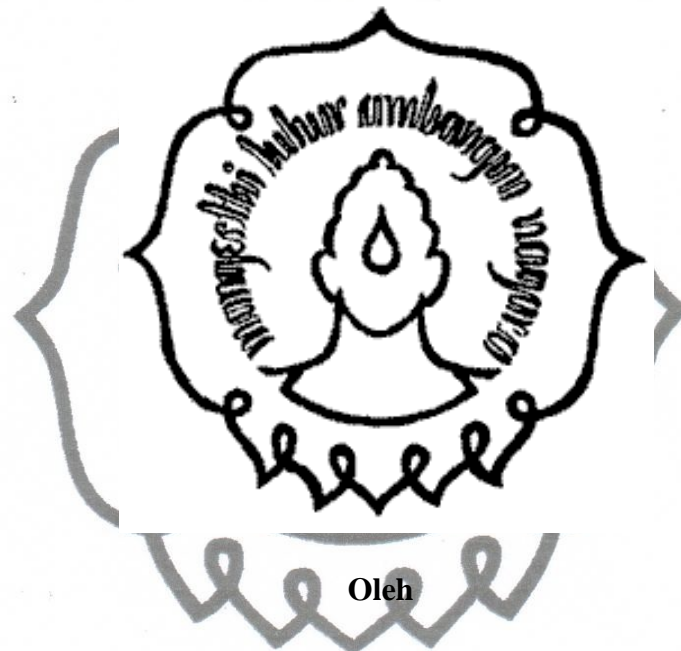


**KAJIAN MATERIAL PENYERAP SUARA DARI BAHAN
KOMPOSIT TONGKOL JAGUNG–*POLYURETHANE***

TESIS

**Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Magister
Program Studi Teknik Mesin**



Oleh

Suranto Wahyu Nugroho

S951108013

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

SURAKARTA

2013

commit to user

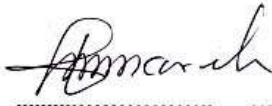

**KAJIAN MATERIAL PENYERAP SUARA DARI BAHAN
KOMPOSIT TONGKOL JAGUNG–POLYURETHANE**

TESIS

Oleh

Suranto Wahyu Nugroho

S951108013

Komisi Pembimbing	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T. NIP 197101031997021001		8/7 2013
Pembimbing II	Dr. Dwi Aries Himawanto, S.T., M.T. NIP 197403262000031001		8/7 2013

**Telah dinyatakan memenuhi syarat
Pada tanggal 10 Juli 2013**

**Ketua Program Studi Teknik Mesin
Program Pascasarjana UNS**




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

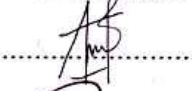
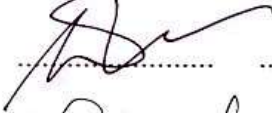
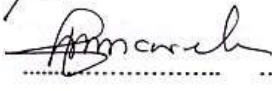
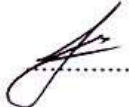
**KAJIAN MATERIAL PENYERAP SUARA DARI BAHAN
KOMPOSIT TONGKOL JAGUNG-POLYURETHANE**

TESIS

Oleh


**Suranto Wahyu Nugroho
S951108013**

Tim Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Dr. Triyono, S.T., M.T. NIP 197406251999031002		10/7 2013
Sekretaris	Ir. Wijang Wisnu Raharjo, M.T. NIP 196810041999031002		10/7 2013
Anggota Penguji	Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T. NIP 197101031997021001		10/7 2013
	Dr. Dwi Aries Himawanto, S.T., M.T. NIP 197403262000031001		10/7 2013

**Telah dipertahankan di depan penguji
Dinyatakan telah memenuhi syarat
Pada tanggal 10 Juli 2013**

Direktur Program Pascasarjana UNS


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

Ketua Program Studi Teknik Mesin


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

PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PUBLIKASI ISI TESIS

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis yang berjudul: “**KAJIAN MATERIAL PENYERAP SUARA DARI BAHAN KOMPOSIT TONGKOL JAGUNG–POLYURETHANE**” ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah 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, 10 Mei 2013
Mahasiswa,

