



TUGAS AKHIR - VM 180629

KOMPOSIT *SANDWICH* SERAT RAMI *CORE HONEYCOMB* PLASTIK BER Matrik RESIN *EPOXY* SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF PENGGANTI KAYU JATI UNTUK MOUNTING *REDUCER* DAN BATERAI MOBIL NOGOGENI EVO V

**GALANG AJI PRASETYO
NRP. 1021160000122**

**Dosen Pembimbing :
Ir. Eddy Widiyono, M.Sc
NIP. 19601025 198701 1 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020**



FINAL PROJECT- VM180629

**SANDWICH COMPOSITE FIBER RAMI CORE
HONEYCOMB PLASTIC MATERIAL WITH EPOXY
RESIN MATRIC AS AN ALTERNATIVE
SUBSTITUTE OF JATI MOUNTING REDUCER
WOOD AND NOGOGENO EVO V CAR BATTERY**

GALANG AJI PRASETYO
NRP. 1021160000122

Counselor Lecturer :
Ir. Eddy Widiyono, M.Sc
NIP. 19601025 198701 1 001

Industrial Mechanical Engineering Department
Faculty Of Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Galang Aji Prasetyo
NRP : 10211600000122
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Departemen : Teknik Mesin Industri

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir (TA) yang saya tulis ini benar-benar tulisan saya dan bukan merupakan hasil plagiat. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan TA ini hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi – ITS.

Surabaya, 6 Januari 2020
Yang membuat pernyataan,

Galang Aji Prasetyo
NRP. 10211600000122

LEMBAR PENGESAHAN

KOMPOSIT *SANDWICH* SERAT RAMI CORE *HONEYCOMB* PLASTIK BER Matrik RESIN *EPOXY* SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF PENGANTI KAYU JATI UNTUK MOUNTING *REDUCER* DAN BATERAI MOBIL NOGOGENI EVO V

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya pada
Bidang Studi Manufaktur
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
SURABAYA

Oleh :

Galang Aji Prasetyo
NRP. 10211600000122

Mengetahui dan Menyetujui :
Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Widivono, MT.
NIP. 19601025 198701 1 001

SURABAYA
JANUARI 2020

LEMBAR PENGESAHAN

**KOMPOSIT SANDWICH SERAT RAMI CORE
HONEYCOMB PLASTIK BER Matrik RESIN
EPOXY SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF
PENGANTI KAYU JATI UNTUK MOUNTING
REDUCER DAN BATERAI MOBIL NOGOGENI
EVO V**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya pada
Bidang Studi Manufaktur
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
SURABAYA

Oleh :

Galang Aji Prasetyo

NRP. 10211600000122

dan Menyetujui :

Dosen Pembimbing

Dr. Eddy Widiyono, MT

DEPARTEMEN 0601025 198701 1 001
TEKNIK MESIN INDUSTRI

SURABAYA
JANUARI 2020

Abstrak

Nogogeni merupakan mobil riset ramah lingkungan mahasiswa Departement Teknik Mesin Industri yang dirancang untuk mendapatkan efisiensi tinggi. Mobil Nogogeni menggunakan kayu berjenis jati sebagai mounting reducer dan baterai. Untuk mendapatkan komponen mobil yang ringan maka dipilihlah komposit sandwich serat rami core honeycomb plastik bermatrik resin epoxy sebagai bahan alternatif pengganti kayu jati untuk mounting reducer dan baterai.

Penelitian diawali dengan perhitungan teoritis pada mounting reducer dan baterai yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bending mounting. Dan selanjutnya metode simulasi ansys structural mounting reducer dan baterai, yang bertujuan untuk mengetahui nilai equivalent stress pada mounting. Setelah itu dilakukan metode simulasi ansys acp komposit sandwich core honeycomb dan serat rami bermatrik resin epoxy yang bertujuan untuk mengetahui nilai equivalent stress dan mengetahui perbandingan serat rami dan honeycomb plastik yang digunakan untuk komposit. Setelah dilakukan simulasi, dilanjutkan dengan proses pembuatan benda uji komposit sandwich dengan standart ukuran pengujian ASTM C393. Setelah itu dilanjutkan pengujian bending dengan menggunakan metode three-point bending untuk mendapatkan hasil yang nantinya dibandingkan dengan kekuatan mounting reducer dan baterai Nogogeni evo v.

Dengan perhitungan teoritis didapatkan hasil tegangan bending sebesar 0,06 Mpa. Untuk menggunakan metode simulasi ansys structural mounting didapat hasil bahwa nilai equivalent stress sebesar 29,355 Mpa. Dan metode simulasi ansys acp komposit sandwich didapat hasil nilai equivalent stress sebesar 32,516 Mpa. Pada metode pengujian three-point bending komposit sandwich juga didapat nilai tegangan bending maksimalnya sebesar 87,7136 Mpa. Jadi komposit sandwich serat rami core honeycomb plastik bisa digunakan sebagai bahan alternatif mounting reducer dan baterai pada mobil Nogogeni.

Kata kunci : Komposit sandwich, Core honeycomb plastik, serat rami, Resin epoxy, Mounting, Simulasi ansys, Three-point bending, Equivalent stress

Abstract

Nogogeni car is environmentally friendly research student Department of Mechanical Engineering Industry are designed to obtain high efficiency. Car Nogogeni manifold uses teak wood as mounting reducer and battery. To obtain a lightweight car components the chosen composite honeycomb core sandwich hemp fiber epoxy resin bermatrik plastic as an alternative material mounting reducer and battery replacement.

The study begins with theoretical calculations on mounting reducer and a battery that aims to determine the bending strength mounting. And further structural ANSYS simulation method of mounting reducer and battery, which aims to determine the equivalent value to the mounting stress. Once it is done ANSYS simulation method acp composite honeycomb core sandwich and hemp fiber epoxy resin bermatrik which aims to determine the value of equivalent stress and determine the ratio of hemp fiber and honeycomb composite plastics used for. After the simulation, followed by the manufacturing process of composite sandwich specimen with a standard size of ASTM C393 testing.

The theoretical calculation results obtained with bending stress of 0.06 MPa. To use the ANSYS structural simulation method of mounting the result is that equivalent value of 29.355 MPa stress. And ANSYS simulation method acp sandwich composite obtained results equivalent value of 32.516 MPa stress. In the method of three-point bending test of composite sandwich also obtained the maximum bending stress value of 87.7136 MPa. So hemp fiber sandwich composite plastic honeycomb cores can be used as an alternative material reducer and battery mounting on the car Nogogeni.

Keywords : *Composite sandwich, Core plastic honeycomb, hemp fiber, epoxy resin, Mounting, ANSYS*

*Simulation, Three-point bending, stress
Equivalent*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dengan segala keterbatasannya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Dalam terselesaikannya tugas akhir ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu secara moral maupun materi, yakni:

1. **Bapak Ir. Eddy Widiyono, M.Sc.** selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan bimbingan dan ilmu mengenai ilmu bahan yang terkait dengan tugas akhir.
2. **Bapak Ir. Suhariyanto, MT** selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Diploma III Departemen Teknik Mesin Industri Vokasi-ITS.
3. **Bapak Ir. Heru Mirmanto, MT., Dr.** selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Industri Vokasi-ITS.
4. **Para Dosen Penguji** selaku dosen yang memberikan kritik, saran, serta masukan yang sangat bermanfaat untuk penyempurnaan tugas akhir ini.
5. **Dr. Atria Pradityana, ST, MT** selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan selama belajar di Diploma III Departemen Teknik Mesin Industri Vokasi-ITS.
6. **Ayah, Ibu**, yang selalu memberikan dukungan penuh baik secara moril maupun materil. Tanpa do'a dan motivasi penulis tidak bisa menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
7. **Seluruh Dosen dan Karyawan** yang telah banyak membimbing penulis dalam menggali ilmu di D3 Teknik Mesin ITS.

8. **Tim mobil listrik NOGOGENI** yang berpartisipasi membantu menyelesaikan tugas akhir.
9. **Vicario Baroroh.** sebagai teman yang selalu menjadi motivasi saya untuk terus menyelesaikan tugas akhir ini.
10. **Yusuf Ardiansyah.** teman yang selalu membantu dan bekerjasama dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. **Penghuni Rego Kost** sebagai teman berbagi hari yang menjadi teman menyelesaikan tugas akhir ini.
12. **Bakdam Hamza.** atas kerja samanya dalam mengerjakan dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
13. **Seluruh teman-teman angkatan 2016** yang selalu membantu dan memberikan semangat kepada penulis. Terimakasih atas segala kritik dan saran serta motivasi yang telah kalian berikan.
14. Semua pihak yang belum disebutkan di atas yang telah memberikan do'a, bantuan, dan dukungannya bagi penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa depan.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

2.5. Simulasi ANSYS.....	22
2.5.1. <i>Engineering data</i>	23
2.5.2. Geometri.....	24
2.5.3. Model	25
2.5.4. <i>Setup</i>	25
2.5.5. <i>Static structural</i>	26
2.5.6. Perhitungan <i>Stiffness</i> metode simulasi	26
2.6. Pengujian Bending Komposit <i>Sandwich</i>	27

BAB III

METODOLOGI31

3.1. Diagram Alir	31
3.1.1. Studi Literatur.....	34
3.1.2. Survey	34
3.1.3. Perhitungan teoritis beban bekerja.....	34
3.1.4. Simulasi beban yang bekerja menggunakan <i>software ANSYS</i> pada mounting Nogogeni evo v	35
3.1.5. Simulasi beban yang bekerja menggunakan <i>software ANSYS</i> pada komposit <i>sandwich</i>	36
3.1.6. Pembuatan Komposit <i>Hand Lay Up</i>	36
3.1.6.1. Persiapan Bahan	36
3.1.6.2. Proses Pembuatan Spesimen	37
3.1.7. Pengujian Spesimen	38
3.2. Simulasi ANSYS <i>mounting</i>	39
3.3. Simulasi ANSYS <i>Composite</i>	39

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... 47

4.1. Perhitungan Teoritis Beban Bekerja.....	47
4.1.1 Perhitungan Momen Bending.....	48
4.1.2 Perhitungan Tegangan Bending.....	52
4.2. Hasil Metode Simulasi Mounting Kayu.....	53
4.3. Hasil Metode Simulasi Komposit <i>Sandwich</i>	54

4.3.1. Analisa Hasil Simulasi.....	56
4.4. Hasil Pengujian Three-point bending komposit sandwich.....	
.....	56

BAB V

PENUTUP.....	59
---------------------	-----------

5.1. Kesimpulan.	59
-----------------------	----

5.2. Saran.	59
------------------	----

DAFTAR PUSTAKA

BIODATA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Resin <i>Polyester</i>	10
Gambar 2.2.	Resin <i>Epoxy</i>	11
Gambar 2.3.	Katalis.....	17
Gambar 2.4.	<i>Wax Release Agent</i>	18
Gambar 2.5.	<i>PVAL Release Agent</i>	18
Gambar 2.6.	Metode <i>Hand Lay Up</i>	20
Gambar 2.7.	<i>Momen Bending</i>	21
Gambar 2.8.	Tegangan Bending.....	22
Gambar 2.9.	<i>Ansys</i>	23
Gambar 2.10.	<i>Ansys Composite prepost</i>	23
Gambar 2.11.	<i>Engineering data</i>	24
Gambar 2.12.	<i>Geometri</i>	24
Gambar 2.13.	<i>Model</i>	25
Gambar 2.14.	<i>Setup</i>	25
Gambar 2.15.	<i>Static structural</i>	26
Gambar 2.16.	Hubungan ACP dan <i>Static structural</i> ..	26
Gambar 2.17.	Nilai <i>Deformasi</i>	27
Gambar 2.18.	<i>Three-point bending method</i>	28
Gambar 2.19.	Dimensi ketebalan komposit sandwich.	28
Gambar 3.1.	Diagram Alir.	32
Gambar 3.2.	Diagram Alir Metode Simulasi	33
Gambar 3.3.	Titik-titik Pembebanan Chassis.....	35
Gambar 3.4.	Mounting Pada Nogogeni Evo V.....	35
Gambar 3.5.	Sketsa Dimensi Benda Uji	38
Gambar 3.6.	<i>ANSYS ACP Pre</i>	40
Gambar 3.7.	<i>Engineering Data Sources</i>	40
Gambar 3.8.	<i>Surface from sketch</i>	41
Gambar 3.9.	<i>Sizing</i>	42
Gambar 3.10.	<i>Meshing</i>	42
Gambar 3.11.	<i>Fabrics</i>	43

Gambar 3.12.	<i>Rosette</i>	43
Gambar 3.13.	<i>Oriented selection</i>	44
Gambar 3.14.	<i>Modelling groups</i>	45
Gambar 3.15.	<i>Solid model composite</i>	45
Gambar 3.16.	Pembebanan... ..	46
Gambar 4.1.	Mounting Reducer dan Baterai	47
Gambar 4.2.	Dimensi mounting tampak depan.....	48
Gambar 4.3.	Dimensi mounting tampak samping	48
Gambar 4.4.	FBD mounting kayu	49
Gambar 4.5.	FBD potongan 1.	50
Gambar 4.6.	FBD potongan 2.	50
Gambar 4.7.	FBD potongan 3.	51
Gambar 4.8.	Grafik Momen Bending.....	52
Gambar 4.9.	Simulasi mounting kayu	54
Gambar 4.10.	Simulasi komposit <i>sandwich</i>	55
Gambar 4.11.	Berat Spesimen Komposit Sandwich.....	57
Gambar 4.12.	Grafik hasil pengujian Three-point bending	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat Resin <i>Polyester</i> dan <i>epoxy</i>	11
Tabel 2.2. Beberapa serat alam dan sifat mekaniknya...	13
Tabel 2.3. Komposisi unsur kimia serat alam	15
Tabel 4.1. Hasil momen bending.....	51
Tabel 4.2. Hasil pengukuran benda.....	56
Tabel 4.3. Hasil pengujian <i>Three-point</i> bending.....	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nogogeni merupakan mobil riset ramah lingkungan mahasiswa Departement Teknik Mesin Industri yang dirancang untuk mengikuti kompetisi nasional dan internasional yang bertemakan kendaraan hemat energi, ramah lingkungan, dan dituntut memiliki efisiensi tinggi. Reduksi massa dilakukan untuk meringankan kinerja motor penggerak, karena hal itu berpengaruh terhadap konsumsi energi yang digunakan untuk menjalankan mobil. Bagian dari mobil yang masih bisa direduksi massanya adalah material mounting reducer dan baterai.

