

## **TUGAS AKHIR**

# **PENGARUH UKURAN BUTIR DAN FRAKSI VOLUME *FILLER* TERHADAP KEKUATAN FLEXURAL KOMPOSIT PAPAN PARTIKEL SERBUK GERGAJI KAYU SENGON BERPENGIKAT Matrik *POLYESTER***

*Diajukan Sebagai Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Program S-1 Jurusan  
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*



**DISUSUN OLEH :**

**GINANJAR ADI SAPUTRO**

**20070130022**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2012**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH UKURAN BUTIR DAN FRAKSI VOLUME *FILLER*  
TERHADAP KEKUATAN FLEXURAL  
KOMPOSIT PAPAN PARTIKEL SERBUK GERGAJI KAYU SENGON  
BERPENGIKAT Matrik *POLYESTER***

**DISUSUN OLEH :**

**GINANJAR ADI SAPUTRO  
20070130022**

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji  
Pada Tanggal 08 Mei 2012.

Susunan Tim Penguji

Dosen Pembimbing I



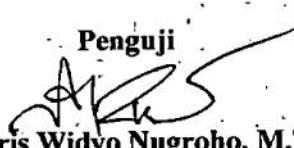
**Drs. Sudarisman, M.Mechs., Ph.D.**  
NIP: 19590502 198702 1 001

Dosen Pembimbing II



**Muh. Budi Nur Rahman, S.T.**  
NIP: 19790523 200501 1 001

Penguji

  
**Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T.**

NIK: 123022

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu  
persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal 19 Mei 2012

Mengesahkan

Program Studi Teknik Mesin



**Ir. Sudarsono, M.T.**

NIK. 123050

## **PERNYATAAN**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 08 Mei 2012

GINANJAR ADI SAPUTRO

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN 1.** Perhitungan Kadar Konstituen

**LAMPIRAN 2.** Grafik Pengujian Flexural

**LAMPIRAN 3.** Data Hasil Pengujian Flexural

**LAMPIRAN 4.** Tabel Perhitungan Hasil Pengujian Flexural

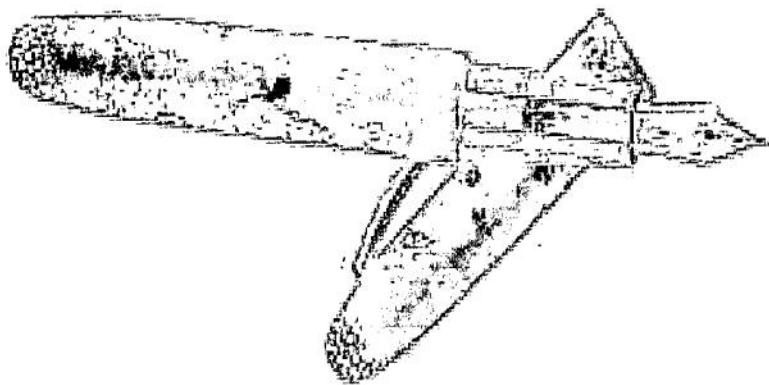
**LAMPIRAN 5.** Perhitungan Fraksi Volume Aktual

**LAMPIRAN 6.** ASTM D 1037-99

## **PERSEMBAHAN**

*Sujud syukurku pada-Mu Allah SWT yang senantiasa memberikan kemudahan bagi hamba-Nya yang mau berusaha. Petunjuk dan bimbingan-Mu selama hamba menuntut ilmu berbuah karya sederhana ini yang kupersembahkan kepada:*

- ❶ *Agamaku Islam yang telah mengenalkan aku kepada ALLAH SWT serta Rasul-Nya dan mengarahkan jalan dari gelap-gulita menuju terang benderang.*
- ❷ *Orang Tuaku Tercinta Ayahanda Sugiyanto dan Ibunda Waganah dengan do'a dan kasih sayang tulusnya selalu senantiasa memberikan kekuatan dalam setiap langkah ananda, terima kasih atas semua pengorbanan yang tidak ternilai harganya.*
- ❸ *Adikku Tersayang Adi Kurniawan dan Yuni Purnama Sari yang selalu memberikanku do'a, inspirasi maupun dukungan kepadaku.*
- ❹ *Y. Oktafia D.K yang menjadi pendampingku yang selalu mendukungku, memberi inspirasi dan ketiaan.*
- ❺ *Teman-temanku yang selalu membangun dan semangat.*
- ❻ *Almamater Fakultas Teknik Universitas Islam Negeri Syarif Hidayah Yogyakarta.*



