

TUGAS AKHIR

PENGARUH UKURAN BUTIR DAN FRAKSI VOLUME *FILLER* TERHADAP KEKUATAN TARIK 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 :

MOHAMAD ISKANDAR

20070130060

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2012

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

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

**DISUSUN OLEH :
Mohamad Iskandar
20070130060**

Dosen

Drs. Sudarja
NIP: 195

bimbing II

Mur Rahman, S.T.
200501 1 001

... satu
... nik

Tanggal Mei 2012
Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Ir. Sudarja, 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, 11 Mei 2012

Mohamad Iskandar

MOTTO

*Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,
sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan
(Qur'an Surat Al-Insyirah: 5-6)*

"Simple life simple problem"

*Jangan pernah berhenti tuk bermimpi karena tak ada batasan
tuk bermimpi.*

*Hidup layaknya naik rolling coster, ketika sudah mulai berjalan
apapun yang terjadi kamu tidak akan pernah bisa tuk
menghentikannya, jadi jalanilah hidupmu dengan apa adanya.*



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:

- ✚ AgamaKu Islam yang telah mengenalkan aku kepada ALLAH SWT serta Rosul-Nya dan mengarahkan jalan dari gelap-gulita menuju terang benderang.*
- ✚ Orang Tuaku, Soekarno dan Sutini, dengan do'a dan kasih sayang tulusnya selalu senantiasa memberikan kekuatan dalam setiap langkah ananda, terima kasih atas semua pengorbanan yang tidak ternilai harganya.*
- ✚ Kakakku, Wahid Saniya Putra dan keluarga yang selalu memberikanku do'a, inspirasi maupun dukungan kepadaku.*
- ✚ Seseorang yang tercinta, Hastin Dwi Nurhaeni yang selalu mendo'akanku, mendampingiku, memberi inspirasi dan motivasi.*
- ✚ Teman-temanku yang selalu memberi motivasi dan semangat.*
- ✚ Almamater Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.*

**✚ PENGARUH UKURAN BUTIR DAN FRAKSI VOLUME
FILLER TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT PAPAN
PARTIKEL SERBUK GERGAJI KAYU SENGON
BERPENGIKAT MATRIK *POLYESTER***

✚ INTISARI

- ✚ Penggunaan berbagai macam bahan baku dalam suatu produk komposit semakin meningkat seiring dengan berjalannya waktu. Sehingga mengakibatkan sumber daya alam semakin menipis. Banyaknya serbuk gergaji kayu sengon yang kurang pemanfaatannya secara optimal sebagai papan partikel dan sebagai substitusi kayu solid, maka untuk dapat memanfaatkan limbah industri penggergajian kayu tersebut diperlukan karakterisasi papan partikel yang dihasilkan. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran butir dan fraksi volume *filler* terhadap kekuatan tarik 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 matriknya. Variabel yang digunakan adalah variasi ukuran butir dan fraksi volume *filler* dari 30% - 45%. Pembuatan papan partikel dilakukan dengan cara sistem cetak tekan. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik sesuai dengan standar ASTM D 1037-99.
- ✚ Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai kekuatan tarik pada variasi ukuran butir serbuk gergaji halus lebih tinggi dibandingkan dengan variasi ukuran butir serbuk gergaji kasar. Nilai kekuatan tarik meningkat seiring dengan penambahan variasi fraksi volume. Nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada $V_f = 40,70\%$ serbuk gergaji halus sebesar 14,75 MPa, nilai regangan tertinggi terdapat pada $V_f = 40,70\%$ serbuk gergaji halus sebesar 7,04%, nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada $V_f = 35,89\%$ serbuk gergaji halus dan $V_f = 33,23\%$ serbuk gergaji kasar sebesar 0,23 GPa. Karakteristik patahan papan partikel yang didapat adalah patah tunggal. Dari data hasil penelitian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa ukuran butir dan

fraksi volume *filler* berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit papan partikel serbuk gergaji kayu sengon berpengikat matrik *polyester*.



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

INFLUENCE OF GRAIN SIZE AND FILLER VOLUME FRACTION ON TENSILE STRANGE OF WOOD SAWDUST SENGON / POLYESTER COMPOSITE PARTICLE BOARDS

ABSTRACK

The use of a wide range of raw materials in a composite product growing over time. Thus resulting in dwindling natural resources. The amount of wood sawdust sengon less optimal utilization as particle board and as a substitute for solid wood, then to be able to utilize wastes sawmilling industry is required characterization of the resulting particle board. Purpose of this research was to determine the effect of variations in grain size and filler volume fraction on the tensile strength of wood sawdust sengon/polyester composite particle boards.

