

**SKRIPSI**

**ANALISIS**

**PENGARUH *TEMPERATURE TREATMENT***

**PLAFON KOMPOSIT SERAT RUMPUT PAYUNG (*Cyperus Alternifolius*)**

**DENGAN *MATRIX EPOXY* TERHADAP KEKUATAN *SAGGING***

**BIDANG REKAYASA STRUKTUR DAN MATERIAL**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memeroleh Gelar Sarjana Teknik



**Oleh :**

**Agatha Putri Rosalia**

**201432001**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA KARYA**

**MALANG**

**2019**

**SKRIPSI**

**ANALISIS**

**PENGARUH *TEMPERATURE TREATMENT*  
PLAFON KOMPOSIT SERAT RUMPUT PAYUNG (*Cyperus Alternifolius*)  
DENGAN *MATRIX EPOXY* TERHADAP KEKUATAN *SAGGING***

**BIDANG REKAYASA STRUKTUR DAN MATERIAL**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memeroleh Gelar Sarjana Teknik



HALAMAN SAMBUL

**Oleh :**

**Agatha Putri Rosalia**

**201432001**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA KARYA  
MALANG  
2019**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**ANALISIS**

**PENGARUH *TEMPERATURE TREATMENT***

**PLAFON KOMPOSIT SERAT RUMPUT PAYUNG (*Cyperus Alternifolius*)**

**DENGAN *MATRIX EPOXY* TERHADAP KEKUATAN *SAGGING***

**BIDANG REKAYASA STRUKTUR DAN MATERIAL**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memeroleh Gelar Sarjana Teknik

**Disusun Oleh :**

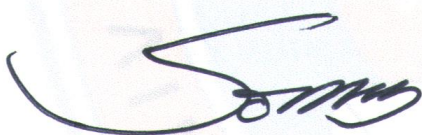
**Agatha Putri Rosalia**

**201432001**

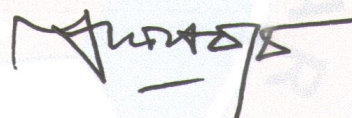
Disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



**Benedictus Sonny Y., S.Pd., M.T.**  
NIDN. 0720038001



**Dr. Ir. Anna Catharina S.P.S., M.Si**  
NIDN. 0720038001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Jurusan Teknik Sipil,



**Benedictus Sonny Y., S.Pd., M.T.**  
NIDN. 0720038001



**Sunik, S.T., M.T.**  
NIDN. 0714067401

# LEMBAR PENGESAHAN

## SKRIPSI

Telah diuji dan disahkan oleh Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Karya Malang dan diterima untuk memenuhi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Hari Sabtu Tanggal 15 Juni 2019

### ANALISIS PENGARUH *TEMPERATURE TREATMENT* PLAFON KOMPOSIT SERAT RUMPUT PAYUNG (*Cyperus Alternifolius*) DENGAN *MATRIX EPOXY* TERHADAP KEKUATAN SAGGING

Disusun Oleh :

**Agatha Putri Rosalia**

**201432001**

Disetujui oleh,

Dosen Penguji I,

**Ir. D. J. Djoko H. S., M.Phil., Ph.D**  
NIDN. 0031016602

Dosen Penguji II,

**Benedictus Sonny Y., S.Pd., M.T.**  
NIDN. 0720038001

Dosen Penguji Saksi,

**Dr. Ir. Anna Catharina S.P.S., M.Si**  
NIDN. 0720038001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



**Benedictus Sonny Y., S.Pd., M.T.**  
NIDN. 0720038001

Ketua Jurusan Teknik Sipil,



**Sunik, S.T., M.T.**  
NIDN. 0714067401

## SURAT PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh *Temperature Treatment* Plafon Komposit Serat Rumput Payung (*Cyperus Alternifolius*) dengan *Matrix Epoxy* Terhadap Kekuatan *Sagging* ” merupakan karya tulis asli:

Nama : Agatha Putri Rosalia

NIM : 201432001

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Katolik Widya Karya Malang

Demikian surat keterangan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila terdapat kekeliruan, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Malang, 6 Juli 2019



