

KINERJA BAJA PERKAKAS H-13 PRODUK COR MELALUI TEMPER BERTINGKAT

Yuhani Djaja
Dwita Suastiyanti

Program Studi Teknik Mesin FT.UPN."Veteran" Jakarta
Jl.RS.Fatmawati Pondok Labu Jakarta Selatan
Telp.021-7656971 ext.195

Abstract

Generally industries in developing countries like Indonesia almost entirely use the production machines in which their components are using the import products from developed countries. In case one of the particular components is out of order, it may cause dependency on the machine producers and it is unbeneficial for the machine users. To anticipate such problem, we can use tool steel as the alternative. It is used as the basic material in the production machine component. One of the tool steel types is H-13 which is used mostly for dies at manufacture industries. This research is focusing on rising mechanical behaviour of H-13 type tool steel to pass by temper III. The process to produce it is by casting it and continued by the heat treatment process. The result shows the good hardness at is equal to 42 HRC till 45,63 HRC and has the best toughness through the temper III process which is equal to 310,9 N. mm / mm³. The result of maximum tensile stress is obtained by temper III process in the tensile stress 1364,4 N / mm².

Key words : Performance, fertilizer equipment, casting, tempering rise.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam industri manufaktur, diperlukan cetakan baja (*steel dies*) untuk menghasilkan produk dengan bentuk dan ukuran tertentu. Industri tersebut adalah industri otomotif, komponen peralatan kantor, peralatan rumah tangga, peralatan listrik, elektronika, dan sebagainya.

Proses-proses dalam industri manufaktur yang memerlukan cetakan baja diantaranya adalah *die casting*, *plastic injection*, *press*, *tempa*, dan *deep drawing*. Untuk memproduksi cetakan baja diperlukan baja cetakan (*steel dies*). Cetakan baja termasuk dalam kelompok baja perkakas (*tool steels*) yang mempunyai karakteristik khusus antara lain tahan terhadap temperatur tinggi, tahan terhadap abrasi, tahan terhadap beban kejut, tahan terhadap distorsi dan mempunyai kemampuan potong yang tinggi.

Sampai saat ini, kebutuhan cetakan baja di Indonesia hampir seluruhnya merupakan produk impor. Padahal dilihat dari segi material, masih dimungkinkan membuat cetakan baja di Indonesia. Sebagian besar baja perkakas diproduksi melalui sistem *steel making route* yang dalam proses

pembuatannya memerlukan mesin *rolling* atau *tempa (forging)*, hal ini membutuhkan investasi yang besar dalam mengadakan alat-alat produksinya.

Oleh karena itu, penelitian ini menitikberatkan pembuatan cetakan baja dalam negeri yang diproduksi melalui sistem *foundry route* yang dilanjutkan *heat treatment* dengan harapan sifat mekanis cetakan baja yang dibuat dengan sistem *foundry route* ini dapat hampir menyamai sifat mekanis baja perkakas yang dibuat dengan sistem *steel making route*.

Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui karakterisasi mekanik dan kimia baja perkakas H-13 yang dibuat dengan sistem *foundry route* atau pengecoran,
- Untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas *temper* bertingkat terhadap sifat mekanis baja perkakas H-13 yang dibuat dengan sistem *foundry route* atau pengecoran,
- Membandingkan karakterisasi mekanis dan kimia dari baja perkakas H-13 yang dibuat dengan sistem *foundry route* (yang dilanjutkan dengan *heat treatment*) dengan sistem *steel making route*.

Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan kepada industri pengecoran di Indonesia, bahwa baja perkakas (khususnya cetakan baja) yang diproduksi dengan proses pengecoran (yang dilanjutkan dengan proses perlakuan panas) dapat bersaing dari segi kualitasnya dengan yang diproduksi melalui sistem *steel making route*

Ruang lingkup.

Ruang lingkup dari penelitian ini untuk menganalisa sejauh mana kelayakan sifat mekanis dari cetakan baja yang termasuk ke dalam baja perkakas H-13 (menurut standar AISI atau SKD 61 menurut standar JIS) buatan dalam negeri dengan proses pengecoran dibandingkan dengan produk impor yang diproduksi dengan sistem *steel making route*. Setelah itu dilakukan proses perlakuan panas temper bertingkat untuk peningkatan kinerjanya.

