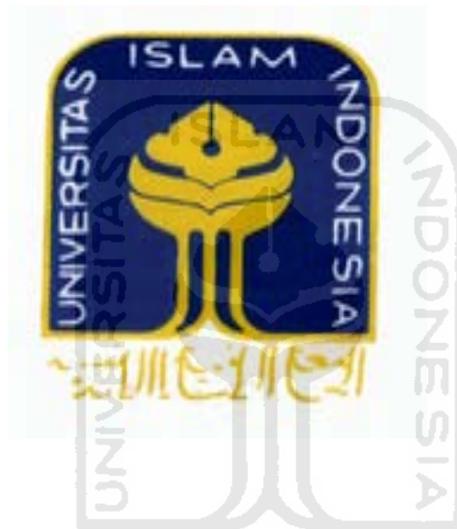


**OPTIMASI FRAKSI MASSA PEMBUATAN *PROTOTYPE* GENTENG
KOMPOSIT SERAT BULU AYAM DENGAN
Matrik *POLYESTER***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Edy Priyono
No. Mahasiswa : 06 525 028
NIRM : 20060770639

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2011

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**OPTIMASI FRAKSI MASSA PEMBUATAN *PROTOTYPE*
GENTENG KOMPOSIT SERAT BULU AYAM DENGAN
Matrik *POLYESTER***

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : EDY PRIYONO

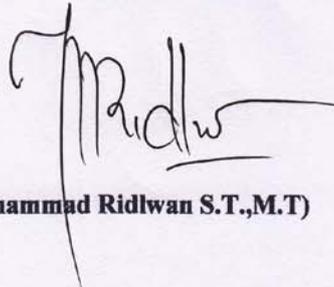
No. Mahasiswa : 06 525 028

NIRM : 200607706639

Yogyakarta, 19 September 2011

Menyetujui,

Dosen Pembimbing,



(Muhammad Ridlwan S.T.,M.T)

**OPTIMASI FRAKSI MASSA PEMBUATAN *PROTOTYPE*
GENTENG KOMPOSIT SERAT BULU AYAM DENGAN
Matrik *POLYESTER***

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : EDY PRIYONO
No. Mahasiswa : 06 525 028
NIRM : 20060770639

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 19 September 2011

Tim Penguji :

Muhammad Ridhwan, S.T., MT.

Ketua

(Muhammad Ridhwan)

Tanggal: 4/10/11

Yustiasih Purwaningrum S.T., MT.

Anggota I

(Yustiasih Purwaningrum)

Tanggal: 3-10-2011

Mohammad Faizun, S.T.

Anggota II

(Mohammad Faizun)

Tanggal: 29 September 2011

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

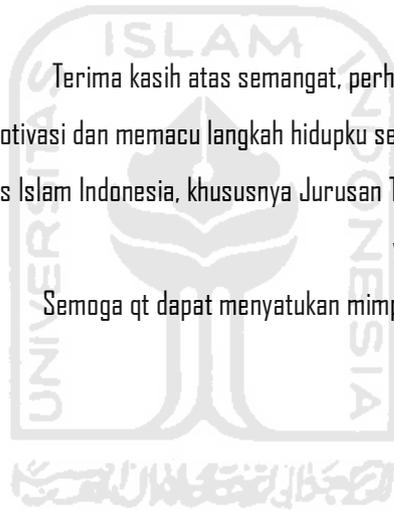
Agung Nugroho Adi

Agung Nugroho Adi, S.T., M.T.

HALAMAN PERSEMBAHAN

kupersembahkan tugas akhir ini untuk ayah
dan ibu yang selalu ku jadikan inspirasi.
Terimakasih atas segala pengorbanan, dukungan, cinta, kasih sayang dan doanya kepada Anak mu ini,
serta kakak-kakak ku yang slalu mendukung setiap langkah ku.
Semoga ALLAH SWT selalu melindungi kita...
Amean....

Wulan pratiwi S.Pd.Si
Terima kasih atas semangat, perhatian, cinta dan kasih sayangmu,
yang mampu merubah, memotivasi dan memacu langkah hidupku sehingga ku menjadi lebih berguna
untuk Universitas Islam Indonesia, khususnya Jurusan Teknik Mesin serta teman-teman
yang selalu ada di sekelilingku.....
Semoga qt dapat menyatukan mimpi-mimpi qt yang belum tercapai.
Amean....



MOTTO

“.....sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar”

(Al-Baqoroh :153)

“ *HIDUP BUKAN UNTUK MENCARI KESUKSESAN dengan sifat burukmu TETAPI BIARKAN KESUKSESAN DATANG MENGHAMPIRI KARENA USAHA YANG TELAH KAMU LAKUKAN yaitu tidak harus pintar tetapi dengan jujur, disiplin, bijaksana, dan adilah kuncinya*”



KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah, penulis mengucapkan sukur kepada Allah SWT yang telah memberi rahmat, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Optimasi Fraksi Massa Pembuatan *Prototype* Genteng Komposit Serat Bulu Ayam Dengan Matrik *Polyester*” yang merupakan syarat untuk mendapatkan Sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Muhammad Ridlwan, S.T.,M.T sebagai dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan pelaksanaan tugas akhir ini. Selain itu penulis haturkan juga rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Gumbolo Hadi Susanto, MSc, sebagai Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Bapak Agung Nugroho Adi ST.,MT, sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak dan Ibu Dosen serta Karyawan FTI UII yang telah membimbing dan membantu baik kegiatan akademis maupun administratif.
4. Ayah dan Ibu tercinta terima kasih atas segala pengorbanan, cinta, kasih sayang dan doanya untuk anak mu ini, serta kakak-kakak ku yang selalu mendukung setiap langkah-langkah ku. Semoga kita selalu mendapat perlindungan dari ALLAH SWT. Amiin.

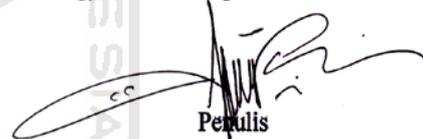
5. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin, khususnya angkatan 2006 dan semua pihak yang telah memberi semangat dan masukan yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Salam *Solidarity Forever*.

Semoga apa yang diberikan mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT. Tidak ada karya yang sempurna, namun besar harapan penulis dibalik ketidak sempurnaan ini, banyak manfaat yang dapat dipetik oleh semua pihak khususnya bagi penulis sendiri.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat merangsang lahirnya pemikiran-pemikiran baru untuk melakukan penelitian lebih lanjut yang akan melengkapi hasil penelitian ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 19 September 2011



Penulis

OPTIMASI FRAKSI MASSA PEMBUATAN *PROTOTYPE* GENTENG KOMPOSIT SERAT BULU AYAM DENGAN Matrik *POLYESTER*

ABSTRAK

Limbah bulu ayam yang dihasilkan oleh peternakan ayam potong sangatlah melimpah (Sutrisno 2005). Populasi ternak unggas di Kota dan Kabupaten Propinsi DIY pada tahun 2006 sejumlah 10.669.095 ekor (Dinas Pertanian atau Peternakan 2007).

Pemanfaatan limbah bulu ayam sebagai bahan baku pembuatan produk masih sedikit dilakukan. Sehingga peneliti menggunakan bulu ayam sebagai bahan dasar pembuatan komposit. Bahan peneliti adalah bulu ayam, unsaturated polyester, hardener MEKPO. Bahan komposit dicetak dengan metode acak pada kisaran fraksi massa serat 15 %, 20 %, dan 30%. Pengujiannya mengacu pada standar ASTM D638.

Pembuatan prototipe genteng komposit bulu ayam yang terdiri dari dua tahap yaitu : (1) pembuatan prototype genteng komposit bulu ayam (2) finishing. Fraksi massa yang optimum berdasarkan hasil pengujian genteng komposit bulu ayam adalah fraksi massa serat 30 % dengan berat 2.156 kg, ketahanan terhadap perembesan air sebesar 0.12 % (tidak menetes), daya serap air 0.18 %, kuat lentur 150 kgf dan defleksi maksimum 17.80 mm.

Kata kunci : bulu ayam, komposit, pengujian.

THE OPTIMIZATION OF MASS FRACTION PROTOTYPE FIBER COMPOSITE TILE CHICKEN FEATHERS PRODUCTION WITH FIBER POLYESTER

ABSTRACT

Chicken feather waste generated by poultry farm are very abundant (Sutrisno 2005). The total poultry population in the City and District Province of Yogyakarta in 2006 is 10.669.095 individuals (Department of Agriculture or Animal Husbandry 2007).

The utilization of chicken feathers waste as raw material for making the product still a bit done. So, some researchers use chicken feathers as a base for making composites. Materials research is a feather, unsaturated polyester, MEKPO hardener. Composite materials are printed with a random method in the range of fiber mass fraction 15 %, 20 %, and 30 %. The test refers to the standard of ASTM D638.

Manufacture of prototype composite tile chicken feathers consists of two phases: (1) the manufacture of prototype composite tile chicken feathers (2) finishing. The optimum mass fraction based on the results of testing composite tile chicken feather fiber mass fraction is 30 % by weight of 2.156 kg, resistance to water permeation is 0.12 % (no dripping), 0.18 % water absorption, flexural strength 150 kgf and the maximum deflection of 17.80 mm.

Key words: feather, composites, testing.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Penguji.....	iii
Halaman Persembahan	iv
Motto	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Karakteristik Penutu Atap	4
2.1.1 Bahan-Bahan Penyusun Genteng Metal.....	5
2.1.2 Karakteristik Bulu Ayam	6
2.2 Pengertian Komposit	7
2.2.1 Serat	12
2.2.2 Matrik	12
2.2.3 Unsur-Unsur Penyusun Komposit	13
2.2.4 Metode Pembuatan Produk	14

2.3 Syarat Pengujian Genteng	14
2.3.1 Ketahanan Terhadap Perembesan Air	15
2.3.2 Daya Serap Air	15
2.3.3 Pengujian Kuat Lentur	16
2.4 Karakteristik Patahan Pada Material Komposit	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat Dan Bahan	20
3.1.1 Alat	20
3.1.2 Bahan	20
3.2 Proses Pembuatan Genteng Komposit Serat Bulu	
Ayam	21
3.2.1 Persiapan Bahan Cetak	21
3.2.2 Proses Cetak <i>Prototype</i>	22
3.2.3 Proses Penyatuan Cetakan Dan Pengepresan.....	24
3.2.4 Pelepasan <i>Prototype</i> Dari Cetakan	24
3.2.5 Proses <i>Finishing</i>	25
3.3 Proses Pengujian Genteng Komposit Serat Bulu	
Ayam	27
3.3.1 Pengujian Ketahanan Terhadap Perembesan Air	28
3.3.2 Pengujian Daya Serap Air	29
3.3.3 Pengujian Kuat Lentur	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Karakteristik Genteng Komposit	34
4.1.1 Perhitungan Karakteristik Komposit	35
4.1.2 Analisis Pengujian Ketahanan Terhadap Perembesan Air, Daya Serap Air, Dan Kuat Lentur	36
4.2 Analisis Bentuk Patahan Pengujian Kuat Lentur.....	43
4.3 Kegagalan Dalam Pembuatan <i>Prototype</i>	45

4.4 Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya	46
4.4.1 Perbedaan Ukuran Produk Uji	46
4.5 Pengepresan Tanpa Menggunakan Mesin <i>Press</i>	
Mempengaruhi Kualitas Genteng.....	47
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Jenis-Jenis Penutup Atap	4
Gambar 2-2 Genteng Metal <i>Stone Zincalume</i>	5
Gambar 2-3 Komposisi Bahan Genteng Metal <i>Stone Zincalume</i>	6
Gambar 2-4 Pelapisan Genteng Metal <i>Stone Zincalume</i>	6
Gambar 2-5 Lima Jenis Bulu Utama	7
Gambar 2-6 Geometri Komposit	8
Gambar 2-7 Tipe Orientasi Arah Serat	9
Gambar 2-8 Ikatan Fiber Matrik	11
Gambar 2-9 Susunan Komposit	13
Gambar 2-10 <i>Press Mould</i>	14
Gambar 2-11 Pengujian Ketahanan Terhadap Perembesan Air	15
Gambar 2-12 Pengujian Daya Serap Air	16
Gambar 2-13 Pengujian Kuat Lentur	16
Gambar 2-14 <i>Fiber Pull Out</i>	17
Gambar 2-15 Patah Banyak	18
Gambar 2-16 Patah Tunggal	18
Gambar 2-17 <i>Debonding</i>	18
Gambar 3-1 <i>Flowchart</i> Penelitian	19
Gambar 3-2 Bulu Ayam, Resin Eternal dan Katalis	20
Gambar 3-3 Penimbangan Bahan Cetak	21
Gambar 3-4 Pelapisan MAA	22
Gambar 3-5 Pencampuran Resin dan Katalis	22
Gambar 3-6 (1) Proses pelapisan Resin, (2, 3) Perataan Bulu Ayam, (4) Penekanan Bulu Ayam dengan Kuas	23
Gambar 3-7 Proses Pengepresan	24
Gambar 3-8 Hasil <i>Prototype</i> Sebelum <i>Finishing</i>	25
Gambar 3-9 Proses <i>Finishing</i>	26
Gambar 3-10 Hasil <i>Prototype</i> Genteng Komposit Serat Bulu Ayam	26

