

Pengaruh Waktu *Mixing* Terhadap Kekerasan dan Keausan Pada Campuran Serbuk *Soda Lime Glass* dan Serbuk Piston Bekas Sebagai Material Alternatif Kampas Rem Non Asbestos

Putri Nawangsari¹, Kaspul Anuar²

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau^{1,2}
Kampus Bina Widya, Jl. Subrantas Km 12,5, Simpang Baru, Tampan, Pekanbaru
putrinawangsari@gmail.com

Abstrak

Penelitian mengenai material alternatif kampas rem sepeda motor banyak dikembangkan sebagai material pengganti kampas rem asbestos karena kampas rem asbestos menghasilkan zat karsinogen yang berdampak negatif terhadap kesehatan. Penelitian ini memanfaatkan limbah *soda lime glass* yang berasal dari limbah kaca dan limbah piston bekas sebagai material alternatif pengganti kampas rem asbestos. Serbuk limbah *soda lime glass* sebagai penguat, serbuk limbah piston bekas sebagai pengisi (filler), dan *phenolic resin* sebagai pengikat (binder). Komposisi campuran serbuk *soda lime glass*, serbuk piston bekas, dan serbuk *phenolic resin* adalah 20% , 40%, dan 40% berdasarkan fraksi volume dengan memvariasikan waktu *mixing*, yaitu 30, 45, dan 60 menit. Proses kompaksi dilakukan dengan metode *hot compaction single acting* pada tekanan 196 bar dan temperatur 150 °C untuk menghasilkan *green body* dimensi diameter 30 mm dan tebal 7 mm. *Green body* kemudian disintering pada temperatur 150 °C selama 4 jam. Sampel selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan dan keausan dan dibandingkan dengan nilai kekerasan dan keausan produk kampas rem komersial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi campuran dengan waktu *mixing* 30 menit menghasilkan nilai kekerasan dan keausan yang mendekati produk kampas rem komersial yaitu sebesar 41,296 HVN dan $8,279 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$.

Kata Kunci : *soda lime glass*, piston bekas, kampas rem non asbestos, *mixing*, kekerasan, keausan

1. Pendahuluan

Kampas rem merupakan salah satu komponen kendaraan bermotor yang terus dikembangkan teknologinya karena kualitas kampas rem sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti komposisi material, jenis material penyusunnya, dan kekerasan. Pada awalnya kampas rem terbuat dari material asbestos berupa paduan material kuningan dan serat logam yang disatukan menggunakan *binder*, namun pada tahun 1994 ditemukan bahwa kampas rem asbestos mengandung zat karsinogen yang dituding sebagai salah satu penyebab kanker paru-paru sehingga produksi kampas rem asbestos mulai perlahan dihentikan dan digantikan dengan kampas rem non asbestos. Perkembangan menggunakan material alternatif pengganti asbes mulai dikembangkan sehingga memunculkan karya inovasi terbaru yang telah diaplikasikan pada material gesek kampas rem.

Jenis kampas rem berdasarkan material pembentuknya dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yaitu kampas rem berbahan asbestos dan non asbestos. Kampas rem non asbestos pada umumnya terdiri dari komposisi penguat serat, pengikat (binder), pengisi (filler), pelumas kering, aditif, dan serbuk logam. Material penyusun tersebut dicampur dalam berbagai komposisi dengan menggunakan teknik pembuatan yang berbeda. Penguat serat akan meningkatkan kekuatan mekanik untuk material gesekan,

pengikat (binder) bertujuan untuk menjaga integritas struktural kampas rem di bawah tekanan mekanis dan termal, pengisi (filler) bertujuan untuk meningkatkan kemampuan manufaktur serta untuk mengurangi biaya, pelumas (abrasive) sebagai gesekan aditif untuk meningkatkan koefisien gesekan dan menstabilkan koefisien gesekan pada temperatur tinggi (Rao dan Babji, 2015). Material *abrasive* yang digunakan pada material gesek produk komersial yaitu zirkonia, quartz, alumina, magnesia, silikon karbida, dan lainnya. Seleksi dari material *abrasive* tergantung dari kekerasan, dan ketahanan aus (Kim dkk, 2011). Penelitian mengenai pengembangan material kampas rem non asbestos dalam 6 tahun terakhir menunjukkan bahwa limbah atau residu pertanian dapat dimanfaatkan sebagai material alternatif pengganti pengisi, *binder*, *abrasive*, dan pengubah material gesek pada campuran material kampas rem. Penelitian ini dilakukan antara lain oleh (Wahyudi, 2010) dengan memanfaatkan serbuk arang tempurung kelapa sebagai penguat, serbuk aluminium sebagai pengisi, dan epoksi sebagai pengikat. Penelitian (Maleque dkk, 2012) memanfaatkan serat kelapa sebagai penguat dari komposit Aluminium dengan pengikat *phenolic resin*. (Deepika, 2013) memanfaatkan serbuk limbah PKS (Palm Kernel Shell) yang dipadukan dengan serbuk kuningan,

