

SKRIPSI

**STUDI PENGARUH MEDIA *QUENCHING*
TERHADAP STRUKTUR MIKRO, STRUKTUR KRISTAL
DAN KEKERASAN PADA BAJA COR SCMn5**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana (S-1) pada Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara



Disusun Oleh

Nama : ENI ELPANDARI

NPM : 201110235046

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA**

2015

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Eni Elpandari
NPM : 201110235046
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Skripsi : Studi Pengaruh Media *Quenching* Terhadap Struktur Mikro, Struktur Kristal dan Kekerasan Pada Baja Cor SCMn5

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,



(Eni Elpandari)

LEMBAR PERSETUJUAN

Studi Pengaruh Media *Quenching* Terhadap Struktur Mikro, Struktur
Kristal dan Kekerasan Pada Baja Cor SCMn 5

Disusun Oleh

Nama : Eni Elpandari

NPM : 201110235046

Dengan ini telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan pada sidang skripsi
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta
Raya.

Disetujui dan disahkan

Tanggal : 10 Juli 2015

Dosen Pembimbing I



Ir. Budiarto, M.Sc

Dosen Pembimbing II



Bungaran Saing, S.Si., Apt., SE., MM

LEMBAR PENGESAHAN

Studi Pengaruh Media *Quenching* Terhadap Struktur Mikro, Struktur

Kristal dan Kekerasan Pada Baja Cor SCMn 5

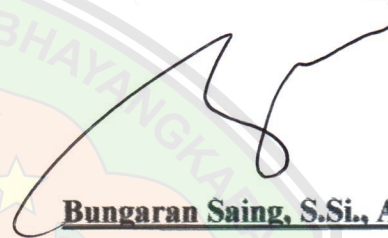
Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



Ir. Budiarto, M.Sc

Dosen Pembimbing II




Bungaran Saing, S.Si., Apt., MM

Penguji I



Ir. Hernowo Widodo, M.T

Penguji II



Dewi Murniati, S.Si., M.Si

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bhayangkara Jakarta Raya



Ahmad Diponegoro, Ph.D

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Universitas Bhayangkara Jakarta Raya



Reni Masrida, S.T., M.T

Eni Elpandari, 2011102350046, elpandari_eni@yahoo.com, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Kimia Universitas Bhayangkara Jakarta Raya
Studi Pengaruh Media *Quenching* Terhadap Struktur Mikro, Struktur Kristal dan Kekerasan Pada Baja Cor SCMn5, dibawah bimbingan Ir. Budiarto, M.Sc dan Bungaran Saing, S.Si., Apt., SE., MM

ABSTRAK

Baja cor SCMn5 merupakan bahan untuk komponen *bracket excavator*. Untuk meningkatkan kekerasan baja cor SCMn5 ini dilakukan pemanasan sampai temperatur didaerah kritis kemudian disusul dengan pendinginan cepat (*quenching*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan struktur mikro, struktur kristal dan kekerasan bahan baja cor SCMn5 terhadap proses *quenching* dengan media pendingin air, oli dan air garam. Proses *quenching* dilakukan pada temperatur 825°C dengan waktu penahanan 3 jam. Setelah dilakukan proses *quenching*, lalu dilakukan pengujian struktur mikro dan komposisi unsur dengan SEM-EDAXS, struktur kristal dengan difraktometer sinar-x dan kekerasan dengan metode *brinell*.

Pengamatan struktur mikro dengan SEM-EDAXS menunjukkan bahwa pendinginan dengan media air garam menghasilkan struktur mikro martensite yang lebih banyak dari pada media air dan oli. Pengujian struktur kristal dengan alat difraktometer sinar-x dengan sumber radiasi Cu dan panjang gelombang $K\alpha_1=1.5406\text{\AA}$ menunjukkan tiga intensitas tertinggi puncak Fe pada media pendingin air berada pada sudut 2θ sekitar 44.6221°, 82.1712° dan 64.8302° dengan bidang hkl [110], [211] dan [200] serta fasanya yaitu α -martensite dan γ -austenit dengan bentuk kristal berupa BCT (*Body Center Tetragonal*) dan FCC (*Face Center Cubic*). Struktur kristal pada media oli pada sudut 2θ sekitar 44.8631°, 82.4005° dan 65.0883° dengan bidang hkl [110], [211] dan [200] serta fasanya yaitu α -martensite dan γ -austenit dengan bentuk kristal berupa BCT (*Body Center Tetragonal*) dan FCC (*Face Center Cubic*). Struktur kristal pada media air garam pada sudut 2θ sekitar 44.8246°, 82.3370° dan 64.9600° dengan bidang hkl [110], [211] dan [200] serta fasanya yaitu α -martensite dan γ -austenit dengan bentuk kristal berupa BCT (*Body Center Tetragonal*) dan FCC (*Face Center Cubic*). Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada baja cor SCMn5 dengan *quenching* media air garam memiliki kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan media air maupun oli dengan harga kekerasannya yaitu 388 HB.