Gambar 3-11 (1) Vm 15 %, (2) Vm 20 %, (3) Vm 30	27
Gambar 3-12 Proses Penimbangan <i>Prototype</i>	27
Gambar 3-13 Kolam Kaca	28
Gambar 3-14 Penambahan <i>Wax</i> Pada Sisi Sambungan Kaca	28
Gambar 3-15 Pengisian Air	29
Gambar 3-16 Bak Perendaman Genteng	29
Gambar 3-17 <i>Universal Testing Mesin</i>	30
Gambar 3-18 Bentuk Genteng Uji 1 Lembar x 4 Daun	30
Gambar 3-19 (a) Gambar <i>Loading Nose</i> Berupa Kayu untuk Penekan (b) Gambar Penumpu di Seting Berdasarkan Jarak Reng	31
Gambar 3-20 Produk Siap di Uji	31
Gambar 3-21 <i>Prototype</i> tidak Patah/Retak Pada Saat Beban Maksimal	32
Gambar 3-22 <i>Prototype</i> Patah pada saat tidak mampu lagi menahan beban	33
Gambar 4-1 Grafik Pengujian Ketahanan Terhadap Perembesan Air.....	39
Gambar 4-2 Grafik Pengujian Daya Serap Air	41
Gambar 4-3 Grafik Pengujian Kuat Lentur	42
Gambar 4-4 Bentuk Patahan Genteng Komposit I	43
Gambar 4-5 Bentuk Patahan Genteng Komposit II	43
Gambar 4-6 Bentuk Patahan Genteng Komposit III	44
Gambar 4-7 Komposisi Hasil <i>Prototype</i> yang Gagal	45
Gambar 4-8 Permukaan <i>Prototype</i> tidak Layak di Proses <i>Finishing</i>	46
Gambar 4-9 Dimensi Produk Genteng Komposit	46
Gambar 4-10 Perbandingan Pengujian Kuat Lentur	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Spesifikasi Resin <i>Unsaturated Polyester</i> Yukalac 157	
BTQN-EX	12
Tabel 3-1 Komposisi Genteng Komposit Serat Bulu Ayam	21
Tabel 3-2 Data Pengujian Kuat Lentur	32
Tabel 4-1 Berat dan Komposisi Genteng Komposit Serat Bulu	
Ayam	32
Tabel 4-2 Data Dimensi Karakteristik Genteng Komposit Serat	
Bulu Ayam	34
Tabel 4-3 Hasil Pengujian Ketahanan Terhadap Perembesan	
Air	37
Tabel 4-4 Hasil Pengujian Daya Serap Air	38
Tabel 4-5 Hasil Pengujian Kuat Lentur	41



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan populasi ayam kampung di Indonesia mencapai 270,76 juta ekor pada tahun 1997 atau mengalami peningkatan 5.01 % pertahun (Anonim, 1999 ; Rasyaf 1992). Populasi ternak unggas di Kota dan Kabupaten Propinsi DIY pada tahun 2006 sejumlah 10.669.095 ekor (Dinas Pertanian atau Peternakan 2007). Dari hasil pemotongan limbah paling banyak adalah bulu ayam dan itu sangat sulit dimusnahkan, apalagi dimanfaatkan. Diperlukan suatu gagasan bagaimana mengolah limbah bulu ayam menjadi produk berharga dan ramah lingkungan (Sutrisno, 2005).

Penggunaan serat bulu ayam merupakan alternatif pemanfaatan bahan baru pada komposit. Komposit berpenguat serat *rachis* bulu ayam mempunyai tegangan tarik maksimum pada $W_f = 60\%$ sebesar 38 (MPa), dan modulus tarik tertinggi pada $W_f = 60\%$ yaitu sebesar 9,15 GPa, (Rakhmat, 2009). Konduktifitas panas komposit bulu ayam dengan fraksi volume serat 60 % lebih rendah dibandingkan asbes (Tenoyo, 2010).

Genteng yang baik adalah genteng yang mempunyai ketahanan terhadap perembesan air (tidak menetes), memiliki daya serap (maksimal 10 % dari berat kering) dan memiliki kekuatan lentur (mampu menahan beban tinggi tetapi tidak terlalu lentur dan tidak getas). Dari hasil pengujian genteng komposit bulu ayam dengan berat 2.832 kg (fraksi volume serat 26.22 %), pengujian ketahanan terhadap perembesan air tidak menetes, daya serap yaitu 8.75 %, kuat lentur yaitu 12.5 kgf dan defleksinya 20 mm (Asmi, 2011).

Kualitas genteng dipengaruhi oleh fraksi massa serat dan resin. Sebelum genteng komposit serat bulu ayam dapat digunakan harus dilakukan uji kelayakan dan di tingkatkan syarat mutunya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas dapat diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Ketersediaan bahan serat bulu ayam yang melimpah dan masih bisa ditingkatkan nilai manfaat dan teknologinya.
2. Bagaimana komposisi optimum fraksi massa untuk membuat *prototype* genteng serat bulu ayam dengan matrik *polyester* yang mempunyai syarat mutu lebih baik.
3. Bagaimana kualitas genteng terhadap perembesan air, daya serap air dan kuat lentur.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian agar ruang lingkup menjadi jelas dan tidak meluas ke hal-hal yang tidak diinginkan. Pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Cetakan genteng komposit bulu ayam menggunakan desain genteng metal merk *sakuraroof* tipe merpati dengan bentuk 1 baris 4 kolom (1 lembar x 4 daun) .
2. Pembuatan genteng komposit bulu ayam menggunakan metode *press mould* dengan orientasi arah serat acak.
3. Variasi komposisi serat dan matrik terhadap kualitas genteng.
4. Proses analisis sebatas pengujian ketahanan terhadap perembesan air, daya serap air dan kuat lentur.

1.4 Tujuan Penelitian

Membuat bulu ayam menjadi lebih bermanfaat sebagai bahan komposit bernilai seni tinggi, khususnya untuk pembuatan genteng. Mendapatkan optimasi fraksi massa *prototype* genteng komposit bulu ayam serta menganalisis pengujian ketahanan terhadap perembesan air, daya serap air dan kuat lentur.

1.5 Manfaat Penelitian

Keberhasilan penelitian ini diharapkan mampu mengembangkan rekayasa material genteng komposit. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah.

1. Menciptakan solusi yang bermanfaat untuk permasalahan bulu ayam yang dapat menjadi limbah jika tidak diberdayakan.
2. Dapat mengurangi kerusakan lingkungan dan meningkatkan ketahanan pangan.
3. Menciptakan produk genteng komposit dengan material baru yang kuat, ringan dan bernilai seni tinggi.
4. Dapat memberikan solusi material penutup atap pada bangunan tahan gempa.
5. Sebagai bahan informasi dan referensi untuk pengembangan teknologi komposit dan penutup atap bangunan.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan tugas akhir ini diberikan uraian bab demi bab yang berurutan agar mempermudah pembahasan. Pokok-pokok pembahasan dalam penulisan ini dibagi menjadi empat bab yang terdiri dari, bab I berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian. Pada bab II akan diberikan penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang digunakan sebagai dasar dalam pemecahan masalah. Untuk metode peneltiandan pelaksanaan terdapat pada bab III. Pada bab IV akan membahas hasil dan analisis pengujian. Bab V merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

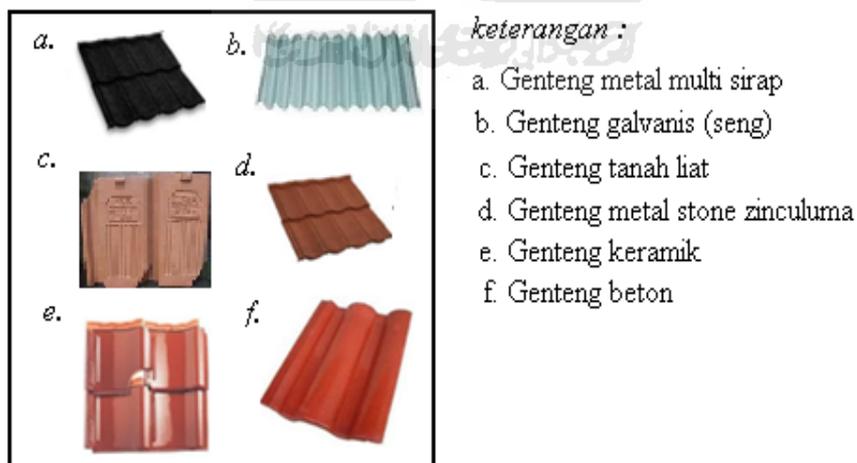
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Karakteristik Penutup Atap

Genteng adalah komponen bahan bangunan yang digunakan untuk penutup atap dan dicetak secara sederhana maupun menggunakan mesin cetak genteng manual dengan berbagai jenis campuran bahan. Atap adalah penutup atas suatu bangunan yang melindungi bagian dalam bangunan dari hujan, panas maupun salju.

Bentuk atap ada yang datar dan ada yang miring, walaupun datar harus dipikirkan untuk mengalirkan air agar bisa jatuh. Bahan untuk atap bermacam-macam, diantaranya: genteng (keramik, beton), seng bergelombang, asbes, maupun semen cor. Ada beberapa atap genteng metal yang sangat ringan, tahan lama, anti karat dan tahan gempa. Selain klasifikasi penutup atap di atas, ada beberapa jenis tumbuhan menghasilkan bahan atap tradisional. Atap sirap, salah satunya dibuat dari kayu ulin atau kayu besi yang dikeping tipis-tipis, terdapat juga daun dari beberapa jenis palma, ijuk aren dan ilalang. Jenis-jenis penutup atap ditunjukkan pada gambar 2-1.



Gambar 2-1. Jenis-Jenis Penutup Atap.

(www.simantap/multiroof.htm).

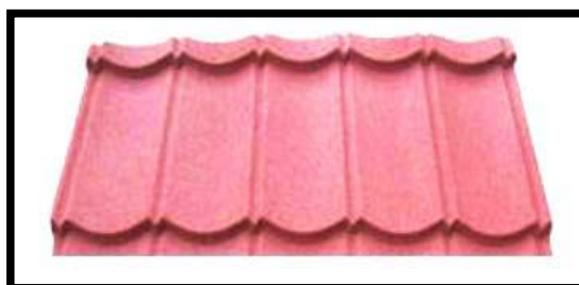
Syarat-syarat yang harus dimiliki oleh sebuah genteng, adalah:

1. Seluruh produk genteng harus mempunyai ukuran panjang, lebar dan tebal yang seragam.
2. Seluruh produk genteng harus tersusun rapi pada rangka atap, sehingga tidak dimungkinkan masuknya air hujan secara langsung.
3. Panjang efektif genteng harus sesuai dengan jarak reng dari luar, sehingga akan memberikan beban lentur yang masih diizinkan.
4. Harus memiliki kaitan (*lugs*) untuk dikaitkan pada reng.
5. Harus mempunyai tumpungan tepi dan sebuah saluran air.
6. Memiliki ketahanan terhadap perembesan air, daya serap air dan kuat lentur.
7. Memiliki kekuatan tinggi, tidak getas, tidak terlalu lentur, meredam panas dan tidak mudah berubah bentuk.

2.1.1 Bahan-Bahan Penyusun Genteng Metal.

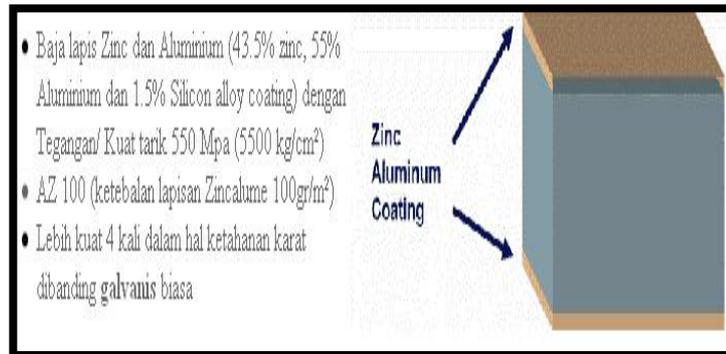
Genteng *zincalum* adalah salah satu penutup atap bangunan yang sering digunakan. Salah satunya contohnya adalah produk dari *multiroof*, produk ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Multiroof stone, menggunakan *colorbond zincalume steel* karena daya tahannya terhadap karat dua hingga tiga kali dibanding besi galvanis biasa. Keunggulan lain dari *colorbond* adalah warna tidak akan berubah dibanding besi galvanis yang lain. Lapisan yang digunakan untuk memproduksi *colorbond steel* telah di formulasi sehingga tahan pecah dan tidak mengelupas apabila dibentuk, ditunjukkan pada gambar 2-2. (www.simantap/multiroof.htm).



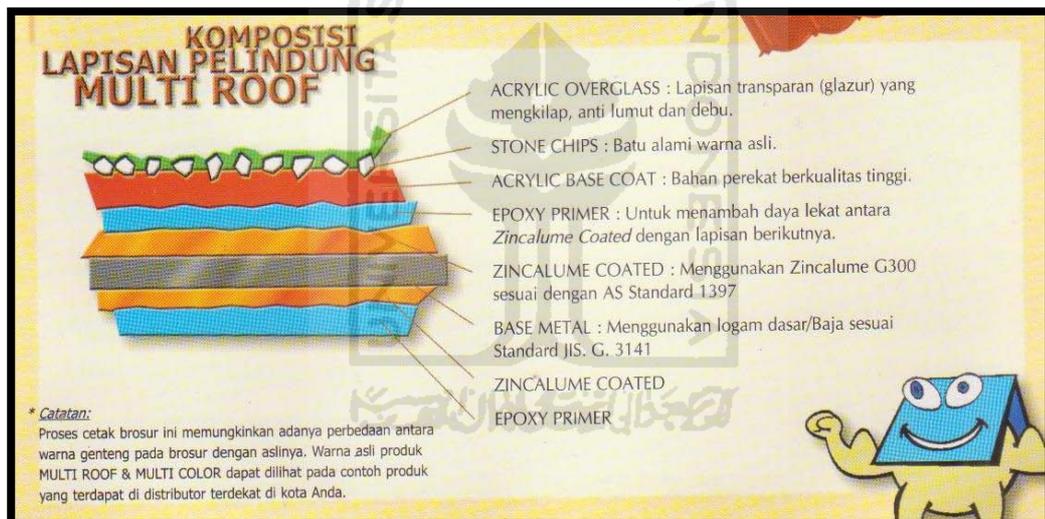
Gambar 2-2. Genteng Metal *Stone Zincalume*,
(www.simantap/multiroof.htm).

