinda dan meratakan daerah lasan sehingga didapat permukaan yang rata .

▪ **Pelaksanaan Perlakuan Panas**

1. Proses laku panas Quenching dilaksanakan pada suhu 830 °C dengan holding time 60 menit
2. Persiapan media pendingin Brine atau air garam . Dibuat dengan melarutkan garam dapur pada air yang tersedia sampai jenuh . jadi larutan air garam yang dipakai adalah larutan air garam jenuh .
3. Untuk media pendingin water dipakai air PDAM, dan media pendingin oil dipakai oli yang sudah tersedia .
4. Setelah suhu 830 °C tercapai dan ditahan selama 1 jam, material uji yang sudah diikat diambil dari dalam dapur kemudian dimasukkan kedalam masing-masing media pendingin .
5. Separoh dari material uji yang sudah di Quenching dilanjutkan dengan proses tempering pada suhu 470 °C dan ditahan selama 90 menit kemudian didinginkan pada suhu dapur sampai pada suhu kamar.

▪ **Pelaksanaan Pengujian**

Spesimen pada masing-masing perlakuan yaitu material awal, material yang di las, material yang dilas kemudian di Quenching dan material yang di las dan kemudian di *Quenching–tempering* dilakukan pengujian tarik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data

Tabel 2 Hasil Uji Tarik untuk material awal

Replikasi	(σ_y) kg/mm ²	(σ_m) kg/mm ²	(ϵ) %
1	122,6	131	11,60
2	123,8	132,3	11,91
Xbar	123,2	131,7	11,75

Tabel 3 Hasil Uji Tarik Untuk Material Pengelasan

Replikasi	(σ_y) kg/mm ²	(σ_m) kg/mm ²	(ϵ) %
1	108,5	109,4	4,13
2	95,7	104,1	3,71
3	96,2	105,3	3,62
4	107,7	108,6	4,01
X bar	102	106,9	3,87

Tabel 4. Hasil Uji Tarik Untuk Material Quenching .

Media Pendingin	Replik asi	(σ_y) kg/mm ²	(σ_m) kg/mm ²	(ϵ) %
Brine	1	8,5	8,5	1,43
	2	6,4	6,4	1,42
	3	10,9	10,9	1,04
	4	9,3	9,3	2,11
X bar		8,8	8,8	1,50
Oil	1	50,4	51,9	2,28
	2	46,6	47,9	2,35
	3	65,3	67,1	2,18
	4	48,6	50,	3,33
X bar		52,7	54,2	2,54
Water	1	15,7	15,6	1,91
	2	16,7	16,7	1,54
	3	15,9	15,9	1,15
	4	18,6	18,6	0,76
X bar		16,7	16,7	1,34

Tabel 5 Hasil Uji Tarik Untuk Material Quenching Tempering.

Media Pendingin	Replik asi	(σ_y) kg/mm ²	(σ_m) kg/mm ²	(ϵ) %
Brine	1	109,7	124,7	3,04
	2	106,4	121	2,70
	3	110,1	125,2	2,21
	4	111,4	126,6	2,07
X bar		109,4	124,3	2,50
Oil	1	109,4	124,3	3,63
	2	100,9	121,7	3,4
	3	105,8	120,3	2,88
	4	108,5	123,3	2,11
X bar		106,1	122,3	3,01
Water	1	108	122,8	1,59
	2	105	119,3	2,40
	3	106,5	121,1	2,67
	4	108,6	123,4	2,72
X bar		107,02	121,6	1,34

4.2. Pembahasan.

Untuk mengetahui pengaruh media pendingin dari proses laku panas Quenching dan Quenching tempering terhadap hasil pengelasan sambungan dipakai uji F.

Tabel 6. Analisa of Varian (ANOVA) One – way Untuk data Tensile Strength pada “Tabel (4)”

Variasi	Derajat Bebas	Kuadr Tengah	F_{hitung}	F_{Tabel}
Antar laku Panas 4710,1	a-1=2	2355,1	19,13	4,26
Dalam laku Panas 246,1	a (b-1)=9	123,1		
Total 4956,3	ab-1=11			

Tabel 7 Analisa Of Varian (ANOVA) One – Way Untuk data yeild strength pada “Tabel (4)”

Variasi	Derajat Bebas	Kuadr Tengah	F_{hitung}	F_{Tabel}
Antar laku panas 4677,9	a-1=2	2339	83,62	4,26
Dalam Laku panas 251,8	a (b-1)=9	28		
Total 4929,6	ab-1=11			

Tabel 8 Analisa of Varian (ANOVA) One – way Untuk data elongation pada “Tabel (4)”

Variasi	Derajat Bebas	Kuadr Tengah	F_{hitung}	F_{Tabel}
Antar Perlakuan 3,4	a-1=2	1,683	6,9	4,26
Dalam Perlakuan 2,2	a(b-1)=9	0,243		
Total 5,6	ab-1=11			

Tabel 9. Analisa of Varian (ANOVA) One- way Untuk data Tensile Strength pada “Tabel (4)”

Variasi	Derajat Bebas	Kuadr Tengah	F_{hitung}	F_{Tabel}
Antar Perlakuan 15,8	a-1=2	7,908	1,54	4,26
Dalam Perlakuan 46	a (b-1)=9	5,104		
Total 61,8	ab-1=11			

Tabel 10Analisa of Varian (ANOVA) One- way Untuk data Tensile Strength pada “Tabel (4)”

Variasi	Derajat Bebas	Kuadr Tengah	F_{hitung}	F_{Tabel}
Antar Perlakuan 23,2	a-1=2	11,6	1,6	4,26
Dalam Perlakuan 64,9	a (b-1)=9	7,2		
Total 88	ab-1=11			

Tabel 11 Analisa of Varian (ANOVA) One- way Untuk data Tensile Strength pada “Tabel (5)”

Variasi	Derajat Bebas	Kuadr Tengah	F_{hitung}	F_{Tabel}
Antar Perlakuan 0,9	a-1=2	0,5	1,5	4,26
Dalam Perlakuan 2,8	a (b-1)=9	0,309		
Total 3,731	ab-1=11			

a. Analisa Pengaruh Media Pendingin pada proses Quenching.

