

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang berhubungan dengan komposit serat alam ini adalah, Menurut Hadi, (2016) dari hasil pengujian spesimen dilakukan analisa kekuatan tarik, bending dan impak kemudian dibandingkan dengan nilai yang di iijinkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia sebagai tolak ukur standar ujinya. Pengujian komposit berpenguat serat daun nanas membandingkan arah serat sudut 0° , 11.25° , 22.50° dan 45° , perlakuan serat pola anyaman, fraksi volume 70% *matriks polyester* dan 30% serat daun nanas, dengan metode *hand lay up*, hasil pengujian didapat nilai kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh komposit dengan arah sudut 45° rata – rata kuat tariknya 34.8 Mpa dan rata – rata modulus elastisitasnya 6088.16 Mpa, sedangkan nilai kekuatan uji *bending* tertinggi pada sudut 22.50° dengan nilai rata – rata 144.08 Mpa dan nilai uji *impact* tertinggi pada sudut 45° dengan nilai 0.0375 joule/mm². Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik, modulus elastisitas dan kekuatan uji *bending* tertinggi dari komposit berpenguat serat daun nanas belum dapat memenuhi ketentuan peraturan kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari BKI yang mempunyai nilai standar kekuatan tarik 100 Mpa, modulus elastisitas 7000 Mpa dan kekuatan *bending* 150 Mpa.

Mengatakan Firman, dkk, (2015) struktur morfologi komposit yang paling baik adalah komposit dengan massa serat daun nanas 0,7 g, hal ini diketahui dari citra SEM yang menunjukkan *interface* antar *matriks* dan agregat yang baik. Hal ini menandakan bahwa komposit dengan massa serat daun nanas memiliki kuat lentur lentur (Flexural Strength) tertinggi dibandingkan komposit dengan massa 1,2 g dan 1,7 g. Pernyataan ini didukung dari hasil uji lentur komposit dengan menggunakan alat *Testometric M500-25CT*. Komposit dengan massa serat daun nanas 0,7 g memiliki kuat lentur tertinggi yaitu 5,74 MPa.

Menurut Setyawan, dkk, 2012 proses penekanan pada saat pencetakan harus dilakukan secara merata agar cetakan terisi dengan resin secara menyeluruh untuk mengurangi terjadinya *void*

Fahmi, dkk, (2011) menyatakan Dari hasil perhitungan, kekuatan tarik maksimum terdapat pada komposit dengan orientasi serat 00 ; 450 dimana kekuatan tariknya meningkat yaitu sebesar 41,81 N/mm² lebih besar dari pada orientasi serat 00 dan 00 ; 900 .

Fahmi, dkk, (2014) meneliti Harga impak untuk masing – masing komposisi didapatkan pada komposisi 90:10 nilai harga impaknya 0,003 J/mm² . Pada komposisi 80:20 nilai harga impaknya 0,0033 J/mm² . Pada komposisi 70:30 nilai harga impaknya 0,008 J/mm² . Pada komposisi 60:40 nilai harga impaknya 0,0077 J/mm² .

Hendri, dkk, (2017) Menyimpulkan dari hasil uji tarik diperoleh hubungan kekuatan tarik terhadap penambahan katalis seperti terlihat pada Gambar 3. Dari Gambar 3 terlihat bahwa penambahan katalis setelah 1% secara umum menurunkan kekuatan tarik resin poliester tak jenuh. Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada penambahan 1 % katalis, yaitu 62 MPa. Apabila nilai kekuatan tarik ini dibandingkan dengan spesifikasi standar yang dikeluarkan oleh pihak perusahaan PT. Justus Kimia Raya, Jakarta terdapat perbedaan. Hasil uji tarik ini memberikan nilai kekuatan tarik yang lebih baik sekitar 13% pada penambahan katalis 1%. Begitu juga penelitian yang dilakukan oleh Diharjo [8] pada penambahan 1% katalis MEKP diperoleh kekuatan tarik poliester tak jenuh yang lebih tinggi, yaitu sebesar 50,7 MPa. Sementara Davallo et al. [5] melaporkan bahwa kekuatan tarik unsaturated polyester resin (UPR) dengan 2% katalis MEKP adalah 63 MPa. Walaupun diperoleh hasil kekuatan tarik yang hampir sama, tetapi penelitian ini menggunakan accelerator cobalt sebesar 0,03% untuk mempercepat reaksi antara UPR dengan MEKP.

