

TUGAS AKHIR
PENGEMBANGAN MATERIAL KOMPOSIT LIMBAH KERTAS
UNTUK COOLING-PAD PADA SISTEM PENDINGINAN
DENGAN AIR



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :

WISNU BAYU AJI

NIM : D.200.12.0005

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2019

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul **“PENGEMBANGAN MATERIAL KOMPOSIT LIMBAH KERTAS UNTUK *COOLING-PAD* PADA SISTEM PENDINGINAN DENGAN AIR”** yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 10 Februari 2019

Yang menyatakan



WISNU BAYU AJI

D200120005

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir ini berjudul **“PENGEMBANGAN MATERIAL KOMPOSIT LIMBAH KERTAS UNTUK COOLING-PAD PADA SISTEM PENDINGINAN DENGAN AIR”** telah disetujui oleh Pembimbing untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat Sarjana (Strata 1) Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : WISNU BAYU AJI

NIM : D.200.12.0005

Disetujui pada

Hari : SENIN

Tanggal : 01-04-2019

Pembimbing



(Ir. Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini berjudul “**PENGEMBANGAN MATERIAL KOMPOSIT LIMBAH KERTAS UNTUK COOLING-PAD PADA SISTEM PENDINGINAN DENGAN AIR**”, telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan disahkan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **WISNU BAYU AJI**

NIM : **D.200.12.0005**

Disetujui pada

Hari : KAMIS

Tanggal : 04-04-2019

Tim Penguji

Ketua : **Ir. Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D** ()

Anggota 1 : **Ir. Bibit Sugito, MT** ()

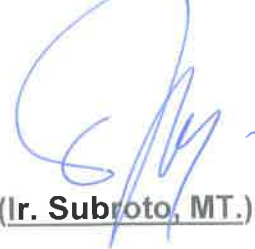
Anggota 2 : **Ir. Agus Hariyanto, MT** ()

Dekan



(**Ir. H. Sri Sunarjono, MT. Ph.D**)

Ketua Jurusan

()

(**Ir. Subroto, MT.**)



LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR
JURUSAN TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta :

Nomor 150/II/2016 tanggal 8 September 2016 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Dr. Agus Dwi Anggono

Pangkat/Jabatan : Lektor

sebagai Pembimbing Tugas Akhir memberikan soal tugas akhir kepada mahasiswa :

Nama : Wisnu Bayu Aji

Nomor Induk : D 200120005

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / XI

Judul/Topik : PENGEMBANGAN MATERIAL KOMPOSIT LIMBAH KERTAS
UNTUK COOLING-PAD PADA SYSTEM PENDINGINAN
DENGAN AIR

Rincian Soal/Tugas :

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 23 Agustus 2017

Pembimbing

Dr. Agus Dwi Anggono

Keterangan

Dibuat rangkap tiga (3)

1. Untuk Kajur (Koordinator TA)

2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir

3. Untuk Mahasiswa.

MOTTO

“ sesungguhnya allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa apa yang ada pada diri mereka”
(Ar-ra'd : 11)

“Hendaklah kamu tolong menolong dalam kebaikan dan ketakwaan, dan janganlah saling membantu dalam perbuatan dosa dan permusuhan. Dan bertakwalah kepada Allah. Sesungguhnya Allah amat berat siksaan.”
(QS. Al Ma'idah (5) : 2)

“Jika Allah menolong kamu, maka tak ada orang yang dapat mengalahkanmu. Jika Allah membiarkan kamu (tidak memberi petolongan), maka siapakah gerangan yang dapat menolong kamu (selain) dari Allah sesudah itu? Karena itu, hendaklah kepada Allah saja orang-orang mukmin bertawakal.”
(QS. Ali Imron (3) : 160)

“Jika kamu tidak disibukkan dengan kebaikan, maka setan akan menyibukkanmu.”
(Imam Syafi'i)

“sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti kami akan menambahkan (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmatKu) maka sesungguhnya azabku sangat pedih.”
(Q.S Ibrahim ayat 7)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan berharap atas ridho Allah SWT, teriring perasaan syukur dan sabar yang mendalam serta penghargaan yang tinggi, setelah melewati berbagai tahap serta ujian dalam perjuangan yang tak kenal lelah, Saya mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

Kedua orang tuaku yang aku sayangi, cintai dan hormati, yang telah memberikan doa dan semangat selama menempuh pendidikan. Semoga Allah SWT membalas kemuliaan yang luar biasa kepadamu atasku. Serta para sahabat satu angkatan, pembimbing, keluarga besarku dan almamaterku.