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian.

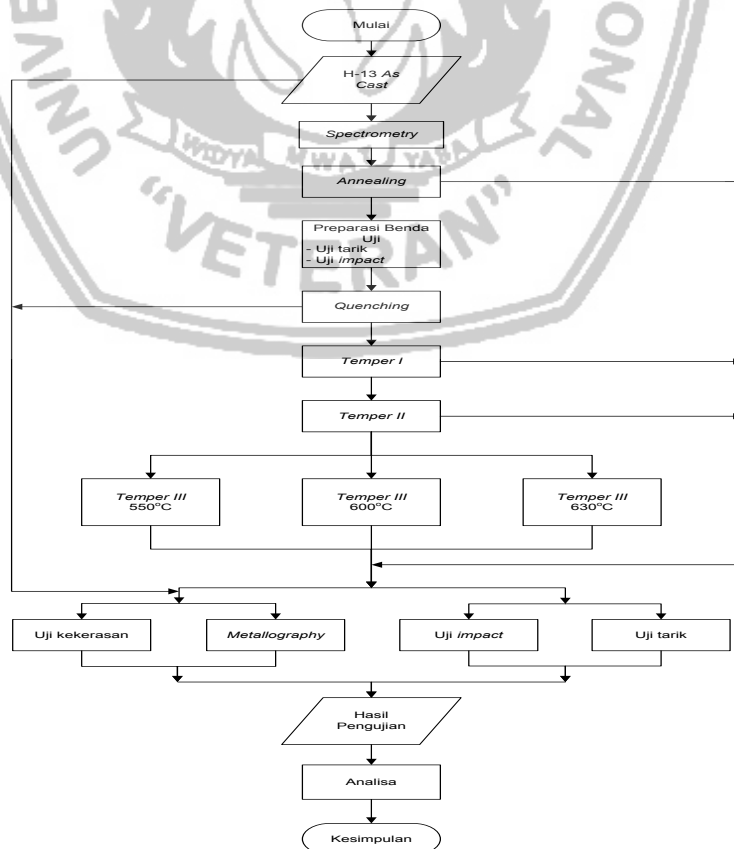
Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental dengan cara membuat sampel yang dilanjutkan dengan pengujian mekanik yaitu uji kekerasan , uji *impact* dan uji tarik .

Material Penelitian

Material penelitian yang digunakan adalah : Baja perkakas H-13 *as cast* (AISI) atau SKD 61 (JIS) yang diproduksi dengan proses pengecoran (*as cast*) dengan standar bakalan pengecoran Y blok menurut JIS G 0307.



Gambar 1 Material Baja perkakas H-13 (hasil pengecoran) *as cast*



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-Data Hasil Pengujian

Data Hasil Pengujian *Spectrometry*

Pengujian dilakukan dari sample hasil pengecoran (Y blok) dan dari pengujian didapatkan hasil :

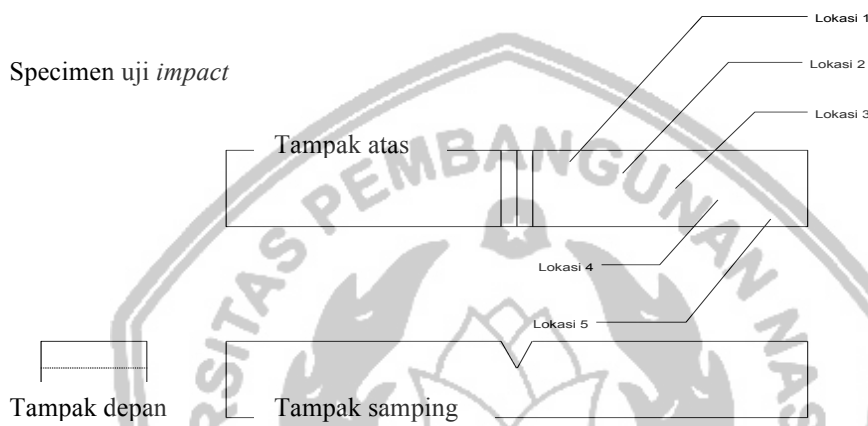
8	Al	<i>Aluminium</i>	0,0370
9	V	<i>Vanadium</i>	0,9900
10	Ti	<i>Titanium</i>	0,0052
11	Nb	<i>Neobium</i>	0,0007
12	B	<i>Boron</i>	0,0007
13	S	<i>Sulphur</i>	0,0010
14	P	<i>Phosphorus</i>	0,0250