CaCO₃, Sulfur, dan karbon dengan pengikat resin polyester. (Rao dan Babji, 2015) mengkaji beberapa penelitian, dari hasil kajiannya menunjukkan bahwa beberapa serat alam dan limbah pertanian seperti kulit pisang, kulit jeruk cangkang kelapa sawit, cangkang coklat dapat dimanfaatkan sebagai material alternatif kampas rem untuk menggantikan pengisi (filler), bahan gesekan, *abrasive*, penguat, dan *binder*.

Indonesia banyak sekali limbah organik dan non organik yang berpotensi menjadi material alternatif kampas rem, misalnya *soda lime glass* dan limbah piston bekas. Limbah *soda lime glass* memiliki potensi dan dipandang strategis sebagai material komposit yang kuat dimana *soda lime glass* didominasi oleh penyusun silikon dioksida (SiO₂) sekitar 72%, memiliki sifat unggul berupa titik lebur sekitar 1400 °C – 1600 °C, dan sifat mekanis yang kuat terutama kekerasannya (Masturi dkk, 2011). Kandungan Silikon dioksida (SiO₂) pada limbah *soda lime glass* mempunyai potensi sebagai material alternatif kampas rem pengganti material organik yang ramah lingkungan karena sifatnya yang keras, stabil terhadap reaksi kimia, dan tahan terhadap temperatur tinggi. Selain limbah *soda lime glass*, limbah piston bekas juga dapat dimanfaatkan sebagai pengisi (filler) karena paduan AlSi pada piston bekas memiliki sifat tahan terhadap korosi, tahan terhadap abrasi, ringan, koefisien muai rendah, dan mempunyai kekuatan tinggi (Solechan, 2010).

Berdasarkan uraian di atas perlu adanya penelitian dengan memanfaatkan serbuk limbah *soda lime glass* dan serbuk limbah piston bekas sebagai material alternatif kampas rem dengan bervariasi waktu *mixing*. Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan kandungan SiO₂ yang tinggi pada *soda lime glass* yang berpotensi sebagai material *abrasive*, dan limbah piston bekas mengingat kesamaan sifat dari piston dan kampas rem yaitu tahan aus, tahan korosi, tahan tekanan, dan mampu menghantarkan panas, serta ketersediaan limbah *soda lime glass* dan limbah piston bekas yang belum dimanfaatkan secara maksimal.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode dan prosedur untuk melakukan tahapan-tahapan penelitian, sehingga dicapai hasil penelitian yang optimal. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dan metode penelitian yang digunakan adalah metode diskriptif dengan memaparkan secara jelas hasil eksperimen di laboratorium terhadap sejumlah spesimen uji.

Penelitian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh waktu *mixing* terhadap campuran serbuk *soda lime glass* dan serbuk limbah piston bekas untuk mendapatkan nilai kekerasan dan keausan optimum yang mendekati sifat mekanik (nilai

kekerasan dan keausan) kampas rem produk komersial.

Material yang digunakan dalam penelitian adalah serbuk *soda lime glass* sebagai penguat, serbuk piston bekas dari Engine 4HG1 ISUZU NKR71 sebagai *filler*, dan serbuk *phenolic resin* sebagai pengikat (*binder*). Pembuatan serbuk *soda lime glass* dilakukan secara mekanis kemudian diayak untuk mendapatkan ukuran serbuk 60 *mesh* (ASTM E-11-61), sedangkan serbuk piston bekas dilakukan dengan cara digerinda kemudian diayak untuk mendapatkan ukuran serbuk 100 *mesh* (ASTM E-11-61). Serbuk *Soda Lime Glass*, serbuk piston bekas, dan *phenolic resin* ditimbang sesuai komposisi masing-masing berdasarkan fraksi volume. Komposisi serbuk material kampas rem dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1: Komposisi Serbuk Material Kampas Rem

Bahan	% serbuk
<i>Phenolic Resin</i>	40%
Serbuk Piston Bekas	40%
Serbuk Soda Lime Glass	20%