PENGEMBANGAN MATERIAL KOMPOSIT LIMBAH KERTAS UNTUK COOLING-PAD PADA SISTEM PENDINGINAN DENGAN AIR

Wisnu Bayu Aji, Agus Dwi Anggono

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, kartasura

E-mail : wisnubayu.a30@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan material komposit limbah kertas untuk cooling-pad pada system pendinginan dengan air dalam pemanfaatan limbah kertas. Alat dan bahan yang digunakan yaitu alat penekan, cetakan komposit, timbangan digital dan alat bantu lainnya yang dibutuhkan dalam proses pembuatan komposit. Sedangkan bahan utama dari komposit ialah limbah kertas dan resin unsaturated polyester 157 BQTN. Hardener yang digunakan adalah MEKPO dengan konsentrasi 1%. Komposit dibuat dengan metode cetak tekan (press mold). Fraksi volume penguat komposit adalah 60% dan 70%. Spesimen dan prosedur pengujian tarik dan serapan air mengacu pada standar ASTM D 638 dan ASTM D 570.

Hasil penelitian ini menunjukkan kekuatan tarik dan kekuatan water absorption komposit meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume serbuk. Kekuatan tarik komposit memiliki harga yang paling optimum pada fraksi volume serbuk V_f 60% yaitu 1,092 MPa. Penyerapan air paling optimum pada fraksi volume serbuk V_f 70% dengan 15 hari perendaman yaitu 1,05%.

Kata Kunci : Komposit, Fraksi Volume, Uji Tarik, Uji Penyerapan Air

ABSTRACT

The objective of this study is to develop cooling pad of water cooling systems by using paper waste. Equipments and materials in the research were press machine, composite molds, digital scales and other tools needed in the composite manufacturing process. The main material was paper waste and 157 BQTN unsaturated polyester resin. The hardener used was MEKPO with a concentration of 1%. Composites material were made by press molding method. The composite volume fraction was 60 and 70%. ASTM D 638 was selected as tensile test standard. While the water absorbtion test was conducted by using ASTM D 570 standards.

The results of this study indicated that the tensile strength and water absorbtion was increase along with the addition of paper waste powder volume fraction. Composite tensile strength has the most optimum price at the volume fraction of powder V_f 60%, which is 1,092 MPa. Volume fraction of powder of 60% was delivered the highest tensile strength of 1,092 MPa. The highest water absorbtion was came from 70% volume fraction of powder. During 15 days water soak, it has 1,05% water absorbtion

Keywords: Composite, Volume Fraction, Tensile Test, Water Absorbtion

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan. Tugas akhir berjudul **“PENGEMBANGAN MATERIAL KOMPOSIT LIMBAH KERTAS UNTUK COOLING-PAD PADA SISTEM PENDINGINAN DENGAN AIR”** dapat terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini saya selaku penulis dengan segala hormat dan ketulusan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono MT. Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Maruto selaku pembimbing lapangan di Laboratorium Bahan Teknik UNS, yang telah senantiasa membimbing dalam mengumpulkan data.
5. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT. selaku Pembimbing Akademik.
6. Bapak Sumadi dan Ibu Surati tercinta selaku orang tua saya yang senantiasa selalu mencintai, menyayangi, memberikan dukungan, menenangkan hati dan mendo'akan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Staff Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin dan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang membantu kelancaran Tugas Akhir ini.
8. Kepada rekan satu team Wira Ardy Shofian, yang selalu membantu, memberi solusi dan bersama-sama dalam menyelesaikan proses

Tugas Akhir sampai selesai.

9. Semua sodara, kerabat dan para teman-teman yang terus memberi dukungan, semangat dan Do'a yang tak henti-hentinya kepada penulis.
10. Teman angkatan 2012 Teknik Mesin yang banyak memberikan motivasi dan semangat bagi penulis.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan terima kasih atas dukungannya.

Semoga Allah melimpahkan Rahmat dan Kasih SayangNya atas segala kebaikan yang telah dikerjakan. Penulis menyadari tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini dikarenakan keterbatasan wawasan dan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis mengharapkan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat pada semua pihak dan sebagai amalan yang tidak terputus.