Mounting mobil Nogogeni 5 evo masih menggunakan kayu berjenis jati dengan berat 7 kg. Padahal sudah ada bahan komposit yang jauh lebih ringan daripada kayu jati.

Maka dari itu, penulis ingin melakukan pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan data kekuatan material yang akan digunakan untuk pembuatan komponen *mounting* pada mobil Nogogeni evo v.

Bahan komposit adalah bahan yang menjadi subjek penelitian saat ini dan terbukti efektif pada penggunaannya. Seperti yang kita tahu komposit merupakan suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda. Dikarenakan karakteristik pembentuknya berbeda-beda, maka akan dihasilkan material baru yaitu komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material-material pembentuknya. (Jonathan, 2013). Komposit sandwich merupakan jenis komposit yang bisa digunakan untuk menahan beban lentur, kejut dan meredam getaran. Komposit sandwich dibuat dengan tujuan untuk efisiensi berat yang optimal, namun mempunyai kekakuan dan kekuatan yang tinggi. Pada prinsipnya komposit sandwich mempunyai dua kulit (skin) permukaan dengan material inti (core) yang berada diantaranya.

Pada penelitian ini menggunakan material serat *rami* menggunakan resin *Epoxy* yang dapat menghasilkan struktur komposit dengan proses *hand lay up*. Proses *Hand Lay Up* adalah proses pembuatan metoda yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Adapun proses dari pembuatan dengan metoda ini adalah dengan cara menuangkan resin dengan tangan kedalam serat. Kemudian memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Proses tersebut dilakukan berulang-berulang hingga mendapatkan ketebalan yang diinginkan tercapai. Oleh karena itu dalam tugas akhir ini akan dilakukan perhitungan secara teoritis, simulasi *ANSYS*, dan pengujian dengan metode *3-point-bending* untuk mendapatkan data kekuatan material yang optimum.

1.2 Rumusan masalah

Permasalahan yang diangkat dalam pembahasan kali ini adalah :

1. Bagaimana hasil perhitungan teoritis beban bekerja menggunakan Elemen mesin pada mounting kayu jati Nogogeni Evo V.?
2. Bagaimana simulasi beban yang bekerja pada mounting kayu jati Nogogeni Evo V menggunakan software *ANSYS* .?
3. Bagaimana simulasi *ANSYS* pada komposit sandwich serat rami menggunakan software *ANSYS*.?
4. Bagaimana hasil kekuatan komposit sandwich serat rami secara pengujian *3-point-bending*.?
5. Apakah komposit sandwich serat rami core honeycomb plastik dapat digunakan sebagai bahan alternatif mounting kayu jati Nogogeni Evo V.?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan hasil beban bekerja pada mounting kayu jati Nogogeni Evo v menggunakan perhitungan teoritis Elemen mesin.
2. Mendapatkan hasil simulasi beban yang bekerja pada mounting kayu jati Nogogeni Evo V menggunakan software *ANSYS*.
3. Mendapatkan hasil simulasi komposit sandwich serat rami dan resin *Epoxy* dengan simulasi *ANSYS* menggunakan software *ANSYS*.
4. Mengetahui kekuatan pada komposit sandwich serat rami dengan pengujian *3-point-bending*.
5. Dapat dijadikan sebagai bahan alternatif mounting kayu jati baterai dan reducer Nogogeni Evo V.

1.4 Batasan masalah

Agar masalah tidak melebar dari pembahasan utama, maka permasalahan hanya dibatasi pada :

1. Pengujian komposit sandwich dengan paduan :
 - Serat rami
 - Matriks resin Epoxy
 - Core Honeycomb plastic
2. Pengujian komposit berupa uji bending (standard ASTM C393)
3. Void diabaikan
4. Tidak membahas reaksi kimia antara Resin, Katalis, Core
5. Permukaan spesimen uji dianggap rata
6. Persebaran serat dianggap sempurna

1.5 Sistematika penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini dibahas mengenai beberapa teori penunjang yang mendukung dalam pembuatan dan penuntun dalam memecahkan masalah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang diagram alir proses penelitian dan metode pengujian yang digunakan.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan pengujian secara eksperimen dan analisa perhitungan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Komposit umumnya terdiri dari dua atau lebih material, yaitu serat sebagai bahan penguat dan bahan pengikat serat-serat tersebut yaitu matriks. Unsur komposit yang utama adalah serat, sedangkan bahan polimer menjadi pengikat yang mudah di bentuk dan memiliki daya pengikat yang tinggi. Kegunaan utama dari serat adalah sebagai penentu karakteristik dari bahan komposit. Material komposit memiliki kelebihan mudah diarahkan, sehingga kekuatan komposit dapat diatur sesuai dengan yang dikendaki. Diantara sifat-sifat istimewa yang dimiliki komposit adalah kuat, ringan, mampu bersaing dengan bahan logam tanpa kehilangan kekuatan dan karakteristik mekanisnya dan tidak terpengaruh oleh korosi. (S, Sari, Yudhyadi, Sinarep, & Topan, 2012).

Teknologi material komposit dengan menggunakan serat alam sebagai penguat telah banyak dikembangkan untuk dapat menggantikan serat sintetis. Hal ini disebabkan karena serat alam mempunyai berbagai keunggulan, diantaranya : harga yang relative murah, mampu meredam suara, ramah lingkungan, mempunyai densitas rendah, dan kemampuan mekanik yang tinggi. Komposit serat alam banyak digunakan sebagai interior mobil,peredam akustik, dan panel pintu. Penggunaan serat alam dapat mengurangi berat sampai 80%. (Schuh; 1999)

(Mochamad C A,2019) melakukan pengujian bending dengan tujuan untuk mendapatkan nilai *stiffness* dengan pengujian dan perhitungan simulasi menggunakan aplikasi ANSYS. Selain nilai *stiffness*, penulis juga mencari nilai *facing bending stress*, *core shear stress*, *panel bending stiffness* dari pengujian tiga titik bending. Material yang dibuat yakni komposit *sandwich* dengan struktur single layer menggunakan *aluminium honeycomb core* dengan ketebalan

10 mm dan *reinforcement carbon fibre prepeg* XPREG XC110 sejumlah 3 lapis pada tiap skin.

Junaedi (2008), menguji kekuatan Tarik dan dampak komposit berpenguat serat rami dengan variasi panjang serat 25mm, 50mm, dan 100mm dengan fraksi volume 90% matrik polyester BQTN 157 dan 10 % serat rami, pembuatan komposit dengan cara prees mold. Diperoleh kekuatan Tarik tertinggi pada komposit dengan panjang serat 100mm yaitu 52,483 MPa, dengan modulus elastisitas 5577,213 MPa, harga dampak tertinggi dimiliki oleh komposit dengan panjang serat 50mm yaitu 0,087 J/mm².

Fajar (2008), meneliti kekuatan bending dan dampak komposit serat rami susun acak dengan matrik polyester BQTN 157 tanpa perlakuan alkali, pembuatan komposit dilakukan dengan metode pres mold. Dari hasil pengujian diperoleh sebagai berikut : pengujian bending didapat nilai tegangan bending rata-rata tertinggi dimiliki oleh komposit dengan Vf 50% pada tebal 5mm sebesar 95,33 MPa dan terendah pada komposit dengan Vf 20% pada tebal 4mm sebesar 44,52 MPa, modulus elastisitas bending rata-rata tertinggi dimiliki oleh komposit dengan Vf 40% pada tebal 1mm sebesar 5462,93 MPa dan terendah pada komposit dengan Vf 20% pada tebal 4mm. Untuk harga dampak rata-rata tertinggi dimiliki oleh komposit dengan Vf 20% pada tebal 1mm sebesar 0,119 J/mm² dan terendah pada komposit dengan Vf 40% pada tebal 5mm sebesar 0,024 J/mm².

Proses pembuatan komposit sandwich dengan metode *out-of-autoclave* adalah proses pembuatan komposit dengan tingkat cacat rendah dan sifat mekanik yang lebih baik tanpa memerlukan peralatan autoclave (Hubert, 2012).

2.2 Pengertian Komposit

Kata komposit dalam pengertian dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis. Kata kunci di sini adalah pengertian makroskopis. Ini berbeda

dengan paduan atau *alloy*, yang penggabungan unsur-unsurnya dilakukan secara mikroskopis. Pada bahan komposit, sifat-sifat unsur pembentuknya masih terlihat jelas, yang pada paduan sudah tidak lagi tampak secara nyata. Justru keunggulan bahan komposit di sini adalah penggabungan sifat-sifat unggul masing-masing unsur pembentuknya.

Kata komposit berasal dari kata "*to compose*" yang berarti menyusun atau menggabung. Secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berbeda. Jadi komposit adalah suatu bahan yang digabungkan dari dua material atau lebih pada skala makroskopis untuk membentuk suatu material ketiga yang lebih bermanfaat. Pada bahan komposit, penggabungan material yang berbeda bertujuan untuk menemukan material baru yang mempunyai sifat antara material penyusunnya yang tidak akan diperoleh jika material penyusunnya berdiri sendiri. Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu :

- Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang ductile tetapi lebih rigid serta lebih kuat
- Matrik, umumnya lebih ductile tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah

Sifat dan karakteristik suatu komposit, seperti kekakuan, kekuatan, serta sifat-sifat mekanik lain ditentukan dari *reinforcement*. Karena *reinforcement* lah yang menahan sebagian besar gaya-gaya yang bekerja pada suatu komposit. Sedangkan matriks hanya bertugas melindungi dan mengikat *reinforcement* agar dapat bekerja dengan baik. Karena itu untuk bahan *reinforcement* digunakan bahan yang kuat dan getas, seperti karbon, glass, dan boron. Sedangkan bahan matrik dipilih bahan-bahan yang tergolong lunak seperti plastik dan logam-logam lunak seperti aluminium, tembaga, dan lain sebagainya. Namun penting diingat bahwa salah satu parameter yang penting dari komposit adalah fraksi volume

dari *reinforcement*. Distribusi dari *reinforcement* menentukan homogenitas atau keuniforman dari suatu material komposit. Semakin tidak uniform persebaran *reinforcement*, maka komposit semakin heterogen. Semakin heterogen suatu komposit maka semakin tinggi juga kemungkinan kerusakan pada bagian yang paling lemah.

Salah satu keunggulan dari material komposit bila dibandingkan dengan material lainnya adalah penggabungan unsur-unsur yang unggul dari masing-masing unsur pembentuknya tersebut. Sifat material hasil penggabungan ini diharapkan dapat saling melengkapi kelemahan-kelemahan yang ada pada masing-masing material penyusunnya. Sifat-sifat yang diperbaharui (Jones,1975) antara lain :

Sifat-sifat yang dapat diperbaiki antara lain :

- A. Kekuatannya (*strength*)
- B. Kekakuannya (*stiffness*)
- C. Ketahanan terhadap korosi (*corrosion resistance*)
- D. Pengurangan berat material (*weight*)
- E. Ketahanan gesek/aus (*wear resistance*)
- F. Ketahanan lelah (*fatigue life*)

Komposit sekarang ini digunakan dalam berbagai variasi komponen antara lain untuk otomotif, pesawat terbang, pesawat luar angkasa, kapal, dan alat-alat olahraga seperti ski, golf, dan lain-lain

2.2.1 Matrik

Matrik adalah bagian dari komposit yang mempunyai fungsi sebagai berikut :

- Mentransfer tegangan ke serat secara merata
- Melindungi serat dari gesekan mekanik
- Mempertahankan serat pada posisinya
- Mengikat antar serat pada lamina atau beberapa lembar komposit

Dan matrik mempunyai sifat sebagai berikut :

- Sifat mekanis yang baik
- Kekuatan bonding yang baik
- Ketangguhan yang baik
- Tahan terhadap temperature

Berikut adalah matrik yang sering digunakan dalam pembuatan struktur komposit.

a. Resin polyester

Proses pengerasan resin ini akan dimulai setelah dicampur dengan katalis. Kekurangan resin ini adalah tidak akan kuat apabila hanya digunakan untuk lapisan tipis tetapi memerlukan bahan lain seperti talek (mirip bedak bayi) dan serat kaca (mat fiberglass) karena tanpa bahan tambahan ini lapisan resin polyester hanya akan mudah retak atau terkupas. Sifat lain resin polyester adalah permukaan akhir yang tetap lengket di udara terbuka karena memang dirancang khusus demikian untuk memperkuat rekatan dengan lapisan-lapisan selanjutnya.



