

ISSN : 0854 – 4778

PROSIDING

Seminar Nasional Ke 54

TEMU-ILMIAH JARINGAN KERJASAMA KIMIA INDONESIA

Seminar Nasional XVIII

KIMIA DALAM PEMBANGUNAN

“Perkembangan Mutakhir dalam Ilmu dan Teknologi Kimia di Indonesia”
(Hotel Phoenix Yogyakarta 17 September 2015)



REDAKSI:

Ketua merangkap anggota	:	Prof. Dr. Sigit, DEA
Sekretaris merangkap anggota	:	Sihono
Anggota	:	Ir. Prayitno., MT., Pen. Utama Drs. Sutjipto., MS Dra. Susanna TS., MT Imam Prayogo., ST

Diterbitkan 27 Nopember 2015

Oleh

JARINGAN KERJASAMA KIMIA INDONESIA
YAYASAN MEDIA KIMIA UTAMA

Akta No : 24/15/IV/1993

KATA PENGANTAR

Segala Puji Syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan Rahmat dan HidayahNya sehingga dapat kami susun dan terbitkan sebuah Prosiding hasil **Seminar Nasional XVIII "Kimia dalam Pembangunan"** dengan tema "Perkembangan Mutakhir dalam Ilmu dan Teknologi Kimia di Indonesia" yang telah terselenggara dengan baik pada tanggal **17 September 2015** di Hotel Phoenix Yogyakarta.

Seminar Nasional XVIII "Kimia dalam Pembangunan" diselenggarakan oleh Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia, sebagai organisasi Profesi berbadan Hukum dengan kegiatan menyelenggarakan Seminar, Lokakarya, Konperensi dan Pelatihan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi kimia.

Seminar Nasional XVIII "Kimia dalam Pembangunan" ini dihadiri oleh 70 orang peserta. Yang berasal dari berbagai institusi yaitu:

No.	Institusi	Jumlah makalah
01	Pusat Penelitian Bioteknologi – LIPI, Cibinong	6
02	Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung	4
03	Pusat Teknologi Limbah Radioaktif –BATAN, Kawasan Puspitek, Serpong, Tangerang	4
04	Pusat Teknologi Wahana Dirgantara – LAPAN Mekarsari Rumpin, Bogor	4
05	Pusat Sains dan Teknologi Akselerator – BATAN, Yogyakarta	1
06	Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan masyarakat Badan Penelitian Dan Pengembangan kesehatan kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta	7
07	Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI, Komplek LIPI, Bandung	4
08	Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi - BATAN, Jakarta	5
09	Unit Pelaksana Teknis Penambangan Jampang Kulon, LIPI Jl. Cigaru, Kertajaya, Simpanan, Sukabumi, Jawa Barat	3
10	Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju – BATAN, Puspitek Serong	9
11	Jurusan Teknik Mesin, Universitas pancasila, Jakarta	1
12	Puslitbang Biomedis dan Farmasi, Dept Kes RI, Jakarta	10
13	Politeknik AKA Bogor	1

Sebanyak 59 (Lima puluh sembilan) makalah yang dipresentasikan pada Seminar nasional XVIII "Kimia dalam Pembangunan" yang telah diselenggarakan pada tanggal 17 September 2015 tersebut diatas, dan setelah melalui penilaian oleh Referee diterbitkan dalam 1 (satu) buku prosiding.

Suatu hal yang menggembirakan bahwa sesuai dengan tujuannya Seminar ini telah dapat menjadi media komunikasi bagi rekan Kimiawan/Kimiawati yang berkarya di berbagai bidang yang berbeda.

Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia (JASAKIAI) sebagai pihak penyelenggara seminar, dengan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua peserta dan pembawa makalah yang telah berpartisipasi dalam Seminar dan aktif memberikan masukan-masukan yang bermanfaat bagi semua pihak. Seluruh Dewan Penelaah yang telah membantu dalam seleksi dan peningkatan mutu makalah untuk bisa dipublikasikan, seluruh anggota dewan redaksi yang telah bekerja keras untuk menyusun dan

REFEREE / DEWAN PENELAAH :

Prof. Drs. I Nyoman Kabinawa, MM, MBA	Mikrobiologi (<i>Microbiology</i>)
Prof. DR., Ir., Drs., Kris Tri Basuki., M.Sc.	Ilmu Separasi (<i>Separation Sciences</i>), Teknologi Sopgrasi dan Membran (<i>Membrane and Separation Tech- nology</i>)
Prof. Drs.Sukandi Nasir, MM	Acrodinamika, Teknik Ruang Angkasa Lainnya/ Bahan Bakar Roket (<i>Aerospace Engineering not elsewhere classified</i>)
Wisnu Susetyo, Ph.D	Jaminan Kualitas, Ilmu-ilmu Kimia Lainnya/ Managernen Mutu laborato- rium Kimia (<i>Chemical Sciences not elsewhere Classified</i>)
DR. Bambang Setiaji	Kimia Bahan Solid (<i>Solid State Chemistry</i>), Katalis Kimia (<i>Chemistry of Catalyses</i>) dan ilmu-ilmu Anorganik lainnya (<i>Non-Organic Chemistry not elsewhere classified</i>)
DR. Eko Sugiharto	Kimia Lingkungan, Jaminan Kualitas (<i>Quality Assurance</i>)
Prof. DR.Ir. Sigit, DEA	Simulasi dan Kontrol Proses, Design Teknik Kimia (<i>Chemical Engineering Design</i>) dan teknik Kimia Lainnya (<i>Other Chemical Engineering not elsewhere Classified</i>)
Drs. Sutjipto, MS, Pen.Utama	Kimia Lingkungan, Energy dan Termodinamika Kimia. Kimia Organik Fisik, Ilmu-ilmu kimia Lainnya (<i>Chemical Sciences not elsewhere classified</i>)
Ir. Ary Achyar Alfa, M.Si, Pen.Utama	Polimer, karakterisasi makromolekul, Mekanisme Polimerisasi (<i>Polymer- ization Machanism</i>) dan Teknik Bahan Lainnya (<i>Other Material Engineering not elsewhere classified</i>)
Ir. Erfin Yundra Febrianto, MT, Pen.Utama	Ilmu Bahan dan Proses/ Teknik Bahan Lainnya (<i>Other Moterial Engineering not elsewhere classified</i>)
DR. Ir. Mahyudin Abdul Rakhman M.Eng, Pen.Utama	Teknik Biokimia (<i>Other Chemical Engineering not elsewhere classified</i>)
DR. Djoko Santoso, Pen. Utama	Bioteknologi (<i>Biotechnology</i>)

menerbitkan prosiding ini, serta semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelenggaraan seminar sampai dapat diterbitkannya prosiding ini.