Gambar 2-3 dan Gambar 2-4. Menunjukkan tentang komposisi bahan dan komposisi pelapisan pada genteng metal *zincalume stone multiroof*.



Gambar 2-3. Komposisi Bahan Genteng Metal Stone Zincalume

.(www.simantap/multiroof.htm).



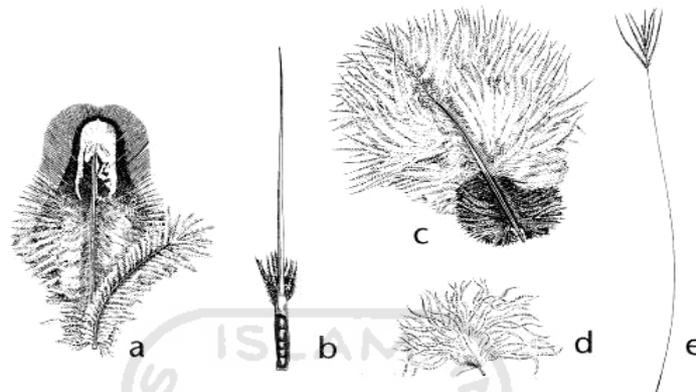
Gambar 2-4. Pelapisan Genteng Metal Stone Zincalume.

.(www.simantap/multiroof.htm).

2.1.2 Karakteristik Bulu Ayam

Bulu ayam mengandung kira-kira 91% protein (keratin), 1% *lipids*, dan 8% air. Urutan asam amino pada bulu ayam sangat mirip dengan bulu lain serta mempunyai kesamaan dengan keratin *reptile* dari cakarinya (Fraser, 1996). Bulu kontur (*vaned*) memberikan warna pada burung dan merupakan lapisan pertama yang bersinggungan dengan objek fisik, cahaya matahari, angin, dan hujan

(Bartels, 2003). Bulu kontur yang besar biasanya masanya terbagi setengah bulu serabut dan setengah bulu tulang (Winandy *et al.*, 2003). Hong dan Wool, (2005) melaporkan bahwa kepadatan *rachis* bulu ayam dari *Tyson Foods, Inc.*, is 0.8 gr/cm³. Nilai ini di interpretasikan sebagai berat jenis. Lima jenis bulu utama ditunjukkan pada gambar 2-5.



Gambar 2-5. Lima Jenis Bulu Utama : (a) Kontur, (b) *Bristle*, (c) *Semiplume*, (d) Bawah atau Bedak, (e) *Filoplume* (Bartels, 2003).

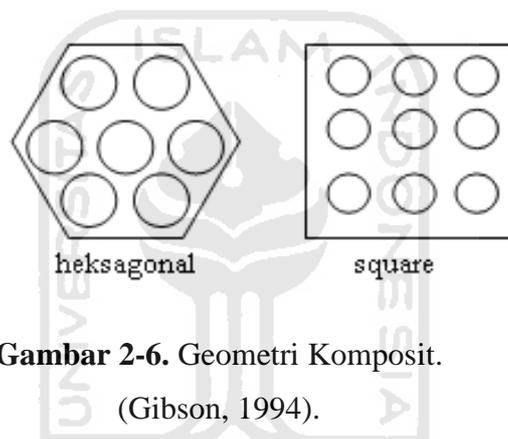
Bulu yang lebih kecil mempunyai jumlah serabut yang lebih banyak, yang mempunyai aspek rasio yang lebih besar daripada tulangnya (Winandy, 2003). Satu serabut keratin mempunyai diameter maksimal 50 μm (Misra, 2001). Daya regang bagian dari serat bulu ayam telah diuji secara langsung. Serabut direkatkan dengan pita *adhesive* dan diuji dengan tegangan pada kecepatan *crosshead* 1.3 mm/min, kekuatan berkisar antara 41 – 130 MPa. Kekuatan serabut dari data energi fraktur untuk komposit yang dicampur dengan serabut. Hasilnya adalah 94 – 187 MPa yang sesuai dengan hasil kekuatan serabut yang diukur secara langsung. (Hong dan Wool, 2005).

2.2 Pengertian Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk apabila dua atau lebih material yang berlainan digabungkan menjadi satu kesatuan dan tidak menghilangkan sifat unsur-unsur penyusunnya sehingga membentuk material baru. penggabungan material ini dimaksudkan untuk menemukan atau mendapatkan

material baru yang mempunyai sifat antara material penyusunnya. Sifat material hasil penggabungan ini diharapkan saling memperbaiki kelemahan dan kekurangan bahan-bahan penyusunnya.

Komposit serat merupakan jenis komposit yang paling banyak digunakan. Hal ini disebabkan karena komposisi serat lebih kuat dari pada bentuk butiran, mempunyai kekakuan serat yang *solid* dan matriknya lebih fleksibel. Komposit serat terdiri dari serat sebagai bahan penguat dan matrik sebagai bahan pengikat, pengisi volume dan pelindung serat-serat untuk mendistribusikan gaya atau beban antara serat-serat. Komposit memiliki dua macam geometri yaitu geometri heksagonal dan *square* dapat dilihat pada gambar 2-6.



Gambar 2-6. Geometri Komposit.

(Gibson, 1994).

Sifat-sifat komposit ditentukan oleh tiga faktor, antara lain :

1. *Phase* matrik dan serat sebagai penyusun komposit.
2. Bentuk geometri dari penyusun komposit.
3. Interaksi antara *phase* penyusun komposit.

Interaksi dalam penyusun komposit berupa *interface*, *interphase*, *wetability* (kebasahan), *rebonding* (ikatan). *Interphase* merupakan pembatasan antara serat dan matrik dalam fasa cair pada komposit. *Interface* merupakan pertemuan antara permukaan serat dan matrik yang sudah memadat, *interface* berpengaruh besar secara fasis. Homogenitas adalah sifat yang sangat penting dalam komposit tetapi sangat sulit membuat komposit dengan homogenitas tinggi karena secara fisik dan mekanis material penyusunnya mempunyai perbedaan sehingga memungkinkan timbul kerusakan pada bagian yang paling lemah.

Penelitian yang menggabungkan antara matrik dan serat harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi performa fiber matrik komposit antara lain:

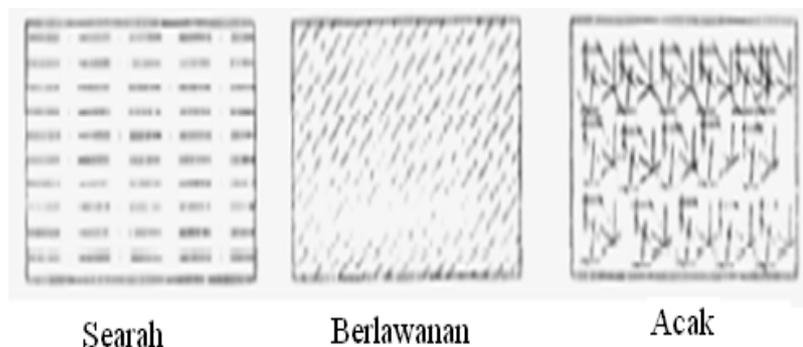
1. Faktor Serat

Serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

2. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut. Menurut tata letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu:

- a. Orientasi arah serat searah, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat.
- b. Orientasi arah serat berlawanan arah, mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- c. Orientasi arah serat acak, pada pencampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (*random*) maka sifat mekanik pada satu arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar ke segala arah maka kekuatan akan meningkat. Orientasi arah serat dapat dilihat pada gambar 2-7.



Gambar 2-7. Tipe Orientasi Arah Serat.

(Gibson, 1994).

3. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Ada dua penggunaan serat dalam campuran komposit yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Serat alami jika dibandingkan dengan serat sintetis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya. Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. Panjang serat berbanding diameter serat sering disebut dengan istilah *aspect ratio*. Bila *aspect ratio* makin besar maka makin besar pula kekuatan tarik serat pada komposit tersebut.

4. Bentuk Serat

Bentuk Serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi (Schwartz, 1984).

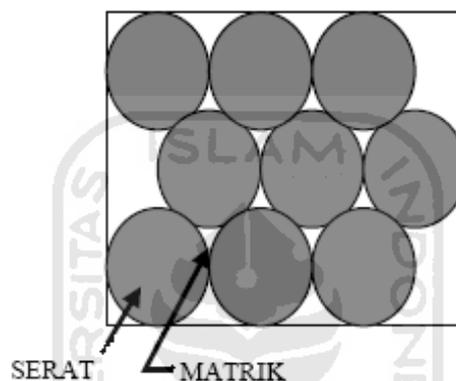
5. Faktor Matrik

Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan mengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari perusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matrik dan serat saling berhubungan. Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matrik. Selain itu matrik juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matrik harus diperhatikan sifat-sifatnya, antara lain seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap guncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matrik.

6. Faktor Ikatan Fiber-Matrik

Komposit serat yang baik harus mampu untuk menyerap matrik yang memudahkan terjadi antara dua fase (Schwartz, 1984). Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan.

Kemampuan ini harus dimiliki oleh matrik dan serat. Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut. Pada pengujian tarik komposit akan berakibat lolosnya serat dari matrik. Hal ini disebabkan karena kekuatan atau ikatan *interfacial* antara matrik dan serat yang kurang besar (Schwartz, 1984). Ikatan fiber matrik ditunjukkan pada gambar 2-8.



Gambar 2-8. Ikatan Fiber Matrik.
(Schwartz, 1984).

7. Katalis

Katalis ini digunakan untuk membantu proses pengeringan resin dan serat dalam komposit. Waktu yang dibutuhkan resin untuk berubah menjadi plastik tergantung pada jumlah katalis yang dicampurkan.

Dalam penelitian ini menggunakan katalis *metil ethyl katon peroxide* (MEKPO) yang berbentuk cair, berwarna bening. Semakin banyak katalis yang ditambahkan maka makin cepat pula proses pengeringannya, tetapi apabila pemberian katalis berlebihan maka akan menghasilkan material yang getas ataupun resin bisa terbakar. Penambahan katalis yang baik 1% dari volume resin. Bila terjadi reaksi akan timbul panas antara $60^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C}$. Panas ini cukup untuk mereaksikan resin sehingga diperoleh kekuatan dan bentuk plastik yang maksimal sesuai dengan bentuk cetakan yang diinginkan (Justus Sakti Raya, 2001).

2.2.1 Serat

Berdasarkan jenisnya serat dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu serat alam, dan serat sintetis. Serat alam adalah serat yang berasal dari alam, biasanya berupa serat organik dari tumbuh-tumbuhan dan binatang. Serat alam yang sudah dimanfaatkan diantaranya adalah : kapas, wol, sutera, pelepah pisang, sabut kelapa, ijuk, nanas dan serat kenaf atau goni. Serat berfungsi memperkuat matrik, karena umumnya serat jauh lebih kuat dari matrik.

2.2.2 Matrik

Pada komposit serat, matrik mempunyai fungsi yang sangat penting, yaitu sebagai pengikat serat dan meneruskan beban di antara serat-serat (Schwardz, 1984). *Elongasi* matrik lebih besar dibandingkan dengan serat. Matrik yang sering digunakan untuk memproduksi komposit FRP (*Fiber Reinforced Plastic*) adalah berwujud resin. Salah satu jenis resin termoset yang sering digunakan dibidang komposit adalah resin *polyester*.

Tabel 2-1. Spesifikasi Resin *Unsaturated Polyester Yukalac 157 BTQN-EX* (P.T. Justus Kimia Raya, 2001).

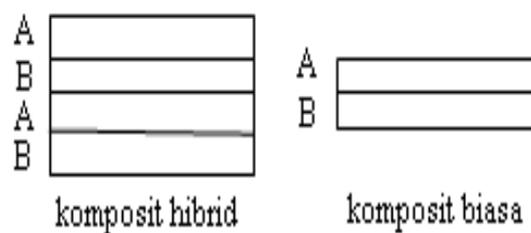
ITEM	satuan	Nilai tipikal	Catatan
Berat Jenis	gr/cm ³	1,215	25° C
Kekerasan		40	Barcol/GYZJ 934-1
Suhu distorsi panas		70	
Penyerapan air (suhu ruang)	%	0,188	24 jam
	%	0,466	3 hari
Kekuatan Fleksural	Kg/mm ²	9,4	
Modulus Fleksural	Kg/mm ²	300	
Daya Rentang	Kg/mm ²	5,5	
Modulus Rentang	Kg/mm ²	300	
Elongasi	%	1,6	

Resin *polyester* mempunyai sifat-sifat yang sangat khas, yaitu transparan, dapat dibuat kaku atau fleksibel dan dapat di beri warna. Selain itu, resin ini juga tahan terhadap air, cuaca, usia, berbagai jenis bahan kimia dan penyusutannya berkisar 4 – 8%. Resin *polyester* dapat dipakai sampai temperatur 157⁰ F (79⁰ C). Pembekuan *polyester* dilakukan dengan menambahkan bahan katalis. Kecepatan proses pembekuan (*curing*) ditentukan oleh jumlah katalis yang ditambahkan (Schwadz, 1984).