impian-impianmu itu..dengar dan berusaha tentunya.  
Tidak ada yang tidak mungkin di dunia ini, maka kembali

menyelanjutnya

„Hidup itu pilihan..kalian sudah memilih, jangan pernah

(Qur'an Surat Al Mu'minun: 62)  
Kebenaran dan mereka tidak diinginkan  
Kami ada satu fitrah yang memangcarakan  
mentrust kesanannya, dan pada sisinya  
Kami tidak mengambil sesorang melainkan

## MOTTO

## INTISARI

Dengan semakin mahalnya harga material logam, tingginya biaya proses pembuatan logam tertentu, penggunaan material komposit mulai banyak dikenal dalam industri manufaktur. Material yang ramah lingkungan dan mampu didaur ulang, maka industri mulai beralih pada material non-logam, seperti komposit dengan material pengisi serat alam (komposit papan partikel serbuk kayu). Dan dengan melimpahnya limbah kayu sengon dan ditemukannya potensi untuk menjadi nilai tambah dari serbuk kayu sengon yang semula hanya digunakan untuk limbah, maka dilakukan penelitian untuk mendapatkan data tentang kemampuan fisis dan mekanis berupa kekuatan *flexural* dari komposit serbuk gergaji kayu sengon. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi ukuran butir dan kandungan perekat terhadap kekuatan flexural komposit papan partikel serbuk gergaji kayu sengon berpengikat matrik *polyester*.

Pada penelitian ini digunakan serbuk gergaji kayu sengon sebagai bahan penguat papan partikel dan resin *polyester* serta katalis MEKPO sebagai penyusun matriksnya. Variabel yang digunakan adalah ukuran butir kasar mesh 10 dan ukuran buir halus mesh 20 serta variasi fraksi volume penguat 30%, 35%, 40% dan 45%. Papan partikel dibuat dengan cara sistem cetak tekan. Pengujian yang dilakukan adalah *flexural* dengan standar ASTM D 1037-99, dan pengamatan penampang patahan dilakukan dengan foto makro.

Berdasarkan hasil pengujian flexural serbuk gergaji kayu sengon/*polyester* diperoleh bahwa semakin tinggi fraksi volume dan kecil butiran nilai kekuatan dan modulus elastisitas flexural cenderung menurun sedangkan nilai regangan flexuralnya naik. Dari hasil pengamatan didapatkan fraksi volume aktual variasi kasar 29,33%, 31,22%, 33,78%, dan 35,62% dan untuk variasi halus 31,70%, 35,18%, 38,66% dan 41,29%. Hasil perhitungan tertinggi pada uji flexural variasi kasar terletak pada  $V_f = 29,33\%$  sebesar 25,51 MPa, nilai regangan tertinggi pada  $V_f = 33,78\%$  sebesar 0,0092 mm/mm dan nilai modulus elastisitas tertinggi pada  $V_f = 29,33\%$  yaitu sebesar 3,199 Gpa. Untuk kekuatan tertinggi pada variasi halus terletak pada  $V_f = 38,66\%$  sebesar 33,20 MPa, nilai regangan tertinggi pada  $V_f = 41,29\%$  sebesar 0,0152mm/mm dan nilai modulus tertinggi pada  $V_f = 31,70\%$  yaitu sebesar 3,116 Gpa. Moda patahan yang terjadi pada komposit serbuk gergaji kayu sengon adalah patah tunggal pada semua fraksi volume variasi butir mesh 10 dan butir mesh 20.

**Kata kunci :** papan partikel, serbuk gergaji kayu sengon, *polyester*, ukuran butir , fraksi volume, kekuatan flexural

## **ABSTRACT**

With the high price of metal materials, high cost of certain metal manufacturing process, the use of composite materials widely known in the manufacturing industry. Environmentally friendly material and can be recycled, the industry began to switch to non-metallic materials such as composites with natural fiber filler material (wood powder composite particle board). And with an abundance of wood waste and finding sengon potential to be value-added wood shavings sengon which was originally only used for the waste, then do research to obtain data on physical and mechanical capability of flexural strength of composite wood sawdust sengon. The purpose of this study was to determine the influence of variations in grain size and content of the adhesive to the flexural strength of the composite particle board sawdust sengon berpengikat polyester matrix.

