



**PENGARUH VARIASI BAHAN DAN DESAIN CETAKAN *HAND LAY UP*
TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA KOMPOSIT POLYESTER
BERPENGUAT SERAT BATANG PISANG**

SKRIPSI

Oleh
Indra Jufri N
(111910101039)

**PROGRAM STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PENGARUH VARIASI BAHAN DAN DESAIN CETAKAN *HAND LAY UP*
TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA KOMPOSIT POLYESTER
BERPENGUAT SERAT BATANG PISANG**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi teknik mesin S1 dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh
Indra Jufri N
(111910101039)

**PROGRAM STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak Solekan S.Pddan Ririsana Indratinigsih S.Pdtercintayang senantiasamemberikan semangat, dorongan, kasih sayang, dan pengorbananyang tidak kenal lelahhinggasaatiniserta doa yang tiada hentinya beliauhaturkan dengan penuhkeikhlasan hati;
2. Adikku Alfiansyah Nur Prsetyadan Muh Irvan Abdussyakuryang selalumemberisemangatlewatsenyummereka;
3. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang senantiasamenularkan ilmunya, semoga menjadi ilmu yang bermanfaat dan barokah dikemudian hari. Bapak Ir. DwiDjumhariyanto, M. T.selaku Dosen Pembimbing Utama, bapak Ir. Digo Listyadi., M.Sc.selaku Dosen Pembimbing Anggotayang selalu memberikan saran dan arahan yang sangat membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini. Bapak Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utamadan bapak M. Fahrur Rozy H., S.T., M.T. selaku Dosen Penguji anggota yang telah banyak sekali saran dan berbagai pertimbangan menuju ke arah yang benar dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Saudaraku TM 11 UJ yang senantiasamemberikan motivasi dan semangat selamaperkuliahanhinggasaatinidans emogaakanselalumenjadi “DULUR SAK LAWASE”. Semogakitasesmuadapatmenjadisaudara di duniadan di akheratkelak, Solidarity Forever.
5. Teman-teman KEMAPATA Pitoyo, Andika, Alika, Ana Selia, Nando, Mala, Helmi, Vandemsertateman-teman yang lain yang tidak bisasayasebutkansatupersatuyang telahmemberikandukungansemangatsertabantuandalammenyelesaikanskripsiini.

6. Ramawati yang telah memberikan dukungan semangat serta motivasinya dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Serta civitas akademik baik dilingkungan UNEJ maupun seluruh instansi pendidikan, perusahaan dan lembaga terkait.



MOTTO

“CepatMulai, CepatSelesai.”
(MuhJusufkala)

"Allah menganugerahkan al-hikmah (Kepahamanyangdalamtentang Al-Quran dan As-Sunnah) kepadasiapasaja yang Diakehendaki.Barangsiapadianugerahi al-hikmahitu, iabenar-benartelahdianugerahikarunia yang banyak. Hanya orang-orang yang berakallah yang dapatmengambilpelajaran (darifirman Allah))."
(terjemahan Surat al-Baqarah ayat 269)*)

"Kesabaranmemangpenuhujan, jikaandal selalu lulus,
kemenanganituakanpermanenselamanya."
(Mario Teguh)**)

“Perhatikanlah, ternyataselalu orang yang rendahhati di antarakita-lah yang
hidupnyadamai, sejahtera,
danterhormat.Kerendahanhatiadalahbakatuntukditinggikan.”
(Mario Teguh***)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : IndraJufriNurraksana

NIM : 111910101039

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “PENGARUH VARIASI BAHAN DAN DESAIN CETAKAN *HAND LAY UP* TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA KOMPOSIT POLYESTER BERPENGUAT SERAT BATANG PISANG” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 2015

Yang menyatakan,

(IndraJufriNurraksana)

NIM 111910101049

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI BAHAN DAN DESAIN CETAKAN
HAND LAY UP TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA
KOMPOSIT POLYESTER BERPENGUAT SERAT BATANG
PISANG**

Oleh

IndraJufri N
NIM 111910101039

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ir. DwiDjumhariyanto, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : IrDigdoListyadi S., M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Bahan dan Desain Cetakan Hand lay up pada Komposit Polyester Berpenguat Serat Batang Pisang” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : , 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T.
NIP 19600812 199802 1 001

Anggota I,

Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T.
NIP 19691201 199602 1 001

Sekretaris,

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.
NIP 19680617199501 1 001

Anggota II,

M. Fahrur Rozy H., S.T., M.T.
NIP 19800307 201212 1 003

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Pengaruh Variasi Bahan dan Desain Cetakan *Hand Lay*

***Up* Terhadap Sifat Mekanis pada Komposit Polyester**

Berpenguat Serat Batang Pisang; Indra Jufri Nurraksana, 111910101039;

2015; 73 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Hand lay up adalah proses pembuatan komposit dengan cara menuangkan resin dengan tangkai ke dalam serat berbentuk anyaman, rajuan atau kain,

kemudian member tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas

. Desain dan bahan cetakan *hand lay up* memiliki pengaruh pada kekuatan dan ribaan

yang akan dibuat sehingga dibutuhkan desain dan bahan cetakan yang tepat agar mendapatkan hasil yang baik.

Dalam pembuatan komposit diperlukan suatu cetakan dimana cetakan itu harus bersih dari kotoran dan permukaannya halus. Untuk bahan cetakan yang dapat digunakan antara lain logam, kayu, gips kaca, dan lain-lain.

Dalam penelitian ini, difokuskan tentang Sifat Mekanis dari komposit. Variasi yang digunakan adalah bahan cetakan yaitu kaca, kayu yang dilapisi plastik mika, melamin, akrilik, dan desain cetakan yaitu sekat tunggal dan sekat bertingkat.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember untuk proses pembuatan spesimen dan pengujian tarik dan pengujian *impact*.

Dari

hasil penelitian didapatkan nilai kekuatan cetakan berbahan akrilik dengan desain sekat tunggal

sebesar 6,54 Mpa, dan kekuatan *impact*

terbesar adalah cetakan berbahan kayu dengan desain sekat tunggal sebesar 150,77 J/mm.

SUMMARY

The influence of materials and design Variations of The Mold for mechanical properties in polyester Composite Bracing Banana trees Fiber; IndraJufriNurraksana, 111910101039; 53 Pages; Mechanical Engineering Department of Engineering Faculty, University of Jember.

Hand lay-up is the process of making a composite by pouring resin shaped by hand into woven fibers, rajuan or cloth, then gave Pressure simultaneously flatten using a roller or brush. Mold design and material of hand lay-up have an influence on the strength of the material to be made so that the required design and precise mold material in order to obtain good results. In the manufacture of composite required a mold where the mold should be clean of dirt and smooth surface. For printed materials that can be used include metal, wood, cast glass, and others.

This research was focused at Mechanical Properties of the composite. Variation is used printed materials, namely glass, plastic coated mica wood, melamine, acrylic, and Mold Design is a single partition and partition-rise.

This research was did in the laboratory Design and Testing Materials Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember to the process of making specimens and tensile testing and impact testing.

The result is the value of the strength of the mold made of acrylic with a single partition design of 6.54 MPa, and the biggest impact strength is mold made of wood with a single partition design by 150.77 J / mm.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Bahan dan Desain Cetakan *Hand Lay Up* Terhadap Sifat Mekanis pada Komposit Polyester Berpenguat Serat Batang Pisang”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia yang tidak pernah henti dan dapat penulis rasakan setiap detik dalam hidupnya.
2. Bapak Solekan S.Pd dan Ririsana Indratini S.Pd tercinta yang senantiasa memberikan semangat, dorongan, kasih sayang, dan pengorbanan yang tidak kenal lelah hingga saat ini serta doa yang tiada hentinya beliau haturkan dengan penuh keikhlasan hati;
3. Adikku Alfiansyah Nur Prsetyan dan Muh Irvan Abdussyakur yang selalu memberikan semangat lewat senyum mereka;
4. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang senantiasa menularkan ilmunya, semoga menjadi ilmu yang bermanfaat dan barokah dikemudian hari. Bapak Ir. Dwi Djumhariyanto, M. T. selaku Dosen Pembimbing Utama, bapak Ir. Digo Listyadi., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang selalu memberikan saran dan arahan yang sangat membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama dan bapak M. Fahrur Rozy H., S.T., M.T. selaku Dosen Penguji anggota yang telah banyak sekali saran dan berbagai pertimbangan menuju ke arah yang benar dalam penyelesaian skripsi ini;

6. Temen-temen KEMAPATA Pitoyo, AndikaDwi, Alike, Ana Selia, Nando, Mala, Helmi, Vandemsertateman-teman yang lain yang tidakbisasiyasebutkansatupersatu yang telahmemberikandukunganseangatsertabantuandalammenyelesaikanskripsiini.
7. Ramawati yang telahmemberikandukunganseangatsertamotivasinyadalammenyelesaikanskripsi ini.
8. Serta civitasakademikbaikdilingkungan UNEJ maupunseluruhinstansipendidikan, perusahaanlembagaterkait.
9. BapakDosenUniversitasJemberkhususnyaJurusanTeknikMesinyang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
10. SaudarakuTeknikMesin 11universitasjemberIhsan,Asrofi, Doni, Musleh, Aris, Rudin, Abid, Imron, Malik, Arief,Yunus, Sadam, Rian,Bangkit, Mirza,Anugrah, Febri, Wildan, Angga, Novan, Pemi, Riza,AgungSabun,Aang, Anas, Irsyad, Rudin, Anton, Agung, Mar'iy, Rizki, Aris, Fian, Ika, Farihen, Rofiq, Sigit, Mukri, Romi, Dani, Halim, Mahfud, Rizal, Sujat, Hegar, Gundul, Yohanes, Ario, Aisyah, Yurike,Novia,Haqi, Agus, Kahlil, Patek, dll yang selalumengarjarkanartipengorbanan, danpelajaranhidup yang begitumenarik. semogakitaakanselalumenjadi “DULUR SAK LAWASE”. Semoga kalian semuamendapatkan yang terbaikdanbarokahdari-NYA.
11. SaudarakuTeknik UJ yang memberikankebahagiaan, emosi, kesedihan, pengertiandansemagatnyauntukku;
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat

Jember, Juni 2015

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTO	iv
PERNYATAAN	v
PEMBIMBING	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LatarBelakang	1
1.2 RumusanMasalah	2
1.3 BatasanMasalah	2
1.4 Tujuanmanfaat.....	2
1.4.1 Tujuan	2
1.4.2 Manfaat	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Komposit.....	4
2.2Cara PembuatanKomposit.....	7
2.2.1 Proses cetakantertutup	7
a. Proses cetaktekan	7
b. Injection Molding.....	8
c. Continuous pultrution.....	9
2.2.2 Proses cetakanterbuka	10

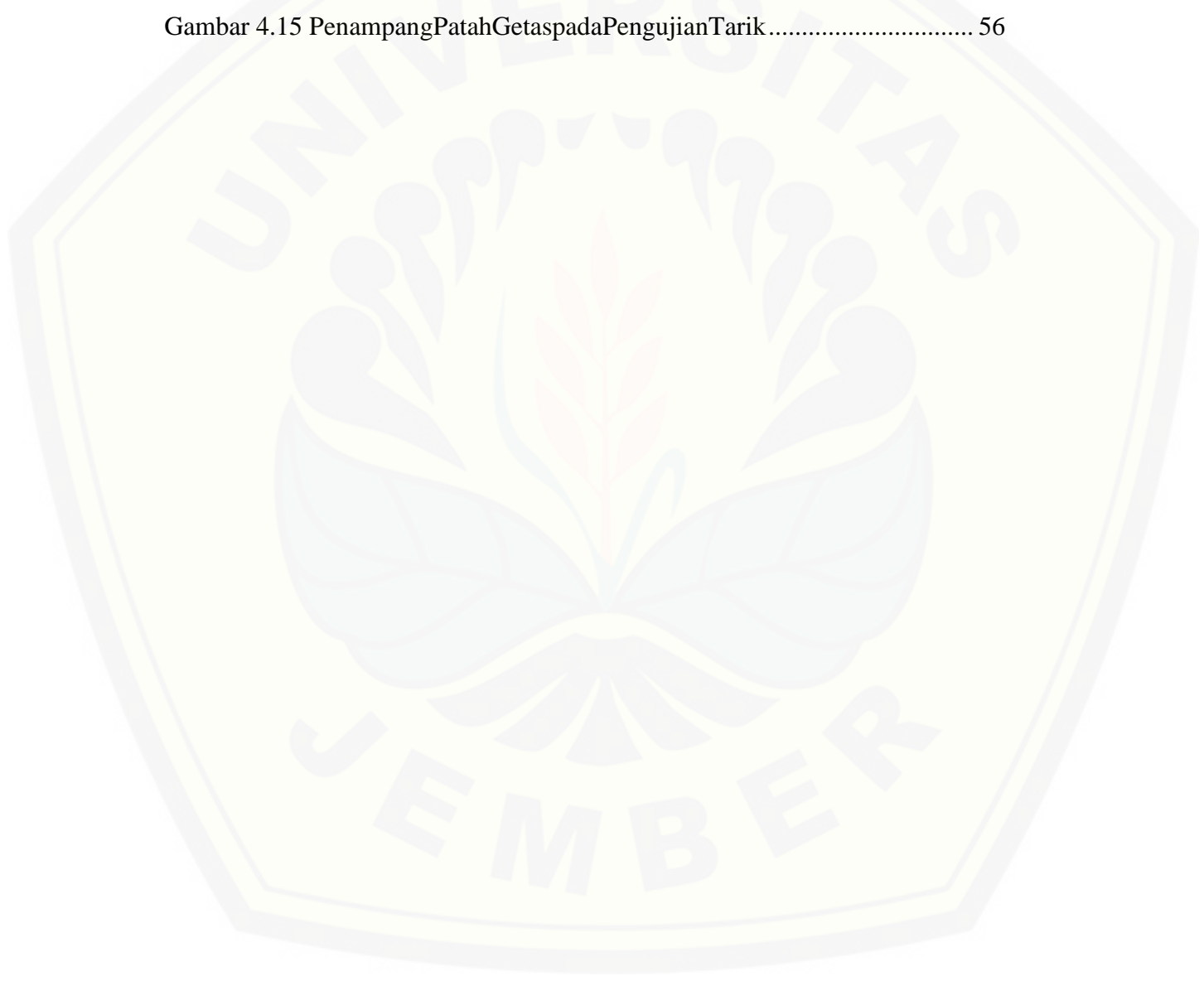
a. Hand lay up	10
b. Vaccum bag	11
c. Spray up	12
d. Filament winding	13
2.3 CetakanKomposit.....	14
2.3.1 Bahancetakan	15
a. Akrilik	15
b. Kaca	15
c. Kayu	16
d. Melamin	17
2.4 PengujianMekanis.....	18
2.4.1 UjiTarik.....	18
2.4.2 Uji Impact	20
2.4.3 PengujianMorfologi	21
2.5 Hipotesis	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 JenisPenelitiandanRancanganPenelitian	23
3.2TempatdanWaktuPenelitian	23
3.3AlatdanBahanPenelitian.....	23
3.3.1 Alat.....	23
3.3.2 Bahan	24
3.4 VariabelPenelitian.....	24
3.4.1 VariabelBebas	24
3.4.2 VariabelTerikat	24
3.5 ProsedurPenelitian	24
3.6 PelaksanaanPenelitian.....	26
3.6.1 Langkah-langkahPengujianTarikSampel	26
3.6.2 Langkah-langkahPengujian impact Sampel.....	27

3.7 Analisis Data.....	28
3.7.1 TabelHasilPengujianTarik	29
3.7.2TabelHasilPengujian Impact.....	29
3.7.3 MetodePengujian	30
3.7.4 Penyajian Data EksperimenFaktorial.....	31
3.7.5 PercobaanFaktorialdenganMetodeRancangAcakLengkap	31
3.7.6 UjiHipotesis	33
3.7.7 UjiPembandingperlakuan (UjiLajutan).....	35
3.8 Diagram Alir Proses.....	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Data Hasil Pengujian.....	39
4.2Pembahasan.....	40
4.2.1 PengujianTarik.....	40
4.2.2 Analisis	42
4.2.3 Pengujian Impact	44
4.2.4 Analisis	47
4.2.5 AnalisisDesainCetakan	48
4.2.6 KondisiMorfologiSetelahPengujian.....	50
BAB 5 PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Klasifikasi Komposit	7
Gambar 2.2 Gambar Compression molding	8
Gambar 2.3 Injection Molding	9
Gambar 2.4 Gambar Proses Continuous pultrusion	10
Gambar 2.5 Proses Hand lay up	11
Gambar 2.6 Mekanisme Vacuum bag	12
Gambar 2.7 Proses Spray up	13
Gambar 2.8 Skema Proses Filament Winding	14
Gambar 2.9 Ilustrasi Kayu	16
Gambar 2.10 Ukuran Spesimen Uji Tarik	18
Gambar 2.11 Ukuran Spesimen Sesuai ASTM E 23	20
Gambar 2.12 Bentuk Patahan Uji Tarik	21
Gambar 2.13 Bentuk Patahan Uji Impact	22
Gambar 3.1 Desain Cetakan yang digunakan	25
Gambar 3.2 Mesin Uji Tarik	26
Gambar 3.3 Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Impact	28
Gambar 3.4 Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Tarik	28
Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4.1 Uji Lanjutan untuk Kekuatan Tarik	41
Gambar 4.2 Grafik hubungan Nilai Kekuatan Tarik	42
Gambar 4.3 Kondisi Cetakan Setelah Sepuluh kali Pengulangan	43
Gambar 4.4 Uji Lanjutan Kekuatan Impact	46
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Kekuatan Impact	47
Gambar 4.6 Desain Cetakan	49
Gambar 4.7 Jenis Patahan dengan Kode LAT	51
Gambar 4.8 Bentuk Patahan Spesimen dengan Kode LAT	52

Gambar 4.9 BentukPatahanSpesimendenganKode LGM.....	52
Gambar 4.10 JenisKegagalanKomposit Fiber Pull Out.....	53
Gambar 4.11 JenisKegagalanKomposit Delaminated	54
Gambar 4.12 PenampangPatahUletpadaPengujian <i>impact</i>	55
Gambar 4.13 PenampangPatahGetaspadaPengujian <i>impact</i>	55
Gambar4.14 PenampangPatahUletpadaPengujianTarik	56
Gambar 4.15 PenampangPatahGetaspadaPengujianTarik.....	56



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Pengujian Tarik.....	19
Tabel 2.2 Ukuran yang direkomendasikan	19
Tabel 2.3 Ukuran uji impact yang direkomendasikan	20
Tabel 2.4 Kode kegagalan uji tarik	21
Tabel 3.1 Data Pengujian Tarik	29
Tabel 3.2 Data Pengujian Impact.....	29
Tabel 3.3 Data Sampel Untuk Percobaan Faktorial Dua Faktor.....	31
Tabel 3.4 Tabel ANAVA	32
Tabel 3.5 Derajat Ketelitian Berdasarkan Nilai KK Kondisi Percobaan.....	36
Tabel 3.6 Data Hasil Uji Lanjutan	37
Tabel 4.1 Data Hasil Uji Tarik.....	39
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Impact	39
Tabel 4.3 ANAVA Kekuatan Tarik Sampel	40
Tabel 4.4 ANAVA Kekuatan Impact Sampel.....	44

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini dunia industri berlomba-lomba mengembangkan desain cetakan yang tepat agar mempermudah dalam proses produksi suatu produk, selain itu bahan cetakan juga dikembangkan yang nantinya akan membantu mengurangi biaya produksi. Bahan cetakan juga memiliki peran yang sangat vital pada proses pembuatan komposit, jika dibutuhkan untuk membuat komposit dalam skala besar maka bahan cetakan harus kuat dan komposit yang dihasilkan memiliki kestabilan dimensi, kepresisian dan keakurasian.

