

TUGAS AKHIR

PENGARUH PEMBEBANAN PADA PAPAN LUNCUR DENGAN VARIASI BEBAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK *SOLIDWORK* 2014

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

Disusun Oleh:

GILANG TRIANDI
1407230212



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

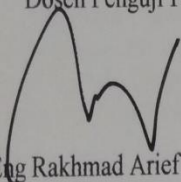
Nama : Gilang Triandi
NPM : 1407230212
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Pembebanan Pada Papan Luncur Dengan Variasi
Beban Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2014
Bidang ilmu : Kontruksi Dan Manufaktur

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, 15 Maret 2019

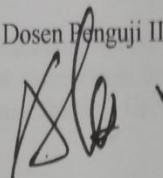
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



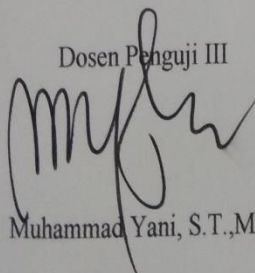
Dr. Eng Rakhmad Arief Siregar

Dosen Penguji II



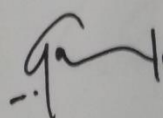
Sudirman Lubis, S.T.,M.T

Dosen Penguji III



Muhammad Yani, S.T.,M.T

Dosen Penguji IV



Chandra A. Siregar, S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua



Affandi, S.T.,M.T

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Gilang Triandi
Tempat /Tanggal Lahir: Bekasi/10 Desember 1995
NPM : 1407230212
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Pengaruh Pembebanan Pada Papan Luncur Dengan Variasi Beban Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2014”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, atau pun segala kemungkinan lain, yang padaha kekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian 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 atau pun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 15 Maret 2019

Saya yang menyatakan,

Gilang Triandi



ABSTRAK

Tujuan dilakukannya pengujian uji tekan papan luncur untuk mengetahui seberapa besar kekuatan papan luncur saat diberikan tekanan dengan nilai yang telah ditentukan. Sifat kekuatan bahan papan sangat diperlukan hal ini berkaitan dengan seberapa besar kemampuan papan menerima beban, perlu adanya penelitian tentang mengetahui ketahanan material papan agar dapat menyesuaikan beban terhadap jenis material yang dipakai. Dalam prosedur pengujian ini penulis menggunakan perangkat lunak *solidwork* 2014. Pada saat pembuatan papan luncur penulis menggunakan bahan berjenis material serat sawit. Dalam metode pengujian simulasi tekan statik diharuskan menentukan daerah geometri tetap, tentukan daerah yang akan diberikan beban dan mengatur jumlah jaring. Setelah papan selesai gambar kemudian disimulasikan dengan pengujian uji tekan statik yang diberikan beban sebesar 60 kg, 75 kg dan 85 kg. Hasil simulasi terdiri dari proses jarring (*mesh*), proses tegangan dan proses regangan. Hasil dari simulasi pembebanan pada beban 60 kg mendapatkan hasil simulasi tegangan dengan minimum hasil 0.027 N/mm² dan maksimum 13.142 N/mm², simulasi regangan dengan minimum hasil 1.42e-005 dan maksimum 0.00203, faktor keamanan minimum 3.272. Pada beban 75 kg mendapatkan hasil simulasi tegangan dengan minimum hasil 0.033 N/mm² dan maksimum 16.427 N/mm², simulasi regangan dengan minimum hasil 1.77e-005 dan maksimum 0.00254, faktor keamanan minimum 2.618. Pada beban 85 kg mendapatkan hasil simulasi tegangan dengan minimum hasil 0.038 N/mm² dan maksimum 18.617 N/mm², simulasi regangan dengan minimum hasil 2e-005 dan maksimum 0.00288, faktor keamanan minimum 2.310.

Kata Kunci : Pembebanan Aksial, Simulasi Statik, Uji Tekan, Analisa Numerik, perangkat lunak *Solidwork* 2014.