2.2 Serat Daun Nanas

Serat daun nanas (*pineapple-leaf fibre*) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Tanaman nanas yang juga mempunyai nama lain, yaitu *Ananas Cosmosus*,

(termasuk dalam family *bromeliaceae*), pada umumnya termasuk jenis tanaman semusim. Menurut sejarah, tanaman ini berasal dari Brazilia dandibawa ke Indonesia oleh para pelaut Spanyol dan Portugis sekitar tahun 1599. Di Indonesia tanaman tersebut sudah banyak dibudidayakan, terutama di pulau Jawa dan Sumatera yang antara lainterdapat di daerah Subang, Majalengka, Purwakarta, Purbalingga, Bengkulu, Lampung dan Palembang,yang merupakan salah satu sumber daya alam yang cukup berpotensi (Hidayat, 2008).

Pengambilan serat daun nanas pada umumnya dilakukan pada usia tanaman berkisar antara 1 sampai 1,5 tahun. Serat yang berasal dari daun nanas yang masih muda pada umumnya tidak panjang dan kurang kuat. Sedang serat yang dihasilkan dari tanaman nanas yang terlalu tua,terutama tanaman yang pertumbuhannya di alam terbuka dengan intensitas matahari cukup tinggitanpa pelindung, akan menghasilkan serat yang pendek kasar dan getas atau rapuh (*short, coarse andbrittle fibre*). Oleh sebab, itu untuk mendapatkan serat yang kuat, halus dan lembut perlu dilakukanpemilihan pada daun-daun nanas yang cukup dewasa yang pertumbuhannya sebagian terlindungdari sinar matahari (Hidayat, 2008).



Gambar 2.1 Serat Daun Nanas
(Sumber: @serat_alfiber, 2015)

2.3 Serat *Fiberglass*

Material *Fiberglass* adalah salah satu jenis bahan fiber komposit yang memiliki keunggulan yaitu kuat namun tetap ringan. Walaupun tidak sekaku dan seringan bahan *carbon fiber*, *fiberglass* lebih ulet dan relatif lebih murah di pasaran. *Fiberglass* biasa digunakan untuk bahan pembuatan pesawat terbang, perahu, bodi atau interior mobil, perlengkapan kamar mandi, kolam renang, septic tank, tangki air, atap, perpipaan, dinding isolator, papan selancar, tong sampah dan lain-lain. Material komposit itu sendiri adalah material yang terdiri dari dua komponen yaitu penguat (*reinforcement*) berupa serat dan pengikat (*matrix*) berupa plastik, sehingga menghasilkan kombinasi sifat yang kaku, kuat dan ringan.

Pada komposit *fiberglass*, komponen penguat tersebut adalah serat kaca. Kaca yang kita kenal sehari-hari memiliki sifat yang mudah retak dan pecah, hal tersebut diakibatkan karena kekerasan permukaan kaca yang terlalu tinggi, sehingga memudahkan proses perambatan retak pada permukaan kaca walaupun dengan sedikit saja cacat atau beban. Untuk menghindari retak awal atau cacat pada permukaan kaca tersebut, kaca dibuat benang yang sangat tipis dengan diameter sekitar 5-25 mikrometer. Diameter yang sangat kecil tersebut membuat serat kaca yang sangat kuat ini tidak diberikan kesempatan untuk mendapatkan cacat permukaan yang menjadi awal perambatan retak. Serat-serat kaca yang kecil ini dipintal untuk kemudian disusun menjadi bentuk jahitan (*woven*), bulu-bulu yang disatukan membentuk lembaran (*chopped strand mat*), potongan-potongan kecil (*chopped strand*) ataupun benang panjang yang kontinyu (*continuous roving*). *Fiberglass* sering juga dikenal dengan nama *Glass-reinforced plastic* (GRP) atau *glass-fiber reinforced plastic* (GFRP) karena terdiri dari komponen glass-fiber dan dikuatkan dengan plastik (resin).



Gambar 2.2 Serat *Fiberglass*

2.4 Polyester

Resin *polyester* tak jenuh atau sering disebut *polyester* merupakan matriks dari komposit. Resin ini termasuk juga dalam resin termoset. Pada polimer termoset, resin cair diubah menjadi padatan yang keras yang terbentuk oleh ikatan silang kimiawi yang membentuk rantai polimer yang sangat kuat (Nopriantina dan Astuti, 2013).

Menurut Mubarak (2006) resin termoset tidak mencair karena pemanasan. Pada saat pencetakan, resin ini tidak perlu diberikan tekanan, karena ketika masih cair memiliki viskositas yang relatif rendah, mengeras dalam suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas (tidak seperti *resin termoset* lainnya). Sehingga *resin termoset* paling banyak digunakan sebagai *matriks* pada komposit.