Untuk bahan tambahan dipadukan dengan katalis jenis MEKPO (*Methyl Ethyl Keton Peroksida*) pada resin *unsaturated polyester* berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin pada suhu yang lebih tinggi. Penambahan katalis dalam jumlah banyak akan menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses pengeringan. Hal ini akan merusak dan menjadikan produk komposit rapuh atau getas. Oleh karena itu pemakaian katalis dibatasi sampai 1 – 2 % dari volume resin (PT Justus Sakti Raya, 2001).

2.2.3 Unsur-Unsur Penyusun Komposit

Unsur-unsur penyusun komposit lamina adalah matriks dan serat. Penguat (*reinforcement*) yang mempunyai sifat kurang liat tetapi lebih *rigid* serta lebih kuat biasanya berupa serat, partikel, lamina. Bahan pengikat serat yang biasa disebut matrik (*binder*) umumnya lebih liat tetapi mempunyai kekuatan dan *rigid* yang lebih rendah. Secara umum komposit tersusun atas komponen penguat, komponen pengikat dan komponen tambahan.

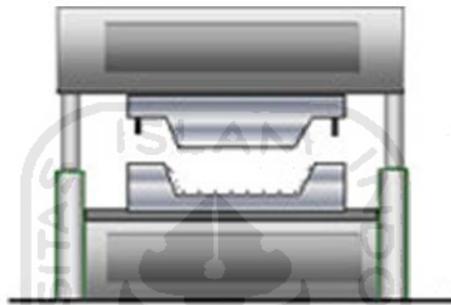


Gambar 2-9. Susunan Komposit.

(Gibson, 1994).

2.2.4 Metode Pembuatan Produk

Teknik *press mould* yaitu proses yang dilakukan dengan menggunakan cetakan (*mould*), kemudian di *press* dalam pembuatan komponen komposit. Langkah pertama yaitu pembuatan *master mould*, selanjutnya pembuatan *mould* dengan cara melaminasi *master mould* mengikuti bentuk *master mould*, dari *mould* yang dihasilkan kemudian digunakan untuk mencetak produk. (Alexander, 1997). Metode pembuatan produk material komposit menggunakan tangan dengan bantuan kuas atau rol dalam pengolesan matrik (resin) dan pengeras (katalis).



Gambar 2-10. Press Mould.

(Alexander, 1997).

Pada umumnya tahapan pembuatan produk material komposit dengan metoda ini Terdiri dari empat tahapan yaitu: (1) pembersihan dan pemberian pelicin (*release agent*), (2) pemberian *gel coat* (pigmen warna) sebagai permukaan luar panel komposit yang dihasilkan, (3) pemberian resin dan penguat (*fiberglass*), (4) proses pengepresan dan pengeringan, (5) proses pelepasan panel komposit dari cetakan.

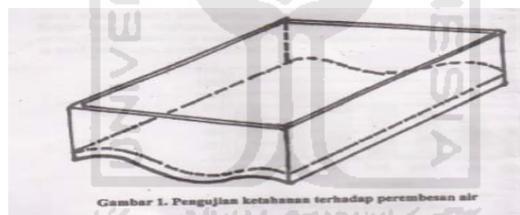
2.3 Syarat Pengujian Genteng

Genteng atau penutup atap pada dasarnya hanya berfungsi sebagai pelindung dari cuaca *extreme* hujan ataupun panas, yang terpenting dalam keadaan panas dapat meredam panas dan dalam keadaan hujan mampu menahan air agar tidak menetes. Beban yang diterima genteng pada saat digunakan tidak ditentukan berapa besarnya akan tetapi genteng yang baik adalah genteng yang

mampu menahan beban tinggi dan tidak mudah pecah atau patah pada saat terkena beban.

2.3.1 Ketahanan Terhadap Perembesan Air.

Pengujian ketahanan terhadap perembesan air dilakukan untuk mengetahui apakah ada lubang pori-pori yang menyebabkan adanya perembesan. Pengujian ini dilakukan dengan cara, pada bagian sisi atas genteng dibuat bak kecil berdinding kaca yang direkatkan pada permukaan genteng. Ditunjukkan pada gambar 2-11. Sambungan-sambungannya diberi parafin atau *wax* untuk mencegah kebocoran. Pengujian dilakukan dengan cara memberi genangan air setinggi 50 mm dari permukaan atas genteng yang paling rendah. Genteng harus tahan terhadap perembesan air. Pada pengujian perembesan air, air tidak boleh menetes dari bagian bawah genteng dalam 20 jam \pm 5 menit atau minimal 36 jam untuk genteng khusus (Sudarmoko dan Hariyanto, 2001). Pengujian ketahanan terhadap perembesan air ditunjukkan pada gambar 2-11.



Gambar 1. Pengujian ketahanan terhadap perembesan air

Gambar 2-11. Pengujian Ketahanan Terhadap Perembesan Air.

Sumber : (Sudarmoko dan Hariyanto, 2001).

2.3.2 Daya Serap Air.

Pengujian daya serap air ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar air yang terserap, dengan cara genteng ditimbang dalam keadaan kering kemudian direndam selama 24 jam genteng biasa dan ditimbang kembali dalam keadaan basah. Batas maksimum serapan air adalah 10 persen dari berat genteng (Bahan bangunan JTS. FT. UGM 1992). Genteng khusus minimal 36 jam dan daya serap air maksimal $0,05 \text{ gr/cm}^2$ (LAB. Uji Balai Bahan dan Barang Teknik Jakarta ; SNI 03-1588-1989). Pengujian daya serap air ditunjukkan pada gambar 2-12.

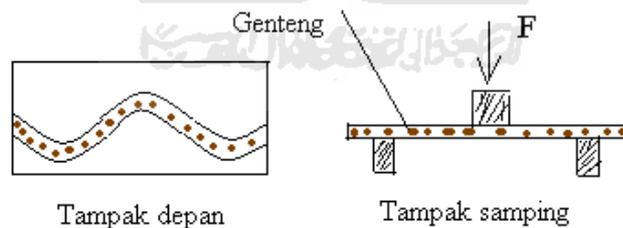


Gambar 2-12. Pengujian Daya Serap Air.

Sumber : (Sudarmoko dan Hariyanto, 2001)

2.3.3 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian lentur ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur dari genteng tersebut. Terlebih dahulu dibuat tumpuan dari kayu dengan lekukan seperti lekukan genteng sehingga beban uji akan ditahan atau dipikul oleh seluruh bidang tumpuan. Benda uji diletakkan pada penumpu dengan jarak penumpu diatur sama dengan jarak reng genteng yang bersangkutan. Tumpuan beserta benda uji diletakkan pada alas uji kemudian pisau beban dipasang tepat di tengah-tengah jarak tumpuan. Di tunjukan pada gambar 2-13.



Gambar 2-13. Pengujian Kuat Lentur.

Sumber : (Sudarmoko dan Hariyanto, 2001).

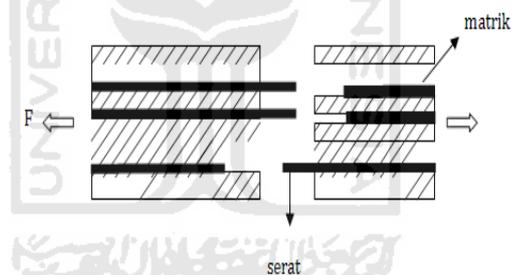
2.4 Karakteristik Patahan Pada Material Komposit

Patahnya material komposit dapat disebabkan oleh deformasi ganda, antara lain disebabkan oleh kondisi pembebanan serta struktur mikro komponen pembentuk komposit. Yang dimaksud struktur mikro adalah : diameter serat, fraksi volume serat, distribusi serat, dan kerusakan akibat tegangan termal

yang dapat terjadi selama fabrikasi atau dalam pemakaiannya. Kenyataan bahwa banyak faktor yang dapat menyebabkan proses retak pada komposit, maka tidaklah mengherankan jika mode gagal yang beragam dapat dijumpai pada suatu sistem komposit tertentu (Chawla, 1987). Berikut ini jenis-jenis mode patahan material komposit antara lain:

a. *Fiber Pull Out*

Adalah tercabutnya serat dari matrik yang terjadi ketika matrik retak akibat beban tekan. Kemampuan untuk menahan beban akan segera berkurang, namun komposit masih mampu menahan beban walaupun beban yang mampu ditahan lebih kecil dari pada beban maksimum. Saat matrik retak, beban akan ditransfer dari matrik ke serat di tempat persinggungan retak. Selanjutnya, kemampuan untuk mendukung beban berasal dari serat. Seiring dengan bertambahnya deformasi, serat akan tercabut dari matrik akibat *debonding* dan patahnya serat (Schwardz, 1984). *Fiber pull out* ditunjukkan pada gambar 2-14.

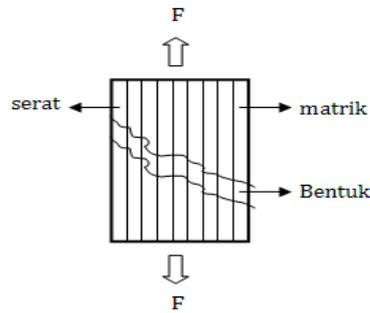


Gambar 2-14. *Fiber Pull Out*.

Sumber : Schwardz, (1984).

b. Patah Banyak

Ketika jumlah serat yang putus akibat beban tarik masih sedikit dan kekuatan *interface* masih baik, matrik mampu mendukung beban yang diterima dengan cara mendistribusikan beban tersebut ke sekitarnya. Patahan terjadi pada lebih dari satu bidang (Schwardz, 1984). Patah banyak ditunjukkan pada gambar 2-15.

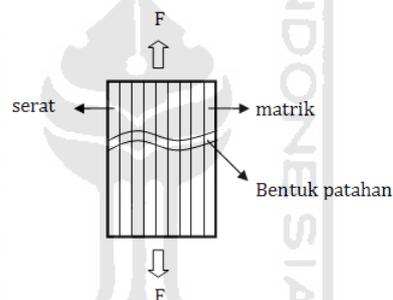


Gambar 2-15. Patah Banyak.

Sumber : Schwarz, (1984).

c. Patah Tunggal

Patah tunggal disebabkan oleh serat yang putus akibat beban tekan. Matrik tidak mampu lagi menahan beban tambahan. Patahan tunggal terjadi pada satu bidang seperti ditunjukkan pada gambar 2-16, (Schwarz, 1984).

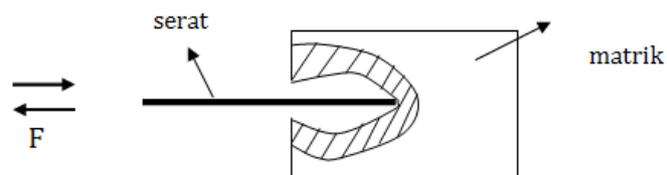


Gambar 2-16. Patah Tunggal.

Sumber : (Schwarz, 1984).

d. *Debonding*

Adalah lepasnya ikatan pada bidang kontak matrik serat. Hal ini dapat disebabkan oleh gaya geser yang tidak mampu ditahan oleh matrik. *Debonding* dapat di lihat pada gambar 2-17.



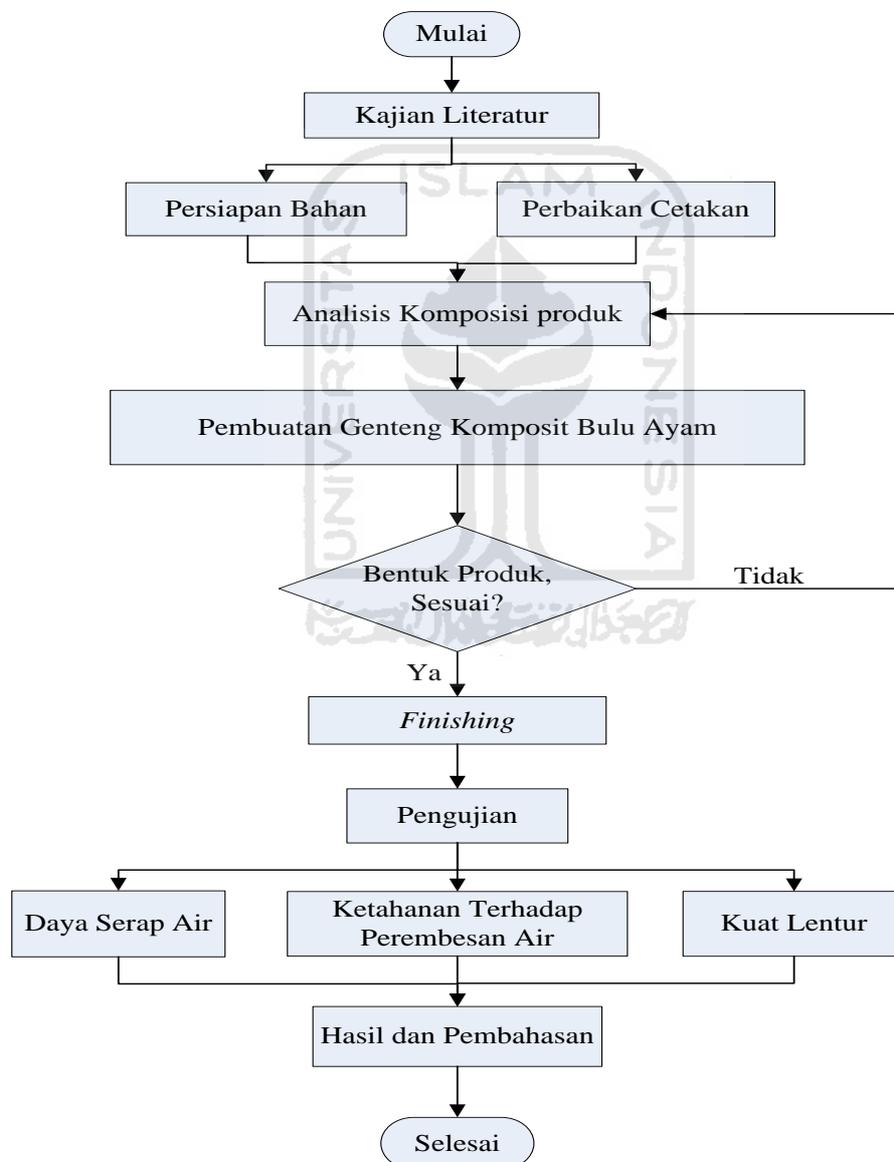
Gambar 2-17. *Debonding*.