Tabel .1. Data hasil *Spectrometry*

No	Unsur		Kadar (%)
1	Fe	<i>Ferro</i>	91,7504
2	C	<i>Carbon</i>	0,4100
3	Si	<i>Silicon</i>	0,8700
4	Mn	<i>Manganese</i>	0,1700
5	Cr	<i>Chromium</i>	4,6900
6	Ni	<i>Nickel</i>	0,0700
7	Mo	<i>Molybdenum</i>	1,1500

Data Hasil Pengujian Kekerasan

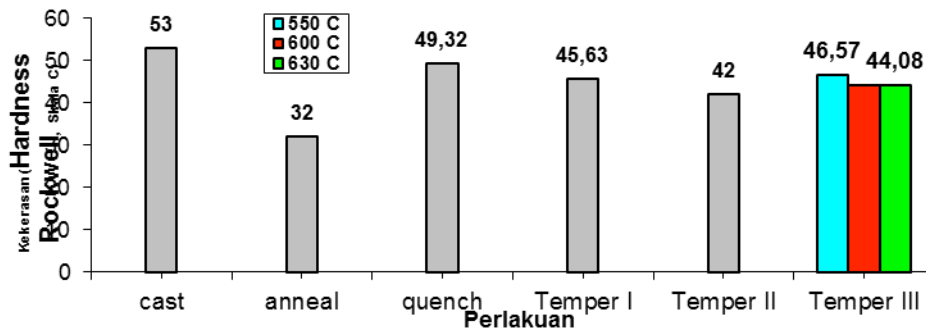
Pengujian dilakukan pada lima lokasi di setiap benda uji (gambar .1) yang mendapatkan perlakuan. Dari pengujian kekerasan dengan menggunakan mesin uji *Rockwell* skala C langsung diperoleh data-data seperti pada Tabel .2



Gambar 2. Lokasi pengujian kekerasan

Tabel .2. Data uji kekerasan

Perlakuan	Benda Uji	Nilai kekerasan pada titik (HRC)					HRC Rata2	HRC Rata2 Total
		I	II	III	IV	V		
Setelah Pengecoran	I	55	53	53	54	50	53	53
Setelah Annealing	I	32	36	34	33,5	33	33,7	32
	II	26,5	28	31,5	32,5	33,5	30,4	
	III	30	33	33	32	31,5	31,9	
Perlakuan	Benda Uji	Nilai kekerasan pada titik (HRC)					HRC Rata2	HRC Rata2 Total
		I	II	III	IV	V		
Setelah Quenching	I	46	48,5	47,5	40,5	53,5	47,2	49,32
	II	50	53	52,5	51	50,5	51,43	
Setelah Temper I	I	47	47	45	48	50	47,4	45,63
	II	52,5	51	45	42	39	45,9	
	III	43	40	44	45	46	43,6	
Setelah Temper II	I	41	40	42,5	41,5	41,5	41,3	42
	II	40	39,5	35	42	42	39,7	
	III	42	45	46	47	45	45	
Setelah Temper III Temp. 550°C	I	44	48,5	49,5	49,5	49	48,1	46,57
	II	51	51	46,5	43	41	46,5	
	III	43,5	45	47	46,5	43,5	45,1	
Setelah Temper III Temp. 600°C	I	43	43	45,5	45,5	44,25	44,25	44,09
	II	43	45	46	47	47,5	45,9	
	III	40	42	42,5	44	42,125	42,125	
Setelah Temper III Temp. 630°C	I	43	43	44,5	45	46	44,30	44,08
	II	45	43,5	32	32	49	40,30	
	III	49,5	49,5	45	45,5	48,5	47,66	



