

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN MATERIAL STRUKTUR PANEL SANDWICH DENGAN VARIASI KONFIGURASI PENAMPANG SEBAGAI APLIKASI PENYERAP ENERGI

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

DEDI ARIANTO
1307230274



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

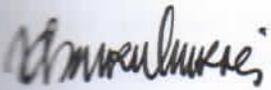
Nama : Dedi Arianto
NPM : 0307230274
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Perancangan Material Struktur Panel Sandwich Dengan Variasi
Konfigurasi Penampang Sebagai Aplikasi Penyerap Energi.
Bidang ilmu : Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 13 Maret 2019

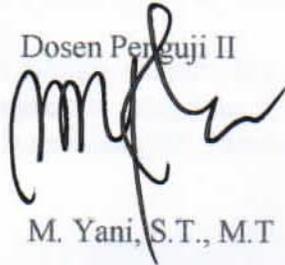
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



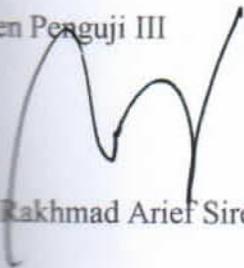
Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji III



Dr. Rakhmad Arief Siregar, M. Eng

Dosen Penguji IV



Bekti Suroso, S.T., M.Eng



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Dedi Arianto
Tempat /Tanggal Lahir: Aek Bargot/10 Februari 1992
NPM : 1307230274
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

"PERANCANGAN MATERIAL STRUKTUR PANEL SANDWICH DENGAN VARIASI KONFIGURASI PENAMPANG SEBAGAI APLIKASI PENYERAP ENERGI"

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2019



Saya yang menyatakan,

Dedi Arianto

ABSTRAK

Dalam perkembangan dunia industri, terutama yang berhubungan dengan penelitian bahan dan penggunaannya, Maka dalam produksinya banyak menggunakan alat-alat atau mesin untuk menguji kualitas suatu material, Salah satunya kekuatan dari material tersebut. Defleksi adalah perubahan bentuk pada material dalam arah y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada material. Deformasi pada material secara mudah dijelaskan berdasarkan defleksi material dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. Defleksi dapat diukur dari permukaan posisi netral awal dan posisi netral setelah terjadi deformasi. Konfigurasi yang telah diasumsikan dengan deformasi permukaan netral yang dikenal dengan kurva elastis. Perancangan ini dilakukan bertujuan untuk perancangan struktur panel *sandwich* dengan variasi konfigurasi penampang sebagai aplikasi penyerap energi dan mengevaluasi kekuatan mekanik pada setiap perancangan struktur panel *sandwich*. Pada perancangan atau menggambar desain struktur panel *sandwich* dan Simulasi tekanan pada perancangan struktur panel *sandwich* dilakukan dengan software catia, Hal ini bertujuan untuk mengetahui titik mana terjadinya stres pada lapisan panel *sandwich*. Maksimum *Strees* terjadi pada gambar yang ditunjukkan dengan tanda berwarna merah, Honeycomb $1.02e$, re-entrant $7.37e$, batang pisang $1.85e$, batang pepaya $4.7e$, batang rotan $1.13e$.

Kata Kunci: Perancangan, Struktural Panel *Sandwich*, Simulasi, Maksimum *Strees*.

ABSTRACT

In the development of the industrial world, especially those related to the research of materials and their use, then in their production many use tools or machines to test the quality of a material, one of which is the strength of the material. Deflection is a change in the shape of the material in the direction of y due to the vertical loading given to the material. Deformation of the material is easily explained based on the deflection of the material from its position before experiencing loading. Deflection can be measured from the surface of the initial neutral position and the neutral position after deformation occurs. The configuration that has been assumed by neutral surface deformation is known as the elastic curve. This plan is aimed at designing a sandwich panel with a variety of cross section configurations as an energy absorbent application and evaluating the mechanical strength of each sandwich panel structure design. In designing or drawing the design of a sandwich panel structure and pressure simulation on the design of a sandwich panel structure is done with software catia, this aims to determine the point where the stress on the sandwich panel layer occurs. Maximum stress occurs in the image shown by the red mark, Honeycomb 1.02e, re-entrant 7.37e, banana stem 1.85e, 4.7e papaya batter, 1.13e rattan stem.

Keywords: *Designing, Structure of Sandwich Panels, Simulation, Maximum Strees.*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Variasi Ketebalan Pada Konfigurasi Penampang Terhadap Gaya Remuk Rata-Rata (MFC) Pada Material Struktur Panel Sandwich” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Bakti Suroso, S.T, M.Eng selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Khairul Umurani. S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak M. Yani. S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T, yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar. S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
8. Orang tua penulis: Bapak Tajuddin dan Ibu Nur Syamsih, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Seluruh teman-teman seperjuangan stambuk 2013 terutama rekan-rekan Reza, Bembeng, Riki, Mastari dan Sandi, Abdul Gani Harahap. Yang telah banyak memberikan bantuan dan kerja samanya kepada penulis.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, Maret 2019

Dedi Arianto

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	2
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	2
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Panel Sandwich	4
2.2. Tumbuhan Beruas	7
2.2.1. Tumbuhan Batang Pepaya	7
2.2.2. Tumbuhan Batang Pisang	7
2.3. Konfigurasi Penampang	8
2.4. Material Struktur	8
2.5. Pengujian Statis	9
2.6. Split Hopkinson Pressure Bar	10
2.6.1. Teori Split Hopkinson Pressure Bar	10
2.6.2. Perkembangan Split Hopkinson Pressure Bar	11
2.6.3. Prinsip Kerja Split Hopkinson Pressure Bar	11
2.7. Tegangan	13
2.8. Regangan	13
2.9. Persamaan Split Hopkinson Pressure Bar	14
BAB 3 METODOLOGI	18
3.1 Tempat dan Waktu	18
3.1.1. Tempat Perancangan	18
3.1.2. Waktu Perancangan	18
3.2 Perancangan	19
3.3 Alat Perancangan Yang Digunakan	19
3.3.1. Laptop	19
3.4 Prosedur Menggambar Panel Sandwich	20
3.5 Diagram Alir Perancangan Panel Sandwich	23

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Perancangan Re-entrant Panel Sandwich	24
4.2 Hasil Perancangan Honeycomb Panel Sandwich	25
4.3 Hasil Perancangan Inspirasi Batang Pisang	26
4.4 Hasil Perancangan Inspirasi Batang Pepaya	27
4.5 Hasil Perancangan Inspirasi Batang Rotan	28
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1. Kesimpulan	31
5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbedaan Tingkatan	11
Tabel 3.1. Timeline Kegiatan	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Panel <i>Sandwich</i>	4
Gambar 2.2. Material Komposit Berdasarkan Jenis Penguatnya	5
Gambar 2.3. Pengujian Tekan Disarankan Oleh ASTM	9
Gambar 2.4. Plat Tekan Konis Sudut Gesekan	9
Gambar 2.5. Alat Uji Statis	9
Gambar 2.6. Bagian Utama Split Hopkinson Pressure Bar	12
Gambar 2.7. Skema Split Hopkinson Pressure Bar	12
Gambar 2.8. Regangan Yang Terjadi Saat Tumbukan	13
Gambar 2.9. Solidwork Model Of Split Hopkinson Pressure Bar	15
Gambar 2.10. Sketsa Vertikal Split Hopkinson Pressure Bar	17
Gambar 3.1. Laptop	19
Gambar 3.2. Aplikasi Catia	20
Gambar 3.3. Klik File	20
Gambar 3.4. Sketch	21
Gambar 3.5. Profile	21
Gambar 3.6. Mirror	22
Gambar 3.7. Pad	22
Gambar 3.8. Diagram Alir Perancangan Panel <i>Sandwich</i>	23
Gambar 4.1. Hasil Perancangan Re-entrant Panel <i>Sandwich</i>	24
Gambar 4.2. Simulasi Perancangan Re-entrant Panel <i>Sanwich</i>	25
Gambar 4.3. Hasil Perancangan Honnycomb Panel <i>Sandwich</i>	25
Gambar 4.4. Simulasi Perancangan Honneycomb Panel <i>Sandwich</i>	26
Gambar 4.5. Hasil Perancangan Inspirasi Batang Pisang	26
Gambar 4.6. Simulasi Perancangan Inspirasi Batang Pisang	27
Gambar 4.7. Hasil Perancangan Inspirasi Batang Pepaya	27
Gambar 4.8. Simulasi Perancangan Inspirasi Batang Pepaya	28
Gambar 4.9. Hasil Perancangan Inspirasi Batang Rotan	28
Gambar 4.10 Simulasi Perancangan Inspirasi Batang Rotan	29

DAFTAR NOTASI

SIMBOL	KETERANGAN
P	Panjang
L	Lebar
d	Diameter
V_{eng}	<i>Engineering Strain</i>
ΔZ	Perubahan panjang
Z_1	Panjang awal
Z_2	Panjang setelah diberi gaya

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam perkembangan dunia industri, terutama yang berhubungan dengan penelitian bahan dan penggunaannya, maka dalam proses produksinya banyak menggunakan alat-alat atau mesin untuk menguji kualitas suatu material, salah satunya kekuatan dari material tersebut. Penggunaan mesin tersebut banyak digunakan oleh perusahaan besar maupun kecil, mesin mempunyai berbagai jenis klasifikasi yang sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Adapun jenis mesin yang digunakan untuk mempertimbangkan faktor-faktor statis dan dinamis untuk menentukan kekuatan suatu material.

Beban terhadap aplikasi struktur tidak hanya diperoleh dari beban statis (*statis loading*) tetapi juga dari beban dinamis (*dynamic loading*). Kekuatan impact suatu material menunjukkan kemampuan dari material untuk menyerap dan menghilangkan energi pada saat menerima benturan atau beban kejut (Mallick 1998). Pengujian *impact drop weigh* atau uji tumbukan (*crast test*) dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan lentur material aluminium. pengujian biasanya dilakukan pada material untuk aplikasi otomotif, struktur industri dan *aerospace*. Pada tahun 1980, FIA melakukan pengujian *crash box* pada *prototype CN2*. *Cash test* digunakan sebagai acuan seberapa besar material dapat meredam tumbukan sehingga mengurangi kerugian yang serius ketika terjadi kecelakaan.

Defleksi adalah perubahan bentuk pada material dalam arah y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada material. Depormasi pada material secara mudah dijelaskan berdasarkan depleksi material dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. Defleksi dapat diukur dari permukaan posisi netral awal dan posisi netral setelah terjadi depormasi. Konfigurasi yang telah diasumsikan dengan deformasi permukaan netral yang dikenal dengan kurva elastis dari material.

Dengan latar belakang ini, maka saya tertarik untuk mengadakan penelitian sebagai tugas sarjana dengan judul: **“Perancangan Material Struktur Panel Sandwich Dengan Variasi Konfigurasi Penampang Sebagai Aplikasi Penyerap Energi”**

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah, dapat dirumuskan masalahnya yaitu: Bagaimana perancangan material struktur panel *sandwich* dengan variasi konfigurasi penampang sebagai aplikasi penyerap energi.

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak terjebak dalam pembahasan yang tidak perlu maka perlu dibuat batasan masalah. Adapun batasan masalah tersebut difokuskan pada alat perancangan yang menggunakan software catia dan simulasi yang dilakukan untuk mengetahui tingkat stres dari rancangan material struktur panel *sandwich* tersebut.

1.4. Tujuan

Perancangan ini dilakukan bertujuan untuk perancangan struktur panel *sandwich* dengan variasi konfigurasi penampang sebagai aplikasi penyerap energi.

1.5. Manfaat

Manfaat dari perancangan material struktur panel *sandwich* dengan variasi konfigurasi penampang sebagai aplikasi penyerap energi adalah :

1. Sebagai bahan acuan untuk pengembangan selanjutnya dari perancangan struktur panel *sandwich*.
2. Menambah pengetahuan dan wawasan mengenai perancangan struktur panel *sandwich*.

