



# BUKU PROGRAM

Simposium Nasional  
Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri



# RAPI XVIII 2019

Rekayasa Pintar di Era Revolusi Industri 4.0:  
Energi Terbarukan, Sumberdaya dan Material

Surakarta, 1 - 12 Desember 2019



ISSN 1412-9612



9 772686 427006



## **BUKU PROGRAM**

# **SIMPOSIUM NASIONAL REKAYASA APLIKASI PERANCANGAN DAN INDUSTRI (RAPI) XVIII TAHUN 2019**

**Rekayasa Pintar di Era Revolusi Industri 4.0:  
Pengembangan Energi, Sumberdaya dan Material Terbarukan**

Diselenggarakan oleh :



Didukung oleh :



**SUSUNAN PANITIA**  
**SEMINAR NASIONAL REKAYASA APLIKASI PERANCANGAN DAN INDUSTRI**  
**(RAPI XVIII) dan THE 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING**  
**TECHNOLOGY AND INDUSTRIAL APPLICATION (ICETIA 6)**  
**TAHUN 2019**

Penanggung Jawab	Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D. (Dekan)
Panitia Pengarah/ Steering Comitee	Dr. Ir. Dhani Mutiari, M.T. (WD1) Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D. (WD2) Muh. Al Fatih Hendrawan, S.T., M.T (WD3) Mochamad Solikin, S.T, M.T, Ph.D Ir. Subroto, M.T Eko Setiawan, S.T., M.T., Ph.D Dr. Ir. Widyastuti Nurjayanti, M.T Umar , S.T., M.T Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D

**KEPANITIAAN RAPI-ICETIA**

1. Ketua	Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D.
2. Wakil Ketua	Dr. Muhammad Kusban, S.T., M.T
3. Sekretariat	Muhammad Syukron, S.T., M.Eng., Ph.D. Dedi Ary Prasetya, S.T., M.Eng Sa'idah Aliyatul Himmah, S.T. Usman Cahyo Saputro, A.Md Nanung Tri Hidayat, S.Pd
4. Bendahara/Dana	Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T. Asih Prasetyaning Gustin, S.E
5. Seksi-seksi	
a. Publikasi/dokumentasi dan web	Bambang Waluyo Febriantoko, S.T., M.T Ir. Abdul Basith, M.T Ir. Ahmad Kholid Al Ghofari, S.T., M.T. Efendi Yusuf Fajri, S.Si Muhammad Lutfi Arsyad, S.Kom Mahasiswa S1 FT
b. Prosiding	Agus Yulianto, S.T., M.T. Umi Fadlilah, S.T., M.Eng Ir. Ratnanto Fitriadi, S.T., M.T. Mahasiswa S1 FT
c. Dana dan sponsorship	FT - UMS
d. Perlengkapan dan Transportasi	Adi Isnanto, A.Md Sri Partopo Joko Supriyanto Warsono
e. Acara	Ir. Wijianto, S.T., M.Eng.Sc Ir. Agus Supardi, S.T., M.T.

- 
- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| f. Konsumsi                    | Muchlison Anis, S.T, M.T<br>Mahasiswa S1<br>Ismokoweni, S.E, M. M<br>Eko Hari Siswanto<br>Juri Pandianto<br>Ir. Bibit Sugito, M.T.             |
| 6. Koordinator paper RAPI      |  |
| 7. Reviewer dan Makalah RAPI   |  |
| a. T. Sipil                    | Gurawan Jati Wibowo, S.T., M.Eng   |
| b. T. Mesin                    | Joko Sedyono, S.T., M.Eng, Ph.D  |
| c. T. Industri                 | Dr. Ir. Suranto, S.T., M.M   |
| d. T. Elektro                  | Dr. Ratnasari Nur Rohmah, S.T., M.T.   |
| e. T. Kimia                    | Dra. Kun Harismah, M.Si., Ph.D   |
| f. Arsitektur                  | Dr. Rini Hidayati, S.T., M.T.  |
| 8. Koordinator paper ICETIA    | Dr. Marwan Effendy, S.T, M.T, Ph.D   |
| 9. Reviewer dan Makalah ICETIA |  |
| a. Teknik Sipil                | Nurul Hidayati, S.T, M.T, Ph.D<br>Purwanti Sri Pudyastuti, S.T., M.Sc<br>Supriyono , S.T., M.T., Ph.D<br>Ir. Waluyo Adi Siswanto, M.Eng., Ph.D |
| b. Teknik Mesin                | Wisnu Setiawan, S.T., M.Arch., Ph.D<br>Dr. Ir. Qomarun, M.M., IPM  |
| c. Arsitektur                  | Fajar Suryawan, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D<br>Dr. Agus Ulinuha, M.T.  |
| d. Teknik Elektro              | Munajat Tri Nugroho, S.T., M.T., Ph.D  |
| e. Teknik Industri             | Dr. Ir. Indah Pratiwi, S.T., M.T.  |
| f. Teknik Kimia                | Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D<br>Denny Vitasari, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D  |
| 10. Publication Committee      | Ir. Tri Widodo Besar Riyadi, S.T., M.Sc., Ph.D<br>Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D   |

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum wa rahmatullahi wabarakatuh.*

*Alhamdulillah wa sholatu wassalamaamu'ala Rasulillah wa'ala aalihi wa shabbihi wa man wallahu.*

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat dan rahmatNya kami dapat menyelenggarakan acara Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri (RAPI) yang ke XVIII tahun 2019 ini pada 11-12 Desember 2019. Simposium Nasional RAPI adalah acara tahunan yang diselenggarakan oleh Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Telah diselenggarakan untuk yang ke-tujuh belas kalinya sejak penyelenggaraan pertama pada tahun 2002.

Atas nama Panitia Pelaksana RAPI XVIII 2019, kami mengucapkan selamat datang kepada para peserta di lokasi acara yakni Hotel Alila Surakarta, pilihan lokasi yang diharapkan tidak hanya mendukung kesuksesan acara tetapi juga menyediakan sambutan hangat di tengah kebudayaan Jawa dan pemandangan khas kota Surakarta. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada para pemakalah yang telah berkontribusi dan mendukung acara simposium ini.

Latar belakang pengambilan tema simposium bahwa aktivitas manusia yang kurang peduli terhadap lingkungan merupakan penyebab utama perubahan iklim global. Peningkatan gas rumah kaca di atmosfer telah menyebabkan kenaikan temperatur global yang dipicu oleh pembakaran bahan bakar fosil untuk transportasi dan industri. Kondisi ini menyebabkan perubahan cuaca yang ekstrem, banjir, dan kekeringan di berbagai belahan dunia yang sangat membahayakan keberlangsungan hidup manusia. Oleh karena itu, usaha-usaha untuk mengurangi pemanasan global dan mencegah perubahan iklim sangat diperlukan. Pengembangan teknologi yang ramah lingkungan bertujuan mengurangi limbah untuk mencegah polusi lingkungan menjadi sebuah prioritas untuk mencapai lingkungan yang *sustainable*.

Berdasar uraian di atas, tema yang dipilih untuk simposium kali ini adalah “Rekayasa Pintar di Era Revolusi Industri 4.0: Pengembangan Energi, Sumberdaya dan Material Terbarukan” Teknologi ramah lingkungan harus mencakup semua aspek kehidupan termasuk: bangunan, sistem transportasi, proses industri, sistem informasi, dan pengelolaan air. Simposium ini menyediakan forum untuk mengakomodasi inisiatif dan riset dalam mendesain lingkungan yang *sustainable* melalui penerapan proses, bahan, dan energi yang ramah lingkungan untuk mencegah perubahan iklim.

Sebagai ketua panitia, saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh Panitia Pengarah dan Panitia Pelaksana yang telah berusaha maksimal dan bekerjasama dengan baik hingga terlaksananya acara ini. Terakhir kami mohon maaf apabila terdapat kekurangan dan keterbatasan sebelum maupun sesudah acara ini berlangsung. Kami mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi perbaikan dan peningkatan pelaksanaan acara ini berikutnya.

Selamat datang di Surakarta dan Simposium RAPI XVIII ini. Kami semua berharap bahwa semua peserta dapat menikmati dan belajar banyak serta mendapatkan pengalaman yang sangat berharga dalam forum ini.

*Wassalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakaatuhu.*

Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM

Ketua Panitia

**SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

*Bismillahirrohmanirrohim.*

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Segala puja dan puji kita panjatkan ke hadirat Allah SWT. Salam dan shalawat semoga terlimpah kepada Nabi Muhammad shalallahu alaihi wassalam.

Alhamdulillah, dengan izin Allah akhirnya Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri ke-18 (RAPI XVIII) dapat diselenggarakan oleh Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta (FT-UMS). Buku Program, Abstrak dan Prosiding dapat terwujud dan tersaji di hadapan para pembaca. Simposium RAPI Tahun 2019 ini adalah penyelenggaraan yang ke-18 setelah pertama kalinya sukses dilaksanakan pada tahun 2002.

Pada kesempatan ini kami bermaksud menyampaikan rasa terima kasih kepada seluruh sivitas akademika dan jajaran pimpinan program studi yang telah mendukung dan memfasilitasi segala keperluan kegiatan sehingga simposium dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh panitia pelaksana RAPI XVIII yang telah bekerja keras sehingga dengan izin Allah sukses mengantarkan seluruh agenda simposium dapat terlaksana dengan sebaik-baiknya. Di atas semua itu, rasa terima kasih juga kami sampaikan kepada Bapak Rektor dan jajaran Wakil Rektor yang dengan dedikasi tinggi memberikan izin, restu, pelayanan, dan fasilitas baik sebelum, selama, dan setelah pelaksanaan simposium.

Simposium ini dilaksanakan dengan maksud antara lain untuk memberikan wadah kepada para akademisi, praktisi, dan masyarakat pemerhati perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam simposium ini sangat diharapkan berbagai inovasi dan kreativitas hasil penelitian dapat didiskusikan dan selanjutnya dapat ditindaklanjuti melalui amal usaha Muhammadiyah dalam rangka meningkatkan kesejahteraan umat.

Demikian beberapa hal yang perlu kami sampaikan, dan kita memohon kepada Allah semoga agenda Simposium Nasional RAPI ke-18 ini sukses, dan dapat berkelanjutan dari tahun ke tahun agar rahmat dan barokah Allah dapat senantiasa terlimpah kepada kita semua, khususnya para penggagas, partisipan, dan pelanjut simposium yang saya muliakan. Berbagai kekurangan dalam pelaksanaan simposium ini tentunya masih sangat banyak, untuk itu saran dan masukan yang konstruktif kami tunggu.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM

Dekan Fakultas Teknik UMS

## **SAMBUTAN REKTOR UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

*Assalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakaatuhu.*

*Alhamdulillahirrabbi alamin washolatu wassalamu ala asyrofil anbiyai walmursalin, amma ba'du.*

Pertama-tama, marilah kita panjatkan puja dan puji syukur kepada Allah SWT, Tuhan Semesta Alam, yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas limpahan taufik serta hidayah-Nya sehingga kita diberi kesempatan untuk dapat berkumpul pada International Conference on Engineering, Technology, and Industrial Application (ICETIA 2019) pada 11-12 Desember 2019 yang diselenggarakan bersamaan dengan Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri XVIII (RAPI XVIII).

Sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta, saya mengucapkan selamat datang kepada semua peserta. Ini merupakan suatu kehormatan bagi universitas kami sebagai penyelenggara sebuah internasional dan nasional forum. Saya dengan sepenuh hati memberikan dukungan terhadap tujuan yang menyeluruh dan tema dari simposium ini yakni “Rekayasa Pintar di Era Revolusi Industri 4.0: Pengembangan Energi, Sumberdaya dan Material Terbarukan.”

Saya meyakini bahwa simposium dan konferensi ini akan memberikabn kontribusi yang sangat berharga dan membantu untuk pengembangan teknologi ramah lingkungan dan memberikan dasar yang sangat berguna untuk penerapan di industri yang lebih sustainable. Ide-ide inovatif dan capaian-capaian riset dari makalah-makalah yang dipresentasikan diharapkan memberi sumbangan yang signifikan pada pengembangan proses, bahan, dan energi ramah lingkungan untuk mengurangi dampak aktivitas manusia terhadap pemanasan global dan sebagai upaya secara bersama-sama mencegah perubahan iklim global.

Saya berharap Simposium Nasional RAPI XVIII dan Konferensi Internasional ICETIA 2019 menjadi mata rantai usaha-usaha pembangunan yang berkelanjutan secara nasional maupun global dalam rangka mengatasi dampak perubahan iklim.

Semoga semua peserta menikmati simposium dan seminar ini serta dapat mengambil manfaat yang banyak darinya.

*Wassalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakaatuhu.*

Prof. Dr. Sofyan Anif, M.Si.

Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta

## DAFTAR ISI

<b>Susunan Panitia Seminar Nasional RAPI XVIII dan ICETIA 6 Tahun 2019.....</b>	<b>ii</b>
<b>Kata Pengantar.....</b>	<b>iv</b>
<b>Sambutan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.....</b>	<b>v</b>
<b>Sambutan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta.....</b>	<b>vi</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>vii</b>
<b>Susunan Acara.....</b>	<b>xii</b>
<b>Daftar Judul dan Nama Penulis.....</b>	<b>xiii</b>

### Artikel

#### **A. Proses Industri Berkelanjutan**

Adsorpsi Fe Dengan Ampas Tebu Termodifikasi Kalium Hidroksida .....	1
Peningkatan Produktivitas Pada Proses Belajar Mengajar di Ruang Kelas dengan Menggunakan Stimulasi Cahaya Dan Suara untuk Meningkatkan Fokus dan Kenyamanan Peserta Ajar .....	9
Pengaruh Waktu Ekstraksi Antosianin Dari Biji Alpukat ( <i>Persea Americana</i> ) Sebagai Pewarna Alami.....	16

#### **B. Optimisasi Sistem Industri**

Penempatan Recloser Sebagai Parameter Keandalan Sistem Proteksi Pada Sistem Distribusi .....	21
Rancang Bangun Alat Ukur Dan Pengendali Pemakaian Daya Listrik Berbasis SMS Gateway.....	28
Analisis Pengendalian Persediaan Suku Cadang Mesin Produksi Dengan Pendekatan Continuous Review System.....	34
Usulan Pemilihan Supplier Bahan Baku Dengan Metode Ahp (Analytical Hierarchy Process) Dan Topsis (Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution) pada Industri Konveksi.....	42
Tuning Kendali Imc-Pid Pada Kolom Distilasi Dengan Menggunakan Fuzzy.....	49



### **C. Desain dan Manajemen Produk**

Perancangan Bench Multifungsi Dengan Konsep Lontong Balap yang di Tempatkan di Stasiun Gubeng Surabaya.....	56
Becak Bench" Penerapan Nilai Budaya Pada Fasilitas Duduk Ruang Tunggu Stasiun .....	62
Minimalist Working Set (Milofy)" Produk Interior Ramah Lingkungan Untuk Produktivitas.....	70
Pemilihan Material Berdasarkan Tegangan dan Deformasi Pada Redesain Point Ripper Dozer D85e-Ss-2 .....	78
Pengaruh Redesain Point Ripper Dozer D85e-Ss-2 Terhadap Tegangan dan Displacement Akibat Beban Horisontal .....	85
"Sayuni" Fasilitas Duduk Ruang Publik Modular Dan Ramah Lingkungan.....	92
"Eco Friendly Working Chair" EFO Chair Untuk Fleksibilitas Dan Produktivitas.....	99
Rancang Bangun Prototype Traktor Dengan Kendali Jarak Jauh Menggunakan Smart Phone.....	106

### **D. Pembangunan Lingkungan Berkelanjutan**

Analisis Kesesuaian Kecepatan Dan Kondisi Geometrik Jalan Pada Black Spot (Studi Kasus; Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura Km 6+700- 7+900) .....	114
Kenyamanan Termal Pada Masjid Hj. Sudalmiyah Rais Universitas Muhammadiyah Surakarta.....	126
Analisa Arsitektur Ramah Lingkungan Kafe Teras Rumah Surabaya.....	133
Usulan Strategi Sustainable Lifestyle Dalam Menunjang Eco Campus Di Universitas ABC Surabaya.....	141
Analisis Kebisingan Dan Polusi Udara Di Smp Muhammadiyah 1 Kartasura Akibat Arus Lalu Lintas (Jl. Ahmad Yani Kartasura) .....	148