Gambar 2.1 Resin *polyester*

b. Epoxy

Resin *epoxy* biasanya sekitar tiga kali lebih kuat dari jenis resin vinylester *resin* dan *Polyester resin*. Resin *epoxy* melekat pada *Carbon Fiber*, *Fiber glass*, dan Aramid (Kevlar), sangat baik dan membentuk penghalang yang hampir tidak bocor. Adapun beberapa kelebihan dari *epoxy* yaitu :

- Cocok untuk material matriks karena penyusutan material rendah
- Sifat adhesive material baik.
- Ketahanan kimia material yang baik
- Material memiliki sifat mekanik, seperti ketangguhan yang baik
- Temperature 120⁰-170⁰ C.
- Flame resistance yang baik

Tabel 2.1 Sifat Resin *Polyester* dan *Epoxy*

Sifat	Polyester	Epoxy
Kekuatan Tarik (Psi)	6000– 10.000	12000
Modulus (GPa) Elastisitas	2,0 - 4,4	2,8 – 4,2
Kekuatan impak (Izod)	0,2 – 0,4	0,5 – 1,7
Kerapatan (g/cm ³)	1,10 – 1,46	1,2 – 1,3

Sumber: PN-336 MEKANIKA STRUKTUR KOMPOSIT hal.

10



Gambar 2.2 Resin *Epoxy*

c. Vinylester *Resin*

Resin ini dapat memiliki kekuatan kurang dari resin *epoxy*. Mereka dapat melekat buruk pada

11

Carbon Fiber dan Aramid (Kevlar), tetapi itu tergantung pada finish atau ukuran pada serat komposit. Resin ini kebanyakan digunakan untuk *fiber glass*.

2.2.2 Fiber (serat)

Serat biasanya terdiri dari bahan yang kuat, kaku, dan getas. Hal ini terjadi karena serat lah yang terutama menahan gaya luar. Serat secara umum terdiri dari dua jenis yaitu serat alam dan serat sintetis. Serat alam adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari alam. Biasanya berupa serat yang dapat langsung diperoleh dari tumbuh-tumbuhan dan binatang. Serat ini telah banyak digunakan oleh manusia diantaranya adalah kapas, wol, sutera, pelepah pisang, sabut kelapa, ijuk, bambu, nanas dan knaf atau goni. Serat alam memiliki kelemahan yaitu ukuran serat yang tidak seragam, kekuatan serat sangat dipengaruhi oleh usia. Serat sintetis adalah serat yang dibuat dari bahan-bahan anorganik dengan komposisi kimia tertentu. Serat sintetis mempunyai beberapa kelebihan yaitu sifat dan ukurannya yang relatif seragam, kekuatan serat dapat diupayakan sama sepanjang serat. Serat sintetis yang telah banyak digunakan antara lain serat gelas, serat karbon, kevlar, nylon, dan lain-lain (Schwartz, 1984).

Tabel 2.2 Beberapa serat alam dan sifat mekaniknya

Serat	Diameter (µm)	<i>Ultimate tensil stress</i> , $\hat{\sigma}$ (Mpa)	Modulus E (GPa)	Berat Jenis
-------	---------------	--	-----------------	-------------

<i>Wood</i>	15-20	160	23	1,5
<i>Bamboo</i>	15-30	550	36	0,8
<i>Jute</i>	10-50	580	22	1,5
<i>Cotton</i>	15-40	540	28	1,5
<i>Wool</i>	75	170	5,9	1,32
<i>Coir</i>	10-20	250	5,5	1,5
<i>Bagasse</i>	25	180	9	1,25
<i>Rice</i>	5-15	100	6	1,24
<i>Natural silk</i>	15	400	13	1,35
<i>Spider silk</i>	4	1750	12,7	-
<i>Linen</i>	-	270	-	-
<i>Sisal</i>	-	560	-	-
<i>Asbestos</i>	0.2	1700	160	2,5

Sumber : Vasiliev & Morozov (2001)

Stark dan Rowlands mengungkapkan bahwa komposit yang diperkuat serat tanaman, sifat-sifat mekanisnya akan meningkat secara linear seiring dengan pertambahan persen berat serat, karakteristik mekanik yang meningkat adalah kekuatan mekanik, kekuatan Tarik, kekuatan bending serta kekuatan impak.

Menurut Biswas, *et al* (2001), beberapa karakteristik yang juga merupakan kelebihan dari komposit yang diperkuat serat alam yaitu,

1. Dapat dicat, dipoles, maupun dilaminasi.
2. Tahan terhadap penyerapan air
3. Murah karena bahan baku seratnya banyak tersedia di alam dan proses pembuatannya relative mudah dan sederhana.
4. Kuat dan kaku

5. Ramah lingkungan, karena materialnya merupakan bahan organik dan bisa di daur ulang secara alami oleh lingkungan.
6. Memiliki kemampuan dan diproses baik.

Disamping kelebihan-kelebihan di atas, komposit serat alam juga memiliki beberapa kelemahan Rowell (1997) beberapa kelemahan komposit serat alam yaitu,

- 1) Penurunan karena faktor biologi, yaitu adanya organisme yang mungkin tumbuh dan memakan karbohidrat yang terkandung dalam serat, sehingga menimbulkan enzim khusus yang akan merusak struktur serat dan melepaskan ikatan Antara serat dan matrik.
- 2) Penurunan kualitas karena panas / *thermal*
- 3) Penurunan panas karena radiasi ultraviolet akan menyebabkan meningkatnya karbohidrat dan berkurangnya lignin. Serat yang banyak mengandung karbohidrat akan memiliki kemampuan ikatan dengan matrik yang rendah. Sehingga kekuatan matrik akan turun.
- 4) Kekuatannya masih lebih rendah.

Serat berperan sebagai penyangga kekuatan dari struktur komposit, beban yang awalnya diterima oleh matrik kemudian diteruskan ke serat oleh karena itu serat harus mempunyai kekuatan tarik dan elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik. Schwartz (1984) menjelaskan bahwa serat sebagai penguat dalam struktur komposit harus memenuhi persyaratan modulus elastisitas yang tinggi, kekuatan patah yang tinggi, kekuatan yang seragam di antara serat, stabil selama penanganan proses produksi, diameter serat yang seragam. Secara teoritis komposit serat yang menggunakan serat panjang akan memberikan nilai

penguatan yang lebih efisien dan seragam dibanding serat pendek karena beban yang terjadi disalurkan secara merata sepanjang serat. Namun dalam prakteknya hal tersebut sulit dicapai karena sulit didapatkan nilai kekuatan optimum sepanjang serat serta tegangan yang terjadi tidak terbagi merata ke semua serat (Schwartz, 1984).

Serat tanaman, seperti kenaf, *flax* dan *hamp*, sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai penguat komposit untuk menggantikan serat gelas karena serat tanaman memiliki beberapa kelebihan, seperti dapat diperbaharui, jumlahnya berlimpah, murah, ringan, dapat didegradasi, tidak kasar untuk pembuatan peralatan, ketika dibakar menetralkan CO₂ dapat dibakar dengan menghasilkan energi, tidak menyebabkan iritasi kulit, sifat mekanis yang baik, sifat akustik dan isolasi panas yang baik. Massa jenis serat tanaman adalah 40% dibawah massa jenis serat gelas (Peijs, 2002).

Menurut *Building Material and Technology Promotion Council*, komposisi unsur kimia serat alam yang ditunjukkan pada tabel berikut dan sifat mekanis dan dimensi dari beberapa serat alam ditunjukkan oleh table di bawah ini.

Tabel 2.3. Komposisi unsur kimia serat alam

Serat	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)	Kadar air(%)
Pisang	60-65	6-8	5-10	10-15
Sabut	43	<1	45	10-12
<i>Flax</i>	70-72	14	4-5	7
<i>Jute</i>	61-63	13	5-13	12,5

<i>Rami</i>	80-85	3-4	0,5	5-6
<i>Sisal</i>	60-67	10-15	8-12	10-12
<i>Sun hemp</i>	70-78	18-19	4-5	10-11
<i>Cotton</i>	90	6	–	7

Sumber: *Bulding Material and Technology Promotion Council*

Tanaman rami (*Boehmeria nivea*) merupakan tanaman tahunan yang mudah tumbuh dan berkembang baik di daerah tropis. Rami merupakan tanaman yang serba guna. Daunnya merupakan bahan kompos dan pakan temak bergisi tinggi, pohonnya baik untuk bahan bakar, tetapi yang paling bernilai ekonomi tinggi adalah serat dari kulit kayunya. Bentuk Serat Rami. Serat rami panjangnya sangat bervariasi dari 2,5 cm sampai dengan 50 cm dengan panjang rata-rata 12,5 cm sampai dengan 15 cm. diameternya berkisar antara 25 μ sampai dengan 75 μ dengan rata-rata 30 – 50 μ . Bentuk memanjang serat rami seperti silinder dengan permukaan bergaris-garis dan berkerut-kerut membentuk benjolan-benjolan kecil. Sedangkan irisan lintang berbentuk lonjong memanjang dengan dinding sel yang tebal dan lumen yang pipih.

2.2.2.1 Katalis

Katalis merupakan bahan kimia yang ditambahkan pada matrik resin yang bertujuan untuk proses pembekuan matrik. *Katalis* adalah suatu bahan kimia yang dapat meningkatkan laju suatu reaksi tanpa bahan tersebut menjadi ikut terpakai; dan setelah reaksi berakhir, bahan tersebut akan kembali

kebetuk awal tanpa terjadi perubahan kimia. Katalis yang digunakan adalah *Epoxy*. Bahan ini digunakan untuk penggunaan setting dingin. Kecepatan resin untuk menjadi padat pada proses *curing* dapat dikontrol dengan pemberian katalis yaitu sebesar 0,5% sampai dengan 3% dari jumlah fraksi volume matrik. Penambahan katalis yang terlalu sedikit mengakibatkan proses *curing* tidak sempurna (Saito,1993 :257).

Penggunaan katalis dapat menurunkan tingkat aktifasi energy yang dibutuhkan, membuat reaksi terjadi lebih cepat atau pada suhu yang lebih rendah.



Gambar 2.3. Katalis

2.2.2.2 Release Agent

Material yang digunakan untuk mempermudah pelepasan hasil produksi fiberglass dari cetakan. Dengan kata lain sebagai isolasi yang sangat tipis antara permukaan cetakan dari permukaan fiberglass. Release agent dilapiskan atau dikuaskan pada permukaan cetakan sebelum pelaminasian dilakukan. Jenis release agent:

- a. Wax Release Agent

yaitu semacam semir padat berwarna putih digosokkan kepermukaan cetakan dengan menggunakan kain halus, biasanya digunakan untuk permukaan material yang memerlukan penutupan pori-pori atau material yang sedikit kasar



Gambar 2.4. Wax Release Agent

b. PVAL (*Polyvinyl alcohol*)

Bahan ini berupa cairan kimia berkelir biru menyerupai spiritus. Berfungsi untuk melapis antara master mal/cetakan dengan bahan fibreglass. Tujuannya adalah agar kedua bahan tersebut tidak saling menempel, sehingga fibreglass hasil cetakan dapat dilepas dengan mudah dari master mal atau cetakannya



Gambar 2.5. PVAL Release Agent

2.2.3 Core

Bahan inti yang populer dapat dibagi menjadi tiga kelas sebagai berikut:

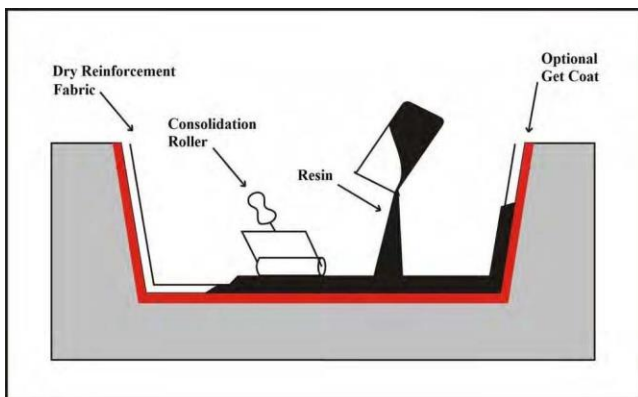
- 1) Low density bahan padat :
Busa sel terbuka dan tertutup terstruktur, balsa dan jenis-jenis kayu
- 2) Expanded high-density
Bahan dalam bentuk selular: *honeycomb*, *inti web*
- 3) Expanded high-density
Bahan dalam bentuk bergelombang: truss, lembaran bergelombang, seperti kertas kardus dan lain-lain

Bahan densitas tinggi yang digunakan untuk tujuan pembuatan *core* diperluas mencakup aluminium, titanium dan berbagai polimer. Struktur bahan *core* mempengaruhi bidang kontak permukaan antara *skin* dan *core*. Bahan expanded kepadatan tinggi biasanya memberikan

bidang kontak jauh lebih kecil dibandingkan dengan material padat kepadatan rendah. Pilihan struktur yang sesuai untuk core memberikan parameter tambahan untuk merancang sebuah komposit *sandwich* sesuai spesifikasi yang diberikan atau kondisi layanan. Penggunaan *core* seperti busa sel tertutup terstruktur memberikan beberapa keuntungan yang berbeda atas busa sel terbuka terstruktur dan *core*. Kekuatan tekan spesifik busa sel dekat terstruktur jauh lebih tinggi. Mereka juga menyerap kelembapan dari busa sel terbuka terstruktur.