Gambar 2.3 *Resin Polyester*

Tabel 2.1 Spesifikasi *Resin*

Sifat – sifat	Satuan	Nilai tipikal
Massa jenis	Gram/cm ³	1.17
Penyerapan air(suhu ruang)	°C	0.2
Kekuatan Tarik	Kgf/mm ²	5.95
Kekuatan lentur	Kgf/mm ²	14
Kekuatan tekan	Kgf/mm ²	12
Temperature percetakan	°C	90

(Sumber: Pengetahuan Bahan Teknik 1985)

2.4.1 Jenis-jenis *Polyester*

1. *Polietilena Tereftalat* (PET)

Polietilena tereftalat (disingkat PET, PETE atau dulu PETP, PET-P) adalah suatu resin polimer plastik *termoplast* dari kelompok *polyester*. PET banyak diproduksi dalam industri kimia dan digunakan dalam serat sintesis, botol minuman dan wadah makanan, aplikasi *thermoforming*, dan dikombinasikan dengan serat kaca dalam resin teknik. PET merupakan salah satu bahan mentah terpenting dalam kerajinan tekstil.

PET dapat berupa padatan *amorf* (transparan) atau sebagai bahan semi kristal yang putih dan tidak transparan, tergantung kepada proses dan kondisi termalnya. Monomernya dapat diproduksi melalui esterifikasi asam tereftalat dengan *etilen glikol* dan air sebagai hasil sampingnya. Monomer PET juga dapat dihasilkan melalui reaksi *transesterifikasi etilen glikol* dengan *dimetil tereftalat* dengan *metanol* sebagai hasil samping. Polimer PET dihasilkan melalui reaksi polimerisasi kondensasi dari monomernya. Reaksi ini terjadi sesaat setelah esterifikasi/transesterifikasinya dengan etilen glikol sebagai produk samping (dan etilen glikol ini biasanya didaur ulang).

Kebanyakan (sekitar 60%) dari produksi PET dunia digunakan dalam serat sintesis, dan produksi botol mencapai 30% dari permintaan dunia. Dalam penggunaannya di bidang tekstil, PET biasanya disebut dengan poliester saja.

2. PTT (polytrimethylene terephthalate)

Sebagai berputar polimer baru, Serat PTT adalah singkatan *polytrimethylene terephthalate*), dikembangkan oleh *Shell Chemical* di 1995. Serat PTT, Serat PET (*etilena tereftalat*) dan PBT serat (*tetrametilena terephthalate*) milik polyester, berputar dengan jenis yang sama polimer. Serat PTT menggabungkan dengan karakteristik *poliester* dan nilon. Selain resistensi regangan yang baik, Serat PTT memiliki pencelupan yang baik, perasaan lembut dan elastisitas yang sangat baik. Diperpanjang serat PTT adalah sama dengan *spandex*. Dibandingkan dengan *spandex*, Serat PTT lebih mudah untuk pengolahan dan lebih cocok untuk pakaian. Sebaliknya, Serat PTT memiliki kering, kaku dan halus. Untuk itu, Serat PTT akan menggantikan polyester dan nylon, banyak digunakan dalam abad ke-21. Karakteristik serat PTT:

- Serat PTT memiliki kelembutan baik.
- Serat PTT memiliki elastisitas yang nyaman (lebih baik dari serat PET, Serat PBT dan serat PP, setara dengan nilon 6 atau nilon 66).
- Serat PTT memiliki diperpanjang baik (panjang dapat dipulihkan ketika serat diperpanjang oleh 20%).
- Serat PTT memiliki pencelupan yang baik, properti pencetakan tekstil ($110^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$, membubarkan pewarna dapat digunakan untuk pencelupan), tahan luntur warna yang *superior*, tahan luntur cahaya dan tahan polusi.
- Serat PET memiliki berbagai warna dan non-setrika.
- Serat PTT memiliki penggunaan yang luas. Digabungkan dengan serat selulosa, serat alami dan serat sintetis, Serat PTT adalah bahan baku yang ideal untuk karpet, berpakaian preman, mode, pakaian dalam, olahraga setelan, baju renang dan kaus kaki.

3. Polibutilen Tereftalat (PBT)

Polibutilen Tereftalat (PBT) adalah suatu termoplastik semi kristalin yang termasuk ke dalam keluarga *polyester*. PBT banyak dipakai sebagai plastik teknik (*engineering plastic*) misalnya sebagai komponen sistem elektrik, konektor, soket elektrik, bobbin, serta komponen insulasi.