1.6. Sistematika Penulisan

Gambaran yang jelas penulis membagi tugas akhir ini terdiri dari 5 bab dengan perincian sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Pada bab ini mengenai teori-teori sebagai dasar untuk pemecahan masalah yaitu berisikan teori-teori yang akan di bahas, yang diperoleh dari referensi yang ada.

Bab 3 Metodologi Perancangan

Pada bab ini menjelaskan tentang lokasi dan waktu pembuatan, perancangan, peralatan yang digunakan, metode, konstruksi panel *sandwich* dan diagram aliran.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini menjelaskan mengenai hasil dari perancangan serta pembahasannya.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari keseluruhan hasil yang di dapat dari perancangan.

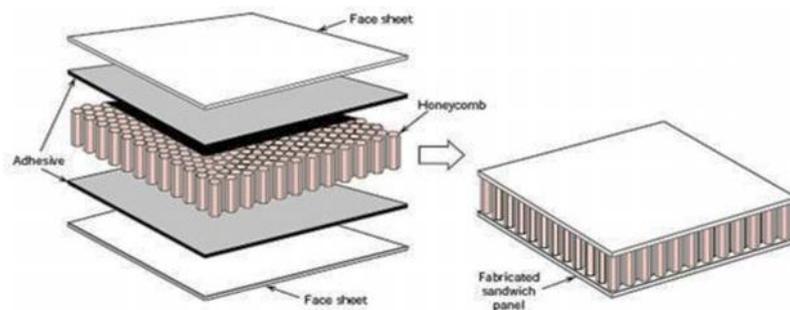
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Panel *Sandwich*

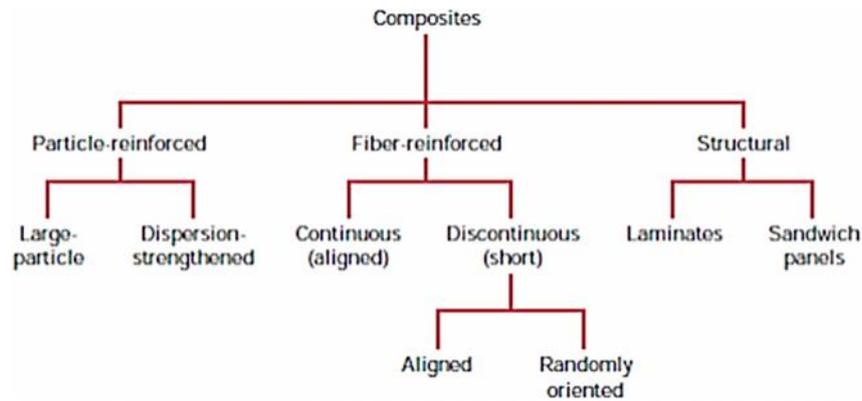
Panel *sandwich* merupakan panel yang terdiri atas 3 layer, dengan layer bagian core merupakan sebuah material dengan tingkat kepadatan tinggi namun memiliki kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dua layer penutupnya. Panel *sandwich* terbagi menjadi beberapa jenis, beberapa diantaranya adalah:

- *Face sheet*
- *Adhesive*
- *Honeycomb*
- *Fabricated sandwich panel*

Panel *sandwich* memiliki keuntungan diantara panel modular lainnya adalah berat jenisnya. Berat jenis panel *sandwich* jauh lebih ringan jika dibandingkan dengan panel modular lainnya. Terutama panel pre-cast modular berbahan beton. Dengan keringannya, diharapkan panel *sandwich* ini dapat menjadi panel modular yang dapat dengan mudah di lepas-pasang. Panel *sandwich* pada awalnya banyak digunakan untuk konstruksi dinding pesawat atau kapal dan sebagian alat transportasi darat (mobil). Panel *sandwich* ini biasanya terdiri atas komposisi dua lapis tipis kulit (*skin*) dan bagian inti/tengah (*core*) diantara kedua lapis kulit. Lapisan kulit terbuat dari polimer berserat (*fiber-reinforced polymer, FRP*) atau terbuat dari bahan metal seperti baja atau alumunium. Sedangkan bagian inti dapat terdiri atas bahan-bahan yang berbentuk sarang madu (*honeycomb core*), gelombang/lipatan (*corrugated core*), rangka batang (*truss core*), C core, (JFA Madeira 2015).



Gambar 2.1 Panel Sandwich



Gambar 2.2 Material Komposit Berdasarkan Jenis Penguatnya.

Berdasarkan jenis penguatnya, komposit juga dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian, yaitu :

1. *Particle reinforced composite*, yaitu komposit yang fasa terdispersi hampir sama pada semua arah (equiaxed). Berdasarkan mekanisme penguatannya dapat dibedakan lagi menjadi 2 jenis, yakni :
 - *Large particle*, yaitu komposit yang tidak dapat di treatment pada tingkat atom/molekul, menggunakan continuum mechanics, contohnya: beton (kombinasi pasir, kerikil dan semen).
 - *Dispersion-strengthened*, yaitu komposit yang dapat ditreatment pada tingkat atom/molekul, menggunakan precipitation hardening, contohnya: *Thori-dispersed nickel (TD nickel)*.
2. *Fiber reinforced composite*, yaitu komposit yang fasa dispersinya mempunyai bentuk geometri serat (mempunyai rasio panjang dan diameter besar). Berdasarkan panjang dapat dibedakan menjadi :
 - *Continiuos (aligned)*, yaitu reinforced composite yang dibuat dari serat panjang dan disusun paralel.
 - *Discontiniuos (short)*, yaitu reinforced composite yang dibuat dengan sserat pendek. Berdasarkan orientasi serat dapat disusun menjadi aligned(paralel) dan randomly(acak).
3. *Structural composite*, yaitu material yang dikombinasikan dengan komposit dan homogeneous, sifat nya tergantung material pembentuk dan perancang geometri elemennya. strukturalnya dapat dibedakan menjadi :
 - *Laminates*, yaitu gabungan dua dimensional sheet atau panel yang mempunyai kecenderungan arah *high-strength*.

- *Sandwich*, yaitu komposit yang terdiri dua lapisan muka (*face*), lapisan material berdensitas rendah (*core*) dan memiliki kekakuan dan kekuatan yang lebih rendah pula. Contohnya konstruksi *honeycomb core sandwich panel*.

Sandwich panel struktural yang banyak digunakan dalam konstruksi ringan terutama di industri kedirgantaraan, karena kekuatan spesifik yang tinggi dan kekakuan. Struktur panel sandwich ini dengan core sarang lebah yang khas terdiri dari inti ringan dan ditutupi oleh dua lembar *skin* tipis (kulit). Setiap lembar skin mungkin menjadi bahan isotropik atau laminasi komposit yang diperkuat serat sedangkan bahan inti dapat berupa metalikaramid dari struktur sarang lebah *honeycomb*. (Zhibin li, 2017).

Sandwich adalah material komposit yang terdiri dari tiga bagian susunan yang dimana di antaranya memiliki skin, core, dan adhesive yaitu:

- Skin

bagian ini berfungsi untuk menahan tensile dan compressive stress. Skin biasanya mempunyai rigid atau tingkat kekakuan yang rendah. Material-material konvensional seperti aluminium baja juga stainless steel bisa digunakan untuk bagian ini. Material-material berbentuk plastik yang diperkuat dengan serat gelas dan fiber menjadi pilihan yang baik karena memiliki keunggulan seperti mudah digabungkan dan desain dapat dirancang sesuai kebutuhan serta permukaan yang baik (Hartomo, 2009).

- Core

Salah satu bagian terpenting dari sandwich adalah core, dimana bagian ini harus cukup kaku agar jarak permukaan terjaga. Dengan kekakuan core mampu menahan geseran agar tidak terjadi slide antara permukaan. Bahan dengan tingkat kekakuan rendah tidak baik untuk core karena pada dasarnya kekakuan pada sandwich akan berkurang atau hilang. Tidak hanya kuat dan rendah, core juga mempunyai syarat lain, seperti tingkat kadar air, buckling, umur panjang dan lain-lain (Hartomo, 2009).

- Adhesive

Selain untuk menyatukan antara skin dan core, adhesive harus mampu mentransfer gaya geser antara skin dan core agar kekuatan dari *sandwich* tetap

terjaga. *Adhesive* juga harus mampu menjaga tegangan dan gaya geser. Hal-hal yang harus diperhatikan :

a) Persiapan permukaan

Core dan skin harus dibersihkan menggunakan mesin.

b) Bahan pelarut

Core material biasanya berbahan sensitif terhadap bahan pelarut tertentu, contohnya *polyester* foam sensitif terhadap *styrene* sehingga *epoxy* dan *polyurethanes* yang mungkin untuk digunakan.

c) Adhesive

Sebaiknya adhesive memiliki viscositas yang cukup rendah sehingga memungkinkan mengisi sel permukaan dengan baik dan meminimalisir udara.

2.2. Tumbuhan Beruas

Tumbuhan beruas adalah batang tumbuhan yg permukaannya tampak ruas yang melingkari batang. Ruas-ruas batang ini tersusun dari pangkal batang hingga ujung batang. Sedikit banyak tentu kita mempunyai sedikit gambaran tentang tanaman beruas, apa saja, ada bambu, tebu, rotan, eceng gondok, pepaya dan masih banyak lainnya. Dan ada juga yang selain tumbuhan beruas yaitu tulang sapi di karenakan tulang sapi struktur nya juga beruas-ruas. ([www.http://tumbuhanberuasbrainly.co.id](http://www.tumbuhanberuasbrainly.co.id).di akses tanggal 29 Agustus 2018).

2.2.1 Tumbuhan Batang Pepaya

Batang tanaman pepaya berbentuk bulat , dengan permukaan batang berkas-berkas daun yang menyerupai spiral. Batang pada pepaya tumbuh tegak dan lurus serta memiliki rongga –rongga dan beruas-ruas yang di akibatkan oleh pemutusan pada tangkai batang daun. ([www.http://tumbuhanbatangpapayafredikurniawan.co.id](http://tumbuhanbatangpapayafredikurniawan.co.id).di akses tanggal 29 Agustus 2018).

2.2.2 Tumbuhan Batang Pisang

Pisang adalah salah satu tanaman atau tumbuhan terna yang memiliki ukuran relative besar atau raksasa yang berdaun besar dengan suku musaceae. Tanaman pisang ini juga merupakan salah satu jenis tanaman yang dapat di budidayakan dengan baik pada iklim tropis maupun sub-tropis. Batang tanaman

pisang berbentuk bulat silindris berlapis dengan rongga dan ruas disetiap lapisan batang asli atau utama dan batang semu atau palsu, batang tanaman ini memiliki dua bagian yaitu batang asli atau utama dan batang semu atau batang palsu. Batang bagian bawah ini akan tumbuh tunas baru, dan batang palsu akan membantu menutupi atau membentuk batang tanaman pisang. (<http://books.google.co.id>, diakses tanggal 30 Agustus 2018).

2.3. Konfigurasi Penampang

Konfigurasi adalah pembentukan susunan, settingan atau proses pembuatan wujud sebuah benda. Konfigurasi umumnya digunakan dengan penambahan kata kemudian akan memperjelas arti kata konfigurasi contoh : konfigurasi sistem komputer, berarti melakukan settingan atau setelan komputer agar masuk ke sistem jaringan dengan baik dan benar. elektron-elektron pada atom molekul sebuah orbital. Susunan elektron pada sebuah atom atau rumus tertentu yang ditetapkan para ahli kimia yang khusus mempelajari konfigurasi elektron. Yang berkaitan dengan protokol dari perspektif perangkat lunak, serta isu-isu yang berkaitan router, switch dan firewall dari perspektif hardware.

Pengertian penampang di dalam matematika, khususnya ilmu ukur, ialah bentuk diperoleh bila sebuah benda permukaan dipotong (diiris) oleh sebuah bidang datar tertentu. reaksi nuklir besaran menuju ke suatu atom sebagai sasaran. Penampang luas dan satuan yang biasa digunakan ialah barn ($1 \text{ barn} = 10^{-24}$) sentimeter kuadrat;, barn artinya gudang besar yang kosong meskipun 1 barn sangat kecil kehidupan sehari-hari awam, kebanyakan reaksi nuklir 1 barn merupakan probabilitas yang sangat besar.