ABSTRACT

The purpose of the test the test he did press the skateboard to know how great the power of the skateboard when given with a value that has been determined. The nature of strength of materials the Board really needed this relates to how much receiving a load board capabilities, need for research on the durability of the material the Board so that knowing can adjust the load against the type of material used. In this test procedure the author uses software solidwork 2014. At the time of the making of the author uses a skateboard material palm fiber. In a simulated test methods required to determine areas tap static fixed geometry, specify the area that will be given force and set the number of mesh. After the finished Board pictures then simulated with testing test press the given static load of 60 kg, 75 kg and 85 kg. The results of the simulation consists of the process of meshing, the process of stress and strain. The result of the simulation test press the static on the load 60 kg get simulated results stress with the minimum yield 0.0027 N/mm² and a maximum 13.142 N/mm², simulation of strain with a minimum result of 1.42e-005 and maximum 0.00203, minimum safety factor 3.272. On the load 75 kg get simulated results stress with a minimum result of 0.033 N/mm² and a maximum 16.427 N/mm², simulation of strain with a minimum result of 1.77e-005 and maximum 0.00254, minimum safety factor 2.618. At 85 kg load simulation results stress with a minimum result of 0.038 N/mm² and a maximum 18.617 N/mm², simulation of strain with a minimum result of 2e-005 and maximum 0.0038, minimum safety factor 2.310.

Key words: Axial Load Static Simulation, test, Press the numerical Analysis, Software, Solidwork 2014.

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 “Analisa Kekuatan Tekan Statik Menggunakan Metode Numerik Pada Papan Skatebord” 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. Orang tua penulis: Suwanto dan Kaminingsih, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
2. Bapak Muhammad Yani, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Chandra A. Siregar, S.T.,M.T selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Eng Rakhmad Arief Siregar, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Sudirman Lubis, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembanding II dan penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
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 keteknikmesinan kepada penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Lailan Aprily Wahidah Nst selaku pacar yang telah membantu dan mensupport dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Sahabat-sahabat penulis: Rafsanzeni Pane, S.T, Suci Oktaviani, , Rio Sudi Pratama, S.T, Abimanyu S.T, Muhammad Rinaldy Salim Siregar, Abangda Bayu Mandala, M. Khairul Fiqri dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.
11. Keluarga besar C-1 pagi Teknik Mesin stambuk 2014 yang telah memberikan arahan dan motivasi.

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 Teknik Mesin.

Medan, 15 Maret 2019



Gilang Triandi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Pengertian Papan Luncur	3
2.2. Pengertian Komposit	3
2.3. Klasifikasi Bahan Komposit	5
2.4. Bahan Komposit Partikel	6
2.5. Bahan Komposit Serat	7
2.6. Bagian utama komposit	7
2.6.1 Penguat (<i>Reinforcement</i>)	7
2.7. Jenis Serat	8
2.8. Tipe Serat Komposit	8
2.9. Kelebihan Bahan Komposit	9
2.10. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	9
2.10.1 Selulosa	10
2.10.2 Sifat Selulosa	11
2.10.3 Lignin	11
2.10.4 Hemiselulosa	12
2.11. Alat Uji Tekan	12
2.12. Kekuatan Tekan	13
2.13. Respon Material Akibat Beban Tekan Statik	15
2.14. Tegangan – Regangan	16
2.14.1 Tegangan	16
2.14.2 Regangan	16
2.14.3 Hukum Hooke	16
2.14.4 Modulus Elastisitas	16
2.14.5 Deformasi Benda	17
2.15. Pembebanan Statis	18
2.15.1 Prediksi Kegagalan Pada Beban Statik	19

