

# **Pengaruh Metode *Post Curing* Terhadap Kekuatan Lentur Komposit Kampas Rem**

**TESIS**

Disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Magister  
Program Studi *Mechanical Engineering*





Oleh  
**Herru Santosa Budiono**  
S951602006

**PASCASARJANA**  
**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**SURAKARTA**  
2018

# Pengaruh Metode *Post Curing* Terhadap Kekuatan Lentur Komposit Kampas Rem

Disusun oleh:

HERRU SANTOSA BUDIONO  
S951602006

Pembimbing	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	<u>Dr. Eko Surojo, S.T., M.T.</u> NIP. 196904112000031006		Februari 2018
Pembimbing II	<u>Dr. Nural Muhavat, S.T., M.T.</u> NIP. 197003231998021001		Februari 2018

Telah dinyatakan memenuhi syarat  
Pada tanggal Februari 2018

Ketua Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik UNS



Dr. Triyono, S.T., M.T.  
NIP. 19740625199901002

# Pengaruh Metode *Post Curing* Terhadap Kekuatan Lentur Komposit Kampas Rem




TESIS

Oleh:

HERRU SANTOSA BUDIONO  
S951602006

Telah dipertahankan di depan penguji dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada tanggal 31 Januari 2018

Tim Penguji :

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Joko Triyono, S.T., M.T. NIP. 196906251997021001	
Sekretaris	Dody Ariawan, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 197308041999031003	
Anggota Penguji	Dr. Eko Surojo, S.T., M.T. NIP. 196904112000031006	
	Dr. Nurul Mahayati, S.T., M.T. NIP. 197003231998021001	

Mengetahui,

  
Dekan  
Fakultas Teknik UNS  
Dr. Soeharto, S.T., M.T.  
NIP. 196710011997021001

  
Ketua Program Studi  
Magister Teknik Mesin  
Dr. Triyono, S.T., M.T.  
NIP. 19740625199901002

### PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis saya yang berjudul “Pengaruh Metode *Post Curing* Terhadap Kekuatan Lentur Komposit Kampas Rem” belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga belum pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



arta, Februari 2018

Herru Santosa Badioto

Herru Santosa Budiono. 2018. *Pengaruh Metode Post Curing Terhadap Kekuatan Lentur Komposit Kampas Rem*. TESIS. Pembimbing 1: Dr. Eko Surojo, ST, MT. Pembimbing 2: Dr. Nurul Muhayat, ST, MT. Program Studi Teknik Mesin, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

### ABSTRAK

Material rem gesekan merupakan komponen penting dalam sistem pengereman kendaraan. Bahan ini biasanya terbuat dari bahan asbes dan bahan non-asbes. Beberapa bahan non-asbes menggunakan serat alami sebagai penguat dan resin *phenolic* sebagai pengikat. Proses *post curing* dilakukan dengan memanaskan material dengan suhu dan waktu tertentu. Selama *post curing*, gas amonia sebagai reaksi resin *phenolic* dan HMTA berdifusi keluar dari komposit kampas rem. laju pemanasan pada *post curing* mempengaruhi proses pengeluaran gas amonia dari dalam komposit dan akan mempengaruhi sifat mekanik komposit. Oleh karena itu, makalah ini membahas pengaruh metode *post curing* terhadap kekuatan lentur komposit. Spesimen komposit dibuat dengan mencampurkan bahan-bahan, *press* dingin, *press* panas dan diikuti dengan *post curing*. Pengujian bending dilakukan untuk mengetahui efek *post curing* terhadap kekuatan lentur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pemanasan pada *post curing* berpengaruh terhadap kekuatan lentur komposit. Kekuatan lentur komposit menurun seiring dengan meningkatnya laju pemanasan. *Internal defect* yang terbentuk selama *post curing* mengakibatkan penurunan kekuatan lentur komposit.

Kata kunci: *post curing, phenolic resin, internal defect*.



Herru Santosa Budiono. 2018. *Effect of post curing method on flexural strength of composite friction brake*. THESIS. 1<sup>st</sup> Promotor: Dr. Eko Surojo, ST, MT. 2<sup>nd</sup> Promotor: Dr. Nurul Muhayat, ST, MT. Mechanical Engineering Department, Magister Program, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

#### ABSTRACT

Friction brake material are the important component in the braking system of the vehicles. These materials are usually made of asbestos and non-asbestos materials. Some non-asbestos materials use natural fibers as reinforcement and phenolic resin as a binder. The post-curing process is carried out by heating a material with specific temperature and time. During post curing, ammonia gas as the reaction of the phenolic resin and HMTA diffuses out from the friction brake material. The heating rate in post curing was supposed affecting process of removal ammonia gas from composite and it will affect mechanical properties of the composite. Therefore, this paper is concerned with effect of post curing method on the composite flexural strength. Composite specimen were manufactured by mix the ingredients, preforming, hot molding and followed by post curing. Bending tests performed to determine the effect of post curing the flexural strength. The results showed that heating rate in post curing affected flexural strength of composite. Flexural strength of composite decreased with increasing heating rate. Internal defect that were formed during post curing decreased composite flexural strength.