Surakarta, 10 Februari 2019

Wisnu Bayu Aji

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR NOTASI	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan	6

BAB II DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka.....	8
2.2 Landasan teori.....	11
2.2.1. Komposit	11
2.2.2. Faktor - faktor yang Menentukan Sifat Komposit....	13
2.2.3. Komposit Partikel	14
2.2.4. Serat Alam.....	15
2.2.5. Partikel	16
2.2.6. Matrik <i>Unsaturated Polyester Resin</i> (UPRs)	17
2.2.7. Katalis <i>Metyl Etyl Keton Peroksida</i> (MEKPO).....	19
2.2.8. Fraksi Volume Penguat	19
2.2.9. Pencampuran / <i>Mixing</i>	20
2.2.10. Pengujian Tarik	21
2.2.11. Pengujian Serapan Air	25
2.2.12. Perpatahan (<i>Fracture</i>)	26

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	28
3.2 Studi Pustaka dan Studi Lapangan	29
3.3 Persiapan Alat dan Bahan	29
3.3.1. Peralatan Penelitian.....	29
3.3.2. Bahan Penelitian.....	34
3.4. Prosedur Penelitian.....	36
3.4.1. Persiapan Alat dan Bahan	36

3.4.2. Perlakuan Bahan Dasar	36
3.4.3. Pembuatan Komposit	36
3.4.4. Pemotongan Spesimen	38
3.4.5. Pengujian Komposit.....	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Pengujian Tarik.....	41
4.2 Analisis Pengujian Serapan Air	46
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. <i>Cooling-pad</i>	1
Gambar 1.2. <i>Evaporative Cooling-pad</i>	2
Gambar 1.3. Pendingin Udara <i>Evaporative / PUE (enews, 2010)</i> ..	3
Gambar 2.1. <i>Particulate Composite (Jones, M. R. 1975)</i>	14
Gambar 2.2. Kertas Koran Setelah Diblender dengan Air	17
Gambar 2.3. Geometri Spesimen Uji Tarik ASTM D 638.....	25
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 3.2. Timbangan Digital	29
Gambar 3.3. Oven	30
Gambar 3.4. Cetakan besi	30
Gambar 3.5. Stopper	31
Gambar 3.6. Blender.....	31
Gambar 3.7. Gergaji	32
Gambar 3.8. Mold Release Wax.....	32
Gambar 3.9. Alat Suntik Medis	33
Gambar 3.10. Alat Bantu (a) gunting (b) cutter (c) doubletipe (d) penggaris (e) astralon (f) ember (g) stik kayu.....	34
Gambar 3.11. Bahan – bahan Penyusun Komposit.....	35
Gambar 3.12. Dimensi Uji Tarik (ASTM D 638)	38
Gambar 3.13. Mesin Uji Tarik	39
Gambar 3.14. Spesimen Uji tarik	39

Gambar 4.1. Diagram Hubungan Antara Tegangan Tarik Terhadap	
Waktu Rendaman Air Material	42
Gambar 4.2. Diagram Hubungan Antara Regangan Tarik Terhadap	
Waktu Rendaman Air Material	43
Gambar 4.3. Diagram Hubungan Antara Modulus Elastisitas	
Terhadap Waktu Rendaman Air Material	44
Gambar 4.4. Diagram Nilai Persentase Serapan Air Terhadap	
Waktu Rendaman Air Material	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik <i>Unsaturated Polyester Resin</i> 157 BQTN- EX	18
Tabel 3.1. Bahan yang Digunakan dalam penelitian.....	34
Tabel 4.1. Hasil Analisis Data Pengujian Tarik	41
Tabel 4.2. Hasil Analisis Data Pengujian Penyerapan Air.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	1 Perhitungan Fraksi Volume Tebal 0,5 Cm
Lampiran	2 Analisis Perhitungan Pengujian Tarik Dan Pengujian Penyerapan Air
Lampiran	3 Grafik Tegangan Regangan Komposit Limbah Kertas
Lampiran	4 ASTM

DAFTAR NOTASI

A_0	= Luas Penampang (mm^2)
F	= Gaya (N)
ρ	= Densitas (gr/cm^3)
σ	= Tegangan Tarik (MPa)
ε	= Regangan Tarik (mm)
E	= Modulus Elastisitas (MPa)
m	= Massa (gr)
g	= Percepatan Gravitasi Bumi (10 m/s^2)
V_f	= Fraksi Volume
W_f	= Fraksi Berat
W_1, W_2	= Berat Bahan Pembentuk (gr)
ρ_1, ρ_2	= Densitas Bahan Pembentuk (gr/cm^3)
Massa jenuh = Massa spesimen setelah direndam	
Massa kering = Massa spesimen sebelum direndam	