Besar harapan kami bahwa Prosiding ini akan banyak berguna bagi para Pembaca semua rekan seprofesi, serta akan dapat menjadi acuan dan titik tolak untuk mencapai kemajuan yang lebih besar bagi perkembangan Ilmu Kimia dan terapannya di Indonesia. Kami menyadari bahwa dalam penyelenggaraan Seminar dan pembuatan Prosiding ini tidak lepas dari berbagai kekurangan. Untuk itu, kami mohon maaf dan kritik serta saran yang bersifat membangun demi perbaikan dimasa datang selalu kami harapkan dari Rekan Sejawat dan Pembaca yang budiman.

Yogyakarta, 27 Nopember 2015

Redaksi

SUSUNAN PANITIA PENYELENGGARA

Ketua I	:	Wisnu Susetyo, Ph.D.
Ketua II	:	DR. Eko Sugiharto
Ka. Dept. Diklat.	:	Ir. Prayitno., MT, Pen.Utama
Sekretaris	:	Sihono
Bendahara	:	Imam Prayogo, ST
Anggota	:	Prof. DR. Ir. Sigit, DEA Drs. Sutjipto., MS Dra. Susanna TS., MT. Ashar Andrianto., ST

DAFTAR ISI

NO.	DAFTAR ISI	HALAMAN
	HALAMAN JUDUL	i
	REFREE/DEWAN PENELAAH	iii
	SUSUNAN PANITIA	iv
	PENGANTAR	v-vi
	DAFTAR ISI	vii-xii
1.	DAMPAK KEBAKARAN HUTAN TERHADAP KEJADIAN PNEUMONIA KAITANNYA DENGAN PERILAKU MASYARAKAT DI KABUPATEN TANJUNG JABUNG TIMUR, PROVINSI JAMBI Suharjo	1 - 8
2.	PENYISIHAN RADIONUKLIDA DALAM LIMBAH RADIOAKTIF MELALUI PROSES KONTINYU MENGGUNAKAN ZEOLIT Aisyah, Yuli Purwanto	9 - 18
3.	PENYERAPAN URANIUM CAIR DENGAN PENGKOMPLEKS NATRIUM SULFAT MENGGUNAKAN RESIN PENUKAR ANION Dwi Luhur Ibnu Saputra, Herlan Martono	19 - 24
4.	GAMBARAN pH, KESADAHAN DAN KLORIDA DARI BEBERAPA ASAL AIR DI DALAM DAN LUAR JABODETABEK TAHUN 2014-2015 Sukmayati Alegantina	25 - 32
5.	PEMANFAATAN BAHAN SEDIMENTASI SEBAGAI <i>FILLER</i> SAPC Jadigia Ginting dan Yustinus Purwamargapratala	33 - 42
6.	HIPERTENSI PADA WANITA USIA SUBUR DI INDONESIA Kristina*, Hendrik Edison**	43 - 48
7.	STATUS KARAKTERISTIK KEPEMIMPINAN, KREATIFITAS DAN KEPEDULIAN KADER POSYANDU DALAM CAPAIAN CAKUPAN IMUNISASI DAN PENIMBANGAN BALITA DI KABUPATEN BURU PROVINSI MALUKU M. Hasyimi¹, Betriyon² dan Yulianis Rahim³	49 - 56
8.	KONTAMINASI DETERJEN DALAM SUMBER AIR DI WILAYAH DKI JAKARTA TAHUN 2012 Sukmayati Alegantina	57 - 66
9.	KONTRIBUSI KESEHATAN LINGKUNGAN SEBAGAI PENYUSUN INDEKS PEMBANGUNAN KESEHATAN MASYARAKAT (IPKM) DI KABUPATEN TEBO PROVINSI JAMBI TAHUN 2015. M. Hasyimi, Roy Nusa R.E.S dan Amir Su'udi	67 - 74

NO.		HALAMAN
10.	ANALISIS RADIASI POLIMER KOMPOSIT BERBASIS POLIURETAN SEBAGAI BAHAN PERISAI Jadigia Ginting dan Aloma Karo-karo	75 - 82
11.	PELINDIAN AIR MENGGUNAKAN REAKTOR ALIR TANGKI BERPENGADUK BERALAS DATAR UNTUK MENINGKATKAN HASIL PROSES SINTESIS Na_2ZrO_3 Harry Supriadi dan Sudaryadi	83 - 88
12	STUDI KUALITAS AIR SUNGAI TERKAIT LIMBAH INDUSTRI TEKSTIL (STUDI KASUS: HULU DAS CITARUM-CEKUNGAN BANDUNG) Lenny Marilyn Estiaty dan Dyah Marganingrum	89 - 94
13	ANALISA SEM PEMBENTUKAN LAPISAN OKSIDA PADA PADUAN ZrNbMoGe SETELAH PROSES QUENCHING Agus Sujatno, B. Bandriyana, Yustinus Purwamargapratala, Arbi Dimiyati	95 - 100
14	UPAYA PERBAIKAN PROSES PEMBUATAN BAHAN PIROTEKNIK PELLET SELONGSONG ISIAN SEKUNDER IGNITER ROKET RX122 MELALUI RANCANG BANGUN ALAT PENCETAKNYA Evie Lestariana	101 - 108
15	KARAKTERISASI BAKTERI <i>BACILLUS LICHENIFORMIS</i> PADA PROSES PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEKSTIL Lenny Marilyn Estiaty	109 - 116
16	POTENSI SENYAWA BAHAN ALAM SEBAGAI OBAT ANTI INFLAMASI NON STEROID MELALUI MEKANISME STUDI DOCKING MOLEKULER Ani Isnawati* dan Rosa Adelina*	117 - 124
17	MINERALOGI BENTONIT DI DAERAH KECAMATAN CIMERAK, KABUPATEN PANGANDARAN, PROVINSI JAWA BARAT Aryo Dwi Handoko, Rhazista Noviardi, Suryo Sembodo, dan Lyza Primadona	125 - 128
18	PERANCANGAN DAN PEMBUATAN IGNITER ROKET PEMICU PETIR Evie Lestariana	129 - 138
19	POTENSI MIKROALGA <i>CHLORELLA PYRENOIDOSA</i> STRAIN LOKAL INK SEBAGAI PAKAN ALAMI ZOOPLANKTON DALAM BUDI DAYA TRADISIONAL I Nyoman K.Kabinawa	139 - 148
20	KUALITAS MUTU AIR MINUM BERDASARKAN PARAMETER BESI, MANGAN DAN PH PADA TAHUN 2014-2015 Ani Isnawati*	149 - 156