2.16. Solidwork	20
2.17. Analisa Numerik	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Tempat dan Waktu	23
3.1.1 Tempat	23
3.1.2 Waktu	23
3.2 Bahan dan Alat	23
3.2.1 Bahan	23
3.2.2 Alat	23
3.3 Diagram Alir Penelitian	24
3.4 Rancangan Alat Penelitian	25
3.4.1 Membuka Solidwork	25
3.4.2 Menggambar Papan Luncur	26
3.5 Prosedur Penelitian	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Simulasi pada Papan Luncur	33
4.1.1 Hasil Simulasi Pembebanan Dengan Beban 60 kg	34
4.1.2 Hasil Simulasi Pembebanan Dengan Beban 75 kg	35
4.1.3 Hasil Simulasi Pembebanan Dengan Beban 85 kg	36
4.1.4 Hasil Tabel dan Grafik Tegangan Beban 60 kg, 75 kg dan 85 kg pada Papan Luncur	38
4.1.5 Hasil Tabel dan Grafik Regangan Beban 60 kg, 75 kg dan 85 kg pada Papan Luncur	39
4.2 Perhitungan Manual Faktor Keamanan	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1. Kesimpulan	42
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit	10
Tabel 3.1	Waktu Penelitian	24
Tabel 4.1	Hasil Tegangan	40
Tabel 4.2	Hasil Regangan	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komposisi Komposit	3
Gambar 2.2	Alat Uji Tekan	12
Gambar 2.3	Perubahan Benda Tegangan Tekan	13
Gambar 2.4	Pengujian Beban Tekan	15
Gambar 2.5	Kurva Tegangan Regangan	17
Gambar 2.6	Beban Statis	18
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	24
Gambar 3.2	Tampilan Awal Solidwork	25
Gambar 3.3	Tampilan Jendela Kerja Solidwork	25
Gambar 3.4	Gambar Papan Ukuran Awal	26
Gambar 3.5	Membuat ekstrusi permukaan (<i>Surface-Extrude</i>)	26
Gambar 3.6	Membuat Slot (<i>Slot</i>)	27
Gambar 3.7	Menentukan Ukuran	27
Gambar 3.8	Membuat Proyek Kurva (<i>Project Curve</i>)	28
Gambar 3.9	Memangkas Permukaan (<i>Trim Surface</i>)	28
Gambar 3.10	Hasil Memangkas Permukaan (<i>Trim Surface</i>)	29
Gambar 3.11	Membuat penebalan (<i>Thicken</i>)	29
Gambar 3.12	Membuat Fillet (<i>Fillet</i>)	30
Gambar 3.13	Menu Simulation	30
Gambar 3.14	Penasihat Belajar (<i>Study Advisor</i>)	31
Gambar 3.15	Menentukan Geometri Tetap (<i>Fixed Geometry</i>)	31
Gambar 3.16	Memberikan Kekuatan (<i>Force</i>)	31
Gambar 3.17	Hasil Jaring (<i>Mesh</i>)	32
Gambar 4.1	Letak Beban	33
Gambar 4.2	Hasil Tegangan Papan Luncur Dengan Beban 60 kg	34
Gambar 4.3	Hasil Regangan Papan Luncur Dengan Beban 60 kg	34
Gambar 4.4	Hasil Faktor Keamanan Dengan Beban 60 kg	35
Gambar 4.5	Hasil Tegangan Papan Luncur Dengan Beban 75 kg	35
Gambar 4.6	Hasil Regangan Papan Luncur Dengan Beban 75 kg	36
Gambar 4.7	Hasil Faktor Keamanan Dengan Beban 75 kg	36
Gambar 4.8	Hasil Tegangan Papan Luncur Dengan Beban 85 kg	37
Gambar 4.9	Hasil Regangan Papan Luncur Dengan Beban 85 kg	37
Gambar 4.10	Hasil Faktor Keamanan Dengan Beban 85 kg	38
Gambar 4.11	Grafik Tegangan pada Papan Luncur	39
Gambar 4.12	Grafik Regangan pada Papan Luncur	40

DAFTAR NOTASI

A	= Luas penampang
F	= Gaya penekanan
L_0	= Panjang awal
L_1	= Perubahan panjang
ε	= Regangan aksial
ΔL	= Perubahan panjang benda uji
L_0	= Panjang mula-mula
A_c	= Luas penampang selama pembebanan
A_0	= Luas penampang mula-mula
σ	= Tegangan aksial
P	= Beban aksial
A_c	= Luas penampang terkoreksi
ε_f	= Regangan runtuh
E_s	= Modulus alastisitas awal
$\Delta\sigma$	= Beda tegangan aksial
$\Delta\varepsilon$	= Beda regangan aksial
σ	= Tegangan
δl	= Perubahan panjang benda
l	= Panjang awal
E	= Modulus elastisitas
F	= Pembebanan
e_a	= Kesalahan relative
e	= Kesalahan terhadap nilai terbaik
P^*	= Nilai perkiraan terbaik indeks a
P^{*n}	= Nilai perkiraan pada perulangan ke-n
P^{*n+1}	= Nilai perkiraan pada perulangan ke-n+1
w	= Berat (<i>weight</i>)
m	= Massa (<i>massa</i>)
g	= Gravitasi
sf	= Faktor keamanan
sy	= Kekuatan luluh

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Papan luncur serta keseluruhannya merupakan bagian penting dari olahraga karena fungsinya yaitu untuk menahan beban. Sifat kekuatan bahan papan sangat diperlukan hal ini berkaitan dengan seberapa besar kemampuan papan menerima beban. Jika material papan tidak kuat maka papan akan mudah patah, perlu adanya penelitian tentang mengetahui ketahanan material papan agar dapat menyesuaikan beban terhadap jenis material yang dipakai.