2.3 Proses Pembuatan Komposit *Hand Lay Up*

Hand lay up adalah metoda yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Adapun proses dari pembuatan dengan metoda ini adalah dengan cara menuangkan resin dengan tangan kedalam serat berbentuk anyaman, rajuan atau kain, kemudian memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang hingga ketebalan yang diinginkan tercapai. Pada proses ini resin langsung berkontak dengan udara dan biasanya proses pencetakan dilakukan pada temperatur kamar. Pada metoda *hand lay up* ini resin yang paling banyak digunakan adalah *Polyester* dan *Epoxy*. Proses ini dapat kita lihat pada gambar 2.6

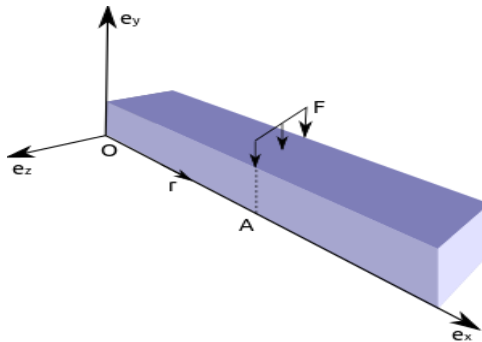


Gambar 2.6. Metode *Hand Lay Up*

2.4 Perhitungan beban yang bekerja pada mounting

2.4.1 Momen Bending

Momen bending ialah reaksi yang terjadi pada suatu benda ketika terkena gaya atau momen dari luar yang mengakibatkan benda tersebut mengalami bending. Bagian Terpenting dari momen bending ialah gaya atau momen yang diterima oleh suatu benda. Jika F adalah gaya yang diterima oleh benda pada titik A. Momen yang terjadi pada titik O ialah :



Gambar 2.7 Momen yang bekerja

$$M = r \times F$$

Dimana: M = Momen yang terjadi (N.m)

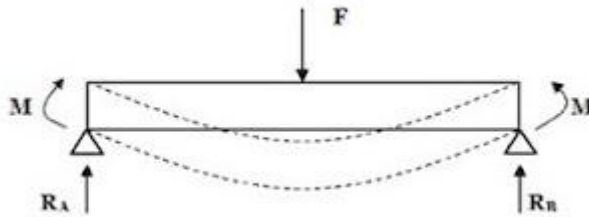
r = Posisi gaya dari titik O (m)

F = Gaya yang terjadi (N)

2.4.2 Tegangan Bending

Merupakan teaganan yang di akibatkan oleh bekerjanya momen lentur pada benda. Sehingga pelenturan benda disepanjang sumbunya menyebabkan sisi bagian atas tertekan, karena memendek dan sisi bagian bawah tertarik mengakibatkan benda bertambah Panjang. Dengan demikian struktur material benda diatas sumbu akan

mengalami tegangan tekan, sebaliknya dibagian bawah sumbu akan terkena tegangan Tarik. Sedangkan daerah diantara permukaan atas dan bawah, yaitu yang sejajar dengan sumbu benda tetap, tidak mengalami perubahan, ini disebut dengan bidang netral. Persamaan tegangan bending dapat dinyatakan sebagai berikut :



Gambar 2.8 Tegangan Bending

$$\sigma_b = \frac{M_b \cdot C}{I}$$

Keterangan:

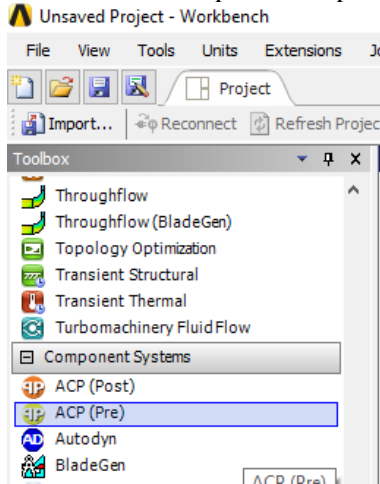
- σ_b = Tegangan Bending (N/m^2)
- M_b = Momen bending (Nm)
- C = Jarak terhadap sumbu netral (m)
- I = Momen Inersia (m^4)

2.5 Simulasi ANSYS

Pada simulasi *three point bending* menggunakan ANSYS *Composite Prepost* (ACP). ACP adalah fitur tambahan yang digunakan untuk pemodelan struktur komposit berlapis seperti struktural komposit *laminite* atau *sandwich*. ACP menyediakan fitur seperti:

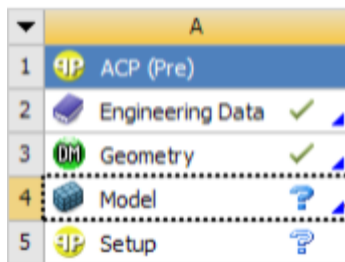
- Tipe serat
Bahan, model dan ketebalan
- Struktur komposit

Laminat, sandwich, menentukan orientasi laminat dan menentukan urutan lapisan komposit



Gambar 2.9 ANSYS

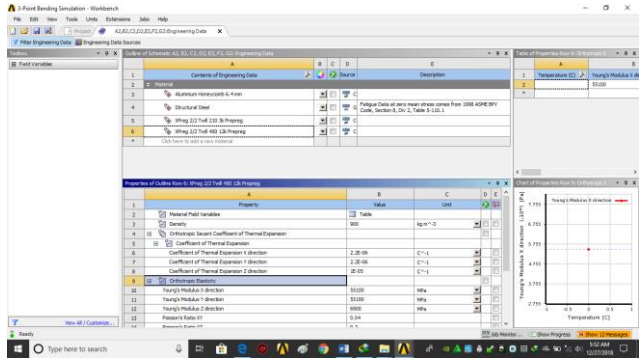
Untuk ACP terdapat beberapa fitur seperti *Engineering data*, *geometri*, *model* dan *setup* seperti pada gambar 2.10



Gambar 2.10. ANSYS Composite prepost

2.5.1 *Engineering data*

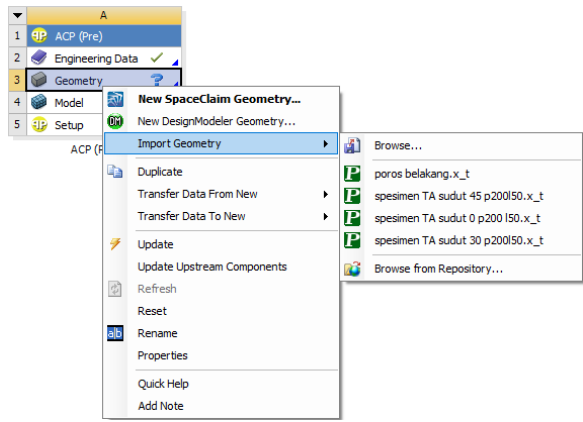
Pada ACP terdapat *Engineering Data*, *Geometri*, *Model* *setup*. *Engineering Data* digunakan untuk memasukkan data material yang digunakan.



Gambar 2.11. Engineering data

2.5.2 Geometri

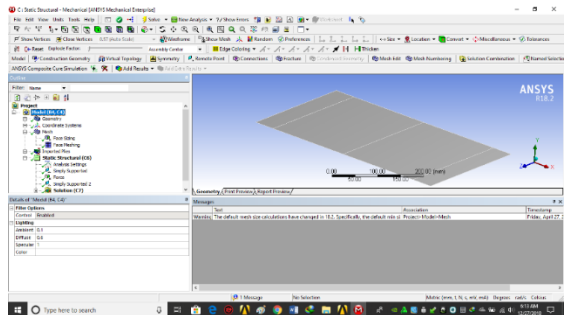
Geometri digunakan untuk memasukkan gambar bentuk spesimen yang akan dilakukan simulasi, berupa panjang dan lebar bisa dikerjakan dengan *solidword* atau aplikasi gambar dari *ANSYS*. Jika mengerjakan dari *solidwork* disimpan dengan format *parasolid* (*x_t*).



Gambar 2.12. Geometri

2.5.3 Model

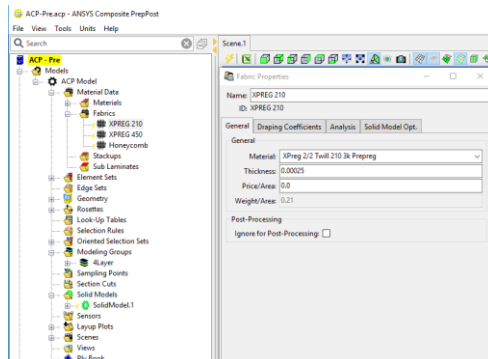
Pada model digunakan untuk mengatur geometri yang dikerjakan, *tipe meshing* dan *three point bending*. *Setting three point bending* yang dimaksud 1 penekanan dan dua penumpu.



Gambar 2.13 Model

2.5.4 Setup

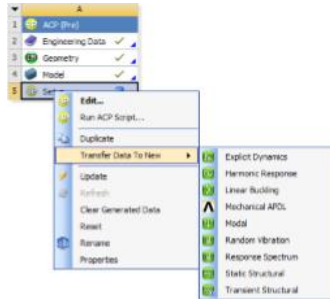
Setup digunakan untuk mengatur tipe serat, urutan serat, orientasi serat, dan core. Pada setup ini ketebalan bahan serat dimasukkan.



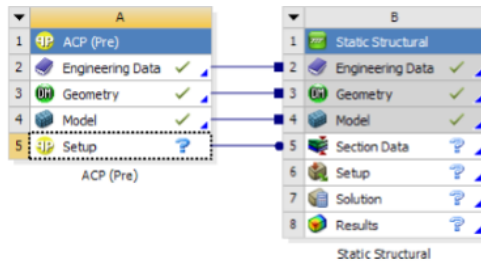
Gambar 2.14. Setup

2.5.5 Static structural

Pada *static structural* digunakan untuk memecahkan analisa yang dibutuhkan dengan cara dihubungkan dengan ACP.



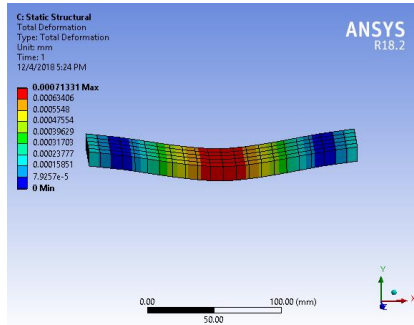
Gambar 2.15 *Static structural*



Gambar 2.16 Hubungan ACP dan Static structural

2.5.6 Perhitungan *Stiffness metode simulasi*

Hasil yang dibutuhkan dari simulasi ini adalah deformasi. Nilai deformasi digunakan untuk mengetahui nilai *stiffness* dari spesimen dan nilai tegangan digunakan untuk mengetahui beban maksimal yang dapat diterima spesimen. Nilai dari deformasi, seperti terdapat pada gambar 2.18.



Gambar 2.17 Nilai Deformasi

Pada Thesis yang dibuat oleh Robert D. Story, perhitungan untuk mencari *stiffness* dari adalah sebagai berikut.

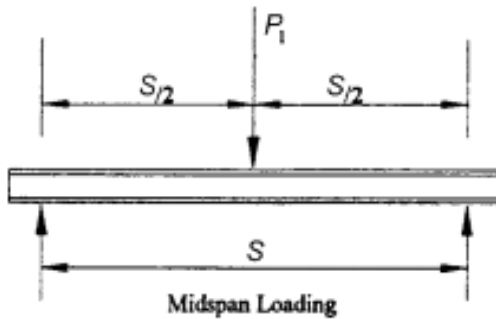
$$\frac{W}{\Delta} = \frac{\text{Pembebanan}}{\text{Defleksi}} \dots\dots\dots(2.4)$$

2.6 Pengujian *Bending* Komposit *Sandwich*

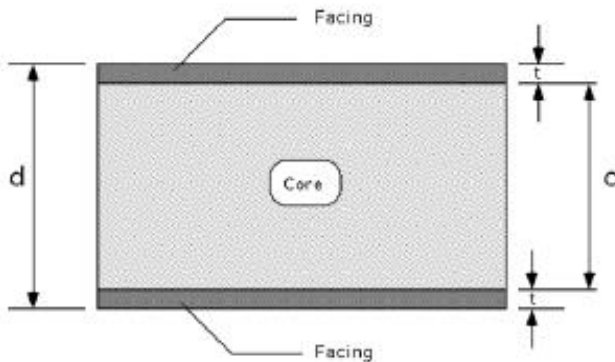
Dalam aplikasinya komposit *sandwich* tak pernah lepas dari proses pembebanan mekanik terutama beban *bending*. Pada umumnya kelemahan komposit *sandwich* terhadap beban *bending* terletak pada bagian yang belum merata pemampatannya antara serat dan matrik pada bagian bawah pada spesimen. Pada lapisan ini mempunyai kekuatan tarik maksimum dan akan mengalami kegagalan paling awal karena tidak mampu menahan tegangan tarik pada bagian bawah komposit, sehingga akan terjadi retak lebih awal. Kegagalan komposit *sandwich* akibat beban *bending* diawali dari *skin* komposit sisi belakang dan dilanjutkan dengan kegagalan *core*, delaminasi antara *skin* dan *core*.

Pengujian *bending* dilakukan dengan three point *bending* method. Spesimen dan metode pengujiannya mengacu pada standar ASTM C393. Penampang patahan

specimen uji dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya.



Gambar 2.18. *Three point bending method*



Gambar 2.19 Dimensi ketebalan komposit *sandwich*

Akibat pengujian bending, bagian atas spesimen mengalami tekanan dan bagian bawahnya mengalami tarikan. Pada komposit laminat GFRP, kekuatan *bending*-nya dapat dirumuskan (ASTM D 790-99):

$$\sigma_b = \frac{3PS}{2bd^2}$$

(1)

Dengan catatan :

σ_b	= kekuatan <i>bending</i> komposit	
(MPa)		
b	= lebar <i>sandwich</i>	(mm)
d	= tebal <i>sandwich</i>	(mm)
P	= beban maksimum	(N)
S	= panjang span	(mm)

Jika komposit *sandwich* diasumsikan homogen dan dikenai three point *bending* dengan sumbu netral terletak di tengah, maka momen *bending* maksimum komposit *sandwich* dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini:

$$M = P \times \frac{S}{4}$$

(2)

Dengan catatan :

M	= momen <i>bending</i> maksimum	
(Nmm)		
P	= beban maksimum	(N)
S	= panjang span	(mm)

Jika uji *bending* dilakukan dengan metode three point banding, maka facing *bending* stress dan *core* shear ultimate stress komposit *sandwich* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini (ASTM C393)

Kekuatan *skin* komposit *sandwich* (*facing bending stress*) (ASTM C393)

$$\sigma = \frac{PS}{2t(d+c)b}$$

.....