Persyaratan cetakan dapat dibagi menjadi empat faktor : Faktor-faktor yang mempengaruhi presisi dan akurasi, faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas dimensi cetakan, variabel manipulatif seperti kemudahan dan karakteristik saat persiapan awal, faktor-faktor tambahan seperti biaya, warna, dll. Dari keempat faktor diatas dapat dikatakan desain cetakan akan mempengaruhi hasil akhir dari produk yang akan dibuat (Anonym,2010).

Hand lay up adalah proses yang masih biasa yang digunakan untuk pembuatan produk komposit. Dengan cara ini biasanya diperoleh struktur kemampuan beban yang baik, meskipun cacat mungkin juga terjadi dalam proses laminasi. Cacat yang sering terjadi antara lain ketidakseragam peresapan dan dimensi control yang cukup. Dalam kasus ini cacat memiliki dampak pada berkurangnya kinerja komposit yang diperoleh, biaya manufaktur yang rendah membenarkan mengaa proses penggunaan *hand lay up* masih banyak digunakan (Santuli,2002).

Hand lay up adalah proses paling tua yang dikenal dalam pembuatan komposit. Caranya dengan meletakkan fabrikasi secara berturut-turut dengan menggunakan serat kain atau bahan lain kedalam cetakan yang terbuka. Setelah itu dilakukan penekanan , hal ini bertujuan untuk menghilangkan void dan memastikan bahwa lapisan yang terbentuk cukup padat (Jhon,1999).

Pada penelitian kali ini peneliti ingin mengetahui bagaimana pengaruh variasi desain dan bahan cetakan dengan menggunakan metode *hand lay up* pada komposit matrik polyester berpenguat serat batang pisang . Sehingga diharapkan mampu mengoptimalkan dalam pembuatan komposit dan biaya produksi dapat ditekan sehingga dapat bersaing dipasar dan menambah efisiensi dari proses pembuatan komposit.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah yang diambil pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi Bahan desain cetakan terhadap hasil pengujian mekanik polyester dengan matrik penguat serat batang pohon pisang.

1.3 BATASAN MASALAH

1. Tidak membahas komposisi komposit yang digunakan.
2. Arah serat acak.
3. Proses pembuatan sampel menggunakan metode *hand lay up*..
4. Desain cetakan yang digunakan sekat bertingkat dan sekat tunggal.

1.4 TUJUAN DAN MANFAAT

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi bahan dan desain terhadap uji mekanis yaitu pengujian tarik dan pengujian *impact*.
2. Untuk mengetahui kondisi morfologi dari spesimen

1.4.2 Manfaat

Sedangkan manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan karya ilmiah ini adalah :

1. Mengetahui kekuatan mekanis tertinggi terhadap pengaruh variasi bahan dan desain cetakan.
2. Mengetahui morfologi spesimen
3. Menambah pengetahuan, wacana, dan acuan bagi peneliti lanjutan dengan tema yang sama untuk pengembangan teknologi yang lebih modern dari hasil penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit adalah suatu material yang terdiri dari gabungan antara dua atau lebih material penyusun yang sifatnya berbeda. Komposit memiliki sifat-sifat sebagai berikut yaitu kekuatan dan kekakuan tinggi, sangat ringan, ketahanan korosi oleh bahan kimia dan cuaca baik, mudah dibentuk, dan kekuatan tarik pada temperatur tinggi baik. Kelebihan material ini jika dibandingkan dengan logam adalah perbandingan kekuatan terhadap berat / densitas yang lebih baik serta sifat ketahanan korosinya. Material ini terdiri dari dua bahan penyusun, yaitu bahan utama sebagai bahan pengikat (*reinforce*) dan bahan pendukung sebagai pengisi (*matriks*). Dengan penggabungan material tersebut, maka akan didapatkan suatu material yang sifatnya lebih baik dari material penyusunnya, yang merupakan gabungan dari matriksnya dengan penguatnya (Irwan, 2012).

Penguat komposit pada umumnya mempunyai sifat kurang ulet tetapi lebih kaku serta lebih kuat. Fungsi utama dari penguat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari penguat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada penguat, sehingga penguat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu penguat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit (Praisny).

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matrik, umumnya lebih ulet tetapi mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah.

Matriks mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a. Mentransfer tegangan ke serat.
- b. Membentuk ikatan koheren, permukaan matrik/serat.

- c. Melindungi serat.
- d. Memisahkan serat.
- e. Melepas ikatan.
- f. Tetap stabil setelah proses manufaktur

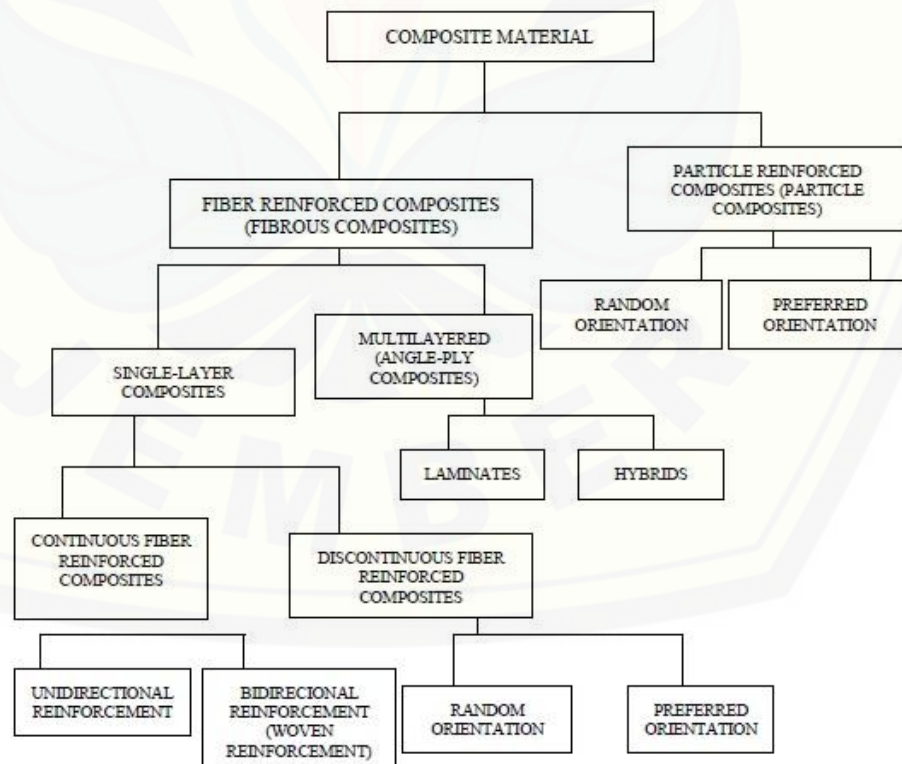
Tujuan dibuatnya komposit yaitu memperbaiki sifat mekanik atau sifat spesifik tertentu, mempermudah desain yang sulit pada manufaktur, keleluasaan dalam bentuk atau desain yang dapat menghemat biaya produksi, dan menjadikan bahan lebih ringan (Daniel).

Komposit yang diproduksi oleh suatu instansi atau pabrik biasanya dapat diprediksi sifat mekanik dari bahan komposit berdasarkan bahan matrik dan bahan penguatnya. Adapun beberapa sifat mekanik yang dapat diprediksi dari komposit yaitu kekuatan tarik dan kelayakan sebagai material komposit (validitas komposit). Dalam komposit kekuatan tarik dipengaruhi oleh kekuatan *interface*-nya. Dari pengujian kekuatan *interface* sangat sulit ditentukan karena prosesnya yang tidak sederhana. Sehingga hasil pengujian juga sangat sulit ditentukan karena adanya faktor teknis pembuatan spesimen (Daniel).

Dalam komposit terdapat dua atau lebih fase yang dipisahkan oleh lapisan pembatas, Lapisan ini penting untuk membedakan material penyusunnya. Material penyusun yang mempunyai sifat kontinu dan sering memiliki jumlah yang lebih besar pada komposit disebut matriks. Sifat-sifat matriks inilah yang biasanya meningkat ketika digabungkan dengan material penyusun lain untuk membentuk komposit. Sebuah komposit bisa memiliki matriks dalam bentuk keramik, logam, maupun polimer, sedangkan material penyusun lainnya adalah material penguat (*reinforcement*) yang bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik dari matriks tersebut. Geometri material penguat merupakan salah satu parameter utama dalam menentukan efektivitas penguatan, dengan kata lain sifat-sifat mekanik dari komposit sangat bergantung kepada bentuk dan dimensi dari material penguatnya. Geometri tersebut meliputi konsentrasi penguat, ukuran, tebal lapisan penguat, jarak penyusunan dan orientasinya (Bodja,2013).

Ada dua hal yang harus diperhatikan pada komposit yang diperkuat agar dapat efektif yaitu yang pertama komponen penguat harus memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada komponen matriksnya. Yang kedua harus ada ikatan permukaan yang kuat antara komponen penguat dan matriksnya. Fungsi *matriks* adalah untuk mendukung dan mengikat *reinforcement*, mentransfer beban antar *reinforcement*, dan melindungi *reinforcement* dari perubahan eksternal (Bodja,2013).

Klasifikasi material komposit secara umum dapat digambarkan seperti pada gambar 2.1. Pada skema tersebut, komposit yang diperkuat dengan partikel (*particle reinforced composites*) memiliki penguatan yang sama dalam semua arahnya. Bentuk partikel penguat dapat berupa bola, kubus atau dalam geometri yang beraturan atau tak beraturan. Pengaturan arah orientasi pada komposit dapat secara acak (*random orientation*) atau pada arah tertentu (*preferred orientation*). Namun, kebanyakan orientasi yang digunakan dalam penyusunan partikel penguat adalah secara acak (*random orientation*), dengan alasan adalah lebih praktis (Bodja,2013).



Gambar 2.1 Skema Klasifikasi Komposit (Sumber : Bodja,2013)

2.2 Cara Pembuatan Komposit

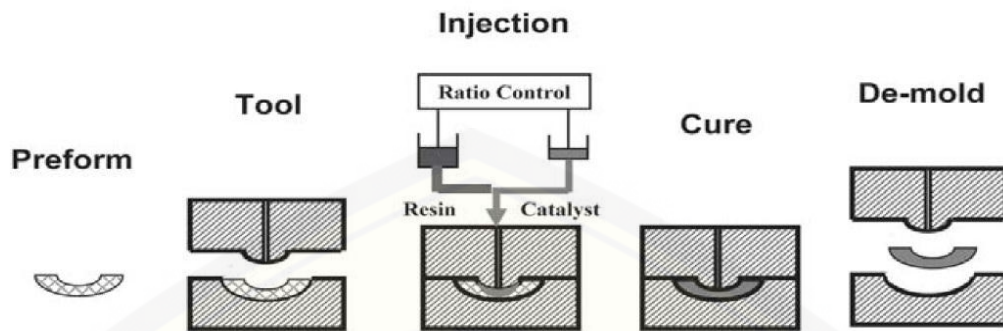
Ada berbagai macam cara dalam pembuatan komposit, jika dilihat dari bentuk cetaknya dibedakan menjadi dua yaitu *open contact molding* (proses cetakan terbuka) dan *close contact molding* (proses cetakan tertutup).

2.2.1 Proses Cetakan Tertutup (*Closed mold Processes*)

a. Proses Cetakan Tekan (*Compression Molding*)

Proses Cetakan Tekan secara luas digunakan dalam bidang otomotif, *aerospace*, barang olahraga, dan industri elektronik untuk menghasilkan bagian-bagian yang besar, tipis, ringan, kuat dan kaku. Kompresi dibentuk dengan menekan poliester serat gelas dingin diperkuat biaya, dikenal sebagai lembar cetakan senyawa (SMC), antara dua permukaan rongga dipanaskan.

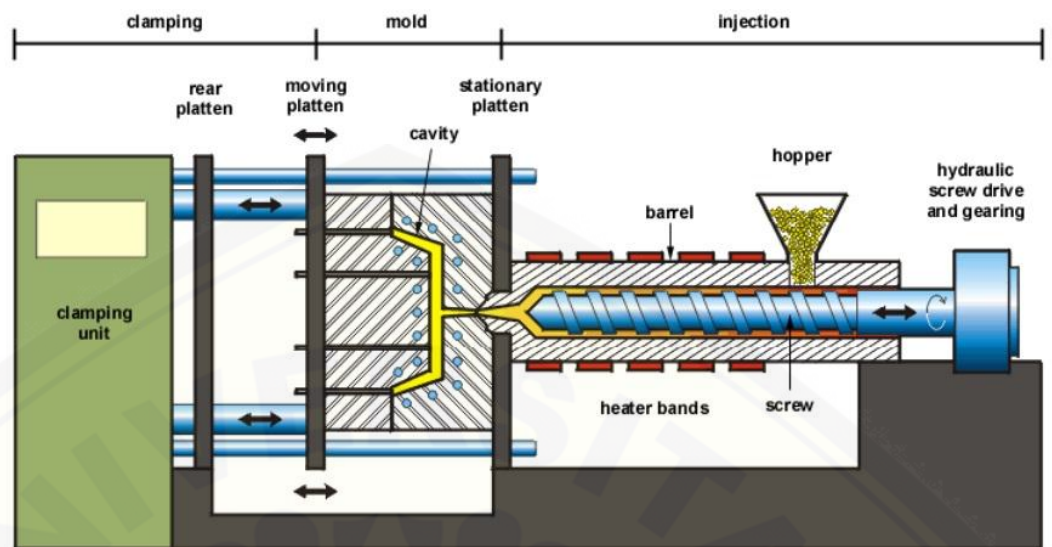
Cetakan digunakan untuk mempelajari kemajuan materi di dalam rongga cetakan dimulai dengan biaya bentuk awal atau titik injeksi dan *finishing* dengan cetakan penuh. Informasi ini digunakan untuk memprediksi jumlah siklus, menghitung keseimbangan tekanan, memastikan mengisi lengkap cetakan, memprediksi arah serat dan mendeteksi jebakan udara atau *void*. Sebelum desain cetakan tersebut selesai dapat menghindari masalah operasi masa depan dengan mensimulasikan cetakan untuk mengisi berbagai kondisi *molding*, ketebalan cetakan dan untuk serangkaian biaya konfigurasi atau gerbang injeksi (Antonie dkk).