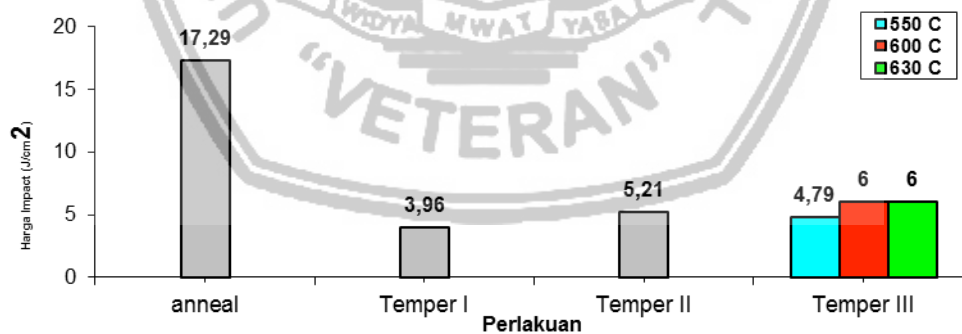
Gambar 2. Grafik Kekerasan Vs Perlakuan

Data Hasil Pengujian Impact

Pengujian ini dilakukan dengan mengambil tiga sample tiap perlakuan untuk mendapatkan hasil yang layak. Adapun hasil yang tertera di tabel adalah hasil perhitungan dari nilai usaha yang dibutuhkan untuk mematahkan benda uji dibagi luas penampang.

Tabel 3 Data hasil uji impact

Perlakuan	Benda uji (HI (J/cm ²))			Harga impact Rata-rata (J/cm ²)
	I	II	III	
Setelah Annealing	16,25	16,25	19,37	17,29
Setelah Temper I	3,75	5	3,13	3,96
Setelah Temper II	5,63	5,63	4,38	5,21
Setelah Temper III Temp. 550°C	3,13	5	6,25	4,79
Setelah Temper III Temp. 600°C	6,88	7,5	3,75	6
Setelah Temper III Temp. 630°C	5	6,88	6,25	6



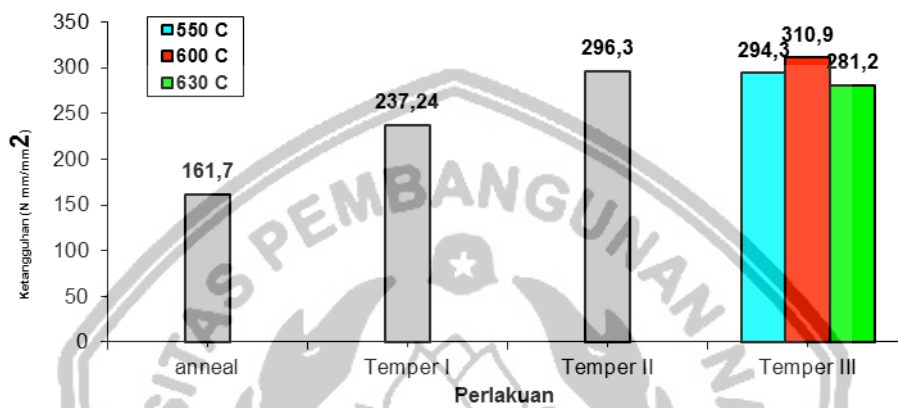
Gambar 3. Grafik Harga Impact Vs Perlakuan

Data Hasil Pengujian Tarik

Pengujian dilakukan dengan mengambil dua spesimen dari tiap perlakuan dan dari pengujian tersebut didapatkan hasil kekuatan tarik dan ketangguhannya.