Komposisi serbuk yang sudah ditimbang kemudian *dimixing* dengan variasi waktu *mixing* 30, 45, dan 60 menit pada putaran 45 rpm, setelah proses *mixing* selanjutnya komposisi campuran serbuk dikompaksi dengan menggunakan metode *hot compaction single acting* pada tekanan awal 166 bar selama 2 menit kemudian ditekan lagi pada tekanan 196 bar pada temperatur 150 °C selama 5 menit untuk menghasilkan *green body* dengan dimensi diameter 30 mm tebal 7 mm. *Green body* selanjutnya disintering pada temperatur 150 °C selama 4 jam. Spesimen setelah proses sintering kemudian dilakukan pengujian kekerasan dengan metode uji Kekerasan Vickers (ASTM E92-82) dan pengujian keausan dengan menggunakan metode Pin On Disc yang mengacu pada standar pengujian ASTM D 3702-95. Hasil pengujian kekerasan dan keausan dari kampas rem selanjutnya dibandingkan dengan nilai kekerasan dan keausan dari kampas rem produk komersial.

3. Hasil dan Pembahasan

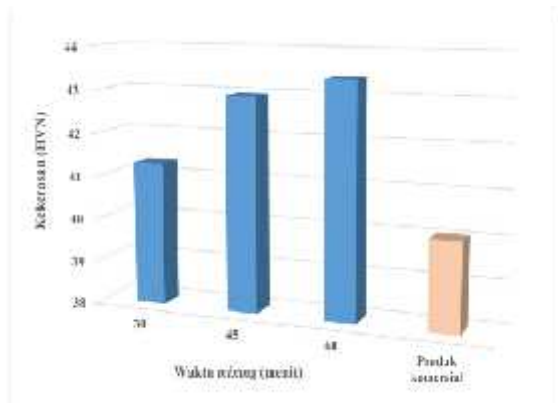
Spesimen yang dihasilkan dari penelitian dengan komposisi serbuk *soda lime glass* (20% vol, serbuk piston 40% vol, dan *phenolic resin* 40% vol) dapat dilihat pada Gambar 1. Spesimen dengan dimensi diameter 30 mm tebal 7 mm selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan dan keausan. Setiap pengujian dilakukan sebanyak tiga kali, selanjutnya nilai tersebut dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai kekerasan dan nilai keausannya.



Gambar 1. Produk yang dihasilkan dari proses metalurgi serbuk dengan pencampuran komposisi serbuk *soda lime glass*, piston bekas dan *phenolic resin*

3.1 Pengaruh Variasi Waktu *Mixing* Terhadap Nilai Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan Metode Vickers pada pembebanan 15,625 kgf yang mengacu pada standar pengujian ASTM E 92-82. Hasil Pengujian kekerasan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kekerasan terhadap variasi waktu *mixing*

Berdasarkan grafik hubungan variasi waktu *mixing* terhadap kekerasan terlihat bahwa nilai kekerasan produk kampas rem meningkat seiring dengan lamanya waktu *mixing*. Nilai kekerasan tertinggi terjadi pada waktu *mixing* 60 menit sebesar 43,38 HVN sedangkan nilai kekerasan yang mendekati produk komersial terjadi pada waktu *mixing* 30 menit sebesar 41,296 HVN. Peningkatan kekerasan tersebut diakibatkan oleh distribusi campuran yang homogen antar partikel serbuk. (German, 1994) menyatakan bahwa kehomogenan distribusi antar partikel dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu lamanya waktu pencampuran, kecepatan pencampuran, ukuran partikel, dan jenis material. Kehomogenan campuran sangat berpengaruh pada proses kompaksi karena gaya tekan yang diberikan pada saat kompaksi akan terdistribusi secara merata sehingga kualitas ikatan permukaan antar partikel semakin baik sehingga meningkatkan densitas dan sifat mekanis. (Olananmi, 2012) menyatakan bahwa homogenitas campuran serbuk aluminium juga akan meningkat seiring dengan lamanya waktu *mixing*. Lama waktu *mixing* akan menurunkan aglomerasi dimana aglomerasi

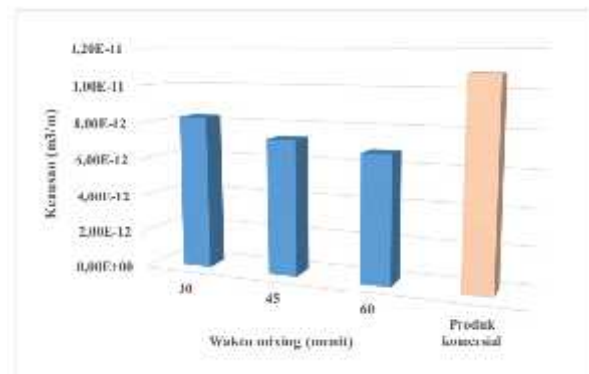
tersebut akan menghambat terjadinya ikatan antar partikel.

