

ISSN.2085-0492

Diterbitkan tanggal, 23 November 2015

# PROSIDING

**Peran Penelitian Metalurgi dan Material  
Dalam Mendukung Peningkatan Inovasi IPTEK Indonesia**

**SEMINAR MATERIAL METALURGI 2015**



Sponsored by :



**Auditorium Sasana Widya Sarwono-LIPI, Jl. Gatot Subroto No.10-Jakarta**

# ***SEMINAR MATERIAL METALURGI 2015***

**“Peran Penelitian Metalurgi dan Material  
dalam Mendukung Peningkatan Inovasi IPTEK Nasional”**

**20 Oktober 2015  
Jakarta, Indonesia**

## **BUKU PROSIDING**

**Diselenggarakan oleh:**

Pusat Penelitian Metalurgi dan Material  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Kawasan PUSPIPTEK Gedung 470 Tangerang Selatan - Banten 15314

**Disponsori oleh:**



**PT. TEKNOLAB** *Bindo Penta Perkasa*



**PT DITEK JAYA**  
Analytical & Measuring Instruments

# Prosiding

## *Seminar Material Metalurgi 2015*

Hak cipta © 2015 oleh Pusat Penelitian Metalurgi dan Material – LIPI

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin, memproduksi dalam segala bentuk, termasuk mem-*fotocopy*, merekam, atau menyimpan informasi, sebagian atau seluruh isi dari buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Reviewer/Editor : Dr. Nono Darsono; Dr. Rudi Subagja; Dr. Efendi; Dr. Ika Kartika;  
Dr. I Nyoman Jujur; Dr. Agung Imaddudin; Dr. F. Firdiyono;  
Ir. Bambang Sriyono, Dipl. Ing; Dr. Ir. Hadi Suwarno, M.Eng;  
Dr. Sugeng Supriyadi

Edit Teknis oleh : Sigit Dwi Yudanto, Septian Adi Chandra, M. Yunan Hasbi

Desain Sampul oleh : M. Yunan Hasbi

Gambar sampul diunduh dari <http://www.icts.org>

Diterbitkan oleh:  
Pusat Penelitian Metalurgi dan Material  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Tangerang Selatan – Banten Indonesia 15314  
Telp. : +62 21 7560911  
Faks. : +62 21 7560553  
Website : [www.metalurgi.lipi.go.id](http://www.metalurgi.lipi.go.id)

ISSN: 2085-0492



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karuniaNya pada tanggal 20-21 Oktober 2015, Pusat Penelitian Metalurgi dan Material - LIPI telah menyelenggarakan rangkaian kegiatan Seminar Material Metalurgi 2015 *in conjunction with 3<sup>rd</sup> Biomaterial Conference* yang bertempat di Auditorium Sasana Widya Sarwono, LIPI, Jakarta dengan mengusung tema **“Peran Penelitian Metalurgi dan Material dalam Mendukung Peningkatan Inovasi IPTEK Nasional”**.

Seminar Material Metalurgi dan konferensi biomaterial ini dihadiri oleh pembicara kunci dari perwakilan dari Kementerian Republik Indonesia (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Tohoku University, Universitas Brunei Darussalam, Universitas Gadjah Mada, dan RS. Pusat Pertamina. Selain itu, seminar ini dihadiri para pembicara diskusi ilmiah dari berbagai instansi penelitian, universitas, dan peserta pendengar dari berbagai kalangan dan perwakilan dari sponsor, yaitu perwakilan dari **PT. Teknolab, PT. Ditek Jaya, dan Fischer Instrumentation (s) PTE, LTD.**

Hasil Seminar Material Metalurgi 2015 *in conjunction with 3<sup>rd</sup> Biomaterial Conference* dipublikasikan dalam bentuk Buku Prosiding Seminar Material Metalurgi dan *3<sup>rd</sup> Biomaterial Conference* yang memuat tulisan atau makalah kontribusi dari peneliti dan praktisi dari berbagai lembaga penelitian, perguruan tinggi, industri, mahasiswa dan umum. Prosiding Seminar Material Metalurgi terdiri 40 makalah yang mencakup topik-topik: *Advanced Material* dan Nanoteknologi; Rekayasa Metalurgi dan Material; Metalurgi Ekstraksi dan Daur Ulang Material; Korosi; Analisa Kegagalan Material; Metalurgi Fisik dan Manufaktur; Pengolahan Sumber Daya Mineral; Permodelan dan Simulasi Material/Metalurgi; dan Material Energi. Sedangkan Prosiding *3<sup>rd</sup> Biomaterial Conference* terdiri 14 makalah mencakup topic-topik: *Soft Tissue biomaterial; hard tissue biomaterial* dan *biomechanics*; Pengembangan Teknologi Proses, Manufaktur, Sintesis, Disain dan Karakterisasi Material Implan; *Modelling* dan Komputasi Biomaterial; Aspek Klinis biomaterial; *Tissue Engineering* dan Kedokteran Regeneratif; Penggunaan Implan dan Biomaterial dalam Kasus Medis; dan *Dental Material* dan Implan.

Kami berharap prosiding ini bermanfaat bagi pakar ilmu material, dosen, peneliti, mahasiswa dan industriawan yang berkecimpung dalam bidang mineral, material dan metalurgi umumnya bagi kalangan pemerhati ilmu material metalurgi.