### **E. Infrastruktur Berkelanjutan**

Analisis Variasi Tingkat Porositas Terhadap Nilai Durabilitas pada Campuran Aspal Porus.....	159
Kinerja Campuran Aspal Emulsi Sistem Warm Mix Dengan Variasi Penambahan PC dan Bahan RAP .....	167

## **F. Manajemen Air dan Sumber Daya Air**

Analisis Kualitas Drainase Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan Berdasarkan Metode Pavement Condition Index (Pci) (Studi Kasus: Jalan Raya Tanjung Anom-Daleman Km 0+000 – Km 3+150).....	174
Studi Kemampuan Kombinasi Kayu Apu ( <i>Pistia Stratiotes</i> ) Dan Zeolit Terhadap Penurunan Warna, Cod, Tss Limbah Pewarna Remazol Red Rb.....	182

## **G. Manajemen dan Rekayasa Bangunan**

Perbandingan Pengujian Dinamis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang dengan Kapasitas 100% dan 50% .....	188
Pergantian Metode Pondasi Tiang Pancang Ke Pondasi Bored Pile Akibat Tanah Pasir di Proyek Pembangunan Kantor Otoritas Jasa Keuangan Yogyakarta .....	194
Analisis Geometrik Jalan Pada Kawasan Black Spot .....	199
Analisis Faktor-Faktor Penyebab Pembengkakan Biaya Oleh Kontraktor Pada Proyek Jalan APBD Kota Solo Tahun 2017-2018 .....	208
Perencanaan Ulang Fondasi Tiang Pancang Pada Abutment Jembatan Kolonel Sunandar Kab. Demak-Kudus Jawa Tengah.....	218
Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Di Lapangan Dengan Daya Dukung Tiang Pancang Hasil Analisis Data Uji Sondir.....	225

## **H. Preservasi dan Konservasi**

Karakteristik Arsitektural Kampung Malang Kelurahan Purwodinatan, Semarang .....	230
--	-----

## **I. Rekayasa Material**

Pengaruh Limbah Kantong Plastik Sebagai Additive Pada Campuran Hrs-Base Terhadap Properties Marshall, Durabilitas, Dan Workabilitas .....	236
Nilai Durabilitas Dan Nilai Workabilitas Campuran Ac – Wc Menggunakan Bahan Tambah Genteng Polimer.....	243
Pengaruh Material Asbuton Terhadap Campuran Beraspal Dingin (Coldmix) Ditinjau dari Perspektif Stabilitas, Kepadatan, Dan Volumetrik Campuran.....	251
Pengaruh Limbah Kantong Plastik Sebagai Additive Pada Campuran Ac-Bc Terhadap Properties Marshall Durabilitas Dan Workabilitas .....	257

Campuran Beraspal Semi Lentur Menggunakan Pasta Semen .....	264
Durabilitas Campuran Emulsi Dingin Dan Hangat.....	269
Komparasi Pengaruh Pemanfaatan Pasir Pantai dan Pasir Sungai Sebagai Material AC- BC Terhadap Durabilitas Dan Modulus Kekakuan.....	276
Pengaruh Variasi Penambahan Lempung Pada Tanah Pasir Terhadap Sudut Tenang .....	284
Pengaruh Carburizing Dan Cryogenic Treatment Terhadap Kekerasan Baja Karbon Rendah St 37 .....	291
Pengaruh Variasi Larutan Sulfuric Acid dan Phosphoric Acid Dengan Variasi Tegangan dan Waktu Anodizing Terhadap Ketahanan Aus Pada Aluminium 6061.....	297
Analisis Pemanfaatan Pasir Pantai Kemala Sebagai Bahan Tambah Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (Ac-Wc) Terhadap Marshall Properties Dan Nilai Struktural.....	304
Pengaruh Kadar Lumpur Agregat Halus 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, Dan 15% Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah.....	312
Analisis Pengaruh Lateks Pada Campuran Aspal Porous Terhadap Nilai Permeabilitas dan Properties Marshall .....	318
Investigasi Karakteristik Tar Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Ikat Campuran Beraspal.....	325
Membran Komposit Polieter Eter Keton Tersulfonasi (sPEEK) dan Kitosan dengan Bahan Isian Cs2.5H0.5PW12O40 untuk Direct Methanol Fuel Cell.....	331
 <b>J. Teknologi Informasi Ramah Lingkungan</b>	
Puzzle Game Tokoh Wayang Punakawan Sebagai Media Untuk Meningkatkan Pemahaman Budaya Jawa Pada Anak.....	338
Pengembangan Sistem Pemantau Pencemaran Udara Secara Realtime Berbasis Arduino Gsm Shield.....	344
Radio Pencari Arah Dengan Tampilan Grafis Berbasis Mikrokontrol .....	352
Perbandingan Identifikasi Tanda Tangan Offline Menggunakan Backpropagation Berdasarkan Learning Rate .....	359
Purwarupa Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg Berbasis Iot (Internet Of Things) dengan Indikator Monitor Jarak Jauh Berbasis Platform Nodemcu.....	365
Pengembangan UI/UX Pada Aplikasi M-Voting Menggunakan Metode Design Thinking .....	373

Implementasi Localstorage Pada Pemrograman Client Berbasis Json.....380

**K. Energi Ramah Lingkungan**

Pengisian dan Pelepasan Kalor Pada Penyimpan Kalor Tipe Tube-And-Shell .....389

Pengaruh Laju Alir Udara pada Desulfurisasi Batubara Dengan Model Flotasi dengan  
Menggunakan Gel Lidah Buaya.....395

Tinjauan Titik Nyala Dari Pembuatan Bio Oil Dari Pirolisis Kayu Pinus dengan  
Katalisator Zeolit Alam.....402

Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Bakar (Ethanol-Pertalite) terhadap Performansi  
pada Sepeda Motor Matic Vario 125cc .....409

Konsep Zero Energy Building Bagi Islamic Boarding School di Sragen .....415

Studi Ekperimen Tentang Multipurpose Pendulum Sebagai Energy Harvester dan  
Vibration Absorber.....423

Pengaruh Waktu Pengeringan dan Rasio Bahan Baku/Starter Zymomonas Mobilis  
Pada Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Kulit Kopi Robusta.....431

## SUSUNAN ACARA

### Surakarta, 11-12 Desember 2019

**Rabu, 11 Desember 2019**

<b>Sesi Pleno (ICETIA and RAPI)</b>			
08:00 – 08:30: Pendaftaran			
08:30 – 08:45: Penampilan Tari Tradisional			
08:45 – 09:30: Pembukaan			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pembacaan Al-Qur'an</li> <li>▪ Paduan Suara Indonesia Raya dan Mars Muhammadiyah</li> <li>▪ Sambutan oleh Ketua RAPI ICETIA 2019</li> <li>▪ Sambutan oleh Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta</li> <li>▪ Pembukaan konferensi oleh Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta</li> </ul>			
09:30 – 09:45: Coffee break dan penampilan Lagu Jawa			
09:45 – 11.15: Pidato Pleno (Moderator: Supriyono , S.T., M.T., Ph.D)			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Assoc. Prof. Dr. Judha Purbolaksono (University of Pertamina)</li> <li>▪ Assoc. Prof. Dr. Angzzas Sari Binti Mohd Kassim (Universiti Tun Hussein Onn)</li> <li>▪ Assoc. Prof. Dr. Chan Cee Ming (Universiti Tun Hussein Onn)</li> </ul>			
11.15 – 11.30: Pengumuman untuk sesi paralel			
11.30 – 12.30: Sholat dan makan siang			
<b>Sesi Paralel ICETIA</b>			
12.30 – 12.40	12.40 – 12.50	12.50 -13.00	13.00 – 13.10
Diskusi: 13.10 – 13.30			
13.30 -13.40	13.40 – 13.50	13.50 – 14.00	14.00 – 14.10
Diskusi: 14.10 – 14.30			
14.30 – 14.40	14.40 – 14.50	14.50 – 15.00	15.00 – 15.10
Diskusi: 15.10 – 15.30			
15.30 – 15.40	15.40 – 15.50	15.50 – 16.00	16.00 – 16.10
Diskusi: 16.10 – 16.30			
Coffee Break, Distribusi Sertifikat dan Penutupan: 16.30 – 16.45			