Gambar 2.2 Gambar compression molding (sumber : Suong, 2009)

b. *Injection Molding*

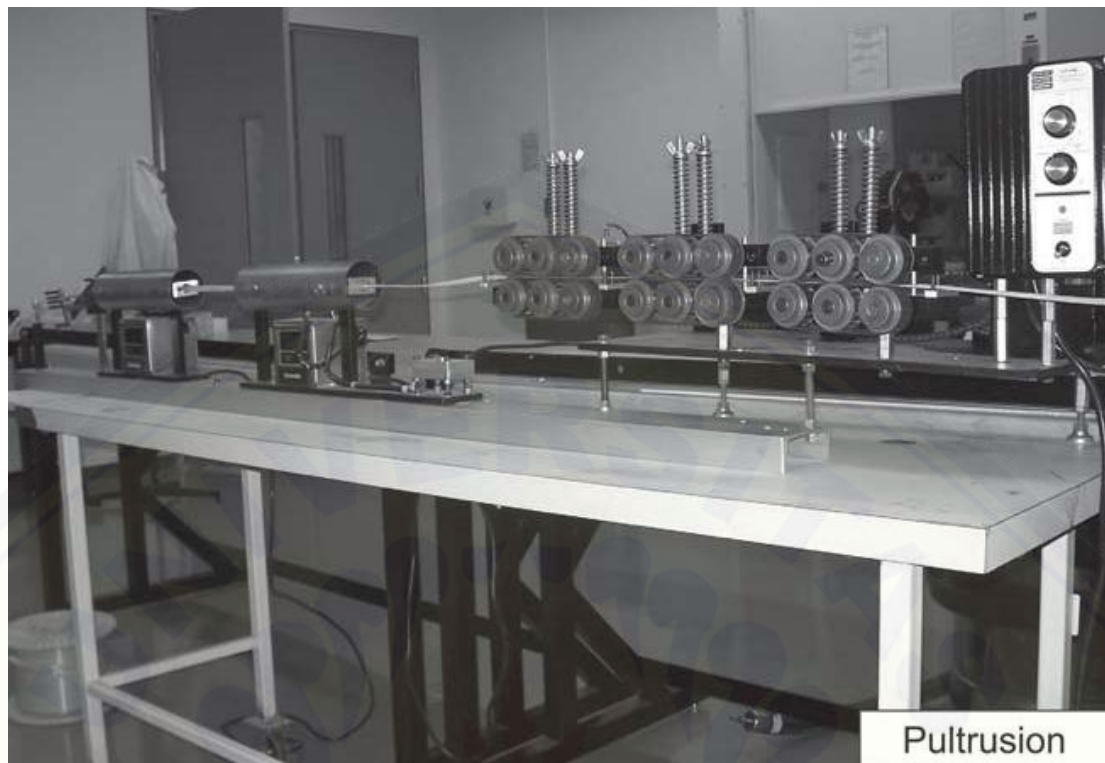
Proses injection molding dimulai dengan memasukkan bahan plastik dan aditif tepat dari hopper ke silinder pemanasan / injeksi mesin *injection molding*. Proses ini mengkonsumsi sejumlah besar energi listrik dan menghasilkan lingkungan emisi. Berbagai jenis bahan kimia yang digunakan baik dalam perlindungan cetakan dan selama proses *injection molding*. Bahan kimia yang sering digunakan antara lain : pelumas, bahan pembersih, agen rilis cetakan, melindungi agen cetakan dan minyak pelumas. Sebagian besar bahan kimia yang dikemas dalam wadah tekanan tinggi dan dikabutkan. Bahan-bahan terutama minyak bumi atau hidrokarbon oleh produk (yaitu minyak parafin, propana dan isobutana (Gantar dkk,2013).



Gambar 2.3 *Injection Molding* (sumber : Colton,2009)

c. *Continuous Pultrusion*

Teknik pultrusion telah menjadi salah satu pembuatan komposit yang penting yang diperkuat serat polimer dalam teknik manufaktur beberapa tahun terakhir dan dilaporkan bahwa itu adalah teknik yang paling efektif untuk *fabrikasi structural* profil komposit. Pultrusion bisa juga dapat digunakan tidak hanya dengan serat konvensional seperti kaca dan serat karbon tetapi juga dapat digunakan dengan alami serat dalam bentuk benang kontinu sebagai bahan-bahan ini menunjukkan sifat tertentu sebanding dengan serat konvensional. Tapi, bentuknya produk terbatas pada profil terus menerus seperti persegi panjang, tabung bulat, berongga persegi, bar dan balok (Khrisnamurty dkk,2014).



Gambar 2.4 Gambar proses *continuous pultrusion* (sumber : Suong, 2009)

2.2.2 Proses Cetakan Terbuka (*Open-Mold Process*)

a. *Contact Molding/ Hand Lay Up*

Hand lay up adalah proses yang masih biasa yang digunakan untuk pembuatan produk komposit. Dengan cara ini biasanya diperoleh struktur kemampuan beban yang baik, meskipun cacat mungkin juga terjadi dalam proses laminasi. Cacat yang sering terjadi antara lain ketidakseragam peresapan dan dimensi control yang cukup. Dalam kasus ini cacat memiliki dampak pada berkurangnya kinerja komposit yang diperoleh, biaya manufaktur yang rendah membenarkan mengaa proses penggunaan *hand lay up* masih banyak digunakan (Santuli,2002).

Hand lay up adalah proses paling tua yang dikenal dalam pembuatan komposit. Caranya dengan meletakkan fabrikasi secara berturut-turut dengan menggunakan serat kain atau bahan lain kedalam cetakan yang terbuka. Setelah

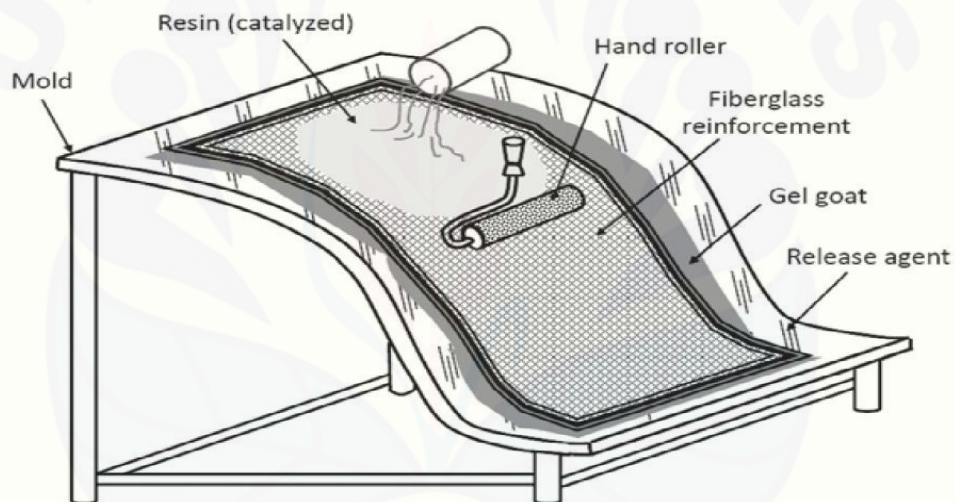
itu dilakukan penekanan , hal ini bertujuan untuk menghilangkan void dan memastikan bahwa lapisan yang terbentuk cukup padat. (Jhon,1999).

Proses *hand lay up* merupakan laminasi serat secara manual, di mana merupakan metode pertama yang digunakan pada pembuatan komposit. Cetakan yang banyak digunakan adalah plastik dengan penguat serat.

Keuntungan proses *hand lay up*:

1. Peralatan sedikit dan harga murah.
2. Mudah dalam bentuk dan desain produk

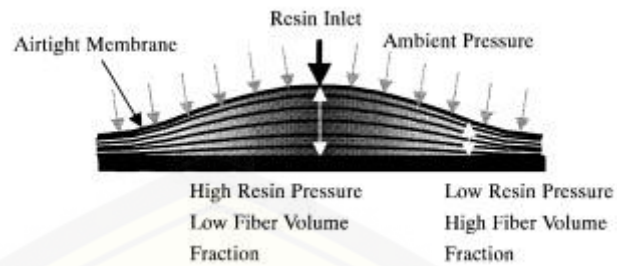
Pada metoda *hand lay up* ini resin yang paling banyak di gunakan adalah polyester dan epoxies. Proses ini dapat kita lihat pada gambar berikut :



Gambar 2.5 Proses *Hand lay up* (sumber : Suong, 2009)

b. Vacuum Bag

Vaccum bag menggunakan cetakan terbuka untuk menahan bagian yang akan dibentuk yang terkunci dalam wadah yang vakum. Kombinasi dari cetakan terbuka dan wadah vakum digunakan sebagai alat untuk mengurangi harga produksi dan fasilitas fabrikasi dalam skala yang besar. Digunakan media vakum bertujuan untuk mengurangi kandungan *void* yang terdapat pada komposit dan untuk memperbaiki kualitas hasil akhir dari part yang bagus (Kang , 2000).

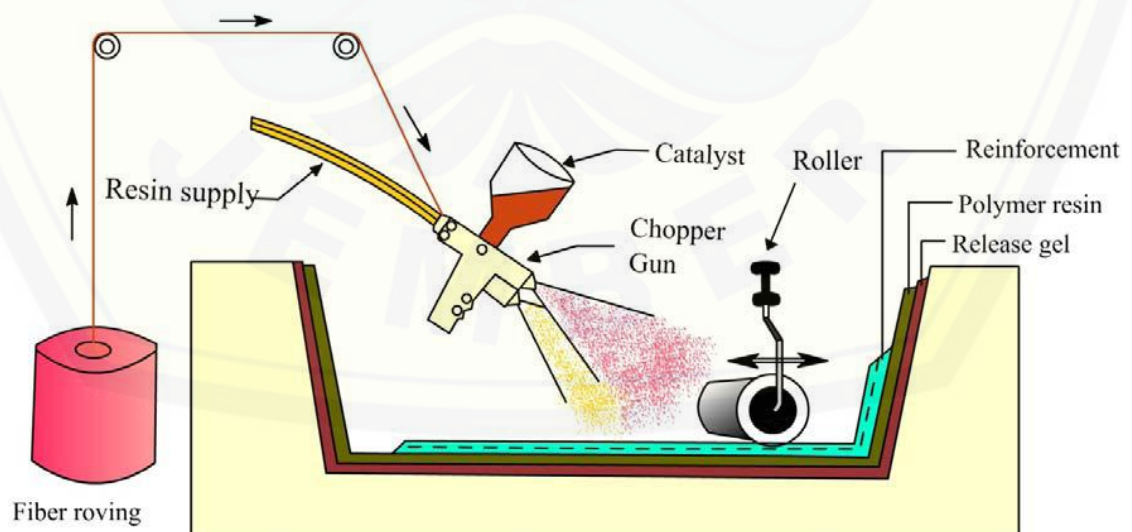


Gambar 2.6 Mekanisme *Vacuum bag* (sumber : Kang et all, 2001)

c. *Spray-Up*

Sejauh ini proses *spray-up* sepenuhnya bergantung pada ketrampilan dari operatornya. Namun, ada beberapa keterbatasan pada kontrol kualitas bahan dengan proses *spray up* yang khas adalah sebagai berikut: rentang yang terbatas beban serat dalam volume dan cacat parsial dengan ketebalan yang tidak konsisten dari lapisan. Untuk mengatasi keterbatasan ini, penelitian ini mengusulkan semprot beberapa proses layup maju berdasarkan teknik kalibrasi *gun* yang digunakan diubah dalam hubungannya dengan keterampilan teknis semprot diusulkan oleh Komposit *Amerika Manufactures Association*. Secara rinci, keterampilan praktis semprot diadopsi untuk mempertahankan ketebalan yang konsisten dari bahan retrofit (Ha,2013).

Spray lay-up

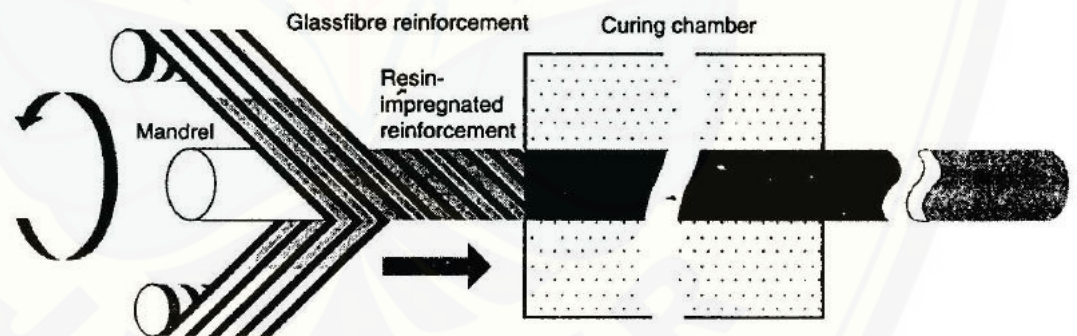


Gambar 2.7 Proses *Spray up* (sumber : Ha,2013)

Spray-up telah sangat sedikit aplikasi di ruang angkasa. Teknologi ini menghasilkan struktur kekuatan yang rendah yang biasanya tidak termasuk pada produk akhir. *Spray-up* sedang digunakan untuk bergabung dengan struktur *back-up* untuk lembaran wajah komposit pada alat komposit. *Spray-up* ini juga digunakan terbatas untuk mendapatkan *fiberglass splash* dari alat transfer (Haddock, 2013).

d. *Filament Winding*

Filament winding adalah jenis proses manufaktur komposit, di mana dikontrol jumlah resin dan serat komposit berorientasi di sekitar mandrel berputar untuk menghasilkan yang diperlukan bagian komposit. Pada awalnya digunakan untuk menghasilkan tekanan pembuluh, air dan tangki kimia. Tahap pengembangan filamen kembali ke kawat kering berliku kasus motor roket, yang membutuhkan penguatan. Saat ini, aplikasi termasuk *fuselages* pesawat, bagian sayap, radomes, poros rotor helikopter, pipa tekanan tinggi, barang-barang olahraga dan aplikasi struktural dari semua jenis (Khrisnamurty, 2014).



Gambar 2.8 Skema proses *Filament Winding* (sumber : Hardoyo, 2008)

2.3 Cetakan Komposit

Cetakan atau *mold* adalah rongga tempat material leleh (plastik dan logam) memperoleh bentuk. *Mold* terdiri dari dua bagian yaitu plat bergerak (*moveable*

plate) dan bagian yang diam (*stationary plate*). Sesuai dengan namanya pelat bergerak dipasang pada *moveable platen* di mesin *injection molding* dan pelat diam dipasang di *stationary platen* (Ronald, 2011).

Contoh diatas merupakan *mold* untuk *close contact molding*, sedangkan untuk *open contact molding mold* hanya terdiri dari satu bagian dan terbuka sehingga bahan komposit yang akan dicetak hanya tinggal menuangkan kedalam cetakan. Untuk proses pendinginannya mengandalkan dari udara disekitar *mold* sehingga membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama jika dibandingkan dengan *close contact molding* yang pendinginannya dibantu oleh cairan pendingin. Bahan yang biasa digunakan untuk *open contact molding* terbuat dari kaca, kayu, melamin, akrilik dll.

2.3.1 Bahan Cetakan

a. Akrilik (Acrylic)

Akrilik (*acrylic*) merupakan plastik yang menyerupai kaca, namun memiliki sifat-sifat yang membuatnya lebih unggul dari pada kaca dalam banyak cara salah satunya dari perbedaan sifatnya yaitu dari kelenturan dari akrilik (*acrylic*) itu sendiri. Namun dahulu merek kelas tinggi akrilik (*acrylic*) dinamakan polycast, Lucite dan Plexiglas (Acrylic, 2013).

Akrilik (*acrylic*) tidak mudah pecah, bahan ringan dan juga mudah untuk dipotong, dikikir, dibor, dihaluskan, dikilapkan dan dicat. Sebagaimana yang biasa dijadikan/ digunakan dalam berbagai hal misalnya dijadikan bingkai foto, perabotan, patung, produk display, hiasan dan lain sebagainya (Acrylic, 2013).

Di butuhkan suhu dari 250⁰ F hingga 300⁰ F (dari 121⁰ C sampai 149⁰ C) adalah semua yang diperlukan untuk membengkokkan dan membentuk plastik akrilik (*acrylic*) (Acrylic, 2013).

Adapun beberapa jenis dari akrilik (*acrylic*) yaitu

1. Akrilik (*acrylic*) bening
2. Akrilik (*acrylic*) susu
3. Akrilik (*acrylic*) warna
4. Akrilik (*acrylic*) Riben

b. Kaca

Gelas memiliki beberapa sifat unik seperti kekerasan tinggi dan transparansi di suhu kamar, bersama dengan kekuatan yang cukup dan ketahanan korosi yang sangat baik. Karena aplikasi potensial dalam berbagai bidang teknik dan teknologi, penelitian sifat dari gelas adalah sangat penting. Bahan gelas telah diakui keuntungan, seperti isotropi fisik, tidak adanya batas butir, komposisi variabel mereka praktis untuk digunakan. Gelas tellurite adalah bahan yang sangat menjanjikan untuk aplikasi laser dan non-linear di optik, karena beberapa fitur karakteristik penting mereka, seperti bias tinggi Indeks, Fonon maxima rendah dan titik leleh rendah (Halimah dkk,2010).

c. Kayu

Kayu merupakan bahan yang mempunyai sifat higroskopis, dapat menyerap dan melepaskan air, sehingga kadar air dapat berubah-ubah sesuai dengan suhu dan kelembaban. Kadar air merupakan gambaran mengenai banyaknya air yang ada pada suatu kayu. Kadar air didefinisikan sebagai berat air yang dinyatakan sebagai persen berat kayu bebas air atau kering tanur, kadar air kayu didefinisikan sebagai berat air dalam kayu yang dinyatakan dalam pecahan, biasanya dalam persen dari berat kering kayu. Berat, penyusutan, pengembangan, kekuatan dan sifat-sifat lainnya tergantung pada kadar air kayu (Frest,2007).



Gambar 2.9 Ilustrasi kayu (sumber : azwaruddin,2008)

Berat Jenis Jumlah substansi dinding sel pada kayu, disebut sebagai berat jenis adalah indikator yang penting dari beberapa sifat fisika kayu. Berat jenis merupakan perbandingan antara kerapatan suatu benda yang dalam hal ini kayu dengan kerapatan benda standar yang umumnya berupa air. Namun karena pada suhu 40 C nilai kerapatan air adalah 1 gr/cm³ , maka padakayu yang nilai kerapatannya ditentukan berdasarkan berat kering tanur dan volume basah mempunyai nilai missal 0,4 gr/cm³ secara langsung kayu tersebut juga dapat dikatakan memiliki berat jenis 0,4 (tanpa satuan). Meskipun nilai berat jenis hanya ditentukan berdasarkan berat kering tanurnya, namun nilai volumenya dapat ditentukan berdasarkan tiga keadaan yaitu kering tanur, basah (lebih besar atau sama dengan titik jenuh serat) atau keadaan kadar air antara kering tanur dan basah (Frest,2007).