(3)

Dengan catatan :

σ	= kekuatan <i>skin</i>	(MPa)
P	= beban	(N)
d	= tebal <i>sandwich</i>	(mm)
c	= tebal <i>core</i>	(mm)
t	= tebal <i>skin</i>	(mm)
S	= panjang span	(mm)
b	= lebar <i>sandwich</i>	(mm)

Tegangan geser *core* komposit *sandwich* (ASTM C393)

$$\tau = \frac{P}{(d+c)b}$$

.....

(4)

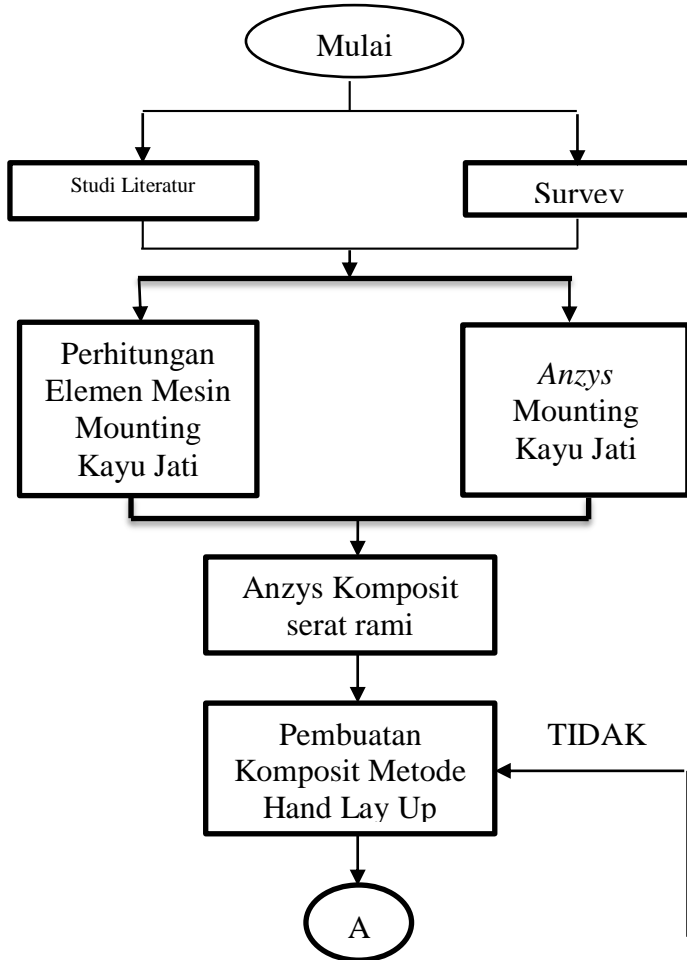
Dengan catatan :

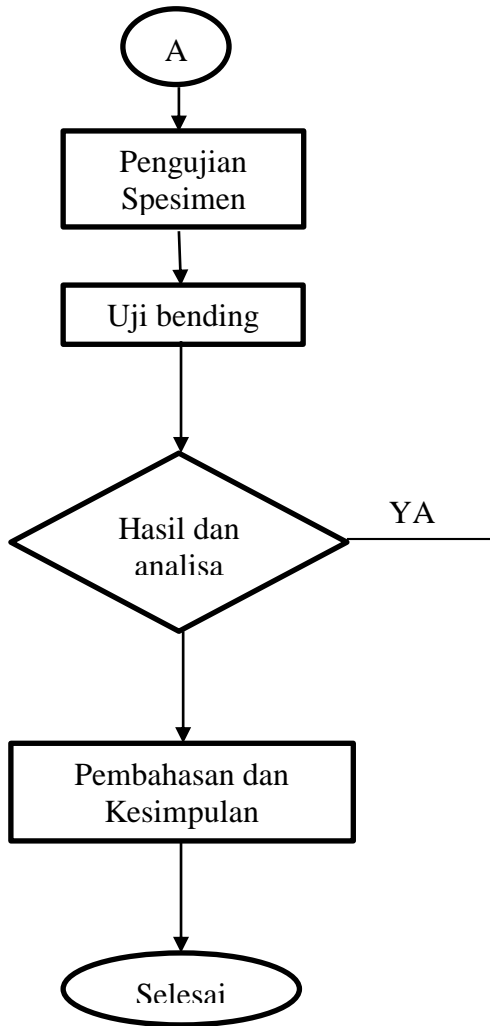
τ	= tegangan geser <i>core</i>	(MPa)
d	= tebal <i>sandwich</i>	(mm)
c	= tebal <i>core</i>	(mm)
b	= lebar <i>sandwich</i>	(mm)

BAB III METODOLOGI

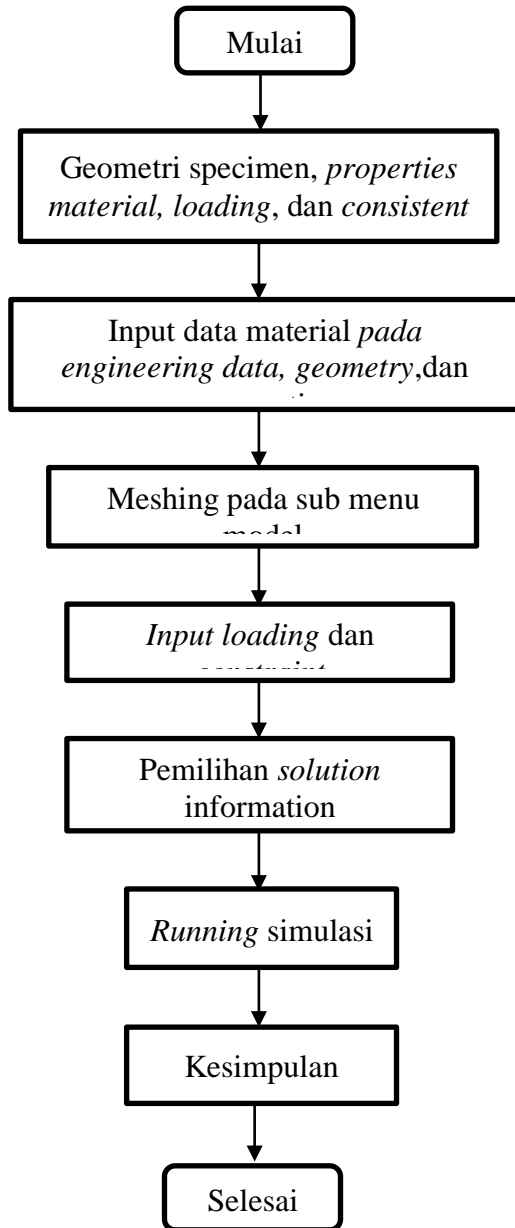
3.1 Diagram Alir

Penelitian ini menggunakan diagram alir sebagai berikut :





Gambar 3.1 Diagram Alir



Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Simulasi

3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Referensi tersebut berisikan tentang :

- Pengertian komposit
- Struktur komposit
- Macam – macam komposit
- Perhitungan Ansys
- Pengujian bending C393 -00

Studi literature diperoleh dari berbagai sumber seperti buku/text book, publikasi ilmiah, tugas akhir dan penelitian yang berkaitan dan juga media internet.

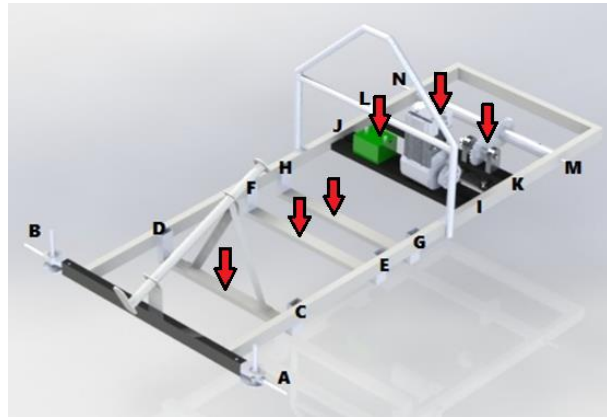
3.1.2 Survey

Survey merupakan metode pengumpulan data primer. Dengan memberikan pertanyaan pertanyaan kepada responden individu. Kegiatan ini menghasilkan buah pemikiran seperti mengganti kayu jati yang dipergunakan sebagai mounting reducer dan baterai pada mobil Nogogeni evo V dengan komposit sandwich, untuk mereduksi massa kendaraan. Dan mengetahui berat mounting yang dipergunakan sebelumnya yaitu 7 kg.

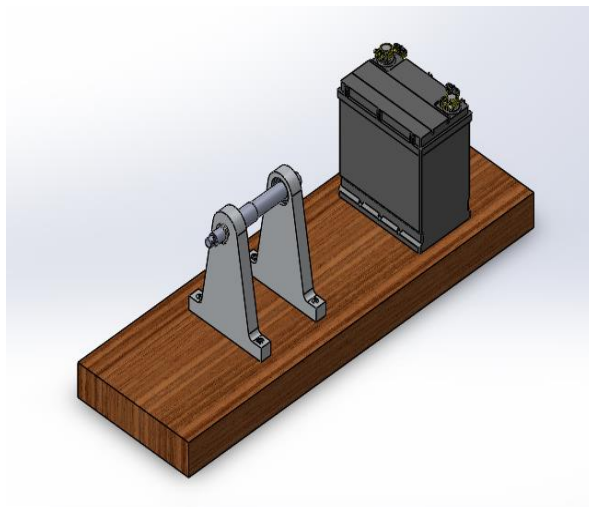
3.1.3 Perhitungan teoritis beban bekerja

Pada perhitungan teoritis beban yang bekerja pada mounting kayu digunakan untuk mengetahui

momen bending yang terjadi pada tiap potongan mounting kayu dan mengetahui tegangan bending yang terjadi pada mounting kayu jati. Berikut adalah titik pembebanan pada chassis di tentukan pada gambar 3.3 .



Gambar 3.3 Titik-titik Pembebanan Chassis



Gambar 3.4 Mounting kayu jati pada Nogogeni Evo V

3.1.4 Simulasi beban yang bekerja menggunakan software ANSYS pada mounting kayu jati Nogogeni evo V

Simulasi pada material mounting pada mobil Nogogeni evo V yang dilakukan menggunakan perangkat lunak *Ansys* . untuk mengetahui nilai equivalent stress material mounting reducer yang menggunakan material kayu jati. Pada metode simulasi ini digunakan pembebanan reducer 31,293 N dan baterai 34,335 N.

3.1.5 Simulasi beban yang bekerja menggunakan software ANSYS pada komposit sandwich

Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui nilai equivalent stress komposit sandwich dan mendapatkan perbandingan sebuah bahan untuk membuat komposit, Antara serat rami dan core honeycomb. Hal ini digunakan untuk mendapatkan hasil kekuatan komposit yang lebih kuat daripada benda mounting pada mobil Nogogeni evo V sebelumnya.

3.1.6 Pembuatan Komposit Hand Lay Up

Pada penelitian ini komposit yang akan dibuat berbentuk sandwich dengan skin menggunakan matriks Epoxy dengan penguat serat rami. Dalam pembuatannya, laminate dibuat menggunakan arah serat secara acak untuk kulit (skin) atas dan bawah. Sedangkan untuk bagian core menggunakan *honeycomb plastic* dengan ketebalan 30 mm. Core kemudian ditambah ditengah spesimen. Proses pembuatan komposit dilakukan dengan beberapa

tahap yaitu tahap pemotongan core, pembentukan komposit sandwich, dan pembentukan spesimen uji

3.1.6.1 Persiapan Bahan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam persiapan bahan antara lain:

1. Menyiapkan serat rami yang telah direndam larutan NaOH, dicuci air, dan dikeringkan.
2. Menyiapkan *Core honeycomb plastic* dengan dimensi sesuai ASTM C393.
3. Melapisi cetakan menggunakan wax yang dikuaskan secara merata.
4. Menimbang resin dan katalis yang akan digunakan dalam proses pembuatan spesimen. Dengan perbandingan 1:3.
5. potong *Honeycomb plastic* dengan dimensi sesuai yang diinginkan.

3.1.6.2 Proses pembuatan spesimen

Langkah- langkah yang dilakukan dalam pembuatan spesimen antara lain :

1. Jika serat rami, matriks *epoxy,hardener* telah ditimbang sesuai dengan seperti yang ditentukan dan juga cetakan telah kering yang sebelumnya diolesi dengan PVA dan wax maka siap untuk menuju proses selanjutnya yaitu pencetakan (*layering*) spesimen.
2. Tuangkan campuran *epoxy* dan *hardener* pada permukaan cetakan yang telah diberi serat rami lalu ratakan menggunakan kuas roll keseluruhan permukaan. Setelah itu letakkan

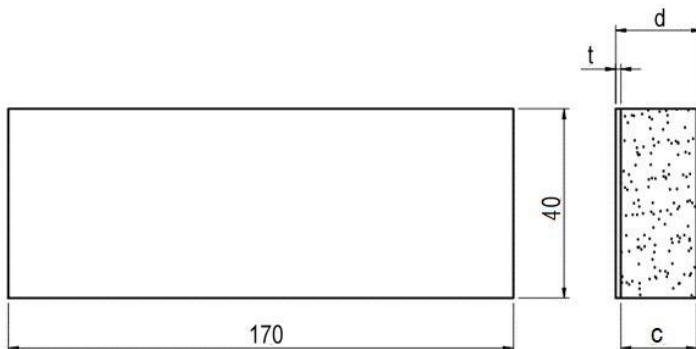
honeycomb plastic diatas serat rami yang telah diberi matriks dan diberi penekanan dengan roll. Dengan perbandingan matrik dan pengisinya yaitu 70% : 30%, yaitu matrik yang digunakan sebesar 70% dan pengisinya 30%

3. Jika semua proses pencetakan telah selesai maka proses selanjutnya adalah pengeringan. Proses pengeringan yang digunakan dengan temperatur udara.
4. Pada proses terakhir, yaitu memotong spesimen menggunakan gerinda. Geometri spesimen sesuai dengan standar ASTM C393

3.1.7 Pengujian Spesimen

Setelah pembuatan benda uji selesai, tahap selanjutnya akan dilakukan proses pengujian *bending*. *Bending test* merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual.