<b>Sesi Paralel RAPI</b>			
12.30 – 12.40	12.40 – 12.50	12.50 -13.00	13.00 – 13.10
Diskusi: 13.10 – 13.30			
13.30 -13.40	13.40 – 13.50	13.50 – 14.00	14.00 – 14.10
Diskusi: 14.10 – 14.30			
14.30 – 14.40	14.40 – 14.50	14.50 – 15.00	15.00 – 15.10
Diskusi: 15.10 – 15.30			
15.30 – 15.40	15.40 – 15.50	15.50 – 16.00	16.00 – 16.10
Diskusi: 16.10 – 16.30			
Snack Sore, Pembagian Sertifikat dan Penutupan: 16.30 – 16.45			

**Kamis, 13 Desember 2018**

<b>Solo City Tour dan Workshop (Tentatif)</b>
08:30 - 08:30: Pendaftaran di Lobby (lantai 1) Gedung Siti Walidah Universitas Muhammadiyah Surakarta
08:30 - 11:30: Mengunjungi Museum Purbakala Sangiran atau Workshop Solidwork
11.30 - 12.30: Makan siang
12.30 - 14.30: Mengunjungi Air Terjun Jumog
14.30 - 15.00: Kembali ke UMS

## DAFTAR JUDUL DAN NAMA PENULIS

### A. Proses Industri Berkelanjutan

ID	Penulis	Judul
54	Sri Sunarsih, Sri Hastutiningrum, Dewi Wahyuningtyas	Adsorpsi Fe Dengan Ampas Tebu Termodifikasi Kalium Hidroksida
46	Henry Candra, Endah Setyaningsih, Jeanny Pragantha, Rifai Chai	Peningkatan Produktivitas Pada Proses Belajar Mengajar Di Ruang Kelas Dengan Menggunakan Stimulasi Cahaya Dan Suara Untuk Meningkatkan Fokus Dan Kenyamanan Peserta Ajar
66	Zubaidi Achmad, Bambang Sugiarto	Pengaruh Waktu Ekstraksi Antosianin Dari Biji Alpukat ( <i>Persea Americana</i> ) Sebagai Pewarna Alami

### B. Optimisasi Sistem Industri

ID	Penulis	Judul
44	Slamet Hani, Gatot Santoso, Romi Damar Wibowo	Penempatan Recloser Sebagai Parameter Keandalan Sistem Proteksi Pada Sistem Distribusi
45	Gatot Santoso, Wiwik Handajadi, dan Slamet Hani, Gani Halim Baskara	Rancang Bangun Alat Ukur Dan Pengendali Pemakaian Daya Listrik Berbasis Sms Gateway
43	Imam Sodikin, Endang Widuri Asih, Sugun Rahmanto	Analisis Pengendalian Persediaan Suku Cadang Mesin Produksi Dengan Pendekatan Continuous Review System
49	Joko Susetyo, C. Indri Parwati, Cintia Noor Asmi	Usulan Pemilihan Supplier Bahan Baku Dengan Metode Ahp (Analytical Hierarchy Process) Dan Topsis (Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution) Pada Industri Konveksi
31	Wahyudi, Ricko Dwi Pambudi, Budi Setiyono, Sumardi	Tuning Kendali Imc-Pid Pada Kolom Distilasi Dengan Menggunakan Fuzzy

### C. Desain dan Manajemen Produk

ID	Penulis	Judul
37	Rheinaldo Putra Elim dan Grivena Athalia	Perancangan Bench Multifungsi Dengan Konsep Lontong Balap Yang Di Tempatkan Di Stasiun Gubeng Surabaya
42	Justin Holiyanto	Becak Bench" Penerapan Nilai Budaya Pada Fasilitas Duduk Ruang Tunggu Stasiun
34	Olivia Tirta Putri	Minimalist Working Set (Milofy)" Produk Interior Ramah Lingkungan Untuk Produktivitas
35	Agung Supriyanto, Muh. Vendy Hermawan, Afredian Christian Ka	Pemilihan Material Berdasarkan Tegangan Dan Deformasi Pada Redesain Point Ripper Dozer D85e-Ss-2

32	Agung Supriyanto, Muh. Vandy Hermawan, Rudi Ardianto	Pengaruh Redesain Point Ripper Dozer D85e-Ss-2 Terhadap Tegangan Dan Displacement Akibat Beban Horizontal
26	Yakub Christensen	"Sayuni" Fasilitas Duduk Ruang Publik Modular Dan Ramah Lingkungan
24	Adi Kelvianto Tjho, Christian Kemal	"Eco Friendly Working Chair" EFO Chair Untuk Fleksibilitas Dan Produktivitas
67	Dedi Ary Prasetya, Kharisma Aji Satriyatama	Rancang Bangun <i>Prototype</i> Traktor Dengan Kendali Jarak Jauh Menggunakan <i>Smart Phone</i>

#### D. Pembangunan Lingkungan Berkelanjutan

ID	Penulis	Judul
53	Riska Dwi	Analisis Kesesuaian Kecepatan Dan Kondisi Geometrik Jalan Pada Black Spot (Studi Kasus; Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura Km 6+700- 7+900)
23	Siska Putri, Ronim Azizah	Kenyamanan Termal Pada Masjid Hj. Sudalmiyah Rais Universitas Muhammadiyah Surakarta
36	Edwin Setiawan, Adityadharma Chandra	Analisa Arsitektur Ramah Lingkungan Kafe Teras Rumah Surabaya
38	Wiwin Widiasih, Hilyatun Nuha	Usulan Strategi Sustainable Lifestyle Dalam Menunjang Eco Campus Di Universitas ABC Surabaya
21	Gotot Slamet Mulyono <sup>1</sup> , Dewi Fatmawati <sup>2</sup> , Nurul Hidayati <sup>3</sup> , Sri Sunarjono <sup>4</sup>	Analisis Kebisingan Dan Polusi Udara Di Smp Muhammadiyah 1 Kartasura Akibat Arus Lalu Lintas (Jl. Ahmad Yani Kartasura)

#### E. Infrastruktur Berkelanjutan

ID	Penulis	Judul
27	Fazri Hidayat, Sri Sunarjono, Agus Riyanto, Senja Rum Haarnaeni	Analisis Variasi Tingkat Porositas Terhadap Nilai Durabilitas Pada Campuran Aspal Porus
5	Bayu prihandoko	Kinerja Campuran Aspal Emulsi Sistem Warm Mix Dengan Variasi Penambahan Pc Dan Bahan Rap

#### F. Manajemen Air dan Sumber Daya Air

ID	Penulis	Judul
9	Faizatul Fitriyah, Agus Riyanto, Sri Sunarjono, Senja Rum Harnaeni	Analisis Kualitas Drainase Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan Berdasarkan Metode Pavement Condition Index (Pci) (Studi Kasus : Jalan Raya Tanjung Anom - Daleman Km 0+000 – Km 3+150)
59	Angge Dhevi Warisaura, Paramita Dwi Sukmawati, Irsyad Briantama Reza	Studi Kemampuan Kombinasi Kayu Apu ( <i>Pistia Stratiotes</i> ) Dan Zeolit Terhadap Penurunan Warna, Cod, Tss Limbah Pewarna Remazol Red Rb