In this research wood sawdust sengon used as a reinforcing material particle board and polyester resin and catalyst MEKPO as the compiler of the matrix. Variable used is a variation of grain size and filler volume fraction of 30% - 45%. Manufacture of particle boards made by molding prees methode. Test performed were tensile test in accordance with ASTM D 1037-99.

The result of this research showed that the value of tensile strength with grain size smooth sawdust variations more than higher grain size harsh sawdust variations. Tensile strength values increased with the addition of the volume fraction variation. Highest tensile strength value there are at $V_f = 40,70\%$ grain size smooth sawdust is 14,75 MPa, highest strain value there are at $V_f = 40,70\%$ grain size smooth sawdust is 7,04%, highest elasticity modulus value there are at $V_f = 35,89\%$ grain size smooth sawdust and $V_f = 33,23\%$ grain size harsh sawdust is 0,23 GPa. Fracture characteristics obtained particle board is a single fracture. From these data the results of these research it can be concluded that the grain size and filler volume fraction influence on the tensile strength of wood sengon sawdust/polyester composite particle boards.

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

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan sesuai dengan rencana. 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 terimakasih banyak kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Sudarisman, M.Mechs.,Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
2. Bapak Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., selaku Dosen Penguji yang telah menguji dan memberikan pengarahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Sudarja, M.T., selaku Ketua Jurusan Tehnik Mesin Universitas Muhammdiyah Yogyakarta.
5. Staff Pengajar, Praktisi Laboraturium 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. Bapak dan Ibu tercinta Soekarno dan Sutini, kakakku Wahid Saniya Putra, kakak iparku Daryanti dan ponakanku Daffa yang senantiasa mendoakan, selalu memberikan dorongan semangat, kasih sayang, materi, dan penuh kesabaran.

8. Hastin Dwi Nurhaeni tercinta, yang senantiasa memberikan motivasi, kasih sayang dan penuh kesabaran.
9. Sahabat-sahabatku Amrullah Karim, Fadli, Fero Munadri, Rangga Adiyta, Ummi Fahrani dan Wahid yang senantiasa memberikan warna dalam kehidupan sehari-hari baik suka maupun duka.
10. Teman-teman seperjuangan Catur Saptono, Ginanjar Adi Saputro, Miftahul Munir, Fahma Huda, Aziz Rizkianto yang senantiasa menemani dan membantu selama penelitian.
11. Teman-teman teknik mesin angkatan 2007 yang selalu memberi dorongan dan semangat selama penelitian.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Mei 2012

Penyusun

Mohamad Iskandar

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO.....	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi dan Batasan Masalah	4
1.3. Rumusan Masalah.....	4

1.4. Asumsi.....	5
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian.....	5
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II DASAR TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Material Komposit	8
2.2.1. Pengertian Komposit	8
2.2.2. Klasifikasi Material 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 Fisis dan Kegunaan Papan Partikel	16
2.3.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Sifat Papan Partikel	16
2.4. Serbuk Gergaji Kayu Sengon	19
2.5. Matrik.....	20
2.5.1. Jenis Matrik	20
2.5.2. Polyester.....	22
2.5.3. Katalis	22
2.6. Sifat Fisis Komposit	23

A. Massa Komposit	23
B. Massa Jenis Komposit.....	23
C. Volume Komposit	23
D. Fraksi Massa Serbuk	24
D. Fraksi Volume Serbuk.....	24
2.7. Jenis Pembebanan Komposit	24
2.7.1. Isotrain	24
2.7.2. Isostres	25
2.8. Kekuatan Tarik	25
2.8.1. Tegangan Tarik.....	27
2.8.2. Regangan Tarik.....	27
2.8.3. Modulus Elastisitas	27
2.9. Karakteristik Patahan Pada Material Komposit	27
2.9.1. Patah Banyak.....	28
2.9.2. Patah Tunggal.....	28
2.9.3. <i>Debonding</i>	29
2.9.4. <i>Fiber Pullout</i>	29
2.10. Spesimen Uji	30
 BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Alat dan Bahan Penelitian.....	31