Keyword: *post curing, phenolic resin, internal defect*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNATAAN KEASLIAN TESIS.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Perumusan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Batasan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Sistematika Penulisan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	<b>5</b>
2.2 Dasar Teori .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Kampas Rem.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2 Komposit .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.3 <i>Post Curing</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Pengujian Spesimen .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1 Pengujian <i>bending</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2 Pengujian Foto Makro .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Kerangka Berpikir .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Hipotesis .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1 Tempat Penelitian.....	<b>14</b>

3.2 Bahan Penelitian.....	14
3.2.1 Serat <i>cantula</i> .....	14
3.2.2 NaOH ( <i>Natrium Hidroksida</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.3 <i>Fly ash</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.4 <i>Phenolic resin</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.5 CaCO <sub>3</sub> ( <i>calcium carbonat</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.6 NBR ( <i>nitril rubber</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.7 Grafit.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.8 <i>Cashew dust</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Alat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1 Alat UTM ( <i>universal testing machine</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	
3.3.2 Alat Uji SEM.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.3 Timbangan <i>Digital</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.4 <i>Blender</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.5 Oven.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.6 Mesin <i>press</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Parameter Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5 Prosedur Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.1 Tahap persiapan bahan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.2 Tahap pembuatan spesimen.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.3 Tahap pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.4 Tahap pengambilan data hasil pengujian. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	
3.6 Metode Analisis Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7 Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7.1 Uji <i>bending</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7.2 Diagram Alir Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
4.1 Hasil Pengujian <i>Bending</i> .....	28



4.2 Hasil Pengamatan Foto Makro.....	31
4.3 Hasil Pengamatan SEM.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4 Diskusi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>36</b>
5.1 Kesimpulan .....	36
5.2 Saran.....	36

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembagian komposit (Schwartz, 1984).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.2 Proses terbentuknya gas <i>ammonia</i> (Gardziella <i>et al.</i> , 1999) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.3 Reaksi kesetimbangan HMTA (Gardziella <i>et al.</i> , 1999) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.4 Bending tiga titik (Sumber : ASTM D790).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 2.5 Kerangka berikir.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.1 Serat <i>cantula</i> .....	14
Gambar 3.2 NaOH .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.3 <i>Fly ash</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.4 <i>Phenolic Resin</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.5 CaCO <sub>3</sub> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.6 NBR.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.7 Grafit .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 8 <i>Cashew dust</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.9 <i>Universal testing machine</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.10 Mesin uji SEM ( <i>scanning electron microscope</i> )... <b>not defined.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.11 Timbangan <i>digital</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.12 <i>Blender</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.13 Oven .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.14 <i>Mesin press</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.15 Grafik laju pemanasan <i>post curing</i> ... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.16 Spesimen uji <i>bending</i> (mm) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.17 Diagram alir penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.1 Perbandingan kekuatan lentur antar spesimen.....	28
Gambar 4.2 Perbandingan modulus elastisitas antar spesimen.....	29
Gambar 4.3 Perbandingan persentase porositas antar spesimen.....	30
Gambar 4.4 Permukaan patahan spesimen, (a) Spesimen <i>metode continuous heating</i> variasi 2 jam, (b) Spesimen <i>metode continuous heating</i> variasi 6 jam, (c) Spesimen <i>metode isothermal heating</i> variasi 2 jam, (d) Spesimen <i>unpost curing</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.5 Foto SEM speminen <i>metode continuous heating</i> variasi 2 jam pembesaran 100x.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.6 Foto SEM spesimen <i>metode isothermal heating</i> variasi 2 jam pembesaran 100x.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Gambar 4.7 Foto SEM spesimen metode *unpost curing* pembesaran 100x . **Error!**  
**Bookmark not defined.**



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Suhu dan waktu post curing pada penelitian sebelumnya..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3. 1 Komposisi spesimen uji gesek dan uji *bending*.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3. 2 Variasi *post curing*.....**Error! Bookmark not defined.**

