

ISBN 978-602-14066-2-5

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI TERAPAN

" Pengembangan Teknologi Terapan
yang Unggul, Bermartabat, dan Profesional "

Volume 1 B, No.1, Oktober 2013

PROSIDING



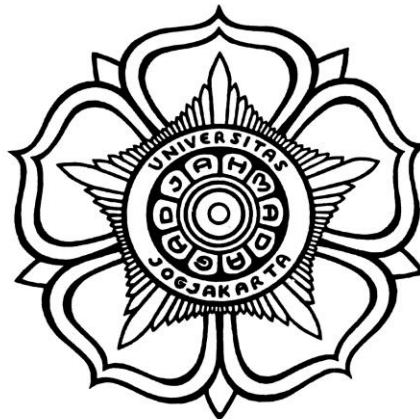
Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada
Jl. Kaliurang KM 1, Sekip Unit 1, Yogyakarta
Telp: 0274-541020, Fax: 0274-541021
Email: sv@ugm.ac.id
website: <http://www.sv.ugm.ac.id>

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI TERAPAN 2013

(Sekolah Vokasi UGM)

“Pengembangan Teknologi Terapan yang Unggul, Bermartabat, dan Profesional”

Yogyakarta, 26 Oktober 2013



SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA
2013

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI TERAPAN (SNTT) 2013

ISBN 978-602-14066-2-5

© 2013 oleh:

Sekolah Vokasi

Universitas Gadjah Mada

Hak Publikasi dilindungi oleh undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian maupun seluruh isi prosiding ini dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

SUSUNAN PANITIA

Penanggung Jawab

Ir. Hotma Prawoto, M.T. (Direktur Sekolah Vokasi)
Ma'un Budiyanto, S.T., M.T. (Wakil Direktur bidang Penelitian Pengabdian dan Kerjasama)
Wikan Sakarinto, S.T., M.Sc., Ph.D. (Wakil Direktur bidang Akademik & Kemahasiswaan)
Wiryanta, S.T., M.T. (Wakil Direktur bidang SDM & Keuangan)

Tim Penelitian & Pengabdian (PPM) SV UGM TAHUN 2013

Nursyamsu Hidayat, S.T., M.T., M.Eng.
Agus Kurniawan, S.T., M.T.
dr . Nurwestu Rusetianti, M.Kes., Sp.KK
Esti puspitaningrum, S.T., M.Eng.
Faizatush Sholikhah, M.A.
Ir. F. Eko Wismo Winarto, M.Sc., Ph.D.
Isnani Nur Rifai, S.Si.
Diklusari Isnarosi Norsita, S.T.P., M.Si.
Retno Galih J.W., A.Md.
Sri Istiyani, S.E. Siti
Muslikhah, S.E.
Ibnu Masud

Tim Pelaksana

Fitri Damayanti Berutu, S.E., S.S., M.Sc. (Koordinator)

Jayanthi Giantari	Akuntansi
Elisa Candra Eka Sari	Akuntansi
Sam Manisi Santi Astuti	Akuntansi
Sindy Oktiana	Akuntansi
Agitya Rachmatullah	Bahasa Korea
Rizky Rachmatika Putri	Komputer & Sistem Informasi
Fera Dwi Lestari	Komputer & Sistem Informasi
Naufanti Zulfah	Komputer & Sistem Informasi
Dayat Fadila	Komputer & Sistem Informasi
Muchammad Faizal Fahmi	Komputer & Sistem Informasi
Suciati Sekarningrum S.	Manajemen
La Muhammad Alif Abadi	Manajemen
Novelia Sufian	Manajemen
Adim Purnama Putra	Teknik Elektro
Nabilli Hilal Ramadani	Teknik Geomatika
Mohammad Tsalatsa Rizal	Teknik Mesin
Rahmat Yulio	Teknik Mesin
Yohanes Bangun S.	Teknik Mesin
Armando Dhamara	Teknik Mesin
Ady Mustakin	Teknik Mesin

Tim Reviewer

Drs. Winarto	Dr. Budiadi, S.Hut., M.Agr.Sc
Aris Munandar, S.S., M.Hum	Rohman, S.Hut., MP
Drs. Muslikh Madiyant, M.Hum	Drh. Erif Maha Nugraha Setiawan, M.Sc
Drs. Machmoed Effendhie, M.Hum	Lilik Dwi Setyana, ST., MT
Suprpto, Drs., M.Ikom	Ir. Felixtianus Eko Wismo Winarto, M.Sc.,Ph.D
Abdul Ro'uf, M.Ikom	Prof. Tri Widodo, M.Ec.Dev., Ph.D
Dr. Wahyudi Istiono, M.Kes	Dr. Sony Warsono, MAFIS
Ir. Lukman Subekti, MT	Drs. Retnadi Heru Jatmiko., M.Sc
Muhammad Arrofiq, ST., MT., Ph.D	Dr. Nurul Khahim, S.Si., M.Si
Dr. Ir. Adi Djoko Guritno, MSIE	Ir. Prijono Nugroho, MS., Ph.D
Dr. Moh. Affan Fajar Falah, STP., M.Agr	Joko Setiono, S.H., M.Hum
Agus Kurniawan, ST., MT., Ph.D	Prof. Bambang Purwanto., M.A
Nursyamsu Hidayat ST., MT., Ph.D	