Air terdapat di dalam kayu dalam bentuk:

- a. air di dalam [dinding sel](#)
- b. air di dalam [protoplasma](#)
- c. air di antara ruang kosong dan celah antar sel

Secara teori tidak pernah ada kayu yang seratus persen tanpa kadar air meski dikeringkan di dalam [tanur](#) (oven) sekalipun. Sehingga pengukuran kadar kayu yang, biasanya untuk keperluan kimiawi, kayu yang dikeringkan dengan tanur dapat dikatakan "kering absolut" (Frest,2007).

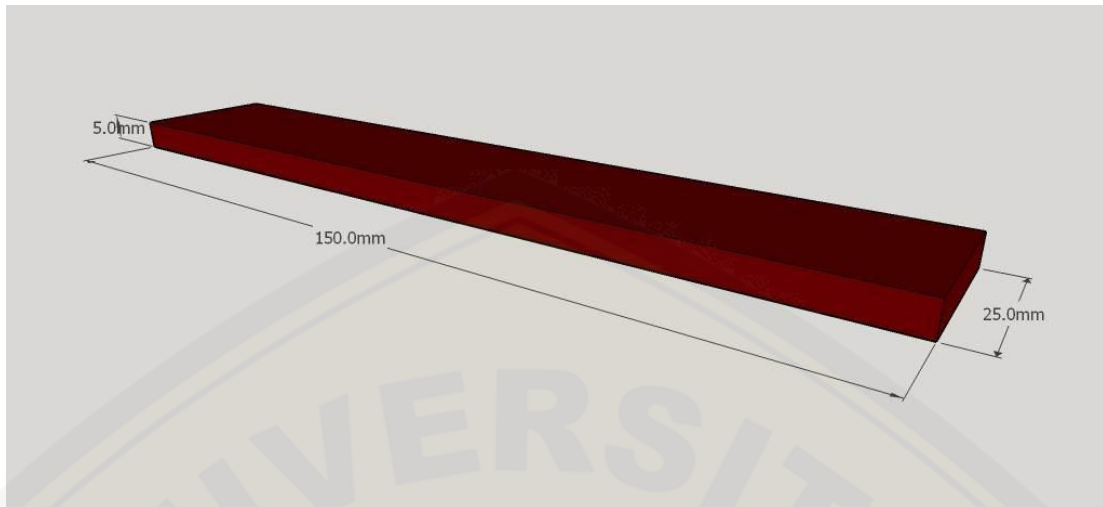
d. Melamin

Kimia melamin (ME) dan analog terkait ME (2,4,6-triamino-s-triazina) adalah bahan kimia antara digunakan untuk memproduksi resin amino dan plastik di Amerika Serikat dan di tempat lain. ME digunakan dalam membuat plastik dan dalam proses industri lainnya, sedangkan senyawa triazina terkait kadang-kadang terdeteksi dengan ME, CA, digunakan di kolam renang klorinasi. CA, serta triazina lain yang berkaitan kimia ,juga oleh-produk manufaktur plastik. CA juga terdeteksi dalam pakan dan produk makanan saat terpapar ME baru-baru ini insiden. ME dan triazina terkait telah dievaluasi sebagai bentuk alternatif pupuk nitrogen untuk pertumbuhan tanaman. struktur kimia triazines ini dan menunjukkan bagaimana mereka dapat berubah dari satu bentuk menjadi lain melalui hidrolisis dan / atau aminasi. Hal ini dapat menghasilkan campuran ME dan triazines terkait, yang dapat menyebabkan toksisitas ginjal (Wang dkk,2012).

2.4 pengujian mekanis

2.4.1 Uji Tarik

ASTM D 3039 merupakan standard pengujian sifat tarik pada Komposit bermatrik polimer. Material komposit terbatas pada serat kontinu maupun serat diskontinu dengan *laminat* yang seimbang dan simetris. Metode pengujiannya dengan menggunakan sebuah flat strip tipis yang berbentuk persegi panjang dengan penampang dipasang pegangan dan beban yang tetap. Kekuatan *ultimate* material dapat ditentukan dari beban maksimum dilakukan sebelum kegagalan. Metode pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan kekuatan tarik *ultimate* (Nasirudin, 2014).



Gambar 2.10 Ukuran spesimen Uji Tarik sesuai ASTM D 3039 (Nasirudin, 2014)

Tabel 2.1 Parameter Pengujian Tarik (Sumber : Nasirudin,2014)

Parameter	Kebutuhan
<i>Spesifikasi :</i>	
Bentuk	Constant rectangular cross-section
Panjang minimal	Gripping + 2 times width + gage length
Lebar spesimen	As needed
Toleransi lebar spesimen	± 1% dari lebar
Ketebalan spesimen	As needed
Toleransi ketebalan spesimen	± 4% dari tebal
Kerataan spesimen	Flat with light finger pressure

Tabel 2.2 Ukuran yang direkomendasikan(Sumber : Nasirudin,2014)

Fiber orientation	Width (mm)	Overall length (mm)	Thickness (mm)	Tab Length (mm)	Tab Thickness (mm)	Tab Bevel Angle
0° unidirectional	15	250	1.0	56	1.5	7 or 90
90° unidirectional	25	175	2.0	25	1.5	90
Balanced & symmetric	25	250	2.5	Emery cloth	-	-
Random-discontinuous	25	250	2.5	Emery cloth	-	-

Perhitungan *ultimate tensile strength* menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\sigma_{tu} = \frac{F_{max}}{A_0}$$

$$\sigma_i = \frac{P_i}{A_0}$$

dimana :

σ_{tu} = kekuatan tarik ultimate MPa [psi];

F_{max} = beban maksimum sebelum kegagalan, N [lbf];

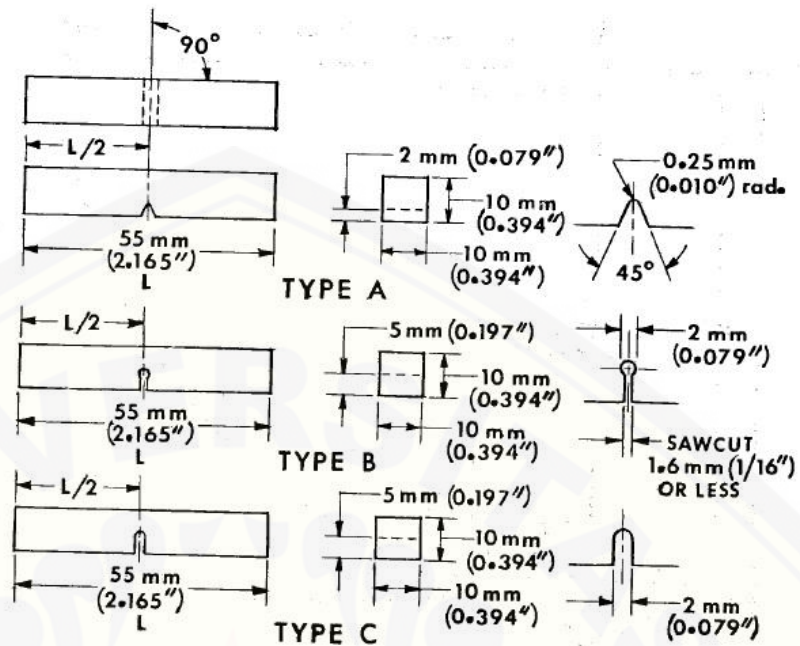
σ_i = tegangan tarik pada data yang ke-, MPa [psi];

P_i = beban pada data yang ke-, N [lbf];

A_0 = luasan seksi silang rata-rata dari lebar x tebal, mm² [in²], sebesar 125 mm²

2.4.2 Uji *Impact*

ASTM E 23 merupakan standart pengujian uji *impact* dengan metode charpy. Pada metode ini digunakan batang untuk pengujian *impact* yang memberikan informasi tentang: menjelaskan tentang aparatur, persyaratan inspeksi dan kalibrasi, tindakan pengamanan, sampling, dimensi dan persiapan spesimen, prosedur pengujian, presisi dan akurasi dan, tambahan catatan penting dalam pengujian *impact*.



Gambar 2.11 Ukuran spesimen sesuai ASTM E 23 (ASTM E 23)

Tabel 2.3 Ukuran uji *impact* yang direkomendasikan (Sumber : ASTM E 23)

NOTE—Permissible variations shall be as follows:

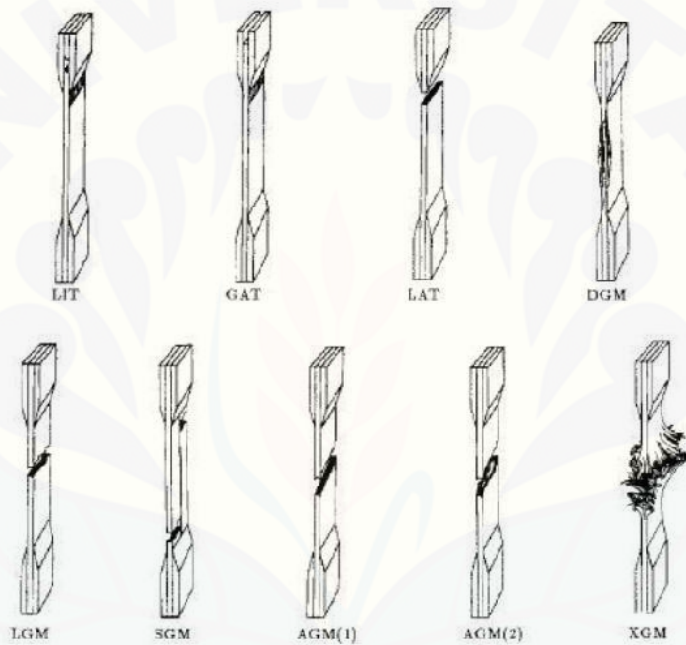
Notch length to edge	$\pm 2^\circ$
Adjacent sides shall be at	$90^\circ \pm 10 \text{ min}$
Cross-section dimensions	$\pm 0.075 \text{ mm } (\pm 0.003 \text{ in.})$
Length of specimen (L)	$+0, -2.5 \text{ mm } (+0, -0.100 \text{ in.})$
Centering of notch ($L/2$)	$\pm 1 \text{ mm } (\pm 0.039 \text{ in.})$
Angle of notch	$\pm 1^\circ$
Radius of notch	$\pm 0.025 \text{ mm } (\pm 0.001 \text{ in.})$
Notch depth:	
Type A specimen	$\pm 0.025 \text{ mm } (\pm 0.001 \text{ in.})$
Types B and C specimen	$\pm 0.075 \text{ mm } (\pm 0.003 \text{ in.})$
Finish requirements	$2 \mu\text{m } (63 \mu\text{in.})$ on notched surface and opposite face; $4 \mu\text{m } (125 \mu\text{in.})$ on other two surfaces

2.4.3 Pengujian Morfologi

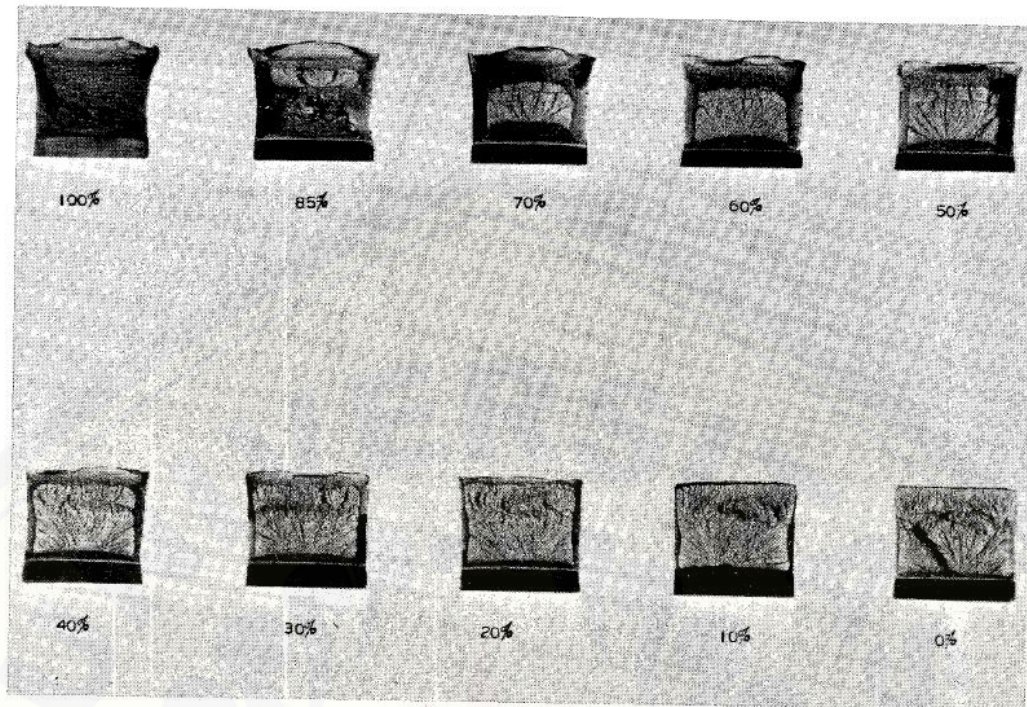
Pengujian morfologi menggunakan foto makro dengan kamera. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan tampilan tentang cacat yang terjadi akibat variasi bahan dan desain cetakan . Berikut kode kegagalan pada komposit berikut contohnya berdasarkan ASTM D 3039:

Tabel 2.4 Kode kegagalan uji tarik (Sumber : ASTM E 23)

Karakter Pertama		Karakter Kedua		Karakter Ketiga	
Tipe Kegagalan	Kode	Luasan Kegagalan	Kode	Lokasi Kegagalan	Kode
Sudut	A	Didalam Grip/Cekam	I	Bottom	B
Delaminasi	D	Pada Grip/Cekam	A	Top	T
Grip/ Cekam	G	< 1 W dari grip/ cekam	W	Left	L
Lateral	L	Gage	G	Right	R
Multi-mode	M (xyz)	Multiple Areas	M	Middle	M
Long splitting	S	Various	V	Various	V
Explosive	X	Unknown	U	Unknown	U
Other	O				



Gambar 2.12 Bentuk Patahan uji tarik (ASTM D 3039)



Gambar 2.13 Bentuk patahan uji *impact* (ASTM E 23)

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 *Jenis Penelitian dan Rancangan Penelitian*

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggabungan percobaan yang ada di lapangan dengan pegkajian literatur yang telah didapatkan baik dari jurnal, buku. Dalam penelitian ini mencakup bagaimana pengaruh variasi desain dan bahan cetakan *hand lay up* pada komposit *polyester* berpekuat serat batang pisang. Rancangan penelitian dengan menggunakan penelitian faktorial dimana penelitian ini berdasarkan faktor desain dan bahan cetakan *hand lay up* pada komposit *polyester* berpekuat serat batang pisang.

3.2 *Tempat dan Waktu Penelitian*

Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan spesimen terlebih dahulu dan melakukan pengujian terhadap spesimen yang telah dibuat tersebut. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan yaitu bulan Februari sampai dengan Mei 2015.

3.3 *Alat dan Bahan Penelitian*

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan sebagai berikut:

1. *Universal Machine Testing* Merk ESSOM TM 113 30 kN
2. Mesin Uji *impact* Charpy
3. Penggaris
4. *Cutter* dan gunting
5. Gerinda Tangan
6. Pencekam khusus komposit polimer
7. Kamera

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Polyester merk YUKALAC BQTN EX-157
2. Serat batang pisang
3. Hardener
4. Bahan cetakan kayu
5. Kaca
6. Akrilik
7. Melamin
8. Margarin
9. Plastisin dan ,
10. Tepung terigu

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel bebas

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain cetakan yaitu sekat tunggal dan sekat bertingkat , dan bahan cetakan yaitu kayu yang dilapisi plastik mika, kaca, akrilik, dan melamin.

3.4.2 Variabel Terikat

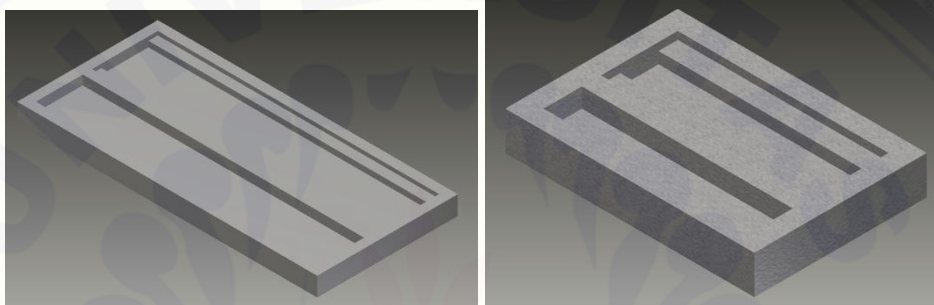
Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel prediktor, peneliti tidak dapat mengendalikan besar kecilnya variabel terikat. Dalam penelitian ini yang merupakan variabel terikat adalah kekuatan mekanis dari komposit.

3.5 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah pembuatan sampel pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Persiapkan cetakan yang telah dibuat , serta alat pendukung untuk membuat sampel.