In this study sengon sawdust used as a reinforcing material particle board and polyester resin and catalyst as constituent matrik MEKPO. The variables used are coarse grain size of 10 mesh and 20 mesh size Buir subtle variations in the volume fraction of reinforcement and 30%, 35%, 40% and 45%. Particle board is made by printing press system. Is the flexural tests performed by the standard ASTM D 1037-99, and the observation of fracture cross-section done with a macro photo.

Based on the results of flexural testing of wood sawdust sengon / polyester obtained that the higher the volume fraction of small grains and the flexural strength and modulus of elasticity tends to decrease while the value of the strain flexuralnya up. From the observations obtained roughly the volume fraction of the actual variation of 29.33%, 31.22%, 33.78% and 35.62% and 31.70% for the smooth variation, 35.18%, 38.66%, and 41, 29%. The results of calculation of the highest in the flexural test lies in the rough variation  $V_f = 29.33\%$  at 25.51 MPa, the highest strain on  $V_f = 33.78\%$  at 0.0092 mm / mm and the highest elastic modulus at  $V_f = 29.33\%$  is equal to 3.199 GPa. For the ultimate power lies in the subtle variations in  $V_f = 38.66\%$  at 33.20 MPa, the highest strain on  $V_f = 41.29\%$  at 0.0152 mm / mm and the highest modulus at  $V_f = 31.70\%$  that is equal to 3.116 gpa. Mode of fracture that occurs in composite wood sawdust sengon is a single fracture at all volume fractions of coarse and subtle variations.

**Keywords:** particle board, wood sawdust sengon, polyester, grain size, volume fraction, flexural strength

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**PENGARUH UKURAN BUTIR DAN FRAKSI VOLUME FILLER TERHADAP KEKUATAN FLEXURAL KOMPOSIT PAPAN PARTIKEL SERBUK GERGAJI KAYU SENGON BERPENGIKAT Matrik POLYESTER**”. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan S-1 untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tidak lupa penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak – pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Sudarja, M.T., selaku Ketua Jurusan Tehnik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Drs. Sudarisman,M.S.Mechs.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama Tugas Akhir.
3. Bapak Budi Nur Rahman, ST., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T. selaku dosen penguji tugas akhir yang telah memberikan masukan, kritik dan saran.

5. Staff Pengajar, Laboran dan Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Staff Laboratorium material teknik Diploma Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada yang telah membantu selama proses penelitian.
7. Kedua orang tua penulis, ayahanda Sugiyanto dan Ibunda Waganah tercinta yang senantiasa mendoakan, selalu memberikan dorongan semangat, kasih sayang, materi, dengan penuh kesabaran.
8. Adik-adik penulis tersayang Adi Kurniawan dan Yuni Purnama Sari yang memberikan motivasi dan inspirasi.
9. Kekasihku Y.Oktavia D.K , yang selalu memberi semangat dan doa selama penelitian.
10. Teman-teman seperjuangan Catur Saptono, Miftahul Munir, Muhamad Iskandar dan Fahma Huda yang selalu memberi dorongan dan semangat selama penelitian.
11. Teman-teman teknik mesin angkatan 2007 yang membantu selama penelitian.
12. Semua pihak yang telah membantu penyusun dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna karena penulis juga mahluk-Nya yang selalu memiliki kekurangan. Kritik dan saran yang membangun dari teman-teman semua sangat diharapkan. Semoga Laporan ini bermanfaat bagi kita semua. Amin

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَّكَاتُهُ

Yogyakarta, 08 Mei 2012

Penyusun  
Ginanjar Adi Saputro

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	iv
<b>MOTTO.....</b>	v
<b>INTI SARI .....</b>	vi
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	viii
<b>DAFTAR ISI.....</b>	x
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xiii
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi dan Batasan Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah .....	4
1.4 Asumsi.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.2. Material Komposit.....	9
2.2.1. Pengertian Material Komposit .....	9
2.2.2. Klasifikasi Matrial Komposit .....	9
2.2.3. Komposit Partikel.....	12