Alamat Sekretariat

Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada

Jl. Kaliurang KM 1, Sekip 1 Yogyakarta Telp/Fax: (0274) 588999

e-mail : sv@ugm.ac.id website : www.sv.ugm.ac.id

SAMBUTAN KETUA PANITIA SNTT 2013

Pertama-tama kita panjatkan puji syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan anugerah-Nya kita dapat bertemu pada acara Seminar Nasional Teknologi Terapan (SNTT) 2013 dengan tema “Pengembangan Teknologi Terapan yang Unggul, Bermartabat, dan Profesional”. Seminar ini sesungguhnya dapat dikatakan sebagai kelanjutan penelitian dosen-dosen Sekolah Vokasi UGM. Kita menyadari bahwa memasuki era globalisasi kita dihadapkan pada fenomena perubahan yang sangat cepat pada bidang teknologi, informasi dan ilmu yang lainnya. Dalam proses perubahan tersebut timbul pula krisis sosial budaya, hukum, dan ekonomi serta etika. Oleh karena itu kita harus dapat menyikapi dan melihat dengan perspektif yang berkembang dari berbagai sudut pandang yang ada. Melalui seminar ini diharapkan kita dapat melengkapi kemampuan akademik secara komprehensif, baik dari sudut pandang teoritik maupun dari sudut pandang terapan. Maksud diadakannya SNTT-2013 ini adalah para peneliti dapat saling bertemu sehingga dapat mempublikasikan hasil penelitian-penelitian yang telah dilakukan secara nasional, dan juga sebagai media interaksi antara para peneliti dengan dunia industri (mitra) sehingga Tridharma Perguruan Tinggi dapat diimplementasikan bagi kemajuan bangsa dan negara menuju kemandirian bangsa yang bermartabat. Di samping itu seminar ini juga diharapkan sebagai wadah *link and match* antara perguruan tinggi dengan industri. Dengan demikian, pengembangan riset, teknologi, dan kualitas akademik dapat lebih dipersiapkan menuju masyarakat mandiri dan unggul. Kita berharap seminar ini dapat mengintegrasikan ilmu dan teknologi sehingga mampu mengatasi permasalahan-permasalahan bangsa.

SNTT-2013 menampilkan pembicara kunci Ir. R. Sudirman, M.M., Asisten Menteri Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. SNTT-2013 diikuti lebih dari 200 peserta pemakalah dari berbagai Perguruan Tinggi di Indonesia. Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada para pemakalah sehingga seminar ini dapat berjalan sukses. Kami juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu terselenggaranya seminar ini. Selamat mengikuti diskusi dan berseminar. Semoga kontribusi yang diberikan oleh para peneliti dapat bermakna untuk kemakmuran dan kesejahteraan umat manusia.

Yogyakarta, 26 Oktober 2013

Fitri D. Berutu, S.E., S.S., M.Sc.

Daftar Isi

Halaman Judul	i
Hak Cipta	ii
Susunan Panitia	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
Analisis Kelembagaan pada Program Sertifikasi Hutan Rakyat Di Kabupaten Gunungkidul.....	1
Wiyono, Silvi Nur Oktalina	
Rotator Antena Televisi Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 dan Ponsel Android	9
Unang Sunarya , Danu Dwi Sanjoyo, Qushay Bagas Isworo	
Kandungan Nitrogen pada Lahan Bekas Erupsi Gunung Merapi yang Didominasi Acaciadecurrens	13
Puji Lestari, Prasetyo Nugroho	
Pengaruh Sistem Tata Usaha Kayu Hutan Rakyat terhadap Pendapatan Asli Daerah di Kabupaten Gunungkidul Daerah Istimewa Yogyakarta	17
Silvi Nur Oktalina Wiyono	
Pengaruh Permainan Berbasis Kearifan Budaya Lokal terhadap Derajat Depresi dan Kadar Kortisol Pada Siswa Taman Kanak-Kanak di Hunian Tetap Gondang Cangkring Sleman...25	
Hadianto Ismangoen, Sumarni	
Keunggulan dan Kelemahan Lampu Led Dibandingkan dengan Lampu Lhe.....	35
Suyoto, Lukman Subekti, M. Sidik Sobari	
Analisis Unjuk Kerja Video Conference melalui Jaringan 3g.....	43
Budi Bayu Murti, Nur Rohman Rosyid	
Klasifikasi Citra Elektrokardiogram untuk Deteksi Kondisi Jantung	50
Nur Sulistyawati	
Aplikasi Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (Anfis) untuk Klasifikasi Suara Jantung sebagai Alat Bantu Diagnosis Gangguan Jantung	60
Hidayat Nur Isnianto, Esti Puspitaningrum	

Rangkaian Pemicu Berbasis Mikrokontroler untuk Thyristor	68
Muhammad Arrofiq, R. Arif Tri Rahmawanto	
Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fase 90w dengan Inverter Berbasis Mikrokontroler	74
Lukman Subekti, Muhammad Arrofiq, Irshadi Azhhar	
Ekstraksi Ciri Sinyal Suara Manusia dengan Menggunakan Metode Pengolahan Grafik Sederhana	82
Esti Puspitaningrum, Hidayat Nur Isnianto, Maun Budiyanoto	
Harmonik Tegangan dan Harmonik Arus Akibat Perbaikan Faktor Daya	90
Maun Budiyanoto, Daroto	
Analisis Karakteristik Kelulusan Mahasiswa dengan Pendekatan Aturan Asosiasi Fp-Growth Studi Kasus Program Diploma Teknik Elektro Ugm	97
Sri Lestari, Y. Wahyu Setiyono	
Sifat Elektrofisis Kabel Berisolasi Xlpe.....	104
Daroto, Sri Lestari	
Sistem Deteksi Kondisi Kolesterol dan Jantung Melalui Pengolahan Citra Iris Mata.....	108
Nur Sulistyawati	
Pemetaan Wilayah Cakupan Komunikasi Seluler Berdasarkan Sebaran Spektrum Frekuensi Tinggi.....	115
Budi Bayu Murti, Unan Yusmaniar Oktiawati	
Sistem Monitoring Terpadu Pembacaan Sensor pada Mud Logging.....	123
Rizal, Nur Sulistyawati	
Perbaikan Akurasi Penambangan Log Serangan Malware Berdasarkan Data Nilai Hash Malware	128
Nur Rohman Rosyid, Maun Budiyanoto	
Studi Penerapan E - Procurement pada Proses Pengadaan di Pemerintah Kota Yogyakarta.....	136
Bambang Herumanta, Agus Kurniawan	

