

TESIS

**PENGARUH KANDUNGAN DAN UKURAN BUTIRAN
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KETAHANAN BAKAR
KOMPOSIT GEOMATERIAL *MONTMORILLONITE-PHENOLYC***

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Magister

Program Studi Teknik Mesin



Oleh

Yudit Cahyantoro Nyoto Saputro

S951108015

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

SURAKARTA

commit to user
2013

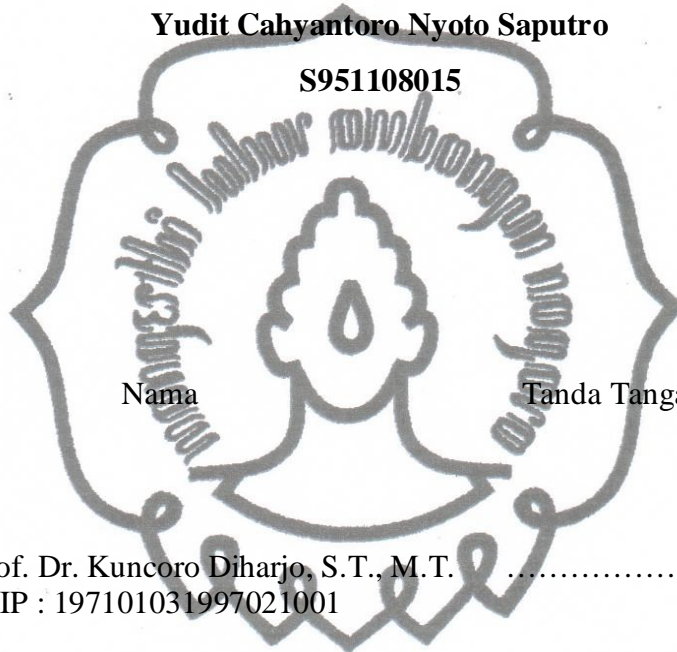
**PENGARUH KANDUNGAN DAN UKURAN BUTIRAN
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KETAHANAN BAKAR
KOMPOSIT GEOMATERIAL *MONTMORILLONITE-PHENOLYC***

TESIS

Oleh

Yudit Cahyantoro Nyoto Saputro

S951108015



Komisi	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing			
Pembimbing I	Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T. NIP : 197101031997021001	.....	.....2013
Pembimbing II	Dr. Triyono, S.T., M.T. NIP : 197406251999031002	.....	.....2013

**Telah dinyatakan memenuhi syarat
Pada tanggal 2013**

Ketua Program Studi Teknik Mesin
Program Pascasarjana UNS

Dr. Techn. Suyitno, S.T., M.T.
NIP. 197409022001121002

**PENGARUH KANDUNGAN DAN UKURAN BUTIRAN
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KETAHANAN BAKAR
KOMPOSIT GEOMATERIAL *MONTMORILLONITE-PHENOLYC***

TESIS

**Oleh
Yudit Cahyantoro Nyoto Saputro
S951108015**

Tim Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Stefanus Adi Kristiawan, S.T., M.Sc.(ENG), Ph.D. NIP : 196905011995121001	.....	.....2013
Sekretaris	Prof. Dra. Neng Sri Suharty, M.Sc., Ph.D. NIP : 194908161981032001	.....	.....2013
Anggota Penguji	Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T. NIP : 197101031997021001	.....	.....2013
	Dr. Triyono, S.T., M.T. NIP : 197406251999031002	.....	.....2013

**Telah dipertahankan di depan penguji
Dinyatakan telah memenuhi syarat
Pada tanggal 2013**

Direktur Program Pascasarjana UNS

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M.S.
NIP. 196107171986011001

Dr. Techn. Suyitno, S.T., M.T.
NIP. 197409022001121002

commit to user

PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI ISI TESIS

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis yang berjudul: **“PENGARUH KANDUNGAN DAN UKURAN BUTIRAN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KETAHANAN BAKAR KOMPOSIT GEOMATERIAL *MONTMORILLONITE-PHENOLYC*”** ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, tahun 2010).
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seijin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan PPs–UNS sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya satu semester (enam bulan sejak pengesahan Tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Tesis ini, maka Prodi Teknik Mesin PPs–UNS berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Prodi Teknik Mesin PPs–UNS. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, 22 Juli 2013