2. Potong bagian-bagian cetakan sesuai dengan ukuran sampel yang digunakan.
3. rekatkan potongan cetakan menggunakan lem kaca
4. Potong serat batang pisang yang sudah dikeringkan sesuai dimensi ASTM D 3039 sebanyak sampel yang dibutuhkan yaitu dengan dimensi 30 mm x 150 mm per cetakan sampel untuk uji tarik dan untuk sesuai dimensi ASTM E 23 yaitu 55 mm x 10 mm untuk uji *impact*.



Gambar 3.1 Desain cetakan yang digunakan

5. Ukur dan timbang resin sesuai kebutuhan, tambahkan katalis (*hardener*) 1%. Kemudian campur resin, katalis dengan persentase sesuai dengan rencana penelitian . Aduk secara perlahan dengan hitungan pengadukan 100 kali saat pencampuran resin dan katalis.
6. Lapisi cetakan dengan margarin dan tepung terigu secukupnya pada permukaan pinggiran cetakan kacanya agar memudahkan pelepasannya nanti, kemudian tuangkan larutan campuran matriks pada cetakan hingga terisi setinggi 3 mm, lalu letakkan serat batang pisang diatas larutan campuran matriks, setelah itu tambahkan lagi campuran ke dalam cetakan. Tutup cetakan dengan plastik. Pastikan tidak terjadi rongga udara (*void*) saat menutup cetakan.
7. Tunggu hingga setengah hari, kemudian lepaskan hasil cetakan dari cetakan. Potong pada sisi kiri dan kanan yang berlebih pada komposit dengan menggunakan gerinda tangan. Kemudian, berikan pemberat

kepada sampel uji selama 3 hari untuk menghindari komposit mengalami lengkungan.

3.6 Pelaksanaan Penelitian

3.6.1 Langkah-Langkah Pengujian Tarik Sampel

Sebuah sampel komposit kemudian dipasang pada mesin uji tarik.. Setelah itu, spesimen langsung dilakukan uji tarik dengan menggunakan mesin uji tarik sesuai standar ASTM D3039.

Ketika pengujian tarik siap dilakukan, setel penanda *displacement* dengan meletakkan ujung dasarnya ke dasar mesin uji tarik. Saat penanda *displacement* tidak lagi menyentuh dasar mesin uji tarik, lakukan penyetelan ulang dengan mengendorkan pengikatnya dan meletakkan ke dasar mesin uji tarik. Hal ini dimaksudkan supaya penanda *displacement* dapat bekerja dengan baik. Reset displai saat akan melakukan pengujian tarik. Proses pengujian minimal dilakukan oleh dua orang, orang pertama memegang pencekam sedangkan yang lainnya mengungkit dengan tuas yang disediakan. Selama proses, jangan lupa untuk melakukan perekaman. Simpan rekaman video tersebut untuk selanjutnya diolah datanya dengan bantuan media player *classic* (untuk melihat data dengan menggunakan arah pada keyboard) dan *Microsoft excel* (untuk membuat grafik) (Nasirudin 2014).



Gambar 3.2 Mesin uji tarik

3.6.2 Langkah-Langkah Pengujian *Impact* Sampel

Adapun langkah-langkah pengujian *impact* dari sampel yang telah dibuat adalah sebagai berikut :

1. Ukur ketebalan h dan lebar b setiap spesimen pengujian.
2. Periksa *vice* dan *shoulder* yang akan digunakan apakah telah sesuai dengan yang akan digunakan. Bila belum sesuai ganti dengan yang sesuai.
3. Pasang pendulum yang sesuai.
4. Lakukan pengujian hampa (letakkan pendulum pada ketinggian yang ditentukan, dan tanpa spesimen uji, lalu lepaskan pendulumnya) dan catat kehilangan energi friksinya.
5. Letakkan pendulum pada ketinggian yang telah ditentukan.
6. Letakkan spesimen di tempat yang telah ditentukan, lalu lepaskan pendulumnya.
7. Letakkan pendulum pada ketinggian yang ditentukan dan tahan. Letakkan spesimen pada pendukung sehingga ujung pendulum yang terkena spesimen mengenai tengah-tengah spesimen.
8. Lepaskan pendulum. Catat energi impak yang diabsorpsi oleh spesimen dan aplikasi koreksi-koreksi perhitungan. Kekuatan *impact* ditentukan dari perbandingan kekuatan pada beban maksimum dengan luas area spesimen plastik (mm^2). Kekuatan *impact* tersebut dapat dirumuskan dengan:

$$Hi = \frac{E_{srp}}{A0}$$

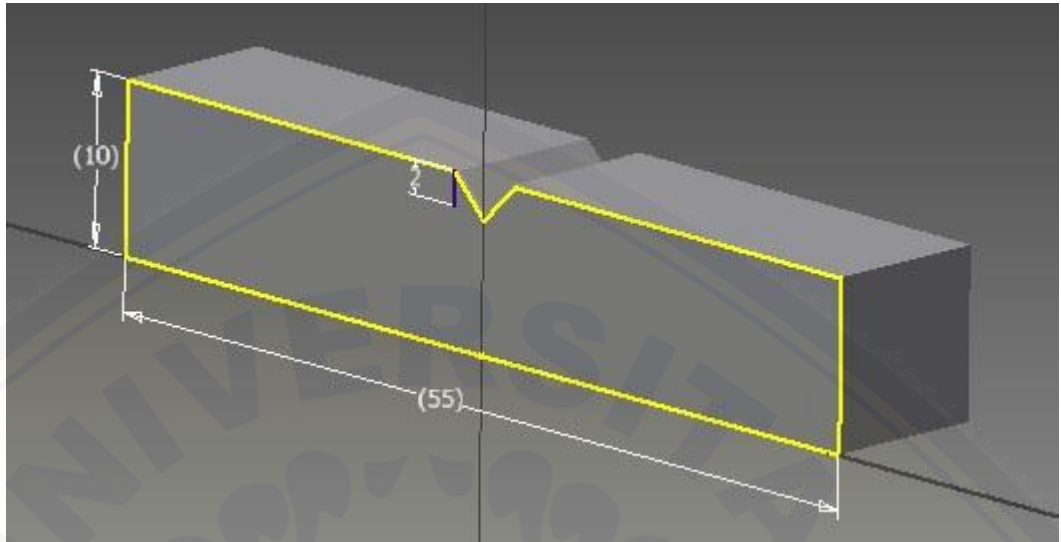
Rumus 3.1

Keterangan:

HI : harga impak (J/mm^2)

E_{srp} : energy serap (J)

A_o : luas penampang (mm^2)



Gambar 3.3 Bentuk dan ukuran spesimen uji *impact*



Gambar 3.4 Bentuk dan ukuran spesimen uji tarik

3.7 Analisis Data

Analisa data dilakukan setelah diperoleh hasil pengujian morfologi, pengujian uji tarik dan uji *impact* terhadap komposit *polyester* berpenguat serat batang pisang ialah sebagai berikut:

1. Analisis pengaruh variasi desain cetakan pada komposit matrik polyester berpenguat serat batang pisang terhadap nilai kekuatan tarik dan kekuatan *impact*.
2. Analisis pengaruh variasi bahan cetakan terhadap kekuatan tarik dan kekuatan *impact* komposit matrik polyester berpenguat serat batang pisang.
3. Analisis morfologi komposit pasca uji mekanis

3.7.1 Tabel hasil Pengujian Tarik

Tabel 3.1 Data Perngujian Tarik

		Pengulangan		
Desain	Bahan	n1	n2	n3
Cetakan tipe A	Kayu			
	Kaca			
	Akrilik			
	Melamin			
Cetakan tipe B	Kayu			
	Kaca			
	Akrilik			
	Melamin			

3.7.2 Tabel hasil Pengujian *Impact*Tabel 3.2 Data Perngujian *Impact*

		Pengulangan		
Desain	Bahan	n1	n2	n3
Cetakan tipe A	Kayu			
	Kaca			
	Akrilik			
	Melamin			
Cetakan tipe B	Kayu			
	Kaca			
	Akrilik			
	Melamin			

3.7.3 Metode Pengujian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Uji statistik yang dilakukan dalam penelitian ini adalah eksperimen faktorial. Dimana eksperimen faktorial ini digunakan apabila terdapat lebih dari satu faktor yang mempengaruhi sesuatu yang diamati. Dalam penelitian ini faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik dan kekuatan *impact* adalah bahan dan desain cetakan. Analisis ini dilakukan untuk menyelidiki apakah terdapat perbedaan yang berarti mengenai efek variasi bahan dan desain cetakan pada kekuatan mekanis (Sastrosupadi, 2000).

Bentuk eksperimen faktorial dari data hasil percobaan Y_{ijk} dapat dinyatakan dengan model matematis (Sastrosupadi, 2000):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad \text{dengan } i = 1, 2, \dots, 4$$

$$j = 1, 2, \dots, 4$$

$$k = 1, 2, \dots, 10$$

Dimana :

Y_{ijk} : Pengamatan pada faktor A taraf ke-i, faktor B taraf ke-j dan ulangan ke-k

μ : Rataan umum

α_i : Pengaruh utama faktor A taraf ke-i

β_j : Pengaruh utama faktor B taraf ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$: Pengaruh interaksi dari faktor A taraf ke-i dan faktor B taraf ke-j

ε_{ijk} : Pengaruh acak pada faktor A taraf ke-i, faktor B taraf ke-j & ulangan ke-k

3.7.4 Penyajian Data Eksperimen Faktorial

Penelitian yang akan dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi desain cetakan sekat bertingkat dan sekat tunggal dengan variasi bahan cetakan yaitu kayu, kaca, melamin dan akrilik, rancangan yang digunakan adalah percobaan faktorial 3 kali ulangan (n) untuk menyajikan data sampel dapat kita buat tabel percobaan faktorial dua faktor yang terdapat pada tabel 3.3 dibawah ini.

Tabel 3.3 Data sampel untuk Percobaan Faktorial Dua Faktor :

Faktor A (Desain Cetakan)	Faktor B (Bahan Cetakan)						
	Cetakan Tipe A	R	Kayu	Kaca	Akrilik	Melamin	Total
	1						
	2						
	3						

	Sub total						
	Cetakan Tipe B	1					
		2					
		3					
	Sub total						

3.7.5 Percobaan Faktorial dengan Metode Rancangan Acak Lengkap

Percobaan Faktorial menggunakan rancangan dasar Rancangan Acak Lengkap dimana peneliti ingin mengetahui pengaruh variasi bahan dan desain cetakan diberikan perlakuan yang sama (homogen) untuk seluruh spesimen uji, dapat dibuat tabel hasil pengamatan dengan pola Acak yang disajikan dalam tabel 3.4 yaitu tabel Ansira atau Anova sebagai berikut.

Tabel 3.4 Tabel ANAVA

Sumber Keragaman (sk)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (jk)	Kuadrat Tengah (kt)	F Hitung	F Tabel
					5 %
Perlakuan	Ab-1	$\frac{\sum (\sum y_j)^2}{a} - FK$ R	jkp/dbp	ktp/ktg	
A	a-1	$\sum (\sum y_i)^2 - FK$ Rb	jka/dba	kta/ktg	

B	b-1	$\frac{\sum (\sum y_j)^2 - FK}{Ra}$	jkb/dbb	ktb/ktg	
Ab	(a-1)(b-1)	JKP-JKA-JKB	jkab/dbab	ktab/ktg	
Galat	Ab(r-1)	JKT-JKP	jkg/dbg		
Total	(abr-1)	$\sum (y_{ijk})^2 - FK$			

Ket :

A = Perlakuan faktorial a

B = Perlakuan faktorial b

r = Jumlah ulangan

FK = $\frac{(\sum Y_{ij})^2}{a \times b \times r}$

jkt = $\sum (y_{ijk})^2 - FK$

jkp = $\frac{\sum (\sum y_j)^2 - FK}{r}$

jkg = jkt - jkp

jk faktor A = $\frac{\sum (\sum Y_i)^2 - FK}{R \times b}$

$$\text{jk faktor B} = \frac{\sum (\sum Y_j)^2 - FK}{R_{xa}}$$

R_{xa}

$$\text{jk faktor AB} = \text{jkp} - \text{jka} - \text{jkb}$$

$$\text{ktp} = \text{jkp} / \text{dbp}$$

$$\text{kta} = \text{jkp} / \text{dba}$$

$$\text{kta} = \text{jkp} / \text{dba}$$

$$\text{ktab} = \text{jkp} / \text{dbab}$$

$$\text{ktg} = \text{jkg} / \text{dbg}$$

$$\text{dpb} = \text{ab} - 1$$

$$\text{dba} = \text{a} - 1$$

$$\text{dbb} = \text{b} - 1$$

$$\text{dbas} = (\text{a} - 1)(\text{b} - 1)$$

$$\text{dbg} = \text{ab}(\text{r} - 1)$$

$$\text{dbt} = (\text{abr} - 1)$$

3.7.6 Uji Hipotesis

Hipotesis adalah suatu pernyataan yang masih lemah kebenarannya dan perlu dibuktikan atau dugaan yang sifatnya masih sementara. Pengujian hipotesis akan menghasilkan keputusan menerima atau menolak hipotesis. Penolakan suatu hipotesis bukan berarti disimpulkan bahwa hipotesis salah, dimana bukti yang tidak konsisten dengan hipotesis. Penerimaan hipotesis sebagai akibat tidak cukupnya bukti untuk menolak dan tidak berimplikasi bahwa hipotesis itu benar.

Pada penelitian ini ditetapkan nilai taraf signifikan α sebesar 5% atau 0,05 dengan artian ada kemungkinan satu diantara seratus keputusan penolakan hipotesis nol adalah keputusan yang keliru.

Model acak untuk membuktikan hipotesis bahwa:

Hipotesis pengaruh utama faktor A

$H_0 : \sigma_\alpha^2 = 0$ (Keragaman faktor A tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1 : \sigma_\alpha^2 > 0$ (Keragaman faktor A berpengaruh terhadap respon yang diamati)

Hipotesis pengaruh utama faktor B

$H_0 : \sigma_\beta^2 = 0$ (Keragaman faktor A tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1 : \sigma_\beta^2 > 0$ (Keragaman faktor A berpengaruh terhadap respon yang diamati)

Hipotesis pengaruh interaksi

$H_0 : \sigma_{\alpha\beta}^2 = 0$ (Keragaman faktor A dan B tidak berpengaruh terhadap respon yang diamati)

$H_1 : \sigma_{\alpha\beta}^2 > 0$ (Keragaman faktor A dan B berpengaruh terhadap respon yang diamati)

Uji F dilakukan untuk membandingkan besaran pengaruh perlakuan (ktp) atau pengaruh kontrol lokal (pengelompokan) dengan efek kondisi (galat) (ktg).

Kriteria keputusan :

H_0 ditolak jika $F_{hit} > F_{\alpha}(a-1, a(r-1))$

Kriteria Pengambilan keputusan :

1. Jika $F_{hitung} < F_{tabel 5\%}$, maka hasil penelitian menunjukkan bahwa desain dan bahan cetakan memiliki pengaruh pada kekuatan mekanis dengan kata lain terima H_0 dan tolak H_1
2. Jika $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$, maka hasil penelitian menunjukkan bahwa desain dan bahan cetakan tidak memiliki pengaruh atau dengan kata lain tolak H_0 dan terima H_1

3.7.7 Uji Pembandingan Perlakuan (Uji Lanjutan)

Jika H_0 diterima berarti semua perlakuan yang dicobakan memberikan pengaruh yang sama, tetapi jika H_1 yang diterima berarti paling sedikit terdapat sepasang nilai tengah perlakuan yang berbeda. Untuk mengetahui pasangan perlakuan mana yang mempunyai nilai tengah yang berbeda tersebut, maka perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk mengetahui perbedaan diantara nilai tengah perlakuan tersebut .

Memilih uji beda (pembandingan) perlakuan yang akan digunakan dalam suatu percobaan harus memperhitungkan bahwa uji beda yang dipilih mampu menuntun kita mudah untuk memilih perlakuan terbaik yang logisnya memang terbaik. Kesalahan dalam memilih metode uji beda dapat dihindari jika peneliti dapat mengkombinasikan kondisi percobaan (nilai galat) dengan derajat ketelitian.

Beberapa uji lanjutan yang sering digunakan adalah sebagai berikut :

1. Metode uji Beda Nyata Jujur (BNJ) menggunakan simpangan rata – rata umum dan distribusi Q sebagai dasar pengujian hipotesisnya, dimana pada taraf $\alpha = 5\%$ nilainya bervariasi dari 2,77–16,77 dan pada taraf $\alpha = 1\%$ nilainya antara 3,64 – 37,9
2. Metode uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menggunakan simpangan rata – rata deviasi dan distribusi *t-student* sebagai dasar pengujian hipotesisnya, dimana pada taraf $\alpha = 5\%$ nilainya bervariasi dari 1,96 – 4,30 dan pada taraf $\alpha = 1\%$ nilainya antara 2,57 – 9,92

3. Metode uji Jarak Nyata Duncan (JND) menggunakan simpangan rata – rata umum dan distribusi P sebagai dasar pengujian hipotesisnya, dimana pada taraf $\alpha = 5\%$ nilainya bervariasi dari 2,77 – 6,09 dan pada taraf $\alpha = 1\%$ nilainya antara 3,64 – 6,09

Derajat ketelitian suatu percobaan dapat dilihat dari nilai koefisien Keragamannya (KK), semakin kecil nilai KK berarti semakin kecil pengaruh kondisi percobaan dan sebaliknya. Daftar tabel 3.4 berikut menunjukkan derajat ketelitian berdasarkan nilai KK kondisi percobaan:

Tabel 3.5 Derajat ketelitian berdasarkan nilai KK kondisi percobaan

Nlai KK	Kondisi Percobaan	Kriteria Penilaian	Jenis Uji
< 5%	Homogen	Kecil	BNJ
< 10%	Heterogen	Kecil	BNJ
5 – 10%	Homogen	Sedang	BNT
10 – 20%	Heterogen	Sedang	BNT
.> 10%	Homogen	Besar	JND
> 20%	Heterogen	Besar	JND

Berdasarkan nilai KK nya dan kondisi percobaan maka dapat ditentukan penggunaan uji lanjutan yang sesuai yaitu: bila nilai KK nya kecil sebaiknya dilanjutkan dengan uji BNJ, bila nilai KK nya sedang sebaiknya dilanjutkan dengan uji BNT dan apabila nilai KK nya besar sebaiknya dilanjutkan dengan uji JND.