Pengaruh Penambahan Aspal Hayati Terhadap Sifat-Sifat Teknis Campuran Lapis Tipis Aspal Beton.....	145
Iman Haryanto, Wiryanta	
Kalibrasi Pengujian Kadar Air Antara Metode Speedy, Spiritus dan Oven di Laboratorium (Calibration Of Testing Moisture Between Speedy, Spiritus And Oven Methods In Laboratory).....	152
Supriyono, Hotma Prawoto S.	
Efektivitas Kinerja dan Desain Ulang Simpang Bundaran Mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (<i>Performance Effectivity And Redesigning Of Roundabouts Referring To Indonesian Highway Capacity Manual 1997</i>)	160
Suwardo, Heru Budi Utomo	
Pengaruh Keberadaan Utilitas Jalan Terhadap Tingkat Pelayanan Trotoar.....	171
Nursyamsu Hidayat, Suwardo	
Pengaruh Penambahan Bioaspal Terhadap Nilai stabilitas, Flow Dan Marshall Quotient Pada Campuran Lapis Aspal Beton	177
Heru Budi Utomo, Iman Haryanto	
Penyusunan Prioritas Pemeliharaan Infrastruktur Berbasis Penilaian Indek Kondisi	184
Agus Nugroho, Supriyono	
Identifikasi Produktifitas Tenaga Kerja Konstruksi Berdasarkan Ergonomis Kerja	193
Hotma Prawoto S, Agus Nugroho	
Pemanfaatan Abu Vulkanis Dan Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Subgrade (Volcanic Ash And Lime Utilization As Stabilization Material Subgrade)	201
Devi Oktaviana Latif, Teguh Sudibyo	
Kajian Mortar dengan Substitusi Limbah Karbit	209
Edi Kurniadi, Fathi Basewed	
Penggunaan Beton Serat Kelapa untuk Aplikasi Atap.....	216
Agus Kurniawan, Dian Sestining Ayu	

Tinjauan Perubahan Perilaku Bata Beton (Paving Block) Akibat Penambahan Serat Alami dan Serat Buatan	223
Dian Sestining Ayu, Bambang Herumanta	
Kajian Kuat Lentur dan Tarik Belah pada Penyambungan Beton Baru ke Beton Lama dengan Perkat Sikalatex Dan Paku	230
Fathi Basewed, Edi Kurniadi	
Restorasi Kali Belik di Kawasan Kampus Ugm	239
Muhammad Sulaiman, Adhy Kurniawan	
Sistem Informasi untuk Mendukung Sistem Tata Air Berkelanjutan di Kampus Ugm.....	249
Adhy Kurniawan, Muhammad Sulaiman, Fahrudin Hanafi	
Optimalisasi Perancangan Turbin Air Jenis Pelton untuk Menghasilkan Torsi Maksimum yang Diaplikasikan Pada Air Terjun Sungai Minggir di Desa Sendangrejo, Kabupaten Sleman, Yogyakarta	258
Surojo	
Analisis Pengaruh Penggunaan Sistem Minimum Quantity Lubrication (Mql) Terhadap Keausan Pahat dan Kekasaran Permukaan Benda Kerja	266
Budi Basuki, Istyawan Priyahapsara	
Pengaruh Variasi Laju Regangan Linier Terhadap Data Hasil Uji Tarik Plat Aluminium	272
Handoko, Benidiktus Tulung Prayoga	
Pemanfaatan Panas Pada Kompor Gas Lpg untuk Pembangkitan Energi Listrik menggunakan Generator Thermoelektrik.....	280
Sugiyanto, Soeadgihardo Siswantoro	
Potensi Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Savonius sebagai Alternative Pembangkitan Listrik Tenaga Angin.....	286
F. Eko Wismo Winarto, Sugiyanto	
Memprediksi Nilai Konduktivitas Termal Buah Melon, menggunakan Pendekatan Metode Numerik, pada Proses Pendinginan Buah Secara Konveksi Alami	293
Susanto Johannes, Fathurahman	
Perbandingan Efisiensi Waktu dan Biaya Peleburan Dapur Lebur Listrik dengan Dapur Lebur	

Gas Lpg (<i>Comparison Of Efficiency Time And Cost Melting Electric Furnace To Lpg Furnace</i>)	300
Nugroho Santoso, Bambang Suharnadi	
Pengaruh Tungsten Terhadap Keausan Material Abrasion-Resistant Cast Iron	305
Lilik Dwi Setyana, Tarmono	
Desain Stabilitas Sensor IMU (Inertial Measurement Unit) Pada Perangkat Autopilot Pesawat Udara Tanpa Awak	312
Setyawan Bekti Wibowo, Budi Basuki, Praja Sapta	
Pilihan Moda Antara Kereta Api dan Truk Untuk Angkutan Barang Dari dan Menuju Pelabuhan Tanjung Tembaga Probolinggo (Modal Choice Between Rail And Truck Freight To And From The Port Of Tanjung Tembaga In Probolinggo)	319
Suwardo, Joko Murwono	
Variasi Tekanan Injeksi pada Sepeda Motor Injeksi Berbahan Bakar Premium Terhadap unjuk Kerja Mesin.....	329
Harjono, F. Eko Wismo W.	
Pengaruh Injeksi Uap Air Terhadap Kualitas Gas Buang Pada Mobil Mitsubishi L300	336
Ir. Greg. Sukartono	
Pengujian Pengembangan Knalpot Hemat Energi Berbasis Generator Thermoelektrik pada Sepeda Motor Tipe Matic 110 Cc	345
Sugiyanto, Fathurahman, Andri	
Sepeda Motor Jenis Cub	352
F.X. Sukidjo, Ir., M.T, Erwin Saptanto	
Data Handling System For Capturing And Managing Process Planner Knowledge	357
Wikan Sakarinto, Hiroshi Narazaki, Keiichi Shirase	