NO.		HALAMAN
21	SEROKONVERSI ANTIBODI DIFTERI PADA ANAK USIA DIBAWAH 18 BULAN DI CIANJUR JAWA BARAT Sehataman, Primasari, Dasuki	157 -164
22	PAPARAN PENYAKIT MENULAR DAN HUBUNGANNYA DENGAN KELOMPOK UMUR ANALIS LANJUT RISET KESEHATAN DASAR 2007 *Hendrik Edison, **Kristina	165 - 172
23	PEMERIKSAAN CHIKUNGUNYA MENGGUNAKAN REVERSE TRANSCRIPTION - POLYMERASE CHAIN REACTION (RT-PCR) DI INDONESIA Sehatman, Masri S Maha	173 - 180
24	PENGGUNAAN <i>CHLORELLA PYRENOIDOSA</i> DALAM LIMBAH CAIR AGROINDUSTRI TAPIOKA DAN KECAP I Nyoman K.Kabinawa, Ni Wayan Sri Agustini dan Kusmiati	181 - 190
25	GALUR MUTAN UBI JALAR UNTUK BAHAN SUBSTITUSI PEMBUATAN MI Aryanti¹ dan Elly Nurhayati²	191 - 196
26	ZAT KIMIA BERBAHAYA DALAM ANTINYAMUK BAKAR DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN Mariana Raini	197 - 204
27	PENGARUH MODIFIKASI KH_2PO_4 DAN NH_4NO_3 SERTA PENAMBAHAN ASAM GIBERELIK TERHADAP PERTUMBUHAN PLANLET <i>GLOXINIA SPECIOSA</i> SECARA <i>IN VITRO</i> Rudiyanto*, Deritha Ellyf Rantau dan Tri Muji Ermayanti	205 - 212
28	HORMON PERTUMBUHAN DALAM DAGING SAPI IMPOR GROWTH HORMONE IN BEEF IMPORTS Mariana Raini*	213 - 220
29	PENGARUH WAKTU KONTAK DAN KONSENTRASI ADSORBEN PADA PENURUNAN COD LIMBAH CAIR PABRIK TEKSTIL OLEH KARBON AKTIF BATUBARA Ika Monika	221 - 226
30	PENGARUH KONSENTRASI GULA TERHADAP PERTUMBUHAN KULTU TUNAS <i>TACCA LEONTOPELALOIDES</i> . Betalini Widhi Hapsari, Andri Fadillah Martin, dan Tri Muji Ermayanti	227 - 232
31	PEMANFAATAN BATUBARA KALORI RENDAH SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF Daman Suyadi¹⁾	233 - 240
32	PEMANFAATAN KARBON AKTIF BATUBARA UNTUK PENURUNAN SENYAWA FENOL HASIL PROSES GASIFIKASI BATUBARA PLTD <i>DUAL FUEL</i> Ika Monika dan Fahmi Sulistyohadi	241 - 248

NO.		HALAMAN
33	LINGKUNGAN PADAT HUNI DAN HUBUNGANNYA DENGAN PENYAKIT MENULAR TUBERCULOSIS Merryani Girsang¹ dan Suharjo²	249 - 256
34	PELARUTAN STRUKTURAL/NON-STRUKTURAL FE <i>LOW GRADE</i> KAOLINDENGAN ASAM KHLORIDA-SITRAT : STUDI KASUS KAOLIN KARANGNUNGGAL, TASIKMALAYA, JAWA BARAT Dewi Fatimah	257 - 260
35	GAMBARAN PENYAKIT TBC DAN HUBUNGANNYA DENGAN PEMERIKSAAN LABORATORIUM Merryani Girsang	261 - 274
36	PENGARUH SUHU SINTERING TERHADAP STRUKTUR KRISTAL FePO ₄ Indra Gunawan, Deswita, Bambang Sugeng	275 - 280
37	ANALISA BAHAN KATODA LiCoO ₂ YANG DITAMBAHKAN PVDF MENGGUNAKAN METODA ENERGY DISPERSIVE X-RAY SPECTROSCOPY Elman Panjaitan, Wagiyo	281 - 290
38	PENGARUH PENAMBAHAN Li ₂ CO ₃ TERHADAP SIFAT TERMAL PIEZOELEKTRIK K _{0,5} Na _{0,5} NbO ₃ Sugik Sugiantoro, Syahfandi Ahda	291 - 296
39	PEMERIKSAAN LABORATORIUM PADA DEMAM TIFOID Wibowo	297 - 304
40	PENGARUH IRADIASI SINAR GAMMA DAN MESIN BERKAS ELEKTRON TERHADAP SIFAT FISIS BAHAN POLIMER Gatot Trimulyadi Rekso	305 - 310
41	ISOLASI DAN SKRINING MIKROBA ENDOFOTIK ASAL TEMU MANGGA (<i>Curcuma mangga</i> Val), POTENSINYA SEBAGAI ANTIMIKROBA Harmastini Sukiman¹ dan Liseu Nurjanah¹	311 - 320
42	PEMANFAATAN PEWARNA SINTETIS DAN KEANEKARAGAMAN MIKROBA PADA MAKANAN JAJANAN Harsojo dan Made Sumarti	321 - 326
43	<i>STORAGE DAN DISPOSAL</i> LIMBAH AKTIVITAS TINGGI DALAM BENTUK BAHAN BAKAR NUKLIR BEKAS DAN GELAS-LIMBAH HASIL VITRIFIKASI Herlan Martono, Sutoto	327 - 336
44	PRAKTEK BUDAYA PENYEMBUHAN DAN PENCEGAHAN KEJADIAN SAKIT PADA BAYI DAN ANAK DI DESA GADINGSARI BANTUL YOGYAKARTA * Kasnodihardjo dan Ranti Suciati	337 - 346