Formulasi perhitungan nilai Koefisien Keragaman (KK) Adalah sebagai berikut:

$$KK = \sqrt{KTG} / \text{Rata - rata total} \times 100\%$$

Formulasi perhitungan nilai Uji BNJ, JND, dan BNT adalah sebagai berikut:

$$BNJ = Q_{\alpha} \sqrt{s^2} / n$$

$$JND = P_{\alpha} \sqrt{s^2} / n$$

$$BNT = t_{\alpha} \sqrt{2 \cdot s^2} / n$$

Dimana:

s^2 = kuadrat tengah galat

n = jumlah ulangan

Setelah menghitung nilai uji lanjutan, lihat tabel Derajat bebas (DB) galat dengan α 5 %, hitung nilai uji lanjutan dengan α 5%, dilanjutkan menghitung selisih rata – rata perlakuan A,B,C, dan D. Bandingkan nilai uji lanjutan 5% jika nilai selisih dua rata – rata perlakuan lebih besar daripada nilai uji lanjutan 5% berarti terdapat pengaruh fraksi volume antara kedua perlakuan, dan sebaliknya jika lebih kecil daripada nilai uji lanjutan 5% berarti tidak terdapat pengaruh fraksi volume antar perlakuan. Setelah dilakukan uji lanjutan , hasilnya dapat disajikan dalam bentuk tabel seperti terlihat pada tabel 3.6 berikut :

Tabel 3.6 Data hasil uji lanjutan pengaruh variasi desain dan bahan cetakan terhadap kekuatan mekanis

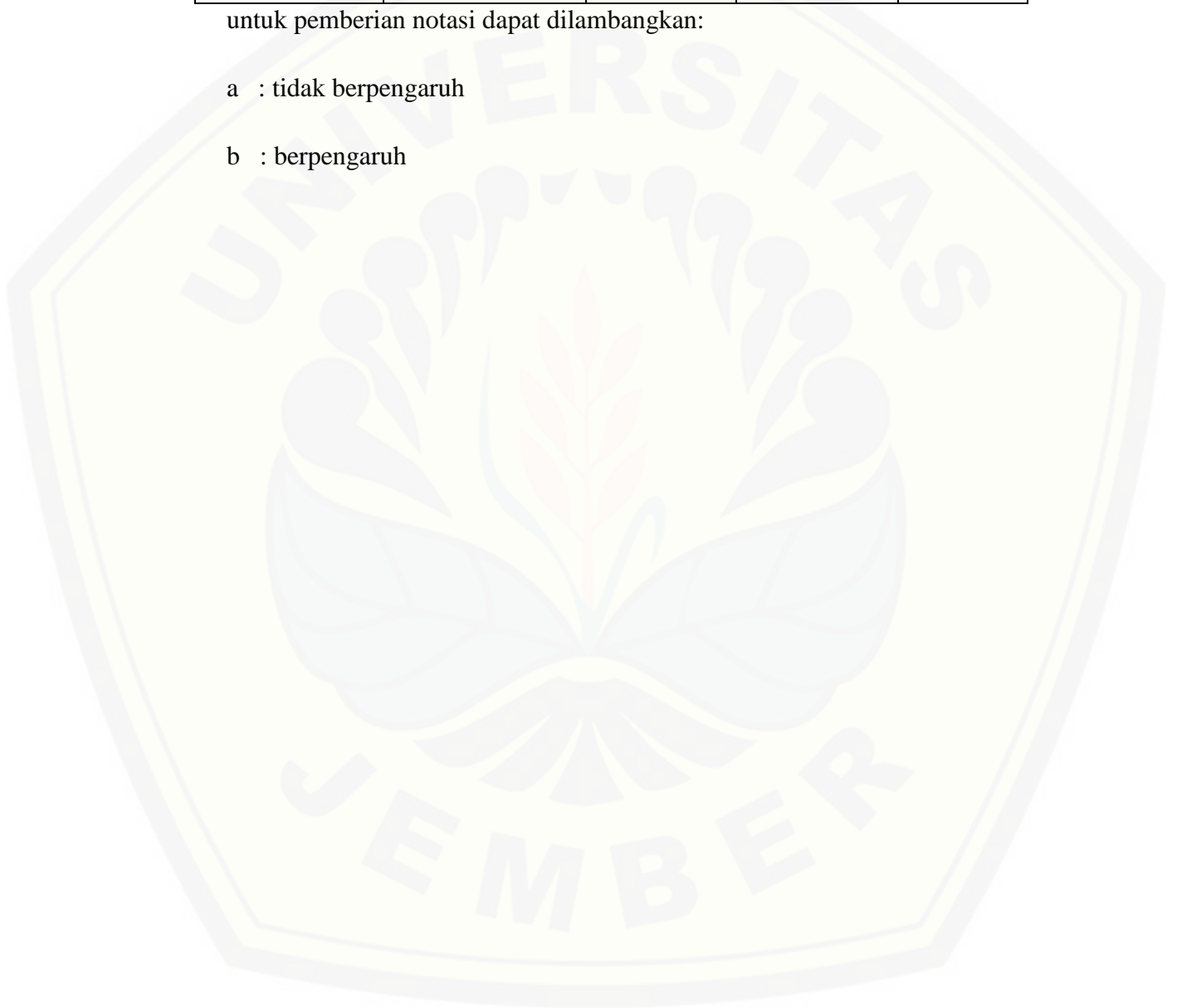
Perlakuan	Nilai Tengah	Selisih	Uji Lanjutan	Notasi
			5%	

D	D			A
C	D-C			B
B	D-B C-B			A
A	D-A C-A B-A			A

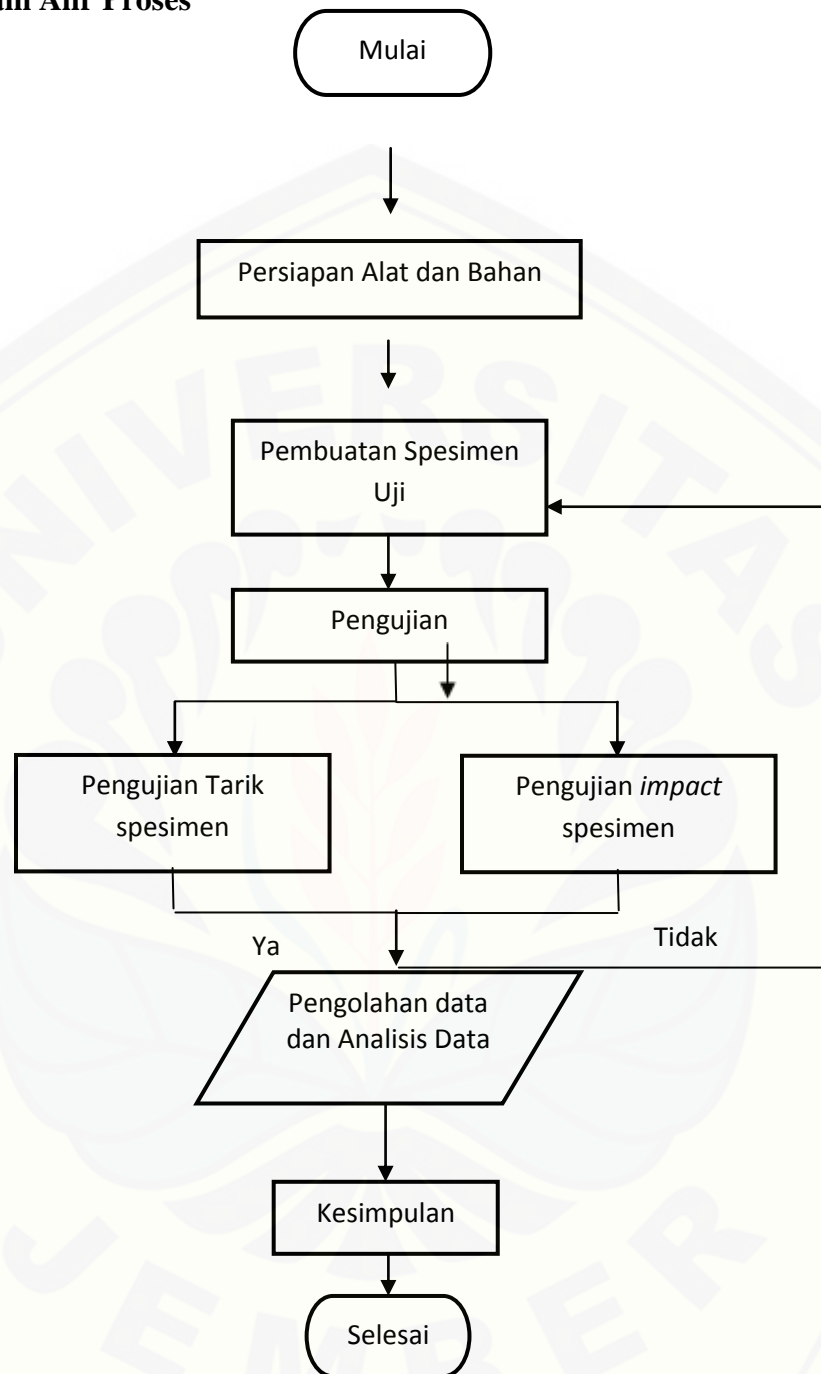
untuk pemberian notasi dapat dilambangkan:

a : tidak berpengaruh

b : berpengaruh



3.8 Diagram Alir Proses



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian

3.8 Hipotesis

Hipotesis awal penelitian ini adalah variasi desain dan bahan saat pembuatan komposit berpengaruh pada kekuatan dari komposit. Bahan dari kaca dan desain cetakan sekat bertingkat diperkirakan akan mendapatkan kekuatan tarik dan kekuatan *impact* paling tinggi.



Bab 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil kekuatan tarik menggunakan alat uji tarik *universal testing machine* ESSOM TM 113KN dan kekuatan *impact* menggunakan alat uji *impact charphy* dari sampel sebagai berikut:

Tabel 4.1 data hasil uji tarik

Desain	Bahan	Pengulangan										total	rata"
		n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10		
Desain A	Kayu	2.07	1.69	2.07	2.82	2.45	2.07	1.69	1.69	2.45	2.81	21.81	2.181
	Kaca	5.83	4.71	4.33	4.71	6.59	6.21	5.08	4.33	4.71	4.71	51.21	5.121
	Akrilik	10.59	9.18	6.82	6.35	6.82	5.41	6.82	4.94	4	4.47	65.4	6.54
	Melamin	4	5.41	4.94	5.88	4.47	4.47	4.94	3.53	4.47	3.53	45.64	4.564
Desain B	Kayu	7.72	6.59	6.96	5.46	4.71	5.83	6.21	6.59	6.96	5.83	62.86	6.286
	Kaca	3.58	4.33	5.08	5.08	3.58	3.95	3.95	3.95	5.08	3.58	42.16	4.216
	Akrilik	5.41	4	3.06	2.12	2.59	2.59	1.65	2.12	2.12	2.12	27.78	2.778
	Melamin	3.53	2.12	1.65	1.18	1.18	1.65	1.65	1.18	1.18	0.71	16.03	1.603

Tabel 4.2 data hasil pengujian *impact*

Desain	Bahan	Pengulangan										total	rata"
		n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10		
Desain A	Kayu	167.18	162.68	161.08	159.44	150.48	154.21	148.55	144.55	142.49	117.05	1507.71	150.771
	Kaca	164.23	157.74	152.37	148.55	157.74	144.55	144.55	117.06	133.8	117.06	1437.65	143.765
	Akrilik	83.53	64.99	62.53	51.03	67.61	17.33	14.55	14.05	18.69	21.67	415.98	41.598
	Melamin	142.49	138.23	114.51	117.05	101.3	114.51	75.65	78.61	90.17	95.8	1068.32	106.832
Desain B	Kayu	156	157.74	150.48	140.38	144.55	133.8	136.03	122.03	117.05	109.33	1367.39	136.739
	Kaca	167.18	150.48	152.37	154.2	140.38	150.48	144.55	119.56	142.49	106.69	1428.38	142.838
	Akrilik	72.56	25.04	15.88	16.36	21.91	20.26	18.82	19.07	18.84	15.75	244.49	24.449
	Melamin	146.57	144.55	146.57	140.38	133.8	124.46	119.56	101.3	98.57	69.68	1225.44	122.544

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengujian Tarik

Pengujian pengaruh variasi bahan dan desain cetakan terhadap kekuatan tarik dilakukan dengan menggunakan ANAVA desain factorial dengan bantuan *software* SPSS 16.0. dari proses analisis didapatkan table ANAVA sebagai berikut:

Tabel 4.3 ANAVA Kekuatan Tarik Sampel

Sk	db	Jk	Kt	F hit	sig	F tabel (5%)	Keterangan
Bahan	3	33,438	11,146	10,234	0,00	2,73	Signifikan
Desain cetakan	1	15,523	15,523	14,253	0,00	3,97	Signifikan
Interaksi	3	187,387	62,462	57,35	0,00	2,73	Signifikan
Galat	72	78,418	1,089	-	-	-	-
Total	80	1700,046	-	-	-	-	-

Berdasarkan tabel 4.2 di atas, pada sumber keragaman (sk) bahan cetakan, didapatkan nilai F hitung sebesar 10,234. Dari distribusi F dengan db $n_1=3$ dan $n_2=72$ didapatkan F tabel sebesar 2,73 pada taraf 5%. Jika F hitung dibandingkan dengan F tabel dapat dipastikan bahwa F hitung lebih besar dari pada F tabel 5% ($10,234 > 2,73$). Dari pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa terdapat pengaruh signifikan beberapa variasi bahan cetakan terdapat kekuatan tarik atau terima H_1 dan tolak H_0 .

Pada sumber keragaman (sk) desain cetakan, didapatkan nilai F hitung sebesar 14,253. Dari distribusi F dengan db $n_1=1$ dan $n_2=72$ didapatkan F tabel sebesar 3,97 pada taraf 5%. Jika F hitung dibandingkan dengan F tabel dapat dipastikan bahwa F hitung lebih besar dari pada F table 5% ($14,253 > 3,97$). Dari pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa terdapat pengaruh signifikan beberapa variasi desain cetakan terdapat kekuatan tarik atau terima H_1 dan tolak H_0 .

Pada sumber keragaman (sk) interaksi, didapatkan nilai F hitung sebesar 57,35. Dari distribusi F dengan db $n_1=3$ dan $n_2=72$ didapatkan F tabel sebesar 2,73 pada taraf 5%. Jika F hitung dibandingkan dengan F tabel dapat dipastikan bahwa F hitung lebih besar dari pada F tabel 5% ($57,35 > 2,73$). Dari pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa terdapat pengaruh signifikan beberapa variasi bahan dan desain cetakan terdapat kekuatan tarik atau terima H_1 dan tolak H_0 . Dari keseluruhan data hasil pengukuran diatas, variasi bahan dan desasin cetakan berpengaruh terhadap kekuatan tarik paka komposit matrik polyester berpenguat serat batang pisang secara nyata.

Multiple Comparisons

NTAB
LSD

(I) bahan	(J) bahan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
kayu	kaca	-.4345	.33002	.192	-1.0924	.2234
	melamin	1.1505 [*]	.33002	.001	.4926	1.8084
	akrilik	-.4250	.33002	.202	-1.0829	.2329
kaca	kayu	.4345	.33002	.192	-.2234	1.0924
	melamin	1.5850 [*]	.33002	.000	.9271	2.2429
	akrilik	.0095	.33002	.977	-.6484	.6674
melamin	kayu	-1.1505 [*]	.33002	.001	-1.8084	-.4926
	kaca	-1.5850 [*]	.33002	.000	-2.2429	-.9271
	akrilik	-1.5755 [*]	.33002	.000	-2.2334	-.9176
akrilik	kayu	.4250	.33002	.202	-.2329	1.0829
	kaca	-.0095	.33002	.977	-.6674	.6484
	melamin	1.5755 [*]	.33002	.000	.9176	2.2334

Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 1.089.

