

PENYEDIAAN LARUTAN BAHAN PUNAR
UNTUK ALOI-ALOI FERUS

TENGGU NURUL IZATULSHIMA BINTI T. MOHD HASHIM

Laporan in dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Struktur & Bahan)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

APRIL 2009

“Saya/kami akui bahawa telah membaca
karya ini dan pada pandangan saya/kami karya ini
adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Struktur dan Bahan)”

Tandatangan :.....

Nama Penyelia I :.....

Tarikh :.....

Tandatangan :.....

Nama Penyelia II :.....

Tarikh :.....

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan :.....
Nama Penulis :.....
Tarikh :.....

DEDIKASI

Buat ayahanda, bonda dan keluarga tercinta,

Terima kasih di atas didikan dan pengorbanan
serta kasih sayang yang dicurahkan.

Buat pensyarah-pensyarah yang disanjung,

Terima kasih di atas segala didikan dan ilmu yang diberikan.

Buat rakan-rakan seperjuangan,

Terima kasih di atas kerjasama kalian.

**Semoga jasa baik kalian semua memperolehi keberkatan daripadaNya di dunia dan
akhirat. InsyaALLAH.....**

PENGHARGAAN

Dengan Nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Mengasihani

Penulis ingin merakamkan penghargaan ikhlas dan ucapan terima kasih kepada penyelia tesis, En. Wan Mohd Farid di atas bimbingan dan dorongan yang diberikan sepanjang tempoh penyelidikan projek sarjana muda ini dijalankan.

Ucapan terima kasih juga penulis tujukan kepada pihak pengurusan makmal, terutamanya juruteknik- juruteknik semasa menjalankan eksperimen di makmal. Tidak lupa juga kepada semua kakitangan Perpustakaan UTeM kerana sedia membantu dan meluangkan masa dalam mendapatkan maklumat mengenai kajian.

Ucapan terima kasih kepada ibu bapa penulis yang tidak putus-putus memberikan dorongan dan bantuan sepanjang penulisan laporan ini. Tidak lupa juga kepada rakan-rakan penulis yang sering memberikan idea dan pendapat bagi membantu penulis.

Penghargaan juga ditujukan kepada seluruh warga UTeM yang sedia memberi pandangan dan dorongan sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam membantu menjayakan projek penyelidikan ini.

Jasa baik kalian amat disanjung dan dihargai. Wassalam.

ABSTRAK

Tujuan utama kajian ini adalah untuk menjalankan kajian dan menentukan larutan bahan punar dengan komposisi bahan kimia yang spesifik dan juga kaedah penyediaan larutan bahan punar yang lengkap untuk setiap aloi ferus yang dikaji. Terdapat lima (5) jenis aloi ferus yang penting yang digunakan di dalam kajian ini iaitu keluli karbon biasa, keluli beraloi rendah, keluli tahan karat, logam perkakas dan juga besi tuang. Penyediaan larutan bahan punar ini memerlukan langkah berjaga-jaga dan juga ketelitian kerana kebanyakan larutan dan bahan kimia yang digunakan dalam penyediaan larutan bahan punar tersebut terdiri dari bahan yang mudah meletup dan bertindakbalas dengan persekitaran. Kajian yang dijalankan ini menjurus kepada pemilihan larutan bahan punar berdasarkan kepada kajian-kajian yang lepas di mana dapat menunjukkan fasa-fasa mikrostruktur yang dikehendaki berdasarkan kepada gambarajah keseimbangan besi-karbon. Penyediaan larutan bahan punar ini telah dijalankan di dalam makmal berdasarkan kaedah cuba dan jaya iaitu dengan menggunakan tiga (3) komposisi larutan dan juga masa punaran yang berbeza-beza untuk setiap aloi ferus. Pemilihan komposisi dan masa punaran untuk setiap aloi ferus tersebut dipilih berdasarkan hasil punaran yang mana dapat menunjukkan fasa-fasa mikrostruktur yang dikehendaki dengan jelas dan terang. Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, larutan bahan punar yang sesuai digunakan untuk keluli karbon biasa adalah larutan *Nital* (2%) dengan masa punaran selama 25 saat, larutan *Picral* digunakan untuk keluli beraloi rendah dengan masa punaran selama 25 saat, larutan *Marble* pula digunakan untuk keluli tahan karat dengan masa punaran selama 2 minit, larutan ke-2 dari Jadual 2.4 digunakan untuk logam perkakas dengan masa rendaman selama 25 saat, manakala larutan *Becker* digunakan untuk memunarkan besi tuang dengan masa punaran selama 15 saat.