NO.		HALAMAN
45	KESESUAIAN KARAKTERISTIK ABU TERBANG BATUBARA (<i>FLY ASH</i>) PLTU PALABUHANRATUDI KABUPATEN SUKABUMI DENGAN SNI : SPESIFIKASI ABU TERBANG SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN UNTUK CAMPURAN BETON Lyza Primadona, Aryo Dwi Handoko dan Firman Arifianto	347 - 352
46	DEGRADASI LIGNOSELULOSA SERBUK KAYU MENGGUNAKAN RADIASI BERKAS ELEKTRON Made Sumarti K	353 - 358
47	PENGARUH IRADIASI BERKAS ELEKTRON TERHADAP KANDUNGAN ZAT TERLARUT AIR, HEMISELULOSA, SELULOSA, DAN LIGNIN PADA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT Oktaviani, Santoso Prayitno, Made Sumarti K	359 - 370
48	KINETIKA EKSTRAKSI ASAM-ASAMLEMAK BIJI BUAH DAN CAMPURAN BIJI DAN DAGING BUAH BINTARO (<i>CERBERA MANGHAS LINN</i>) PADA SUHU 40 ^o C DAN 70 ^o C Sri Redjeki Setyawati*	371 - 378
49	PENGOLAHAN GAS BUANG ASAM INSENERATOR LIMBAH RADIOAKTIF Sutoto	379 - 384
50	PENGARUH TEKANAN DAN SUHU SINTERING PADA PROSES SINTESA BAHAN PIEZOELEKTRIK $K_{1/2}NA_{1/2}NBO_3$ (KNN) DENGAN MENGGUNAKAN METODA SOLID STATE REACTION Syahfandi Ahda	385 - 392
51	UJI ANTI BAKTERI DAN JAMUR TERHADAP PRODUK DETERJEN ANTISEPTIK BAGI MASYARAKAT Sylvia J. R. Lekatompessy dan Harmastini I. Sukiman	393 - 402
52	PENGARUH H ₂ O ₂ PADA PELARUTAN EMAS DENGAN SIANIDA TERHADAP PEROLEHAN EMAS Widodo	403 - 410
53	PENGARUH PERUBAHAN DESAIN KONTUR NOSEL TERHADAP KINERJA MOTOR ROKET RX200 Bagus H. Jihad, Evie Lestariana	411 - 418
54	KAJIAN PERBANDINGAN PENGGUNAAN MINYAK BERAT (MFO), AKUABAT DAN BATUBARA PADA PEMBANGKIT LISTRIK DI INDONESIA Gandhi Kurnia Hudaya, Fahmi Sulistyohadi	419 - 424
55	VALIDASI TERHADAP DESAIN NOSELROKET RX-1210 AKIBAT PEMBAKARAN PROPELAN PADA RUANG BAKAR Bagus H. Jihad, Evi Lestyana	425 - 432

NO.		HALAMAN
56	PENGARUH PIROFILIT TERHADAP BAHAN ANODA BATERAI BERBASIS GRAFIT Yustinus Purwamargapratala, Deswita dan Jadigia Ginting	433 - 438
57	RANCANG BANGUN UNIT PENGOLAHAN AIR LAUT PESISIR PANTAI MENJADI AIR BERSIH KAPASITAS 5000 LITER PERHARI Eddy Djatmiko	439 - 448
58	PENGARUH IMPLANTASI ION NITROGEN PADA STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN BAJA FERITIK AISI 410 Sumaryo¹, Rohmad Salam¹, Agus Hadi Ismoyo¹, Sunarto², B. Bandriyana¹	449 - 454
59	KAJIAN POTENSI PENINGKATAN PENERIMAAN NEGARA MELALUI PEMBANGUNAN PABRIK KOMERSIAL AKUABAT DI INDONESIA Gandhi Kurnia Hudaya, Fahmi Sulistyohadi	455 - 456
	Daftar Hadir	457 - 464

ANALISA SEM PEMBENTUKAN LAPISAN OKSIDA PADA PADUAN ZrNbMoGe SETELAH PROSES QUENCHING

Agus Sujatno, B. Bandriyana, Yustinus Purwamargapratala, Arbi Dimiyati

Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju PSTBM-BATAN

ABSTRAK

ANALISA SEM PEMBENTUKAN LAPISAN OKSIDA PADA PADUAN ZrNbMoGe SETELAH PROSES QUENCHING. Penelitian paduan zirkonium di PSTBM-BATAN dilakukan untuk pengembangan material kelongsong PLTN dengan ketahanan oksidasi yang tinggi. Pengujian struktur mikro lapisan oksida akibat proses oksidasi suhu tinggi dilakukan dengan pengamatan SEM-EDS untuk mendukung analisis ketahanan oksidasi paduan. Sampel paduan berupa ingot hasil peleburan yang diproses lanjut dengan quenching dan proses anil. Pengujian oksidasi dilakukan dengan peralatan MSB pada temperatur 700°C selama 6 jam. Uji SEM-EDS dilakukan untuk analisis homogenitas, struktur lapisan oksida, ketebalan oksida dan kandungan unsur dalam lapisan oksida. Uji SEM dilakukan dengan alat SEM JEOL JSM-6510LA yang dilengkapi dengan perangkat Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS) untuk analisis komposisi kimia. Pengujian struktur mikro lapisan oksida menggunakan detektor Secondary Electron (SE). Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kedua sampel telah tumbuh lapisan oksida berupa ZrO_2 dengan ketebalan maksimal 8.5, 6.8 dan 6.5 μm untuk masing-masing temperatur 500 dan 600 °C selama 2 jam serta sampel awal sebelum di quench dan anil. Batas lapisan oksida yang terbentuk juga dapat di lihat dengan jelas dengan menggunakan detektor Secondary Electron (SE).