2.4. Material Struktur

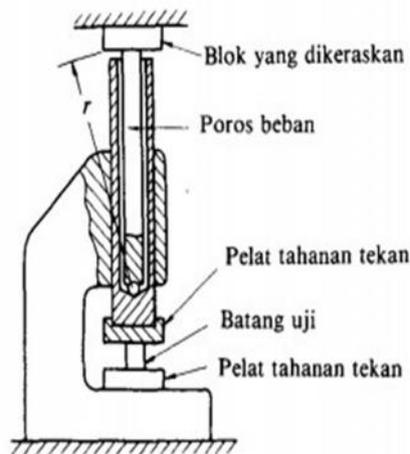
Dalam struktur makroskopik dari bambu, jaringan dasar (melayani sebagai matriks) oleh karena itu, struktur dan fungsi dari matriks tersebut diterapkan pada struktur bionik dirancang untuk menghubungkan elemen bionik dan mengirimkan beban disebut inner tube bionik. Memiliki fungsi yang sama seperti sendi bambu, tiga ban dalam, bionik akan sama dengan matriks. Material pada dasarnya, teknik material mempelajari struktur, sifat, pemrosesan, dan kinerja material, serta mengeksploitasi hubungan tersebut menghasilkan suatu produk sesuai dengan desain material yang paling tepat secara singkat, komponen-komponen material

struktur dalam skala atom terdiri atas atom, elektron atau molekul, struktur ini sering disebut struktur nano (nano structures), mengalami perkembangan yang sangat pesat dekade terakhir ini, kelompok atom umumnya disebut sebagai struktur mikroskopik (microscopic structures) yang berarti dapat dilihat dengan bantuan mikroskopik.

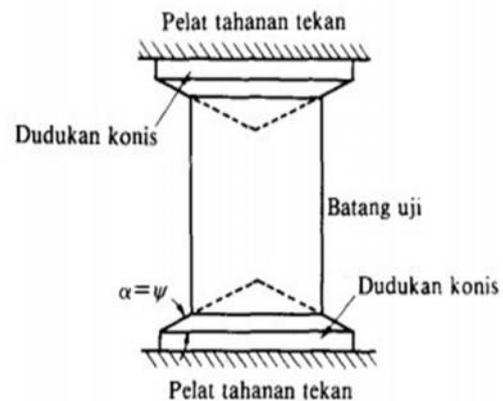
2.5. Pengujian Statis

Pada umumnya kekuatan tekan lebih tinggi dari kekuatan tarik. Tetapi kalau suatu komponen hanya menerima beban tekan saja dan dirancang berdasarkan kekuatan tarik saja, kadang-kadang perhitungan menghasilkan dimensi yang berlebihan. Jadi dalam hal tersebut pengujian tekan masih diperlukan. Apabila ada eksentrisitas, ia akan bertambah besar ketika deformasi berlangsung, maka perlu suatu cara agar tidak terjadi eksentrisitas.

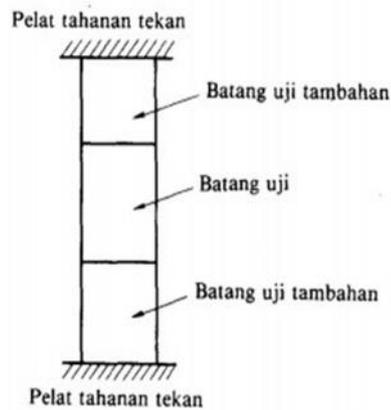
Jadi hanya bekerja gaya aksial saja. menyatakan cara pengujian tekan 1 angka disarankan oleh ASTM. Selanjutnya tegangan yang tepat sukar karena batang uji berdeformasi menjadi bentuk tong disebabkan adanya gesekan antara landasan dan batang uji atau terjadi tekukan (buckling), karena itu beberapa percobaan dibuat seperti ditunjukkan dalam baru-baru ini ditemukan bahan yang baik terbuat dari keramik sebagai landasan dari silika, yang memberikan pengaruh. (Tata Surdia, 1999).



Gambar2.3. Pengujian Tekan disarankan Oleh ASTM



Gambar2.4. Plat Tekan Konis Sudut Gesekan



Gambar 2.5 Alat Uji Statis

2.6. Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB)

Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB) pertama kali diusulkan oleh Bertram Hopkinson pada tahun 1914 sebagai cara untuk mengukur stres propagasi pulsa di sebuah bar logam. Kemudian, pada tahun 1949 H. Kolsky disempurnakan teknik Hopkinson dengan menggunakan dua batang Hopkinson dalam seri, yang sekarang dikenal sebagai bar split-Hopkinson, untuk mengukur stres dan ketegangan, yang adanya menggabungkan kemajuan dalam sinar katoda osiloskop dalam hubungan dengan unit kondensor listrik untuk merekam perambatan gelombang tekanan di bar tekanan seperti yang di pelopori oleh RM Davies tahun sebelumnya pada tahun 1948. Modifikasi kemudian telah memungkinkan untuk tarik, kompresi dan pengujian torsi.

2.6.1 Teori Split Hopkinson Pressure Bar

Split Hopkinson Pressure Bar merupakan salah satu metode untuk mengetahui nilai tingkat regangan tinggi pada suatu material. Misalnya, peristiwa kecelakaan, ledakan, ataupun laju sebuah peluru terhadap suatu objek, juga dapat mengakibatkan deformasi pada laju regangan tinggi terhadap objek tersebut (Harding J, Wood, E. D., Campbell, J. D, 1960). Tingkat regangan konvensional lebih besar dari $1s^{-1}$ didefinisikan sebagai pembebanan dinamik meskipun Lindholm menyarankan tingkat regangan $\dot{\epsilon} = 10s^{-1}$ sebagai batas terendah (Lindholm, U. S., 1971). Metode lain yang dikembangkan untuk menguji tingkat regangan tinggi pada suatu material adalah Split Hopkinson Pressure Bar, Taylor Impact, dan Plate Impact. Split Hopkinson Pressure Bar merupakan salah satu metode yang sederhana untuk mengetahui tingkat laju regangan tinggi, yaitu

10^2 hingga $10^4 s^{-1}$. Mekanisme yang mendasar pada metode Split Hopkinson Pressure Bar adalah menggunakan rambatan gelombang sepanjang bar yang panjang saat mengalami tumbukan (*impact*). (Nguyen Khac-Ha).

10^{-8}	10^{-6}	10^{-4}	10^{-2}	10^0	10^2	10^4	10^6	10^8
<i>Creep Stress Relaxation</i>		<i>Quasi Static</i>			<i>Dynamic</i> - <i>Hopkinson Pressure Bar</i>		<i>Impact</i> - <i>Taylor Impact</i> - <i>Plate Impact</i>	
<i>Inersia diabaikan</i>					<i>Inersia tidak diabaikan</i>			

Tabel 2.1 Perbedaan Tingkatan

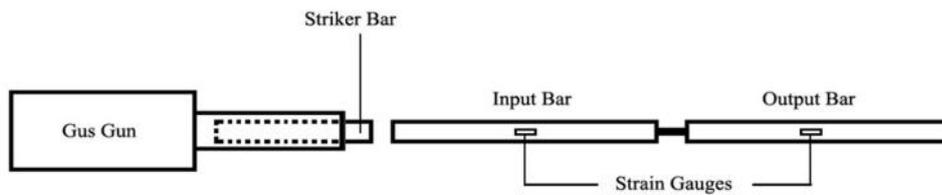
2.6.2 Perkembangan Split Hopkinson Pressure Bar

Hauser menambahkan strain gauges yang merupakan alat ukur regangan pada Split Hopkinson Pressure Bar untuk mengukur perpindahan bar saat terjadinya tumbukan (*impact*) dan menggunakan perangkat perekam data gelombang saat terjadinya tumbukan, yang disebut *oscilloscopes* (Hauser, 1966). Sebagian dari metode merekam data, Kaiser pada tahun 1998, mengembangkan kurva perbandingan antara tekanan dan waktu dengan kurva regangan dan waktu, sebagai kurva perbandingan yang standar digunakan (Kaiser, 1998). N. Tasneem mempelajari cara untuk membentuk dorongan tekanan yang melaju melalui tekanan bar. Banyak juga peneliti yang menerapkan pengujian Split Hopkinson Pressure Bar ini, untuk menguji elastisitas suatu bahan sebagai penelitian mereka (N. Tasneem, 2002).

2.6.3 Prinsip Kerja Split Hopkinson Pressure Bar

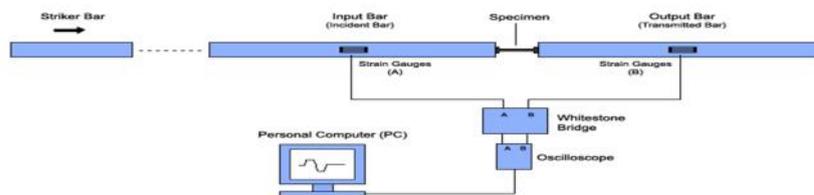
Pada dasarnya Split Hopkinson Pressure Bar, terdiri dari 3 bar, *striker bar*, *input bar*, dan *output bar*. Striker bar meluncur pada input bar pada kecepatan tertentu.

Prinsip kerja Split Hopkinson Pressure Bar berdasarkan rambatan gelombang. Bagian-bagian utamanya berupa tembakan gas (*gas gun*), *striker bar*, *input bar (incident bar)*, dan *output bar (transmitted bar)*, dan *strain gauges*.



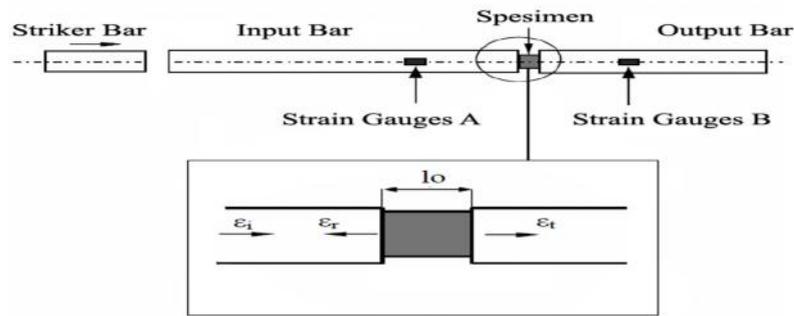
Gambar 2.6 Bagian Utama Split Hopkinson Pressure Bar.

Untuk mengetahui tegangan, regangan, serta tingkat regangan (*strain rate*) dengan menggunakan metode *Split Hopkinson Pressure Bar* yang menggunakan spesimen dijepit diantara dua bar, input dan output bar dimana striker bar akan bergerak melalui tembakan angin (*gas gun*) menuju input bar (*incident bar*) dan output bar (*transmitted bar*) yang akan mengalami impact. Pada saat mengalami impact, rambatan gelombang tekan akan meneruskan gelombangnya ke output bar dan kembali memantul menuju input bar dan menghasilkan nilai laju regangan tinggi (*high strain rate*) berupa rambatan gelombang dengan menggunakan strain gauges yang melekat pada input dan output bar, dan perekam sinyal gelombang dirangkai dalam bentuk *Wheatstone Bridge* yang fungsinya untuk menangkap sinyal tegangan dan regangan beserta waktu pada saat mengalami *impact*.



Gambar 2.7 Skema Split Hopkinson Pressure Bar

Sifat tegangan dan regangan (ϵ) pada spesimen dapat ditentukan dengan menjepit spesimen diantara input dan output bar. Seperti yang dijelaskan saat mengalami tumbukan (*impact*), gelombang regangan ϵ_i akan merambat atau mentransmisikan gelombangnya melalui panjang spesimen L_0 dan diteruskan ke output bar (ϵ_t), dan ϵ_t akan memantul kembali sehingga didapat gelombang pantulan (ϵ_r) yang disebut *reflected pulse* terhadap spesimen yang akan diuji.