2.3. Papan Partikel.....	13
2.3.1. Pengertian Papan Partikel .....	13
2.3.2. Klasifikasi Papan Partikel .....	14
2.3.3. Sifat Dan Kegunaan Papan Partikel.....	16
1. Sifat Fisis .....	16
2. Sifat Mekanis .....	17
3. Kegunaan Papan Partikel .....	17
2.3.4. Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat papan partikel.....	18
2.3.5. Langkah-langkah dasar dalam pembuatan papan partikel.....	19
2.4. Serbuk Gergaji Kayu Sengon .....	20
2.5. Matriks .....	22
2.6. <i>Polyester</i> .....	23
2.7. Zat adiktif (katalis).....	23
2.8. Kekuatan flexural .....	24
2.9. Karakteristik Patahan Pada Material Komposit .....	27
2.6.1. Patah Banyak .....	27
2.6.2. Patah Tunggal.....	27
2.6.3. <i>Debonding</i> .....	28
2.6.4. <i>Fiber Pullout</i> .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Alat dan Bahan Penelitian .....	30
3.1.1. Alat Penelitian .....	30
3.1.2. Bahan Penelitian.....	37
3.2. Pengadaan dan Persiapan Serbuk Gergaji Kayu Sengon .....	39
3.3. Proses pembuatan papan Partikel .....	41
3.3.1. <i>Flowchart</i> Pembuatan papan Partikel .....	41
3.3.2. Perhitungan Fraksi Volume .....	42
3.3.3. Pencetakan Komposit Papan Partikel .....	45
3.4. Pembuatan Spesimen Sesuai Standar Uji.....	48

3.5. Pengujian Uji Flexural .....	50
3.5.1. Alat Uji Flexural .....	50
3.5.2. Prosedur Pengujian Flexural.....	51
3.6. Pengamatan Struktur Mikro Dan Makro .....	52
3.6.1. Pengambilan Foto Mikro .....	52
3.6.2. Pengambilan Foto Makro.....	52
3.6.3. Analisis Fraksi Volume Aktual.....	53
3.7. Diagram Alir Penelitian .....	54
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Fraksi Volume Aktual Serbuk.....	56
4.2. Foto Mikro Komposit Papan Partikel.....	57
4.3. Hasil Pengujian Flexural .....	58
4.3.1. Hubungan Gaya Lateral-defleksi.....	59
4.3.2. Kekuatan Flexural .....	60
4.3.3. Regangan Flexural .....	64
4.3.4. Modulus Elastisitas .....	66
4.3.5. Hasil Pengamatan Foto Makro Penampang Patahan .....	69
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1. KESIMPULAN .....	73
5.2. SARAN .....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	75
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Komposit serat.....	10
Gambar 2.2. Komposit serpih.....	10
Gambar 2.3. Komposit partikel .....	11
Gambar 2.4. Komposit sketal .....	11
Gambar 2.5. Komposit lamina.....	12
Gambar 2.6. Papan partikel .....	14
Gambar 2.7. Serbuk gergaji kayu sengon.....	21
Gambar 2.8. Katalis.....	24
Gambar 2.9. Dimensi balok serta metode pengujian flexural .....	25
Gambar 2.10. Patah banyak.....	27
Gambar 2.11. Patah tunggal .....	28
Gambar 2.12. Debonding.....	28
Gambar 2.13. Fiber Pullout .....	29
Gambar 3.1. Cetakan .....	30
Gambar 3.2. Timbangan digital.....	31
Gambar 3.3. Alat pengaduk.....	32
Gambar 3.4. Alat Press.....	32
Gambar 3.5. Dongkrak hidrolik .....	33
Gambar 3.6. Alat bantu yang digunakan.....	33
Gambar 3.7. Ayakan.....	34
Gambar 3.8. Alat pemotong dan amplas .....	34
Gambar 3.9. Oven .....	35
Gambar 3.10. Alat uji flexural .....	35
Gambar 3.11. Mikroskop .....	36
Gambar 3.12. Alat foto makro.....	37
Gambar 3.13. Serbuk gergaji kayu sengon .....	37
Gambar 3.14. Resin <i>polyester</i> .....	38