Kata-kata kunci: struktur mikro, paduan zirkonium, oksidasi, mikroskopi elektron, kelongsong

ABSTRACT

SEM ANALYSIS OF OXIDE LAYER FORMATION ON THE ZrNbMoGe ALLOY AFTER QUENCHING PROCESS. Research on zirconium alloy at PSTBM-BATAN were performed to develop the high oxidation resistance of cladding material. The microstructure test of the oxide layer caused by the high temperature oxidation process was carried out by SEM-EDS observation to support the analysis of the oxidation resistance of the alloy. The samples of ingot produced by the melting process continued by the quenching and annealing process. The oxidation test was carried out in the MSB equipment at temperature of 700 °C for 6 hours. The SEM-EDS test was performed to analyze the homogeneity, the structure of oxide layer, oxide layer thickness measurement and the composition of the elements in the oxide. The test of SEM was carried out by SEM JEOL JSM-6510LA which equipped by the Energy Disperse X-ray Spectroscopy (EDS) to analyze the composition of elements. Results of analysis showed that the oxide layer of ZrO_2 with thickness of 8.5, 6.8 and 6.5 μm were observed on both of the samples before and after quenching and annealing process. The oxide layer boundaries were also clearly observed using the Secondary Electron Detector.

Keywords: micro structure, zirconium alloy, oxidation, electron microscopy, cladding

PENDAHULUAN

Penelitian dan pengembangan paduan zirkonium untuk material kelongsong PLTN di PSTBM-BATAN saat ini diarahkan untuk memperoleh paduan baru untuk operasi PLTN suhu tinggi. Pemilihan ini didasarkan pada pengembangan PLTN untuk efisiensi dan *burn up* tinggi [1] untuk meningkatkan efisiensi. Pengembangan material diarahkan pada sintesis paduan berbasis Zr-Nb yang tahan terhadap ketahanan oksidasi suhu tinggi

[2, 3] dengan menambahkan beberapa unsur pepadu dan mengatur komposisinya. Untuk mendukung analisis ketahanan oksidasi paduan zirkonium diperlukan teknik pengamatan struktur mikro pada lapisan oksida yang terbentuk dalam proses oksidasi. Salah satu peralatan penting untuk analisis lapisan oksida ini adalah peralatan SEM (Scanning Electron Microscopy) yang mampu memberikan pengamatan struktur mikro dengan perbesaran sampai 10.000 dan mampu mengamati bentuk dan ukuran oksida.

Peralatan SEM dilengkapi dengan EDS sehingga mampu mengidentifikasi jenis unsur yang terkandung dalam lapisan oksida. Dewasa ini pengujian SEM-EDS untuk pengembangan material kelongsong suhu tinggi telah banyak digunakan dalam mendukung analisis laju oksidasi dan jenis oksida yang terbentuk [4,5].

Lapisan oksida yang terbentuk pada paduan zirkonium ini biasanya sangat tipis dalam orde mikron dengan berbagai macam bentuk dan ukuran yang berkembang sesuai dengan proses oksidasi suhu tinggi dan cukup sulit untuk diidentifikasi. Oleh karena itu diperlukan teknik dan analisis yang tepat dalam pengujian dengan SEM-EDS baik dalam preparasi sampel, teknik pengoperasian dan analisis.

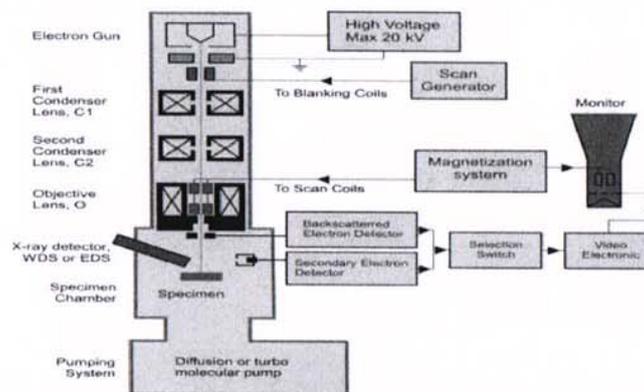
Dalam makalah ini dibahas studi pengujian dan analisis struktur mikro lapisan oksida yang terbentuk dalam pengujian oksidasi sampel paduan zirkonium ZrNbMoGe yang dikembangkan untuk material kelongsong. Teknik pengujian dan analisis struktur mikro lapisan oksida akan

menjadi dasar dan acuan untuk pengukuran dan analisis lapisan oksida menggunakan peralatan SEM-EDS.

TEORI

Dasar operasi dan analisis SEM-EDS

Dasar operasi SEM-EDS diuraikan dari skema pada Gambar 1 yang merupakan skema diagram standar SEM JSM-6510LA dari pabrik JEOL [6] yang digunakan dalam penelitian ini dengan fasilitas analisa komposisi kimia berupa detektor sinar X. Komponen utama alat SEM ini pertama adalah tiga pasang lensa-lensa elektromagnetik yang berfungsi memfokuskan berkas elektron menjadi sebuah titik kecil, lalu oleh dua pasang *scancoil* discan-kan dengan frekuensi variabel pada permukaan sample [7]. Semakin kecil berkas difokuskan semakin besar resolusi lateral yang dicapai. Kesalahan fisika pada lensa-lensa elektromagnetik berupa astigmatismus dikoreksi oleh perangkat stigmator. SEM tidak memiliki sistem koreksi untuk kesalahan aberasi lainnya.



Gambar 1. Blok diagram SEM

Yang kedua adalah sumber elektron, biasanya berupa filamen dari bahan kawat tungsten atau berupa jarum dari paduan Lantanum Hexaboride LaB₆ atau Cerium Hexaboride CeB₆, yang dapat menyediakan berkas elektron yang teoretis memiliki energi tunggal (monokromatik). Ketiga adalah imaging detektor, yang berfungsi mengubah sinyal elektron menjadi gambar/image. Sesuai dengan jenis elektronnya, terdapat dua jenis detektor dalam SEM ini, yaitu detektor SE dan detektor BSE. Untuk menghindari gangguan dari molekul udara terhadap berkas elektron, seluruh jalur elektron (column) divakum hingga 10⁻⁶ torr. Tetapi kevakuman yang tinggi

menyebabkan naiknya sensitifitas pendeteksian alat terhadap non-konduktifitas, yang menyulitkan analisa pada bahan non-konduktif, seperti keramik dan oksida. Untuk mengatasi hal tersebut SEM ini memiliki opsi untuk dapat dioperasikan dengan vakum rendah, yang disebut Low-Vacuum Mode. Dengan teknik low vacuum kita dapat menganalisa bahan yang non konduktif sekalipun. Tekanan pada mode ini berkisar antara 30 hingga 70 Pa.