Mahasiswa,

Yudit Cahyantoro Nyoto Saputro

S951108015

commit to user

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul **“Pengaruh Kandungan dan Ukuran Butiran Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketahanan Bakar Komposit Geomaterial Montmorillonite–Phenolyc”**. Adapun tujuan penulisan Tesis ini adalah untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mencapai gelar Magister Teknik di Prodi Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga dalamnya kepada semua pihak yang telah berperan dan berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan Tesis ini, khususnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan hidayah-Nya, sehingga Tesis ini bisa terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T. selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Triyono, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang dengan telaten membimbing dan memberikan banyak bantuan, motivasi serta dukungan selama proses penelitian dan penulisan Tesis ini.
3. Bapak Dr. Techn. Suyitno, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin dan Bapak Zainal Arifin, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan arahan dan dorongan dalam proses pembelajaran maupun penulisan Tesis ini.
4. Bapak Ir. Wijang Wisnu Rahardjo, M.T. sebagai Ketua Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin UNS dan Bapak Maruto Adi, S.T. sebagai Laboran yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen pengajar Program Studi Magister Teknik Mesin UNS beserta staf administrasi yang telah membagikan ilmunya dan segala fasilitas penunjang kegiatan belajar mengajar sehingga penulis bisa menyelesaikan pengerjaan Tesis ini.
6. Romo Andreas Soegijoprano, S.J., Romo T. Sriyono S.J., Bapak YV Yudha Samudra, S.T., M.Eng. dan Bapak Hermawan Budi Prasetyo, S.T., MBA. selaku pimpinan Politeknik ATMI Surakarta yang telah memberikan ijin dan dukungan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi, penelitian dan Tesis ini.

commit to user

7. Bapak, Ibu dan Mertua yang telah memberikan doa restu dan dukungan dalam bentuk materil maupun moril.
8. Istriku Desiyani Yosana, S.E. dan kedua anakku Yusi dan Via yang selalu memberikan semangat, dukungan dan waktunya sehingga penulis bisa menyelesaikan Tesis ini.
9. Seluruh teman angkatan empat tahun 2011 Magister Teknik Mesin UNS, khususnya Bram, Agus, Bayu, Rina, Tris, Wahyu, Kaleb, Ridwan, Fajar, Mustakim, Joko, dan Sigit.
10. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Mesin UNS (Albert, Roy, Mahadib, Suryo) yang tergabung dalam tim penelitian komposit.
11. Berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas bantuan dan kerjasamanya.

Penulis menyadari, bahwa Tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih apabila ada saran dan kritik demi kesempurnaan Tesis ini

Penulis juga berharap Tesis ini bisa bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya dan bisa digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 22 Mei 2013

Penulis

Yudit Cahyantoro Nyoto Saputro. 2013. **Pengaruh Kandungan dan Ukuran Butiran terhadap Kekuatan Tarik dan Ketahanan Bakar Komposit Geomaterial Montmorillonite-Phenolyc.** TESIS. Pembimbing I: Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T. Pembimbing II: Dr. Triyono, ST., M.T. Program Studi Teknik Mesin, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Abstrak

Penelitian ini menyelidiki pengaruh dari kandungan serbuk genteng Sokka/lempung MMT dan ukuran butiran serbuk genteng Sokka/lempung MMT terhadap kekuatan tarik dan ketahanan bakar komposit geomaterial. Penggunaan resin yang mengandung *flame retardant* (FR) yaitu *phenolyc LP 1Q EX* akan mendukung peningkatan sifat tahan api komposit geomaterial.

Penelitian dilakukan di laboratorium menggunakan *test piece*. Specimen dibuat dengan metode *hand lay up* dengan prosentase kandungan serbuk genteng Sokka 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% (v/v). Variasi ukuran butiran mulai dari 125–177, 99–125, 74–99, dan <74 μm . Pada komposit dilakukan pengujian XRF, XRD, SEM, dan massa jenis. Pengujian tarik menggunakan ASTM D 638 menghasilkan data tegangan tarik dan modulus elastisitas, sedangkan pengujian bakar menggunakan ASTM D 635 menghasilkan data *Time to Ignition (TTI)* dan *Burning Rate (BR)*.