Dalam industri tekstil, PBT dibuat menjadi serat dalam bentuk filamen. Keunggulan serat PBT dibanding serat poliester salah satunya adalah dapat

dicelup di bawah 100°C tanpa perlu penambahan *carrier* sehingga disebut juga *easy dyeable* atau *carrier free dyeable polyester fibre*. Tentunya ini adalah nilai tambah yang sangat baik karena dapat meminimalkan penggunaan energi, zat kimia (dalam hal ini *carrier*) dan polusi bila dibandingkan dengan serat *poliester* yang biasanya membutuhkan penambahan *carrier* bila ingin dicelup pada suhu sekitar 100°C.

Serat PBT memiliki stabilitas dimensi yang sangat baik, *low moisture absorption*, dan resistansi insulasi yang tinggi. Selain itu sifat elektrik dan sifat mekaniknya pun baik termasuk kekuatan dan rigiditas yang tinggi serta memiliki sifat ketahanan terhadap beberapa zat kimia, pelarut, dan minyak. Serat PBT dibuat melalui proses pemintalan leleh dengan mereaksikan dimetilen tereftalat (DMT) dengan 1,4-butanediol (Gambar 1) atau asam tereftalat (TPA) dengan 1,4-butanediol (Gambar 2). Seperti halnya poliester, proses pembuatan PBT juga terjadi dalam dua tahap yaitu proses trans-esterifikasi dan polikondensasi. Kekuatan dan stabilitas dimensinya yang baik terutama dalam keadaan basah serta ketahanan terhadap klor membuat serat PBT sangat cocok diaplikasikan sebagai pakaian renang. Aplikasi lainnya yaitu sebagai bahan kaos kaki, pakaian dalam dan karpet.

2.5 Komposit

Komposit didefinisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya (Gibson,1994).

Komposit terdiri dari matriks sebagai pengikat dan serat sebagai penguat. Keunggulan dan keuntungan bahan komposit diantaranya yaitu dapat memberikan sifat-sifat mekanik terbaik yang dimiliki oleh komponen penyusunnya, bobotnya yang ringan, tahan korosi, ekonomis, dan tidak sensitif terhadap bahan-bahan kimia (Matthews dan Rawling, 1994).

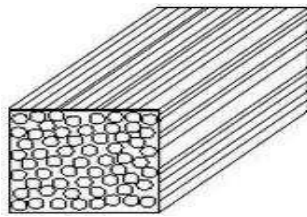
2.6 Jenis-Jenis Komposit

- a). Menurut struktur dari penyusunnya

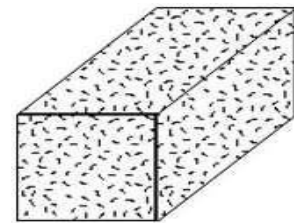
Komposit dibedakan menjadi 5 kelompok menurut bentuk struktur dari penyusunnya (Schwartz, 1984), yaitu:

b). Komposit serat (*Fibercomposite*)

Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai bahan penguatnya. Dalam pembuatan komposit, serat dapat diatur memanjang (*unidirectional composites*) atau dapat dipotong kemudian disusun secara acak (*random fibers*) serta j u g a dapat dianyam (*cross-ply laminate*). Komposit serat sering digunakan dalam industri otomotif dan pesawat terbang (Schwartz, 1984).



a. *unidirectional fiber composite*

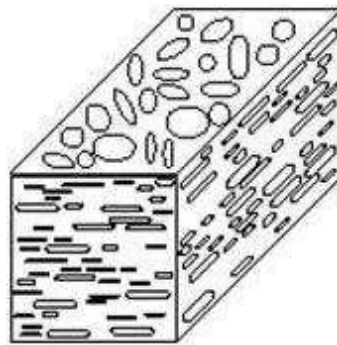


b. *random fiber composite*

Gambar 2.4 Komposit Serat
(Sumber: Schwartz, 1984)

c) Komposit Serpih (*flake composite*)

Flake Composites adalah komposit dengan penambahan material berupa serpih kedalam matriksnya. *Flake* dapat berupa serpihan mika, *glass* dan metal (Schwartz, 1984).