Kekuatan Lentur Komposit Matriks Kaca Limbah dengan Penguat Partikel Aluminium Limbah yang Dibuat dengan Metode Tanpa Penekanan	367
Suryo Darmo	
Estimasi Produktivitas Tanaman Padi Sawah Menggunakan Citra Alos Palsar Full Polarimetric di Sebagian Kabupaten Sleman.....	375
Like Indrawati, Retnadi Heru Jatmiko	
Aplikasi Pemodelan Spasial 3 Dimensional untuk Model Medan Lapangan Nyata pada Simulator Wahana Udara.....	382
Barandi Sapta Widartono, Taufik Hery Purwanto	
Perbandingan Akurasi Pemodelan Spasial Kerentanan Wilayah Terhadap Penyakit Leptospirosis Berbasis Ekologi dan Administrasi (Studi Kasus Di Kecamatan Bantul, Jetis Dan Imogiri Kabupaten Bantul).....	387
Prima Widayani, Iswari Nur Hidayati	
Perbandingan Akurasi Pemodelan Spasial Kerentanan Wilayah Terhadap Penyakit Leptospirosis Berbasis Ekologi Dan Administrasi (Studi Kasus Di Kecamatan Bantul, Jetis dan Imogiri Kabupaten Bantul)	396
Sudaryatno, Agus Joko Pitoyo	
Aplikasi Pemetaan Berbasis Partisipasi untuk Up-Dating Batas Wilayah Sebagian Kota Yogyakarta.....	404
Zuharnen, Ibnu Kadyarsi	
Pengukuran Akurasi Posisi Menggunakan Gns Rtk Berbasis Cors Sebagai Titik Ikat Koreksi Geometri Pada Citra Hasil Pemotretan Pesawat Udara Tanpa Awak.....	411
Karen Slamet Hardjo, R. Ibnu Rosyadi	
Penggabungan Hard Classification Dan Soft Classification untuk Klasifikasi Penutup Lahan pada Citra Penginderaan Jauh Digital di Sebagian Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.....	415
R. Ibnu Rosyadi, Karen Slamet Hardjo	
Pengaruh Modifikasi Sistem Pengapian Standar Menjadi Sistem Pengapian Ganda pada Kinerja Mesin Empat Langkah.....	419
Ir. Greg. Sukartono, Sujono	

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografi untuk Analisis Ketahanan Pangan di Daerah Basis Pertanian Kabupaten Sleman	428
Rika Harini, Emilia Nurjani	
Pemetaan Konsentrasi Klorofil-A Berdasarkan Data Digital Aqua Modis Level 1-A di Perairan Selat Bali.....	439
Retnadi Heru Jatmiko, Yan Budiharti	
Flow-Line: A Proposed Method For Tracing Subterranean River Networks By Means Of Remote Sensing And Gis	449
Eko Haryono, Taufik Hery Purwanto	
Pemanfaatan Sig untuk Analisis Sebaran Spasialperkembangan Harga Lahan di Kecamatan Sleman	457
Sri Rahayu Budiani, Sudrajat	
Ekstraksi Morfometri Daerah Aliran Sungai Dari Data Digital Surface Model (Studi Kasus Das Opak).....	465
Taufik Hery Purwanto	
Kajian Akurasi Dtm Foto Udara Uav Sebagai Alternatif Penyedia Data Topografi	475
Ruli Andaru, Rochmad Muryamto	
Peningkatan Kualitas Videogrametri untuk Mendukung Manajemen Lalu Lintas	483
Harintaka, Christine Noegroho Kartini	
Optimasi Jaring Kontrol Horisontal Berdasarkan Persyaratan Matriks Kriteria untuk Studi Geodinamika di Patahan Sungai Opak	490
Dwi Lestari, Yulaikhah	
Self-Adaptive User Interface For Dss Applied On Cnc Operator Knowledge Management System.....	498
Wikan Sakarinto, Surojo, Keiichi Shirase	
Penentuan Kecepatan Pergerakan Titik Kontrol Geodesi di Pulau Jawa.....	508
Hidayat Panuntun, Nurrohmat Widjajanti	

Seminar Nasional Teknologi Terapan – SNTT 2013 (26/10/2013)

Pengaruh Pupuk Organik dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (<i>Zea Mays L.</i>) di Lahan Tercemar Kromium Limbah Industri Penyamakan Kulit.....	521
Rizki Fauziah R, Irfan D. Prijambada, Tohari	
Konsolidasi Lahan Sawah Kawasan Situ Gede, Bogor.....	527
Yudith Vega Paramitadevi, Felisa Dwi Pramesthi	
Analisis Komparatif Risiko Produktivitas, Dan Efisiensi Produksi Kelapa Sawit Ptpn Iii dan Ptpn Xiv.....	532
Lili Dahliani	
Aplikasi Alat Pemotong Elbow Sebagai Solusi Kebutuhan Elbow Sudut Tertentu	538
Wahyu Jaya , Nanang W , Nurul M	
Peranan Sistem Informasi Manajemen Puskesmas (Simpus) Sebagai Alat Komunikasi Antar Tenaga Kesehatan di Puskesmas Gondokusuman li.....	547
Nur Rokhman, Nuryati	
Penentuan Kandungan Klorofil Daun Tanaman Sagu Muda (<i>Metroxylon Sagu Rottb.</i>) dengan Menggunakan Spad 502 <i>Chlorophyll Meter</i>	554
Ratih Kemala Dewi, H. M. H. Bintoro	

PENGARUH TUNGSTEN TERHADAP KEAUSAN MATERIAL ABRASION-RESISTANT CAST IRON

Lilik Dwi Setyana dan Tarmono

Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, UGM
Jl. Grafika No 2A, Yogyakarta (email: lilik_ugm@yahoo.co.id)

Abstrak

Ketahanan aus material Abrasion-Resistant Cast Iron dapat ditingkatkan dengan perubahan komposisi kimia ataupun dengan proses perlakuan panas. Perubahan komposisi kimia dengan cara melakukan variasi kandungan chromium (Cr), molybdenum (Mo), carbon (C), vanadium (V) maupun tungsten (W) yang merupakan komposisi utama dari material abrasion-resistant cast iron. Penelitian bertujuan mengetahui kandungan tungsten (W) sehingga memperoleh ketahanan aus optimal.