3.1.1. Alat Penelitian	31
3.1.1. Bahan Penelitian	38
3.2. Pengadaan dan Persiapan Serbuk Gergaji Kayu Sengon.....	39
3.3. Proses Pembuatan Papan Partikel	41
3.3.1. <i>Flowchat</i> Pembuatan Papan partikel	41
3.3.2. Perhitungan Fraksi Volume	42
3.3.2. Pencetakan Papan Partikel	44
3.4. Pembuatan Spesimen Sesuai Standar Uji	48
3.5. Pengujian Tarik.....	51
3.5.1. Alat Uji tarik	51
3.5.2. Prosedur Pengujian Tarik	51
3.6. Pengamatan Struktur Mikro	52
3.6.1. Pengambilan Foto Mikro.....	52
3.6.2. Pengambilan Foto Makro.....	53
3.7. Analisis Fraksi Volume Aktual	53
3.8. Diagram Alir Penelitian	54
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1. V_f Aktual <i>Filler</i>	66
4.2. Struktur Foto Mikro	67
4.3. Hasil Uji Tarik	69
4.3.1. Grafik hubungan gaya longitudinal dan <i>displacement</i>	72

4.3.2. Kekuatan Tarik.....	73
4.3.3. Regangan Tarik	75
4.3.4. Modulus Elastisitas	77
4.3.5. Hasil Pengamatan Foto Makro Penampang Patahan	79

BAB V PENUTUP

A. KESIMPULAN.....	83
B. SARAN	84

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN–LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat-sifat kayu sengon.....	20
Tabel 2.2. Spesifikasi resin.....	21
Tabel 2.3. Spesifikasi <i>Unsaturated Polyester Resin Yukalac 268[®] BQTN-EX Series</i>	22
Tabel 3.1. Hasil perhitungan fraksi volume serbuk gergaji, resin polyester dan katalis.....	44
Tabel 4.1. V_f aktual <i>filler</i>	66
Tabel 4.2. Kekuatan tarik komposit papan partiekl serbuk gergaju kayu sengon dengan variasi fraksi volume ukuran butir serbuk halus.....	73
Tabel 4.3. Kekuatan tarik komposit papan partiekl serbuk gergaju kayu sengon dengan variasi fraksi volume ukuran butir serbuk kasar.....	73
Tabel 4.4. Regangan tarik komposit papan partiekl serbuk gergaju kayu sengon dengan variasi fraksi volume ukuran butir serbuk halus.....	76
Tabel 4.5. Regangan tarik komposit papan partiekl serbuk gergaju kayu sengon dengan variasi fraksi volume ukuran butir serbuk kasar.....	76
Tabel 4.6. Modulus elastisitas komposit papan partiekl serbuk gergaju kayu sengon dengan variasi fraksi volume serbuk halus.....	78
Tabel 4.7. Modulus elastisitas komposit papan partiekl serbuk gergaju kayu sengon dengan variasi fraksi volume ukuran butir serbuk kasar.....	78

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. Komposit Partikel	13
Gambar 2.7. Serbuk Gergaji Kayu Sengon	19
Gambar 2.8. Isostrain	24
Gambar 2.9. Isostres	25
Gambar 2.10. Gaya tarik terhadap penambahan panjang	26
Gambar 2.11. Patah banyak	28
Gambar 2.12. Patah tunggal	29
Gambar 2.13. <i>Debonding</i>	29
Gambar 2.14. <i>Fiber pullout</i>	30
Gambar 2.15. Spesimen uji ASTM D 1037-99	30
Gambar 3.1. Cetakan	31
Gambar 3.2. Timbangn digital	32
Gambar 3.3. Alat pengaduk	33

Gambar 3.4. Alat press.....	33
Gambar 3.5. Dongkrak hidrolik	34
Gambar 3.6. Alat bantu yang digunakan	34
Gambar 3.7. Alat pemotong dan amplas	35
Gambar 3.8. Ayakan mesh 10 dan 20	35
Gambar 3.9. Oven	36
Gambar 3.10. Alat uji tarik	36
Gambar 3.11. Alat foto mikro	37
Gambar 3.12. Alat foto makro	37
Gambar 3.13. Serbuk gergaji kayu sengon	38
Gambar 3.14. Resin polyester.....	38
Gambar 3.15. Katalis	39
Gambar 3.16. (a) serbuk gergaji halus (b) serbuk gergaji kasar.....	40
Gambar 3.17. <i>Flowchat</i> pembuatan papan partikel	41
Gambar 3.18. Proses pengadukan matrik dengan filler/serbuk.....	45
Gambar 3.19. Proses penuangan katalis.....	45
Gambar 3.20. Proses penuangan ke cetakan.....	46
Gambar 3.21. Proses pengerollan.....	46
Gambar 3.22. Proses penekanan/pengepresan	47
Gambar 3.23. Papan partikel setelah dibongkar	47