Identifikasi struktur mikro lapisan oksida dengan menggunakan SEM tidaklah sekedar pengambilan gambar dan fotografi, tetapi harus dilakukan dengan teknik dan metoda

operasi yang benar mengingat proses pembentukan image pada alat ini merupakan proses fisika yang merupakan interaksi korpuskular antara elektron sumber dengan atom pada bahan. Meskipun sinyal data yang dihasilkan cukup kuat dibanding mikroskop optik atau XRD, tetapi karena seringkali obyek pengamatan yang terbilang kecil dan mengandung komponen non konduktif, seperti lapisan pasivasi oksida pada permukaan, SEM dapat memberikan kontras yang relatif rendah terlebih pada perbesaran tinggi. Oleh karena itu SEM harus dioperasikan dengan pengaturan parameter elektron seperti high voltage, spot size, bias dan beam current juga parameter optik seperti kontras, fokus dan astigmatismus yang tepat sehingga diperoleh hasil gambar yang optimal secara ilmiah dan tidak memberikan interpretasi ganda. Selain itu, proses pengambilan gambar dan analisa kimia dengan SEM sangatlah dipengaruhi oleh jenis sampel berikut cara penangannya serta teknik preparasinya disamping kemampuan operasional dari operator nya.

Oksidasi Suhu Tinggi Paduan Zirkonium

Proses oksidasi suhu tinggi paduan zirkonium adalah proses difusi dimana laju difusi akan semakin meningkat akibat kenaikan suhu. Tahap oksidasi dimulai dengan penyerapan oksigen yang bereaksi dengan unsur logam di permukaan dan menghasilkan dan bertumbuh menjadi lapisan proteksi oksida [8]. Pertumbuhan menjadi lapisan proteksi dapat terjadi jika oksida yang terbentuk homogen, mempunyai daya lekat tinggi dan tidak terjadi kerusakan mikro atau makro berupa retak atau pengelupasan. Setelah terbentuk lapisan proteksi, oksigen akan berdifusi melalui batas butir atau membentuk spinel. Secara termodinamika karakteristik reaksi oksidasi ditentukan dengan perubahan energi bebas dan berdasarkan diagram Ellingham dapat dianalisis dan diperkirakan tingkat kestabilan oksida yang terbentuk. Pada oksidasi logam paduan, jenis dan karakter oksida yang dihasilkan akan saling dipengaruhi oleh unsur-unsur paduannya. Laju oksidasi dalam logam pada suhu tinggi dipengaruhi oleh laju difusi reaktan melalui lapisan oksida dan laju pemasokan oksigen ke permukaan luar oksida.

Untuk logam paduan zirkonium yang digunakan sebagai bahan kelongsong, reaksi utama akan membentuk zirkonium oksida ZrO_2 dengan laju pertumbuhan oksidasi mengikuti kaidah pertumbuhan parabolik [9, 10]. Dalam pertumbuhan parabolik, lapisan oksida tetap lekat ke permukaan logam

dan menjadi pelindung yang homogen terhadap difusi ion logam atau ion oksida melalui selaput itu. Pembentukan lapisan oksida ini yang membuat paduan zirkonium mempunyai ketahanan oksidasi yang baik pada operasi temperatur tinggi.

METODOLOGI

Bahan paduan yang digunakan dalam pengujian ini adalah ingot paduan $ZrNbMoGe$ yang telah dilakukan perlakuan panas dengan proses quenching dan anil. Komposisi paduan terdiri dari zirkonium dengan 2,5w%Nb, 0,5w%Mo dan 0,1%Ge. Proses quenching dilakukan dengan pemanasan sampel sampai suhu 960 °C dengan penahanan selama 2,5 jam dan pendinginan cepat menggunakan media air. Setelah quenching dilakukan proses anil dengan variasi pemanasan pada suhu 500 dan 600 °C selama 2 jam kemudian pendinginan ke temperatur kamar. Sampel uji selanjutnya dioksidasi sampai temperatur 700 °C selama 6 jam dalam pesawat uji MSB untuk diukur laju dan ketahanan oksidasinya. Selanjutnya dilakukan uji dan analisis struktur mikro khususnya pada lapisan oksida yang terbentuk akibat proses oksidasi.

Preparasi Sampel

Untuk keperluan analisa SEM, sampel paduan $ZrNbMoGe$ dipersiapkan sesuai prosedur preparasi sampel padatan yang dikembangkan di PSTBM. Pertama-tama sampel dipotong masing-masing dengan ukuran 0,5 x 1 cm menggunakan diamond blade cutter tipe JMQ-12 pada kecepatan rendah untuk menjamin permukaan potongan yang rapi dan bersih dari gram kemudian di mounting dengan resin dengan posisi berdiri untuk mengambil gambar tampak lintang. Kemudian salah satu permukaan kedua sampel di amplas (grinder) pada mesin poles MoPao 2D Grinder Polisher dengan kertas amplas dengan urutan kekasaran berturut-turut dari 120, 400, 800, 1200 hingga 2000. Kegiatan ini diakhiri dengan memoles sampel pada permukaan kain bludru dan diamond pasta 0,25 μm yang diperlukan untuk meminimalisir jejak goresan serta menghilangkan partikel karbida yang lepas dari kertas amplas. Proses selanjutnya adalah etsa permukaan, proses ini bertujuan untuk melarutkan dan membersihkan lapisan pasivasi yang terbentuk selama proses pengamplasan dan polishing yang biasanya terdiri dari lapisan sangat tipis oksida metal yang sangat keras. Kegiatan etsa dilakukan menggunakan larutan Nital 4%. Larutan ini dibuat dari campuran 4 ml asam nitrat HNO_3

dengan 96 ml metanol teknis. Proses etsa terjadi dalam waktu maksimal 20 detik, hingga permukaan sampel yang mengkilap berubah menjadi dob. Itu pertanda bahwa permukaan telah terlarut dalam nital. Untuk menjamin tidak terjadi etsa susulan akibat larutan nital yang tertinggal pada pori-pori permukaan sampel, setelah etsa sampel dicelupkan ke dalam metanol lalu di aduk. Tegangan permukaan yang terjadi pada kontak antara metanol dan permukaan dapat membersihkan larutan etsa yang tersisa dengan sempurna. Kemudian sampel di bersihkan dengan air. Terakhir dilakukan pengeringan menggunakan Hair Dryer pada suhu ruang hingga benar-benar kering dan tidak meninggalkan kelembaban yang dapat mengganggu proses pemvakuman di dalam ruang sampel pada SEM yang pada akhirnya akan mengkontaminasi lensa elektromagnetik akibat molekul-molekul air yang terbawa.