Tabel .4 Data hasil uji tarik

Perlakuan	σ_{max}			Ut			σ_{max} rata2 (N/mm ²)	Ut rata-rata (N mm/mm ³)
Setelah <i>Annealing</i>	657,2	689,0	675,2	237,2	130,4	117,4	673,8	161,7
Setelah <i>Temper I</i>	1156,3	1150,6	1137,4	230,3	241,6	240,0	1148,1	237,3
Setelah <i>Temper II</i>	1370,2	1365,6	1357,4	289,1	290,4	309,4	1364,4	296,3
Setelah <i>Temper III</i> Temp. 550°C	1220,8	1236,3	1211,6	296,9	290,1	295,9	1222,9	294,3
Setelah <i>Temper III</i> Temp. 600°C	1150,9	1147,6	1145,8	309,8	312,6	310,3	1148,1	310,9
Setelah <i>Temper III</i> Temp. 630°C	1220,8	1219,9	1228,0	280,4	282,6	280,3	1222,9	281,1



Gambar 5. Grafik Ketangguhan (N mm/mm³) Vs Perlakuan

Analisa Hasil Pengujian

Analisa Hasil Pengujian *Spectrometry*

Berdasarkan data yang didapat dari hasil pengujian *spectrometry*, maka dapat dilakukan analisa sebagai berikut :

Baja H-13 hasil pengecoran ini termasuk baja paduan dimana terlihat jelas pada hasil *spectrometry* unsur-unsur pepadu yang prosentase kandungannya dari 0,1 sampai

dengan 5 %, cukup banyak (C, Si, Mn, Cr, Mo, V). Dilihat dari perbandingan komposisi kimia dengan standar *JIS* dibawah ini bahwa komposisi kimia dari baja perkakas H-13 hasil pengecoran memenuhi syarat sebagai baja perkakas H-13

Tabel .5 Perbandingan hasil *Spectrometry* dengan standart *JIS*

Pengamatan	Unsur (%)							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
Menurut standar <i>JIS</i>	0,32~0,42	0,80~1,2	Max 0,5	Max 0,03	Max 0,03	4,50~5,5	1~1,5	0,8~1,2
Hasil <i>Spectrometry</i>	0,41	0,87	0,17	0,025	0,0010	4,69	1,15	0,99

Analisa Hasil Pengujian kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan pada spesimen setelah pengecoran didapat nilai kekerasan sebesar 53 HRC (tabel V.2) hal ini terbukti bahwa material setelah pengecoran memiliki kekerasan yang cukup tinggi

disebabkan karena kadar Cr dan Mo yang cukup tinggi, oleh karena itu di lapangan, material setelah pengecoran ini sangatlah sulit dilakukan pemotongan dan pemesinan.

Dari proses *annealing* mengalami penurunan nilai kekerasan sebesar 21 HRC (39,62%), terbukti bahwa proses *annealing* ini

dapat melunakkan material. Didukung dengan hasil *metallography* terlihat bahwa butiran-butiran pada struktur mikro membesar. Selain itu pada proses pemesinan dapat dengan mudah membentuk material tersebut menjadi benda uji.

Berlanjut dari proses *annealing* material dilakukan proses pemanasan yang dilanjutkan dengan proses *quenching* dengan media pendingin udara tiup, pada proses ini terjadi peningkatan kekerasan sebesar 17,3 HRC

(54,13%). Sesuai dengan diagram CCT untuk baja perkakas H-13 bahwa cukup dengan pendinginan udara tiup area transformasi fasa *martensit* sudah tercapai.

Sesuai dengan teori bahwa pada proses *temper* akan menurunkan sifat kekerasan dari

suatu material. Pada tahap ini terlihat kekerasannya menurun sebesar 3,96 HRC (8,08%) pada *temper* I dan 7,32 HRC(14,94) pada *temper* II.

Untuk *Temper* ke III secara umum terjadi peningkatan kekerasannya antara 6 sampai dengan 8 HRC (12,24% - 16,33%) hal ini disebabkan terjadinya *secondary hardening* mengingat baja ini adalah baja paduan.

Dilihat dari perbandingan standar kekerasan tiap perlakuan semua masuk dalam *range standard*, kecuali *anneal* tetapi bila ditinjau dari segi tujuan *anneal* pada penelitian ini hanya untuk melunakkan material sehingga mudah dipotong dan dilakukan proses pemesinan, dan dalam kenyataan di lapangan material tersebut setelah di *anneal* dapat dilakukan proses pemesinan.

Tabel .6 Perbandingan hasil kekerasan penelitian dengan standar JIS.