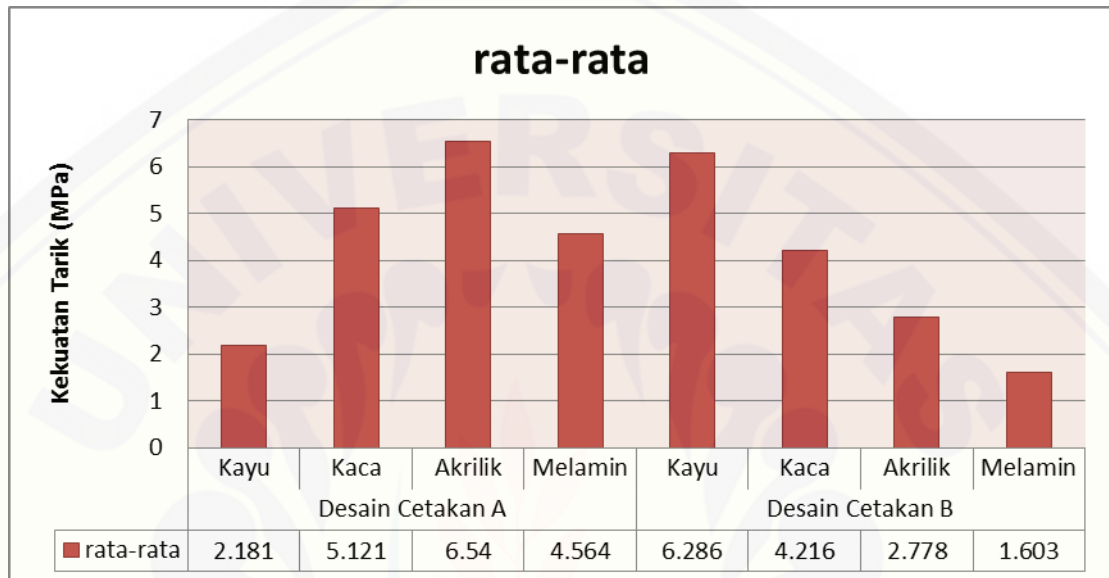
*. The mean difference is significant at the .05 level.

Gambar 4.1 Uji lanjutan untuk kekuatan tarik

Setelah dilakukan pengujian lanjutan diatas dapat disimpulkan bahwa, perbandingan nilai tengah tertinggi dengan α 5% yang tertinggi terdapat pada bahan kaca, hal ini berarti bahan kaca memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap kekuatan tarik dibandingkan dengan bahan cetakan lainnya seperti kayu, melamin dan akrilik.

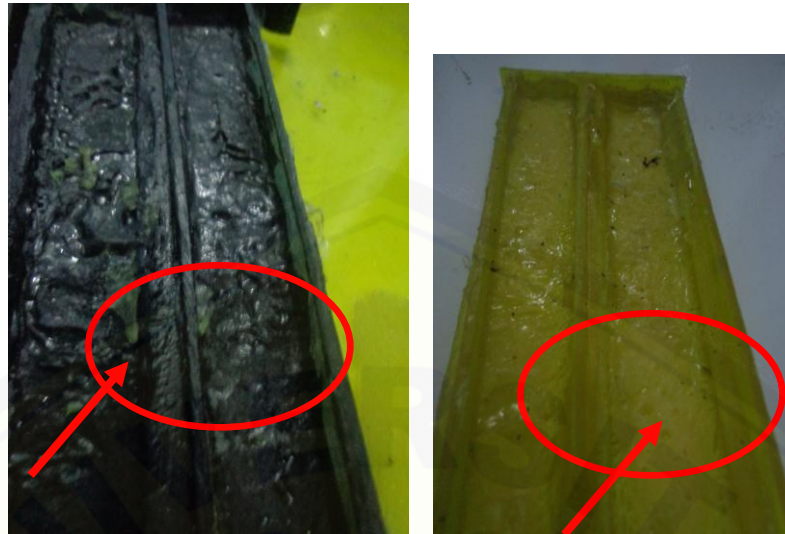
4.2.2 Analisis Pengaruh Variasi Bahan dan Desain Cetakan Terhadap Kekuatan Tarik

Dari data yang diperoleh dari pengujian tarik pada sampel didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik hubungan nilai kekuatan tarik

Dari grafik diatas didapatkan kekuatan terbaik ada pada bahan akrilik yaitu sebesar 6,54 MPa. Hal ini disebabkan karena cetakan berada dalam kondisi terbaik sehingga menghasilkan kekuatan paling tinggi. Dalam pengulangan terjadi penurunan kekuatan karena cetakan sudah mengalami pelelehan pada permukaan akibat panas dari resin yang akan mengering. Kondisi cetakan setelah sepuluh kali pengulangan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.3 Kondisi cetakan setelah sepuluh kali pengulangan

Kondisi penampang yang meleleh membuat cetakan tidak berada dalam kondisi terbaik sehingga mempengaruhi kekuatan sampel yang dibuat. Cetakan mengalami pelelehan karena titik lebur dari cetakan sendiri mendekati panas yang ditimbulkan campuran resin, dan yang meleleh hanya berada pada tempat resin dicetak dan untuk bagian bawah cetakan tidak meleleh. Hal tersebut terjadi karena bagian bawah dari cetakan bersentuhan dengan lantai sehingga panas dari resin yang akan mengering dapat di pindahkan pada lantai sehingga bagian bawah cetakan tidak meleleh.

Hal ini terjadi karena nilai Konduktivitas Thermal lebih tinggi pada akrilik dibanding pada kaca, nilai konduktivitas thermal untuk sebagian besar jenis akrilik adalah $0,19 \text{ W/mK}$. Akrilik dapat menahan panas 20% lebih baik daripada kaca. Akrilik tidak terlalu padat. Kepadatan akrilik berkisar antara $1150-1190 \text{ kg/m}^3$, Ini adalah kurang dari setengah kepadatan kaca, yang berkisar antara 2400 hingga 2800 kg/m^3 sehingga memiliki kekuatan tarik paling tinggi sebesar $6,54 \text{ MPa}$.

Sedangkan kekuatan paling rendah pada bahan melamin dengan desain sekat bertingkat sebesar $1,63 \text{ MPa}$. Meskipun ketahanan melamin di rentang suhu 120°C sampai -30°C , tapi karena menyerap panas, melamin tak tahan dipapar

panas terlalu tinggi. Apalagi terpapar dalam jangka waktu lama. Sehingga memiliki kekuatan tarik paling rendah.

Jadi dari hasil pengujian yang sudah dilakukan didapatkan nilai kekuatan tarik paling tinggi adalah cetakan berbahan akrilik dengan desain sekat tunggal sebesar 6,54 MPa, sedangkan kekuatan paling rendah adalah cetakan berbahan melamin dengan desain cetakan sekat bertingkat sebesar 1,63 MPa.

4.2.3 Pengujian *impact*

Pengujian pengaruh variasi bahan dan desain cetakan terhadap kekuatan *impact* dilakukan dengan menggunakan ANAVA desain faktorial dengan bantuan *software* SPSS 16.0. dari proses analisis didapatkan tabel ANAVA sebagai berikut :

Tabel 4.4 ANAVA Kekuatan *impact* sampel

Sk	Db	Jk	Kt	F hit	Sig	F tabel (5%)	Keterangan
Bahan	3	163721,462	54573,821	143,377	0,00	2,73	Signifikan
Desain cetakan	1	338,088	338,088	0,832	0,365	3,97	Tidak Signifikan
Interaksi	3	3363,032	1121,011	2,76	0,048	2,73	Signifikan
Galat	72	29240,918	406,124				
Total	80	114193,929					

Dari tabel 4.4 pada sumber keragaman (sk) bahan cetakan, didapatkan nilai F hitung sebesar 143,377. Dari distribusi F dengan db $n_1=3$ dan $n_2=72$ didapatkan F tabel sebesar 2,73 pada taraf 5%. Jika F hitung dibandingkan dengan F tabel dapat dipastikan bahwa F hitung lebih besar dari pada F tabel 5% ($143,377 > 2,73$). Dari pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa terdapat

pengaruh signifikan beberapa variasi bahan cetakan terdapat kekuatan tarik atau terima H1 dan tolak H0.

Pada sumber keragaman (sk) desain cetakan, didapatkan nilai F hitung sebesar 0,832. Dari distribusi F dengan db $n_1=1$ dan $n_2=72$ didapatkan F tabel sebesar 2,73 pada taraf 5%. Jika F hitung dibandingkan dengan F tabel dapat dipastikan bahwa F hitung lebih kecil dari pada F tabel 5% ($0,832 < 2,73$). Dari pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan beberapa variasi desain cetakan terdapat kekuatan tarik atau terima H0 dan tolak H1.

Pada sumber keragaman (sk) interaksi, didapatkan nilai F hitung sebesar 32,76. Dari distribusi F dengan db $n_1=3$ dan $n_2=72$ didapatkan F tabel sebesar 2,73 pada taraf 5%. Jika F hitung dibandingkan dengan F tabel dapat dipastikan bahwa F hitung lebih besar dari pada F tabel 5% ($32,76 > 2,73$). Dari pengujian ini didapatkan kesimpulan bahwa terdapat pengaruh signifikan beberapa variasi bahan dan desain cetakan terdapat kekuatan tarik atau terima H1 dan tolak H0.

Dari keseluruhan data hasil pengukuran diatas, ketiga variasi bahan cetakan dan interaksi keduanya berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit matrik polyester berpenguat serat batang pisang secara nyata. Sedangkan desain cetakan berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit matrik polyester berpenguat serat batang pisang yang tidak berbeda secara nyata.

Multiple Comparisons

NTAB
LSD

(I) bahan	(J) bahan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
kayu	kaca	73.0530 [*]	6.44662	.000	60.2019	85.9041
	melamin	7.4795	6.44662	.250	-5.3716	20.3306
	akrilik	72.2715 [*]	6.44662	.000	59.4204	85.1226
kaca	kayu	-73.0530 [*]	6.44662	.000	-85.9041	-60.2019
	melamin	-65.5735 [*]	6.44662	.000	-78.4246	-52.7224
	akrilik	-.7815	6.44662	.904	-13.6326	12.0696
melamin	kayu	-7.4795	6.44662	.250	-20.3306	5.3716
	kaca	65.5735 [*]	6.44662	.000	52.7224	78.4246
	akrilik	64.7920 [*]	6.44662	.000	51.9409	77.6431
akrilik	kayu	-72.2715 [*]	6.44662	.000	-85.1226	-59.4204
	kaca	.7815	6.44662	.904	-12.0696	13.6326
	melamin	-64.7920 [*]	6.44662	.000	-77.6431	-51.9409

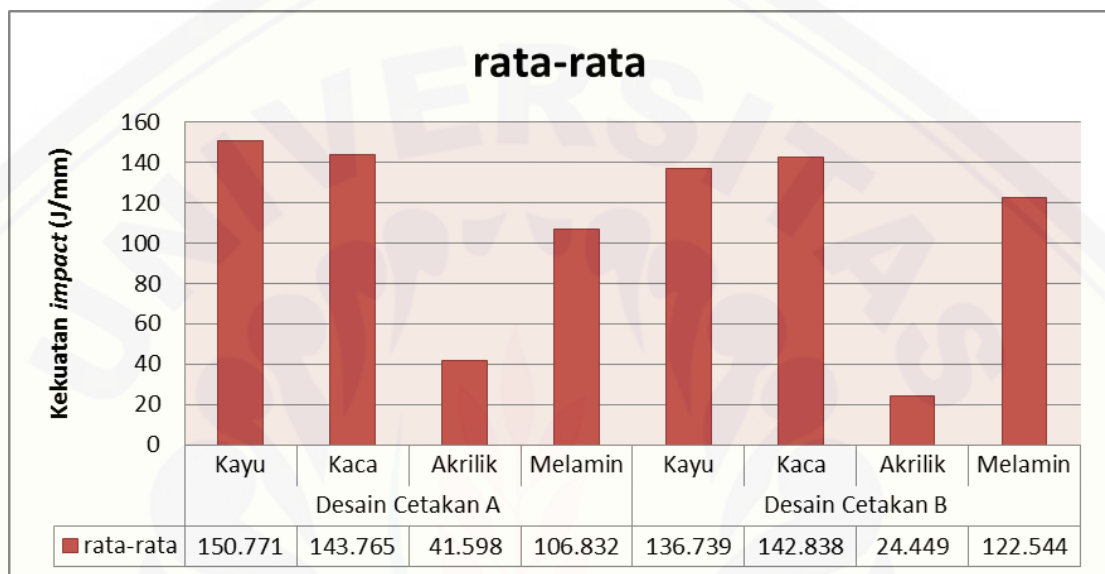
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 415.589.
*. The mean difference is significant at the .05 level.

Gambar 4.4 Uji lanjutan Kekuatan *Impact*

Setelah dilakukan pengujian lanjutan terhadap kekuatan tarik perbandingan selisih nilai tengah terbesar dengan nilai α 5% terjadi pada bahan cetakan kayu, sehingga dapat disimpulkan bahwa bahan kayu memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap nilai kekuatan tarik dibandingkan bahan kaca, melamin dan akrilik.

4.2.4 Analisis pengaruh ariasi Bahan dan Desain Cetakan Terhadap Kekuatan *Impact*

Dari data yang diperoleh dari pengujian *impact* pada sampel didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara kekuatan *impact* dengan variasi bahan dan desain cetakan

Dari grafik 4.5 didapatkan nilai kekuatan *impact* tertinggi yaitu cetakan berbahan kayu sebesar 150,77 J/mm. Hal ini terjadi karena kayu adalah isolator panas sehingga pas dari resin ketika akan mengering tidak diserap oleh kayu melainkan terbang keatas sehingga komposit yang dihasilkan menjadi ulet. Karena proses saat resin mengering menjadi lebih lambat karena hanya mengandalkan suhu ruang.

Sedangkan kekuatan paling rendah dimiliki oleh akrilik yaitu sebesar 24,44 j/mm. Karena memiliki konduktivitas termal 0,19 W/mK sehingga panas dari resin diserap oleh cetakan dan dipindahkan ke lantai yang memiliki suhu lebih dingin dari resin, sehingga komposit yang dihasilkan menjadi getas dan memiliki kekuatan *impact* paling rendah.

Dari grafik 4.5 kekuatan tertinggi dimiliki oleh kayu sebesar 150,77 J/mm untuk desain sekat bertingkat. Kayu yang memiliki konduktivitas termal 0,08 W/mK sehingga panas dari resin yang akan mengering tidak diserap oleh cetakan (Tironan, 2011).

Jika ditinjau dari arah gaya pada cetakan kaca memiliki bentuk yang lebih stabil daripada kayu sehingga pada desain sekat bertingkat memiliki kekuatan yang paling tinggi.

4.2.5 Analisis Kekuatan Tarik dan *impact* Terhadap Desain Cetakan

Desain Teknik dapat didefinisikan sebagai proses menerapkan berbagai teknik dan prinsip-prinsip ilmiah untuk tujuan mendefinisikan sebuah proses atau sebuah sistem yang cukup terperinci untuk memungkinkan itu terealisasi (Tironan, 2011).

Prinsip dasar proses desain adalah: (1) untuk memperkecil pemakaian material, (2) untuk mendaur ulang, (3) karena ketidaksesuaian dengan kebutuhan, (4) untuk menghindari kerja ulang (*rework*) terhadap produksi, (5) efisiensi dan kesesuaian terhadap standar [6] (Tironan, 2011).

Dari desain cetakan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu desain cetakan sekat bertingkat dan sekat tunggal dapat didefinisikan sebagai berikut:

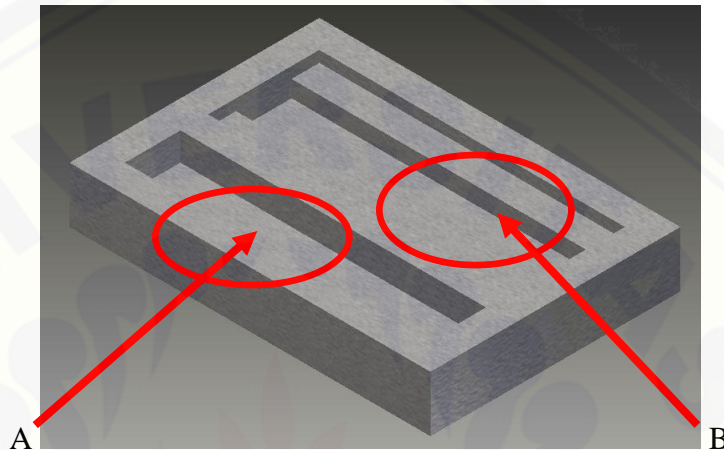
a. Desain cetakan sekat tunggal

Cetakan sekat tunggal adalah cetakan yang memiliki satu sekat saja sehingga saat komposit dicetak maka gaya akan terdistribusi merata pada seluruh ruang dalam cetakan.

b. Desain cetakan sekat bertingkat

Cetakan sekat bertingkat adalah cetakan yang memiliki dua sekat yang bertujuan agar saat proses pencetakan komposit gaya akan terpusat

pada tengah cetakan. Hal ini dapat terjadi akibat adanya perbedaan luas penampang dimana bagian bawah memiliki luas penampang yang lebih kecil sehingga diharapkan gaya akan terpusat pada bagian yang memiliki luas penampang yang lebih kecil, sehingga didapatkan kekuatan tarik maupun *impact* yang lebih besar.



Gambar 4.6 Desain cetakan

Keterangan :

A : desain cetakan sekat tunggal

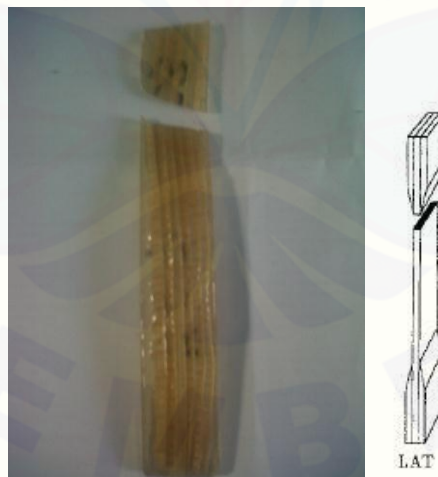
B : desain cetakan sekat bertingkat

Dari Konduktivitas termal masing-masing bahan cetakan dapat kita lihat bahwa semakin tinggi nilai konduktivitas termal maka bahan cetakan akan semakin rusak yang mengakibatkan ketidak stabilan dimensi dari sampel yang dibuat yang akan berpengaruh juga terhadap kekuatan mekanis dari sampel itu sendiri yang terjadi pada bahan cetakan kaca, melamin dan akrilik. Karena saat proses resin yang akan mengering panas yang ditimbulkan akan diserap oleh cetakan, sedangkan untuk cetakan kayu panas dari resin yang akan mengering tidak diserap melainkan dilepas ke udara bebas sehingga dapat memiliki kekuatan yang hampir sama pada tiap kali pengulangan pengujian mekanis.