Kata kunci : *quenching*, baja cor SCMn5, struktur mikro, struktur kristal, kekerasan, martensite.

Eni Elpandari, 2011102350046, elpandari_eni@yahoo.com, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering University Bhayangkara Jakarta Raya

Study The Influence of Quenching Media to Microstructure, Crystal Structure and Hardness In Cast Steel SCMn5, the guidance of Ir. Budiarto, M.Sc and Bungaran Saing, S.Si., Apt., SE., MM.

ABSTRACT

SCMn5 cast steel is a material for components excavator bracket. To increase the hardness of SCMn5 cast steel up to critical area temperature followed by rapid cooling (quenching). This research is to find out to differences in the microstructure, crystal structure and hardness of materials SCMn5 cast steel to quenching process that is water media, oil and salt water. Quenching process is practiced at a temperature of 825°C and the holding time of 3 hours. After the quenching process, then testing the microstructure and elemental composition by SEM-EDAXS, crystal structure by x-ray diffractometer and hardness with Brinell method.

Microstructure observation by SEM-EDAXS showed that quenching with salt water media, produce martensite microstructure is much more than the water and oil media. Testing of the crystal structure by x-ray diffractometer with Cu radiation source and wavelength $K\alpha_1 = 1.5406\text{\AA}$ Fe showed three highest intensity peak at the water quenching media is at an angle 2θ : 44.6221°, 82.1712° and 64.8302° with hkl field [110], [211] and [200] and the phase that is α -martensite and γ -austenite with crystals form of BCT (Body Center Tetragonal) and FCC (Face Center Cubic). The crystal structure of oil media at an angle 2θ : 44.8631°, 82.4005° and 65.0883° with hkl field [110], [211] and [200] and the phase that is α -martensite and γ -austenite with crystals form of BCT (Body Center tetragonal) and FCC (Face Center Cubic). The crystal structure of the salt water media at an angle 2θ : 44.8246°, 82.3370° and 64.9600° with hkl field [110], [211] and [200] and the phase that is α -martensite and γ -austenite with crystals form of BCT (Body Center Tetragonal) and FCC (Face Center Cubic). Based on the test result of hardness showed the salt water quenching media have hardness greater than water and oil media and hardness value is 388 HB.

Keywords: quenching, cast steel SCMn5, structure of micro, crystal structure, hardness, martensite.

Lembar Persembahan

*Perjalanan ini bagaikan sedang berlari estafet
Berlari bertahap penuh rintangan
Kadang aku berlari kencang penuh semangat
Kadang aku mulai lelah dan menyerah untuk menggapai garis finish*

*Aku terus berlari dengan tangan menggenggam asa
Hati penuh harap dan doa agar Allah SWT memberi aku kekuatan
Terasa angin penyejuk menyentuh kulit dan berbisik "Ibu, Bapak dan orang yang
kau sayang menunggumu di depan sana"
Anganku membayangkan senyum manis mereka*

*Oh Tuhan...
Apakah aku bisa sampai di garis finish itu?
Mereka sedang menungguku dengan penuh harap dan cemas
Terasa semakin berat langkah ini*

*Aku terus berlari, tak ingin kulihat senyum itu hilang
Garis finish pun mulai terlihat dan semakin dekat
Ku toleh kebelakang, aku sudah jauh melangkah
Tak akan aku menyerah karena aku yakin perjuangan ini akan berbuah manis*

*Kini garis finish itu telah ku capai...
Ku peluk erat Ibu, Bapak dan orang yang ku sayang
Ibu... Bapak... terima kasih atas doa dan semua yang telah diberikan
Aku sayang Ibu dan Bapak, tak ingin ku buat kalian kecewa*

*Inilah jalan-Mu ya Allah...sangat indah pada waktunya
Semoga kita bisa mengambil hikmah dari setiap masalah dan selalu sabar.
Karena sesungguhnya setelah kesulitan pasti ada kemudahan*

Alhamdulillah, karya ini ku persembahkan kepada:

Allah swt, dengan ridho dan hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan karya ini.