Agatha Putri Rosalia  
NIM. 201432001

**PERSEMBAHAN**

*“Karena Masa Depan Sungguh Ada dan Harapan-mu Tidak Akan Hilang”*

*Amsal 23 : 18*

Saya mempersembahkan skripsi ini kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu memberi berkat kesehatan dan kekuatan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan
2. Pemberi beasiswa MISEREOR APTIK dan Yayasan PTK Adi Sucipto yang selalu memberi dukungan moril dan materiil selama berkuliah di Universitas Katolik Widya Karya Malang
3. Orangtua dan semua keluarga besar yang selalu memberi dukungan, motivasi dan semangat
4. Dosen – dosen Fakultas Teknik, terutama dosen Jurusan Teknik Sipil : Bapak Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., M.T., Ibu Sunik, S.T., M.T., Ibu Dr. Ir. Anna Catharina S.P.S., M.Si., Ibu Dr. Ir. Agnes Hanna Patty, M.T., Ibu Lila Khamelda, S.T., M.T., dan Ibu Yessy Liemawati, S.T., yang tidak pernah lelah memberi dukungan dan semangat serta dengan sabar membimbing dan membantuku hingga skripsi ini selesai
5. Semua teman – teman Jurusan Teknik Sipil angkatan 2014 dan 2015 yang selalu memberikan dukungan untuk tidak menyerah dan putus asa selama menyelesaikan skripsi ini

Serta semua orang yang tidak dapat kusebutkan satu persatu.

Terima kasih..

Agatha Putri Rosalia

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan limpahan rahmat dan kasih-Nya, skripsi dengan judul “Analisis Pengaruh *Temperature Treatment* Plafon Komposit Serat Rumput Payung (*Cyperus Alternifolius*) dengan *Matrix Epoxy* Terhadap Kekuatan *Sagging*” dapat terselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu tugas akhir yang wajib ditempuh di Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Karya Malang sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan dan dukungan. Untuk itu diucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Benedictus Sonny Yoedono, S.Pd., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Dosen Pembimbing I, serta Dosen Penguji II
2. Ibu Sunik, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil
3. Ibu Dr. Ir. Anna Catharina S.P.S., M.Si selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Dosen Penguji
4. Bapak Ir. D. J. Djoko H. S., M.Phil., Ph.D selaku Dosen Penguji I
5. Pemberi Beasiswa MISEREOR APTIK dan Yayasan PTK Adi Sucipto
6. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan dukungan, doa, dan motivasi
7. Teman – teman Jurusan Teknik Sipil angkatan 2014 dan angkatan 2015 serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang membantu dalam penelitian maupun penulisan skripsi ini.

Masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, baik dalam segi materi maupun teknik penyajiannya. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran yang sangat membangun untuk menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya.

Malang, 01 Juli 2019

Penulis

## ABSTRAKSI

Dalam perkembangan industri saat ini, salah satu material konstruksi yang umum digunakan dan ramah lingkungan salah satunya adalah serat alam yang dapat digunakan sebagai plafon komposit. Plafon komposit dibuat dengan menggunakan perpaduan antara 2 (dua) bahan yaitu serat batang rumput payung yang digunakan sebagai *reinforcement* dan *epoxy* sebagai *matrix*nya. Dalam penelitian ini akan dianalisis pengaruh *temperature treatment* plafon komposit serat rumput payung (*cyperus alternifolius*) dengan *matrix epoxy* terhadap kekuatan *sagging*. Variasi suhu yang digunakan, yaitu : tanpa pemanasan, 90°C, 100°C, dan 110°C dengan jumlah spesimen masing—masing sebanyak 2 buah spesimen untuk masing—masing variasi dengan total 8 buah spesimen. Pengujian *sagging* mengacu pada ASTM C397/397M – 09. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh *temperature treatment* plafon komposit serat rumput payung. Nilai *sagging* pada kondisi *total humidity* maksimum sebesar 0,06757 mm pada spesimen dengan *temperature treatment* 110°C. Nilai *total humidity induced sag* yang terjadi sebanding dengan besarnya penyusutan berat pada spesimen. Nilai *recovery* berbanding lurus dengan besarnya *relative humidity* (RH) yang ada selama pengujian, hal itu terlihat pada spesimen dengan *temperature treatment* 100°C yang memiliki nilai *recovery* 0,03 mm dengan nilai RH yang lebih besar jika dibandingkan dengan spesimen lainnya yaitu sebesar 75%. Pada pengaplikasiannya sebagai produk plafon, pengaruh *temperature treatment* perlu dipertimbangkan di dalam penentuan kekuatan *sagging* yang diinginkan.