Gambar 2.8 Regangan Yang Terjadi Saat Tumbukan

2.7. Tegangan (*Stress*)

Tegangan adalah tahanan material terhadap gaya atau beban, tegangan diukur dalam bentuk gaya per luas. Tegangan normal adalah tegangan yang tegak lurus terhadap permukaan dimana tegangan tersebut diterapkan. Tegangan normal berupa tarikan atau tekanan. Satuan aluminium (Al) untuk tegangan normal adalah Newton per meter kuadrat (N/m^2) atau pascal (Pa). Tegangan dihasilkan dari gaya seperti: tarikan, tekanan atau geseran yang menarik, mendorong, melintir, memotong atau mengubah bentuk potongan bahan dengan berbagai cara. Cara lain untuk mendefinisikan tegangan adalah dengan menyatakan bahwa tegangan adalah jumlah gaya dibagi luas permukaan dimana gaya tersebut bereaksi (Wu Z.Y. (2016)).

Tegangan normal dianggap positif jika menimbulkan suatu tarikan (*tensile*) dan dianggap negatif jika menimbulkan penekanan (*compression*) dengan persamaan berikut:

$$u = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

2.8. Regangan (*Strain*)

Regangan didefinisikan sebagai perubahan ukuran bentuk material dari panjang awal sebagai hasil dari gaya yang menarik atau menekan pada material. Apabila suatu spesimen struktur material diikat pada jepitan mesin pengujian dan beban serta penambahan panjang spesifikasi diamati serempak, maka dapat digambarkan pengamatan grafik dimana ordinat menyatakan beban dan absis menyatakan pertambahan panjang. Batasan sifat elastis perbandingan

regangan dan tegangan akan linier akan berakhir sampai pada titik mulur. Hubungan tegangan dan regangan tidak lagi linier pada saat material mencapai pada batasan fase sifat plastis. Menurut Marciniak dkk (2002), regangan dibedakan menjadi dua yaitu: *engineering strain* dan *true strain*. *engineering strain* adalah regangan yang dihitung menurut dimensi benda aslinya (panjang awal). Sehingga untuk mengetahui besarnya regangan yang terjadi adalah dengan membagi perpanjangan dengan panjang semula.

$$V_{eng} = \frac{z - z_0}{z_0} \times 100\% = \frac{\Delta z}{z_0} \times 100 \quad (2.2)$$

2.9. Persamaan Split Hopkinson Pressure Bar

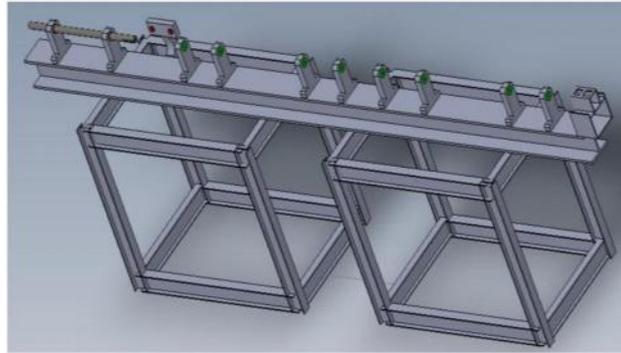
Split Hopkinson Pressure Bar pertama kali diperkenalkan oleh Bertram Hopkinson 1914. Hopkinson menggunakan prinsip tersebut untuk mengukur tekanan yang dikembangkan di sebuah bar saat ledakan terjadi di salah satu ujungnya, sebuah bar ditanggguhkan dengan satu ujung yang melekat pada mekanisme peledakan dan ujung satunya dalam kontak magnetik dengan potongan waktu.

Ketika ledakan terjadi di satu sisi, sebuah denyut nadi bergerak melalui batang yang tersuspensi dan berdampak pada potongan waktu. Pada ujung bebas dari antarmuka potongan-batang waktu, potongan waktu memisahkan dari bar dan terbang ke dalam mekanisme perangkap momentum. Energi yang dicatat oleh perangkap momentum sesuai dengan energi dua kali panjang gelombang pulsa tekanan pada potongan waktu.

Selanjutnya, Prinsip hopkinson digunakan oleh Robertson pada tahun 1921 dan oleh Landon dan Quinney pada tahun 1923. Teknik ini kemudian dimodifikasi pada tahun 1948 oleh Davies yang menggunakan kondensor untuk mengukur perpindahan di bar tekanan. Pada tahun 1949, Kolsky memodifikasi pengaturan lebih lanjut dengan menambahkan bar tekanan kedua dan meletakkan spesimen di antara kedua batang.

Dengan menggunakan mikrofon kondensor silindris untuk mengukur amplitudo pulsa tekanan yang dihasilkan dengan menembaki detonator di ujung bebas dari batang kejadian. Pada tahun 1963 J L Chiddister, dkk. memperkenalkan

teknik untuk tes kompresi suhu tinggi. Pada saat yang akan datang, tes batang Hopkinson diperluas untuk melakukan pengujian torsi (Nikhil A. Singh, 2015).



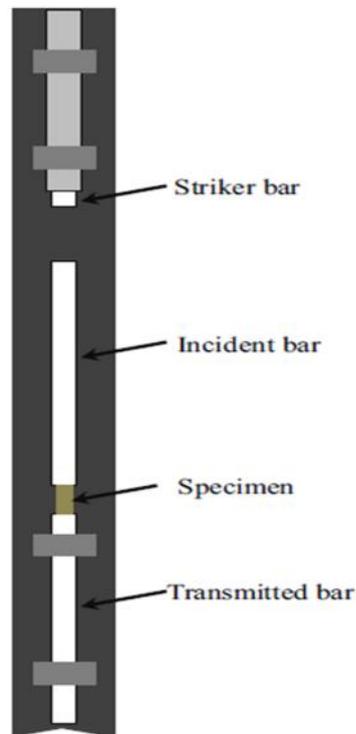
Gambar 2.9 Solidwork Model Of Split Hopkinson Pressure Bar Apparatus (Singh A. Nikhil)

Selama beberapa dekade, banyak peneliti yang telah mengembangkan SPHB untuk mengukur sifat mekanik yang dinamis dari banyak bahan yang berbeda. Terutama, teknik ini berguna untuk memeriksa respon dinamis dari bahan padat. Meskipun beberapa peneliti telah menguji berbagai sampel, itu tidak sepenuhnya dipahami bagaimana sampel dimensi. Dengan demikian, penting untuk memahami efek dari sampel relatif terhadap SPHB diameter dan rasio L / D sampel pada respon mekanik dinamis, karena dua parameter ini dapat mempengaruhi perilaku elastis bahan. (Eunhye kim, 2015).

Bar tekanan Hopkinson split terdiri dari dua batang panjang elastis yang menutupi spesimen di antara keduanya. Biasanya bar striker didorong menuju bar kejadian. Saat terjadi benturan, gelombang tekan elastis dihasilkan, di dalam bar kejadian dan ketegangan tergantung waktu di bar tekanan diukur pada titik tengah kejadian bar. Pada tampilan bar / spesimen, gelombang sebagian tercermin dan sebagian ditransmisikan ke dalam contoh. Bagian yang tercermin perjalanan kembali sepanjang bar kejadian sebagai gelombang tarik dan yang sesuai regangan diukur. Strain tekan berhubungan dengan porsi gelombang yang ditransmisikan melalui sampel ke dalam bar output diukur pada titik tengah bar output. Bila spesimen tersebut mengalami deformasi secara seragam, Tingkat regangan dalam spesimen berbanding lurus dengan amplitudo gelombang pantul. Demikian juga dengan Tegangan dalam sampel berbanding lurus dengan amplitudo gelombang yang ditransmisikan. Kedua sinyal ini bisa jadi dicatat,

yang pertama terintegrasi ke strain hasil, dan dikombinasikan untuk memberikan kurva tegangan-regangan dinamis.(Rajnish Goyal, 2017).

Split-Hopkinson Pressure Bar (SHPB) adalah alat konvensional untuk menguji respon tegangan-regangan dinamis bahan. Yang terdiri dari proyektil, bar input, output bar dan perangkat buffering. Selama pengujian, proyektil serangan pada bar input akan menghasilkan stres dinamis dalam alat tersebut. Gelombang menyebar melalui bar input, maka deformasi spesimen dan akhirnya dikirim ke output bar. Input dan output bar menangkap regangan aksial yang disebabkan oleh gelombang tekanan. (X.Guo, 2014). Konfigurasi batang Hopkinson vertikal, yang berbagi bagian komponen yang sama dengan bar Hopkinson tradisional aparat. Besi sudut dengan panjang 4,5 m dipasang vertikal ke arah lantai dan bilah yang ditransmisikan ke bagian bawah dengan 2 berbentuk cincin. Spesimen itu diletakkan di atas muka dari batang yang ditransmisikan, dan batang kejadian vertikal berada di bagian atas spesimen tanpa ada kontak dengan besi sudut. (Ying-Gang Miao, 2015).



Gambar 2.10 Sketsa Vertikal Split Hopkinson Pressure Bar (Ying-Gang Miao, 2015)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.1. Tempat Perancangan

Tempat Perancangan dilaksanakan di Laboratorium Komputer Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri, No.3 Medan.

3.1.2. Waktu Perancangan

Adapun waktu pelaksanaan perancangan dan penyusunan tugas sarjana ini di laksanakan mulai 14 November 2017 sampai dinyatakan selesai. Bisa dilihat pada tabel 3.1 dan langkah –langkah perancangan yang dilakukan di bawah ini.

Tabel 3.1:Timeline Kegiatan

No	Kegiatan	Bulan/(Tahun 2018-2019)												
		11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Pengajuan Judul													
2	Studi Literatur													
3	Penyediaan Bahan dan Spesimen													
4	Perancangan Spesimen													
5	Penyelesaian Skripsi													

2. Perancangan

Agar pembahasan tidak menyimpang maka disusun urutan pembahasannya sesuai apa yang diinginkan oleh tujuan perancang.

1. Perancangan desain panel *sandwich*.

2. Menentukan peralatan yang dipakai untuk perancangan panel *sandwich*.

3.3. Alat Perancangan Yang Digunakan

Adapun alat yang digunakan dalam perancangan desain adalah sebagai berikut:

3.3.1. Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut:

- 1.Processor :Intel (R) celero (R) CPU N3060 @ 1,60 GH
- 2.RAM :4.00 GB
- 3.Operation system :Windows 10 pro 64 bit (10,0 Bulid 10240)



Gambar 3.1 Laptop

3.4. Prosedur Menggambar Panel *Sandwich*

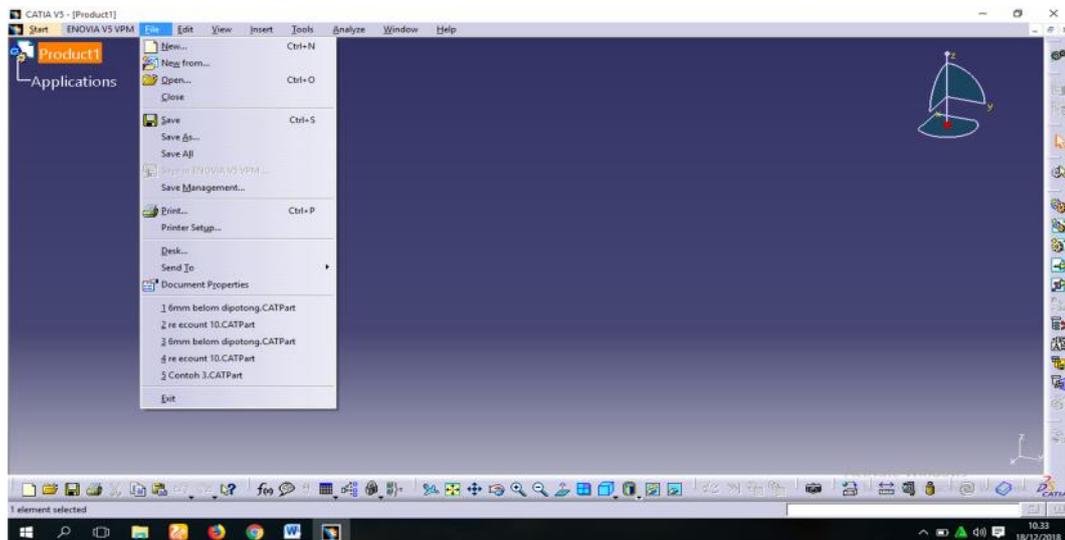
Pada prosedur menggambar panel *sandwich* dengan menggunakan aplikasi catia. Adapun langkah-langkah prosedur perancangannya adalah sebagai berikut:

1. klik 2 kali ikon catia v5R19 pada tampilan awal dekskop pada komputer. Dengan mengklik aplikasi catia keluar layar seperti gambar dibawah ini:



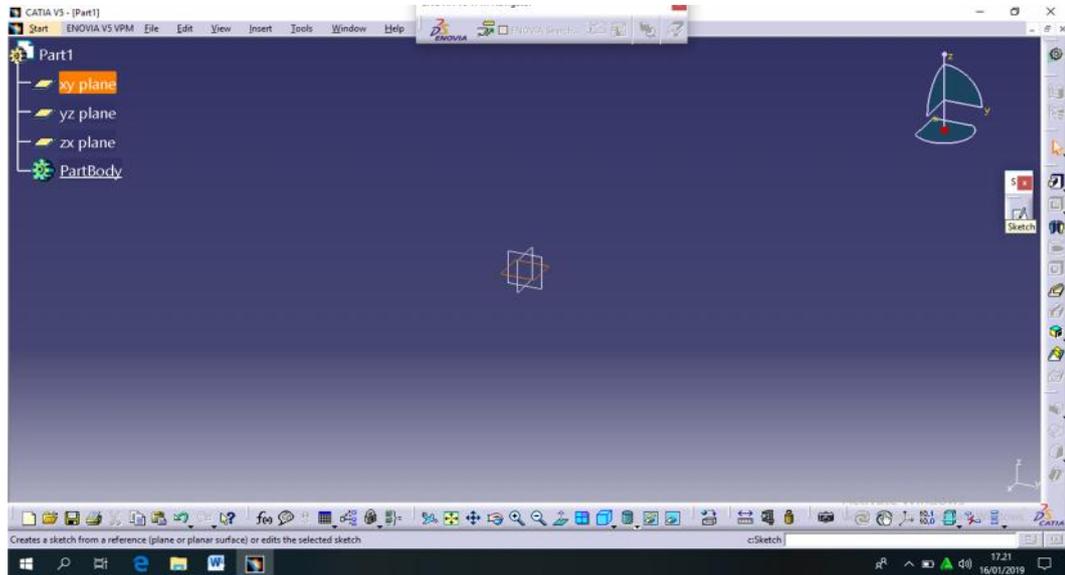
Gambar 3.2 Gambar Aplikasi Catia

2. Untuk masuk ke menu part untuk membuat desain, langkah yang dilakukan adalah dengan meng-klik menu 'file' > klik "New" < pada dialog New tersebut. Atau bisa juga dengan cara menekan tombol "Ctrl+N" pada keyboard dan setelah itu pilih opsi "Part" pada kotak dialog yang muncul.



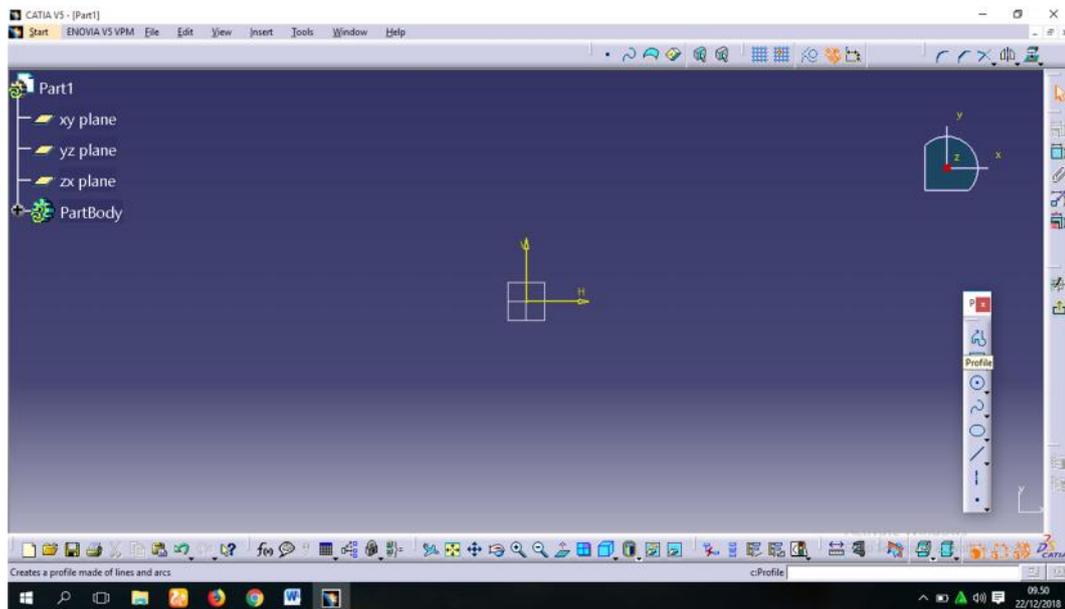
Gambar 3.3 Gambar klik file

3. Klik sketch untuk masuk ke profile penulisan desain rancangan dan harus memilih sumbu yang akan digunakan sebagai acuan gambar nantinya. Hal ini dapat dilakukan dengan memilih sumbu xy plane yang ada di sudut kiri atas tampilan part desain.



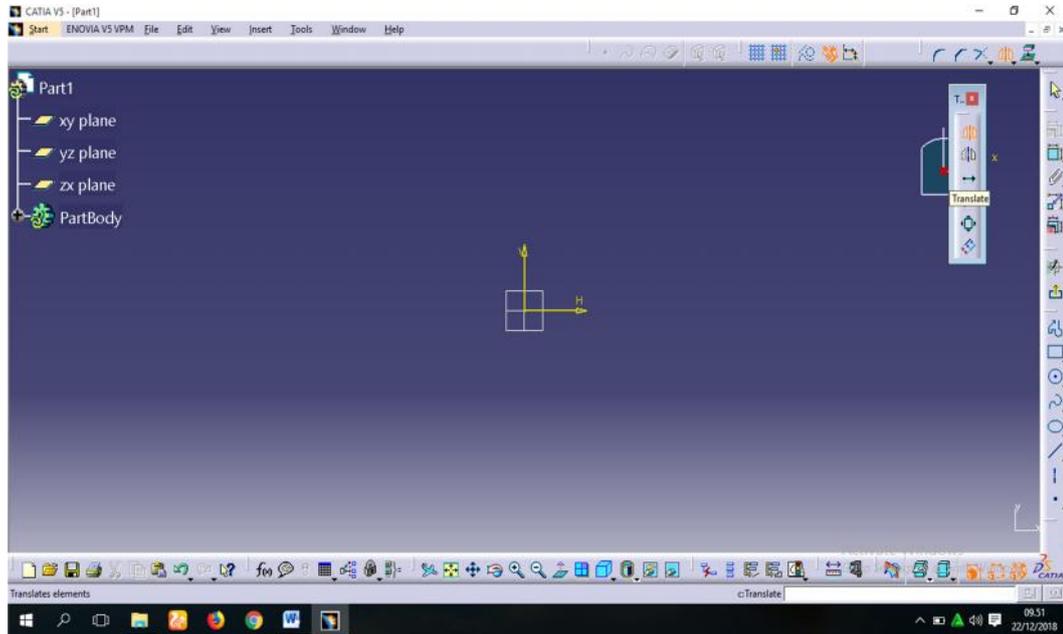
Gambar 3.4 Gambar Sketch

4. Setelah meng-klik profile dapat memulai penulisan desain yang ingin dibuat oleh perancang dengan penulisan dari titik x-y tersebut.



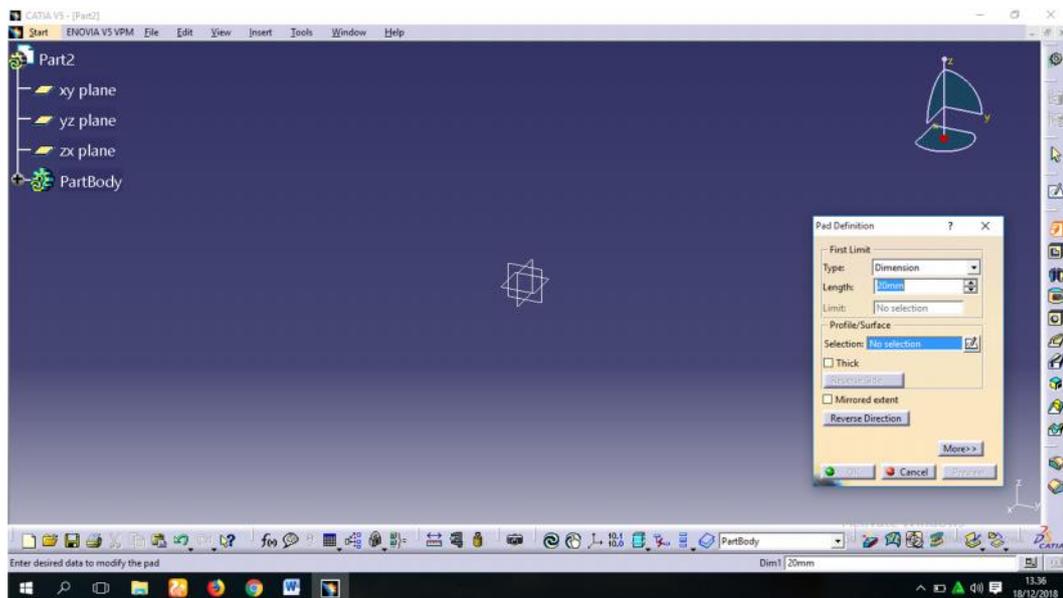
Gambar 3.5 Gambar Profile

5. Setelah klik mirror kemudian klik translate untuk mengcopi jumlah desain yang dirancang dengan ukuran sesuai diinginkan atau ukuran yang sudah ditentukan pada desain perancangan.