ABSTRACT

The main purpose of this research is to determine the etchant solution with a specific composition of chemical solution and preparation procedure depends on the ferrous alloys. There are five (5) types of ferrous alloys which is important and has been use as sample in this research which are carbon steel, low alloy steel, stainless steel, tool steel and cast iron. The preparation of the solution safety is very important for those ferrous alloys because of the characteristic of solution are easy to explode and react with environment. The research literature reviews are focused on the required microstructure based on iron-carbon phase diagram by journal and the past thesis. There are three (3) sample of different composition and etching time will be carry out in mechanical laboratory. The best etchant solution will be choosing based on the clearest microstructure in this analysis. Base on this research, the best etchant solution for plain carbon steel is Nital (2%) solution with etching time 25 s, Picral solution is used for low alloy steel with etching time is 25s, Marble solution is used for stainless steel with etching time is 2 minute, solution 2nd from Table 2.4 is used for tool steel with etching time is 25s, while Becker solution is used for cast iron with etching time is 15s.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	iv
	DEDIKASI	v
	PENGHARGAAN	vi
	ABSTRAK	vii
	<i>ABSTRACT</i>	viii
	KANDUNGAN	ix
	SENARAI JADUAL	xv
	SENARAI RAJAH	xviii
	SENARAI SIMBOL	xxiii
	SENARAI LAMPIRAN	xxiv
BAB I	Pengenalan	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Pernyataan Masalah	2
	1.3 Objektif	3
	1.4 Skop Kajian	3
	1.5 Kepentingan Kajian	4

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB II	KAJIAN ILMIAH	5
2.1	Pengenalan	5
2.2	Aloi Ferus	6
2.3	Gambarajah Keseimbangan Besi-Karbon	8
2.4	Larutan Bahan Punar	9
2.5	Keluli Karbon Biasa dan Larutan Bahan Punar	10
2.6	Keluli Beraloi Rendah dan Larutan Bahan Punar	13
2.7	Keluli Tahan Karat dan Larutan Bahan Punar	18
2.8	Logam Perkakas dan Larutan Bahan Punar	23
2.9	Besi Tuang dan Larutan Bahan Punar	27
2.10	Jenis Mikrostruktur untuk Aloi Ferus	32
2.11	Mikrostruktur yang Terbentuk untuk setiap Aloi Ferus	34
2.11.1	Keluli Karbon Biasa	35
2.11.2	Keluli Beraloi Rendah	36
2.11.3	Keluli Tahan Karat	37
2.11.4	Logam Perkakas	38
2.11.5	Besi Tuang	39
BAB III	METODOLOGI	41
3.1	Pengenalan	41
3.2	Perancangan Kajian	42
3.2.1	Kajian Awal	42
3.2.2	Pengumpulan Data	43
3.2.3	Penganalisaan Data	43
3.2.4	Pemilihan Larutan Bahan Punar	44

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
3.3	Carta Alir Kajian	44
3.4	Bahan Mentah dan Peralatan	48
3.5	Pemilihan Aloji Ferus dan Larutan Bahan Punar	48
3.6	Penyediaan Sampel	50
	3.6.1 Pensampelan	51
	3.6.2 Pencagakan	52
	3.6.3 Pencanaan	53
	3.6.4 Penggilapan	54
	3.6.5 Pembersihan	55
3.7	Penyediaan Larutan Bahan Punar	55
3.8	Proses Punaran Sampel	59
3.9	Ujian Mikrostruktur	60
BAB IV	KEPUTUSAN	61
4.1	Pengenalan	61
4.2	Ujian Mikrostruktur Terhadap Keluli Karbon Biasa	62
4.3	Ujian Mikrostruktur Terhadap Keluli Beraloi Rendah	64
4.4	Ujian Mikrostruktur Terhadap Keluli Tahan Karat	68
4.5	Ujian Mikrostruktur Terhadap Logam Perkakas	70
4.6	Ujian Mikrostruktur Terhadap Besi Tuang	73

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB V	PERBINCANGAN	76
5.1	Pengenalan	76
5.2	Pemilihan Larutan Bahan Punar Untuk Keluli Karbon Biasa	77
5.2.1	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi ke atas Sampel A1	78
5.2.2	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi Ke atas Sampel A2	79
5.2.3	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi Ke atas Sampel A3	80
5.3	Pemilihan Larutan Bahan Punar Untuk Keluli Beraloi Rendah	83
5.3.1	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi ke atas Sampel B1	84
5.3.2	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi Ke atas Sampel B2	85
5.3.3	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi Ke atas Sampel B3	86
5.4	Pemilihan Larutan Bahan Punar Untuk Keluli Tahan Karat	90
5.4.1	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi ke atas Sampel C1	91
5.4.2	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi Ke atas Sampel C2	92
5.4.3	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi Ke atas Sampel C3	93