### G. Manajemen dan Rekayasa Bangunan

ID	Penulis	Judul
61	Fadhilla Ghassani, Budi Priyanto	Perbandingan Pengujian Dinamis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Kapasitas 100% & 50%
60	Zhilal Ihsan Ilahi Octaviandi, Budi Priyanto	Pergantian Metode Pondasi Tiang Pancang Ke Pondasi Bored Pile Akibat Tanah Pasir Di Proyek Pembangunan Kantor Otoritas Jasa Keuangan Yogyakarta
52	Arista Pujihastuti, Agus Riyanto.	Analisis Geometrik Jalan Pada Kawasan Black Spot
10	Muhammad Nur Sahid, Ika Setyaningsih, Mochamad Solikhin, Bariq Al Salam	Analisis Faktor-Faktor Penyebab Pembengkakan Biaya Oleh Kontraktor Pada Proyek Jalan Apbd Kota Solo Tahun 2017-2018
17	Agus Susanto, Renaningsih, Dan Diocta Ichi Puteri P.	Perencanaan Ulang Fondasi Tiang Pancang Pada Abutment Jembatan Kolonel Sunandar Kab. Demak-Kudus Jawa Tengah
62	Muhammad Irvan Susanto, Budi Priyanto	Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Di Lapangan Dengan Daya Dukung Tiang Pancang Hasil Analisis Data Uji Sondir

### H. Preservasi dan Konservasi

ID	Penulis	Judul
51	Anityas Dian Susanti, Iwan Priyoga	Karakteristik Arsitektural Kampung Malang Kelurahan Purwodinatan, Semarang

### I. Rekayasa Material

ID	Penulis	Judul
7	Mimma Mauritsa 'Adani, Agus Riyanto, Sri Sunarjono, Senja Rum Harnaeni.	Pengaruh Limbah Kantong Plastik Sebagai Additive Pada Campuran Hrs-Base Terhadap Properties Marshall, Durabilitas, Dan Workabilitas
8	Ipung Ayu Anggraeni, Agus Riyanto, Sri Sunarjono, Senja Rum Harnaeni	Nilai Durabilitas Dan Nilai Workabilitas Campuran Ac – Wc Menggunakan Bahan Tambah Genteng Polimer
3	Farhan Farosi	Pengaruh Material Asbuton Terhadap Campuran Beraspal Dingin (Coldmix) Ditinjau Dari Perspektif Stabilitas, Kepadatan, Dan Volumetrik Campuran
6	Bagas Septyan Fauzy, Agus Riyanto, Sri Sunarjono, Senja Rum Harnaeni	Pengaruh Limbah Kantong Plastik Sebagai Additive Pada Campuran Ac-Bc Terhadap Properties Marshall Durabilitas Dan Workabilitas
28	Irawan, Sri Sunarjono, Agus Riyanto, Senja Rum Harnaeni	Campuran Beraspal Semi Lentur Menggunakan Pasta Semen



29	Sigit Kurniawan, Sri Sunarjono, Agus Riyanto, Senja Rum H	Durabilitas Campuran Emulsi Dingin Dan Hangat
22	Natasya Rosita Laksmi, Agus Riyanto, Sri Sunarjono, Senja Rum Harnaeni	Komparasi Pengaruh Pemanfaatan Pasir Pantai Dan Pasir Sungai Sebagai Material Ac-Bc Terhadap Durabilitas Dan Modulus Kekakuan
12	Anto Budi Listyawan, Qunik Wiqoyah, Shely Eka Setyorini	Pengaruh Variasi Penambahan Lempung Pada Tanah Pasir Terhadap Sudut Tenang
20	Agus Suprpto, Ike Widyastuti, Darto	Pengaruh Carburizing Dan Cryogenic Treatment Terhadap Kekerasan Baja Karbon Rendah St 37
15	Agus Suprpto, Pungky Eka Setyawan, Agus Iswantoko	Pengaruh Variasi Larutan Sulfuric Acid Dan Phosphoric Acid Dengan Variasi Tegangan Dan Waktu Anodizing Terhadap Ketahanan Aus Pada Aluminium 6061
2	Aufi Shabrina	Analisis Pemanfaatan Pasir Pantai Kemala Sebagai Bahan Tambah Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (Ac-Wc) Terhadap Marshall Properties Dan Nilai Struktural
33	M. Zhuhur Baskoro, Aliem Sudjatmiko	Pengaruh Kadar Lumpur Agregat Halus 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, Dan 15% Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah
1	Wahid Bagus	Analisis Pengaruh Lateks Pada Campuran Aspal Porous Terhadap Nilai Permeabilitas Dan Properties Marshall
4	Sigit Wahono	Investigasi Karakteristik Tar Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Ikat Campuran Beraspal
68	Septiana Ambarwati, Nur Hidayati	Membran Komposit Polieter Eter Keton Tersulfonasi (sPEEK) dan Kitosan dengan Bahan Isian Cs2.5H0.5PW12O40 untuk Direct Methanol Fuel Cell

#### J. Teknologi Informasi Ramah Lingkungan

ID	Penulis	Judul
13	Renna Yanwastika Ariyana, Rosalia Arum Kumalasanti, Muhamad Mansyur	Puzzle Game Tokoh Wayang Punakawan Sebagai Media Untuk Meningkatkan Pemahaman Budaya Jawa Pada Anak
39	Catur Iswahyudi, M. Andang Novianta	Pengembangan Sistem Pemantau Pencemaran Udara Secara Realtime Berbasis Arduino Gsm Shield
56	Samuel Kristiyana, Bagus Muh. Risqi Andaru	Radio Pencari Arah Dengan Tampilan Grafis Berbasis Mikrokontrol
18	Rosalia Arum Kumalasanti, Renna Ariyana Yanwastika, Akwilius Ferdinandus Nugu Umpung	Perbandingan Identifikasi Tanda Tangan Offline Menggunakan Backpropagation Berdasarkan Learning Rate

48	Sigit Priyambodo, Johannes Anjaswara Sinaga	Purwarupa Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg Berbasis Iot (Internet Of Things) Dengan Indikator Monitor Jarak Jauh Berbasis Platform Nodemcu
16	Erma Susanti, Erfanti Fatkhayah, Endang Efendi	Pengembangan Ui/Ux Pada Aplikasi M-Voting Menggunakan Metode Design Thinking
55	Joko Triyono	Implementasi Localstorage Pada Pemrograman Client Berbasis Json

### **K. Energi Ramah Lingkungan**

ID	Penulis	Judul
41	Agus Dwi Korawan	Pengisian Dan Pelepasan Kalor Pada Penyimpan Kalor Tipe Tube-And-Shell
64	Abdullah Kunta arsa,Purwo subagyo	Pengaruh Laju Alir Udara Pada Desulfurisasi Batubara Dengan Model Flotasi Dengan Menggunakan Gel Lidah Buaya
63	Abdullah Kunta arsa	Tinjauan Titik Nyala Dari Pembuatan Bio Oil Dari Pirolisis Kayu Pinus Dengan Katalisator Zeolit Alam
11	Mulyono, Rr. Heni Hendaryati, Shodik Nur	Makalah Simposium
47	Siska Putri, Muhammad Siam Priyono	Konsep Zero Energy Building Bagi Islamic Boarding School Di Sragen
25	Ahmad Syuhri, Widyono Hadi, Achmad Fitoyo, Skriptyan Syuhri	Studi Ekperimen Tentang Multipurpose Pendulum Sebagai Energy Harvester Dan Vibration Absorber
70	Mohammad Akbar Hidayat Putra, Herry Purnama	Pengaruh Waktu Pengeringan Dan Rasio Bahan Baku/Starter Zymomonas Mobilis Pada Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Kulit Kopi Robusta

## PENGARUH CARBURIZING DAN CRYOGENIC TREATMENT TERHADAP KEKERASAN BAJA KARBON RENDAH ST 37

Agus Suprpto<sup>1</sup>, Ike Widyastuti<sup>2</sup>, Darto<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang  
Jl. Terusan Raya Dieng 62-64 Malang  
Email: agussuprpto@yahoo.com

### Abstrak

Karbon aktif dari tempurung kelapa dipakai sebagai media pada proses Carburizing untuk meningkatkan kekerasan permukaan. Pengembangan metode untuk meningkatkan kekerasan dapat dilakukan dengan cryogenic treatment. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui, menganalisa pengaruh cryogenic treatment terhadap sifat kekerasan. Metode yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan proses Carburizing dengan pemanasan sampai temperatur austenite ( $\gamma$ ) dengan variasi 800<sup>o</sup>C, 850<sup>o</sup>C dan 900<sup>o</sup>C dengan media karbon aktif dari tempurung kelapa dengan variasi holding time 1 jam, 2 jam dan 3 jam selanjutnya dicelup cepat pada air. Hasil Carburizing sebagai bahan untuk Cryogenic treatment pada nitrogen cair – 195<sup>o</sup>C dan ditahan pada – 195<sup>o</sup>C bervariasi holding time: 2 jam, 24 jam, 48 jam selanjutnya dipanaskan sampai temperatur kamar. Analisa pengujian ini dilakukan dengan metode analitis dan uji kekerasan. **Temuan** hasil penelitian: (1). Hasil proses Carburizing dengan media karbon aktif dari tempurung kelapa menunjukkan kekerasannya meningkat dibanding sebelum proses Carburizing, (2). Hasil Cryogenic Treatment menunjukkan kekerasannya lebih tinggi dibanding hasil proses Carburizing.