Berdasarkan hasil uji XRF, serbuk genteng Sokka mengandung unsur Al_2O_3 dan SiO_2 dalam prosentase yang cukup besar. Kandungan Al_2O_3 berfungsi untuk meningkatkan ketahanan nyala api, sedangkan SiO_2 berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanis. Komposisi terbaik komposit pada kandungan partikel 40% (v/v) dan ukuran butiran < 74 μm dengan nilai kekuatan tarik 30,87 MPa dan modulus tarik 8057,08 MPa. Ketahanan bakar meningkat seiring dengan pertambahan prosentase serbuk genteng Sokka dan pengurangan ukuran butiran. Nilai tertinggi *time to ignition* (24,67 detik) dan *burning rate* (0,17 mm/detik) diperoleh pada prosentase kandungan 50% (v/v) dan ukuran butiran < 74 μm . Hasil ini memberikan manfaat bagi para pengguna dimana ukuran partikel yang semakin kecil dipandang lebih menguntungkan.

Kata kunci: Komposit geomaterial, serbuk genteng Sokka, *montmorillonite*, *phenolyc*.

Yudit Cahyantoro Nyoto Saputro. 2013. **The Effect of Contents and the Particles Size on the Tensile Strength and Fire Resistance of the Montmorillonite–Phenolyc Geomaterial Composites**. Thesis: Principal Advisor: Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T. Co-advisor: Dr. Triyono, S.T., M.T. The Graduate Program in Mechanical Engineering, Sebelas Maret University, Surakarta.

Abstract

This objective of this research is to investigate the effect of the powder contents of Sokka roof tile/MMt clay and the size of the powder particles of Sokka roof tile/MMt clay on the tensile strength and the fire resistance of the geomaterial composites. The use of resin containing the flame retardant (FR) i.e. phenolyc LP 1Q EX supports the improvement of the fire resistance properties of the geomaterial composites.

The research was conducted at laboratory by using the test piece. The specimen of the research was made by using hand layup method with the percentage of the Sokka roof tile powder contents of 10%, 20%, 30%, 40%, and 50% (v/v) respectively. The variation of the size of the powder particles were 125–177, 99–125, 74–99, and < 74 μm . The composites were exposed to the test of XRF, XRD, SEM, and density. The tensile strength was tested by using the ASTM D 638 to obtain the data of tensile stress and elasticity modulus, and the fire resistance was tested by using the ASTM D 635 to attain the data of Time to Ignition (TTI) and Burning Rate (BR).

The result of the XRF test show that the Sokka roof tile powders contain the elements of Al_2O_3 and SiO_2 in large enough percentage. The element of Al_2O_3 function to improve the flame resistance, and the element of SiO_2 function to improve the mechanical properties. The best composition of the composites is at the particle content of 40% (v/v) with the size of the particles of < 74 μm . The value of the tensile strength is 30.87 MPa, and the tensile modulus is 8057.08 MPa. The fire resistance improves along with the increasing in the percentage of the Sokka roof tile powder and the decreasing in the size of the particles. The highest value of the time to ignition (24.67 seconds) and the burning rate (0.17 mm/second) are obtained the particle content of 50% (v/v) with the size of the particle of < 74 μm . The result gives advantages to users as the smaller size of the particles is viewed to be more profitable

Keywords: Geomaterial composites, Sokka roof tile dust, montmorillonite, phenolyc.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI TESIS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kajian Teori.....	4
2.2 Kerangka Pikir.....	14
2.3 Hipotesis.....	14
BAB III. METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Tempat dan Waktu.....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Prosedur Eksperimen.....	17
3.4 Skema Penelitian.....	22
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN ANALISA.....	23
4.1 Massa Jenis Komposit.....	23
4.2 Karakterisasi Serbuk Genteng Sokka.....	24
4.3 Pengujian Tarik Komposit Geomaterial Serbuk Genteng Sokka– <i>Phenolyc</i>	27

commit to user

4.4	Pengujian Ketahanan Bakar Komposit Geomaterial Serbuk Genteng Sokka- <i>Phenolyc</i>	37
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		44
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....		45
LAMPIRAN.....		49