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
5.5	Pemilihan Larutan Bahan Punar Untuk Logam Perkakas	96
5.5.1	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi ke atas Sampel D1	97
5.5.2	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi Ke atas Sampel D2	98
5.5.3	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi Ke atas Sampel D3	99
5.6	Pemilihan Larutan Bahan Punar Untuk Besi Tuang	102
5.6.1	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi ke atas Sampel E1	103
5.6.2	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi Ke atas Sampel E2	104
5.6.3	Kesan Masa Rendaman dan Komposisi Ke atas Sampel E3	105
5.7	Mikrostruktur Keluli Karbon Biasa yang Terhasil dari Proses Punaran	108
5.7	Mikrostruktur Keluli Beraloi Rendah yang Terhasil dari Proses Punaran	109
5.7	Mikrostruktur Keluli Tahan Karat yang Terhasil dari Proses Punaran	111
5.7	Mikrostruktur Logam Perkakas yang Terhasil dari Proses Punaran	113
5.7	Mikrostruktur Besi Tuang yang Terhasil dari Proses Punaran	114

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB VI	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
6.1	Pengenalan	117
6.2	Kesimpulan Hasil Kajian	118
6.3	Cadangan	119
RUJUKAN		122
LAMPIRAN		126

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Larutan bahan punar untuk Keluli Karbon Biasa	11
2.2	Larutan bahan punar untuk Keluli Beraloi Rendah	15
2.3	Larutan Bahan Punar untuk Keluli Tahan Karat	20
2.4	Larutan Bahan Punar untuk Logam Perkakas	24
2.5	Larutan Bahan Punar untuk Besi Tuang	28
3.1	Ukuran spesifik untuk sampel mikrostruktur	51
3.2	Komposisi bahan kimia yang akan dimanipulasikan dalam kajian.	56
4.1	Komposisi larutan <i>Nital</i> (2%) yang dimanipulasikan dalam kajian.	62

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
4.2	Komposisi larutan <i>Picral</i> yang dimanipulasikan dalam kajian.	65
4.3	Komposisi larutan <i>Marble</i> yang dimanipulasikan dalam kajian.	68
4.4	Komposisi larutan-2 (Jadual 2.4) yang dimanipulasikan dalam kajian.	71
4.5	Komposisi larutan <i>Becker</i> yang dimanipulasikan dalam kajian.	73
5.1	Mikrostruktur untuk sampel A1 pada pembesaran 100 X	78
5.2	Mikrostruktur untuk sampel A2 pada pembesaran 100 X	79
5.3	Mikrostruktur untuk sampel A3 pada pembesaran 100 X	80
5.4	Mikrostruktur untuk sampel B1 pada pembesaran 20 X	84
5.5	Mikrostruktur untuk sampel B2 pada pembesaran 20 X	85
5.6	Mikrostruktur untuk sampel B3 pada pembesaran 20 X	86

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
5.7	Mikrostruktur untuk sampel C1 pada pembesaran 50 X	91
5.8	Mikrostruktur untuk sampel C2 pada pembesaran 50 X	92
5.9	Mikrostruktur untuk sampel C3 pada pembesaran 50 X	93
5.10	Mikrostruktur untuk sampel D1 pada pembesaran 100 X	97
5.11	Mikrostruktur untuk sampel D2 pada pembesaran 100 X	98
5.12	Mikrostruktur untuk sampel D3 pada pembesaran 100 X	99
5.13	Mikrostruktur untuk sampel E1 pada pembesaran 100 X	103
5.14	Mikrostruktur untuk sampel E2 pada pembesaran 100 X	104
5.15	Mikrostruktur untuk sampel E3 pada pembesaran 100 X	105

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Carta alir untuk pengelasan aloi: ferus(Sumber http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Ferrous_alloys)	6
2.2	Gambarajah keseimbangan besi - karbon (Sumber: http://www.scribd.com/doc/4223638/ TEKNOLOGI-BAHAN)	8
2.3	Jenis-jenis mikrostruktur (Sumber: Higgins, (1998))	32
2.4	Klasifikasi aloi ferus dalam rajah fasa besi- karbon. (a) Alo <i>hypoeutectoid</i> , (b) Alo <i>eutectoid</i> , (c) Alo <i>hypereutectoid</i> (Sumber: Callister W.D., (2007))	33
2.5	Julat kandungan karbon bagi aloi ferus (Sumber: Higgins, (1998))	34
2.6	Mikrostruktur keluli karbon biasa pada pembesaran 635X (Sumber: Callister W.D., (2007))	35