Sumber : (Schwarz, 1984).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mendapatkan hasil genteng komposit bulu ayam yang optimal dilakukan beberapa kali percobaan, dari percobaan yang telah dilakukan didapatkan data-data proses pembuatan baik itu dari proses cetak, proses *finishing* dan pengujian.



Gambar 3-1. Flowchart Penelitian.

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. *Hydraulic shop press* (kapasitas 20 ton).
2. Penggaris, gunting, balok cor, rangka besi prisma, kayu, ember, kuas, amplas kasar dan halus, lakban aspal, malam/lilin/wax, gerinda tangan.
3. Dial indikator.
4. Cetakan genteng (1 lembar x 4 daun ukuran 89 cm x 47 cm).
5. Kolam kaca (16 cm x 30 cm x 5 cm).
6. Bak penampungan air (208 cm x 100 cm x 59 cm).
7. Timbangan analog dan timbangan digital (*Electronic Charging Scale* 9010A).
8. *Universal Testing* Mesin (kapasitas 30 ton).

3.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Resin eternal.
2. MAA.
3. Air.
4. Bulu ayam boiler.
5. Katalis MEKPO.
6. *Talk*.



Gambar 3-2. Bulu Ayam, Resin Eternal dan Katalis.

3.2 Proses Pembuatan Genteng Komposit Serat Bulu Ayam.

a. Pengadaan Material.

Pengadaan material komposit dalam penelitian ini berupa serat alam yaitu serat bulu ayam sebagai penguat yang diperoleh langsung dari tempat pemotongan ayam di Kabupaten Banjarnegara, resin *polyester* serta katalis MEKPO sebagai pengikat dan penguat, diperoleh dari toko Ngasem Baru Yogyakarta.

b. Perbaikan Cetakan.

Perbaikan cetakan dilakukan agar cetakan sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Pada proses ini penulis melakukan penambalan bagian-bagian cetakan yang rusak akibat benturan atau tekanan, menggunakan campuran resin, *talk* dan katalis. Penambalan dilakukan pada bagian ujung cetakan yang banyak mengalami kerusakan, setelah ditambal dan kering kemudian di amplas agar permukaan yang di tambal kembali rata seperti permukaan sebelumnya. Setelah perbaikan selesai, cetakan dapat digunakan untuk membuat produk.

3.2.1 Persiapan Bahan Cetak



Gambar 3-3. Penimbangan Bahan Cetak.

- a. Menentukan komposisi bahan yang di gunakan untuk pembuatan genteng komposit bulu ayam. Di tunjukan pada tabel 3-1.

Tabel 3-1. Komposisi Genteng Komposit Serat Bulu Ayam.

Jenis Genteng	Berat (kg)	Fraksi Massa Serat (%)	Resin (kg)	Serat (kg)	Katalis (kg)
Genteng Komposit I	3	15	2.55	0.45	0.025
Genteng Komposit II	2.5	20	2	0.5	0.02
Genteng Komposit III	2.5	30	1.75	0.75	0.0175

- b. Bulu ayam yang sudah di bersihkan dengan menggunakan sabun cuci kemudian di keringkan.

3.2.2 Proses Cetak *Prototype*

- a. Mempersiapkan cetakan yang sudah di bersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel.
- b. Setelah cetakan dianggap bersih dari kotoran-kotoran, cetakan diberi lapisan pertama dengan pembersih rantai MAA. Tujuannya diberi lapisan MMA untuk memberi efek licin sehingga memudahkan dalam pelepasan *prototype*. Pelapisan MAA dapat di lihat pada gambar 3-4.



Gambar 3-4. Pelapisan MAA.

- c. Setelah permukaan cetakan selesai di lapisi MAA, kemudian mencampur resin dan katalis, dengan perbandingan seperti data persiapan bahan cetak, kemudian campuran diaduk perlahan-perlahan sampai cairan berubah warna dari *pink* ke coklat muda. Pencampuran resin dan katalis ditunjukkan pada gambar 3-5.



Gambar 3-5. Pencampuran Resin dan Katalis.

- d. Langkah selanjutnya adalah mencampur bulu ayam dengan resin pada ember, aduk sampai merata. Pada langkah ini sisakan resin untuk pelapisan awal resin pada cetakan dan perataan bulu ayam pada cetakan.
- e. Setelah campuran bulu ayam dan resin siap, kemudian memberi lapisan kedua pada cetakan atas dan bawah dengan resin, dengan tujuan untuk membuat permukaan atas dan bawah *prototype* menjadi lebih halus. Pelapisan resin ditunjukkan pada gambar 3-6 (1).
- f. Setelah proses pelapisan cairan resin selesai, dilanjutkan dengan proses pelapisan atau peletakan bulu ayam yang telah dicampur dengan resin ke dalam cetakan. Proses pelapisan atau peletakan bulu ayam di lakukan hanya pada satu bagian cetakan yaitu cetakan bawah saja, proses ini untuk mempermudah penyatuan cetakan dan mengurangi resiko cacat pada produk. Peletakan bulu ayam dapat dilihat pada gambar 3-6 (2, 3).
- g. Setelah bulu ayam yang telah dicampur dengan resin merata di seluruh bagian cetakan. Kemudian melakukan proses penekanan menggunakan kuas, sampai bulu ayam dalam cetakan menjadi lebih padat. Proses penekanan bulu ayam ditunjukkan pada gambar 3-6 (4).



Gambar 3-6. (1) Proses Pelapisan Resin, (2, 3) Perataan Bulu Ayam, (4) Penekanan Bulu Ayam dengan Kuas.

3.2.3 Proses Penyatuan Cetakan Dan Pengepresan

- a. Proses pelapisan cairan resin dan bulu ayam selesai dilakukan, proses selanjutnya adalah penyatuan cetakan atas dan cetakan bawah untuk di tekan dengan menggunakan mesin *Hydraulic shop press* kapasitas 20 ton (untuk genteng komposit II dan III) dan genteng komposit I tidak menggunakan mesin press yaitu menggunakan balok cor. Proses pengepresan dapat dilihat pada gambar 3-7.



Hydraulik Shop Press

Pembebanan dengan Balok Cor

Gambar 3-7. Proses Pengepresan.

- a. Dalam proses penekanan cetakan peneliti menggunakan *Hydraulic shop press* sebagai sumber tekanan dan diteruskan dengan rangka baja pendistribusi tekanan, pada tekanan 20 bar. Sedangkan yang tidak menggunakan mesin press tidak menggunakan rangka penghubung dan tidak ditentukan bebannya. Dapat dilihat pada gambar 3-7.
- b. Setelah proses penekanan dilakukan. Selanjutnya proses pengeringan dilakukan selama 8 – 12 jam, agar campuran penyusun komposit benar-benar kering.

3.2.4 Pelepasan Prototipe dari Cetakan

- a. Setelah 8 – 12 jam cairan resin dan bulu ayam di diamkan, proses selanjutnya adalah melakukan pelepasan *prototype* dari cetakan.
- b. Proses pelepasan *prototype* dari cetakan menggunakan obeng (-), dengan cara menyelipkan obeng (-) terlebih dahulu ke lapisan cetakan setelah beberapa bagian dari cetakan terbuka, angkat cetakan atas

dengan cara memegang rangka baja yang menempel pada cetakan, kemudian diangkat menggunakan kedua tangan dengan posisi kaki menahan cetakan bawah.

- c. Setelah cetakan atas diangkat, *prototype* masih menempel pada cetakan bawah kemudian lepaskan *prototype* dengan menggunakan obeng (-) dari cetakan bawah. Hasil *prototype* sebelum *finishing* dapat dilihat pada gambar 3-8.



Gambar 3-8. Hasil *Prototype* Sebelum *Finishing*.

1.2.5 Proses *Finishing*

- a. Proses *finishing* adalah proses pembersihan dan perbaikan *prototype*, dari sisa-sisa resin yang menempel dan perbaikan pada bagian-bagian *prototype* yang mengalami kerusakan pada saat proses pencetakan.
- b. Proses *finishing* menggunakan mesin gerinda tangan dengan tujuan untuk memotong bagian-bagian yang keluar dari dimensi produk. Di tunjukan pada gambar 3-9 (1).
- c. Setelah pemotongan selesai kemudian menambal bagian-bagian yang tidak terkena resin atau bagian yang berlubang. Proses menambal menggunakan pisau kecil atau *scrap* kecil 3-9 (3).
- d. Proses selanjutnya adalah penghalusan pada permukaan *prototype* dengan menggunakan gerinda amplas dan amplas halus, tujuannya untuk membuat permukaan *prototype* menjadi halus.

- e. Setelah proses amplas selesai dilanjutkan dengan, pengolesan kembali resin untuk mengurangi pori-pori dan agar permukaan genteng menjadi lebih halus, dan mengkilap 3-9 (4).



Gambar 3-9. Proses *Finishing*.

- f. Hasil *Prototype* genteng komposit bulu ayam dapat di lihat pada gambar 3-10.



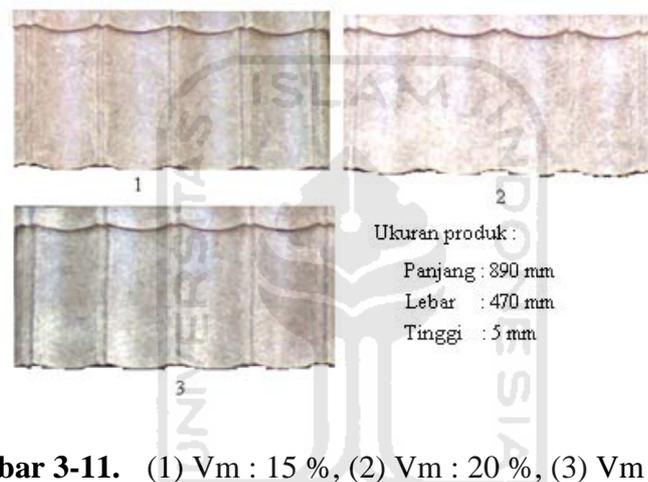
Gambar 3-10. Hasil *Prototype* Genteng Komposit Serat Bulu Ayam.

3.3 Proses Pengujian Genteng Serat Bulu Ayam

Proses pengujian *prototype* genteng komposit dari serat bulu ayam meliputi pengujian ketahanan terhadap perembesan air, daya serap air dan kuat lentur. Pengujian dilakukan di Laboraturium Bahan Kekuatan Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

Tahapan pengujian :

- a. Menyiapkan *prototype* genteng yang akan di uji terlebih dahulu. *Prototype* genteng komposit serat bulu ayam ditunjukkan pada gambar 3-11.



Gambar 3-11. (1) Vm : 15 %, (2) Vm : 20 %, (3) Vm : 30 %.

- b. Melakukan proses penimbangan terhadap masing-masing *prototype* yang akan di uji, menggunakan timbangan analog. Proses penimbangan dapat di lihat pada gambar 3-12.



Gambar 3-12. Proses Penimbangan *Prototype*.

Hasil proses penimbangan *prototype*, yaitu:

1. Genteng komposit I dengan berat 3.122 kg
2. Genteng komposit II dengan berat 2,192 kg
3. Genteng komposit III dengan berat 2.156 kg

3.3.1 Pengujian Ketahanan Terhadap Perembesan Air.

- a. Menyiapkan alat uji berupa, kolam kaca dengan ukuran (16 cm x 30 cm x 5 cm). Ditunjukkan pada gambar 3-13.



Gambar 3-13. Kolam Kaca.

- b. Kemudian diletakan diatas genteng yang akan di uji, tiap *prototype* dua kolam kaca yang diletakan pada kolom paling luar dan pada sambungan bagian bawah diberi *wax* atau lilin mainan, agar tidak terjadi kebocoran pada kolam tersebut saat diberi air. Ditunjukkan pada gambar 3-14.



Gambar 3-14. Penambahan *Wax* Pada Sisi Sambungan Kaca.

- c. Tuang air dalam kolam tersebut hingga ketinggian ± 50 mm diukur dari bagian genteng yang paling rendah. Ditunjukkan pada gambar 3-15.



Gambar 3-15. Pengisian Air.

- d. Mengamati, apakah terjadi rembesan atau tetesan dari bagian bawah genteng dalam waktu minimal 36 jam.
- e. Melakukan penimbangan kembali untuk mengetahui berat basahnya. Kemudian mencari prosentase antara berat kering dan berat basah.

3.3.2 Pengujian Daya Serap Air

- a. Menyiapkan bak perendaman untuk merendam genteng, ditunjukkan pada gambar 3-16.



Gambar 3-16. Bak Perendaman Genteng.

- b. Genteng dimasukkan ke dalam bak perendaman, dan direndam dalam air selama minimal 36 jam. Ditunjukkan pada gambar 3-16.
- c. Genteng ditimbang kembali, untuk mengetahui berat basahnya seperti pada gambar 2-12. Kemudian di catat.
- d. Menganalisis selisih antara genteng dalam keadaan kering dan basah, kemudian menghitung prosentase serapan airnya.
- e. Menurut standar mutu, genteng yang baik daya serap maksimalnya $0.05 \text{ gr} / \text{cm}^2$ dari berat kering genteng tersebut.