Kedua orang tuaku ayahanda dan ibunda untuk setiap keringat deras pengorbanan, lantunan doa, kesabaran, tuntunan dan kasih sayang yang senantiasa menyertai setiap nafasku,

Kedua adikku tersayang,

“Mas” penyemangatku tersayang,

Bapak dan Ibu guruku, yang selalu menjadi Pahlawan dalam Studiku

Karenamu aku bisa mewujudkan harapan dan cita-citaku,

Seluruh saudara dan sahabatku yang senantiasa mendoakan demi kelancaran dan kesuksesan dalam menggapai cita.

Karya kecil ini ku persembahkan dengan segala cinta dan kasih sayangku, meski belum pantas di persembahkan karena ini hanyalah satu langkah kecil dari sebuah cerita hidup yang akan kujalani dikemudian hari semoga segala nikmat dan hidayahnya selalu melimpah, aamiin...

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan dan penulisan skripsi ini.

Di dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, nasehat dan dorongan dari berbagai pihak tidak mungkin dapat menyelesaikan skripsi ini karena keterbatasannya kemampuan penulis dan fasilitas yang ada.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

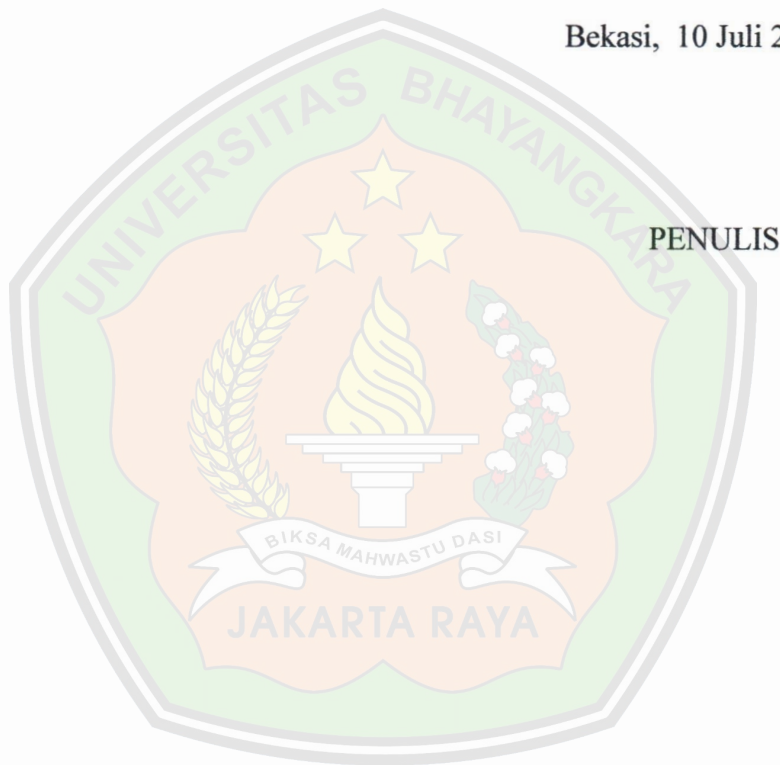
1. Bapak Ahmad Diponegoro, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
2. Ibu Reni Masrida, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
3. Bapak Ir. Budiarto, M.Sc selaku Pembimbing I yang telah banyak memberikan dorongan nasihat, arahan serta bekal ilmu selama penulis menjalanin perkuliahan dengan penuh kesabaran dan ketulusannya hingga penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Bapak Bungaran Saing, S.Si., Apt., SE., MM selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk penulis dan memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran dan ketulusannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

5. Bapak Ir. Hernowo Widodo, MT yang telah membantu memberikan ide-ide, selalu memberikan dorongan dan semangat kepada penulis.
6. Kedua Orang tua penulis yaitu Bapak Mardian dan Ibu Iyah Komala Dewi tercinta yang tak pernah berhenti mendukung penulis dan mencurahkan segala kasih sayangnya kepada penulis, atas doa dan pengorbanan mereka akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
7. Adikku tersayang Taufik Umar yang selalu membantu penulis, menyediakan fasilitas-fasilitas yang membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, serta adik kecilku tersayang Annisa Saidah yang selalu membuat keceriaan dan menghadirkan senyum bahagia ditengah keluarga.
8. Kekasihku, mas Eko Febriyono yang selalu mendukung, memberi semangat dan perhatian yang tak ada habisnya.
9. Sahabatku Martiah, Putri, Dian, Kiki, Fauzi, Dian Bunga, Rina, Atik, Ninda, Rizka, ka Rahman dan teman-teman Teknik Kimia angkatan 2011, serta semua rekan-rekan di Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya yang banyak membantu memberikan ide dan masukan serta setia menemani penulis dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini.
10. Bi Iyah , mang Oman, Dewi, abang Hotim dan Ega yang telah memberikan doa dan dukungan semangat.
11. Pak Priyambodo dan Ibu Afifah yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.
12. Dan semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu namun tidak mengurangi rasa hormat dan terima kasih penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran akan penulis terima dengan senang hati.