Gambar 3.24. Pengelompokan papan partikel	48
Gambar 3.25. Dimensi spesimen ASTM D 1037-99	49
Gambar 3.26. Proses pembentukkan spesimen uji (a) proses milling (b) proses pengikiran spesimen.....	49
Gambar 3.27. <i>Post cure</i> spesimen ke dalam oven	50
Gambar 3.28. Penghalusan tepi-tepi Spesimen.....	50
Gambar 3.29. Pengamplasan di ujung spesimen.....	50
Gambar 3.30. Pemberian tab pada spesimen	51
Gambar 3.31. Pemasangan spesimen pada alat uji	52
Gambar 3.32. Diagram alir penelitian.....	55
Gambar 4.1. Foto mikro pada variasi ukuran butir serbuk halus (a) $V_f = 32,01\%$, (b) $V_f = 35,89\%$, (c) $V_f = 40,70\%$, (d) $V_f = 41,87\%$	67
Gambar 4.2. Foto mikro pada variasi ukuran butir serbuk kasar (a) $V_f = 29,59\%$, (b) $V_f = 33,23\%$, (c) $V_f = 36,78\%$, (d) $V_f = 40,24\%$	68
Gambar 4.3. Spesimen uji tarik (a) 32,01%, (b) 35,89%, (c) 40,70%, (d) 41,87% (ukuran butir serbuk halus) dan (e) 29,59%, (f) 33,23%, (g) 36,78%, (h) 40,24% (ukuran butir serbuk kasar).....	70
Gambar 4.4. Harga gaya longitudinal tarik (F_{max}) dan <i>displacement</i> (ΔL).....	71
Gambar 4.5. Contoh grafik hubungan gaya longitudinal dan <i>displacement</i> ketika pengujian tarik komposit papan partikel serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi ukuran butir serbuk halus pada $V_f = 32,01\%$	72

Gambar 4.6. Contoh grafik hubungan gaya longitudinal dan <i>displacement</i> ketika pengujian tarik komposit papan partikel serbuk gergaji kayu sengon dengan variasi ukuran butir serbuk kasar pada $V_f = 29,59\%$	72
Gambar 4.7. Perbandingan antara serbuk gergaji kayu sengon/ <i>polyester</i> dengan serbuk kulit kacang/epoksi terhadap hubungan antara fraksi volume dengan kekuatan tarik	74
Gambar 4.8. Perbandingan antara serbuk gergaji kayu sengon/ <i>polyester</i> dengan serbuk kulit kacang/epoksi terhadap hubungan antara fraksi volume dengan regangan tarik	76
Gambar 4.9. Perbandingan antara serbuk gergaji kayu sengon/ <i>polyester</i> dengan serbuk kulit kacang/epoksi terhadap hubungan antara fraksi volume dengan modulus elastisitas	78
Gambar 4.10. Penampang patahan komposit papan partikel dengan variasi serbuk halus (a) $V_f = 32,01\%$, (b) $V_f = 35,89\%$, (c) $V_f = 40,70\%$, (d) $V_f = 41,87\%$..	80
Gambar 4.11. Penampang patahan komposit papan partikel dengan variasi serbuk kasar (a) $V_f = 29,59\%$, (b) $V_f = 35,23\%$, (c) $V_f = 36,78\%$, (d) $V_f = 40,24\%$..	81
Gambar 4.15. Bentuk patah tunggal (a) $V_f = 32,01\%$, (b) $V_f = 35,89\%$, (c) $V_f = 40,70\%$, (d) $V_f = 41,87\%$, (e) $V_f = 29,59\%$, (f) $V_f = 33,23\%$, (g) $V_f = 36,78\%$ dan (h) $V_f = 40,24\%$	82

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Perhitungan Fraksi Volume Rencana

LAMPIRAN 2. Grafik Pengujian Tarik

LAMPIRAN 3. Data Hasil Pengujian Traik

LAMPIRAN 4. Perhitungan Hasil Pengujian Tarik

LAMPIRAN 5. Perhitungan Fraksi Volume Aktual

LAMPIRAN 6. Standar ASTM D 1037-99