Hal yang sama juga dinyatakan pada penelitian (Hildayati dkk, 2009) bahwa peningkatan sifat mekanis disebabkan distribusi serbuk penguat yang merata sehingga memungkinkan terjadinya kontak permukaan antara penguat dan matriks menjadi besar. Besarnya kontak permukaan tersebut mengakibatkan kuatnya ikatan antara matriks dan penguat sehingga akan meningkatkan densitas.

3.2 Pengaruh Variasi Waktu *Mixing* Terhadap Keausan

Pengujian keausan dilakukan untuk mengetahui ketahanan terhadap keausan produk spesimen uji kampas rem. Besar nilai keausan menentukan ketahanan aus dari material. Semakin kecil nilai keausan maka semakin besar ketahanan aus tersebut, sebaliknya semakin besar nilai keausan maka semakin rendah ketahanan aus suatu material.

Pengujian keausan pada penelitian ini menggunakan metode *Pin On Disc* yang mengacu pada standar pengujian ASTM D 3702-95. Massa beban yang diberikan sebesar 3,6 kg, kecepatan putaran *disc* 800 rpm, serta jarak lintasan yang ditempuh 1000 m. Grafik pengujian keausan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Keausan terhadap variasi waktu *mixing*

Berdasarkan grafik hubungan waktu *mixing* terhadap keausan terlihat bahwa nilai keausan produk kampas rem semakin menurun seiring dengan lamanya waktu *mixing*. Nilai keausan tertinggi diperoleh pada waktu *mixing* 30 menit yaitu $8,2792 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$ dan nilai keausan terendah pada waktu *mixing* 60 menit yaitu $6,7688 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$ sedangkan nilai keausan pada kampas rem produk komersial sebesar $10,8189 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$.

Penurunan nilai keausan diakibatkan oleh campuran serbuk yang homogen dan terdistribusi merata antar partikel serbuk. Kehomogenan campuran serbuk sangat berpengaruh pada proses kompaksi karena gaya tekan yang

diberikan pada saat proses kompaksi akan terdistribusi secara merata sehingga kualitas ikatan antar permukaan partikel semakin baik sehingga meningkatkan densitas dan sifat mekanis (German, 1994). (Hildayati dkk, 2009) juga menyatakan bahwa peningkatan sifat mekanis disebabkan distribusi serbuk penguat yang merata sehingga memungkinkan terjadinya kontak permukaan antara penguat dan matriks menjadi besar. Besarnya kontak permukaan tersebut mengakibatkan kuatnya ikatan antara matriks dan penguat sehingga meningkatkan densitas. Nilai keausan pada penelitian ini juga menunjukkan berbanding terbalik dengan kekerasan. Keausan yang lebih besar akan terjadi pada material yang kekerasannya lebih rendah (Hasry dan Kaelani, 2014)

4. Simpulan

Simpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah semakin lama waktu *mixing* akan meningkatkan nilai kekerasan dan menurunkan nilai keausan kampas rem. Sifat mekanik (kekerasan dan keausan) kampas rem optimum yang mendekati produk komersial terjadi pada waktu *mixing* 30 menit dengan nilai kekerasan sebesar 41,296 HVN dan nilai keausan sebesar $8,2795 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{m}$.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Riau atas bantuan dana dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Deepika, K., Bhaskar, C., and Ramana., (2013). *Fabrication and Performance Evaluation of a Composite Material for Wear Resistance Application*. International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT), Vol 2, pp 66-71
- German, R.M., (1994). *Powder Metallurgy Science 2nd Edition*. Metal Powder Industries Federation, Princeton, New Jersey.
- Hildayati, dkk, (2009). *Sintesis dan Karakterisasi Bahan Komposit Karet Alam Silika*. Seminar Pascasarjana IX-ITS.
- Hasry dan Kaelani, Y.,(2014). *Studi Eksperimental Keausan Permukaan Material Akibat Adanya Multi-Directional Contact Friction*. Jurnal Teknik Pomits, vol 1, No 1.
- Kim et all., (2011). *Friction and Vibration of Automotive Brake Pads Containing Different Abrasive Particles*. Wear, Elsevier, pp 1194-1202.
- Maleque, M.A., (2012). *New Natural Fibre Reinforces Aluminium Composite for Automotive Brake Pad*. International Journal

of Mechanical and Materials Engineering (IJMME). Vol 7, No 2, pp 166-170.