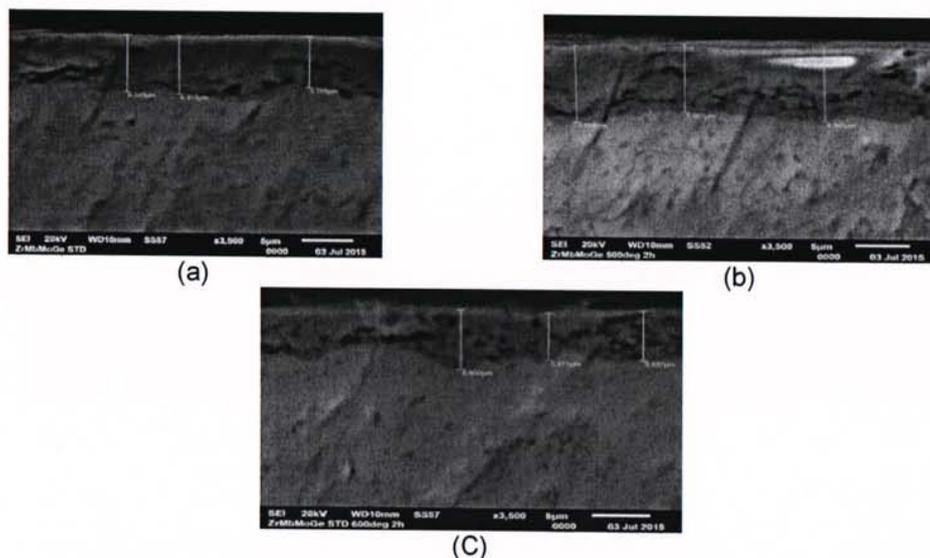
Langkah dan Parameter Pengujian

Untuk proses pengambilan gambar (image) dan data komposisi sampel teroksidasi dengan alat SEM, sampel diletakkan dan

ditempel di atas SEM specimen holder dengan menggunakan carbon double tipe dengan bagian penampang lintang (cross section) mengarah vertikal ke atas atau lensa obyektif. Agar susunan lapisan matriks bahan dengan lapisan oksida terlihat dengan jelas. Double tip ini terbuat dari bahan karbon yang konduktif di dua sisi yang berfungsi menghantarkan semua elektron yang masuk ke dalam sampel keluar melalui grounding. Ruang sampel divakum hingga 10^{-6} torr untuk menjamin bahwa kolom SEM bebas dari molekul udara. SEM dioperasikan dengan tegangan kerja High : 20 kV Spot Size :57 dan jarak antara lensa obyektif dengan permukaan sampel (WD) : 10 mm, WD setinggi 10 mm dipilih sebagai kompromi terhadap setingan untuk akuisisi sinyal EDX yang mensyaratkan 10 mm agar pendeteksian X-Ray dan pencacahannya optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji SEM- EDS untuk ke 3 sampel uji setelah dilakukan proses oksidasi pada kondisi awal untuk ingot paduan, dan setelah proses pengolahan panas ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi bentuk dan ketebalan lapisan [a] Sampel awal sebelum *quench* dan anil, [b] setelah di *quench* dan anil 500°C 2 jam, dan [c] setelah di *quench* dan anil 600°C 2 jam

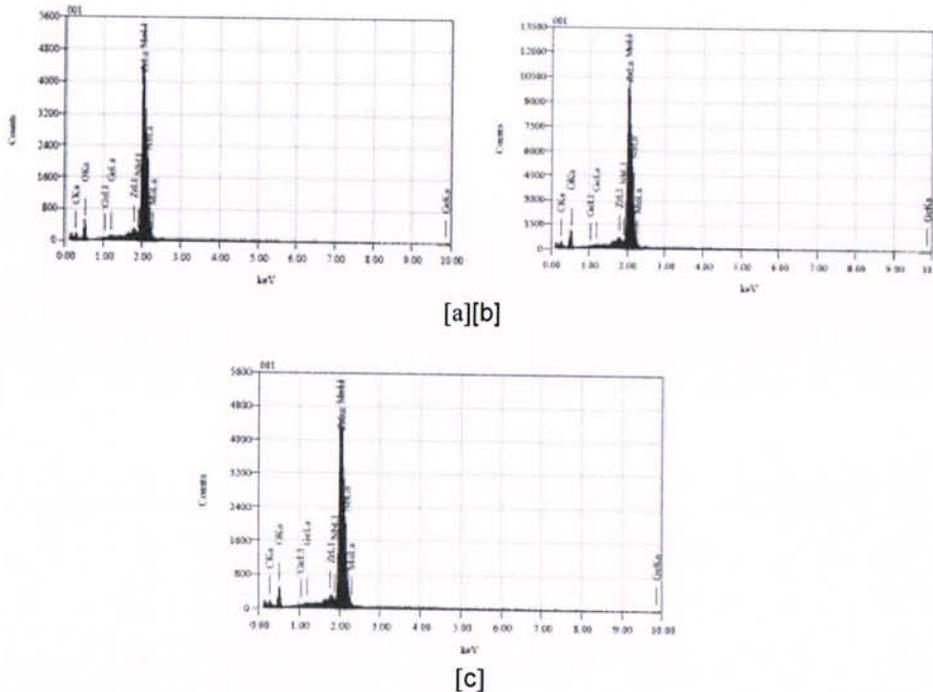
Gambar 2 menunjukkan penampang lintang hasil uji struktur mikro dengan SEM, [a] sampel awal sebelum *quench* dan anil, [b] setelah di *quench* dan anil 500°C selama 2 jam, [c] setelah di *quench* dan anil 600°C 2 jam diambil dengan detektor SE. Dari gambar tersebut terlihat perbedaan kontras yang jelas antara sampel ZrNbMoGe dengan

lapisan oksida di permukaan. Bagian atas yang kemungkinan diasumsikan sebagai lapisan oksida menunjukkan kesan warna gelap, sedangkan bagian di bawahnya berwarna terang. Pada batas lapisan oksida dan permukaan sampel terlihat tidak rata hal ini menunjukkan bahwa lapisan oksida tumbuh kebawah dan masuk kedalam sampel. Dari

gambar morfologi antara ketiga gambar tersebut menunjukkan kemiripan hanya ketebalan lapisan saja yang menunjukkan perbedaan. Pada sampel awal sebelum *quench* dan anil dapat diukur ketebalan lapisan antara 5,7 - 6,5 μm , setelah di *quench* dan anil pada suhu 500°C selama 2 jam diperoleh ketebalan

lapisan antara 7,6 - 8,5 μm dan pada suhu 600 selama 2 jam 5,3 - 7,8 μm .