Akhir kata penulis berharap agar skripsi ini dapat memberikan manfaat yang sangat besar.

Bekasi, 10 Juli 2015



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAKSI.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metode Pengumpulan Data	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
1.7.1 BAB I : Pendahuluan	5
1.7.2 BAB II : Tinjauan Pustaka	5

1.7.3	BAB III : Metodologi Penelitian.....	6
1.7.4	BAB IV : Hasil Analisis dan Pembahasan.....	6
1.7.5	BAB V : Penutup	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....		7
2.1	Spesifikasi Material.....	7
2.2	Proses Pembuatan <i>Steel Casting</i>	8
2.3	Klasifikasi Logam	9
2.4	Struktur dan Sifat-sifat Baja Cor Paduan	11
2.5	Sifat Mekanik Baja.....	13
2.6	Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>).....	15
2.6.1	<i>Normalizing</i>	16
2.6.2	<i>Quenching</i>	18
2.6.3	<i>Tempering</i>	22
2.7	<i>Holding time</i> (Waktu Penahanan)	23
2.8	Kecepatan Pendinginan	23
2.9	Media Pendingin	24
2.10	Konduktivitas Termal.....	28
2.11	Pembentukan Martensite.....	29
2.12	Pengujian Logam.....	30
2.13	SEM-EDAXS (<i>Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive Analysis X-ray Spectrometry</i>).....	31
2.14	Difraktometer Sinar-X (<i>X-Ray Diffraction</i>)	35
2.15	Pengujian Kekerasan	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		42
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	42
3.1.1	Tempat Penelitian.....	42
3.1.2	Waktu Penelitian	42
3.2	Bahan Penelitian.....	42
3.2.1	Bahan Utama	42
3.2.2	Bahan pendukung.....	43

3.3	Alat	43
3.3.1	Alat Proses Penelitian.....	43
3.3.2	Alat pengujian	43
3.4	Variabel Penelitian	44
3.4.1	Variabel Tetap	44
3.4.2	Variabel Berubah.....	44
3.4.3	Variabel Terikat.....	44
3.5	Cara Pengolahan Data	44
3.6	Prosedur Penelitian.....	44
3.6.1	Proses Pengecoran <i>Steel Casting</i>	44
3.6.1.1	Pembuatan Sampel Uji	44
3.6.2	Proses perlakuan panas.....	45
3.6.3	Prosedur Pengujian Metalografi.....	46
3.6.4	Pengujian dengan SEM EDAXS.....	48
3.6.5	Pengujian dengan Difraktometer Sinar-X.....	50
3.6.6	Pengujian kekerasan dengan Metode <i>Brinell</i>	51
3.7	Metode Penelititan.....	54
BAB IV HASIL ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN		55
4.1	Perlakuan Panas.....	55
4.2	Hasil Pengujian	56
4.2.1	Pengujian Komposisi Kimia Sebelum Perlakuan Panas	56
4.2.2	Pengujian Struktur Mikro.....	57
4.2.3	Pengujian Struktur Kristal	65
4.2.4	Pengujian Kekerasan	68
4.3	Pembahasan	69
4.3.1	Analisis struktur mikro dengan SEM-EDAXS	67
4.3.2	Analisis struktur kristal dengan difraktometer sinar-x.....	74
4.3.3	Analisis kekerasan dengan metode <i>brinell</i>	77
4.3.4	Analisis ANOVA	79