Perlakuan	HRC Hasil Penelitian	HRC Standar ⁽⁶⁾
Setelah <i>Annealing</i>	32	11,5 - 20,5
Setelah <i>Quenching</i>	49,32	49 - 53
Setelah <i>Temper I</i>	45,63	38 - 53
Setelah <i>Temper II</i>	42	38 - 53
Setelah <i>Temper III</i> Temp. 550°C	46,57	38 - 53
Setelah <i>Temper III</i> Temp. 600°C	44,09	38 - 53
Setelah <i>Temper III</i> Temp. 630°C	44,08	38 - 53

Analisa Hasil Pengujian *Impact*

Dilihat dari hasil uji *impact* bahwa pada *anneal* memiliki harga *impact* yang cukup tinggi yaitu sebesar 17,29 J/cm². Hal tersebut dikarenakan sifat mekanisnya yang tidak terlalu keras.

Bila dilihat pada perlakuan *temper* I harga *impact* menurun sebesar 13,33 J/cm² (78,41%), hal ini disebabkan karena material setelah *temper* I memiliki nilai kekerasan diatas material setelah *anneal* (*anneal* = 32 HRC, *temper* I = 45,63 HRC).

Jika dibandingkan dengan nilai kekerasan maka nilai harga *impact* berbanding

terbalik dengan nilai kekerasan apabila nilai kekerasannya tinggi maka harga *impact*nya

rendah dan apabila nilai kekerasannya menurun, harga *impact*nya meningkat.

Untuk nilai *impact* pada perlakuan *temper* II mengalami peningkatan sebesar 1,25

J/cm² (7,35%) berarti di sini terdapat peningkatan kemampuan *impact* dari material tersebut setelah mengalami *temper* II. Dilihat dari nilai kekerasannya ternyata pada *temper* II ini memiliki nilai kekerasan di bawah *temper* I, sehingga nilai *impact*nya naik (*temper* I = 45,63 HRC, *temper* II = 42 HRC).

Pada *temper* III pada suhu 550°C, 600°C, 630°C terlihat perbedaan harga *impact*. Untuk *temper* III dengan suhu 600°C dan 630°C memiliki harga *impact* yang sama yaitu 6 J/cm² hal ini disebabkan karena memiliki kekerasan yang sama (*Temper III* dengan suhu 600°C dan 630°C = 44,08 - 44,09 HRC) , tetapi pada *temper* III suhu 550°C memiliki nilai *impact* yang yang rendah dibandingkan dengan perlakuan *temper* III dengan suhu 600°C dan 630°C yaitu sebesar 4,79 J/cm² dikarenakan pada material dengan *temper* III suhu 550°C memiliki nilai kekerasan (*temper* III 550°C = 46,57 HRC) diatas material dengan perlakuan *temper* III dengan suhu 600°C dan 630°C.

Analisa Hasil Pengujian tarik

Dilihat dari Grafik .4. nilai dari kekuatan tarik maksimum naik dari mulai perlakuan *anneal* sampai *temper*. Perlakuan *temper* dapat meningkatkan nilai kekuatan tarik maksimum baja perkakas H-13 ini.

Dari proses *anneal* didapat nilai kekuatan tarik maksimumnya sebesar 673,8 N/mm². Setelah mengalami proses *temper I*

terjadi peningkatan sebesar 474,3 N/mm² (70,37%). Begitu pula pada proses *temper II* terjadi peningkatan sebesar 216,3 N/mm² (18,84%) dari proses *temper I*.

Untuk ketangguhan disini terbukti bahwa proses *temper* dapat meningkatkan ketangguhan.

Pada proses *anneal* didapat nilai ketangguhan sebesar 161,7 N mm/mm³. Ketika dilakukan proses *temper I* terjadi peningkatan nilai ketangguhan sebesar 75,6 N mm/mm³ (46,67%), begitu pula pada proses selanjutnya *temper II* sebesar 59 Nmm/mm³ (24,89%) dari *temper I*.