Penelitian dilakukan dengan membuat produk dengan cara melebur bahan dengan komposisi yang sesuai untuk membuat Abrasion-Resistant Cast Iron dengan berbagai variasi komposisi tungsten yang dilanjutkan dengan pengujian kekerasan (menggunakan hardness tester), keausan (menggunakan universal wear) dan struktur mikro (menggunakan metallurgical microscope). Pengamatan karbida yang terbentuk dengan Scanning Electron Microscope (SEM)

Hasil pengamatan struktur mikro material abrasion resistant cast iron didominasi oleh perlit dan karbida besi (sementit), sedangkan karbida chromium, molybdenum dan tungsten terlihat setelah pengamatan menggunakan SEM dengan penyebaran merata. Penambahan tungsten meningkatkan kekerasan hingga 54% (364 menjadi 562 BHN) untuk penambahan 0.44 hingga 1.42% berat. Sedangkan ketahanan aus meningkat 7% ($6,08 \cdot 10^{-10}$ menjadi $5,7 \cdot 10^{-10} \text{ mm}^3/\text{kg.m}$) untuk penambahan 0.44 hingga 1.42% berat.

Kata kunci: *Abrasion-Resistant Cast Iron, ketahanan aus, White cast iron*

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Teknologi pengecoran logam terus dikembangkan karena semakin banyak produk yang dibuat dengan cara pengecoran. Selain produk dapat diselesaikan dengan cepat, kualitas produk dapat dikontrol dengan cara memantau komposisi kimia pada saat peleburan logam. Di desa Batur, Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten

terdapat banyak industri pengecoran logam dengan kapasitas kecil (industri rumah tangga), dan kapasitas menengah (UMK dan UMKM). Produk yang dihasilkan antara lain *bearing house, pump, crank shaft, crusher, shaft, impeler, roda gigi* dan *liner*. *Liner* digunakan untuk menggiling/menghaluskan batu-batu mineral maupun *clinker* di pabrik semen.

Produk *liner* dibuat dari material *Abrasion-Resistant Cast Iron* dengan paduan utama Cr, Mo, V dan W yang memiliki ketahanan aus tinggi, namun ternyata produk yang dihasilkan belum memiliki ketahanan aus yang tinggi, sehingga upaya peningkatan ketahanan aus terus dilakukan agar umur pakai produk meningkat.

Ketahanan aus material dapat ditingkatkan dengan pengubahan komposisi kimia ataupun dengan proses perlakuan panas. Pengubahan komposisi kimia dengan cara melakukan variasi kandungan chromium (Cr), molybdenum (Mo), carbon (C), vanadium (V) maupun tungsten (W) yang merupakan komposisi utama dari material *abrasion-resistant cast iron*. Perlakuan panas yang bisa dilakukan untuk material *abrasion-resistant cast iron* adalah *austenisasi-quenching, normalizing, annealing* maupun *tempering* dengan tujuan karbida karbida chromium, karbida molybdenum, karbida besi maupun karbida vanadium muncul sehingga material menjadi keras dan tahan aus.

Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh variasi unsur tungsten terhadap keausan terhadap material *Abrasion-Resistant Cast Iron*

Metodologi Penelitian

Proses utama dalam penelitian adalah menemukan komposisi unsur paduan khususnya kandungan tungsten yang menjadikan produk mempunyai ketahanan aus tertinggi. Secara garis besar proses penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Membuat produk dengan cara melebur bahan dengan komposisi yang sesuai untuk membuat *Abrasion-Resistant Cast Iron* dengan berbagai variasi komposisi tungsten.
2. Menguji komposisi unsur paduan dengan spectrometer untuk memastikan

komposisi sudah sesuai dengan yang direncanakan

3. Membuat spesimen uji kekerasan, keausan dan struktur mikro
4. Melakukan pengujian kekerasan (menggunakan *hardness tester*), keausan (menggunakan *universal wear*) dan struktur mikro (menggunakan *metallurgical microscope*)
5. Pengamatan karbida yang terbentuk dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM)
6. Memperoleh produk dengan komposisi unsur optimal.

Tinjauan Pustaka

Besi cor putih dalam aplikasi teknik secara umum digolongkan menjadi dua (Jiyang. Z, 2009), yaitu:

1. *Abrasion-Resistant Cast Iron* untuk komponen membutuhkan ketahanan aus tinggi
2. *White cast iron* untuk keperluan manufaktur berbentuk/berupa *malleable cast iron*.

Komposisi dasar *white cast iron* tercantum pada tabel 1. Komposisi kimia untuk *Abrasion-Resistant Cast Iron* sangat dipengaruhi oleh kandungan karbon yang tinggi dan silicon yang rendah sehingga dapat meningkatkan jumlah karbida dengan ketahanan aus tinggi. *Malleable cast iron* sangat ditentukan oleh kandungan karbon yang rendah namun kandungan silicon tinggi sehingga meningkatkan grafitisasi selama proses anil dan mempengaruhi bentuk grafit.

Tabel 1. Komposisi unsur *white cast iron*

No	C	Si	Mn	P	S	Application
1	3.5-4.5	0.4-1.2	0.2-1	0.1-0.3	<0.1	Abrasion Resistant
2	2.4-2.8	1.2-1.8	0.3-0.6	<0.1	<0.2	Malleable Cast Iron

Kandungan tungsten (W) pada besi cor putih meningkatkan kekerasan dan ketangguhan impak karena adanya karbida primer dan eutektik biner. Sehingga kandungan tungsten yang tinggi pada besi cor putih sering digolongkan dalam jenis eutektik atau hipereutektik dengan komposisi:

$$w(W) = 20\% - 30\%, \text{ atau } w(C) = 2,0\% - 2,5\%.$$

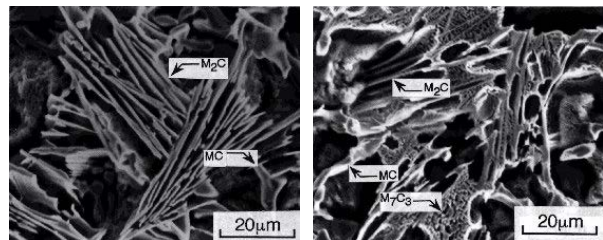
Tabel 2. Karbida yang terbentuk saat pembekuan *abrasion-resistant cast iron* (Matsubara Y, 2002)