Hasil uji EDS untuk posisi pada lapisan oksida (Gambar 2) ditunjukkan dalam spektrum pada Gambar 3. Komposisi unsur yang terdeteksi dari spektrum EDX pada Gambar 3 dirangkum dalam Tabel 1.



Gambar 3. Hasil EDS [a] Sampel awal sebelum quenching dan anil, [b] setelah di quenching dan anil 500°C 2 jam, [c] setelah quenching dan anil 600°C 2 jam

Tabel 1. Komposisi unsur hasil uji EDX pada lapisan pelindung setelah oksidasi

Sampel	% Massa					% Atom				
	O	Ge	Zr	Nb	Mo	O	Ge	Zr	Nb	Mo
Non Quenching-Anil	21,7	0,08	61,39	5,85	2,28	47,73	0,04	23,08	2,22	0,85
Quenching	21,25	0,21	62,08	4,33	1,90	45,34	0,10	23,34	1,59	0,68
Anil	20,51	0,47	64,24	5,03	1,68	46,86	0,24	25,74	1,98	0,64

Berdasarkan pengamatan spektrum EDX pada Gambar 3, unsur oksigen terdeteksi pada lapisan di permukaan sampel yang dioksidasi selain unsur pokok dalam paduan yaitu Zr, Nb, Mo dan Ge. Terdeteksinya unsur oksigen dalam lapisan menunjukkan terjadinya proses oksidasi yang membentuk lapisan di permukaan sesuai dengan proses oksidasi paduan zirkonium [8]. Nilai persen atom untuk oksigen dan zirkonium dalam Tabel 3 menunjukkan prediksi terbentuknya lapisan oksida utama ZrO_2 yang merupakan reaksi

utama pembentukan oksida dalam proses oksidasi paduan zirkonium [9,10].

KESIMPULAN

Pengamatan struktur mikro paduan ZrNbMoGe melalui SEM-EDS menunjukkan terbentuknya lapisan tipis dipermukaan akibat difusi atom nitrogen ke dalam matrik substrat yang menyusup secara interstisi kedalam kisi material. Ketebalan dan kandungan unsur dalam lapisan oksida dapat ditentukan berdasar analisis spektrum EDX.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih pada peneliti dan teknisi di PSTBM yang banyak membantu dalam riset. Penelitian ini menggunakan dan insentif program SINAS 2014, Kementerian Ristek.

DAFTAR PUSTAKA

1. B. Bandriyana, Abu Khalid Rivai, Agus Hadi Ismoyo, Parikin, Penelitian dan Pengembangan Paduan Zirkonium untuk Material Kelongsong PLTN, Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Energi Nuklir V, 2012 Pusat Pengembangan Energi Nuklir Badan Tenaga Nuklir Nasional, 2012
2. Sugondo, Peningkatan Ketahanan Korosi Zircaloy-4 melalui Pemasu Timah, Tembaga dan Niobium, Journal Teknologi Bahan Nuklir, Vol. 7, No. 1, Januari (2010).
3. B. Bandriyana, D. H. Prajitno, A. Dimiyati, Effect of Copper Addition on the High Temperature Oxidation of Zirconium Alloy ZrNbMoGe for Advanced Reactor Fuel Cladding Material, Advanced Materials Research, Vol 896, pp. 617-620, February (2014)
4. Jong Hyuk Baek, Ki Bum Park, Yong Hwan Jeong, Oxidation kinetics of Zircaloy-4 and Zr-1Nb-1Sn-0.1Fe at temperatures of 700-1200 °C, Journal of Nuclear Materials 335 443-456, 2004
5. Lely Susita R.M, Analisis Senyawa Oksida Yang Terbentuk Pada Paduan Feal Yang Diimplantasi Ion Y Menggunakan XRD, Prosiding PPI - PDIPTN 2010 Pustek Akselerator dan Proses Bahan- Batan Yogyakarta, 20 Juli 2010
6. Agus Sujatno, Rohmad Salam, Bandriyana, Arbi Dimiyati, Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium, Seminar Nasional X Sdm Teknologi Nuklir Yogyakarta, 2014
7. Mohammad Badaruddin, Suharno, Peningkatan Ketahanan Korosi

Temperatur Tinggi Baja Karbon Rendah (AISI 1020) dengan Pelapisan Celup Panas Aluminium untuk Aplikasi Pada Pipa Gas Panas Bumi, Prosiding InSinan 2012, MT72-MT77, 2012

8. Sri Agustini, Pengaruh Implantasi Ion Yttrium dan Cerium Terhadap Struktur Mikro Paduan TiAl, Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIV HFI Jateng & DIY, Semarang, 10 April 2010 hal 94-103, 2010
9. Wang, C.J, Badaruddin M., The Dependence of High Temperature Resistance of Aluminized Steel Exposed to Water-Vapour Oxidation, Surface and Coating Technology, Vol.205. pp 1200-1205, 2010
10. Ika Kartika, Budi Priyono, Cahyo Sutowo, Eddy P. Utomo dan T. Arini, Analisa Kerusakan Lapisan Kobalt pada Piringan Katup Buang Mesin Diesel, Metalurgi, Volume 25 Nomor 3, Desember 2010 Issn 0126 - 3188.

TANYA JAWAB

Susanna T.S.

- Apa keuntungan penggunaan paduan ZrNb ?

Yustinus Purwamargapratala

- ZrNb merupakan paduan yang mempunyai ketahanan oksidasi tinggi pada suhu tinggi sehingga sesuai untuk bahan struktur reaktor.