Salah satu pengujian untuk mengetahui ketahanan papan adalah dengan melakukan pengujian tekan secara statik menggunakan analisis numerik. Dengan pengujian ini dapat diketahui besarnya kekuatan tekan melalui pengujian sampel, sehingga dapat ditentukan apakah papan papan luncur sesuai dengan kuat tekan rencana dan layak dalam penggunaannya dilapangan. Secara uji ekperimental papan akan kuat jika beban yang diberikan tepat berada di ujung papan titik roda berada, bila beban yang diberikan tepat di tengah papan dimana titik tengah tidak mendapat tambahan untuk menopang beban maka kekuatan papan sedikit berkurang sehingga sering terjadinya kerusakan pada papan.

Adapun pengertian dari analisa numerik adalah satu teknik penyelesaian yang diformulasikan secara matematis dengan cara operasi hitungan atau aritmatik dan dilakukan secara berulang-ulang dengan bantuan komputer atau secara manual (*hand calculation*).

Dari uraian diatas saya mencoba untuk melakukan penelitian sebagai tugas akhir yang berjudul "*Pengaruh Pembebanan Pada Papan Luncur Dengan Variasi Beban Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2014*"

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah ditulis diatas, rumusan masalah dapat di deskripsikan sebagai berikut :

1. Menggambar papan luncur menggunakan perangkat lunak *solidwork* 2014.
2. Mensimulasi kekuatan papan luncur saat diberikan pembebanan.

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penulisan tugas akhir ini dapat berupa sebagai berikut :

1. Mensimulasi kekuatan tekan menggunakan perangkat lunak *solidwork* 2014.
2. Beban yang diberikan sebesar 60 kg, 75 kg dan 85 kg.
3. Material yang digunakan pada perangkat lunak *solidwork* 2014 berupa serat sawit.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan gambar teknik papan luncur dari perangkat lunak *solidwork* 2014.
2. Mendapatkan hasil simulasi papan luncur saat diberikan tekanan statik.

1.5 Manfaat

Sedangkan manfaat yang diperoleh dari penulisan laporan tugas akhir ini adalah :

1. Hasil tugas akhir ini diharapkan dapat bermanfaat.
2. Dapat menambah ilmu cara menggunakan perangkat lunak *solidwork* 2014.
3. Sebagai bahan referensi untuk penelitian dengan tema yang sama.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

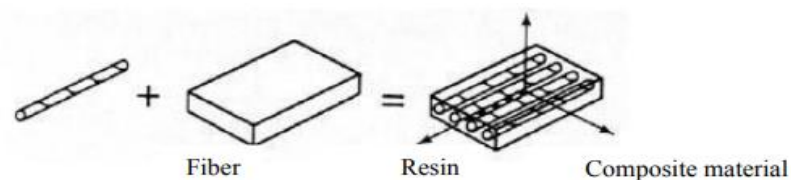
2.1 Pengertian Papan Luncur

Papan luncur adalah sebuah papan yang memiliki empat roda dan digunakan untuk aktivitas meluncur. Papan ini memiliki tenaga yang dipacu dengan mendorong menggunakan satu kaki sementara kaki yang satunya berada di atas papan. Bisa juga sang pengguna berdiri di atasnya sementara papan ini meluncur ke bawah pada sebuah turunan yang curam dan dengan ini menggunakan gaya gravitasi sebagai pemacu.

Papan luncur pertama kali ditemukan pada pertengahan tahun 1950, seiring dengan perkembangan era berselancar di daerah California, Amerika Serikat. Pertama kali muncul, papan luncur masih diciptakan oleh tangan manusia dan terbuat dari kayu yang digabungkan dengan ban sepatu roda dan disambungkan oleh *trucks* dari sepatu roda juga yang sangat tebal dan berat. Pada saat itu orang juga belum mengenal nama papan luncur, melainkan *sidewalk surfing* (berselancar ditrotoar).