Dari tabel analisis uji F untuk sumber variasi pengaruh media pendingin terhadap tensile strength , yield strength dan elongation dengan proses laku panas quenching ternyata diperoleh :

$$F_{hitung} > F_{tabel}$$

Tabel 12.F_{hitung} untuk proses laku panas Quenching

	F _{hitung}	F _{tabel}	Keputusan
(σ _v)	19,1	4,26	Ho ditolak
(σ _m)	83,6	4,26	Ho ditolak
(ε) %	7	4,26	Ho ditolak

Dari “Tabel (12)”. F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , hal ini menunjukkan bahwa jenis media pendingin sangat berpengaruh terhadap besarnya tensile strength , yield strength dan elongation .

Besarnya tensile strength jika dibandingkan dengan materi las yang tidak ada perlakuan panas Quenching terjadi penurunan 91% dengan media pendingin brine, 49% untuk media pendingin oil dan 84% untuk media pendingin water. Untuk penurunan yield strength pada media pendingin brine dan water sama dengan penurunn tensile strength yaitu 91 % dan 84%, sedangkan untuk media pendingin oil penurunannya 50 %. Untuk elongation terjadi penurunan 61% untuk media pendingin brine, 34 % untuk media pendingin oil dan 65% untuk media pendingin water.

b. Analisa pengaruh Media Pendingin Pada Proses Quenching Tempering.

Pada bahasan ini Uji F difungsikan untuk melihat rata-rata tensile Strength , yield strength , elongation pada proses laku panas yang sama pada media pendingin berbeda . Dari tabel analisa Varian satu arah untuk sumber variasi pengaruh media pendingin terhadap tensile strength, yield strength dan elongation dengan proses laku panas quenching Tempering ternyata diperoleh :

$$F_{hitung} < F_{tabel}$$

Tabel 13 F_{hitung} untuk proses laku panas Quenching tempering

	F_{hitung}	F_{tabel}	Keputusan
(σ_v)	1,549	4,26	Ho diterima
(σ_m)	1,606	4,26	Ho diterima
$(\epsilon) \%$	1,533	4,26	Ho diterima

Dari “Tabel {13}” F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} , hal ini menunjukkan bahwa jenis media pendingin tidak berpengaruh atau kecil pengaruhnya terhadap besarnya tensile Strength, yield strength dan elongation. Besarnya Tensile Strength jika dibandingkan dengan material las yang tidak ada perlakuan panas Quenching terjadi kenaikan 116% dengan media pendingin brine, 114,5% untuk media pendingin oil dan 114% untuk media pendingin water. Untuk yield strength pada media pendingin brine terjadi kenaikan 107% , 104% untuk media pendingin oil dan 104% untuk media pendingin water. Untuk elongation masih terjadi penurunan 33% untuk media pendingin brine, 22% untuk media pendingin oil dan 39 % untuk media pendingin water.

5. KESIMPULAN

Dari uraian bab–bab sebelumnya dan dari hasil pengujian, serta analisa dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Pengaruh media pendingin pada proses laku panas Quenching dari hasil pengelasan sambungan *leaf spring* (pegas daun) terhadap besar *tensile strength*, *yield strength* dan *elongation* sangat besar . Tetapi bila proses laku panas dilanjutkan proses tempering pengaruh dari jenis media pendingin menjadi tidak ada .
2. Media pendingin brine merupakan media pendingin yang paling baik dari proses laku panas *Quenching tempering*. Besar *tensile strength* naik 116% dan *yield strength* 107% dari material sambungan tanpa proses laku panas.
3. Material uji *leaf spring* (pegas daun) yang mengalami proses *Quenching* harus dilanjutkan dengan proses tempering untuk menghilangkan atau mengurangi tegangan sisa dan

mengembalikan sebagian keuletan dan ketangguhan meskipun dengan mengorbankan kekerasan yang dicapai .

PUSTAKA

1. **Departemen Perindustrian RI, Kualifikasi Las SII 2205-**. 87, 1987
2. **Harsono W, Toshie Okumura.** *Teknologi Pengelasan Logam* , Pradya paramita , Jakarta, 1994.
3. **JIS, Hand Book of Material**, Japan, 1984.
4. **Lawrence H. Van Vlack., Ilmu dan Teknologi Bahan**, Erlangga , Jakarta, 1991.
5. **Murray R. Spiegel.** *Statistika*, Seri Buku Schaum , 1996
6. **R.E. Smallman.** *Metalurgy fisik Modren* , PT. Gramedia , Jakarta, 1985
7. **W.O. Alexander , G.J. Davies, S. Heslop, K.A. Reynold, U.N. Whittake.** *Dasar Metalurgi Untuk Rekayasa*, PT . Gramedia Pustaka Utama , Jakarta.