Benda uji menggunakan standart ukuran ASTM C393 (Sumber: Properties of sandwich Constructio4 Annual Book of ASTM Standards, West Conshohoken, United States.)



Gambar 3.5 Sketsa Dimensi Benda Uji

Keterangan :

b	= lebar spesimen	(mm)
c	= tebal core	(mm)
d	= tebal spesimen	(mm)
t	= tebal skin	(mm)
p	= panjang spesimen	(mm)

3.2 Simulasi ANSYS mounting

Simulasi deformasi momen dan tegangan bending maksimum pada material yang dilakukan menggunakan perangkat lunak *Ansys static structural*.

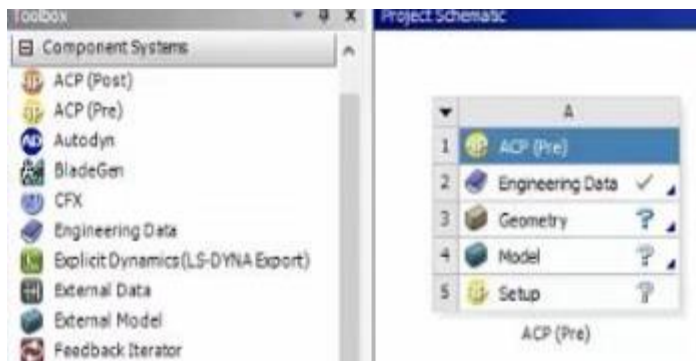
- Pertama yang dilakukan setelah membuka perangkat lunak *ansys* selanjutnya, pilih komponen sistem *static structural*.
- Setelah itu menginput data bahan pada *Engineering data* yang sesuai dengan benda yang akan di simulasikan.
- Lalu menginputkan model gambar yang akan di simulasi. Setelah itu masuk pada proses *meshing* dengan tujuan untuk mendapatkan seperti kondisi sebenarnya.
- Pembebanan dan analisa, pembebanan dengan cara memberikan *support* (tumpuan) pada benda

kerja yang akan disimulasikan. Setelah itu *solution* yang akan mendapatkan hasil analisa.

3.3 Simulasi ANSYS Komposit

Simulasi deformasi momen dan tegangan bending maksimum pada material yang dilakukan menggunakan perangkat lunak *Ansys Acp*. Berikut ini merupakan langkah-langkah proses simulasi :

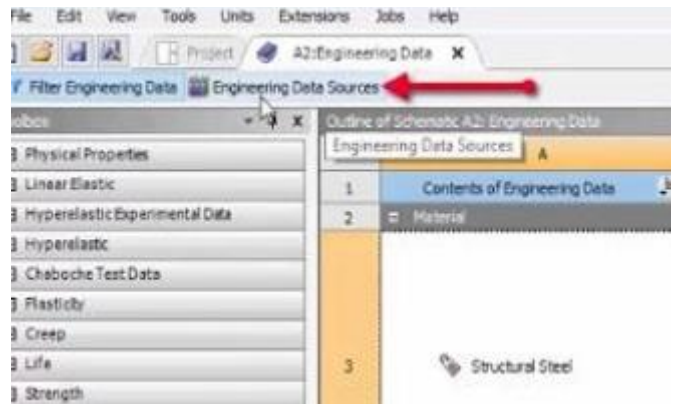
- Pertama yang dilakukan setelah membuka perangkat lunak *ansys* selanjutnya, pilih komponen sistem ACP(Pre) tekan dua kali atau dengan *drag* pada *project schematic*. Ditunjukkan seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Ansys ACP Pre*

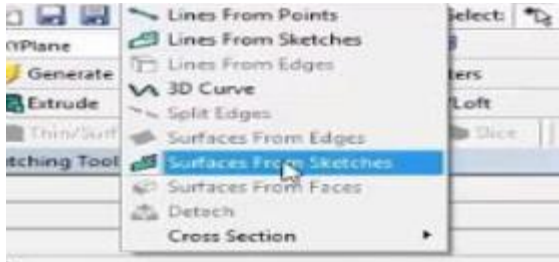
- *Engineering Data*
Pada bagian ini untuk memasukkan data material yang akan dibutuhkan pada simulasi. Berikut ini adalah tahap-tahap data pada perangkat lunak.
 - *Engineering Data Sources*
Pada tabel *engineering data sources*, terdapat macam-macam material yang telah tersedia. Simulasi ini digunakan

jenis *composite material* ditunjukkan seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 *Engineering Data Sources*

- *Outline of Composite Material*
Pada tabel ini, terdapat macam-macam material penyusun komposit (*Contents of Composite Material*). Pada simulasi ini digunakan serat rami dan Resin *Epoxy*.
- **Geometri**
pada langkah ini yaitu menggambar yang dibuat dengan menggunakan *Design Modeler*. Ubahlah *unit* dengan milimeter pada menu bar. Setelah itu *sketch*-lah spesimen sesuai dengan geometri yang ditentukan, gunakan *XYPlane* untuk *graphics*. Setelah itu gunakan *Surface From Sketches* pada *Menu Concept*, dengan cara *select Surface From Sketches – select object – select apply* (pada *Base Object*) – *select Generate*. Ditunjukkan seperti pada Gambar



Gambar 3.8 Surface from sketch

- **Meshing**

Untuk pembuatan *meshing* pada file ukuran spesimen dengan format *parasolid (x_t)* dimasukan ke geometri. Berikut adalah tahap-tahap membuat *meshing* pada ANSYS.

- *Sizing*

Sizing berfungsi mengatur ukuran *meshing* yang ingin kita buat. Penelitian ini digunakan jenis *face sizing* seperti Gambar 3.9.

Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	4 Faces
Definitions	
Suppressed	No
Type	Element Size
<input type="checkbox"/> Element Size	10.0 mm
Advanced	
<input type="checkbox"/> Default Size	Default (0.11100 mm)
Size Function	Uniform
Behavior	Soft
<input type="checkbox"/> Growth Rate	Default (1.00)

Gambar 3.9 Sizing

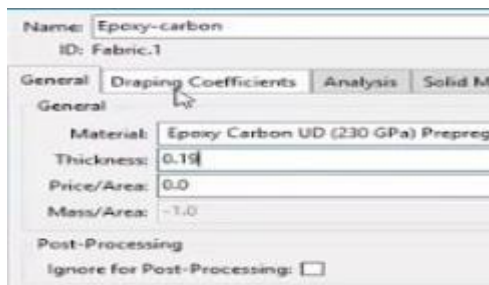
- *Meshing*

Ada 2 jenis *meshing* pada ANSYS yaitu *quadrilateral* dan *triangles*. Penelitian ini digunakan jenis *meshing quadrilateral* seperti Gambar 3.10.

Scope	
Scoping Method	/Geometry Selection
Geometry	4 Faces
Definition	
Suppressed	No
Mapped Mesh	Yes
Method	Quadrilateral
Constrain Boundary	No
Advanced	
Specified Nodes	No Selection
Specified Corners	No Selection
Specified Edges	No Selection

Gambar 3.10 Meshing

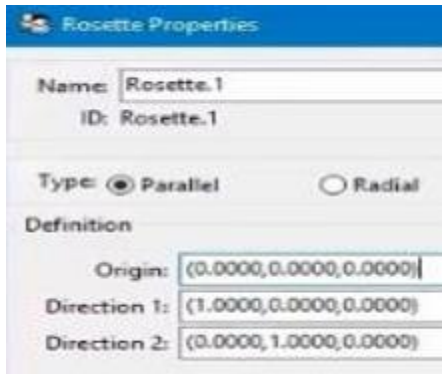
- *Setup* Pemodelan Komposit *Laminat Lay-Up*.
 Pada bagian *Setup* digunakan untuk membuat pemodelan laminat komposit menggunakan *ANSYS Composite PrePost*, dengan cara membuka *Setup* pada *Project Schematic*. Adapun langkah-langkah pembuatan sebagai berikut :
 - *Fabrics* digunakan untuk membuat *layer* atau lapisan- lapisan *serat rami* dengan *honeycomb plastic* sesuai dengan desain yang telah ditetapkan. Meliputi ketebalan dan jenis material. Cara membuat *fabrics* dan *mapping* pada *ANSYS* adalah seperti pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 *Fabrics*

- *Rosette*

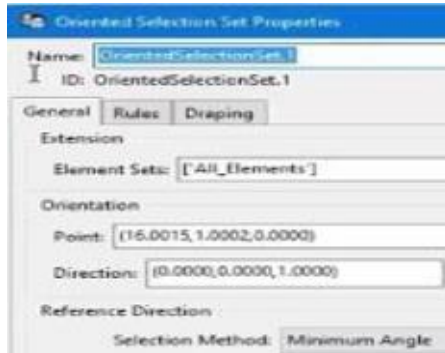
Pada bagian *rosette* ini, digunakan untuk mengatur dan menentukan arah orientasi yang diinginkan. Ditunjukkan seperti pada Gambar 3.12



Gambar 3.12 *Rosette*

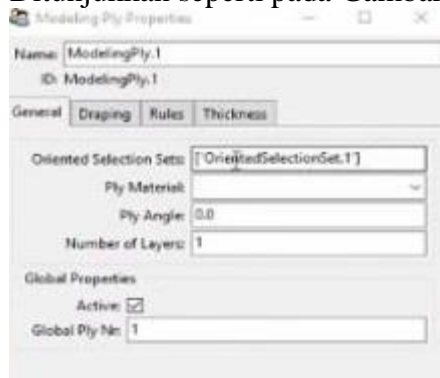
- *Oriented selection sets*

Pada bagian *oriented selection sets* ini, digunakan untuk menentukan *part* yang akan dibuat menjadi satu kesatuan. Ditunjukkan seperti pada Gambar 3.13



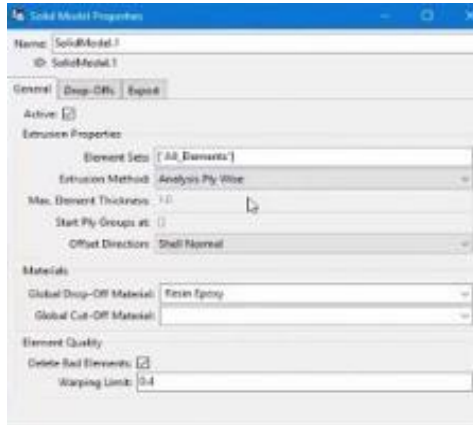
Gambar 3.13 *Oriented selection*

- *Modeling groups*
 Pada bagian *modeling group* ini, digunakan untuk membuat jumlah susunan *layer* dan penentuan sudut dari *layer* serat karbon sesuai dengan desai yang telah ditentukan. Ditunjukkan seperti pada Gambar 3.14



Gambar 3.14 *Modelling groups*

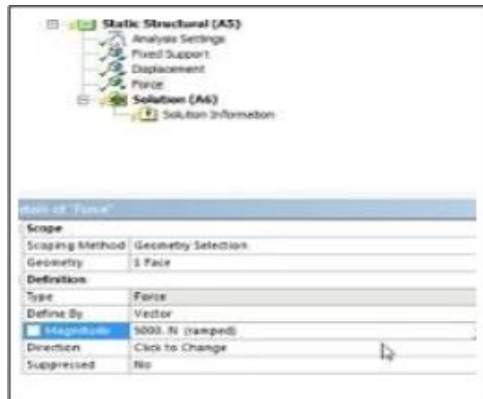
- *Solid model*
 Pada bagian *solid model* ini, digunakan untuk memvisualisasikan bentuk dari komposit yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 3.15



Gambar 3.15 *Solid model composite*

- Pemodelan simulasi pembebanan komposit

Pada simulasi yang dijalankan akan diberikan pembebanan searah sumbu z negatif dengan pemberian deformasi dengan jarak sesuai tebal spesimen uji. dapat dipastikan bahwa kondisi material masih berada pada deformasi elastis.



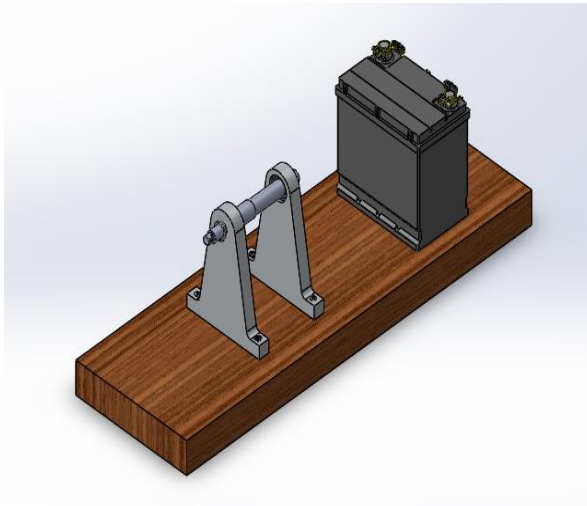
Gambar 3.16 Pembebanan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Teoritis Beban Bekerja

Pada analisa pengganti mounting kayu reducer dan baterai pada mobil Nogogeni EVO V dilakukan perhitungan teoritis beban bekerja untuk mengetahui momen bending dan tegangan bending yang terjadi pada mounting kayu jati. Berikut ini adalah gambar dari mounting reducer dan baterai yang akan dibuat.