Suranto Wahyu Nugroho
S951108013

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul **“Kajian Material Penyerap Suara Dari Bahan Komposit Tongkol Jagung–Polyurethane”**. 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 sangat mendalam kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan Tesis ini, khususnya kepada:

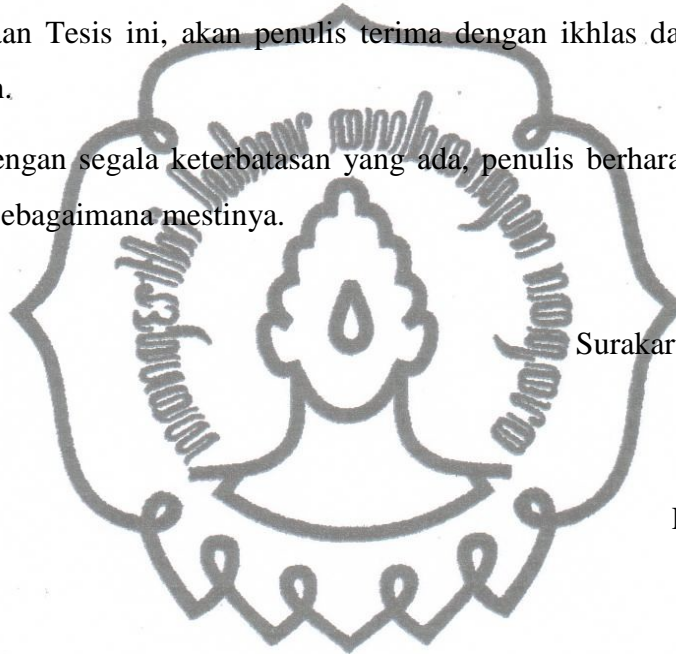
1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmad dan hidayah-Nya, sehingga atas bimbingan dan ridho-Nya dapat menyelesaikan Tesis ini.
2. Bapak Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T. selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Dwi Aries Himawanto, S.T., M.T. selaku selaku pembimbing II yang dengan sabar dan penuh pengertian telah memberikan banyak bantuan, motivasi serta dukungan dalam penelitian dan penulisan Tesis ini.
3. Bapak Dr. Techn. Suyitno, S.T., M.T. selaku Prodi Magister Teknik Mesin UNS dan Bapak Zainal Arifin, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan motivasi serta semangat dalam mengerjakan Tesis.
4. Bapak Dosen Prodi Magister Teknik Mesin UNS atas nilai-nilai mata kuliah dan pengetahuannya.
5. Bapak Ir. Wijang Wisnu Raharjo., M.T. Ketua Laboratorium Material jurusan Teknik Mesin UNS dan mas Maruto yang telah membantu penulis dalam pembuatan spesimen.
6. Bapak, Ibu, dan Mertua tercinta yang telah memberikan sumbangan besar baik moril maupun materiil.
7. Istriku Mitha dan kedua anakku (Shifa dan Raafi) yang setia menemaniku, selalu memberiku dukungan dan semangat.
8. Bapak Made dan mas Rio yang membantu dalam pengujian spesimen di Lab akustik JTMI UGM.
9. Mas Tris atas kebersamaanya selama dua tahun di pucang sawit.

commit to user

10. Teman-teman angkatan empat tahun 2011 terutama minat material (Bram, Yudit, Mustakim, Sigit, Jokpit, Rina, Fajar, Kaleb, Tris, Ridwan) Magister Teknik Mesin UNS.
11. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas bantuan dan dorongan semangat serta doanya, terima kasih.

Penulis menyadari, bahwa dalam Tesis ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, bila ada saran, koreksi dan kritik demi kesempurnaan Tesis ini, akan penulis terima dengan ikhlas dan dengan ucapan terima kasih.