2.2 Pengertian Komposit

Komposit didefinisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya. Secara umum terdapat dua kategori material penyusun komposit yaitu matrik dan reinforcement. (Maryanti, 2011) Komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik. Ilustrasi ikatan dan sifat fisik polimer dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Komposisi Komposit

Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (fiber) sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang dikenal dengan matriks. Di dalam komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan polimer yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi. Penggunaan serat sendiri yang utama adalah untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik lainnya. Sebagai bahan pengisi serat digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit, matriks sendiri mempunyai fungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu untuk bahan serat, resin, komposit material digunakan bahan-bahan yang kuat, kaku, dan getas, sedangkan bahan matriksnya dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.

Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (*modulus Young/density*) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Beberapa lamina komposit dapat ditumpuk dengan arah orientasi serat yang berbeda, gabungan lamina ini disebut sebagai laminat. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu:

1. Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang ductile tetapi lebih rigid serta lebih kuat, dalam laporan ini penguat komposit yang digunakan yaitu dari serat alam.
2. Matriks, umumnya lebih ductile tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah.

Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya, yaitu :

1. *Fibrous Composites* (Komposit Serat) merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu laminat atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat atau fiber. Fiber yang digunakan bisa berupa *glass fibers*, *carbon fibers*, *aramid fibers (poly aramide)*, dan sebagainya. Fiber ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.

2. *Laminated Composites* (Komposit Laminat) merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.

3. *Particulate Composites* (Komposit Partikel) merupakan komposit yang menggunakan partikel/serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

Sehingga komposit dapat disimpulkan sebagai dua macam atau lebih material yang digabungkan atau dikombinasikan dalam skala makroskopis (dapat terlihat langsung oleh mata) sehingga menjadi material baru yang lebih berguna. Komposit terdiri dari 2 bagian utama yaitu :

- a. *Matriks* berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung *filler* (pengisi) dari kerusakan eksternal. Matriks yang umum digunakan : *carbon, glass, Kevlar*.
- b. *Filler* (pengisi), berfungsi sebagai Penguat dari matriks. *Filler* yang umum digunakan : *carbon, glass, aramid, kevlar*.

2.3 Klasifikasi Bahan Komposit

Klasifikasi bahan komposit dapat dibentuk dari sifat dan strukturnya. Bahan komposit dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis. Secara umum klasifikasi komposit yang sering digunakan antara lain seperti :

1. Klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti metal-organic atau metal anorganic.
2. Klasifikasi menurut karakteristik built-from, seperti system matrik atau laminate.
3. Klasifikasi menurut distribusi unsur pokok, seperti *continuous* dan *discontinuous*.
4. Klasifikasi menurut fungsinya, seperti elektrikal atau structural. (Schwartz, 1984).

Sedangkan klasifikasi menurut komposit serat (*fiber-matrix composites*) dibedakan menjadi beberapa macam antara lain :

1. *Fiber composite* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik
2. *Filled composite* adalah gabungan matrik continuous skeletal dengan matrik yang kedua
3. *Flake composite* adalah gabungan serpih rata dengan matrik

4. *Particulate composite* adalah gabungan partikel dengan matrik

5. *Laminate composite* adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina.

Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat oleh matrik. Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan berbentuk yang tidak beraturan secara acak. Sedangkan bahan komposit serat terdiri dari serat – serat yang diikat oleh matrik. Bentuknya ada dua macam yaitu serat panjang dan serat pendek.

2.4 Bahan Komposit Partikel

Dalam struktur komposit, bahan komposit partikel tersusun dari partikel-partikel disebut bahan komposit partikel (*particulate composite*) menurut definisinya partikel ini berbentuk beberapa macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan berbentuk yang tidak beraturan secara acak, tetapi rata-rata berdimensi sama. Bahan komposit partikel umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat bahan komposit keramik (*ceramic matrix composites*). Bahan komposit partikel pada umumnya lebih lemah dibanding bahan komposit serat. Bahan komposit partikel mempunyai keunggulan, seperti ketahanan terhadap aus, tidak muda retak dan mempunyai daya pengikat dengan matrik yang baik.

Bahan komposit partikel merupakan jenis dari bahan komposit dimana bahan penguatnya adalah terdiri dari partikel-partikel. Secara definisi partikel itu sendiri adalah bukan serat, sebab partikel itu tidak mempunyai ukuran panjang. Sedangkan pada bahan komposit ukuran dari bahan penguat menentukan kemampuan bahan komposit menahan gaya dari luar. Dimana semakin panjang ukuran serat maka semakin kuat bahan menahan beban dari luar, begitu juga dengan sebaliknya. Bahan komposit partikel pada umumnya lemah dan *fracture-toughness*-nya lebih rendah dibandingkan dengan serat panjang, namun disisi lain bahan ini mempunyai keunggulan dalam ketahanan terhadap aus.