Tangerang Selatan, November 2015

**Tim Editor**

## SUSUNAN PANITIA

Penanggung Jawab Seminar	:	Dr. Ing. Andika Widya Pramono, M.Sc
Panitia Pengarah		Ir. Harsisto, M.Eng
Anggota		Dr. F. Firdiyono
		Ir. Bambang Sriyono, Dipl. Ing
		Ir. Bintang Adjiantoro, MT
<b>Panitia Pelaksana</b>		
Ketua	:	Nurhayati Indah Ciptasari, M.Si
Sekretaris dan kesekretariatan	:	Lutviasari Nuraini, S.Si (Koordinator)
		Arini Nikitasari, ST
		Dhyah Annur, M.Sc
		Aprilia E, M.Si
		Satrio Herbirowo, ST
Bendahara	:	Fitri Yendra, A.Md
		Roslina, SE
Tim Editor	:	Dr. Nono Darsono (Koordinator)
		Dr. Rudi Subagja
		Dr. Efendi
		Dr. Ika Kartika
		Dr. Ir. Hadi Suwarno, M.Eng (BATAN)
		Dr. I Nyoman Jujur (PTM BPPT)
		Dr. Agung Imaddudin
		Ir. Bambang Sriyono, Dipl. Ing
		Dr. F. Firdiyono
		Dr. Sugeng Supriyadi ( T. Mesin FTUI)
Sponsorship dan Dokumentasi	:	Eddy PU, ST (Koordinator)
		Arif Nurhakim, S.Sos
Humas dan Publikasi	:	Daniel P. Malau, M.Si (Koordinator)
		M. Syaiful Anwar, M.Si
		Yosephine Dewiani, S.Si
Acara	:	Dr. M. Ikhlasul Amal (Koordinator)
		Agus Budi Prasetyo, MT
		Ariyo Suharyanto, ST
		Galih Senopati, ST
		Nadia Chrisayu Natasha, ST
		Siska Prifiharni, ST
		Wahyu Mayangsari, ST
Seminar Kit	:	Yani Kusliani, S.Sos
Konsumsi	:	Sugiarti
Buku Program dan Prosiding	:	Sigit Dwi Yudanto, M.Si (Koordinator)
		Septian Adi Chandra, A.Md
		M. Yunan Hasbi, ST
Perlengkapan dan Transportasi	:	Joko Triwardhono, A.Md (Koordinator)
		Heri Nugraha, A.Md
		Hendrik, M.Sc

## KATA SAMBUTAN KETUA PANITIA

- Yth. Prof. Dr. Ir. Iskandar Zulkarnain, Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
- Yth. Dr. Ir. Zainal Arifin, M.Sc, Deputy Bidang Ilmu Pengetahuan Kebumian LIPI
- Yth. Dr.-Ing. Andika Widya Pramono, M.Sc, Kepala Pusat Penelitian Metalurgi dan Material LIPI
- Yth. Prof. H. Mohamad Nasir, Ph.D., Ak., Kementrian Riset dan Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI
- Yth. Ir. Rida Mulyana, M.Sc, Direktur Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi
- Yth. Prof. Dr. Djarot S. Wisnubroto, Kepala Pusat Badan Tenaga Nuklir Nasional
- Yth. Prof. Shuji Hanada, Tohoku University – Japan
- Yth. Prof. Mohammad Mansoob., Ph.D, Universitas Brunei Darussalam
- Yth. Prof. Ika Dewi Ana, DDS, Ph.D, Universitas Gadjah Mada
- Yth. Dr. dr. Norman Zainal, Sp.OT, FCIS, M. Kes, RS. Pusat Pertamina, Jakarta
- Yth. Badrul Munir, Ph.D, Departemen Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia
- Yth. Lina Jaya Diguna, Ph.D, Prasetya Mulya *School of Business and Economics*
- Yth. Dr. Neni Sintawardani, Pusat Penelitian Fisika LIPI
- Yth. Dr. Alva E. Tontowi, Universitas Gadjah Mada
- Yth. Prof. Bambang Sunendar, M.Eng, Institut Teknologi Bandung
- Yth. Dr. Efendi Maburri, Pusat Penelitian Metalurgi Material LIPI

Para Hadirin dan undangan sekalian yang kami muliakan,  
*Assalamu`alaikum Wr.Wb.*

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT. Atas izin, rahmat, dan karunia-Nya sehingga kami dapat melaksanakan Seminar Material Metalurgi 2015 *in Conjunction with 3<sup>rd</sup> Biomaterial Conference.*

*Hadirin Yth,*

Seminar Material Metalurgi dan Seminar Biomaterial merupakan agenda tahunan Pusat Penelitian Metalurgi dan Material LIPI sebagai sarana komunikasi ilmiah bagi berbagai pihak antara lain lembaga riset, akademisi, pemerintahan daerah dan industri. Seminar Material Metalurgi dan Seminar biomaterial yang sebelumnya diselenggarakan secara terpisah, mulai tahun ini kami mencoba untuk mengkolaborasikan keduanya sehingga pelaksanaan seminar kali ini berlangsung selama dua hari, dimana pada hari pertama dilaksanakan seminar material metalurgi dan hari ke-2 seminar biomaterial.

Pada tahun ini, Seminar Material Metalurgi *in Conjunction with 3<sup>rd</sup> Biomaterial Conference* mengusung tema "*Peran Penelitian Metalurgi dan Material dalam mendukung Peningkatan Inovasi IPTEK Nasional*" terutama penelitian dalam lingkup Material Metalurgi serta biomaterial yang *biocompatible*. Latar belakang pemilihan tema ini adalah karena IPTEK di Indonesia belum banyak diperhitungkan di kancah internasional karena masih lemahnya daya saing dan kemampuan iptek nasional. Indonesia dengan potensi sumber daya alam dan manusia yang melimpah, seharusnya dapat mengambil peran penting untuk menjadi produsen terkemuka, setidaknya di kawasan Asia. Belajar dari negara-negara produsen, inovasi penelitian dan pengembangan merupakan tahap mendasar untuk kemajuan suatu negara. Pengembangan infrastruktur penelitian terutama fasilitas penelitian dan peningkatan kualitas penelitian merupakan dua faktor yang penting. Selain itu untuk peningkatan penelitian dan pengembangan dibutuhkan kolaborasi antara pemegang saham, peneliti/insinyur, industri dan pemerintah sebagai regulator, maka diperlukan inovasi dalam

riset/penelitian yang akan mendorong peningkatan percepatan pembangunan teknologi nasional. Untuk mendorong pengembangan program riset dan teknologi, khususnya dalam bidang Material dan Metalurgi serta biomaterial untuk implant medis. Seminar ini juga diharapkan dapat menyumbangkan hasil-hasil penelitian yang bermanfaat untuk pembangunan nasional dan dapat memecahkan masalah serta isu-isu nasional saat ini. Lebih jauh lagi, seminar ini dapat mempererat silaturahmi antar pihak-pihak terkait dalam tataran perkembangan riset dan teknologi.