No.	Chemical composition	Combination of carbide	Solidification Sequence
1	2% C 5% Cr 2% Mo 2% W 9% V 5% Co	Coral-like MC + lamellar M ₂ C	L ₀ → γ _p + L ₁ at 1651 K
			L ₁ → (γ + MC) _E + L ₂ at 1631 K
			L ₂ → (γ + M ₂ C) _E at 1498 K
2	3% C 5% Cr 2% Mo 2% W 5% V 5% Co	Nodular MC + rod-like M ₇ C ₃	L ₀ → γ _p + L ₁ at 1556 K
			L ₁ → (γ + MC) _E + L ₂ at 1515 K
			L ₂ → (γ + M ₇ C ₃) _E at 1452 K
3	3% C 5% Cr 2% Mo 2% W 9% V 5% Co	Chunky and coral-like MC + rod-like M ₇ C ₃	L ₀ → (MC) _p + L ₁ at 1732 K
			L ₁ → (γ + MC) _E + L ₂ at 1550 K
			L ₂ → (γ + M ₇ C ₃) _E at 1453 K

Molybdenum dan tungsten merupakan unsur pembentuk karbida dengan pengaruh yang serupa. Apabila Mo dan W ditambahkan pada baja paduan dengan kandungan karbon, maka akan terbentuk karbida yang kompleks (Mo,W,Fe)₂C, M₂C, (Mo,W,Fe)₆C atau M₆C. Karbida tersebut lebih keras dari karbida chromium (M₇C₃) walaupun dalam jumlah yang sedikit. Mo dan W larut ke dalam matriks dan meningkatkan pengerasan baja. W dan Mo juga mempromosikan pengerasan presipitasi dari matriks dengan tempering (Matsubara Y, 2002). Nilai tungsten (W_{eq}) dinyatakan oleh persamaan berikut:

$$W_{eq} = \%W + 2\%Mo$$

Karbida molybdenum dan tungsten hasil presipitasi misalnya karbida M₂C, hasil as cast berbentuk *lamellar* (serpih) ataupun *coarse plate* seperti ditunjukkan pada Gambar 1 (a dan b) namun juga akan dipengaruhi oleh komposisi kimianya. Karbida M₂C dapat berubah menjadi karbida M₆C melalui proses pemanasan. Lamellar eutectic karbida M₂C terlihat terpisah yang menunjukkan karbida M₂C terbentuk pada akhir pembekuan. Serpihan karbida M₂C lebar dan tebal, jenis karbida tersebut biasanya terlihat pada besi cor putih dengan kandungan tungsten tinggi..



a. Karbida Coarse plate M₂C b. Karbida M₇C₃ dan M₂C

Gambar 1. Karbida molybdenum dan tungsten

Sifat karbida adalah mempunyai kekerasan, modulus elastic dan titik cair tinggi, namun bersifat sangat getas. Beberapa jenis karbida beserta sifatnya dapat dilihat pada tabel 2 (Jiyang. Z, 2009).

Tabel 2. Karakteristik berbagai jenis karbida

Carbide	Crystal type	Lattice constant nm	Melting point °C	Hardness HV
Fe ₃ C	Rhombic	a = 0.4514 b = 0.5087 c = 0.6728	1,650	860
Cr ₇ C ₃	Hexagonal	a = 0.688 b = 0.454	1,780 (decompose)	2,100
Cr ₂₃ C ₆	Complex cubic	a = 1.064	1,520 (decompose)	1,650
Mo ₂ C	Hexagonal	a = 0.30 c/a = 0.158	2,600 (decompose)	1,500
W ₂ C	Hexagonal	a = 0.298 c/a = 0.1578	2,750	2,060 HM
WC	bcc	a = 0.2901	2,867	2,400
VC	fcc	a = 0.4130	2,830	2,800
NbC	fcc	a = 0.4458	3,500	2,400
TiC	fcc	a = 0.432	3,150	3,200
ZrC	fcc	a = 0.4687	3,530	2,890

Kopycinski. D dan Piasny. S (2012), melakukan penelitian tentang pengaruh tungsten dan titanium terhadap struktur mikro *Chromium Cast Iron*, diperoleh hasil bahwa struktur mikro *Chromium Cast Iron* sangat dipengaruhi oleh penambahan tungsten dan titanium. Titanium merupakan elemen pembentuk karbida, yang terbentuk pada temperatur tinggi saat kondisi cair. Tungsten juga pembentuk karbida dan perlit seperti titanium. Pengaruh tungsten pada sifat mekanik hampir sama dengan molybdenum walaupun lebih lemah, tungsten menaikkan kekerasan besi cor. Tungsten lebih banyak digunakan karena harganya yang lebih murah.

Studnicki A, dkk (2006), melakukan penelitian mengenai ketahanan aus material *chromium cast iron* dengan membuat metode yang memungkinkan untuk karakterisasi chrom pada besi cor dengan DTA-K3. Metode DTA-K3 dapat digunakan untuk proses kristalisasi material cor untuk paduan *abrasion-resistant*. Dengan metode ini dapat diketahui pengaruh jumlah komposisi kimia, proses rekristalisasi dan *temperature treatment* pada bentuk dan jumlah karbida di matrik (α , γ) pada besi cor.

Kadhim, dkk (2011), melakukan penelitian mengenai pengaruh kandungan mangaan (Mn) terhadap struktur mikro material *high chromium white cast iron* yang diteliti menggunakan SEM, terlihat phase austenite yang berbentuk dendrite dan pelat-pelat. Semakin banyak penambahan

Mn maka batas butir austenite akan semakin jelas dan harga kekerasan semakin menurun karena jumlah martensit sangat sedikit dan didominasi delta ferrite. Penambahan Mn akan berpengaruh terhadap terbentuknya karbida dalam jumlah yang sedikit dalam matrik austenite.

2. PEMBAHASAN

Pengujian komposisi kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan di PT Baja Kurnia, Ceper, Klaten dengan hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Paduan utama berupa unsur Cr dan C sehingga masuk dalam penggolongan A 532M class III Type A. Material ini termasuk dalam penggolongan besi cor putih yang biasa digunakan untuk *mining, milling, earth-handling*, dan industri manufactur. (ASTM, 2003). Penambahan tungsten bervariasi dengan range antara 0.3 hingga 2% berat, namun setelah dilakukan pengujian komposisi kimia diperoleh hasil : 0.44, 0.94, 0.97, 1.09, 1.42 % berat.