Gambar 4.1 Mounting Kayu Jati Reducer dan Baterai

Data awal yang dipergunakan untuk perhitungan mounting kayu adalah sebagai berikut :

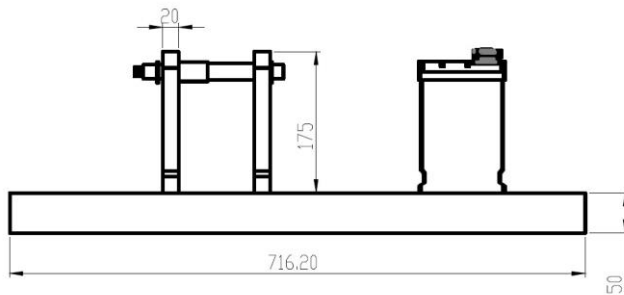
$$W_{Baterai} = 3,50 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 34,335 \text{ N}$$

$$W_{Reducer} = 3,19 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 31,293 \text{ N}$$

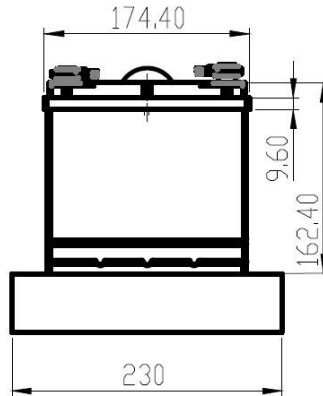
Tinggi = 5 cm
Panjang = 716,2 cm
Lebar = 230 cm

4.1.1 Perhitungan Momen Bending

Pada perhitungan momen bending ini dilakukan sebelum menghitung tegangan bending atau beban yang bekerja pada mounting kayu. Berikut adalah sketsa dimensi pada mounting kayu.

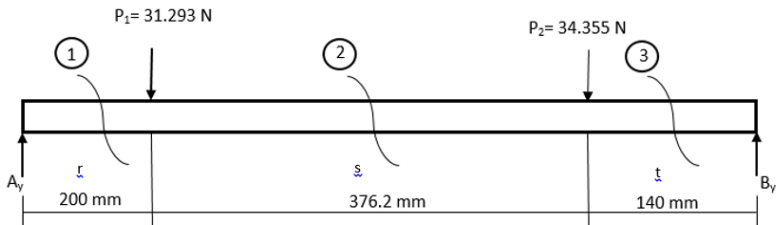


Gambar 4.2 Dimensi mounting tampak depan



Gambar 4.3 Dimensi mounting tampak samping

Sebelum dilakukan perhitungan momen bending pada mounting kayu, maka dibuat FBD (Free Body Diagram) terlebih dahulu.



Gambar 4.4 FBD mounting kayu jati

$$\sum F_y = 0$$

$$A_y - P_1 - P_2 + B_y = 0$$

$$A_y + B_y = P_1 + P_2$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-P_1 \cdot r - P_2 (r + s) + B_y (r + s + t) = 0$$

$$-31,293 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} - 34,335 \text{ N} (0,2 \text{ m} + 0,376 \text{ m}) + B_y (0,2 \text{ m} + 0,376 \text{ m} + 0.14 \text{ m}) = 0$$

$$-6,258 \text{ Nm} - 19,776 \text{ Nm} + B_y (0.716 \text{ m}) = 0$$

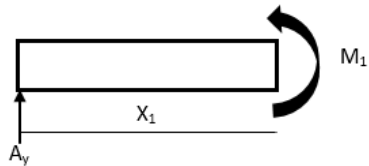
$$B_y = 36,361 \text{ N}$$

$$A_Y + B_Y = P_1 + P_2$$

$$A_Y + 36,361 \text{ N} = 31,293 \text{ N} + 34,335 \text{ N}$$

$$A_Y = 29,267 \text{ N}$$

Potongan 1



Gambar 4.5 FBD potongan 1

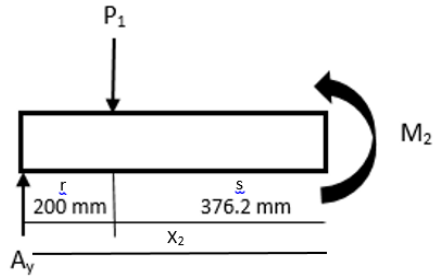
$$\sum M_1 = 0$$

$$-A_Y \cdot X_1 + M_1 = 0$$

$$-28,662 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ m} + M_1 = 0$$

$$M_1 = 5,853 \text{ Nm}$$

Potongan 2



Gambar 4.6 FBD potongan 2

$$\sum M_2 = 0$$

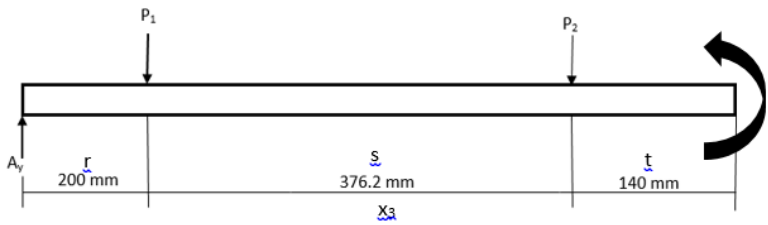
$$-A_Y \cdot X_2 + P_1 (X_2 - r) + M_2 = 0$$

$$-29,267 \text{ N} (0,576 \text{ m}) + 31,293 \text{ N} (0,576 \text{ m} - 0,2 \text{ m}) + M_2 = 0$$

$$-16,857 \text{ Nm} + 11,766 \text{ Nm} + M_2 = 0$$

$$M_2 = 5,090 \text{ Nm}$$

Potongan 3



Gambar 4.7 FBD potongan 3

$$\sum M_3 = 0$$

$$-A_Y \cdot X_3 + P_1 (X_3 - r) + P_2 (X_3 - r - s) + M_3 = 0$$

$$-29,267 \text{ N} (0,716 \text{ m}) + 31,293 \text{ N} (0,716 \text{ m} - 0,2 \text{ m})$$

$$+ 34,335 \text{ N} (0,716 \text{ m} - 0,2 \text{ m} - 0,376 \text{ m}) +$$

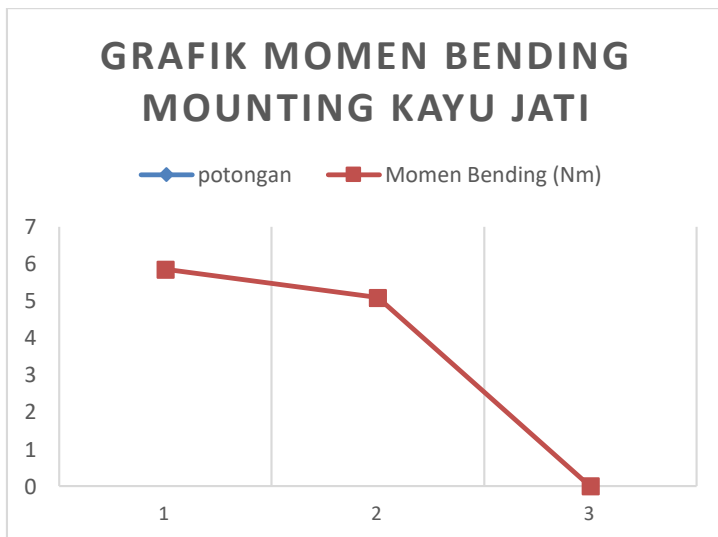
$$M_3 = 0$$

$$-20,955 \text{ Nm} + 16,147 \text{ Nm} + 4,806 \text{ Nm} + M_3 = 0$$

$$M_3 = 0,002 \text{ Nm}$$

Tabel 4.1 Hasil momen bending

Potongan	Momen Bending (Nm)
1	5.853
2	5.090
3	0.002



Gambar 4.8 Grafik Momen Bending

4.1.2 Perhitungan Tegangan Bending

$$\sigma_b = \frac{M_b \cdot C}{I}$$

Keterangan:

σ_b = Tegangan Bending (N/m²)

M_b = Momen bending (Nm)

C = Jarak terhadap sumbu netral (m)

I = Momen Inersia (m⁴)

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot 0,23 \text{ m} \cdot (0,05 \text{ m})^3$$

$$I = 0,0000024 \text{ m}^4$$

$$C = \frac{1}{2} h$$

$$C = \frac{1}{2} (0,05 \text{ m})$$

$$C = 0,025 \text{ m}$$

$$\sigma_b = \frac{5,853 \text{ Nm} \cdot 0,025 \text{ m}}{0,0000024 \text{ m}^4}$$

$$\sigma_b = 60968,75 \text{ N/m}^2 = 0,06 \text{ Mpa}$$

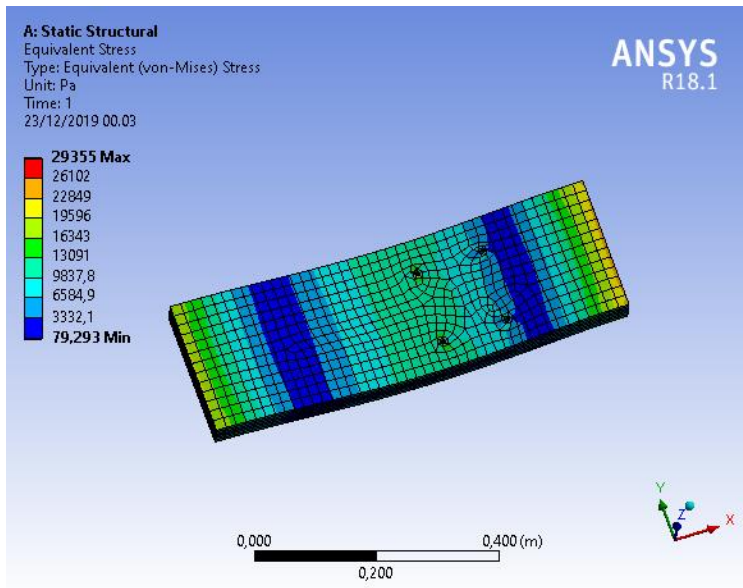
Jadi tegangan bending dari mounting kayu adalah sebesar 60968,75 N/m² atau 0,06 Mpa

4.2 Hasil Metode Simulasi Mounting Kayu Jati

Pada metode simulasi ini menggunakan metode *structural* dan hanya dengan mounting kayu , dengan mounting kayu jati spesifikasi sebagai berikut :

- *Density* kayu jati 700-930 kg/m³ = memakai 700 kg/m³
- *Tensile strength value* kayu jati = 168,57 MPa
- *Value of compressive strength* kayu jati = 5.56 MPa
- *Modulus young* = 4132 MPa

Bertujuan untuk mendapatkan nilai *equivalent stress*. Nilai dari *equivalent stress* terdapat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Simulasi mounting kayu jati

4.3 Hasil Metode Simulasi Komposit Sandwich

Penentuan komposisi bertujuan untuk mendapatkan nilai *Equivalent stress* pada benda uji dengan material komposit serat rami, menggunakan core honeycomb dan matriks *Epoxy*. Pada metode simulasi ini diasumsikan bahwa resin *Epoxy* sudah tercampur dengan serat dan honeycomb. Dengan spesifikasi honeycomb dan serat rami sebagai berikut :

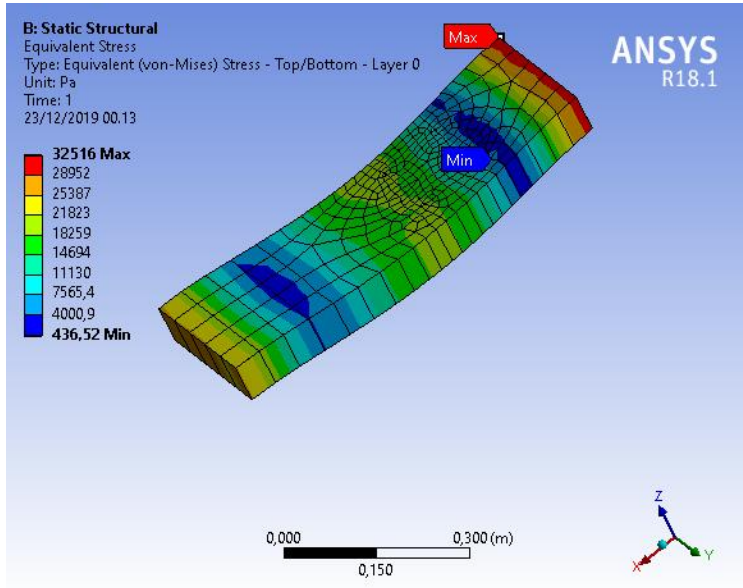
1. *Honeycomb*

- *Density* 80 kg/m³
- *Tensile Strength* 321 Mpa
- *Compressive Strength* 1,3 Mpa
- *Modulus Young* 9162 Mpa

2. Serat Rami

- *Modulus Elastisitas* 5846,67 Mpa
- *Tensile Strength* 25,87 Mpa
- *Density Range* 1,5 gr/cm³
- *Posision Rasio* 0,38

Setelah dilakukan simulasi pada material komposit dengan *software Ansys acp* dan *static structural*. Didapatkan perbandingan matrik 70% dan serat 30% dengan ketebalan serat 1,5 cm, *Honeycomb plastik* 2 cm didapatkan nilai *Equivalent stress* pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Simulasi komposit sandwich

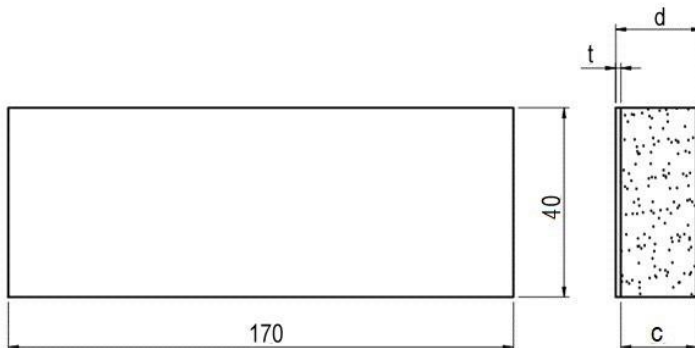
4.3.1 Analisa Hasil Simulasi

Setelah dilakukan simulasi terhadap mounting kayu jati dan komposit sandwich yang bertujuan untuk mengetahui nilai *equivalent stress*. Pada simulasi spesimen mounting kayu jati didapatkan hasil seperti gambar 4.9 . Dilihat dari gambar diatas menunjukkan nilai kekuatan bending spesimen mounting kayu jati dengan nilai *equivalent stress* 29,355 Mpa. Pada simulasi

spesimen komposit sandwich didapatkan hasil seperti gambar 4.10. Gambar 4.10 menunjukkan nilai kekuatan bending spesimen komposit sandwich dengan nilai *equivalent stress* 32,516 Mpa. Warna dan kontur pada gambar simulasi menunjukkan bahwa warna merah mengindikasikan terjadi tegangan yang tersebar di setiap kontur sehingga menyebabkan benda mengalami deformasi searah dengan pembebanan yaitu sumbu kordinat z negatif.