3.3.3 Pengujian Kuat Lentur



Gambar 3-17. *Universal Testing Mesin.*

- a. Menyiapkan *prototype* genteng komposit serat bulu ayam yang akan di uji, ditunjukkan pada gambar 3-18.



Gambar 3-18. Bentuk Genteng Uji 1 lembar x 4 Daun.

- b. Menyeting alat sesuai dengan benda yang mau di uji dengan cara menyeting jarak tumpu genteng uji kuat lentur, yaitu di samakan dengan jarak antar reng. Hal ini di tunjukkan pada gambar 3-19.



(a)

(b)

Gambar 3-19. (a) Gambar *Loading Nose* berupa Kayu untuk Penekan,
(b) Gambar Penumpu di Seting Berdasarkan Jarak Reng.

- c. Setelah siap alat pengujinya langsung letakan spesimen uji pada alat uji seperti terlihat pada gambar 3-20. Saat itu alat belum diberi beban tekan. Tekanan pada alat uji kuat lentur masih dalam kondisi nol.



Gambar 3-20. Produk Siap di Uji.

- d. Proses pemberian beban tekan pada spesimen uji secara kontinyu yaitu setiap 12.5 kgf per kenaikan beban. Sampai benda uji tidak mampu lagi menahan beban, ditunjukkan oleh gambar 3-21. Mencatat hasil pengujian saat spesimen mengalami beban tekan maksimal dan catat juga defleksinya. Data pengujian kuat lentur dapat dilihat pada tabel 3-2.



Gambar 3-21. *Prototype* tidak Patah / Retak pada Saat Beban Maksimal.

Tabel 3-2. Data Pengujian Kuat Lentur.

No	Genteng Komposit I		Genteng Komposit II		Genteng Komposit III	
	Beban (kgf)	Defleksi (0.01 mm)	Beban (kgf)	Defleksi (0.01 mm)	Beban (kgf)	Defleksi (0.01 mm)
2	0	0	0	0	0	0
3	12,5	195	12,5	150	12,5	260
4	25	295	25	622	25	380
5	37.5	355	37.5	798	37.5	495
6	50	420	50	987	50	610
7	62.5	480	62.5	1135	62.5	685
8	75	530	75	1438	75	821
9	87.5	590	90	1770	87.5	920
10	100	645	90	2085	100	1067
11	112.5	710	87.5	2170	112.5	1240
12	125	771	87.5	2505	125	1280
13	137.5	823	75	2705	137.5	1478
14	150	880	70	2865	150	1780
15	162.5	951	62.5	3045	142.5	2110
16	212.5	1195			140	2283
17	225	1250			135	2340
18					125	2450



Gambar 3-22. *Prototype* Patah Pada Saat Tidak Mampu Lagi Menahan Beban.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan Karakteristik Genteng Komposit

Dalam pengumpulan data ini diarahkan untuk mengetahui karakteristik dari genteng yang dihasilkan, berdasarkan perhitungan massa matrik, fraksi massa serat, fraksi volume serat, fraksi massa resin, fraksi volume resin.

Tabel 4-1. Berat dan Komposisi Genteng Komposit Serat Bulu Ayam.

No	Jenis Genteng	Berat Genteng (kg)	Vm (%)		Pengepresan	Tekanan (bar)
			Serat	Resin		
1	Genteng Komposit I	3.122	15	85	Tidak menggunakan mesin press	Tidak ditentukan
2	Genteng Komposit II	2.192	20	80	Mesin pres	20
3	Genteng Komposit III	2.156	30	70	Mesin pres	20

Tabel 4-2. Data Dimensi Karakteristik Genteng Komposit Serat Bulu Ayam.

Jenis genteng	Komposisi	m_f (gr)	m_c (gr)	m_m (gr)	W_f (%)	V_f (%)	W_m (%)	V_m (%)
Genteng Komposit I	Fraksi massa serat 15 %	450	3122	2672	14.4	17.9	85.5	76.7
Genteng Komposit II	Fraksi massa serat 20 %	500	2192	1692	22.8	25.7	77.1	67.8
Genteng Komposit III	Fraksi massa 30 %	750	2156	1406	34.7	34.5	65.2	55.2

Keterangan :

m_f	= Massa serat	(gr)
m_c	= Massa komposit	(gr)
m_m	= Massa matrik	(gr)
ρ_f	= Massa jenis serat	(gr/cm ³)
ρ_m	= Massa jenis matrik	(gr/cm ³)
W_f	= Fraksi massa serat	(%)
W_m	= Fraksi massa matrik	(%)
V_f	= Fraksi volume serat	(%)
V_m	= Fraksi volume matrik	(%)
P	= Baban maksimal alat uji	(kg)

4.1.1 Perhitungan Karakteristik Komposit

Genteng komposit I :

1. Mencari Massa Matrik (m_m)

$$\begin{aligned}
 m_m &= m_c - m_f \\
 &= 3122 - 450 \\
 &= 2672 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

2. Mencari Fraksi Massa Serat (W_f)

$$\begin{aligned}
 W_f &= \frac{m_f}{m_c} \times 100 \% \\
 &= \frac{450}{3122} \times 100 \% \\
 &= 14.4 \%
 \end{aligned}$$

3. Mencari Fraksi Volume Serat (V_f)

$$V_f = \frac{\left(\frac{m_f}{\rho_f} \right)}{\left(\frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m} \right)} \times 100\%$$

$$V_f = \frac{\frac{450}{0,8}}{\frac{450}{0,8} + \frac{3122}{1,215}} \times 100\%$$

$$V_f = 17,9 \%$$

4. Mencari Fraksi Massa Matrik (W_m)

$$W_m = \frac{m_m}{m_c} \times 100 \%$$

$$= \frac{2672}{3122} \times 100 \%$$

$$W_m = 85.5 \%$$

5. Mencari Fraksi Volume Matrik

$$V_m = \frac{\left(\frac{m_m}{\rho_m} \right)}{\left(\frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m} \right)} \times 100\%$$

$$= \frac{\left(\frac{2672}{1,215} \right)}{\left(\frac{450}{0,8} + \frac{2672}{1,215} \right)} \times 100\%$$

$$= 76.7 \%$$

Untuk genteng komposit II dan III dihitung dengan cara yang sama.

4.1.2 Analisis Pengujian Ketahanan Terhadap Perembesan Air, Daya Serap Air Dan Kuat Lentur

Dalam pengumpulan data ini diarahkan untuk mengetahui kekuatan genteng yang dihasilkan, berdasarkan pengujian ketahanan terhadap perembesan air, daya serap air dan kuat lentur.

Tabel 4-3. Hasil Pengujian Ketahanan Terhadap Perembesan Air.

No	Jenis Genteng	Ketahanan Terhadap Perembesan Air			Ketahanan Terhadap Perembesan Air
		Berat Kering (kg)	Berat Basah (kg)	Perembesan Air (%)	
1	Genteng Komposit 1	3.122	3.126	0.12	Tahan (tidak terjadi tetesan air)
2	Genteng Komposit 2	2.192	2.192	0	Tahan (tidak terjadi tetesan air)
3	Genteng Komposit 3	2.156	2.159	0.13	Tahan (tidak terjadi tetesan air)

Dari hasil pengujian pada tabel 4-3 memperlihatkan bahwa pada genteng komposit I, II, dan III, ketahanan terhadap perembesan air sangat baik, terbukti dengan sisi genteng bagian bawah tetap kering (tidak ada yang menetes). Hal tersebut terjadi dikarenakan tidak adanya retakan ataupun lubang akibat kegagalan produk. Proses *finishing* sudah optimal sehingga permukaan genteng tidak terlalu banyak pori-pori yang dapat menyebabkan perembesan air, meskipun air dituangkan dan di diamkan pada sisi atas bagian genteng selama 36 jam lebih, genteng masih mampu menahan air agar tidak menetes.

Keterangan : Berat kering (W_K)

Berat basah (W_B)

Ketahanan terhadap perembesan air (KPA)

$$KPA = \frac{W_B - W_K}{W_K} \times 100\%$$

1. Pada genteng komposit I

diketahui : $W_K = 3,122$ kg dan $W_B = 3,126$ kg,

$$\begin{aligned} KPA &= \frac{W_B - W_K}{W_K} \times 100\% \\ &= \frac{3,126 - 3,122}{3,122} \times 100\% \end{aligned}$$

$$KPA = 0,12 \%$$

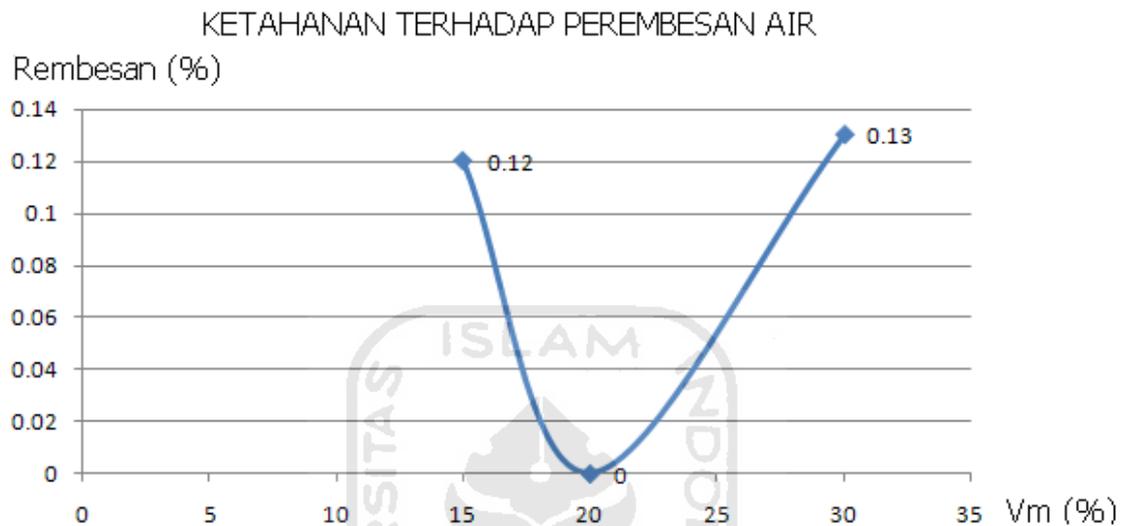
Untuk genteng komposit II dan III dihitung dengan cara yang sama.

Pada genteng komposit serat bulu ayam dengan fraksi massa serat 15 % ketahanan terhadap perembesan airnya mencapai 0.12 %. Dalam pembuatan genteng komposit I, proses pengepresan *prototype* tidak menggunakan mesin press sehingga mengakibatkan menurunnya performa atau kecepatan resin pada saat mengisi celah dalam susunan komposit. Walaupun komposisi *prototype* mencapai 15 % serat : 85 % resin, komposisi ini tidak akan menentukan hasil yang lebih baik ataupun mampu meminimalkan terjadinya perembesan air, kalau tidak ditunjang proses pengepresan yang maksimal. Dalam proses pengepresan yang tidak optimal juga dapat menyebabkan *void*, hal ini terjadi akibat faktor interaksi antar susunan komposit yang belum mencapai fase sempurna tetapi terlebih dahulu mencapai fase kering. Permukaan genteng yang terdapat pori-pori diakibatkan oleh proses *finishing* yang tidak tepat cara pemrosesannya, sehingga dapat menyebabkan terjadinya perembesan. Genteng komposit I dengan fraksi massa 15 % serat : 85 % resin rembesannya mendekati genteng komposit III dengan fraksi massa 30 % serat : 70 % resin. Seharusnya dengan komposisi tersebut prosentase perembesan genteng komposit I sama atau lebih baik dari genteng komposit II.

Pada genteng komposit serat bulu ayam dengan fraksi massa serat 20 % ketahanan terhadap perembesan airnya mencapai 0 %. Hal ini disebabkan tidak adanya cacat pada permukaan genteng berupa pori-pori yang dapat menyebabkan perembesan air. Komposisi *prototype* juga sudah optimal sehingga menyebabkan susunan komposit menjadi lebih baik. Permukaan genteng yang baik diperoleh dari proses *finishing* yang baik juga. Genteng komposit II adalah *prototype* yang dibuat terakhir sehingga pada proses *finishing*nya sudah menemukan cara yang tepat untuk menghasikan permukaan genteng komposit yang optimal.

Pada genteng komposit serat bulu ayam dengan fraksi massa serat 30 % ketahanan terhadap perembesan airnya mencapai 0.13 %. Hal ini disebabkan adanya cacat pada genteng berupa *void* karena serat yang terkandung dalam susunan komposit mencapai 30 %. Sehingga menyebabkan terjadinya *void* dalam susunan komposit cukup besar. Kemampuan resin untuk mengisi celah dalam susunan komposit kurang maksimal sehingga interaksi antar susunan komposit belum sempurna tetapi sudah mencapai fase kering. Permukaan genteng yang

terdapat pori-pori juga dapat mengakibatkan terjadinya perembesan, hal ini diakibatkan oleh proses *finishing* yang kurang optimal. Genteng komposit III layak digunakan karena syarat uji ketahanan terhadap perembesan air yaitu tidak sampai terjadi tetesan pada batas minimum waktu yang telah ditentukan. Grafik hasil pengujian ketahanan terhadap perembesan air dapat dilihat pada gambar 4-1.



Gambar 4-1. Grafik Pengujian Ketahanan Terhadap Perembesan Air.

Tabel 4-4. Hasil Pengujian Daya Serap Air.