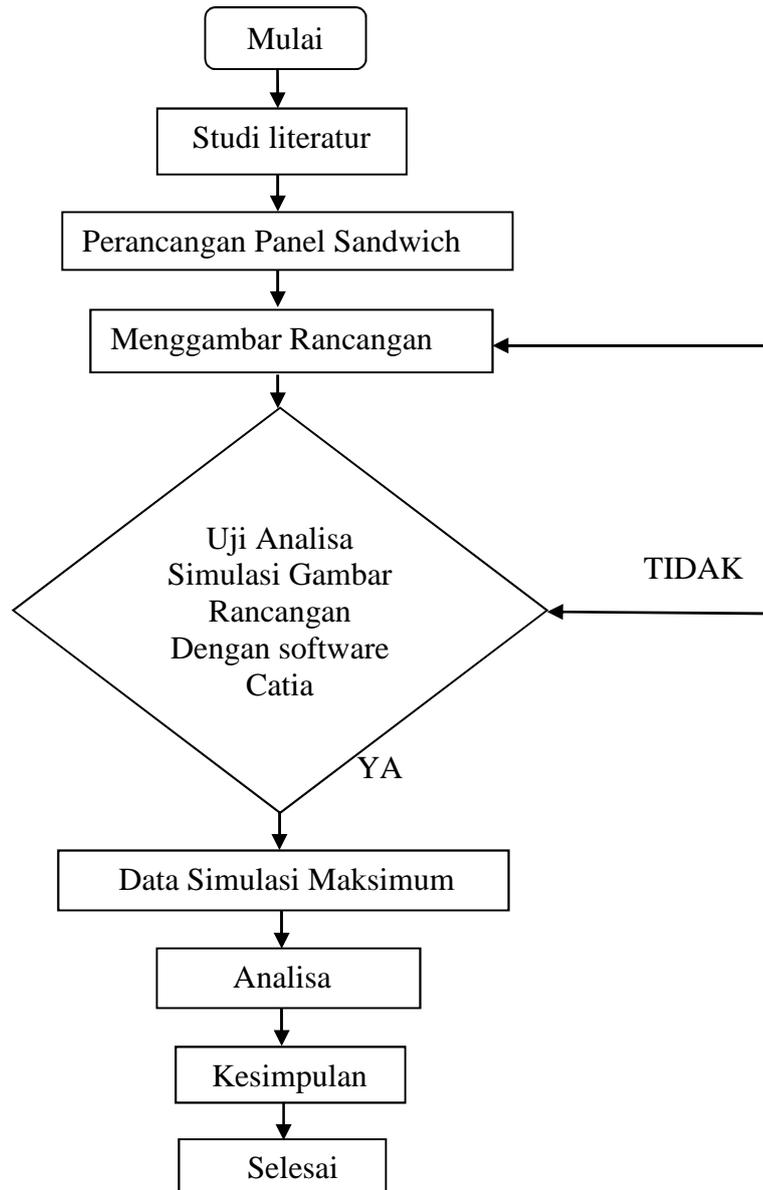
Gambar 3.6 Gambar Mirror

6. Setelah sketsa dibuat klik perintah “Pad” untuk membuat sketsa panel *sandwich* tadi menjadi suatu bangun ruang dengan menggunakan perintah pad pada toolbar yang ada ditampilkan *workbench* tersebut.



Gambar 3.7 Gambar Pad

3.5. Diagram Alir Perancangan Panel *Sandwich*



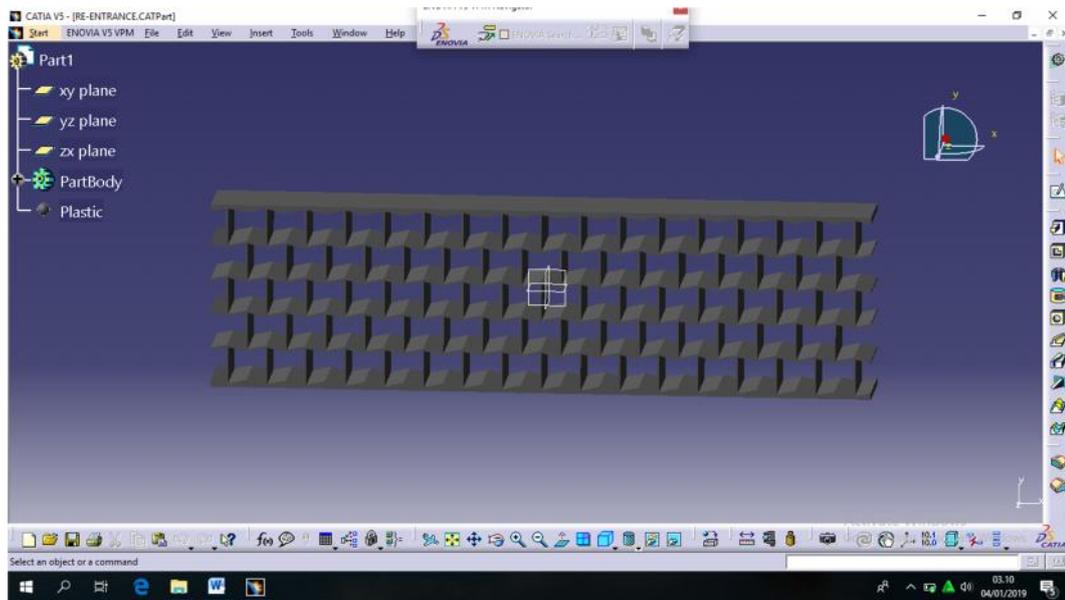
Gambar 3.9 Diagram Alir Perancangan Panel *Sandwich*

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan Re-entrant Panel *Sandwich*

Gambar dibawah ini merupakan hasil desain re-entrant panel *sandwich* yang telah dibuat atau di gambar dengan ukuran diameter 0,5 mm, lebar 45mm, panjang 160 mm.

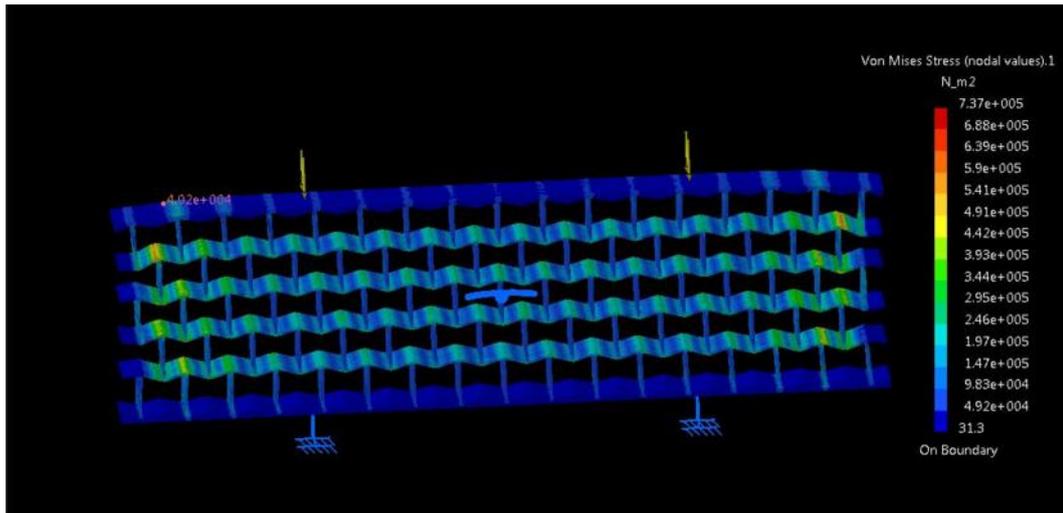
a. Hasil Perancangan Re-entrant Panel *Sandwich*



Gambar 4.1 Hasil Perancangan Re-entrant Panel *Sandwich*

b. Analisa Perancangan Re-entrant Panel *Sandwich*

Simulasi tekanan dilakukan dengan software catia. Hal ini bertujuan untuk mengetahui titik mana terjadinya stres pada lapisan panel *sandwich*. Stres tertinggi terjadi pada gambar yang ditunjukkan berwarna merah dengan nilai $7.37e$ dan warna biru belum mengalami stres atau perubahan bentuk dengan nilai 31.3.

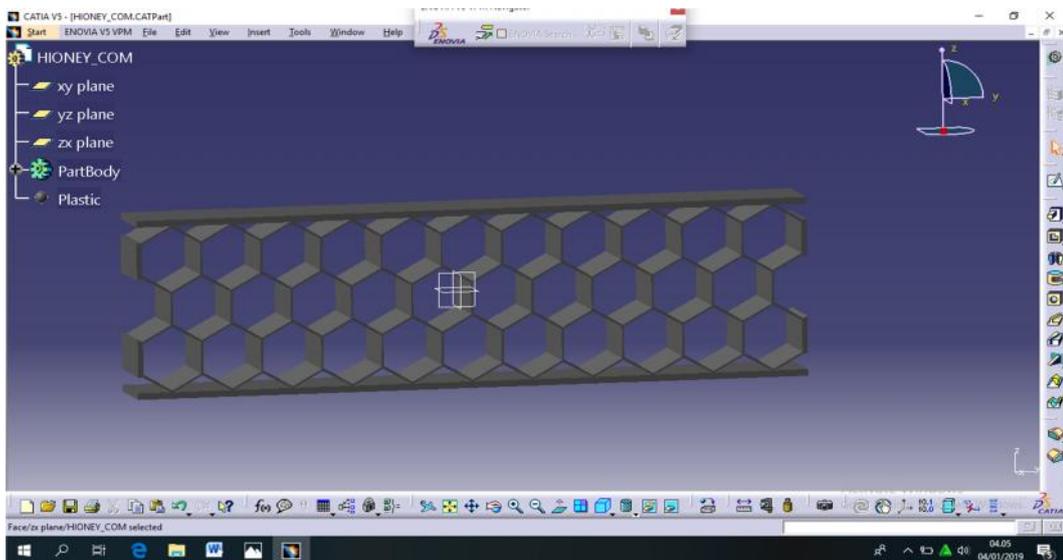


Gambar 4.2 Simulasi Perancangan Re-entrant Panel *Sandwich*

4.2. Hasil Perancangan Honeycomb Panel *Sandwich*

Gambar dibawah ini merupakan gambar honeycomb panel *sandwich* yang telah dibuat atau di gambar dengan ukuran diameter 0,5 mm, lebar 45 mm, panjang 160 mm.

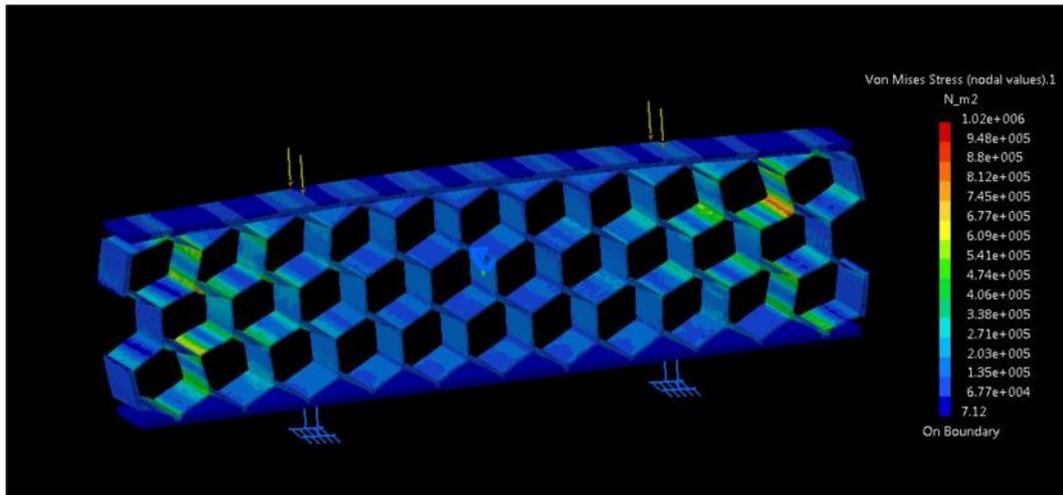
a. Hasil Perancangan Honeycomb Panel *Sandwich*



Gambar 4.3 Hasil Perancangan Honeycomb Panel *Sandwich*

b. Analisa Perancangan Honeycomb Panel *Sandwich*

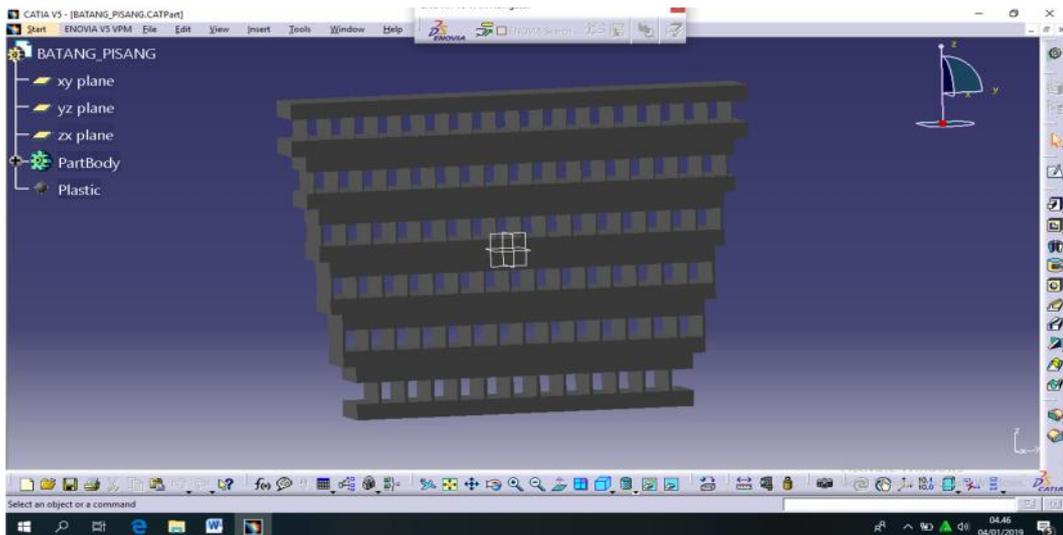
Simulasi tekanan dilakukan oleh software catia. Hal ini bertujuan untuk mengetahui titik mana terjadinya stres pada lapisan panel *sandwich*. Stres tertinggi terjadi pada gambar yang ditunjukkan berwarna merah dengan nilai $1.02e$ dan warna biru belum mengalami stres atau perubahan bentuk dengan nilai 7.12 .