Gambar 3.15. Katalis Mekpo .....	38
Gambar 3.16. Penjemuran serbuk gergaji .....	39
Gambar 3.17. Pengayakan dan hasil pengayakan .....	39
Gambar 3.18. <i>Postcure</i> .....	40
Gambar 3.19. Flowchart pembuatan papan partikel .....	41
Gambar 3.20. Proses pengadukan matrik dengan <i>filler</i> .....	45
Gambar 3.21. Proses penuangan katalis.....	46
Gambar 3.22. Proses penuangan ke cetakan .....	46
Gambar 3.23. Proses pengerollan adonan ke cetakan .....	47
Gambar 3.24. Proses penekanan/pengepresan .....	47
Gambar 3.25. Hasil cetakan setelah di bongkar .....	48
Gambar 3.26. Pengelompokan papan partikel .....	48
Gambar 3.27. Dimensi spesimen ASTM D 1037-99 .....	49
Gambar 3.28. Proses pengalplasan.....	50
Gambar 3.29. Alat uji flexural.....	51
Gambar 3.30. Pemasangan spesimen pada alat uji.....	51
Gambar 3.31. Diagram alir penelitian .....	55
Gambar 4.1. Foto mikro papan partikel variasi ukuran butir mesh 10 $V_f = 29,33\%$ , $V_f = 31,22\%$ , $V_f = 33,78\%$ dan $V_f = 35,62\%$ .....	57
Gambar 4.2. Foto mikro papan partikel variasi ukuran butir mesh 20 $V_f = 31,70\%$ , $V_f = 35,18\%$ , $V_f = 38,66\%$ dan $V_f = 41,29\%$ .	
Gambar 4.3. Grafik penunjuk tekanan dan penambahan panjang.....	59
Gambar 4.4. Contoh grafik hubungan gaya lateral dan defleksi komposit papan partikel variasi ukuran butir mesh 10.....	59
Gambar 4.5. Contoh grafik hubungan gaya lateral dan defleksi komposit papan partikel variasi ukuran butir mesh 20.....	60
Gambar 4.6. Grafik perbandingan antara serbuk gergaji sengon/polyester dengan kulit kacang tanah/epoksi terhadap hubungan antara fraksi volume dengan kekuatan flexural .....	62

- Gambar 4.7. Grafik perbandingan antara serbuk gergaji sengon/polyester dengan kulit kacang tanah/epoksi terhadap hubungan antara fraksi volume dengan regangan flexural .....65
- Gambar 4.8. Grafik perbandingan antara serbuk gergaji sengon/polyester dengan kulit kacang tanah/epoksi terhadap hubungan antara fraksi volume dengan *modulus elastisitas* flexural .....67
- Gambar 4.9. Foto penampang patahan papan partikel variasi ukuran butir mesh 10  
 $V_f = 29,33\%, 31,22\%, 33,78\%$  dan  $35,62\%$  .....70
- Gambar 4.10. Foto penampang patahan papan partikel variasi ukuran butir mesh 20  
 $V_f = 31,70\%, 35,18\%, 38,66\%$  dan  $41,29\%$  .....71

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Sifat-sifat kayu sengon .....	21
Tabel 2.2. Spesifikasi <i>Unsaturated Polyester Resin Yukalac 268<sup>®</sup> BQTN-EX Series.</i> .....	23
Tabel 3.1. Hasil perhitungan fraksi volume serbuk gergaji, resin polyester dan katalis.....	44
Tabel 4.1. $V_f$ aktual <i>filler</i> .....	56
Tabel 4.2. Kekuatan flexural komposit papan partikel serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi fraksi volume ukuran butir mesh 10.....	61
Tabel 4.3. Kekuatan flexural komposit papan partikel serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi fraksi volume ukuran butir mesh 20.....	61
Tabel 4.4. Regangan flexural komposit papan partikel serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi fraksi volume ukuran butir mesh 10.....	64
Tabel 4.5. Regangan flexural komposit papan partikel serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi fraksi volume ukuran butir mesh 20.....	64
Tabel 4.6. Modulus elastisitas komposit papan partikel serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi fraksi volume ukuran butir mesh 10.....	66
Tabel 4.7. Modulus elastisitas komposit papan partikel serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi fraksi volume ukuran butir mesh 20.....	67

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN 1.** Perhitungan Kadar Konstituen

**LAMPIRAN 2.** Grafik Pengujian Flexural

**LAMPIRAN 3.** Data Hasil Pengujian Flexural

**LAMPIRAN 4.** Tabel Perhitungan Hasil Pengujian Flexural

**LAMPIRAN 5.** Perhitungan Fraksi Volume Aktual

**LAMPIRAN 6.** ASTM D 1037-99