No	Jenis Genteng	Daya Serap Air				Ketahanan Terhadap Serapan Air (maksimum 0.05 (gr/cm ²))
		Berat Kering (kg)	Berat Basah (kg)	Selisih (%)	Daya Serap Maksimal (gr/cm ²)	
1	Genteng Komposit 1	3.122	3.127	0.16	0.0011	Tahan (tidak melebihi batas maksimum)
2	Genteng Komposit 2	2.192	2.195	0.13	0.00071	Tahan (tidak melebihi batas maksimum)
3	Genteng Komposit 3	2.156	2.16	0.18	0.00095	Tahan (tidak melebihi batas maksimum)

Dari hasil pengujian pada tabel 4-4 memperlihatkan bahwa pada genteng komposit I, II, dan III, pada pengujian daya serap air sangat baik, terbukti dengan selisih berat kering dan basah tidak melebihi batas maksimal yang ditentukan.

Keterangan : Berat kering (W_K)

Berat basah (W_B)

Daya serap air (DSA)

Luas penampang genteng (A)

Selisih antara berat kering dan basah (W_s)

Daya serap maksimal (DSM)

$$DSA = \frac{W_B - W_K}{W_K} \times 100\% \quad ; \quad DSM = \frac{W_s}{A}$$

1. Pada genteng komposit I

diketahui : $W_K = 3,122 \text{ kg}$; $W_B = 3,127 \text{ kg}$; $A = 4183 \text{ cm}^2$ dan $W_s = 0,005 \text{ kg} = 5 \text{ gr}$

$$\begin{aligned} \text{a. } DSA &= \frac{W_B - W_K}{W_K} \times 100\% \\ &= \frac{3,127 - 3,122}{3,122} \times 100\% \end{aligned}$$

$$DSA = 0,16 \%$$

$$\text{b. } DSM = \frac{W_s}{A} = \frac{5}{4183}$$

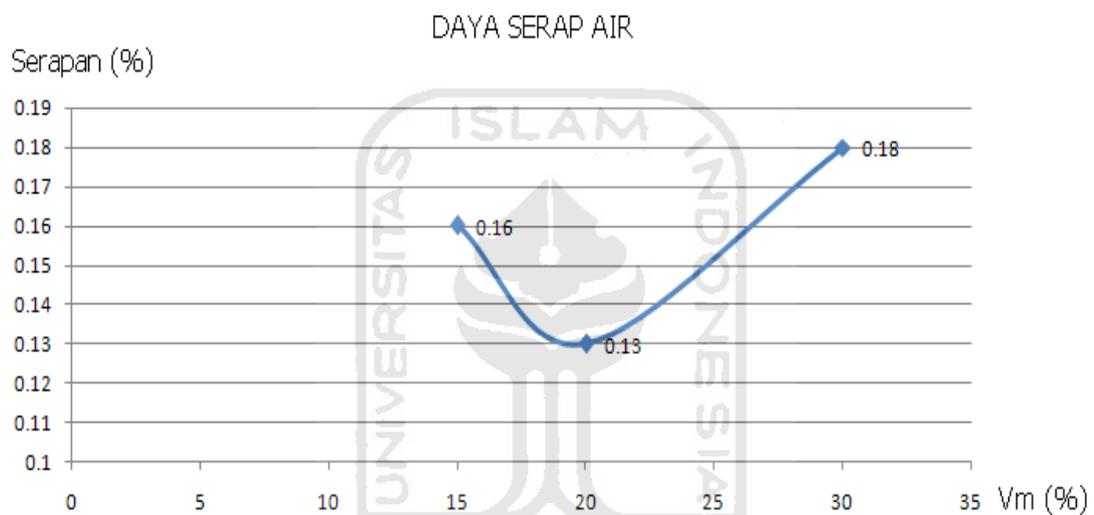
$$DSM = 0,0011 \text{ gr/cm}^2$$

Untuk genteng komposit II dan III dihitung dengan cara yang sama.

Pada genteng komposit serat bulu ayam dengan fraksi massa serat 15 % daya serap airnya mencapai 0.16 %. Dalam pembuatan genteng komposit I, proses pengepresan *prototype* tidak menggunakan mesin press sehingga mengakibatkan menurunnya performa atau kecepatan resin pada saat mengisi celah dalam susunan komposit. Walaupun komposisi *prototype* mencapai 15 % serat : 85 % resin. Komposisi ini tidak akan menentukan hasil yang lebih baik ataupun meminimalkan terjadinya serapan air, kalau tidak ditunjang proses pengepresan

yang maksimal. *Void* juga dapat terjadi akibat faktor interaksi antar susunan komposit yang belum sempurna tetapi sudah mencapai fase kering.

Permukaan genteng yang terdapat pori-pori diakibatkan oleh proses *finishing* yang tidak tepat cara pemrosesannya. Sehingga dapat menyebabkan terjadinya serapan air. Genteng komposit II daya serap airnya 0,13 % paling rendah karena proses *finishing* dan komposisinya tepat sedangkan genteng komposit III daya serap airnya 0,18 % paling tinggi dikarenakan jumlah seratnya paling banyak dan proses *finishing* belum optimal. Grafik hasil pengujian daya serap air ditunjukkan pada gambar 4-2.



Gambar 4-2. Grafik Pengujian Daya Serap Air.

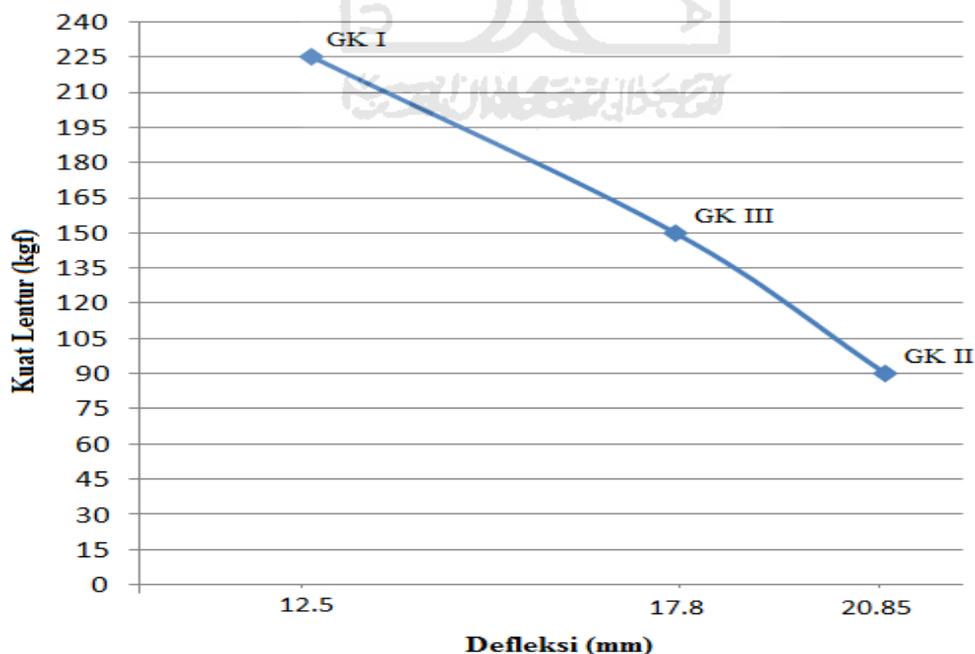
Tabel 4-5. Hasil Pengujian Kuat Lentur.

No	Jenis Genteng	Vm (%)	Pengujian		Hasil
			Kuat Lentur (kgf)	Defleksi (mm)	
1	Genteng Komposit 1	15	225	12.5	Terjadi retakan
2	Genteng Komposit 2	20	90	20.85	Tidak terjadi retakan
3	Genteng Komposit 3	30	150	17.8	Tidak terjadi retakan

Data dari hasil pengujian lentur yang ditampilkan pada tabel 4-5 bahwa kuat lentur genteng komposit I mampu menahan beban maksimal

225 kgf. Artinya kuat genteng tersebut dapat menahan beban bukan kejut secara kontinyu mencapai pembebanan maksimal 225 kgf, dan *prototype* sudah mulai mengalami keretakan ataupun patahan. Genteng komposit II mampu menahan beban maksimal 90 kgf dengan kondisi *prototype* tidak mengalami kerusakan, begitu juga untuk genteng komposit III yang mampu menahan beban maksimal 150 kgf tanpa mengalami kerusakan.

Sehingga genteng komposit bulu ayam layak digunakan karena sejatinya kekuatan lentur genteng yang dibutuhkan hanya sebatas untuk menahan beban air yang mengalir di atasnya. Yang menjadi keunggulan dari genteng komposit bulu ayam adalah jika di lihat dari defleksi genteng komposit I, II, III, yaitu 12,5 mm, 20,85 mm, dan 17,8 mm, ternyata lebih rendah dan kemampuan menahan bebannya tinggi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa genteng tersebut lebih kaku dan pada saat dipasang sebagai atap lebih kuat dan tidak mudah berubah bentuk pada saat diterpa angin ataupun terkena tekanan. Genteng dikatakan baik apabila mampu menahan beban tinggi, tidak terlalu lentur, tidak getas. Grafik hasil pengujian kuat lentur dapat dilihat pada gambar 4-3.



Gambar 4-3. Grafik Pengujian Kuat Lentur.

4.2 Analisis Bentuk Patahan Pengujian Kuat Lentur

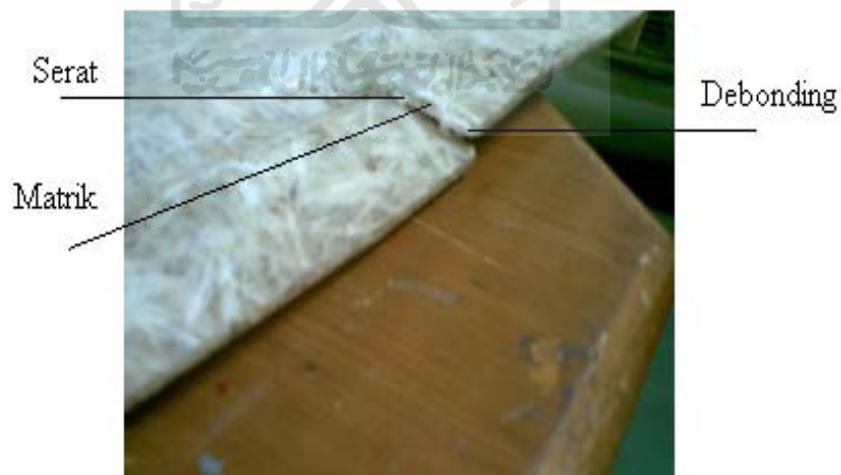
a. Genteng Komposit I.



Gambar 4-4. Bentuk Patahan Genteng Komposit I.

Patahan yang terjadi pada genteng komposit I adalah patahan tunggal hal ini disebabkan karena serat putus akibat beban tekan, sedangkan matrik sudah tidak mampu lagi menahan beban tambahan. Pada patahan tersebut terlihat rapi dikarenakan jumlah matrik lebih banyak dibandingkan serat dan mengakibatkan *prototype* menjadi getas. Patahan pada gambar 4-4 juga dapat disebut patah banyak karena patahan terjadi lebih dari satu bidang dan patah tunggal adalah patahan yang terjadi pada satu bidang saja.

b. Genteng Komposit II.



Gambar 4-5. Bentuk Patahan Genteng Komposit II.

Patahan genteng komposit II adalah *debonding* hal ini disebabkan oleh lepasnya bidang kontak matrik karena pada fase interaksi antar matiknya belum

sempurna (matrik tidak tercampur dengan sempurna dan matrik sudah kering terlebih dahulu sebelum matrik mampu masuk ke celah susunan komposit). Sehingga menyebabkan kemampuan menahan bebanya rendah.

c. Genteng Komposit III.



Gambar 4-6. Bentuk Patahan Genteng Komposit III.

Dari hasil uji kuat lentur genteng komposit III, di dominasi *fiber pull out*, *debonding* dan patah banyak. Hal ini terjadi karena ketika jumlah serat yang putus akibat beban tekan cukup banyak tetapi kekuatan *interface* masih baik, serat mampu mendistribusikan beban ke sekitarnya, sehingga terlihat bentuk patahannya tidak rapi.

Pada hasil pengujian genteng komposit I, II, dan III, hanya genteng komposit I yang mengalami kerusakan pada saat dikenai beban maksimal, dikarenakan komposisi genteng komposit I belum optimal dan masih terlalu banyak matrik sehingga *prototype* menjadi getas, mudah patah atau retak. Bagian *prototype* genteng komposit I, II, dan III, yang rusak terlebih dahulu pada saat dikenai beban tekan adalah bagian pinggir kanan atau kiri pada *prototype*.

4.3 Kegagalan Dalam Pembuatan *Prototype*

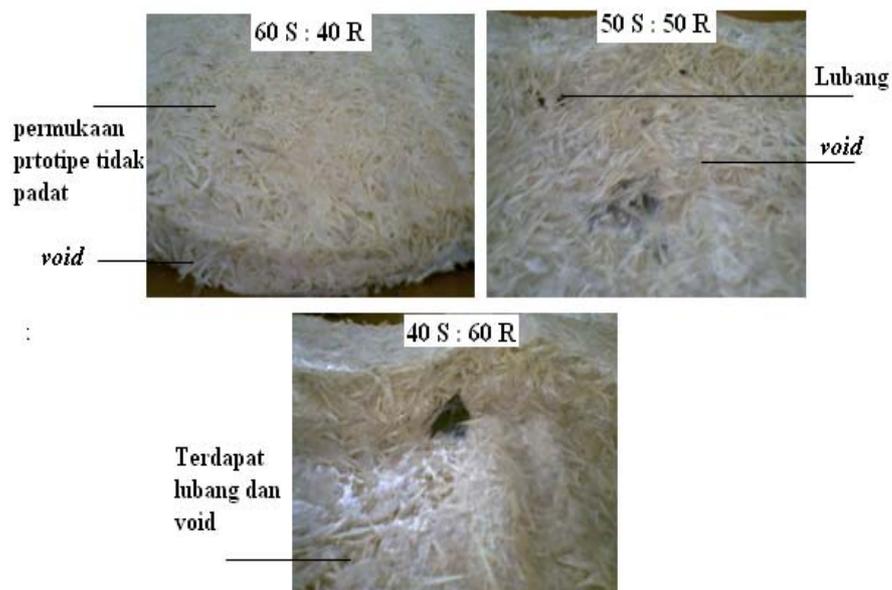
Kegagalan dalam pembuatan *prototype* disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain :

- a. Komposisi antara resin, katalis dan bulu ayam kurang tepat.
- b. Pada saat pengepresan kurang maksimal, karena tidak menggunakan mesin *press hidrolik*.
- c. Pemerataan dan penekanan bulu ayam belum maksimal tetapi cetakan sudah terlebih dahulu disatukan.