**Kata Kunci :** Komposit, Plafon, *Temperature Treatment*, *Sagging*

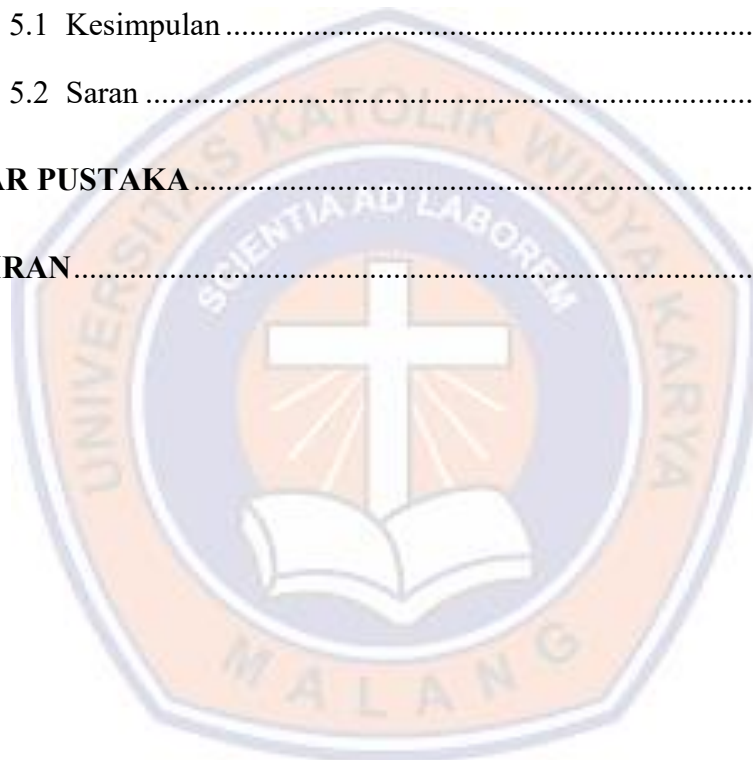


**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>SURAT PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI</b> .....	iv
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAKSI</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Komposit.....	5
2.1.1 Definisi Komposit .....	5
2.1.2 Bahan Penyusun Komposit .....	5

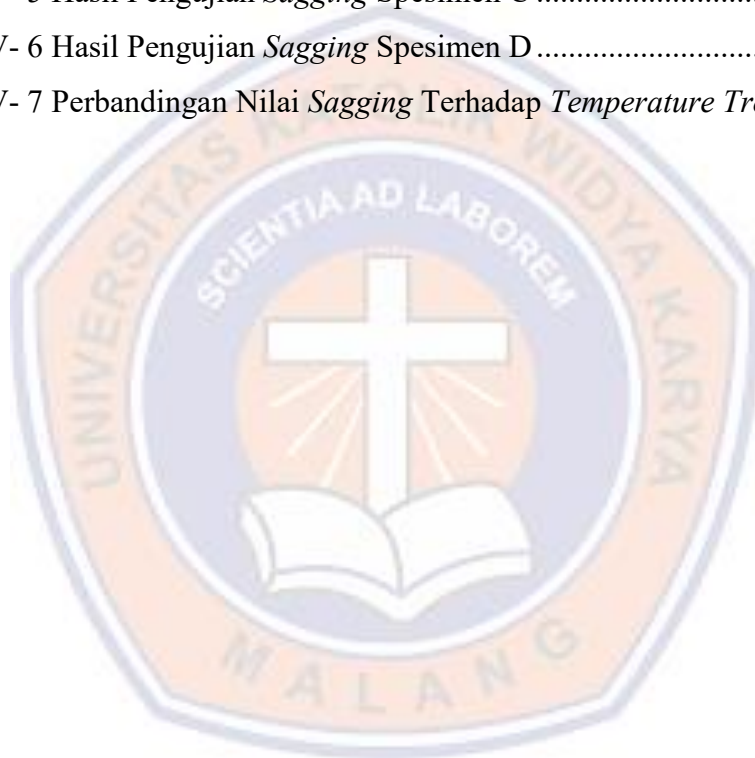
2.1.3 Klasifikasi Komposit.....	6
2.1.4 Kelebihan dan Kekurangan Komposit .....	11
2.2 Komposit Serat Alam.....	11
2.3 Rumput Payung.....	12
2.4 <i>Epoxy</i> .....	13
2.5 Alkalisasi Serat Rumput Payung .....	14
2.6 Plafon.....	14
2.7 <i>Temperature Treatment</i> .....	15
2.8 Penelitian Terdahulu .....	15
2.9 Pengujian <i>Sagging</i> .....	18
2.9.1 Perhitungan Uji <i>Sagging</i> .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.2 Bahan dan Alat.....	21
3.2.1 Bahan.....	21
3.2.2 Alat .....	23
3.3 Tahapan Penelitian.....	30
3.4 Rancangan Penelitian.....	34
3.5 Diagram Alir Penelitian .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1 Hasil.....	39
4.1.1 Tebal Spesimen .....	39
4.1.2 Berat Spesimen.....	40
4.1.3 Pengujian <i>Sagging</i> .....	40
4.2 Pembahasan .....	43
4.2.1 Faktor yang Memengaruhi Hasil.....	43