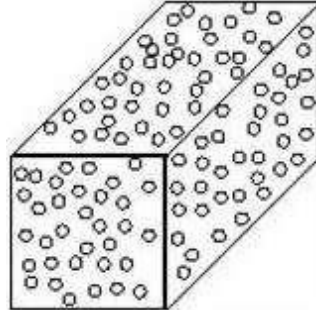


Gambar 2.5 Komposit serpih
(Sumber: Schwartz, 1984)

d) Komposit Butir (*particulate composite*)

Particulate composites adalah salah satu jenis komposit di mana dalam matrik ditambahkan material lain berupa serbuk/butir. Perbedaan dengan *flake* dan *fiber composites* terletak padadistribusi dari material

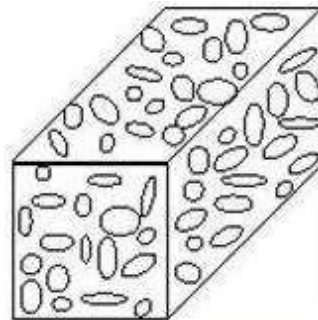
penambahnya. Dalam *particulate composites*, material penambah terdistribusi secara acak atau kurang terkontrol daripada *flake composites*. Sebagai contoh adalah beton (Schwartz, 1984).



Gambar 2.6 Komposit partikel
(Sumber: Schwartz, 1984)

e) Komposit Isian (*filled composite*)

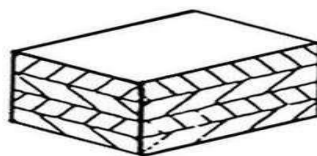
Filled composites adalah komposit dengan penambahan material ke dalam matriks dengan struktur tiga dimensi dan biasanya *filler* juga dalam bentuk tiga dimensi (Schwartz, 1984).



Gambar 2.7 *Filled (skeletal) composites*
(Sumber: Schwartz, 1984)

f) Komposit Lapisan (*laminar composite*)

Laminar composites adalah komposit dengan susunan dua atau lebih *layer*, dimana masing – masing *layer* dapat berbeda – beda dalam hal material, bentuk, dan orientasi penguatannya (Schwartz, 1984).



Gambar 2.8 *Laminar composites*
(Sumber: Schwartz, 1984)

g) Berdasarkan Matriknya

Berdasarkan bentuk dari matriksnya komposit dapat dibedakan menjadi sebagai berikut (Gibson, 1994):

h) Komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix Composites – PMC*)

Komposit jenis ini terdiri dari polimer sebagai matriks baik itu *thermoplastic* maupun jenis *thermosetting*. *Thermoplastic* adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali (*recycle*) dengan menggunakan panas. *Thermoplastic* merupakan polimer yang akan menjadi keras apabila didinginkan. *Thermoplastic* akan meleleh pada suhu tertentu, serta melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat kembali (*reversibel*) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila didinginkan. *Thermoplastic* yang lazim dipergunakan sebagai matriks misalnya *polyolefin* (*polyethylene, polypropylene*), *vinyllic* (*polyvinylchloride, polystyrene, (polytetrafluorethylene), nylon, polyacetal, polycarbonate, dan polyfenylene*.

Thermoset tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversibel*). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan yang tinggi tidak akan melunakkan termoset melainkan akan membentuk arang dan terurai karena sifatnya yang demikian sering digunakan sebagai tutup ketel, seperti jenis-jenis melamin. *Thermosets* yang banyak digunakan saat ini adalah *epoxy* dan *polyester* tak jenuh. Resin *polyester* tak jenuh adalah matrik *thermosetting* yang paling banyak dipakai untuk pembuatan komposit. Resin jenis ini digunakan pada proses pembuatan dengan metode *hand lay-up*.

i) Komposit Matrik Logam (*Metal Matrix Composites –MMC*)

Metal Matrix composites adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matrik logam. Komposit ini menggunakan suatu logam seperti aluminium sebagai matrik dan penguatnya dengan serat seperti *silikon karbida*. Material MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Komposit MMC berkembang pada industri otomotif digunakan sebagai bahan untuk pembuatan komponen otomotif seperti blok silinder mesin, *pully*, poros, dangardan.

j) Komposit Matrik Keramik (*Ceramic Matrix Composites – CMC*)

CMC merupakan material 2 fasa dengan 1 fasa berfungsi sebagai *reinforcement* dan 1 fasa sebagai matriks, dimana matriksnya terbuat dari keramik. *Reinforcement* yang umum digunakan pada CMC adalah *oksida*, *carbide*, dan *nitrid*. Salah satu proses pembuatan dari CMC yaitu dengan proses *DIMOX*, yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik di sekeliling daerah *filler* (penguat).