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.7	Mikrostruktur keluli beraloi rendah pada pembesaran 1000X (Sumber: Callister W.D., (2007))	36
2.8	Mikrostruktur keluli tahan karat pada pembesaran 75X (Sumber: Voort. V., (1984))	37
2.9	Mikrostruktur logam perkakas pada pembesaran 1000X (Sumber: Callister W.D., (2007))	38
2.10	Mikrostruktur besi tuang kelabu pada pembesaran 100X (Sumber: Lawrence H. <i>et al.</i> (1994))	40
3.1	Carta alir bagi perancangan kajian	46
3.2	Ukuran untuk sampel mikrostruktur	51
3.3	<i>Hot mounting press machine</i>	52
3.4	<i>Manual grinding machine</i>	53
3.5	<i>Automatic polishing machine</i>	54
3.6	<i>Ultrasonic water bath</i>	55
3.7	<i>Hand dryer</i>	55

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
3.8	(a) <i>Inverted Microscope</i> dan (b) <i>Optical Microscope</i>	60
4.1(a)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel A1 yang diambil dengan IM	63
4.1(b)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel A2 yang diambil dengan IM	63
4.1(c)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel A3 yang diambil dengan IM	64
4.2(a)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel B1 yang diambil dengan IM	65
4.2 (b)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel B2 yang diambil dengan IM	66
4.2 (c)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel B3 yang diambil dengan IM	66
4.2 (d)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel B1 yang diambil dengan OM	67
4.2 (e)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel B2 yang diambil dengan OM	67

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
4.2 (f)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel B3 yang diambil dengan OM	67
4.3 (a)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel C1 yang diambil dengan IM	69
4.3 (b)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel C2 yang diambil dengan IM	69
4.3 (c)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel C3 yang diambil dengan IM	70
4.4 (a)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel D1 yang diambil dengan IM	71
4.4 (b)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel D2 yang diambil dengan IM	72
4.4 (c)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel D3 yang diambil dengan IM	72
4.5 (a)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel E1 yang diambil dengan IM	74
4.5 (b)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel E2 yang diambil dengan IM	74
4.5 (c)	Mikrostruktur yang terhasil untuk sampel E3 yang diambil dengan IM	75

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
5.1	Mikrostruktur keluli karbon biasa (Pembesaran: 100 X)	108
5.2	Rajah fasa Fe-C bagi mikrostruktur keluli karbon biasa	109
5.3	Mikrostruktur keluli beraloi rendah (Pembesaran: 20 X)	110
5.4	Rajah fasa Fe-C bagi mikrostruktur keluli beraloi rendah	111
5.5	Mikrostruktur keluli tahan karat (Pembesaran: 50 X)	111
5.6	Rajah fasa Fe-C bagi mikrostruktur keluli tahan karat	112
5.7	Mikrostruktur logam perkakas (Pembesaran: 100X)	113
5.8	Rajah fasa Fe-C bagi mikrostruktur logam perkakas	114
5.9	Mikrostruktur besi tuang (pembesaran: 100X)	115
5.10	Rajah fasa Fe-C bagi mikrostruktur besi tuang	116

SENARAI SIMBOL

%	=	Peratus
°	=	Darjah
μ	=	Micro
s	=	saat
min	=	minit
gm	=	gram
Cu ₂ SO ₄	=	copper sulfate
HCL	=	hydrochloric acid
NaOH	=	sodium hydroxide
KOH	=	pottasium hydroxide
IM	=	Inverted Microscope
OM	=	Optical Microscope
SEM	=	Scanning Electron Microscope

SENARAI LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
A	Larutan Bahan Punar Untuk Aloi Ferus dan Aloi Bukan Ferus [Sumber: http://www.buehler.com/technical _information/GRIT_GUIDE.pdf]	126
B	Larutan Bahan Punar dari Metalografi dan Mikrostruktur Besi Tuang [Sumber: Janina M. Radzikowska, <i>ASM Handbook: Metallography and Microstructures of Cast Iron</i> , The Foundry Research Institute, Kraków, Poland, Volume 9, p 568]	127
C	Larutan bahan punar untuk kebanyakan besi, karbon dan keluli Sumber: http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd]	128
D	Larutan bahan punar untuk keluli, titanium dan aloi [Sumber: http://www.carttech.com/news/etching _amp.html]	129

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
E	Larutan bahan punar yang berbeza untuk loam yang berbeza [Sumber : http://www.w3.org/1999/xhtml]	130
F	Larutan bahan punar untuk keluli tahan karat [Sumber: http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd]	131
G	Senarai larutan bahan punar berdasarkan kepada ASTM [Sumber: http://www.cartech.com/news/etching_amp.html]	132
H	Carta Gantt bagi PSM I dan PSM II	133
I	Proses Penyediaan Sampel Aloii Ferus	
J	Sampel aloii ferus yang digunakan di dalam kajian ini	138
K	Penyediaan Larutan Bahan Punar Untuk Keluli Karbon Biasa	139
L	Penyediaan Larutan Bahan Punar Untuk Keluli Beraloi Rendah	142
M	Penyediaan Larutan Bahan Punar Untuk Keluli Tahan Karat	146