Pada bahan komposit keramik (*Ceramic Matrix Composite*), partikel ini umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat, sedangkan keramik digunakan sebagai matrik.

2.5 Bahan Komposit Serat

Unsur utama komposit adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan, oleh karena itu bahan komposit serat yang paling banyak dipakai. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang terikat oleh matrik yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continuous fiber*) dan serat pendek (*short fiber dan whisker*). Dalam laporan ini diambil bahan komposit serat (*fiber composite*). Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Karena itu bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat.

Komposit serat dalam dunia industri mulai dikembangkan dari pada menggunakan bahan partikel. Bahan komposit serat mempunyai keunggulan yang utama yaitu *strong* (kuat), *stiff* (tangguh), dan lebih tahan terhadap panas pada saat didalam matrik (Schwartz, 1984). Dalam pengembangan teknologi pengolahan serat, membuat serat sekarang semakin diunggulkan dibandingkan material-material yang digunakan. Cara yang digunakan untuk mengkombinasi serat berkekuatan tarik tinggi dan bermodulus elastisitas tinggi dengan matrik yang bermassa ringan, berkekuatan tarik rendah, serta bermodulus elastisitas rendah makin banyak dikembangkan guna untuk memperoleh hasil yang maksimal. Komposit pada umumnya menggunakan bahan plastik yang merupakan material yang paling sering digunakan sebagai bahan pengikat seratnya selain itu plastik mudah didapat dan mudah perlakuannya, dari pada bahan dari logam yang membutuhkan bahan sendiri.

2.6 Bagian utama komposit

2.6.1 Reinforcement

Salah satu bagian utama dari komposit adalah *reinforcement* (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit seperti contoh serat. Serat (*fiber*) adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu :

- a. Serat Alami
- b. Serat Sintesis (serat buatan manusia)

2.7 Jenis Serat

Jenis serat yang banyak tersedia untuk menggunakan komposit dan jumlahnya hampir meningkat. Kekakuan spesifik yang tinggi (kekakuan dibagi oleh berat jenisnya) dan kekuatan spesifik yang tinggi (kekuatan dibagi oleh berat jenisnya) serat-serat tersebut yang disebut *Advanced Composit* .

2.8 Tipe Serat Komposit

Untuk memperoleh komposit yang kuat harus dapat menempatkan serat dengan benar. Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit, yaitu:

1. (Komposit Serat Kontinu) *Continuous Fiber Composite*

Tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk laminan diantara matriknya. jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antara lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya.

2. (Komposit Serat Tenun) *Woven Fiber Composite*

Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.

3. (Serat Komposit) *Fiber Composite*

Discontinuous Fiber Composite (komposit serat terputus) adalah tipe komposit dengan serat pendek. Tipe ini dibedakan lagi menjadi:

- a) *Aligned Discontinuous fiber* (serat pendek dengan tipe searah)
- b) *Off-axis aligned disontinuous fiber* (serat pendek dengan tipe silang)
- c) *Randomly Oriented Discontinuous fiber* (serat pendek dengan tipe acak)

4. (komposit Serat Hibrida) *Hybrid Fiber Composite*

Hybrid Fiber Composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihanannya.

2.9 Kelebihan Bahan Komposit

Bahan Komposit mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan bahan konvensional seperti logam. Kelebihan tersebut pada umumnya dapat kita lihat dari beberapa sudut yang penting seperti sifat-sifat mekanik dan sifat fisis. Gabungan matriks dan serat dapat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi dari bahan konvensional. Bahan komposit mempunyai densitas yang jauh lebih baik dibandingkan dengan bahan konvensional.

Hal ini memberikan implikasi yang penting dalam konteks penggunaan karena komposit akan mempunyai kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih tinggi dari bahan konvensional. Produk memiliki gabungan sifat-sifat yang menarik yang dihasilkan dengan mengubah sesuai jenis matriks dan serat yang digunakan. Contoh dengan menggabungkan lebih dari satu serat dengan matriks untuk menghasilkan komposit hibrida. Massa jenisnya rendah, lebih kuat dan lebih ringan, tahan terhadap cuaca, tahan terhadap korosi, kuat dan lebih ringan, perbandingan kekuatan dan berat yang menguntungkan, lebih kuat, ulet dan tidak getas, koefisien pemuaian yang rendah dan mudah diproses.