4.2.2 Perbandingan Nilai <i>Sagging</i> Terhadap Perlakuan <i>Temperature Treatment</i> .....	44
4.2.3 Hubungan <i>Temperature Treatment</i> dengan <i>Relative Humidity</i> .....	46
4.2.4 Hubungan antara Penyusutan Berat dengan <i>Total Humidity Induced Sag</i> .....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	49
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	51
<b>LAMPIRAN</b> .....	53



**DAFTAR TABEL**

Tabel II- 1 Kelebihan dan Kekurangan Komposit .....	11
Tabel III- 1 Jumlah Spesimen .....	34
Tabel IV-1 Perbandingan Tebal Rencana .....	39
Tabel IV- 2 Berat Spesimen Sebelum dan Sesudah <i>Temperature Treatment</i> .....	40
Tabel IV- 3 Hasil Pengujian <i>Sagging</i> Spesimen A .....	41
Tabel IV- 4 Hasil Pengujian <i>Sagging</i> Spesimen B .....	41
Tabel IV- 5 Hasil Pengujian <i>Sagging</i> Spesimen C .....	42
Tabel IV- 6 Hasil Pengujian <i>Sagging</i> Spesimen D .....	42
Tabel IV- 7 Perbandingan Nilai <i>Sagging</i> Terhadap <i>Temperature Treatment</i> .....	44



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar II- 1 Komposit serpih .....	7
Gambar II- 2 Komposit partikel.....	7
Gambar II- 3 <i>Filled Composites</i> .....	8
Gambar II- 4 <i>Laminate Composites</i> .....	8
Gambar II- 5 <i>Fibre Composite</i> .....	8
Gambar II- 6 <i>Aligned Discontinuous Fibre</i> .....	9
Gambar II- 7 <i>Hybrid Fibre Composites</i> .....	9
Gambar II- 8 <i>Randomly Oriented Discontinuous Fibre</i> .....	9
Gambar II- 9 <i>Off-Axis Aligned Discontinuous Fibre</i> .....	9
Gambar II- 10 <i>Woven Fibre Composites</i> .....	10
Gambar II- 11 <i>Continous Fibre Composites</i> .....	10
Gambar II- 12 <i>Set Up</i> Pengujian <i>Sagging</i> .....	18
Gambar II- 13 <i>Set Up</i> Pengujian <i>Sagging</i> .....	19
Gambar III- 1 Batang Rumput Payung ( <i>Cyperus Alternifolius</i> ) .....	21
Gambar III- 2 <i>Epoxy</i> .....	22
Gambar III- 3 <i>Thinner</i> .....	22
Gambar III- 4 Alkali NaOH .....	23
Gambar III- 5 Kayu Penjepit dan Pengaku Serat .....	23
Gambar III- 6 Mesin Pemipih Serat .....	24
Gambar III- 7 Timbangan Digital .....	24
Gambar III- 8 Mesin <i>Press</i> .....	25
Gambar III- 9 Plastik.....	25
Gambar III- 10 Pelat Pembatas Ketebalan .....	26
Gambar III- 11 <i>Spuid</i> .....	26
Gambar III- 12 Gerinda.....	27
Gambar III- 13 Gelas ukur .....	27
Gambar III- 14 Oven.....	28
Gambar III- 15 <i>Dial Gauge</i> .....	28
Gambar III- 16 Rangka Spesimen.....	29
Gambar III- 17 Termometer Ruangan.....	29
Gambar III- 18 <i>Hygrometer</i> .....	30