Pada Seminar tahun ini, makalah yang terdaftar sebanyak 58 naskah dari berbagai lembaga penelitian, perguruan tinggi dan umum di seluruh Indonesia, dengan jumlah makalah seminar material metalurgi sebanyak 40 naskah yang diterima dan 4 naskah yang ditolak, serta 14 naskah seminar biomaterial. Semua makalah dipresentasikan secara oral dan makalah-makalah yang diterima akan diterbitkan di buku prosiding Seminar Material Metalurgi 2015 dan Seminar Biomaterial setelah melalui proses revisi dan edit yang telah ditetapkan oleh Tim Editor Seminar Material Metalurgi 2015 *in Conjunction with 3<sup>rd</sup> Biomaterial Conference*.

Akhir kata, atas nama seluruh panitia Seminar Material Metalurgi 2015 *in Conjunction with 3<sup>rd</sup> Biomaterial Conference*, kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam seminar ini. Secara khusus, kami ucapkan terima kasih kepada **PT. Teknolab**, **PT. Ditek Jaya**, dan **Fischer Instrumentation (s) PTE, LTD** atas dukungannya dalam pelaksanaan seminar ini. Kami berharap kerjasama ini dapat terus terbina untuk kemajuan riset material dan metalurgi.

Saya mewakili seluruh kepanitiaian Seminar Material Metalurgi 2015 *in Conjunction with 3<sup>rd</sup> Biomaterial Conference* mohon maaf sebesar-besarnya, jika selama dalam persiapan dan pelaksanaan seminar ini, ada hal-hal yang kurang berkenan baik teknis maupun non teknis.

*Billahitaufik walhidayah Wassalamu`alaikum Wr. Wb*

Tangerang Selatan, Oktober 2015

Ketua Panitia

Seminar Material Metalurgi 2015 *in Conjunction with 3<sup>rd</sup> Biomaterial Conference*

**Nurhayati Indah Ciptasari, ST, M.Si**

## DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN	i
KATA PENGANTAR	iii
SUSUNAN PANITIA	v
KATA SAMBUTAN KETUA PANITIA	vii
DAFTAR ISI	ix
<b>KEYNOTE DAN INVITED SPEAKER</b>	<b>1</b>
<b>PEMBUATAN HEMATIT (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) DARI PENGOLAHAN NIKEL LATERIT JENIS LIMONIT DENGAN ASAM KLORIDA</b>	<b>5</b>
<i>Agus Budi Prasetyo, F. Firdiyono, Nanda Pratiwi</i>	
<b>INDONESIA AKAN MENGHADAPI MASALAH YANG TIDAK SEDERHANA UNTUK LATERIT KADAR RENDAH SEHUBUNGAN DENGAN UU MINERBA 2009</b>	<b>13</b>
<i>Puguh Prasetyo</i>	
<b>REDUKSI PELET KOMPOSIT KONSENTRAT PASIR BESI MENGUNAKAN REDUKTOR <i>BED</i> BATUBARA DENGAN METODE ISOTERMAL-GRADIEN TEMPERATUR</b>	<b>23</b>
<i>Ferdinand Lo, Zulfiadi Zulhan</i>	
<b>PENGARUH PENAMBAHAN CaCO<sub>3</sub> TERHADAP PELARUTAN ALUMINIUM DAN SILIKA REAKTIF DALAM LARUTAN NATRIUM ALUMINAT</b>	<b>33</b>
<i>Dessy Amalia, Tatang Wahyudi, Husaini</i>	
<b>PENGARUH WAKTU DAN TEMPERATUR PADA KELARUTAN MINERAL KASITERIT INDONESIA MENGGUNAKAN LARUTAN HCl 15 %</b>	<b>41</b>
<i>Latifa Hanum Lalasari, Yosephin Dewiani R, Ariyo Suharyanto</i>	
<b>REDUKSI PELET KONSENTRAT PASIR BESI MENGGUNAKAN REDUKTOR <i>BED</i> BATUBARA DAN ADITIF Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> DENGAN METODE ISOTERMAL - GRADIEN TEMPERATUR</b>	<b>49</b>
<i>Indah Suryani, Zulfiadi Zulhan, Adil Jamali</i>	
<b>PELARUTAN BIJIH BAUKSIT DENGAN SODA KAUSTIK MENJADI LARUTAN SODIUM ALUMINAT SKALA PILOT</b>	<b>59</b>
<i>Husaini, Dessy Amalia, Yuhelda</i>	
<b>PENGAMATAN PELEPASAN UNSUR KARBON PADA PROSES KALSINASI DOLOMIT GRESIK DENGAN SEM - EDX</b>	<b>67</b>
<i>Eko Sulistiyono, F.Firdiyono, Deddy Sufiandi, Nadia C</i>	
<b>PENGARUH TERTUNDANYA PENGOLAHAN BIJIH NIKEL LATERIT KADAR RENDAH DENGAN HPAL DI INDONESIA TERHADAP PASOKAN NIKEL DUNIA</b>	<b>73</b>
<i>Puguh Prasetyo</i>	