Tabel 3. Hasil pengujian komposisi kimia

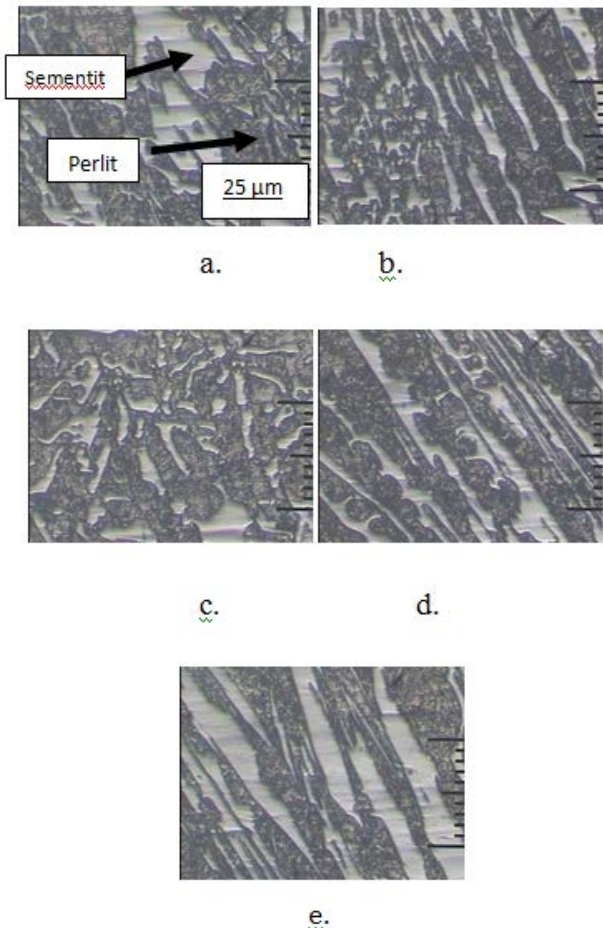
Fe	74.46	Cr	20.1
C	3.43	Mo	0.35
Si	0.99	Ni	0.10
Mn	0.26	Al	0.01
P	0.05	Cu	0.03
S	0.04	V	0.09

Tabel 4. Komposisi kimia *abration corrotion steel cast iron* (ASTM, 2003)

Class	Type	Designation	Carbon	Manganese	Silicon	Nickel	Chromium	Molybdenum	Copper	Phosphorus	Sulfur
I	A	Ni-Cr-Hc	2.8-3.6	2.0 max	0.8 max	3.3-5.0	1.4-4.0	1.0 max	...	0.3 max	0.15 max
I	B	Ni-Cr-Lc	2.4-3.0	2.0 max	0.8 max	3.3-5.0	1.4-4.0	1.0 max	...	0.3 max	0.15 max
I	C	Ni-Cr-GB	2.5-3.7	2.0 max	0.8 max	4.0 max	1.0-2.5	1.0 max	...	0.3 max	0.15 max
I	D	Ni-HiCr	2.5-3.6	2.0 max	2.0 max	4.5-7.0	7.0-11.0	1.5 max	...	0.10 max	0.15 max
II	A	12% Cr	2.0-3.3	2.0 max	1.5 max	2.5 max	11.0-14.0	3.0 max	1.2 max	0.10 max	0.06 max
II	B	15% Cr-Mo	2.0-3.3	2.0 max	1.5 max	2.5 max	14.0-18.0	3.0 max	1.2 max	0.10 max	0.06 max
II	D	20% Cr-Mo	2.0-3.3	2.0 max	1.0-2.2	2.5 max	18.0-23.0	3.0 max	1.2 max	0.10 max	0.06 max
III	A	25% Cr	2.0-3.3	2.0 max	1.5 max	2.5 max	23.0-30.0	3.0 max	1.2 max	0.10 max	0.06 max

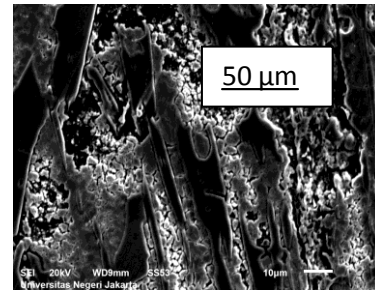
Pengamatan struktur mikro

Struktur mikro material *abrasion resistant cast iron* didominasi oleh perlit dan karbida besi (sementit) yang bersifat keras seperti terlihat pada Gambar 2. Variasi kandungan tungsten sebesar 0.44, 0.94, 0.97, 1.09, 1.42 berpengaruh pada bentuk karbida besi dan jumlah perlit yang terbentuk. Tungsten merupakan elemen pembentuk karbida dan perlit. Dari pengamatan foto mikro terlihat jumlah karbida yang semakin banyak dan membesar seiring penambahan tungsten. Kekerasan yang lebih tinggi menyebabkan ketahanan aus meningkat.

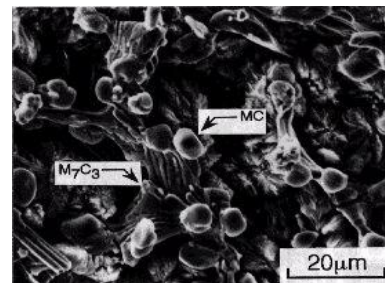


Gambar 2. Struktur mikro spesimen variasi penambahan tungsten a. 0.44; b. 0.94; c. 0.97; d. 1.09; e. 1.42% berat

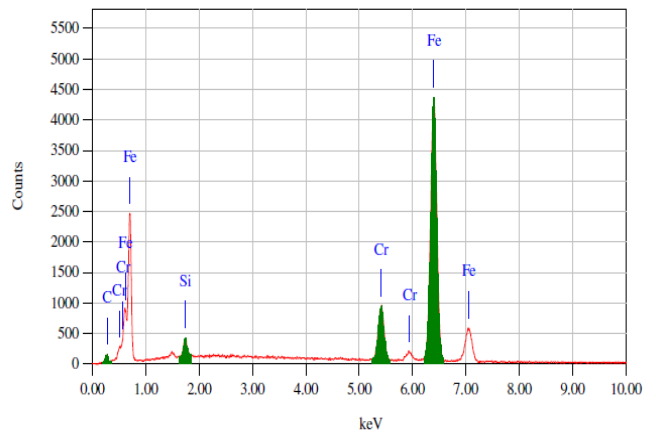
Pengamatan menggunakan *Scanning Elektron Microscope (SEM)* terlihat adanya karbida chromium, molybdenum maupun karbida besi seperti terlihat pada Gambar 3. Adanya karbida tersebut akan meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus material.