Tabel 2.2 Kandungan kimia serat alami

Serat	Lignin (%)	Selulosa(%)	Hemiselulosa (%)
Tandan sawit	19	65	
Mesocrap sawit	11	60	
Serat tebu	40-50	32-43	0,15-0,25
Pisang	5	63-64	19
Sasal	10-24	66-72	12
Daun nanas	12,7	81,5	

(Sumber: Iswanto Heri, 2009)

Sifat mekanis serat daun nanas dan beberapa serat penting yang lainnya dapat dilihat pada table di bawah ini:

Tabel 2.3 Sifat mekanis berbagai serat alami

Serat	Kekuatan Tarik (Mpa)	Pemanjangan (%)	Kekerasan (Mpa)
Tandan sawit	348	14	2000
Mesocrap sawit	80	17	500
Serat tebu	140	25	3200
Pisang	550	3	816
Sasal	580	4,3	1200
Daun nanas	640	2,4	970

(Sumber: Iswanto Heri, 2009)

2.7 Katalis

Alian, (2011) katalis yang digunakan adalah katalis *Methyl Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO) dengan bentuk cair, berwarna bening

. Fungsi katalis adalah mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada bahan matrik suatu komposit. Semakin banyak katalis yang dicampurkan pada cairan matrik akan mempercepat laju pengeringan tetapi akibat mencampurkan

katalis terlalu banyak membuat komposit menjadi getas. Pada saat mencampurkan katalis kedalam matriks maka akan menimbulkan reaksi panas (60° - 90° C).

Proses pengerasan resin diberi bahan tambahan yaitu, katalis jenis *Methyl Etyl Keton Peroxida* (MEKPO). Pemakaian katalis dibatasi sampai 1% dari volume resin (PT. Justus Sakti Raya, 2001).



Gambar 2.9 Katalis

2.8 Proses Penggunaan Bahan Komposit Alam

Jones, (1999) menyatakan bahwa kata komposit (*composite*) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. Komposit berasal dari kata “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabungkan. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Dalam hal ini gabungan bahan ada dua macam yaitu:

1. Gabungan secara makro
 - dapat dibedakan secara visual
 - penggabungan lebih secara fisis dan mekanis
 - dapat dipisahkan secara fisis dan mekanis

2. Gabungan secara mikro
 - tidak bisa dibedakan secara visual
 - penggabungan ini lebih secara kimia
 - sulit dipisahkan, tetapi dapat dilakukan secara kimia.

Serat secara umum terdiri dari dua jenis yaitu serat alam dan serat sintetis. Serat alam adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari alam. Biasanya berupa

serat yang dapat langsung diperoleh dari tumbuh-tumbuhan dan binatang. Serat ini telah banyak digunakan oleh manusia diantaranya adalah kapas, wol, sutera, pelepah pisang, sabut kelapa, ijuk, bambu, nanas dan knaf atau goni. Serat alam memiliki kelemahan yaitu ukuran serat yang tidak seragam, kekuatan serat sangat dipengaruhi oleh usia. Serat sintetis adalah serat yang dibuat dari bahan-bahan *anorganik* dengan komposisi kimia tertentu. Serat sintetis mempunyai beberapa kelebihan yaitu sifat dan ukurannya yang relatif seragam, kekuatan serat dapat diupayakan sama sepanjang serat. Serat sintetis yang telah banyak digunakan antara lain serat gelas, serat karbon, *kevlar*, *nylon*, dan lain-lain (Schwartz, 1984).

2.9 Badan Spesifikasi dan Akreditasi Pemanjat Indonesia (BSAPI)

BSAPI adalah satu-satunya lembaga independen yang mengembangkan, memelihara dan mengelola Standard Pemanjatan Indonesia. Fungsi lanjutan dari BSAPI adalah menerbitkan dan mengelola database sertifikat untuk aktifitas, peralatan, dan fasilitas panjat tebing di Indonesia. Dengan standard dan sertifikasi yang dikelola oleh BSAPI, lembaga atau masyarakat pengguna mendapat kepastian hukum mengenai status pelaku aktifitas, fasilitas, atau pembuat produk peralatan panjat tebing. Dalam melakukan kegiatan, BSAPI berkoordinasi secara aktif dengan pihak terkait seperti Federasi Panjat Tebing Indonesia, lembaga pendukung, dan lembaga pengguna standard dan sertifikat untuk menjamin kualitas dari standard dan sertifikat yang diterbitkan. Dengan itu semua, diharapkan BSAPI dapat memberikan kontribusi positif agar masyarakat panjat tebing Indonesia dapat menatap masa depan yang cerah secara lebih pasti.

Panduan Dasar Standard Pembuatan Panel Panjat Tebing. Berdasarkan permintaan para pembuat panel dinding panjat, BSAPI akhirnya berhasil menyusun panduan bagi para pembuat untuk mendapatkan akreditasi dari BSPI. Panduan dibuat agar terdapat kesesuaian antar produsen sehingga memudahkan semua pihak yang akan menggunakan panel yang dihasilkan.