4.4 Hasil Pengujian Three-point bending Komposit Sandwich

Pembuatan komposit sandwich serat rami dari hasil simulasi ansys dengan ketebalan 5 cm . proses pembuatan dimensi benda uji sebelum pengujian menggunakan standart pengujian ASTM C393.



Gambar 4.11 Dimensi benda uji ASTM C393

Dari hasil pengujian Three-point bending yang dilakukan pada benda uji komposit sandwich core honeycomb dengan resin *Epoxy* diperoleh data sebagai berikut :

No. Spesimen Komposit	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
1	160	60	44
2	160	60	44
3	160	60	44

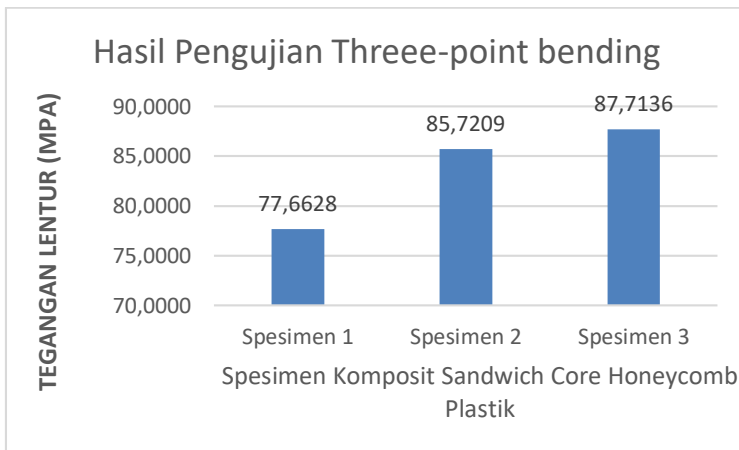
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Benda

Tabel 4.3 Hasil Pengujian *Three-point* bending

Spesimen Komposit Sandwich	Gaya Maksimum (N)	Momen Lentur (Kgmm)	Tegangan Lentur (Kg/mm²)
1	5110.63	153318.900	7.9194
2	5640.94	169228.200	8.7411
3	6734.06	202021.800	8.9443
Rata-rata	5828.54	174856.300	8.5349



Gambar 4.11 Berat spesimen komposit sandwich



Gambar 4.12 Grafik hasil pengujian Three-point bending

Dari gambar 4.11 terlihat nilai hasil pengujian Three-point bending benda uji komposit sandwich pertama memiliki nilai 77,6628 Mpa, benda uji kedua memiliki nilai 85,7209 Mpa dan benda uji ketiga

memiliki nilai 87,7136 Mpa. Maka dari itu hasil pengujian Three-point bending rata-rata memiliki nilai 83.6420 Mpa. Dan berat komposit *sandwich core honeycomb* plastik dengan *standart ASTM C393* yaitu 163 gr.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan teoritis, simulasi *ansys* dan pengujian eksperimen dengan metode *three point bending* dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan teoritis terhadap *mounting* kayu jati *reducer* dan baterai didapatkan nilai tegangan bending sebesar 0,06 Mpa.
2. Dari hasil simulasi terhadap *mounting reducer* dan baterai yang menggunakan kayu jati didapatkan nilai *equivalent stress* sebesar 29,355 Mpa.
3. Dari hasil simulasi komposit *sandwich core honeycomb plastik* serat rami bermatrik *epoxy* didapatkan nilai *equivalent stress* sebesar 32,516 Mpa.
4. Dari hasil pengujian *Three-point bending* komposit *sandwich core honeycomb* serat rami bermatrik *epoxy*, benda uji menggunakan standart ukuran pengujian ASTM C393 mendapatkan nilai rata-rata 83,6420Mpa.
5. Dari hasil penelitian, komposit *sandwich* serat rami *core honeycomb* bermatrik resin *epoxy* dapat dijadikan sebagai bahan alternatif *mounting reducer* dan baterai Nogogeni.

5.2 Saran

Penulis menyadari bahwa hasil pengujian ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun demi kesempurnaan hasil pengujian ini. Selain itu penulis juga menyarankan beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses pembuatan komposit, antara lain:

1. Dapat dikembangkan dengan variasi ketebalan *core*.

2. Dapat dikembangkan dengan variasi-variasi *core* lain seperti *honeycomb paper* atau *honeycomb nomex* untuk mendapatkan komposit *sandwich* dengan massa yang lebih ringan.
3. Dengan adanya pelemahan pada bagian inti terhadap kulitnya, maka untuk penelitian lebih lanjut diperlukan bahan perekat yang lebih baik dan jenis material inti yang perlu di sempurnakan.
4. Dapat dikembangkan menggunakan teknik manufacture yang lebih maju lagi seperti *Vacuum resin infusion*, *prepreg autoclave vacuum*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASTM C393-9, *Standard Test Methode for Flexural Properties of Sandwich Construction*, Annual Book of ASTM Standards, West Conshohoken, United States.
- [2] Anam Mochamad C. 2019. “Analisa Perbandingan Antara Simulasi Dan Pengujian Terhadap *Stiffness Three-point Bending* Pada Komposit Sandwich *Carbon Fiber Prepeg* Dan *Aluminium Honeycomb Core* Menggunakan Metode *Out-of-autoclave*” Departement Teknik Mesin Industri ITS.
- [3] Hadi, B.K. 2000. PN-336 Mekanika Struktur Komposit. Bandung: ITB.
- [4] Pinem Mhd Daud,S.T., M.T. 2017. “ANSYS Menganalisis Berbagai Pemasalahan Dalam Ilmu Keteknikan”,37:373.
- [5] Arbaoui Jamal. 2014. “Effect Of Core Thickness And Intermediate Layers On Mechanical Properties Of Polypropylene Honeycomb Multi-layer Sandwich Structures”.
- [6] Purboputro Pramuko Ilmu. “ Analisis Sifat Mekanik Dan Impak Komposit Serat Rami Dengan Perlakuan Alkali Dalam Waktu 2, 4, 6, Dan 8 Jam Bermatrik Poliester “ Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Surakarta.
- [7] Naini Usman. 2018. “ Studi Komparasi Mutu Kayu Jati, Kayu Mahoni, Kayu Johar, Kayu Akasia Dan Kayu Meranti Di Surakarta Antara Hasil Uji Laboratorium Dengan Analisis SNI7973-2013” Jurusan Teknik Sipil Univ. Muhammadiyah Surakarta.
- [8] F.Dammak. 2014. “Experimental study of aluminium honeycomb behaviour under dynamic multiaxial loading”

BIODATA PENULIS



Penulis yang memiliki nama lengkap Galang Aji Prasetyo dilahirkan di Jombang, 25 Juli 1998, merupakan anak tunggal. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu, SDN 3 Bareng Jombang, SMP Negeri 1 Bareng Jombang, SMA Darul Ulum 2 Jombang. Pada tahun 2016 Penulis diterima di Jurusan D3 Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan

NRP 1021160000122.

Selama duduk di bangku kuliah penulis aktif mengikuti kegiatan baik di bidang akademik maupun non akademik. Penulis juga pernah mengikuti berbagai kegiatan dan bergabung dalam organisasi untuk menunjang softskill. Kegiatan yang pernah diikutinya antara lain : Panitia LKMM TD HMDM FV-ITS, Pelatihan Karya Tulis Ilmiah FTI-ITS 2016, Kabiro jual beli di BSO kewirausahaan HMDM 2017-2018, Wakil Ketua Inspektur Committee Kaderisasi HMDM LOYALIS 2017-2018, Divisi perlengkapan LKMM Pra TD 2017, dan Anggota Tim Riset WaterBike Cakrabaswara

Pelatihan yang pernah diikuti penulis : Pelatihan spiritual ITS tahun 2016, PKTI FTI ITS tahun 2016, Pelatihan LKMM Pra TD di Fakultas Teknik Industri ITS (2016), dan melaksanakan kerja praktek di CV Risvatama Laras di Bogor, Jawa Barat di bidang perawatan “compressor screw”. Bagi pembaca yang berdiskusi dan menanyakan informasi mengenai tugas akhir ini, pembaca dapat menghubungi penulis via E-mail : galangajiprasetyo25@gmail.com

Lampiran



LABORATORIUM BETON DAN BAHAN BANGUNAN

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
KAMPUS ITS KEPUTHI SUKOLLO SURABAYA 60111
TELP. 5931223, 5994251-45 PES. 1147, 5947284
FAX. (031) 5927650

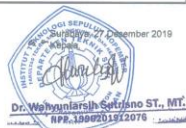
HASIL TEST LENTUR PELAT COMPOSIT

No. 005.23.12/LB3/2019

Dikirim oleh : Mahasiswa Fakultas Vokasi Departemen Teknik Mesin Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Name : Galang Aji Prasetyo (NRP : 10211600000122)
Tanggal : 23 Desember 2019
Untuk Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Sample berupa : Pelat Composit Serat Rami (44 mm x 60 mm x 160 mm)
Pelat Composit Serat Rami (44 mm x 70 mm x 160 mm)

No.	Panjang (L) (mm)	Lebar (b) (mm)	Tebal (t) (mm)	Gaya Maksimum (P) (N)	Momen Pelewatanan Penampang (M) (mm ²)	Jarak Perletakan (Lo) (mm)	Momen Lentur Maksimum (M) (Kgm ^m)	Tegangan Lentur (σ _g) (Kg/mm ²)	Ket.
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	160.00	60.00	44.00	5110.63	19360.00	120.00	153318.800	7.9194	honey comb - 1
2	160.00	60.00	44.00	5640.84	19360.00	120.00	169228.200	8.7411	honey comb - 2
3	160.00	70.00	44.00	6734.06	22586.67	120.00	202021.800	8.9443	honey comb - 3

Catatan :
 $W = \frac{1}{8} b t^3$
 $M = \frac{1}{4} P t (L-t)$
 $\sigma = M / W$



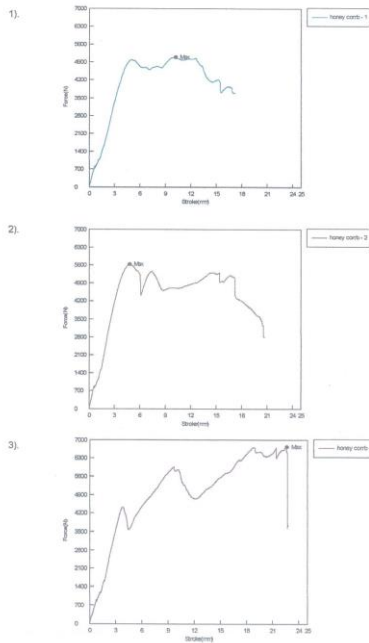


LABORATORIUM BETON DAN BAHAN BANGUNAN

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
KAMPUS ITS KEPUTIH SUKOLOLO SURABAYA 60111
TELP. 5931223, 5994251-55 PES. 1147, 5947284
FAX. (031) 5927650

GRAFIK LENTUR PELAT COMPOSIT

Dikirim oleh : Mahasiswa Fakultas Vokasi Departemen Teknik Mesin Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Nama : Galang Aji Prasetyo (NRP : 1021100000122)
Tanggal : 23 Desember 2019
Untuk Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Sample berupa : Pelat Composit Serat Rami (44 mm x 60 mm x 160 mm)
Pelat Composit Serat Rami (44 mm x 70 mm x 160 mm)





LABORATORIUM BETON DAN BAHAN BANGUNAN

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
KAMPUS ITS KEPUTIH SUKOLOLO SURABAYA 60111
TELP. 5931223, 5994251-55 PES. 1147, 5947284
FAX. (031) 5927650

GRAFIK LENTUR PELAT COMPOSIT

Dikirim oleh : Mahasiswa Fakultas Vokasi Departemen Teknik Mesin Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Nama : Galang Aji Prasetyo (NRP : 1021160000122)
Tanggal : 23 Desember 2019
Untuk Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Sample berupa : Pelat Composit Serat Rami (44 mm x 60 mm x 160 mm)
Pelat Composit Serat Rami (44 mm x 70 mm x 160 mm)