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan <i>Montmorillonite</i>	10
Tabel 3.1 Ukuran butiran serbuk genteng Sokka beserta kode <i>mesh</i>	16
Tabel 4.1 Kandungan unsur utama serbuk genteng Sokka.....	25
Tabel 4.2 Konversi ukuran butiran serbuk genteng Sokka.....	33



commit to user

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Agregasi <i>montmorillonite</i>	5
Gambar 2.2 <i>Microcluster montmorilloniet</i> dengan pembesaran yang lebih tinggi (75.000x)	5
Gambar 2.3 Grafik regangan–tegangan.....	13
Gambar 3.1 Cetakan kaca.....	18
Gambar 3.2 Contoh <i>specimen</i> uji tarik.....	19
Gambar 3.3 <i>Specimen</i> uji tarik komposit (ASTM D 638).....	20
Gambar 3.4 Metode Uji Bakar (ASTM D 635).....	21
Gambar 4.1 Perbandingan massa jenis teoritis dan aktual dari komposisi.....	23
Gambar 4.2 Hasil SEM serbuk genteng Sokka dengan perbesaran 5000x	25
Gambar 4.3 Difraksi sinar–X komposit serbuk genteng Sokka– <i>Phenolyc</i>	26
Gambar 4.4 Pengaruh prosentase kandungan serbuk genteng Sokka terhadap tegangan tarik komposit	27
Gambar 4.5 Pengaruh kandungan serbuk genteng Sokka terhadap modulus tarik komposit dengan ukuran butiran -150/+200.....	29
Gambar 4.6 SEM penampang patahan komposit serbuk genteng Sokka– <i>Phenolyc</i>	31
Gambar 4.7 SEM penampang patahan uji tarik komposit serbuk genteng Sokka– <i>phenolyc</i>	32
Gambar 4.8 Tegangan tarik komposit variasi ukuran butiran dengan prosentase kandungan serbuk genteng Sokka 40%	34
Gambar 4.9 Modulus elastisitas komposit variasi ukuran butiran dengan kandungan serbuk genteng Sokka 40%.....	35

Gambar 4.10 SEM penampang patahan uji tarik komposit.....36

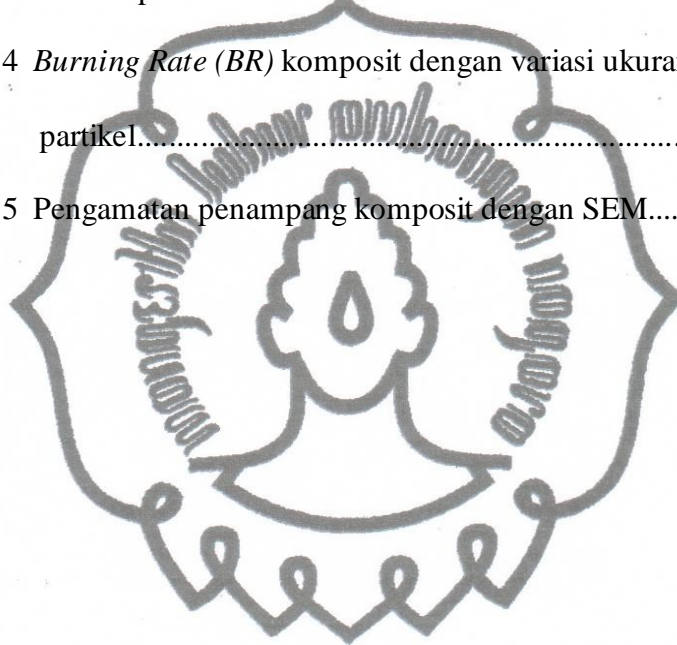
Gambar 4.11 *Time to Ignition* (TTI) komposit dengan variasi prosentase
kandungan partikel.....37

Gambar 4.12 *Burning Rate (BR)* komposit dengan variasi prosentase
kandungan partikel.....38

Gambar 4.13 *Time to Ignition* (TTI) komposit dengan variasi ukuran
butiran partikel.....39

Gambar 4.14 *Burning Rate (BR)* komposit dengan variasi ukuran butiran
partikel.....40

Gambar 4.15 Pengamatan penampang komposit dengan SEM.....42



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian Massa jenis Komposit Variasi Kandungan.....	49
Lampiran 2. Hasil Pengujian Massa jenis Komposit Variasi Ukuran Butiran.....	50
Lampiran 3. Hasil Pengujian Tarik Komposit Variasi Kandungan.....	51
Lampiran 4. Hasil Pengujian Tarik Komposit Variasi Ukuran Butiran.....	52
Lampiran 5. Hasil Pengujian Bakar Komposit Variasi Kandungan.....	53
Lampiran 6. Hasil Pengujian Bakar Komposit Variasi Ukuran Butiran.....	54
Lampiran 7. Grafik Hasil Pengujian Tarik.....	55
Lampiran 8. Biodata.....	64