Gambar 4.4 Simulasi Perancangan Honeycomb Panel *Sandwich*

4.3. Hasil Perancangan Inspirasi Batang Pisang

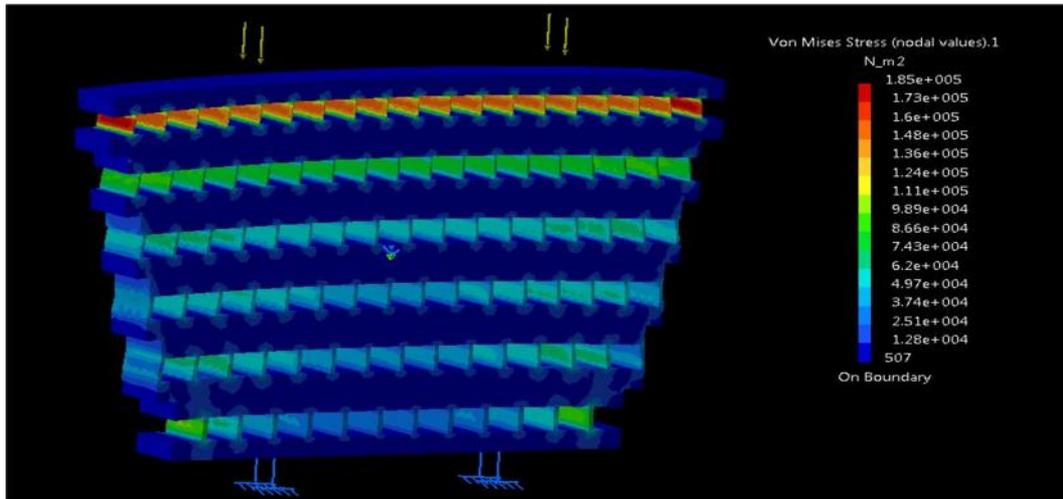
Gambar dibawah ini merupakan gambar inspirasi batang pisang yang telah dibuat atau di gambar dengan ukuran diameter $0,5$ mm, lebar 45 mm, panjang 160 mm.



Gambar 4.5 Hasil Perancangan Inspirasi Batang Pisang

b. Analisa perancangan Inspirasi Batang Pisang

Simulasi tekanan dilakukan oleh software catia. Hal ini bertujuan untuk mengetahui titik mana terjadinya stres pada panel *sandwich*. Stres tertinggi terjadi pada gambar yang ditunjukkan berwarna merah dengan nilai $1.05e$ dan warna biru belum mengalami stres atau perubahan bentuk dengan nilai 507.

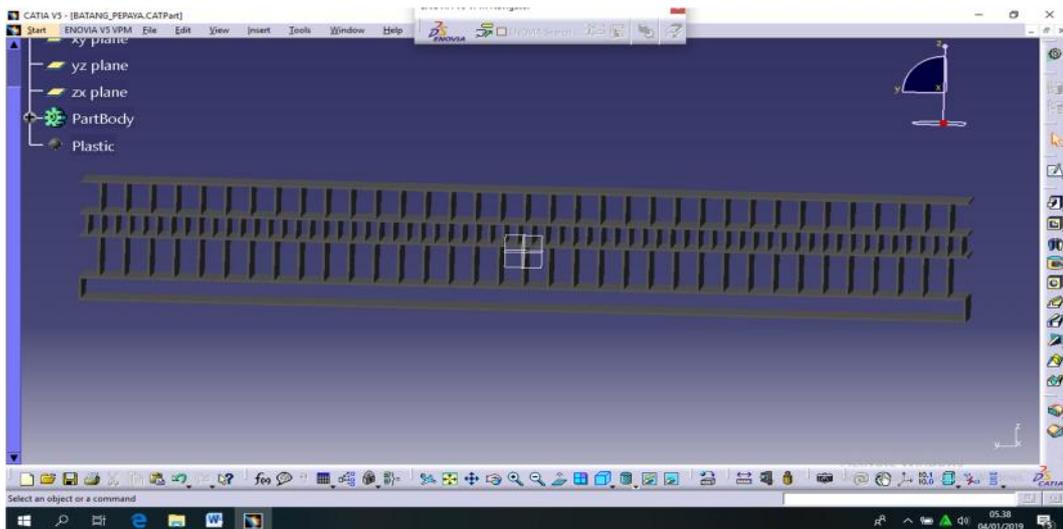


Gambar 4.6 Simulasi Perancangan Inspirasi Batang Pisang

4.4. Hasil Perancangan Inspirasi Batang Pepaya

Gambar dibawah ini merupakan hasil perancangan inspirasi batang pepaya yang telah dibuat atau di gambar dengan ukuran diameter 0,5 mm, lebar 45 mm, panjang 160 mm.

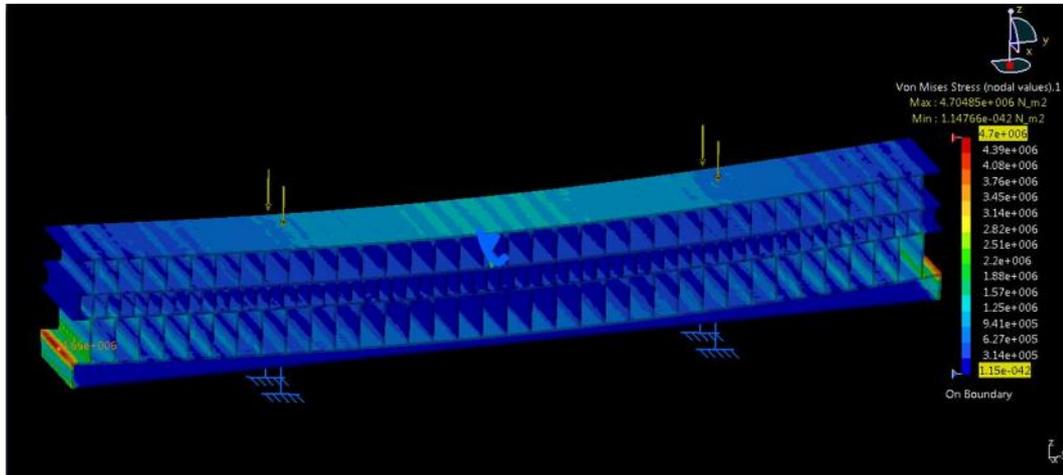
a. Hasil Perancangan Inspirasi Batang Pepaya



Gambar 4.7 Hasil Perancangan Inspirasi Batang Pepaya

b. Analisa Perancangan Inspirasi Batang Pepaya

Simulasi tekan dilakukan oleh software catia. Hal ini bertujuan untuk mengetahui titik mana terjadinya stres pada panel *sandwich*. Stres tertinggi terjadi pada gambar yang ditunjukkan berwarna merah dengan nilai 4.7e dan warna biru belum mengalami stres atau perubahan bentuk dengan nilai 1.15.

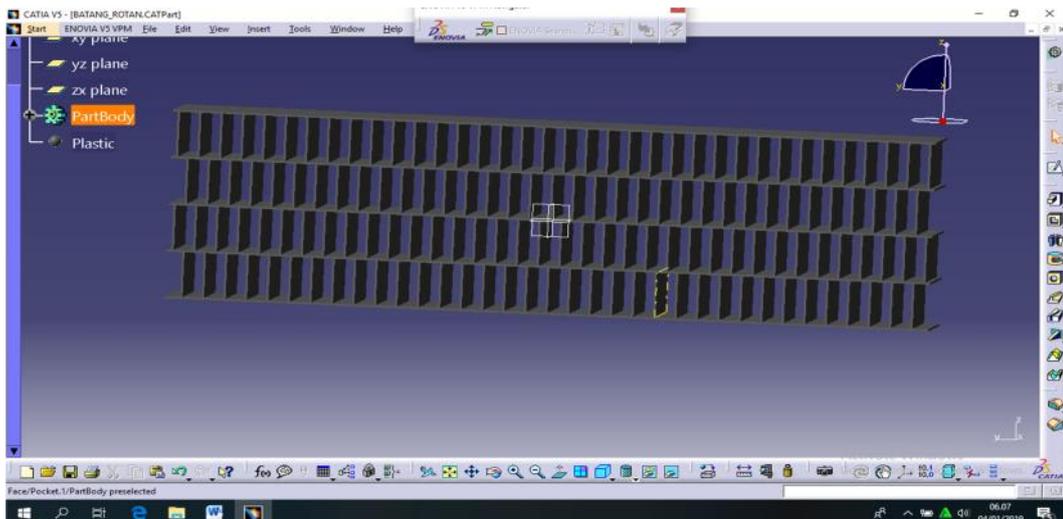


Gambar 4.7 Simulasi Prencngan Inspirasi Batang Pepaya

4.5. Hasi Perancangan Inspirasi Batang Rotan

Gambar dibawah ini merupakan hasil perancangan inspirasi batang pepaya yang telah dibuat atau di gambar dengan ukuran diameter 0,5 mm, lebar 45 mm, panjang 160 mm.

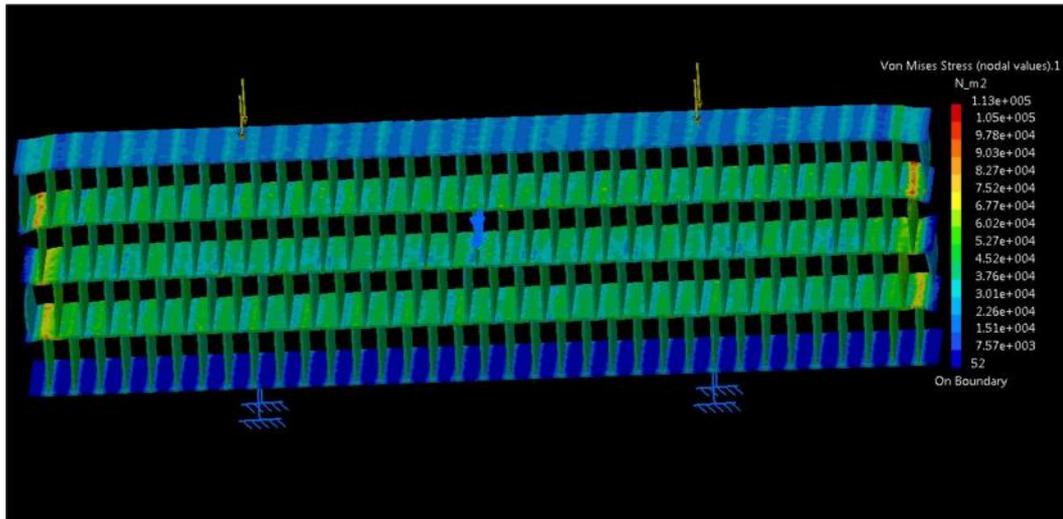
a. Hasil Perancangan Inspirasi Batang Rotan