a. Foto SEM untuk penambahan tungsten 1.42% berat



b. Karbida chromium dan molybdenum

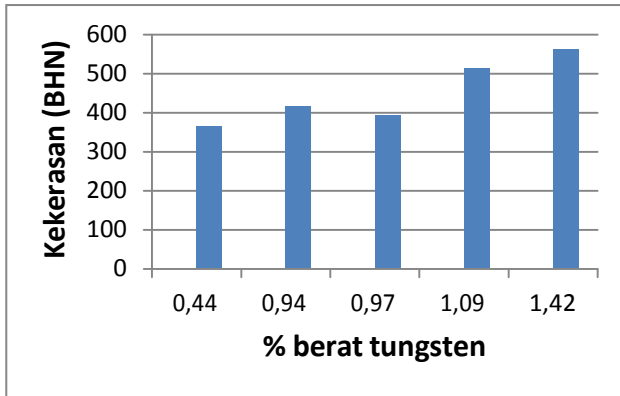


Gambar 3. Foto SEM dan pengujian EDAX

Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode indentasi Brinnel dengan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 4. Kekerasan spesimen dengan kandungan tungsten 0.44, 0.94, 0.97, 1.09 dan 1.42 % berat, secara berurutan adalah 364, 415, 393, 512 dan 562 BHN.

Penambahan tungsten cenderung meningkatkan kekerasan karena jumlah karbida yang terbentuk semakin banyak dan menyebar merata. Tingkat kekerasan spesimen berpengaruh terhadap tingkat keausan, dimana semakin tinggi kekerasan maka tingkat keausan material menjadi lebih rendah.

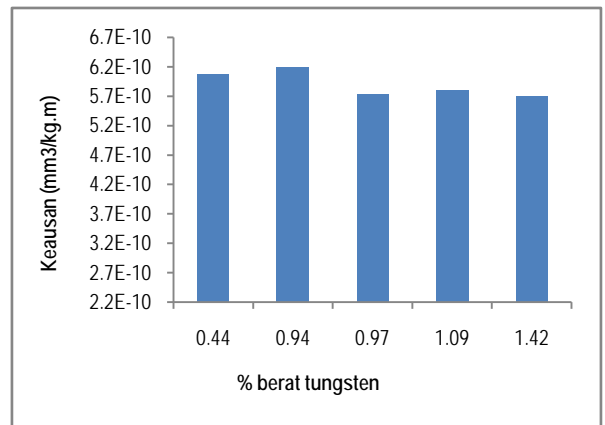


Gambar 4. Grafik pengujian kekerasan

Pengujian keausan

Pengujian keausan dilakukan dengan *universal wear* dengan hasil seperti terlihat pada Gambar 5. Harga keausan spesimen dengan kandungan tungsten 0.44, 0.94, 0.97, 1.09 dan 1.42 % secara berurutan adalah $6,08 \cdot 10^{-10}$, $6,18 \cdot 10^{-10}$, $5,73 \cdot 10^{-10}$, $6,4 \cdot 10^{-10}$ dan $5,7 \cdot 10^{-10}$ $\text{mm}^3/\text{kg.m}$.

Tingkat keausan suatu material sangat dipengaruhi oleh tingkat kekerasan dan struktur mikronya. Material dengan kekerasan tinggi mempunyai keausan rendah atau dengan kata lain ketahanan ausnya tinggi. Material dengan struktur mikro ferrit dan perlit yang bersifat lunak menjadikan tingkat keausannya tinggi, sedangkan material dengan struktur mikro didominasi karbida akan mempunyai tingkat keausannya rendah dengan kata lain material tersebut tahan aus. Ketahanan aus tertinggi diperoleh pada penambahan tungsten sebesar 1.42% berat yang merupakan spesimen uji dengan harga kekerasan tertinggi.



Gambar 5. Grafik pengujian keausan

3. KESIMPULAN

1. Struktur mikro material *abrasion resistant cast iron* didominasi oleh perlit dan karbida besi (sementit), sedangkan karbida chrom, molybdenum dan tungsten terlihat setelah pengamatan dengan SEM dengan penyebaran merata.
2. Penambahan tungsten meningkatkan kekerasan hingga 54% (364 menjadi 562 BHN) untuk penambahan 0.44 hingga 1.42% berat.
3. Ketahanan aus meningkat 7% ($6,08 \cdot 10^{-10}$ menjadi $5,7 \cdot 10^{-10}$ $\text{mm}^3/\text{kg.m}$) untuk penambahan 0.44 hingga 1.42% berat.

4. DAFTAR PUSTAKA

ASTM Handbook, 2003

- A. Studnicki, J. Kilarski, M. Przybyl, J. Suchon, D. Bartocha., 2006., *Wear Resistance of Chromium Cast Iron.*, Division of Foundry, Institute of Engineering Materials and Bimaterials, Silesia University of Technology, ul. Towarowa 7, 44-100 Gliwice, Poland.

Kopycinski. D dan Piasny. S., 2012., *Influence of Tungsten and Titanium on the Structure of Chromium Cast Iron.*, University of Science and Technology, Faculty of Foundry Engineering, Kraków, Poland

Kadhim J.M., Abood N.A., Yaseen S.R., 2011., *The role of Manganese on Microstructure of High Chromium White cast Iron.*, Department

Matsubara Y, 2002.,” *Research and Development of Abrasion Wear Resistant Cast Alloys for Rolls of Rolling and Pulverizing Mills*”, Kurume National College of Technology.

Jiyang. Z, 2009., “*Colour Metalography of Cast Iron*”, Dahlan University of Technology, China.