<b>PEMBENTUKAN TITANIUM SILIKON KARBIDA DARI BAHAN BAKU ELEMENTER</b> <i>Solihin</i>	83
<b>PENGARUH PENGGUNAAN ELEKTRODA TERHADAP KARAKTERISTIK PRODUK MANGAN DIOKSIDA</b> <i>Eko Sulistiyono</i>	87
<b>PENGARUH SUHU DAN WAKTU REDUKSI TERHADAP PENINGKATAN KADAR Ni PADA PROSES REDUKSI SELEKTIF BIJIH NIKEL LIMONIT DENGAN PENAMBAHAN ADDITIF CaSO<sub>4</sub></b> <i>Wahyu Mayangsari, Agus Budi Prasetyo, Puguh Prasetyo</i>	93
<b>PENGARUH AUSTENISASI DAN TEMPERISASI TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK BAJA TAHAN KARAT 420</b> <i>Siska Prifharni, Moch. Syaiful Anwar, Efendi Mabruuri</i>	101
<b>ANALISA PRADUGA KEGAGALAN KOROSI KOMPONEN <i>SUPPORT MOUNTING</i> DENGAN METODE SEMI KUANTITATIF XRF-SEM-EDS</b> <i>Nofri Hasanudin</i>	105
<b>PERCOBAAN PEMBUATAN BAJA DENGAN PROSES REDUKSI LANGSUNG CAMPURAN SCALING BAJA DAN BIJIH LIMONIT DITINJAU DARI STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN</b> <i>Saefudin, Iwan Dwi Antoro</i>	111
<b>ANALISA KEGAGALAN MANUFAKTUR KOMPONEN DINDING SILINDER DENGAN METODA PENGECORAN SENTRIFUGAL</b> <i>Budi Priyono</i>	121
<b>APLIKASI PRINSIP BERNOULLI PADA RECUPERATOR KUPOLA UDARA PANAS</b> <i>Iwan Dwi Antoro, Rahardjo Binudi, Saefudin</i>	127
<b>PEMBUATAN <i>SUPER ABSORBANCE POLYMER COMPOSITE (SAPC)</i> DENGAN BERBAGAI TEKNIK DAN PROSES</b> <i>Jadigia Ginting</i>	133
<b>PENGARUH PROSES ROL DINGIN TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PEMBUATAN PELAT TIPIS ALUMINIUM MURNI</b> <i>Saefudin, Toni Bambang Romijarso</i>	141
<b>STUDI PENDAHULUAN REDUKSI PELET KONSENTRAT BESI OKSIDA HASIL BENEFISIASI <i>RED MUD</i> MENGGUNAKAN REDUKTOR <i>BED</i> BATUBARA DENGAN METODE ISOTERMAL- GRADIEN TEMPERATUR</b> <i>Deden Juvenof, Zulfiadi Zulhan</i>	149
<b>PEMBENTUKAN BAINIT DAN PERLIT HALUS DENGAN PERLAKUAN PANAS NORMALISASI UNTUK MENINGKATKAN KEKERASAN TAPAK RODA KERETA API</b> <i>Sri Bimo Pratomo, Husen Taufiq, Eva Afrilinda, Martin Doloksaribu, Sony Harbintoro</i>	157

<b>PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU REDUKSI, SERTA PENAMBAHAN BATUBARA DAN Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> TERHADAP PENINGKATAN KADAR Ni DALAM BIJIH NIKEL LATERIT</b>	169
<i>Rudi Subagja, Agus Budi Prasetyo, Wahyu Mayangsari</i>	
<b>PROSES PEMBUATAN PADUAN BESI TUANG PUTIH DARI NICKEL PIG IRON</b>	175
<i>Adil Jamali, Fajar Nurjaman, Bintang Adjiantoro</i>	
<b>ANALISA KERETAKAN PADA KOMPONEN CAMSHAFT</b>	181
<i>Cahya Sutowo, Ika Kartika, Budi Priyono</i>	
<b>PENINGKATAN KADAR NIKEL MENGGUNAKAN METODE REDUKSI DENGAN PENAMBAHAN ZAT ADITIF NaOH DAN NaCl</b>	187
<i>Agus Budi Prasetyo, Nita Lestari, Wina Yulianti</i>	
<b>PEREKAYASAAN PEMBUATAN TUNGKU KUPOLA UDARA PANAS</b>	195
<i>Muhammad Yunan Hasbi, Dedi Irawan, Bintang Adjiantoro</i>	
<b>PENGARUH ION KARBONAT DAN NITRIT DI DALAM LARUTAN BETON SIMULASI YANG TERKONTAMINASI AIR LAUT</b>	203
<i>Nurhayati Indah Ciptasari, Arini Nikitasari, Efendi Mabruri</i>	
<b>KARAKTERISASI FRAKTOGRAFI DAN SIFAT ELEKTROMAGNETIK HASIL SINTESIS KOMPOSIT NANO EPOKSI DENGAN FERRO NIKEL</b>	209
<i>Satrio Herbirowo, Adhitya Trenggono</i>	
<b>PENGARUH SUHU PENYINTERAN TERHADAP PEMBENTUKAN POLIKRISTAL LaCoO<sub>3</sub></b>	217
<i>M. Yunan Hasbi, Sigit Dwi Yudanto, Ibrahim Purawiarda</i>	
<b>IDENTIFIKASI SIFAT FISIS DAN ELEKTROKIMIA PADA MESOCARBON MICROBEADS (MCMB) UNTUK BATERAI ION LITHIUM</b>	221
<i>Fadli Rohman, Qolby Sabrina, Bambang Prihandoko</i>	
<b>SINTESIS PELET Bi-Sr-Ca-Cu-O DENGAN SUHU SINTERING RENDAH DAN ANALISA SIFAT SUPERKONDUKTIVITASNYA</b>	227
<i>Bintoro Siswayanti, Agung Imaduddin, Amirul Hilmi, M. Ikhlasul Amal, Hendrik, Pius Sebleku</i>	
<b>PENGARUH KOMPOSISI MINYAK PINUS DAN SOLAR DAN KECEPATAN PENGADUKAN PROSES FLOTASI BATUBARA PADA PEMBUATAN KOKAS DENGAN METODE BLENDING</b>	233
<i>Andinnie Juniarsih, Erlina Yustanti, Agung Sapto Aji</i>	
<b>PENGARUH SUHU KALSINASI DAN PENYINTERAN TERHADAP PEMBENTUKAN Ca<sub>3</sub>Co<sub>2</sub>O<sub>6</sub></b>	241
<i>Septian Adi Chandra, Sigit Dwi Yudanto</i>	