Gambar III- 19 Benda Uji Ukuran 35 x 35 cm ..... 34  
Gambar III- 20 Susunan Serat Pada Tiap Lamina ..... 35  
Gambar III- 21 *Set Up* Benda Uji ..... 37  
Gambar IV- 1 Peletakan Benda Uji *Dial Gauge* .....39  
Gambar IV- 2 Spesimen Setelah Diberi *Temperature Treatment*..... 45



**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN A <i>Log Book</i> Penelitian.....</b>	<b>A</b>
<b>LAMPIRAN B Lembar Revisi dan Asistensi .....</b>	<b>B</b>
<b>LAMPIRAN C Rumus Standar Deviasi .....</b>	<b>C</b>
<b>LAMPIRAN D <i>Mind Mapping</i> .....</b>	<b>D</b>
<b>LAMPIRAN E Dokumentasi .....</b>	<b>E</b>



**DAFTAR GRAFIK**

Grafik IV- 1 Perbandingan *Temperature Treatment* dengan *Total Humidity*  
*Induced Sag* ..... 45

Grafik IV- 2 Perbandingan *Temperature Treatment* dengan *Recovery* ..... 46

Grafik IV- 3 Perbandingan *Temperature Treatment* dengan *Relative Humidity* .. 46

Grafik IV- 4 Perbandingan Penyusutan Berat dengan *Total Humidity*  
*Induced Sag* ..... 47





## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) sangat memengaruhi kehidupan manusia. Dampaknya adalah aktivitas manusia semakin dipermudah dengan kemajuan teknologi tersebut. Perkembangan yang semakin maju juga berpengaruh terhadap sektor pembangunan dengan bertambah banyaknya inovasi-inovasi baik dalam segi struktur, desain, konstruksi, bahan, maupun material. Inovasi pembangunan yang berkembang saat ini harus mempertimbangkan karakteristik bahan yang mengusung konsep *green material* untuk mengurangi dampak negatif untuk manusia.

*Green material* adalah konsep ramah lingkungan yang digunakan sebagai unsur penyusun konstruksi bangunan. Material yang ramah lingkungan harus memenuhi beberapa aspek, antara lain: mampu mendukung konservasi energi dan penghematan air, kandungan zat emisi yang lebih minimal, dapat menciptakan kualitas dalam udara yang sehat, dan berkontribusi untuk menciptakan bangunan ramah lingkungan dan sehat (Admin, 2018). Dalam perkembangan industri saat ini, salah satu material konstruksi yang umum digunakan dan ramah lingkungan adalah serat alam.

Salah satu produk bahan bangunan yang dapat menggunakan konsep *green material* adalah plafon. Plafon dapat diartikan sebagai pembatas antar ruang atas (atap) dengan ruang bawah. Fungsi plafon adalah sebagai penutup ruang bagian atas. Selain itu, plafon juga berfungsi untuk menjaga kondisi suhu di dalam ruangan akibat radiasi sinar matahari yang menyinari atap bangunan. Fungsi pendukung plafon yang lain yaitu untuk menyembunyikan peralatan *engineering* (seperti: kabel instalasi listrik, telepon, pipa hawa), interior struktur atap ruangan agar tampak lebih indah, dan untuk melindungi ruangan-ruangan di dalam rumah dari rembesan air.

Rumput payung (*Cyperus Alternifolius*) adalah tanaman yang sering disebut payung lembang atau payung raja dikenal memiliki ciri fisik yang khas. Bentuknya menyerupai payung, berbatang lurus dengan daun yang menjari di bagian atasnya.

Bagian pinggir daunnya menyerupai bambu yang tajam dan keras. Kelebihan rumput ini adalah bisa ditanam di dua tempat, di darat maupun air dan dimanfaatkan sebagai tanaman pengolah air limbah. Dengan begitu tanaman ini sering disebut tanaman semi basah dan memiliki tinggi mencapai 2 meter lebih. Dari ciri-ciri yang diuraikan *Cyperus* memiliki batang yang lemah (tidak berkayu), dan tidak mudah patah dan putus. Maka dari itu diperkirakan memiliki perilaku mekanik (kekuatan) yang bagus sebagai bahan komposit (Prianggoro, 2009).