**Kata kunci:** Baja karbon rendah ST 37; Carburizing; Cryogenic treatment; Karbon aktif; Kekerasan; Tempurung kelapa

### Pendahuluan

Limbah tempurung kelapa banyak digunakan untuk pemanggangan ikan atau makanan lain. Untuk meningkatkan nilai ekonomis tempurung kelapa dapat diproses menjadi karbon aktif. Karbon aktif dapat digunakan antara lain dalam industri obat, makanan, minuman, dan pembersih air. Karbon aktif memegang peranan yang sangat penting baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu pada proses industri dalam meningkatkan kualitas atau mutu produk yang dihasilkan. Karbon aktif dari tempurung kelapa dapat digunakan sebagai media pada proses Carburizing untuk meningkatkan kekerasan.

Penambahan karbon yang disebut carburizing atau karburasi, dilakukan dengan cara memanaskan pada temperatur yang cukup tinggi yaitu pada temperature austenit dalam lingkungan yang mengandung atom karbon aktif, diikuti perlakuan pendinginan cepat (*quenching*), sehingga diperoleh permukaan yang lebih keras. *Pack carburizing* adalah metode carburizing yang paling sederhana dibanding metode cair dan gas, karena dapat dilakukan dengan peralatan yang sederhana. Hasil penelitian Yahya *et al* (2013) pada baja karbon rendah dengan proses carburizing pada temperature 900<sup>o</sup>C dan holding 90 menit dengan menggunakan media karbon aktif dari tempurung kelapa, kekerasannya meningkat 13,5 % dari HV 231.65 ke HV 262.85. Hasil yang serupa ditunjukkan oleh Jamal I. *et al* (2014) yang melakukan penelitian Carburizing dengan menggunakan bahan baja karbon rendah yaitu baja ST 37 dengan suhu pemanasan 950 °C dengan waktu penahanan 1 Jam dan didinginkan cepat dalam air, dengan menggunakan arang tempurung kelapa dengan katalisator cangkang kerang darah (CaCO<sub>3</sub>) 30 % memiliki kekerasan tertinggi 60 HRC, naik 45,63 %. Hasil kekerasan yang berbeda dengan temperatur 980<sup>o</sup>C dengan waktu carburizing selama 2 jam. Media carburizing menggunakan 80% serbuk arang tempurung kelapa dan 20% BaCO<sub>3</sub> dimana prosentase dalam berat dilakukan oleh Cahyo A.Y.A (2009), diperoleh nilai kekerasan yang tertinggi pada ketebalan 20 mm sebesar 848 HV dengan kedalaman pengerasan pada 0.53 mm. Hasil penelitian (Suryanto H, 2007) menunjukkan kekerasan raw material 130 kg/mm<sup>2</sup>. Setelah melalui proses carburizing dengan variasi temperatur 850<sup>o</sup>C, 900<sup>o</sup>C, 950<sup>o</sup>C pada Baja ST37 dengan arang kayu dan zat pengaktif karbon BaCO<sub>3</sub> 25%, terjadi peningkatan kekerasan berturut-turut adalah 535, 817, dan 861 kg/mm<sup>2</sup>.

Cryogenic treatment adalah suatu proses pendinginan suatu bahan baja, stainless steel dan lain-lain dari temperatur kamar sampai dengan temperatur -320<sup>o</sup>F (-196<sup>o</sup>C) kemudian pada temperatur tersebut ditahan selama waktu tertentu dan dilanjutkan dengan penghangatan sampai temperatur kamar (Singh, S. *et al*, 2012). Hasil penelitian A Suprpto, et al

(2016) menunjukkan terjadi peningkatan kekerasan sebesar 42 % hasil dari proses *Cryogenic Treatment* pada pahat ADI (Austemper Ductile Iron). Hal ini didukung hasil penelitian oleh Suriansyah et al (2015) yang menunjukkan pengaruh *cryogenic cooling, martemper and temper treatment* pada FCD-45 terjadi kenaikan kekerasan sebesar 9 % dibanding sebelum mendapat *treatment*.

Menindak lanjuti penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yahya et al (2013); A Suprpto, et al (2016); dan Suriansyah et al (2015) dalam penelitian ini mengkombinasikan karbon aktif dari limbah tempurung kelapa dipakai sebagai media pada proses *Carburizing*, dilanjutkan dengan *Cryogenic treatment* pada material baja karbon rendah, untuk melihat pengaruh sifat kekerasan.

### Metode

#### Carburizing

- Bahan ST 37 dipanaskan sampai temperatur *Austenit* dengan variasi 800°C, 850°C dan 900°C dengan variasi waktu penahanan 1 jam, 2 jam dan 3 jam dengan media karbon aktif dari arang tempurung kelapa, selanjutnya specimen dalam box diambil dari dapur listrik
- Celup cepat pada air sampai pada temperatur kamar

#### Cryogenic treatment

- Pendinginan pada nitrogen cair
- Waktu penahanan pada nitrogen cair bervariasi: 2 jam, 24 jam dan 48 jam
- Pemanasan sampai temperatur kamar

#### Uji Kekerasan

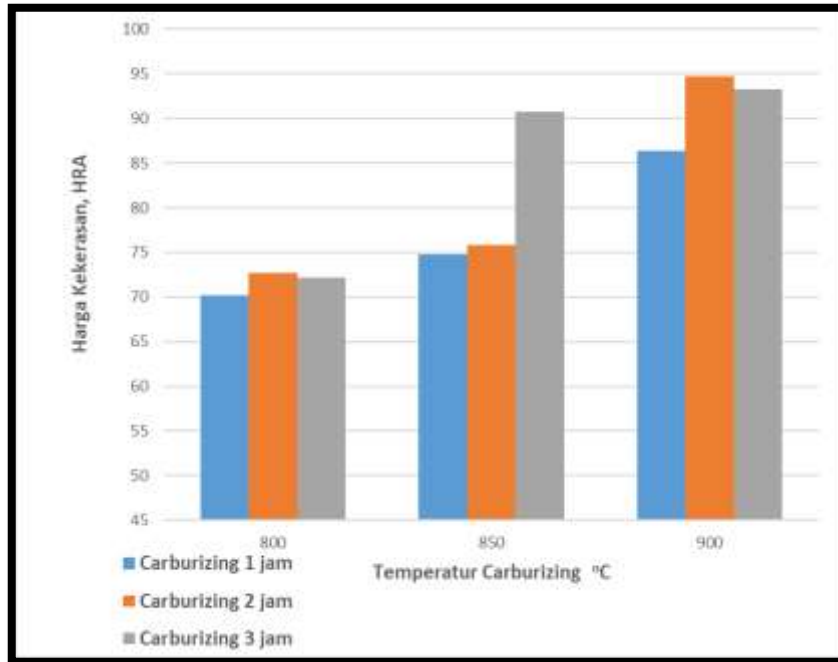
- Metode Rockwell skala A dengan indentor intan dengan beban minor 10 kg dan beban major 60 kg