<b>PENGARUH TEMPERATUR DAN VARIASI KONSENTRASI INHIBITOR IMIDAZOLONE SALT TERHADAP KETAHANAN KOROSI BAJA API 5L DALAM LARUTAN BRINE DENGAN INJEKSI GAS CO<sub>2</sub> JENUH</b>	247
<i>Gadang Priyotomo, Lutviasari Nuraini, Harsisto, Ronald Nasoetion</i>	
<b>EVALUASI DAMPAK CRYOGENIC TREATMENT DAN TEMPER TERHADAP ADI (AUSTEMPER DUCTILE IRON) TOOL LIFE</b>	255
<i>Agus Suprpto, Agus Iswantoko, Ike Widyastuti</i>	
<b>INVESTIGASI SUBSTITUSI Fe OLEH Mn DAN Ni PADA STRUKTUR KRISTAL LiFePO<sub>4</sub> BERBASIS HASIL UJI XRD MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK RIGAKU PDXL: STUDI KASUS PADA SAMPEL LiFe<sub>0.7</sub>Mn<sub>0.2</sub>Ni<sub>0.1</sub>PO<sub>4</sub>/C</b>	261
<i>R. Ibrahim Purawiard, Betty Haifa Sarwono</i>	
<b>SINTESIS <math>\gamma</math>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> NANO PARTIKEL METODE SOL GEL SEBAGAI BAHAN PENYANGGA KATALIS UNTUK PROSES HIDROGENASI PARSIAL BIODIESEL</b>	271
<i>Dwita Suastiyanti, Dwi Ratna Mustafida, Nikko Eddy Sugianto, Joelianingsih</i>	
<b>STUDI PENDAHULUAN UNJUK KERJA CAT ANTIFOULING DAN ANTIKOROSI DI PERAIRAN MUARA BARU, JAKARTA</b>	279
<i>Lutviasari Nuraini, Gadang Priyotomo, Sundjono, Suratno</i>	
<b>ANALISIS HAMBAT JENIS PENAMBAHAN NANO SiC PADA SUPERKONDUKTOR MgB<sub>2</sub> TANPA PERLAKUAN PANAS</b>	287
<i>Sigit Dwi Yudanto, Agung Imaduddin, Hendrik, Bintoro Siswayanti, Satrio Herbirowo</i>	
<b>SINTESIS FASA Li<sub>3</sub>Fe<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> SEBAGAI PRECURSOR LiFePO<sub>4</sub> MENGGUNAKAN BAHAN BAKU LOKAL <math>\alpha</math>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	293
<i>Achmad Subhan, R. Ibrahim Purawiard, Betty Haifa Sarwono, Bambang Prihandoko</i>	
<b>SESI TANYA JAWAB</b>	301

## EVALUASI DAMPAK *CRYOGENIC TREATMENT* DAN *TEMPER* TERHADAP ADI (*AUSTEMPER DUCTILE IRON*) *TOOL LIFE*

Agus Suprpto\*, Agus Iswantoko, Ike Widyastuti

Universitas Merdeka Malang

\*E-mail: agussuprpto@yahoo.com

### Abstrak

Mengatasi masalah keausan pahat dengan menggunakan cairan pendingin untuk mengurangi gesekan atau menggunakan pelapisan pada pahat. Banyak industri mengembangkan penggunaan *cryogenic treatment* untuk memperbaiki *tool life* menjadi lebih lama. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi dampak *cryogenic treatment* dan *temper* terhadap ADI (*Austemper Ductile Iron*) *tool life*. Metode yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan proses *cryogenic treatment* yang dilanjutkan dengan proses *temper* pada pahat ADI (*Austemper Ductile Iron*). Pahat ADI (*Austemper Ductile Iron*) hasil proses tersebut diatas di implementasikan pada proses pembubutan material paduan Aluminium T-6061 dengan kedalaman potong ( $a$ ) divariasikan 0,1 mm; 0,5mm dan 1 mm, sedangkan kecepatan potong ( $V_c$ ) 70 m/menit dan gerak makan ( $f$ ) 0,1 mm/putaran dibuat konstan. Analisa pengujian ini dilakukan dengan metode analitis dan pengamatan dengan mikroskope digital dan uji keras dengan metode Rockwel. Temuan hasil penelitian: (1). Keausan tepi pahat  $V_b$  semakin besar dengan kedalaman potong  $a$  semakin besar, dan *tool life* nya  $T$  semakin pendek. (2) Ada peningkatan *tool life* sebesar 92% dengan *cryogenic treatment* selama 48 jam pada kondisi kedalaman potong  $a$  1mm, kecepatan potong  $V_c$  70 m/menit dan gerak makan  $f$  0,1 mm/putaran, Dengan kondisi yang sama untuk hasil *cryogenic treatment* selama 48 jam dan *temper* pada temperature 150°C selama 1 jam terjadi peningkatan *tool life* sebesar 125%. (3) Untuk *cryogenic treatment* pada kondisi kedalaman potong  $a$  1mm persamaan *tool life* Taylor  $VT^{0,072} = 107.8074$  dan untuk *cryogenic treatment* dan *temper* pada kondisi kedalaman potong yang sama, persamaan *tool life* Taylor  $VT^{0,070} = 106.7000$ .

**Kata kunci:** Pahat ADI, *Tool life*, Keausan tepi pahat, *Cryogenic treatment*, *Temper*

### PENDAHULUAN

Dalam suatu proses pembubutan terjadi gesekan antara pahat dengan benda kerja yang menimbulkan panas, sehingga akan terjadi keausan pahat, hal ini berdampak pada *tool life* semakin pendek. Pada umumnya pada proses pemotongan logam untuk mengatasi masalah keausan pahat menggunakan cairan pendingin untuk mengurangi gesekan atau menggunakan pelapisan pada pahat. *Cryogenic treatment* dewasa ini banyak dikembangkan oleh industri untuk memperbaiki ketahanan aus pada *cutting tool*, *gear*, dan lain-lain (Thamizhmanii, S. et al, 2011; Ramji B.R. et al, 2010; Kollmer K.P, 2007), sehingga *tool life* menjadi lebih lama, hal ini dapat menghemat biaya pengasahan/penajaman (*resharpening*) pahat dan waktu pergantian pahat.

*Cryogenic treatment* adalah suatu proses pendinginan suatu bahan baja, *stainless steel* dan lain-lain dari temperatur kamar sampai dengan temperature -320°F (-196°C) kemudian pada temperatur tersebut ditahan (*soaking*) selama waktu tertentu dan dilanjutkan dengan penghangatan sampai temperatur kamar (Singh, S. et al, 2012 dan Ramji B.R. et al, 2010). Rajendra K. et al (2007) mengklasifikasikan jenis *treatment* bahan dibawah temperatur kamar ada 2, yaitu *subzero* atau *cold treatment* dan *cryogenic treatment*. *Subzero treatment* dilakukan pada -145°C (-230°F) dan *cryogenic treatment* dilakukan pada -195°C di nitrogen cair.