Komposit merupakan perpaduan antara dua material atau lebih dengan sifat berbeda yang diharapkan mampu menghasilkan sifat baru yang lebih baik dan dapat diaplikasikan dengan aman. Material komposit tersusun atas dua material penyusun, yaitu *matrix* dan *reinforcement*. *Reinforcement* berfungsi sebagai material pengisi komposit, sedangkan *matrix* berfungsi untuk merekatkan *reinforcement* dan menjaganya agar tidak berubah posisi sehingga campuran keduanya diharapkan mampu menghasilkan material yang keras, kuat, dan ringan.

Alkali adalah suatu garam ionik dari suatu unsur kimia alami logam atau alkali tanah yang dapat larut dalam air dengan pH lebih dari 7,0 (Dhal & Mishra, 2012). Serat rumput payung (*Cyperus Alternifolius*) sebagai *reinforcement* bahan plafon komposit mengandung komponen organik yang kurang baik saat diikat dengan *matrix* yang mengakibatkan melemahnya kekuatan komposit saat menerima beban sehingga diperlukan perawatan kimia dengan penambahan alkali agar sifat mekanik komposit yang dihasilkan menjadi fungsional. Lama perendaman serat yang akan direncanakan adalah selama 1 jam menghasilkan serat dengan bahan dasar plafon komposit sangat baik dan efektif yang menyebabkan kekuatan mekaniknya semakin maksimal (Inanta, 2019).

*Temperature treatment* merupakan proses perlakuan panas terhadap komposit yang bertujuan merubah resin yang memiliki daya ikat tinggi dengan serat pada saat komposit telah padat. Proses *treatment temperature* yang akan dilakukan adalah dengan memberikan *treatment* pemanasan dengan suhu yang bervariasi. Penelitian sebelumnya, oleh Suwanto (2010) tentang Pengaruh Temperatur *Post-Curing* Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Epoksi Resin Yang Diperkuat Woven Serat Pisang menyebutkan bahwa temperatur pemanasan dapat memberikan

peningkatan pada kekuatan mekanik (kekuatan tarik) jika dibandingkan dengan komposit tanpa pemanasan.

*Sagging* adalah perubahan bentuk pada elemen dalam arah tegak lurus arah longitudinal pembebanan yang searah dengan deformasi. Akibatnya permukaan bagian atas akan mengalami tekanan sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Pengujian ini direncanakan untuk melihat sifat *sagging* akibat pengaruh suhu, kelembaban, waktu paparan, dan kondisi pemasangan yang spesifik yang digunakan dalam pengujian.

Berangkat dari hal tersebut, maka dalam penelitian ini akan dilakukan penambahan *treatment temperature* untuk melihat pengaruh temperatur panas terhadap kekuatan mekanik plafon komposit rumput payung (*Cyperus Alternifolius*) yang ditinjau terhadap kekuatan *sagging*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini :

Bagaimana pengaruh *temperature treatment* plafon komposit serat rumput payung (*Cyperus Alternifolius*) dengan *matrix epoxy* ditinjau terhadap kekuatan *sagging* ?

## **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini:

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui dan menganalisis pengaruh *temperature treatment* pada plafon komposit serat rumput payung (*Cyperus Alternifolius*) dengan *matrix epoxy* terhadap kekuatan *sagging*.

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penulisan ini adalah :

1. Serat alam yang digunakan berasal dari Tanaman Rumput Payung (*Cyperus Alternifolius*)
2. *Matrix* penyusun yang digunakan menggunakan *epoxy* yang terdiri atas *hardener* dan *resin*
3. Perbandingan *matrix epoxy* dan rumput payung adalah 20% : 80%
4. Perendaman serat dengan konsentrasi 5% Alkali NaOH
5. Durasi perendaman alkali selama 1 jam

6. *Temperature treatment* dilakukan dengan pemanasan menggunakan oven dengan variasi suhu tanpa pemanasn, 90°C, 100°C, dan 110°C dengan durasi selama 1 jam
7. Pengujian *sagging* mengacu pada ASTM C367/C367M – 09
8. Penelitian ini tidak mengukur kelembaban dan kadar air dalam spesimen