Dengan segala keterbatasan yang ada, penulis berharap Tesis ini dapat digunakan sebagaimana mestinya.



Surakarta, Mei 2013

Penulis

Suranto Wahyu Nugroho. 2013. **Kajian Material Penyerap Suara dari Bahan Komposit Tongkol Jagung–Polyurethane**. TESIS. Pembimbing I: Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T. II: Dr. Dwi Aries Himawanto, S.T., M.T. Program Studi Teknik Mesin, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Abstrak

Tongkol jagung (TJ) merupakan limbah pertanian dari jagung yang jumlahnya berlimpah. TJ bersifat *porous* sehingga sangat berpotensi untuk digunakan sebagai bahan penyerap suara. *Polyurethane* (PU) yang ringan dan *porous* dapat digunakan sebagai perekat untuk membuat panel akustik dari TJ. Penelitian ini bertujuan menyelidiki koefisien serapan suara dari komposit tongkol jagung (TJ)–*polyurethane* (PU). TJ dihancurkan dan diayak sehingga menghasilkan tiga jenis ukuran butiran yaitu kecil (+16/-20), sedang (+10/-16) dan besar (+6/-10). Butiran TJ dikeringkan dan dicampur PU dengan komposisi 50% TJ dan 50% PU kemudian dicetak dengan menggunakan variasi ukuran butir dengan ketebalan 15 mm. Ukuran butir terbaik berdasarkan koefisien serapan suara (α) tertinggi digunakan untuk membuat komposit TJ–PU dengan variasi komposisi 40% TJ–60% PU dan 60% TJ–40% PU. Bahan penyerap suara tipe resonator dibuat dari ukuran butir dan komposisi terbaik yang divariasikan diameter lehernya dengan ukuran 3 mm dan 5 mm. Pengujian dilakukan sesuai standar ASTM C384/ISO 10534, yaitu metode pengujian standar untuk impedansi dan penyerapan bahan akustik menggunakan tabung impedansi satu mikropon dan sistem frekuensi digital analisis. Pengukuran dilakukan pada rentang frekuensi 0–6300 Hz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien serapan suara tertinggi (0,64) dihasilkan dari ukuran butir +16/-20. Komposisi TJ terhadap PU yang memiliki serapan suara tertinggi (0,70) adalah 40% TJ dan 60% PU. Penyerap suara tipe resonator memiliki serapan suara tertinggi (0,66), dihasilkan dari diameter leher 5 mm. Koefisien serapan suara yang cukup tinggi ini menunjukkan bahwa komposit TJ-PU sangat baik digunakan sebagai bahan penyerap suara tipe berpori maupun tipe resonator. Bahan penyerap tipe resonator akan meningkatkan kemampuan penyerapan suara terutama pada frekuensi rendah (0–1800 Hz).

Kata kunci: komposit, tongkol jagung (TJ), *polyurethane* (PU), penyerap suara

Suranto Wahyu Nugroho. 2013. **The Study on the Sound-absorbing Material Made from the Composite of Corncob and Polyurethane**. Principal Advisor: Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T. Co-advisor: Dr. Dwi Aries Himawanto, S.T., M.T. Thesis: The Graduate Program of Mechanical Engineering, Sebelas Maret University. Surakarta.