*Society of Manufacturing Engineers* (SME), 2012 menyatakan pengaruh proses *cryogenic treatment* pada material *Austemper Ductile Iron* (ADI) terhadap sifat mekanik (kekerasan HRC 41,4) terjadi peningkatan kekerasan 10,4 % dibanding dengan material ADI tanpa *cryogenic treatment* (kekerasannya HRC 37,5). Hal ini didukung hasil penelitian Yazdani S.and, Ardestani M.(2007) yang menunjukkan pengaruh *sub-zero cooling* pada ADI (*Austemper Ductile Iron*) terhadap sifat kekerasannya meningkat HB 66 (19,6 %) dibanding sebelum di *treatment* kekerasannya HB 337. Chang-Yong Kang et al (2009), menunjukkan

pengaruh *Subzero Treatment* terhadap sifat kekerasan ADI (*Austempered Ductile Iron*) semakin meningkat 18%.

Hasil penelitian yang dilakukan (Suprpto, A. *et al*, 2014A), menunjukkan *carbide tool life* untuk membubut Alumunium T- 6061, dengan *cryogenic treatment* pada kondisi kecepatan potong ( $V_c$ ) 70 m/menit, gerak makan ( $f$ ) 0,1 mm/putaran dan kedalaman potong a 1mm persamaan *tool life Taylor*  $VT^{0,050} = 115,6598$  dan untuk *cryogenic treatment* dan *temper* pada kondisi yang sama, persamaan *tool life Taylor*  $VT^{0,035} = 103,6707$  terjadi peningkatan *tool life* sebesar 105% dibandingkan dengan pahat tanpa *treatment*.

Menindaklanjuti penelitian yang dilakukan Suprpto, A. *et al*, 2014A, menentukan *carbide tool life* untuk membubut Alumunium T- 6061, pada penelitian ini mengevaluasi dampak *cryogenic treatment* dan *temper* terhadap ADI (*Austemper Ductile Iron*) *tool life* untuk di implementasikan pada proses pembubutan material paduan Alumunium T-6061 dengan kedalaman potong ( $a$ ) divariasikan, sedangkan gerak makan ( $f$ ) dan kecepatan potong ( $V_c$ ) yang konstan.

## METODE PERCOBAAN

**Pengujian *cryogenic treatment*** (Suprpto, A. dkk, 2014B)

- Pendinginan pada nitrogen cair ditahan (*soaking*) dengan variasi 2 jam (6 sampel), 24 jam (6 sampel) dan 48 jam (6 sampel).
- Sampel yang telah didinginkan dalam nitrogen cair dengan variasi *soaking* diambil masing-masing 3 sampel, Selanjutnya ditemper pada temperatur 150°C ditahan (*soaking*) selama 1 jam, kemudian didinginkan di udara.

**Pengujian pada proses pemesinan** (Suprpto, A. dkk, 2014B)

- Menyiapkan material Alumunium 6061- T dengan panjang = 100 mm dan diameter = 22 mm, dicekamkan pada spindel utama
- Melakukan proses pembubutan dengan kondisi  $V_c = 70$  m/menit dan  $f = 0,1$  mm/putaran dan kedalaman potong  $a$  bervariasi 0,1 mm; 0,5 mm dan 1 mm
- Penghentian proses pembubutan untuk mencatat waktu pemotongan ( $t_c$ ) dengan stop watch masing-masing 6 menit dan mengukur keausan tepi ( $V_B$ ) dengan menggunakan Digital Microscope
- Membuat analisa hasil penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan **Tabel 1** hubungan keausan tepi pahat,  $V_B$  dan *tool life*,  $T$  dengan berbagai kondisi menunjukkan bahwa semakin besar kedalaman potong,  $a$  maka keausan tepi pahat,  $V_B$  semakin besar dan *tool life*,  $T$  semakin pendek.

**Tabel 1** menunjukkan keausan tepi pahatnya,  $V_B$  pada kondisi tanpa perlakuan (*untreated*) lebih besar dibandingkan dengan perlakuan (*treated*) pendinginan nitrogen dengan berbagai *soaking* (penahanan) pada kedalaman potong yang sama, ( $a$ : 0,1 mm; 0,5 mm; 1 mm). Hal yang sama juga ditunjukkan pada perlakuan (*treated*) pendinginan nitrogen dengan berbagai *soaking* (penahanan 2 jam; 24 jam; 48 jam ) pada kedalaman potong yang sama ( $a$ : 0,1 mm; 0,5 mm; 1 mm), keausan tepi pahatnya  $V_B$  lebih besar dibandingkan dengan perlakuan (*treated*) pendinginan nitrogen + *temper* pada temperature 150 C selama 1 jam. Hal ini berlaku sebaliknya untuk *tool life* pada kondisi *untreated*, *treated* pendinginan nitrogen dan *treated* pendinginan nitrogen + *temper* (lihat **Tabel 1**).

**Gambar 1** menunjukkan bahwa pengaruh penahanan (*soaking*) semakin lama pada proses pendinginan nitrogen maupun pada proses pendinginan nitrogen + *temper*, maka ADI *tool life* semakin meningkat dengan berbagai kedalaman potong, begitu sebaliknya semakin besar kedalaman potongnya maka ADI *tool life* semakin pendek. Pahat ADI dengan mendapat proses perlakuan pendinginan nitrogen + *temper*, *tool life* nya  $T$  semakin panjang (lihat **Gambar 1**).

Berdasarkan **Tabel 2** menunjukkan angka kekerasan yang tertinggi HRc 33,7 pada pahat ADI yang telah mendapat perlakuan pendinginan nitrogen dengan soaking selama 48 jam dilanjutkan dengan temper pada temperatur 150°C selama 1 jam, dibandingkan dengan pendinginan nitrogen dengan soaking yang sama tanpa temper ada peningkatan kekerasan sebesar 3 % begitu juga untuk soaking 24 jam ada peningkatan kekerasan sebesar 14 %, sedangkan untuk soaking 2 jam ada peningkatan kekerasan sebesar 30 %. Sedangkan untuk pahat ADI tanpa perlakuan angka kekerasannya hanya HRc 23. Ini menunjukkan dengan perlakuan pendinginan nitrogen dengan variasi soaking : 2jam dan 48 jam ada peningkatan kekerasan pada pahat ADI sebesar 14 % dan 42 %. Hal ini didukung SME (2012) menyatakan pengaruh proses *cryogenic treatment* pada material ADI (*Austemper Ductile Iron*) terhadap sifat mekanik (kekerasan HRc 41,4) terjadi peningkatan kekerasan 10,4 % dibanding dengan material ADI tanpa *cryogenic treatment* (kekerasannya HRc 37,5). Begitu juga hasil penelitian Yazdani S. and Ardestani, M. (2007) yang menunjukkan pengaruh *sub-zero cooling* pada ADI (*Austemper Ductile Iron*) terhadap sifat kekerasannya meningkat HB 66 (19,6 %) dibanding sebelum di *treatment* kekerasannya HB 337. Chang-Yong Kang et al (2009), menunjukkan pengaruh *Subzero Treatment* terhadap sifat kekerasan ADI (*Austempered Ductile Iron*) semakin meningkat 18%. Dalam penelitian ini ada perbedaan untuk proses *cryogenic treatment* dengan tambahan proses temper dengan variasi soaking : 2jam dan 48 jam, angka kekerasannya semakin meningkat 30 % dan 47 %.