Gambar 4.8 Hasil Perancangan Inspirasi Batang Rotan

b. Analisa Perancangan Inspirasi Batang Rotan

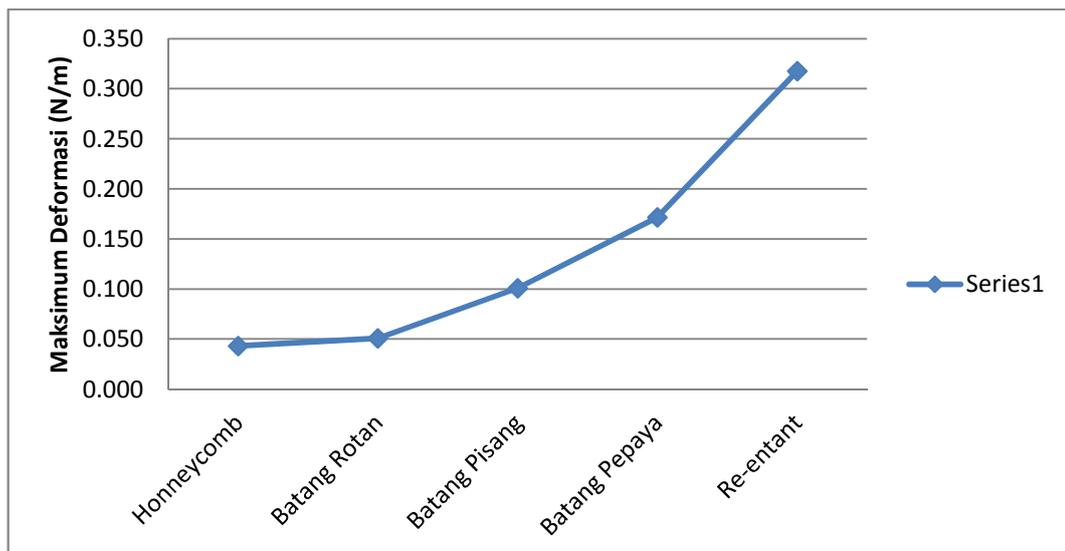
Simulasi tekanan dilakukan oleh software catia. Hal ini bertujuan untuk mengetahui titik mana terjadinya stres pada panel *sandwich*. Stres tertinggi terjadi pada gambar yang ditunjukkan berwarna merah dengan nilai $1.13e$ dan warna biru belum mengalami stres atau perubahan bentuk dengan nilai 52 .



Gambar 4.9 Simulasi Perancangan Inspirasi Batang Rotan

4.6. Hasil Grafik Maksimu Deformasi Analisa Simulasi

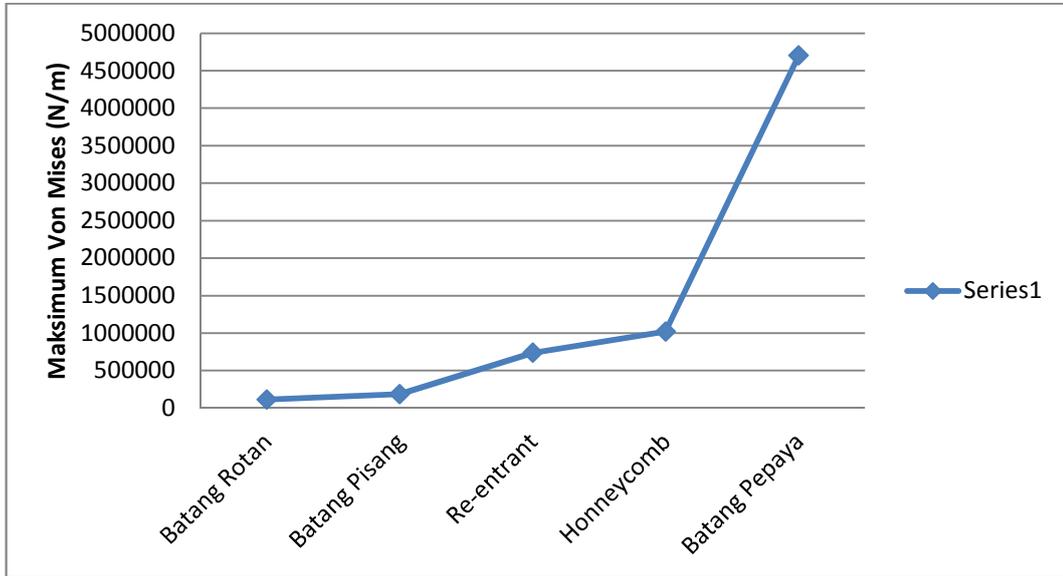
Setelah dilakukan analisa simulasi pada hasil perancangan tersebut maka panel sandwich mengalami perubahan atau deformasi. Dapat di lihat pada gambar grafik 4.10. Terlihat maksimal deformasinya dengan nilai.



Gambar 4.10 Hasil Grafik Maksimum Deformasi

4.7. Hasil Grafik Von Meses Strees Analisa Simulasi

Setelah dilakukan analisa simulasi pada hasil perancangan didapat hasil von meses streesnya. Dapat di lihat pada gambar grafik 4.11. Terlihat von meses strees dengan nilai.



Gambar 4.11 Hasil Grafik Maksimum Von Meses Stres

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari perancangan desain panel *sandwich* ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

Pada perancangan panel *sandwich* dilakukan menggunakan software catia dengan perancangan yang dilakukan selama hampir satu tahun telah mendapatkan desain re-entrant dengan panjang 160 mm, lebar 45 mm, diameter 0,5 mm, honneycomb panjang 160 mm, lebar 45 mm, diameter 0,5 mm, batang pisang panjang 160 mm, lebar 45mm, diameter,0,5mm, batang pepaya panjang 160 mm, lebar 45 mm, diameter 0,5 mm, batang rotan panjang 160 mm, lebar 45 mm, diameter 0,5 mm dan dilakukan uji simulasi tekan dimana dari perancangan kelima material tersebut dapat disimpulkan bahwa stres tertinggi pada rancangan batang pepaya paling tidak kuat strukturnya dari rancangan keempat tersebut.

5.2. Saran

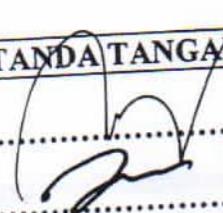
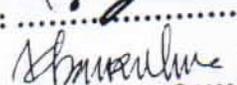
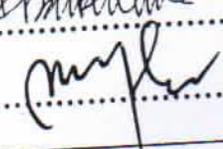
Peneliti berharap perancangan panel *sandwich* ini dapat di kembangkan dan di kaji ulang yang lebih efektif dan efesien digenerasi selanjutnya dengan rancangan yang lebih banyak lagi.

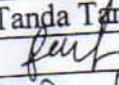
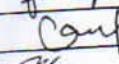
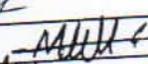
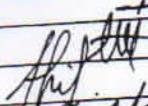
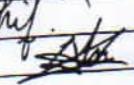
DAFTAR PUSTAKA

- Broderick H, Cobun, Paul M ,Weaver (2016) Tekuk analisis, desain dan optimalisasi variabel-kekuatan *sandwich* panel. Maju Komposit Pusat Inovasi dan Sains, Universitas Bristol, Ratu Building, Bristol BSB 1TR, Inggris Raya.
- JFA Madeira, AL Araujo, CM Mota Soares, CA Mota Soares, AJM Ferreira (2015) desain multiobjective dari viskoelastik dilaminasi panel *sandwich* komposit. Anica, Faculdade de Engenharia,Universidade do porto, Rua Dr. Roberto Frias,4200-465 Porto, Portugal.
- Nguyen Khac-Ha, Kim Hee Cheol, Shin Hyunho, Yo0 Yo-Han, Kim Jong-Bong. (2016). Numerical Investigation Into the Stress Wave Transmitting Characteristics of Threads in the Split Hoopkinson Bar Test. *International Journal of Impact Engineering*. Vol.1 (2016), pp.1-29.
- Soroosh Borazjani, Giovanni Belingardi PII (2017) pengembangan desain inovatif dari struktur kendaraan atap kereta api.Departemen Teknik Mesin dan Dirgantara (DIMEAS), Politecnico di Torino, corso Duca degli Abruzzi,10129 Torino Italia.
- Sungwoo Jang, Hae-Jin Choi (2013) desain terpadu panel resistensi ledakan dan bahan. Sekolah Teknik Mesin, Chung-Ang University,Seoul 156-756, Korea Selatan.
- Tata Surdia. (1990). Buku Uji Statis vol: 21
- Tonga Wang, Shanli Li, Steven R. Nutt (2009) desain yang optimal dari panel *sandwich* akustik dengan algoritma genetik.University of Southern California, 3651 Watts Way, Vhe 602, Angeles, Amerika Serikat.
- Www. <http://tumbuhan.batang.papaya.fredikurniawan.id>. di akses tanggal 29 agustus 2018.
- Www. <http://tumbuhan.batang.pisang.co.id>. di akses tanggal 29 agustus 2018.

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar
 Nama : Dedi Arianto
 NPM : 1307230074
 Judul Tugas Akhir : Perancang Material Struktur Panel Sandwich Dengan Va-
 Riassi Konfigurasi Penampang Sebagai Aplikasi Penyerap
 Energi.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng	: 
Pembimbing – II	: Bekti Suroso.S.T.M.Eng	: 
Pemanding – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	: 
Pemanding – II	: M.Yani.S.T.M.T	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230262	RIZKI NUR LAINA ROSANPI	
2	1407230226	IQBAL YAMIN	
3	1407230178	PAHANI KAMADHANI	
4	1307230068	MASTAR: Sopi	
5	1307230274	Dedi Arianto	
6	1407230190	Abdullah Afif Al Karim	
7	1407230161	Ahmad Saputra Siregar	
8			
9			
10			

Medan, 02 Rajab 1440 H
 09 Maret 2019 M

Ketua Prodi. T Mesin

Affandi S.T.M.T



**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Dedi Arianto
NPM : 1307230074
Judul T.Akhir : Perancangan Material Struktur Panel Sandwich Dengan Variasi Konfigurasi Penampang Sebagai Aplikasi Penyerap Energi.

Dosen Pembimbing – I : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng
Dosen Pembimbing – II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : M.Yani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....*Alexandra*.....*Format penulisan*.....*M. H. F. d.*.....
.....*Aurora*.....*kecepatan*.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 02 Rajab 1440H
09 Maret 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Affandi, S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

Khairul Umurani

Khairul Umurani.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Dedi Arianto
NPM : 1307230074
Judul T.Akhir : Perancangan Material Struktur Panel Sandwich Dengan Variasi Konfigurasi Penampang Sebagai Aplikasi Penyerap Energi.

Dosen Pembimbing – I : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng
Dosen Pembimbing – II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng
Dosen Pembanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : M.Yani.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

Isi list pd bagian draft skripsi ^{bersih} yang harus direvisi

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

Medan 02 Rajab 1440H
09 Maret 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II

M. Yani.S.T.M.T

DAFTAR RIWAYAT HIDU



A. DATA PRIBADI

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Nama | : DEDI ARIANTO |
| 2. Jenis Kelamin | : Laki – Laki |
| 3. Tempat, Tanggal Lahir | : Aek Bargot, 10 Februari 1992 |
| 4. Kebangsaan | : Indonesia |
| 5. Status | : Belum Menikah |
| 6. Tinggi / Berat Badan | : 168 cm / 60 kg |
| 7. Agama | : Islam |
| 8. Alamat | : Jl.Medan Padang Panti Pasaman Sumatra Barat |
| 9. No. Hp | : 0813-6106-2974 |
| 10. Email | : |

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

- | | |
|----------------|---|
| 1. 1997 – 2004 | : Lulus SD Negeri 11 Rambah Lanai Pasaman Sumatra Barat |
| 2. 2004 – 2007 | : Lulus SMP Negeri 1 Padang Gelugur Pasaman Sumatra Barat |
| 3. 2007 – 2010 | : Lulus SMK Negeri 1 Padang Gelugur Pasaman Sumatra Barat. |
| 4. 2013 – 2019 | : Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin S1 |