Abstract

Corncob is a type of agricultural waste made of corn plant which comes in abundance. Corncob has porous characteristic in such a way that it is much potential to be used as an agent to absorb sound. Polyurethane which has light and porous characteristics can be used as an adhesive to create the acoustic panel made from corncob. The objective of this research is to investigate the coefficient of sound absorption of the composite of corncob and polyurethane. The corncob was crushed and sifted to produce three types of grain size, those are: small grain size with the mesh hole escape of 16, medium grain size with the mesh hole escape of 10, and large grain size with the mesh hole escape of 6. The grains of the corncob were dried and mixed with the polyurethane with the composition of 50% corncob and 50% polyurethane which were then molded by using the variation of grain size with 15-mm thickness. The grain size taken as the best on the basis of the highest coefficient of sound absorption (α) was used to create the composite of corncob and polyurethane with the variations in composition of corncob and polyurethane of 40% : 60% and 60% : 40%. The sound-absorbing material of resonator type was made from the grain size and the best composition with the variation in its neck diameter of 3 mm and 5 mm. The testing was conducted in accordance with the standard of ASTM C384/ISO 10534, which was the standard test method for impedance and absorption of acoustical materials by the impedance tube method. The measurement was conducted in the frequency range of 0 up to 6,300 Hz. The results of this research are as follows: (1) the highest coefficient of sound absorption (0.64) results from the grain size with the mesh hole escape of 16; (2) the composition of corncob and polyurethane with the highest sound absorption (0.70) is that of corncob and polyurethane of 40% : 60%; and (3) the sound absorber of resonator type has the highest sound absorption (0.66) which results from the neck diameter of 5 mm. Based on the results of this research, conclusions are drawn that: (1) the composite of corncob and polyurethane is very good to be used as the sound-absorbing material of both porous and resonator types due to its sufficiently high coefficient of sound absorption; and (2) the sound-absorbing material of resonator type will increase the ability to absorb sound, particularly at the low frequency (0-1800 Hz).

Keywords: composite, corncob, polyurethane, and sound absorber

DAFTAR ISI

	Halaman
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	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Kajian Teori	5
2.1.1 Material Akustik	5
2.1.2 Suara dan Kebisingan	7
2.1.3 Frekuensi	15
2.1.4 Periode	16
2.1.5 Gelombang Suara	16
2.1.6 Kecepatan Gelombang Suara	17
2.1.7 Absorpsi dan Refleksi Suara	18
2.1.8 Metode Tabung Impedansi	20
2.1.9 <i>Polyuretane</i>	23
2.1.10 Tongkol Jagung	24
2.2 Kerangka pikir	25
2.3 Hipotesis	26

BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Tempat Kegiatan	27
3.2 Bahan dan Alat	27
3.3 Prosedur Eksperimen	29
3.4 Diagram Alir Penelitian	31
3.5 Populasi dan Sampel	32
3.6 Variabel Penelitian	32
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Karakteristik Koefisien Serapan Suara	33
4.1.1. Koefisien Serapan Suara Komposit TJ-PU Variasi Ukuran Butir	33
4.1.2. Koefisien Serapan Suara Komposit TJ-PU Variasi Komposisi	37
4.1.3. Koefisien Serapan Suara Komposit TJ-PU Variasi Diameter Leher Resonator	41
4.2 Koefisien Serapan Suara Material Pembanding	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Koefisien serapan suara material akustik	5
Tabel 2.2 Tingkat kebisingan rata-rata diukur dalam beberapa jarak	8
Tabel 2.3 Tingkat kebisingan yang diijinkan oleh <i>Walsh–Healey Public Contracts</i>	9
Tabel 2.4 Kecepatan gelombang suara	18
Tabel 2.5 Proporsi limbah tanaman jagung, kadar protein dan pencernaan bobot kering	25
Tabel 3.1 Tempat kegiatan	27
Tabel 3.2 Variasi ukuran mesh	29
Tabel 3.3 Variasi komposisi TJ–PU	29
Tabel 3.4 Variasi diameter leher (<i>neck</i>) resonator	30
Tabel 4.1 Data sampel uji komposit TJ–PU variasi ukuran butir	33
Tabel 4.2 Data sampel uji komposit TJ–PU variasi komposisi	37
Tabel 4.3 Data sampel uji komposit TJ–PU tipe resonator variasi diameter leher	42
Tabel 4.4 Perbandingan koefisien serapan suara komposit TJ–PU dengan beberapa material akustik yang lain	44