Kekerasan pahat ADI semakin tinggi maka ketahanan aus dan *tool life* nya semakin panjang, hal ini ditunjukkan pada pahat ADI untuk kondisi kedalaman potong  $a = 0,1$  mm, kecepatan potong  $V_c = 70$  m/mnt dan gerak makan  $f = 0,1$  mm/putaran yang mendapat perlakuan pendinginan nitrogen + temper mempunyai keausan tepi pahat yang terkecil  $V_b = 0,196$  mm (lihat **Tabel 1**) dengan kekerasan tertinggi HRc 33,7 (lihat **Tabel 2**) dan *tool life*  $T = 83661,95$  menit (lihat **Tabel 1**).

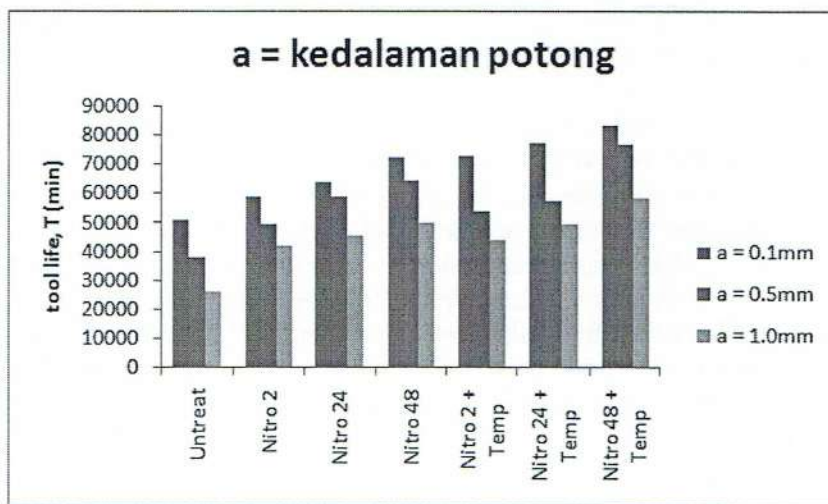
Untuk kedalaman potong  $a = 1$  mm, kecepatan potong  $V_c = 70$  m/mnt dan gerak makan  $f = 0,1$  mm/putaran, persamaan *tool life* Taylor tanpa perlakuan,  $VT^{0,100} = 136,7363$ . Persamaan *tool life* Taylor untuk kondisi perlakuan pendinginan nitrogen dengan soaking 48 jam,  $VT^{0,072} = 107,8074$ . Persamaan *tool life* Taylor dengan perlakuan pendinginan nitrogen dengan soaking 48 jam + temper pada temperature 150°C selama 1 jam,  $VT^{0,070} = 106,7000$ . Untuk persamaan *tool life* Taylor  $VT^n = C$  pada berbagai kondisi dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan persamaan *tool life* Taylor pada kondisi kecepatan potong  $V_c = 70$  m/menit, kedalaman potong  $a = 1$  mm dan gerak makan  $f = 0,1$  mm/putaran terjadi peningkatan *tool life* hasil *cryogenic treatment* sebesar 92%, hasil ini didukung oleh Ramji B.R. et al, (2010) menunjukkan *cryogenic treatment* pada *Carbide Inserts* yang digunakan untuk membubut besi cor kelabu dapat meningkatkan ketahanan aus sebesar 31 %. Begitu juga yang dilakukan oleh S. Thamizhmanii\*, Mohd Nagib, H. Sulaiman (2011), meneliti *Cemented carbide tools* dilapis dengan cara *physical vapour deposition* (PVD) digunakan untuk membubut bahan Inconel 718 dengan kecepatan dan gerak makan yang tinggi, pahat yang mendapat *cryogenic treatment*, *tool life* lebih besar dibanding tanpa *treatment*.

ADI *tool life* yang digunakan untuk membubut Aluminium 6061 hasil *cryogenic treatment* dan *temper* terjadi peningkatan *tool life* sebesar 125%. Hasil ini jauh lebih besar dibanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Rupinder Singh, and Kamaljit Singh (2010), yang menunjukkan proses pembubutan *crank shaft* dengan pahat karbida pada kecepatan potong  $V_c = 250$  m/menit, *carbide tool life* meningkat 22,2 % setelah mendapat *cryogenic treatment* dan *temper*. Hal ini dikarenakan bahan yang dibubut lebih keras.