Jika dilihat dari luas bidang kontak permukaan maka desain cetakan sekat bertingkat memiliki luas permukaan bidang kontak yang lebih besar sehingga saat proses pelepasan spesimen menjadi lebih sulit dibandingkan dengan desain cetakan sekat tunggal, karena kesulitan saat proses pelepasan specimen maka resiko terjadinya kegagalan menjadi lebih tinggi yang mengakibatkan menurunnya kekuatan mekanis dari sampel. Dari luas permukaan bidang kontak yang tinggi maka kekuatan dari sampel akan menurun hal ini dibuktikan dari keseluruhan hasil pengujian mekanis untuk cetakan sekat bertingkat memiliki kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan desain cetakan sekat bertingkat.

4.2.6 Kondisi Morfologi Spesimen Setelah Pengujian

Setelah pengujian mekanis pengujian morfologi dilakukan untuk mengetahui jenis patahan sehingga dapat dilakukan pengkajian dalam proses pembuatan komposit agar didapatkan hasil yang lebih baik.



Gambar 4.7 Jenis patahan dengan kode LAT

Dari gambar 4.7, 4.8 dan 4.9 terdapat kode huruf yang perlu kita fahami. Huruf pertama menunjukkan tipe kegagalan dari komposit polimer, huruf kedua menunjukkan letak area kegagalan dari material tersebut sedangkan huruf yang

ketiga menjelaskan tentang posisi kegagalan. Kode LAT menunjukkan adanya kegagalan pada komposit dimana huruf L memiliki karakter pertama yaitu terjadi secara lateral, huruf A sebagai karakter kedua yaitu luasan kegagalan pada grip atau pencekam, sedangkan huruf T karakter ketiga lokasi kegagalan yaitu terjadi pada (*top*) atau atas, sehingga dapat disimpulkan bahwa komposit gagal secara lateral pada cekam dan terletak pada lokasi atas.



Gambar 4.8 Bentuk patahan spesimen dengan kode LAT



Gambar 4.9 Bentuk patahan spesimen dengan kode LGM

Kode LGM memiliki karakter kegagalan pertama huruf L yaitu terjadi pada lateral, karakter kedua yaitu Huruf G yang berarti luasan kegagalan terjadi

pada *gage* sedangkan karakter ketiga huruf M lokasi kegagalan berada ditengah (*middle*), yang berarti komposit mengalami kegagalan tipe lateral dengan luasan di sekitar *gage* dan lokasinya berada di tengah.

Dari keseluruhan spesimen pengujian tarik terjadi kegagalan LAT sebanyak 56 sampel sedangkan kegagalan LGM sebanyak 24 sampel. Hal ini dapat terjadi karena saat proses pengujian gaya tarik terpusat pada pencekam bagian atas sehingga beban hanya terpusat pada bagian atas saja. Jika pencekam tidak kuat maka specimen saat diuji tidak akan tercekam sempurna sehingga nilai kekuatan yang muncul didisplay tidak ada.

Cara mengatasinya permukaan sampel yang akan dicekam diusahakan datar atau rata sehingga gaya saat proses pengujian dapat terdistribusi merata pada permukaan sampel. Selain itu dibutuhkan pencekam yang memiliki bagian tengah yang lunak akan tetapi saat dikencangkan dengan baut dapat mencekam secara sempurna sampel sehingga gaya akan terdistribusi merata pada sampel.

Menurut nasirudin (2014) Faktor- faktor yang mempengaruhi kegagalan diatas meliputi: (a) Kondisi pencekam jika konsentrasi tegangan berada pada pecekam dapat dipastikan letak patahannya berada di sekitar pencekam, (b) Seberapa banyak rongga udara (*void*) pada komposit. Semakin banyak rongga udara maka kekuatan komposit semakin turun. Selain kegagalan patahan pada komposit yang dapat diidentifikasi melalui ASTM D 3039, kegagalan pada morfologi juga perlu diperhatikan secara seksama. Berikut ini merupakan salah satu bentuk kegagalan komposit setelah diberi perlakuan uji:



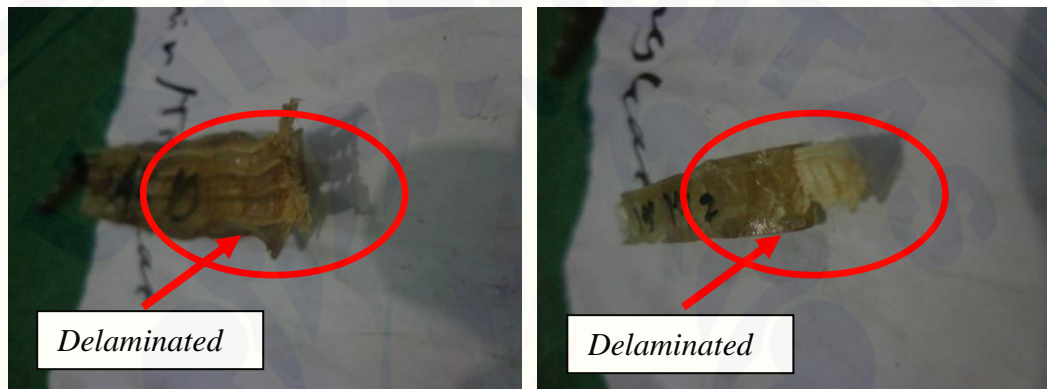
Fiber pull out



Fiber pull out

Gambar 4.10 jenis kegagalan komposit *fiber pull out*

Sedangkan kegagalan *fiber pull out* terjadi akibat banyaknya *void* atau gelembung udara yang terletak pada bagian yang patah. Sehingga saat dilakukan pengujian tarik maka bagian yang terdapat *void* mengalami penarikan hanya pada matrik saja sedangkan serat yang tidak terikat sempurna mengalami sedikit gaya tarik pada mesin uji tarik.

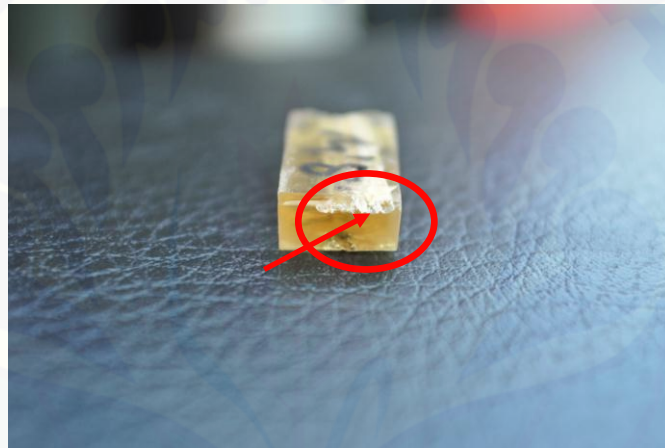
Gambar 4.11 Jenis kegagalan komposit *delaminated*

Menurut nasirudin 2014, kegagalan *delaminated* ini terjadi akibat kurang sempurnanya ikatan matrik dengan penguat sehingga akan mengurangi kekuatan dari komposit itu sendiri. Saat dilakukan pengujian ikatan antara matrik dan serat yang tidak sempurna menyebabkan saat pengujian yang terkena uji hanya matriknya saja.

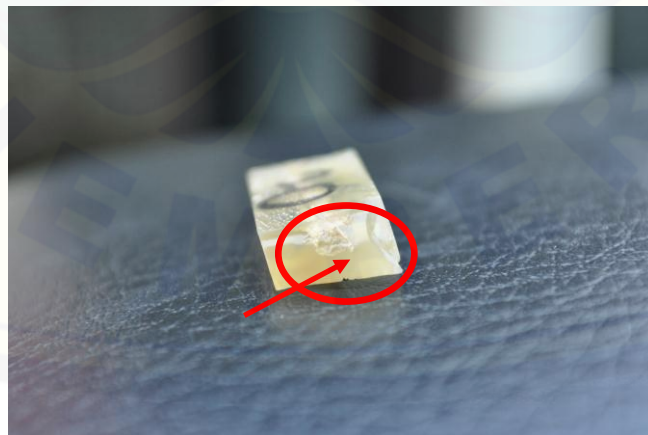
Dalam pembuatan komposit *void* memiliki peran yang besar dalam kekuatan mekanis komposit. Jika *void* semakin banyak maka akan mengurangi kekuatan dari komposit itu sendiri dan jika komposit sedikit atau tidak ada maka akan menambah kekuatan dari komposit itu sendiri.

Pencegahan yang dapat dilakukan agar void tidak terdapat pada komposit adalah :

- Campuran resin dan katalis harus tepat agar proses pengeringan resin ini menjadi lebih lama
- Setelah proses pengadukan diamkan sejenak agar void yang terjadi ketika pengadukan berlangsung dapat terbang
- Tuangkan campuran resin secara perlahan agar void tidak terbentuk lagi
- Tutup komposit yang sudah digabungkan tidak kemasukan udara saat proses pengeringan.

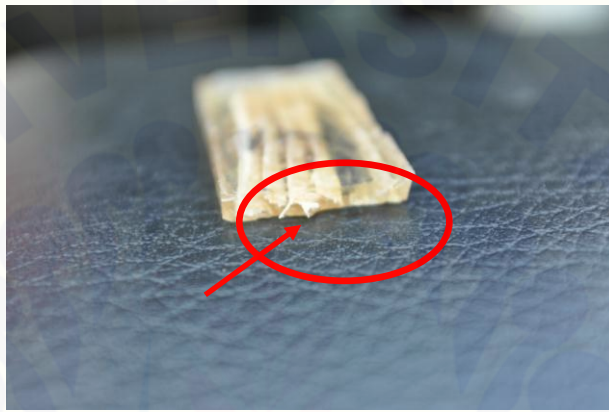


Gambar 4.12 Penampang patah ulet pada pengujian *impact*



Gambar 4.13 Penampang patah getas pada pengujian *impact*

Dari gambar 4.12 dan gambar 4.13 adalah penampang patahan dalam pengujian *impact* dimana gambar 4.12 adalah patah ulet yang ditunjukkan dengan adanya sebagian serat yang tertarik keluar dari matrik sehingga memiliki kekuatan *impact* yang lebih kecil dibandingkan dengan spesimen yang mengalami patah getas yang memiliki kekuatan lebih tinggi. Hal ini terjadi karena dalam pengujian *impact* semakin getas bahan uji maka akan memiliki kekuatan *impact* yang tinggi.



Gambar 4.14 Penampang patah ulet pada pengujian tarik



Gambar 4.15 Penampang patah getas pada pengujian tarik

Sedangkan pada gambar 4.14 dan gambar 4.15 adalah penampang specimen untuk pengujian tarik. Dalam gambar 4.14 terlihat ada sebagian serat yang tertarik keluar yang menandakan bahwa spesimen tersebut mengalami patah ulet, dan pada gambar 4.15 tidak terdapat sebagian serat

yang tertarik keluar sehingga patah yang terjadi adalah patah getas. Dari kedua patahan tersebut yang memiliki kekuatan tarik yang lebih baik adalah spesimen yang mengalami patah ulet, karena saat pengujian spesimen yang ulet akan mengalami *knecking* atau pengurangan luas permukaan akibat dari tarikan dari mesin uji tarik.



Bab 5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian variasi bahan dan desain cetakan yang memiliki rata-rata tertinggi pada kekuatan tarik terdapat pada bahan akrilik dengan desain cetakan sekat tunggal yaitu sebesar 6,54 MPa, sedangkan rata-rata nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada bahan melamin dengan desain cetakan sekat bertingkat sebesar 1,63 MPa.
2. Dari hasil pengujian variasi bahan dan desain cetakan yang memiliki rata-rata kekuatan *impact* tertinggi yaitu pada bahan kayu dengan desain cetakan sekat tunggal sebesar 150,77 J/mm², sedangkan kekuatan *impact* terendah terdapat pada bahan akrilik dengan desain cetakan sekat bertingkat sebesar 24,44 J/mm².

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai bahan cetakan dan desain cetakan yang tepat sehingga dalam industry dapat membantu untuk menghasilkan komposit yang kuat dengan harga yang terjangkau.
2. Perlu konsistensi dalam proses pembuatan misalnya campuran resin dengan katalis yang dilakukan dan bahan-bahan cetakan yang digunakan sebaiknya memiliki kemampuan tahan panas yang cukup.
3. Dalam proses pengujian terutama pengujian tarik perlu pencekam yang tepat agar tidak lepas saat pengujian dan tegangan tidak terpusat pada daerah pencekaman.

DAFTAR PUSTAKA

Andri purwanto, Daniel dan Lizda Johar M S.T., M.T. *Karakterisasi Komposit Berpengat Serat Bambu dan Serat Gelas Sebagai Alternatif Bahan Baku Industri*. ITS. Surabaya.

Antoine Rios, Bruce Davis and Paul Gramann. *Computer Aided Engineering in Compression Molding*. Polymer Processing Research Corporation

Anonym. 2010. *Material Cetak*. Jogjakarta

Acrilic. *Pengertian akrilik*. 12 november 2013.
<http://www.acrylicac.net/pengertian-acrylic/> (14 maret 2015)

Azwaruddin. *Pengertian kayu*. 23 februari 2008.
<http://azwaruddin.blogspot.com/2008/02/pengertian-kayu.html> (13 maret 2015)

Colton. 2008. *Manufacturing Procces and Engineering*. Georgia

Dongwei Wang, Xiaoxian Zhang, Song Luo, Sai Li. 2012. *Preparation and Property Analysis of Melamine Formaldehyde Foam*. Chengdu, China

Dana , Jhon. 1999. *Evaluation of Hand Lay Up Transfer Molding in Composite Wind Turbine Blade Manufacturing*. Montana

Frest, G. 2007. *Kadar Air dan Berat Jenis pada Posisi Aksial dan Radial pada Kayu Sukun*. Maluku

Gantar Gasper, Andrej Glojek, Mitja Mori, Blaz Nardin, Mihael Sekavcnik. 2013. *Resourche Efficient Injection Moulding with Low Environmental Impacts*. Slovenia

Hardoyo, Kus. 2008. *Karakterisasi Sifat mekanis Komposit Partikel SiO₂ dengan Matriks Resin Polyester*. Jakarta

Ha, S., Jang, J., Park, S., And Lee, H. 2015. *Advanced Spray Multiple Layup Process for Quality Control of Sprayed FRP Composite Used to Reteofit Concrete Structures*. South Korea

Halaudin. 2006. *Pengukuran Konduktivitas Termal Bata Merah Pejal*. Bengkulu

- Kang , M K, W I lee, H T Han.2000.*Analysis of Vaccum Bag Resin Transfer Mold*.Los Angels
- Krishnamurty T N, Muralidhar Idkan. 2014. *Fibrication of Low Cost Filament Winding Machine*.India
- M.K.Halimah,W.M.Daud,H.A.A.Sidek,A.W.Zaidan,A.S.Zainal.*Optical Properties of Ternary Tellurite Glasses*.Selangor,Malaysia
- M.K.Kang, W.I.Lee,H.T.Hanh.2000.*Analysis of Vacuum Bag Resin Transfer Molding Proscess*.Los Angles
- Meyvy K, Praisy, Tjuk Oerbandodo, Ahmad Aa'ad Sonief.*Pengaruh Variasi Tarikan Satu Arah (One Direction Tension)Pada Reinforcement Fiber Panel Komposit Datar Terhadap Kekuatan Tarik*. Brawijaya. Malang
- Nasirudin.2014. *Analisis thermal mekanis komposit matrik polyester dengan aditif pertikel montmorilonite berpenguat serat anyam kenaf*.Jember
- Nugraha, Irwan dan Putu Suarto.2012.*Pengaruh Variasi Fraksi Volume, Temperatur dan Waktu Terhadap Karakteristik Tarik Komposit Polyester Partikel Hollow lass Microscopes*.Surabaya
- Ronald.*Sekilas tentang Mold*.11 januari 2011.
<https://moldcetakan.wordpress.com/mold-cetakan/> (18 maret 2015)
- Santuli,C.2002.*Alternatives for a Hand Lay Up Composite Structure:E-glass/epoxy Adhesive Joint Or Tapered Laminate*.Reading. United Kingdom
- Sastrosupadi,A. 2000.*Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian*.Kanibus.Yogyakarta
- Sentosa, Aman.2014.*Pengaruh Fraksi volume serat terhadap sifat mekanis Komposit Sandwich Polyester Berpenguat serat Kenaf dengan Core Styrofoam*.Jember
- Sudaryono.2012.*Dasar-dasar evaluasi Pembelajaran*. Yogyakarta.Graha Ilmu
- Suwanto, Bodja.2013.*Pengaruh Temperatur Post Curing Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Epoksi Resin Yang Diperkuat Qoven Serat Pisang*.Semarang
- V.Hoa, Suong.2009. *Principles of the Manufacturing of Composite Materials*.DEStech Publication

Nurun.2013.<http://blog.uin-malang.ac.id/nurun/files/2013/03/Teknologi-Komposit.pdf> (14 maret 2015)

Pradana, Aditya Aryo. *Analisis Kekuatan Tarik Struktur Komposit VARTM untuk Repair cacat Delaminasi dan Void*.9 mei 2014.

<http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbpp-gdl-adhityaary-18515> (7 april)

<http://id.wikipedia.org/wiki/Mold> (13 maret 2015)