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1.1 Limbah tongkol jagung	2
Gambar 2.1 Grafik perbandingan koefisien serapan suara bahan sintetis dan bahan organik	7
Gambar 2.2 Grafik karakteristik penyerapan suara material berpori	12
Gambar 2.3 Konstruksi tipikal untuk (a) membran; (b) penyerap helmholtz ...	13
Gambar 2.4 Desain slot-jenis helmholtz resonator dengan mulut lubang persegi	14
Gambar 2.5 Susunan helmholtz resonator	14
Gambar 2.6 Helmholtz resonator dengan mulut lubang bulat/lingkaran	14
Gambar 2.7 Grafik karakteristik penyerapan suara material resonansi	15
Gambar 2.8 Frekuensi	15
Gambar 2.9 Berbagai fenomena gelombang	16
Gambar 2.10 Gelombang suara	17
Gambar 2.11 Penampang tabung impedansi dengan pola gelombang suara (a) tanpa sampel; (b) dan dengan sampel	21
Gambar 2.12 Ilustrasi pengukuran gelombang	22
Gambar 2.13 Hubungan koefisien absorpsi (α) dengan <i>standing wave ratio</i> (n) ..	23
Gambar 3.1 <i>Standing Wave Apparatus Type 4002</i>	28
Gambar 3.2 Skema pengujian hambatan aliran udara	28
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian	31
Gambar 3.4 Sampel uji serapan suara (a) frekuensi rendah \varnothing 100 mm; (b) frekuensi tinggi \varnothing 28 mm	32
Gambar 4.1 Grafik hubungan frekuensi dengan koefisien absorpsi komposit TJ–PU variasi ukuran butir TJ	35
Gambar 4.2 Foto makro komposit TJ–PU variasi ukuran butir TJ butir kecil	36
Gambar 4.3 Foto makro komposit TJ–PU variasi ukuran butir TJ butir sedang ..	36
Gambar 4.4 Foto makro komposit TJ–PU variasi ukuran butir TJ butir besar	37
Gambar 4.5 Grafik hubungan frekuensi dengan koefisien absorpsi komposit TJ–PU variasi komposisi	39
Gambar 4.6 Foto makro komposit TJ–PU variasi komposisi 60% TJ–40% PU ..	40
Gambar 4.7 Foto makro komposit TJ–PU variasi komposisi 40% TJ–60% PU ..	40

Gambar 4.8 Foto makro komposit TJ-PU variasi komposisi 100% PU 41

Gambar 4.9 Penyerap suara resonator 42

Gambar 4.10 Grafik hubungan frekuensi dengan koefisien absorpsi komposit
TJ-PU tipe resonator variasi diameter leher 43

Gambar 4.11 Grafik perbandingan koefisien serapan suara bahan sintesis,
bahan organik dan komposit TJ-PU 55



DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1. Biodata	50
Lampiran 2. Hasil uji serapan suara komposit TJ-PU variasi ukuran butir TJ	51
Lampiran 3. Perhitungan nilai berat jenis dan hambatan aliran udara komposit TJ-PU variasi ukuran butir TJ	53
Lampiran 4. Hasil uji serapan suara komposit TJ-PU variasi komposisi	54
Lampiran 5. Perhitungan nilai berat jenis dan hambatan aliran udara komposit TJ-PU variasi ukuran butir TJ	56
Lampiran 6. Hasil uji serapan suara komposit TJ-PU tipe resonator variasi diameter leher	57
Lampiran 7. Perhitungan nilai berat jenis dan frekuensi resonansi komposit TJ-PU tipe resonator variasi diameter leher	59
Lampiran 8. Tabel perhitungan volume <i>void</i> komposit TJ-PU variasi ukuran butir dan variasi komposisi	60
Lampiran 9. Data <i>sheet polyurethane</i>	61
Lampiran 10. ASTM C 384	62
Lampiran 11. ASTM C 522	71