**Tabel 1.** Keausan tepi pahat,  $V_B$  dengan *tool life*, T dan Persamaan Taylor pada berbagai kondisi dengan gerak makan  $f= 0,1$  mm/putaran kecepatan potong  $V_c= 70$  m/menit

	Kedalaman potong, a (mm)	keausan tepi pahat, $V_B$ (mm)	<i>Tool life</i> , T (mnt)	Persamaan Taylor
Tanpa perlakuan (Untreated)	0,1	0,499	50992,43	$VT^{0,100} = 152,5478$
	0,5	0,843	37831,48	$VT^{0,100} = 145,3567$
	1,0	0,957	25973,72	$VT^{0,100} = 136,7363$
Pendinginan Nitrogen dengan soaking 2 jam	0,1	0,485	59162,93	$VT^{0,098} = 151,4663$
	0,5	0,86	49362,65	$VT^{0,098} = 146,0840$
	1,0	1,065	41984,62	$VT^{0,098} = 140,4408$
Pendinginan Nitrogen dengan soaking 24 jam	0,1	0,175	63905,90	$VT^{0,080} = 125,0543$
	0,5	0,301	58996,14	$VT^{0,080} = 121,9875$
	1,0	0,592	45749,44	$VT^{0,080} = 116,7510$
Pendinginan Nitrogen dengan soaking 48 jam	0,1	0,164	72481,60	$VT^{0,072} = 115,5026$
	0,5	0,194	64588,03	$VT^{0,072} = 112,4555$
	1,0	0,223	49828,35	$VT^{0,072} = 107,8074$
Pendinginan Nitrogen dengan soaking 2 jam + temper pd $150^{\circ}C$ selama 1 jam	0,1	0,322	73155,34	$VT^{0,087} = 136,7240$
	0,5	0,517	53782,34	$VT^{0,087} = 130,6818$
	1,0	0,597	43962,52	$VT^{0,087} = 125,4234$
Pendinginan Nitrogen dengan soaking 24 jam + temper pd $150^{\circ}C$ selama 1 jam	0,1	0,229	77340,85	$VT^{0,079} = 125,5566$
	0,5	0,397	57520,62	$VT^{0,079} = 120,4136$
	1,0	0,499	49322,52	$VT^{0,079} = 116,1933$
Pendinginan Nitrogen dengan soaking 48 jam + temper pd $150^{\circ}C$ selama 1 jam	0,1	0,196	83661,95	$VT^{0,070} = 114,0860$
	0,5	0,351	77018,03	$VT^{0,070} = 111,3553$
	1,0	0,378	58563,33	$VT^{0,070} = 106,7000$

Sumber : hasil pengolahan data



**Gambar 1.** *Tool life*, T dengan berbagai kondisi pada kedalaman potong yang bervariasi dengan Kecepatan potong  $V_c$  dan gerak makan  $f$  konstan

**Tabel 2.** Hasil uji keras pada pahat ADI tanpa perlakuan (*untreated*) dan pahat dengan perlakuan (*treated*) pendinginan nitrogen serta pendinginan nitrogen + temper

No	Kondisi	Uji kekerasan, HRC			Kekerasan Rata-rata, HRC	
		1	2	3		
1	untreated	26	21	22	23,0	
2	treated Pendinginan pada nitrogen cair, soaking (jam)	2	25	28	26	26,3
		24	29	29	28	28,7
		48	32	33	33	32,7
3	treated Pendinginan pada nitrogen cair, soaking (jam) dan temper 150°C 1 jam	2	31	28	31	30,0
		24	32	33	33	32,7
		48	34	34	33	33,7

**KESIMPULAN**

1. ADI *tool life* yang digunakan untuk membubut Aluminium 6061 hasil *cryogenic treatment* meningkat sebesar 92% dibandingkan dengan pahat tanpa *treatment*.
2. ADI *tool life* yang digunakan untuk membubut Aluminium 6061 hasil *cryogenic treatment* dan *temper* terjadi peningkatan *tool life* sebesar 125% dibandingkan dengan pahat tanpa *treatment*.
3. Persamaan *tool life* Taylor tanpa *treatment*,  $VT^{0,100} = 136,7363$ .
4. Persamaan *tool life* Taylor dengan *cryogenic treatment*  $VT^{0,072} = 107,8074$ .
5. Persamaan *tool life* Taylor dengan *cryogenic treatment* dan *temper*,  $VT^{0,070} = 106,7000$ .
6. Semakin besar kedalaman potongnya maka keausan tepi pahat semakin besar dan ADI *tool life* nya semakin pendek.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Thamizhmanii S. et al. 2011. *Performance of deep cryogenically treated and non-treated PVD inserts in milling*, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Vol.49, Issue 2, Desember 2011, p.460-466
2. Ramji B.R. et al. 2010. *Analysis of Roughness and Flank Wear in Turning Gray Cast Iron Using Cryogenically Treated Cutting Tool*, Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 2(5):Maxwell Scientific Organization, ISSN: 2040-7467, 2010, p.414-417
3. Kollmer K.P, 2007. *Applications & Developments in the Cryogenic Processing of Materials*, Kollmer-The Technologi Interface.htm.2/23/2007



4. Singh S. et al. 2012. *Experimental Analysis of Cryogenic Treatment on Coated Tungsten Carbide Inserts in Turning*, International Journal of Advanced Engineering Technology, E-ISSN 0976-3945, IJAET, Vol.III, Issue I, 2012, p.290-294
5. Rajendra K. et al, 2007. *Under standing the effect of cryogenic treatment on M2 Tool Steel Properties*, Heat Treating Progress, 2007, p.57-60
6. Society of Manufacturing Engineers (SME), 2012. *Deep Cryogenic Treatment of Metal, an Emerging Technology*, DCT WEBINARS SME March 13 2012, Air Liquide, <http://sme.org/ffc/>,
7. Yazdani S.and , Ardestani M. 2007.*Effect of sub-zero cooling on microstructure and mechanical properties of a low alloyed austempered ductile iron*, China Foundry, Vol 4, No 2, pp 120-123
8. Chang-Yong Kang et al. 2009. *Effect of Subzero Treatment on the Microstructure and Mechanical Properties of Austempered Ductile Cast Iron*", Materials Transactions, Vol. 50, No. 9 (2009) pp. 2207 to 2211
9. Agus Suprpto, Agus Iswantoko, dan Ike Widyastuti. 2014A. *"Impact of Cryogenic Treatment and Temper to carbide tool life on turning process for Al T-6061*, International Journal of Applied Engineering Research, ISSN 0973-4562 Volume 9, Number 24 (2014) pp. 30643-30650
10. Agus Suprpto, Agus Iswantoko, dan Ike Widyastuti. 2014B. *Dampak Cryogenic Treatment dan Temper terhadap Karakteristik Keausan Pahat Karbida pada Pembubutan Al T-6061*, ISBN 2085-2347, Vol-3-2014, Proseding SMM 2014
11. Singh Rupinder, and Singh Kamaljit. 2010. *Enhancement of Tool Material Machining Characteristics with Cryogenic Treatment: A Review*, Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh, January 9 – 10, 2010