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi kimia Baja SCMn5	7
Tabel 2.2 Sifat kekerasan Baja SCMn5	7
Tabel 2.3 Sifat kimia dan fisika Air	25
Tabel 2.4 Sifat kimia dan fisika NaCl	28
Tabel 3.1 Larutan Etsa	48
Tabel 3.2 Matrik Rancangan Penelitian Proses <i>Quenching</i>	54
Tabel 4.1 Matrik perancangan penelitian	55
Tabel 4.2 Hasil pengujian komposisi unsur baja cor SCMn5	56
Tabel 4.3 Hasil difraktometer sinar-x media <i>quenching</i> air	65
Tabel 4.4 Hasil difraktometer sinar-x media <i>quenching</i> oli	66
Tabel 4.5 Hasil difraktometer sinar-x media <i>quenching</i> air garam	67
Tabel 4.6 Hasil pengujian kekerasan dengan metode <i>brinell</i>	68
Tabel 4.7 Hasil pengujian kekerasan dengan metode <i>brinell</i>	79
Tabel 4.8 Summary (Anova: Single Factor) peningkatan kekerasan dengan media pendingin	80
Tabel 4.9 ANOVA : Single Factor peningkatan kekerasan dengan media pendingin	81

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram alir proses pengecoran/casting	8
Gambar 2.2 Pengaruh kadar Carbon terhadap transformasi martensite	12
Gambar 2.3 Pengaruh unsur paduan terhadap transformasi martensit	12
Gambar 2.4 Diagram untuk temperatur <i>Normalizing</i>	17
Gambar 2.5 Diagram fasa Fe-C dan Fe ₃ C	19
Gambar 2.6 Struktur <i>Body Center Cubic</i>	19
Gambar 2.7 Diagram kurva tahap pendinginan yang terjadi pada permukaan benda	22
Gambar 2.8 Grafik tipikal jenis oli mesin dengan temperatur	26
Gambar 2.9 Pengaruh karbon pada temperatur Ms dan Mf	30
Gambar 2.10 Struktur mikro baja SCMn5 <i>Normalising (100x)</i>	32
Gambar 2.11 Alat SEM EDAXS untuk pengujian struktur mikro	35
Gambar 2.12 Lintasan berkas sinar X yang mengenai kristal	37
Gambar 2.13 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	39
Gambar 2.14 Perbandingan dimensi penekanan pengujian kekerasan	41
Gambar 3.1 Grafik laju pendinginan	46
Gambar 3.2 Alat SEM EDAXS untuk pengujian struktur mikro	49
Gambar 3.3 Alat XRD untuk pengujian struktur kristal	51
Gambar 3.4 Alat uji kekerasan metode <i>brinell</i>	52
Gambar 3.5 Diagram alir prosedur penelitian	53
Gambar 4.1 Struktur mikro baja SCMn5 <i>Normalising (100x)</i>	57
Gambar 4.2 Struktur mikro baja SCMn5 - media <i>quenching</i> air (3000x perbesaran)	57

Gambar 4.3 Struktur mikro baja SCMn5 - media <i>quenching</i> air (6000x perbesaran)	58
Gambar 4.4 Puncak dan komposisi unsur pada media <i>quenching</i> air	58
Gambar 4.5 Struktur mikro baja SCMn5 - media <i>quenching</i> air (10000x perbesaran)	59
Gambar 4.6 Puncak dan komposisi unsur pada media <i>quenching</i> air	59
Gambar 4.7 Struktur mikro baja SCMn5 - media <i>quenching</i> oli (3000x perbesaran)	60
Gambar 4.8 Struktur mikro baja SCMn5 - media <i>quenching</i> oli (6000x perbesaran)	60
Gambar 4.9 Puncak dan komposisi unsur pada media <i>quenching</i> oli	61
Gambar 4.10 Struktur mikro baja SCMn5 - media <i>quenching</i> oli (10000x perbesaran)	61
Gambar 4.11 Puncak dan komposisi unsur pada media <i>quenching</i> oli	62
Gambar 4.12 Struktur mikro baja SCMn5-media <i>quenching</i> air garam (3000x perbesaran)	62
Gambar 4.13 Struktur mikro baja SCMn5-media <i>quenching</i> air garam (6000x perbesaran)	63
Gambar 4.14 Puncak dan komposisi unsur media <i>quenching</i> air garam	63
Gambar 4.15 Struktur mikro baja SCMn5-media <i>quenching</i> air garam (10000x perbesaran)	64
Gambar 4.16 Puncak dan komposisi unsur media <i>quenching</i> air garam	64
Gambar 4.17 Pola difraktogram media air	65
Gambar 4.18 Pola difraktogram media <i>quenching</i> oli.....	66
Gambar 4.19 Pola difraktogram media <i>quenching</i> air garam	67
Gambar 4.20 Grafik perbandingan kekerasan media pendingin	68