Pada tahap awal disusun standard untuk beberapa hal administrasi yang disyaratkan yaitu:

1. Surat pengajuan
2. Memberikan data pemohon

3. Pernyataan kepatuhan pada standard
4. Ketersediaan memajukan panjat tebing Indonesia
5. Dukungan produk liability insurance atau pernyataan bertanggungjawab apabila ada tuntutan atas produk
6. Melunasi biaya administrasi

Persyaratan teknis yang harus dipenuhi untuk mendapatkan akreditasi adalah:

1. Ukuran panel 100x100 cm
2. Setiap panel mempunyai cuping untuk sambungan dengan lebar 5cm
3. Nat antar panel setelah dipasang maksimal 2mm
4. Kuat tarik minimal 230 kgf/cm², kuat lentur 1.150 kgf/cm² berdasarkan hasil uji dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bahan dan Barang atas sampel sebanyak minimal 3 unit panel 100x100cm
5. Diameter bolt untuk memasang poin adalah 10mm dengan drat halus
6. Mempunyai petunjuk yang jelas dalam Bahasa Indonesia mengenai prosedur keselamatan dan pemasangan panel.

2.10 Uji *Bending*

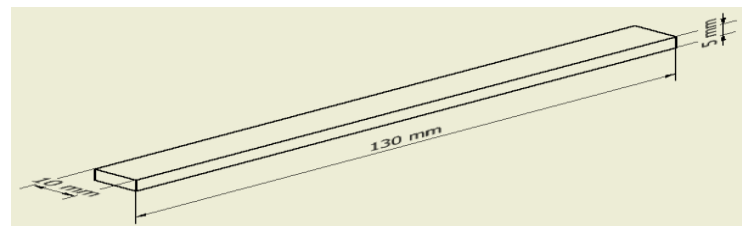
Pengujian *bending* adalah salah satu pengujian yang sudah lama dipakai karena dapat dilakukan pada bahan uji berbentuk standar dan tidak perlu menggunakan mesin uji khusus atau mesin uji seperti biasanya (Supardi, E, 1999).

Pengujian suatu bahan dimaksudkan untuk memperoleh kepastian mengenai sifat-sifat dan kekuatan bahan tersebut. Melalui pengujian yang teliti akan diketahui apakah bahan tersebut dapat digunakan untuk suatu konstruksi tertentu.

Pengujian *bending* (bengkok) static merupakan salah satu pengujian yang dipakai sejak lama karena dapat dilakukan terhadap batang uji berbentuk sederhana. Pengujian bengkok dapat dilakukan terhadap bahan getas dan untuk bahan liat dimaksudkan agar dapat menentukan adanya cacat dan retakan pada permukaan material. Pengujian bengkok pada bahan keras dan getas adalah cara terbaik untuk menentukan kekuatan dan kegetasan.

Untuk mengetahui kekuatan *bending* dapat dilakukan pengujian dengan mesin uji *Torsee*. Pada pengujian *bending*, bagian atas spesimen akan mengalami

tegangan tekan dan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Bentuk spesimen pengujian ketahanan *bending* sesuai dengan standar ASTM D 790-02.



Gambar 2.11 ASTM D 790-02
(Sumber: Digambar Pada Inventor)

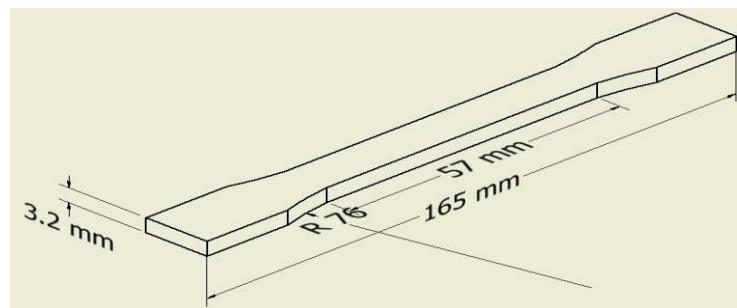
2.11 Pengujian Tarik

Uji Tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu (Askeland, 1985). Uji tarik mungkin adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar. Uji tarik rekayasa banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan (Dieter, 1987). Pada uji tarik, benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji (Davis, Troxell, dan Wiskocil, 1955). Kurva tegangan regangan rekayasa diperoleh dari pengukuran perpanjangan benda uji. Pengujian ini sangat sederhana, tidak mahal dan sudah mengalami standarisasi di seluruh dunia, misalnya di Amerika dengan ASTM E8 dan Jepang dengan JIS 2241. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (*grip*) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*).