Gambar 4-7. Komposisi Hasil *Prototype* Yang Gagal.

Genteng komposit dengan fraksi massa 60 % serat : 40% resin terdapat banyak lubang, *void*, permukaan genteng empuk dan tidak rata. Hal ini disebabkan karena jumlah resin tidak mampu untuk membasahi seluruh jumlah bulu ayam dan pengepresannya hanya dilakukan dengan pembebanan biasa. Begitu juga dengan komposisi 50 serat : 50 resin dan 40 serat : 60 resin, tetapi pada proses ini sudah mengalami kemajuan yaitu lubang yang terjadi menjadi lebih sedikit dan permukaan lebih rata dan lebih padat. Ditunjukkan pada gambar 4-8.

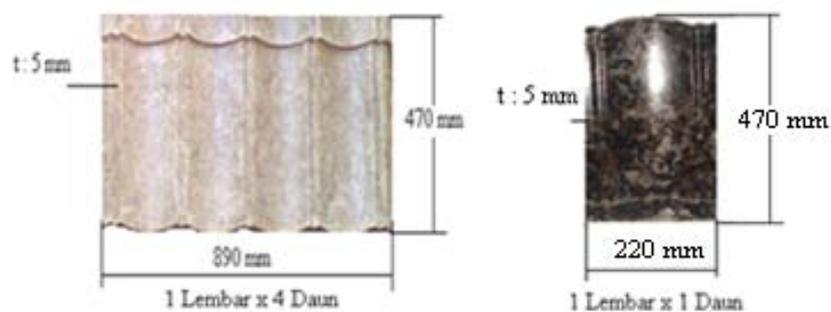


Gambar 4-8. Permukaan *Prototype* tidak Layak di Proses *Finishing*.

4.4 Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya

Perbandingan yang peneliti lakukan dengan proses sebelumnya adalah perbandingan dari proses pengujiannya. Pada penelitian kali ini proses pengujian ketahanan terhadap perembesan air dan daya serap air dilakukan minimal 36 jam karena genteng komposit termasuk genteng khusus sedangkan penelitian sebelumnya dilakukan 24 jam. Untuk pengujian kuat lentur penelitian kali ini melakukan pengujian terhadap seluruh bagian genteng yaitu 1 lembar x 4 daun sedangkan penelitian sebelumnya hanya 1 Lembar x 1 daun.

4.4.1 Perbedaan Ukuran Produk Uji



Gambar 4-9. Dimensi Produk Genteng Komposit.



1 Lembar x 1 Daun

1 Lembar x 4 Daun

Gambar 4-10. Perbandingan Pengujian Kuat Lentur.

Dari hasil analisis pengujian kuat lentur dengan produk 1 lembar x 4 daun maka akan terjadi peningkatan kekuatan genteng komposit serat bulu ayam cukup besar karena dimensi produk berupa panjang, lebar dan tebal/tinggi akan mempengaruhi kekuatan produk tersebut.

4.5 Pengepresan Tanpa Menggunakan Mesin *Press* Mempengaruhi Kualitas Genteng.

Dari hasil analisis pengujian ketahanan terhadap perembesan air, daya serap air dan kuat lentur. Genteng komposit I mengalami perembesan dan daya serap air cukup tinggi mencapai 0.12 % dan 0.16 % di bandingkan dengan genteng komposit II dan III, hal tersebut dikarenakan variasi komposisi serat, faktor pengepresan dan *finishing*. Faktor pengepresan akan mempengaruhi kualitas dan ketebalan genteng, dengan pengepresan yang tidak optimal yaitu tidak menggunakan mesin *press*, pendistribusian beban tidak akan merata yang menyebabkan terjadinya *void* karena kecepatan matrik pada fasa cair untuk mengisi rongga pada susunan komposit tidak optimal. Pertemuan antara serat dan matrik pada saat sudah memadat juga tidak akan optimal karena pada fasa cair pengepresannya tidak mampu mendistribusikan beban secara merata sehingga interaksi antara serat dan matrik terhambat. Pada saat genteng komposit dikenai beban maka tegangan yang seharusnya didistribusikan matrik ke serat, sebagian tegangan ada yang masuk ke *void* mengakibatkan produk menjadi lebih getas.

BAB V

PENUTUP

Bab ini menjelaskan beberapa kesimpulan sesuai dengan uraian yang telah dipaparkan pada bab-bab sebelumnya, serta saran-saran bagi pengembangan perancangan dalam pembuatan genteng komposit bulu ayam lebih lanjut.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa limbah bulu ayam dapat di tingkatkan nilai kegunaannya yaitu dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat komposit yang bernilai seni tinggi.

Pada uji kelayakan genteng yang meliputi pengujian ketahanan terhadap perembesan air, daya serap air dan kuat lentur dinyatakan layak untuk dibuat genteng. Dari hasil analisis, genteng komposit dengan variasi fraksi massa serat 20 % memiliki ketahanan terhadap perembesan air yang optimal mencapai 0 % sehingga sangat layak digunakan sebagai penutup atap karena ketahanan terhadap perembesan airnya sangat baik. Daya serap air hasil analisis, genteng komposit variasi fraksi massa 20 % lebih optimal dibandingkan variasi fraksi massa 15 % dan 30 % yaitu daya serap airnya 0.13 %. Genteng komposit dengan variasi fraksi massa serat 15 % memiliki kekuatan lentur mencapai 225 kgf sehingga lebih getas dibandingkan variasi fraksi massa genteng komposit yang lain. Defleksi yang paling tinggi dari hasil analisis adalah variasi fraksi massa 20 % mencapai 20.85 mm sehingga kurang baik digunakan sebagai penutup atap karena sangat lentur.

Dari hasil analisis maka genteng komposit III dengan fraksi massa serat 30% memiliki kriteria paling baik sebagai syarat untuk digunakan sebagai genteng penutup atap karena kemampuan untuk menahan bebannya tinggi mencapai 150 kgf dengan defleksinya tidak terlalu tinggi yaitu 17.80 mm serta ketahanan terhadap perembesan air dan daya serap airnya sangat baik. Sehingga komposisi genteng komposit serat bulu ayam yang paling optimal adalah dengan fraksi massa serat 30 %.

5.2 Saran

Saran-saran berikut diberikan untuk pengembangan penelitian berikutnya :

1. Perlunya pembaharuan desain dan kekuatan cetakan agar produk genteng komposit bulu ayam dimensinya lebih tepat.
2. Dilakukan percobaan dengan merubah komposisi berulang-ulang untuk menghasilkan optimasi yang lebih tinggi dan kualitas produk yang lebih baik.
3. Penambahan mesin *press* yang sesuai dengan kebutuhan pembuatan genteng komposit bulu ayam (proses pengepresan) akan mempengaruhi hasil dan kekuatan produk.



DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, (1997). "*Compression molding is a method of molding in which the molding material*".
- Anonim, Annual Book ASTM D638 Standar, USA, 1998.
- Anonim, "*Technical Data Sheet of Unsaturated Polyester*". Justus Kimia Raya Industry, Jakarta.
- Asmi, N. (2011). "*Uji Kelayakan Genteng Komposit Bulu Ayam*", Jurusan Teknik Mesin UII. Tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Bartels, (2003). *Variations in the morphology, distribution, and arrangement of feathers in domesticated birds. Journal of Experimental Zoology (Mol. Dev.Evol.)*.
- Chawla, (1987). *Composit Material : Science and Engineering*, Springer Verlag, New York.
- Dinas Pertanian Dan Peternakan Kabupaten dan Kota, D@TiN 2007.
- Fraser, R.D.B. (1996). *The Moleculer Structure and Mechnical Properties of Keratins*.
- Gibson, (1994). 157, "*Principles Of Composite Material Mechanics*".
- Rakhmat, Y. (2009). "*pembuatan komposit dari serat rachis bulu ayam dengan matrik polyester*". Jurusan Teknik Mesin UII. Tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Rao Ananda V., Satapathy Alok., Mishra, S.C. (2001). *Polymer composites reinforced with short fibers obtained from poultry feathers (On-line)* Available at <http://dspace.nitrkl.ac.in/dspace>.

Schwartz. (1984). '*Composite Materials Handbook*', McGraw-Hill Book Company, New York, USA.

Schmidt, W.F. (1998). Innovative Feather Utilization Strategies. *1998 National Poultry Waste Management Symposium Proceedings*.

Sudarmoko., & Hariyanto. (2001). "*Genteng beton dengan substitusi tra*"s. Teknik Sipil Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

Sutrisno, 2005, *Pengolahan Limbah bulu ayam* [http:// www.limbah unggas .com](http://www.limbah unggas .com).

Tenoyo, P.B. (2010). "*pengaruh komposisi serat bulu ayam terhadap sifat konduktifitas termal sebagai atap rumah*" , Jurusan Teknik Mesin UII. Tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Winandy, (2003). "*Analysis of three-year Wisconsin temperature histories for roof systems using wood, wood-thermoplastic composite, and fiberglass shingles*".

Woll, R., & Hong, C. (2004). "*Low Dielectric Constan Materials from Plant Oils and Chicken Feathers*".

(www.simantap/multiroof.htm). (diakses 22/10/2010).





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KAMPUS : Jln. Kaliurang Km.14,4 Telp. (0274) 898471, 898472 Fax. (0274) 895330 eks. 3250 Yogyakarta

SURAT KETERANGAN

Nomor : 114 / Ka.Lab / 70 / LBKT / VIII / 2011

Menurut hasil uji Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik pada pengujian Genteng Komposit Bulu Ayam dengan No. 114 / Ka.Lab / 70 / LBKT / VIII / 2011 yang meliputi pengujian Ketahanan Terhadap Perembesan Air, Daya Serap Air, dan Kuat Lentur, dari hasil pengujian tersebut dinyatakan bahwa genteng komposit bulu ayam layak dipergunakan sebagai atap rumah, dan memenuhi persyaratan pengujian.

Demikian surat keterangan ini dan atas kerjasama yang baik kami ucapkan terimakasih.

Yogyakarta, 8 Agustus 2011

Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

Ir. A. Kadir Aboe, MS.





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KAMPUS : Jln. Kalirang Km.14,4 Tejp. (0274) 898471, 898472 Fax. (0274) 895330 eks. 3250 Yogyakarta

HASIL PENGUJIAN GENTENG KOMPOSIT SERAT BULU AYAM

No. 114 / Ka. Lab / BKT / 70 / VIII / 2011

Keperluan : Tugas Akhir

Keteranagn :

No	Jenis Genteng	Jenis Serat Penguat	Berat Genteng (kg)	Fraksi Masa (%)		Pengepresan	Tekanan (bar)
				Serat	Resin		
1	Genteng Komposit 1	Bulu Ayam	3.122	15	85	Pembebanan biasa	Tidak ditentukan
2	Genteng Komposit 2	Bulu Ayam	2.192	20	80	Mesin pres	20
3	Genteng Komposit 3	Bulu Ayam	2.156	30	70	Mesin pres	20

Pengujian :

No	Jenis Genteng	Ketahanan Terhadap Perembesan Air		Ketahanan Terhadap Perembesan Air
		Berat Kering (kg)	Berat Basah (kg)	
1	Genteng Komposit 1	3.122	3.126	Tahan (tidak terjadi tetesan air)
2	Genteng Komposit 2	2.192	2.192	Tahan (tidak terjadi tetesan air)
3	Genteng Komposit 3	2.156	2.159	Tahan (tidak terjadi tetesan air)





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KAMPUS : Jln. Kaliurang Km.14,4 Telp. (0274) 898471, 898472 Fax. (0274) 895330 eks. 3250 Yogyakarta

No	Jenis Genteng	Daya Serap Air		Ketahanan Terhadap Serapan Air (maksimum 0.05 (gr/cm ²))
		Berat Kering (kg)	Berat Basah (kg)	
1	Genteng Komposit 1	3.122	3.127	0.16
2	Genteng Komposit 2	2.192	2.195	0.13
3	Genteng Komposit 3	2.156	2.16	0.18

No	Jenis Genteng	Fraksi Masa (%)		Berat Genteng (kg)	Pengujian		Hasil
		Serat	Resin		Kuat Lentur (kg)	Defleksi (mm)	
1	Genteng Komposit 1	15	85	3.122	225	12.5	Terjadi retakan
2	Genteng Komposit 2	20	80	2.192	90	20.85	Tidak terjadi retakan
3	Genteng Komposit 3	30	70	2.156	150	17.8	Tidak terjadi retakan

Disahkan

Kepala Laboratorium BKT,
Dr. A. Kadir Aboe, MS.



Yogyakarta, 8 Agustus 2010

Dikerjakan oleh

Edy Priyono

(06 525 028)