### Hasil dan pembahasan

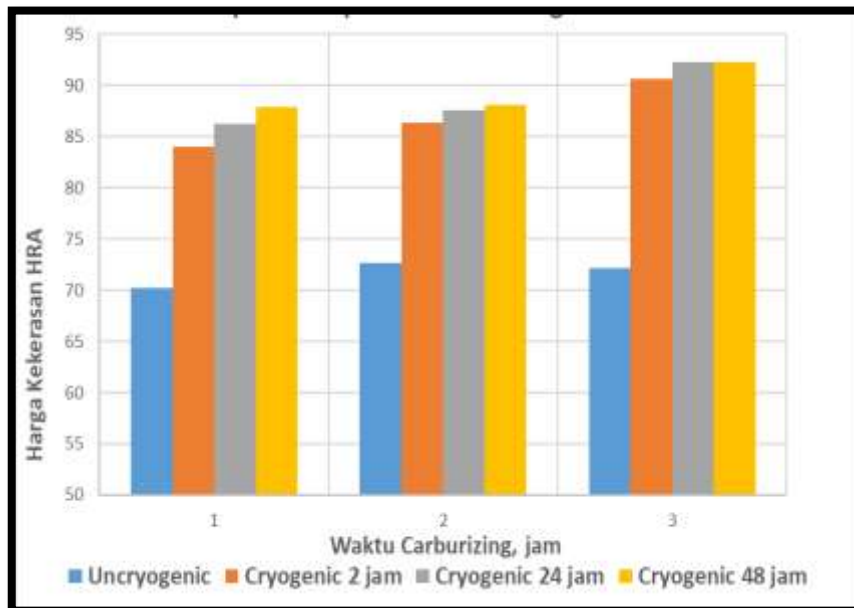
Tabel 1. Kekerasan hasil *carburizing* dan *cryogenic treatment*

No	Perlakuan			Kekerasan (HRA)	
1	Tanpa perlakuan			56,0	
2	Carburizing 800 <sup>0</sup> C	Holding 1 jam, quenching dalam air	Untreated cryogenic	70,2	
3		Holding 2 jam quenching dalam air	Untreated cryogenic	72,7	
4		Holding 3 jam quenching dalam air	Untreated cryogenic	72,2	
5	Carburizing 850 <sup>0</sup> C	Holding 1 jam, quenching dalam air	Untreated cryogenic	74,8	
6		Holding 2 jam quenching dalam air	Untreated cryogenic	75,8	
7		Holding 3 jam quenching dalam air	Untreated cryogenic	90,75	
8	Carburizing 900 <sup>0</sup> C	Holding 1 jam, quenching dalam air	Untreated cryogenic	86,35	
9		Holding 2 jam quenching dalam air	Untreated cryogenic	94,75	
10		Holding 3 jam quenching dalam air	Untreated cryogenic	93,3	
11	Carburizing 800 <sup>0</sup> C	Holding 1 jam, quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	84,05
12				Soaking 24 jam	86,3
13				Soaking 48 jam	87,9
14		Holding 2 jam quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	86,4
15				Soaking 24 jam	87,6
16				Soaking 48 jam	88,06
17		Holding 3 jam quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	90,6
18				Soaking 24 jam	92,3
19				Soaking 48 jam	92,3
20	Carburizing 850 <sup>0</sup> C	Holding 1 jam, quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	81,8
21				Soaking 24 jam	87,3
22				Soaking 48 jam	88,3
23		Holding 2 jam quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	89,2
24				Soaking 24 jam	90,3
25				Soaking 48 jam	91,95
26		Holding 3 jam quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	95,05
27				Soaking 24 jam	87
28				Soaking 48 jam	94,3
29	Carburizing 900 <sup>0</sup> C	Holding 1 jam, quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	93,2
30				Soaking 24 jam	95,05

No	Perlakuan			Kekerasan (HRA)
31			Soaking 48 jam	95,6
32	Holding 2 jam quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	<b>95,85</b>
33			Soaking 24 jam	<b>96,35</b>
34			Soaking 48 jam	<b>97,1</b>
35	Holding 3 jam quenching dalam air	Cryogenic treatment nitrogen cair	Soaking 2 jam	<b>96,9</b>
36			Soaking 24 jam	<b>96,6</b>
37			Soaking 48 jam	<b>96,75</b>

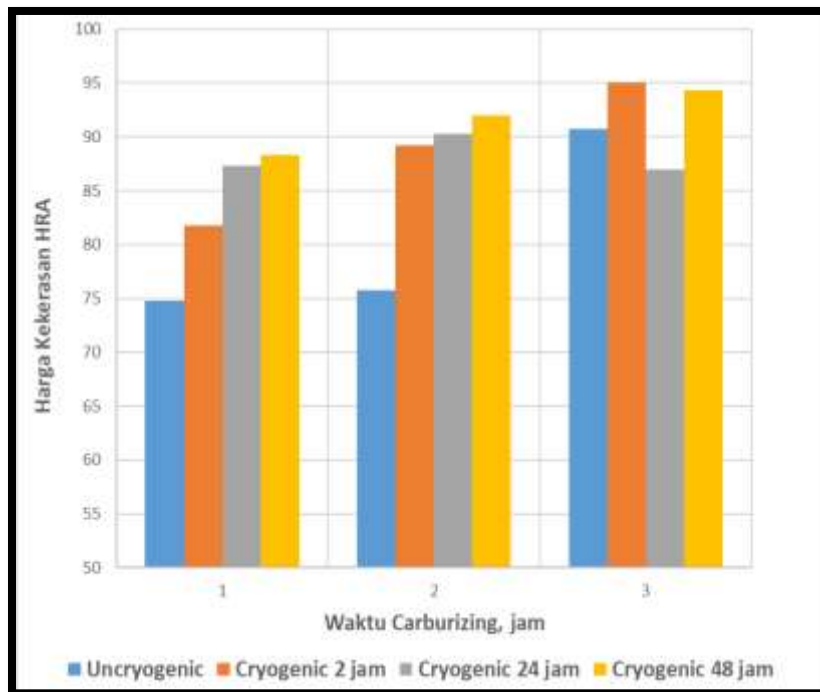


Gambar 1. Kekerasan hasil carburizing pada temperatur 800<sup>0</sup>C, 850<sup>0</sup>C dan 900<sup>0</sup>C dengan holding time 1 jam, 2 jam dan 3 jam

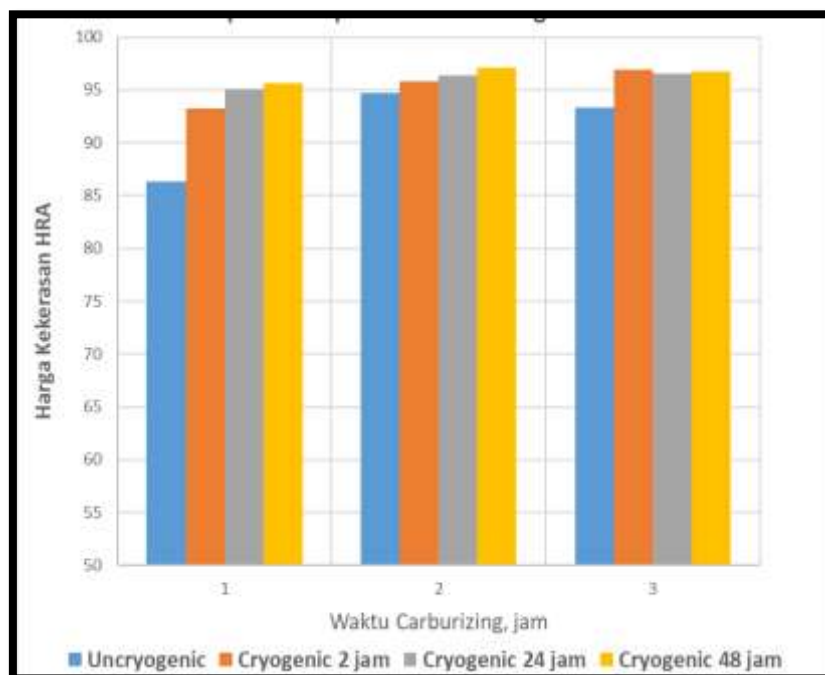


Gambar 2. Kekerasan hasil cryogenic treatment dengan variasi holding time

2 jam, 24 jam dan 48 jam setelah di carburizing pada temperatur 800°C dengan *holding time* 1 jam, 2 jam dan 3 jam