- Masturi, Abdullah. M, dan Khairurrij, (2011). *High Compressive Strengh of Home Waste and Polyvinyl Acetat Composites Containing Silica Nanoparticle Filler*. J Matae Cycles Waste Manag 13: 225-231.
- Olayanmi, E.,O.,(2012). *Effect of Mixing Time on The Bed Density, and Microstructure of Selective Laser Sintered (sls) Aluminium Powders*. Journal of Material Rearch, vol 15, No 2.
- Rao U., and Babji, (2015). *Review Journal on Alternate Materials for Asbestos Brake Pads and Its Characterization*. International Journal of Engineering and Technology (IJET), vol 2, pp 556-562.
- Solechan, (2010). *Studi Pembuatan Material Piston Menggunakan Limbah Piston Bekas dan ADC 12 yang diperkuat dengan Insert ST 60 dan Besi Cor*. Jurnal RETII 4. Vol 4, No 1, hal 213-219.
- Wahyudi, T., (2010). *Pembuatan dan Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Kampas Rem dengan Bahan Dasar Serbuk Al, Arang Tempurung Kelapa dengan Matriks Epoxy*. Surakarta: Laporan Tugas Akhir Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.



SEMINAR NASIONAL
**REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

**BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL RETII Ke - 11 TAHUN 2016**

Pada hari ini Sabtu, tanggal 10 bulan Desember, tahun 2016 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) Ke -11, atas:

Nama Pemakalah : Putri Nawangsari¹, Kaspul Anuar²
Judul Makalah : *Pengaruh Waktu Mixing terhadap Kekerasan dan Keausan pada Campuran Serbuk Soda Lime Glass dan Serbuk Piston Bekas sebagai Material Alternatif Kampas Rem Non Asbestos*
Pukul : 13.45 – 14.00 WIB
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta 55281
Ruang : D.12
Moderator : Dr. Ratna Kartika, ST. MT.
Notulen : Ir. Wartono, M.Eng

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian Oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh moderator.

Jumlah Peserta yang Hadir : 25 Orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 10 Desember 2016

Ketua Panitia,

Dr. Ir. Sugiarto, MT.

Moderator,

~~Dr. Ratna Kartika, ST. MT.~~
M. Abdulkadir

Pemakalah,

Putri Nawangsari¹,
Kaspul Anuar²



SEMINAR NASIONAL
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

NOTULEN JALANNYA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL RETII Ke - 11 TAHUN 2016

Nama Pemakalah : Putri Nawangsari¹, Kaspul Anuar²
Judul Makalah : *Pengaruh Waktu Mixing terhadap Kekerasan dan Keausan pada Campuran Serbuk Soda Lime Glass dan Serbuk Piston Bekas sebagai Material Alternatif Kampas Rem Non Asbestos*
Pukul : 13.45 – 14.00 WIB
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta 55281
Ruang : D.12

Jalannya Acara Seminar:

1. Pembukaan oleh Moderator.
2. Paparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah.
3. Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan dari Pemakalah.

Adapun pertanyaan/kritik/saran dari Peserta Seminar terhadap Pemakalah serta tanggapan Pemakalah adalah sebagai berikut:

Pertanyaan / Kritik / Saran	Tanggapan Pemakalah
<ul style="list-style-type: none">- Ada panas akibat gesekan?- kekosaran & coef gesek yg dicapai brp?- Ukuran mesh brp?	<ul style="list-style-type: none">- Bhn glass lebih stabil.- Koef. gesek dpt diketahui dr nilai keausan.- Mesh 60 ($\pm 180 \mu\text{m}$).

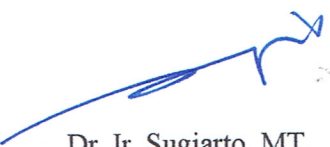
4. Penutup: Oleh Moderator.

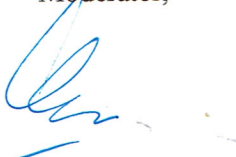
Yogyakarta, 10 Desember 2016


Ketua Panitia,

Moderator,

Pemakalah,


Dr. Ir. Sugiarto, MT.


Dr. Ratna Kartika, ST. MT.
M. Abdulkadiri


Putri Nawangsari¹,
Kaspul Anuar²