Komponen utama tersebut terdiri dari alat pencatat gaya (load cell), alat pencatat pertammaterial panjang spesimen (extensometer), batang penarik (moving crosshead), dan spesimen. Load cell digunakan untuk mencatat besarnya pembebanan (F) yang dialami oleh spesimen, sedangkan extensometer digunakan untuk mencatat besarnya pertammaterial panjang (ΔL) yang terjadi pada spesimen. Hubungan antara gaya (F) terhadap pertammaterial panjang (ΔL) inilah

yang nantinya akan dikonversikan ke dalam kurva tegangan (σ) terhadap regangan teknik (ϵ). Pengujian *bending* (bengkok) statik merupakan salah satu pengujian yang dipakai sejak lama karena dapat dilakukan terhadap batang uji berbentuk sederhana. Pengujian bengkok dapat dilakukan terhadap bahan getas dan untuk bahan liat dimaksudkan agar dapat menentukan adanya cacat dan retakan pada permukaan material. Pengujian bengkok pada bahan keras dan getas adalah cara terbaik untuk menentukan kekuatan dan kegetasan.

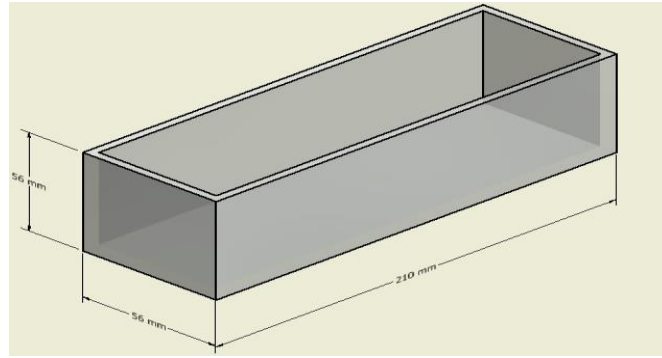
Spesimen uji tarik bentuk dan ukurannya sudah terstandar, dalam kasus-kasus tertentu diizinkan memakai bentuk dan ukuran specimen uji tidak standar. Bentuk dan ukuran specimen uji terstandar disebut juga specimen uji proporsional, dan yang tidak terstandar disebut juga specimen uji non proporsional. Bentuk penampang specimen uji dapat berbentuk lingkaran atau bentuk segi empat. Ukuran specimen uji yang biasa dipakai standar DP 5 atau DP 10.



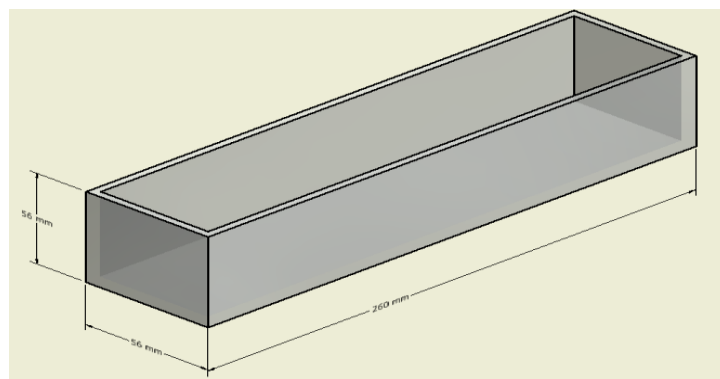
Gambar 2.12 ASTM D 368-90
(Sumber: Digambar Pada Inventor)

2.12 Cetakan

Cetakan yang digunakan dalam pembuatan specimen uji adalah cetakan kaca yang di buat di sesuaikan dengan dimensi standar pengujian yang akan di lakukan. Cetakan yang di gunakan berukuran , P = 210 mm, L = 50 mm, T = 50 mm untuk cetakan specimen pengujian tarik, P = 260mm, L = 50 mm, T = 50 mm untuk cetakan specimen pengujian bending



Gambar 2.13 Gambar Cetakan Uji Tarik
(Sumber: Digambar Pada Inventor)



Gambar 2.14 Gambar Cetakan Uji *Bending*
(Sumber: Digambar Pada Inventor)

2.13 Alat dan Bahan

2.13.1 Alat

Adapun alat yang akan digunakan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin Uji Tarik
2. Mesin Uji Torsee
3. Timbangan Digital
4. Jangka Sorong
5. Mistar
6. Kikir
7. Amplas
8. Gunting
9. Sikat Kawat
10. Cetakan Spesimen

11. Sarung Tangan
12. Masker

2.13.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang dibutuhkan pada pengujian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Serat Daun Nanas
2. Resin Polyester
3. Katalis
4. Serat Fiber
5. Talek