Gambar 3. Kekerasan hasil cryogenic treatment dengan variasi *holding time* 2 jam, 24 jam dan 48 jam setelah di carburizing pada temperatur 850°C dengan *holding time* 1 jam, 2 jam dan 3 jam



Gambar 4. Kekerasan hasil cryogenic treatment dengan variasi *holding time* 2 jam, 24 jam dan 48 jam setelah di carburizing pada temperature 900°C dengan *holding time* 1 jam, 2 jam dan 3 jam

### Carburizing

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan kekerasan tertinggi hasil *Carburizing* pada temperatur 900 °C dengan *holding time* 2 jam kekerasannya menjadi HRA 94,75 dibanding sebelum diproses carburizing kekerasannya HRA 56, naik sebesar 69 %. Gambar 1 menunjukkan adanya pengaruh waktu *holding* pada proses *carburizing* pada

temperatur 800 °C dapat meningkatkan kekerasan sebesar 3,5% pada saat *holding time* 2 jam dibanding dengan *holding time* 1 jam. Pada temperatur 850 °C terjadi kenaikan kekerasan dari HRA 74.8 dengan *holding time* 1 jam menjadi HRA 90,75 dengan *holding time* 3 jam, naik 21,3%. Pada temperatur 900 °C juga mengalami kenaikan kekerasan sebesar 9,7% dari HRA 86.35 dengan *holding time* 1jam menjadi HRA 94.75 dengan *holding time* 2 jam. Pada temperatur 850 °C menunjukkan perubahan *holding time* yang paling signifikan sebesar 21,3 %. Adapun hasil kekerasan dari proses *carburizing* yang paling tinggi, yaitu sebesar HRA 94,75 pada temperatur 900 °C dengan *holding time* 2 jam.

### **Cryogenic Treatment**

Hasil kekerasan dari *cryogenic treatment* yang sebelumnya mendapat proses *carburizing* menunjukkan terjadi perubahan sebesar HRA 96.90 dibanding hasil kekerasan *carburizing* sebesar HRA 94.75, naik 2,3 %. Bila dibandingkan dengan *base metal* yang belum mendapat perlakuan terjadi perubahan yang sangat besar, yaitu 73 % kenaikannya. Pengaruh *soaking* pada saat *cryogenic treatment* berdampak pada kekerasan, semakin lama *soaking* nya semakin keras, ada kenaikan 4,6 % dari HRA 84,05 dengan *soaking* 2 jam menjadi HRA 87,09 dengan *soaking* 48 jam, yang sebelumnya mendapat perlakuan *carburizing* dengan temperatur 800 °C *holding time* 1 jam. Untuk temperatur *carburizing* 800 °C dengan *holding time* 2 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* dengan variasi *soaking* yang sama juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 86,4 dengan *soaking* 2 jam menjadi HRA 88,06 dengan *soaking* 48 jam, ada kenaikan 1,9 %. Untuk temperatur 800 °C dengan *holding time* 3 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 90,6 dengan *soaking* 2 jam menjadi HRA 92,3 dengan *soaking* 48 jam, ada kenaikan 1,9 %. Perubahan yang paling besar dari pengaruh waktu *soaking* terjadi pada temperatur 800 °C dengan *holding time* 1 jam sebesar 4,6 %.

Untuk temperatur *carburizing* 850 °C dengan *holding time* 1 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* dengan variasi *soaking* yang sama juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 81,8 dengan *soaking* 2 jam menjadi HRA 88,3 dengan *soaking* 48 jam, ada kenaikan 7,9 %. Untuk temperatur 850 °C dengan *holding time* 2 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 89,2 dengan *soaking* 2 jam menjadi HRA 91,5 dengan *soaking* 48 jam, ada kenaikan 3,0 %. Untuk temperatur 850 °C dengan *holding time* 3 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 90,05 dengan *soaking* 2 jam menjadi HRA 87,0 dengan *soaking* 24 jam, ada penurunan kekerasan 3,0 %. Perubahan yang paling besar dari pengaruh waktu *soaking* terjadi pada temperatur 850 °C dengan *holding time* 1 jam sebesar 7,9 %.

Untuk temperatur *carburizing* 900 °C dengan *holding time* 1 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* dengan variasi *soaking* yang sama juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 93,2 dengan *soaking* 2 jam menjadi HRA 95,6 dengan *soaking* 48 jam, ada kenaikan 2,6 %. Untuk temperatur 900 °C dengan *holding time* 2 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 95,9 dengan *soaking* 2 jam menjadi HRA 97,1 dengan *soaking* 48 jam, ada kenaikan 1,3 %. Untuk temperatur 900 °C dengan *holding time* 3 jam, dilanjutkan dengan *cryogenic treatment* juga terjadi perubahan kekerasan dari HRA 96,9 dengan *soaking* 2 jam menjadi HRA 96,6 dengan *soaking* 24 jam, ada penurunan kekerasan 0,3 %. Perubahan yang paling besar dari pengaruh waktu *soaking* terjadi pada temperatur 900 °C dengan *holding time* 1 jam sebesar 2,6 %.

Pengaruh *Cryogenic treatment* terbesar yang sebelumnya mendapat proses *carburizing* terjadi pada temperatur *carburizing* 900 °C dengan *holding time* 2 jam dilanjutkan *Cryogenic treatment* dengan waktu *soaking* 48 jam mendapatkan kekerasan tertinggi HRA 97,1.

### **Kesimpulan**

- 1) Kekerasan hasil *carburizing* pada temperatur 900 °C dengan *holding time* 2 jam kekerasannya menjadi HRA 94,75 dibanding sebelum diproses *carburizing* kekerasannya HRA 56, naiknya kekerasan sebesar 69 % dibanding *base metal*
- 2) Hasil *cryogenic treatment* terbesar yang sebelumnya mendapat proses *carburizing* terjadi pada temperatur *carburizing* 900 °C dengan *holding time* 2 jam dilanjutkan *cryogenic treatment* dengan waktu *soaking* 48 jam mendapatkan kekerasan tertinggi HRA 97,1. Naiknya kekerasan sebesar 73 % dibanding *base metal*
- 3) Pengaruh *holding time* pada proses *carburizing* yang paling signifikan sebesar 21 %.
- 4) Pengaruh temperatur *carburizing* yang paling signifikan sebesar 30 %.

## Daftar Pustaka

- Agus Suprpto, Agus Iswantoko dan Ike Widyastuti, (2016), "*Impact Evaluation of Cryogenic Treatment to Wear Characteristics of ADI Cutting Tool*", International Journal of Applied Engineering Research, Vol. 11(12)pp. 7691-7697
- Aziz Cahyo Yullye Antoro (2009), "*Pengaruh ketebalan media karburasi pada proses pack carburizing terhadap nilai kekerasan baja karbon rendah*", skripsi, jurusan teknik mesin-fakultas teknik universitas sebelas maret, Surakarta.
- Ilyas Jamal, Mukhtar Rahman dan Arsyad Abdullah(2014), Pengaruh Karburisasi Padat Dengan Katalisator Cangkang Kerang Darah ( $\text{CaCO}_2$ ) Terhadap Sifat Mekanik Dan Keausan Baja St. 37, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII (SNTTM XIII), Depok, 15 – 16 Oktober 2014
- Singh S. *et al.*, (2012), "*Experimental Analysis of Cryogenic Treatment on Coated Tungsten Carbide Inserts in Turning*", International Journal of Advanced Engineering Technology, Vol.3 (1) pp.290-294
- Suriansyah S., Pratikto, Agus Suprpto dan Yudi Surya Irawan, (2015), "*The Effect Cryogenic Cooling, Martemper And Temper Of Micro Structure And Hardness Ductile Cast Iron (FCD-45)*", International Journal of Applied Engineering Research, Vol. 10 (8) pp. 19389-19400
- Yahya, Nukman dan Hendri Chandra (2013), "The Carburizing Process of Low Carbon Steel with Charcoal Media", Journal of Mechanical Science and Engineering, Vol. 1., No1, October 2013
-