Untuk *temper III* pada suhu 600°C terjadi peningkatan nilai ketangguhan sebesar 14,6 N mm/mm³ (4,93%) tetapi pada proses *temper* ke III dengan suhu 550°C dan 630°C terjadi penurunan ketangguhan sebesar 0,68% untuk *temper III*

dengan suhu 550°C dan 5,14% untuk *temper III* dengan suhu 630°C dibandingkan dengan proses *temper II*, hal ini kemungkinan disebabkan karena nilai suhu pada *temper III* 550°C di bawah nilai suhu *temper II* yaitu 610°C dan untuk *temper III* dengan suhu 630°C nilai suhu *temper*nya diatas nilai suhu *temper II*. Sehingga nilai suhu yang *rangnya* lebih jauh dari suhu temperatur II dapat dikatakan dapat menurunkan sifat ketangguhannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, B.C. and Jain, S.P, 1990, " *A Text Book of Metallurgical Analysis*", Khanna Publisher, India.
- Amstead B. H., Ostwald Philip F. dan Begeman Myron L. , Alih Bahasa Sriati Djafrie, 1997, " *Teknologi Mekanik* ", Jakarta, Erlangga, Jilid 1, Edisi ke-7.

Annual Book of ASTM Standard, 1990, " *Ferrous Casting and Ferro Alloy*", Vol. 03.02 , ASTM, Baltimore MD, USA.

Annual Book of ASTM Standard, 1989, " *Metal Test Methods and Analytical Procedures*", Vol. 03.02 , ASTM, Baltimore MD, USA..

Annual Book of ASTM Standard: " *Iron & Steel Products, Steel-Bars, Forging, Bearing, Chain, Springs* ", Vol.01.15, ASTM, Baltimore MD, USA.

ASM, 1989, " *Heat Treater's Guide, Standard Practices & Procedures for Steel* ", ASM, Metals Park, Ohio, USA.

ASM Handbook, 1997, " *Heat Treating* ", ASM, Vol. 4 , USA.

ASM Handbook, 1990, " *Properties and Selection: Irons, Steel and High Performance Alloy* ", ASM, Vol. 1, USA.

ASM Handbook, 1992, " *Material Characterization*", ASM, Vol.10, USA.

ASSAB 8407, 1990, *Association Swedish Steels AB*, Stockholm, Sweden.

Avner, Sidney H, 1974, " *Introduction To Physical Metallurgy*", McGraw-Hill. Inc, Second Edition.

Data sheets: Cold Work Tool Steel (AISI A2) and Hot Work Tool Steel (AISI H-13), 1991, Uddeholm Steel Division, Hagiors, Sweden.

DeGarmo, E. Paul ; J T. Black ; Ronald A. Kohser, 1997, " *Material and Processes in Manufacturing*", Prentice Hall Inc., Eight Edition, USA.

Dieter, George E, 1992, " *Mechanical Metallurgy* ", McGraw-Hill. Inc, USA.

Feirer, John L, 1981, " *General Metal* ", Fifth Edition, McGraw-Hill. Inc, USA.

JIS Handbook, 1996, " *Ferrous Materials & Metallurgy* ", Tokyo, Japan.

Leslie, William C, 1981, "*The Physical Metallurgy Of Steels*" , McGraw-Hill. Inc, USA.

Raynor, G.V. & Rivlin, V.G, 1998, " *Phase Equilibria in Iron Ternary Alloy* The Bath Press, London, England.

Serope Kalpakjian, 1990, "*Manufacturing Engineering And Technology*", Addison-Wesley Publishing Co, Third Edition, Massachusetts, USA.

Shinroku Saito Prof. DR. , Tata Surdia Prof. MS. Met. E. Ir, 2000 " *Pengetahuan Bahan Teknik*" , Pradnya Paramita, Jakarta, Cetakan Ke-5

Smith, William F, 1981, " *Structure and Properties Of Engineering Alloys*", McGraw-Hill. Inc, USA

Voort, G. F. Vander, 1991,"*Atlas of Time – Temperature Diagram for Irons and Steels*", ASM.

Widjatkoko Weni Ir, 1994,"*Teori Praktikum Ilmu Logam*" , Unit Pelaksanaan Teknis, Laboratorium Uji Konstruksi, BPPT.