2.10 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah utama berlisin selulosa yang belum dimanfaatkan secara optimal dari industri pengolahan kelapa sawit. Basis satu ton tandan buah segar akan dihasilkan minyak sawit kasar sebanyak 0,21 ton (21%), minyak inti sawit sebanyak 0,05 ton (0,5%) dan sisanya merupakan limbah dalam bentuk tandan kosong, serat dan cangkang biji yang masing-masing sebanyak 0,23 ton (23%), 0,135 ton (13,5%) dan 0,055 ton (5,5%).

Padahal tandan kosong kelapa sawit berpotensi untuk dikembangkan menjadi barang yang lebih berguna, salah satunya menjadi bahan baku bioetanol. Hal ini karena tandan kosong kelapa sawit banyak mengandung selulosa yang dapat dihidrolisis menjadi glukosa kemudian difermentasi menjadi bioetanol. Kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu sebesar 45% menjadikan kelapa sawit sebagai prioritas untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol (Aryafatta, 2008).

Selama ini pengolahan/pemanfaatan TKKS masih sangat terbatas yaitu dibakar dalam *incinerator*, ditimbun (*open dumping*), dijadikan mulsa diperkebunan kelapa sawit, atau diolah menjadi kompos. Namun karena adanya beberapa kendala seperti waktu pengomposan yang cukup lama sampai 6–12 bulan, fasilitas yang harus disediakan, dan biaya pengolahan TKKS tersebut. Selain jumlah yang melimpah juga karena kandungan selulosa tandan kelapa sawit yang cukup tinggi yaitu sebesar 45 % (Aryafatta, 2008). TKKS cocok dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Sehingga ketika diolah menjadi bioetanol dapat menghasilkan rendemen yang cukup besar sehingga harga jual bioetanol yang dihasilkan dapat lebih murah. Adapun komposisi TKKS adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Komposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit

Komposisi	Kadar (%)
Abu	14
Selulosa	40
Lignin	22
Hemiselulosa	24

2.10.1 Selulosa

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman (Saha dalam Al-arif 2014). Selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus. Bangun dasar selulosa berupa suatu selobiosa yaitu dimer dari glukosa. Rantai panjang selulosa terhubung secara bersama melalui ikatan hidrogen dan gaya van der Waals (Perez dkk., 2002).

Selulosa mengandung sekitar 50-90% bagian berkrystal dan sisanya bagian amorf (Aziz dkk., 2002). Selulosa hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan selalu berikatan dengan bahan lain seperti lignin dan hemiselulosa. Selulosa terdapat dalam tumbuhan sebagai bahan pembentuk dinding sel dan serat tumbuhan. Molekul selulosa merupakan mikrofibril dari glukosa yang terikat satu dengan lainnya membentuk rantai polimer yang sangat

panjang. Adanya lignin serta hemiselulosa di sekeliling selulosa merupakan hambatan utama untuk menghidrolisis selulosa (Sjostrom, 1995).

2.10.2 Sifat selulosa

Sifat selulosa terdiri dari sifat fisika dan kimia. Selulosa dengan rantai panjang memiliki sifat fisik yang lebih kuat, tahan lama terhadap degradasi yang disebabkan oleh pengaruh panas, bahan kimia maupun pengaruh biologis. Sifat fisika dari selulosa yang penting panjang, lebar dan tebal molekulnya. Sifat fisik lain dari selulosa ialah:

1. Dapat terdegradasi oleh hidrolisa, oksidasi, fotokimia, maupun secara mekanis sehingga berat molekulnya menurun.
2. Tidak larut dalam air maupun pelarut organik, tetapi sebagian larut pada larutan alkali.
3. Dalam keadaan kering, selulosa bersifat higroskopik (baik menyerap air), keras, juga rapuh. Jika selulosa mengandung banyak air maka akan bersifat lunak.
4. Selulosa dalam kristal memiliki kekuatan lebih baik dibandingkan dengan bentuk amorfnya.

2.10.3 Lignin

Lignin adalah salah satu komponen penyusun tanaman. Secara umum tanaman terbentuk dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Komposisi bahan penyusun ini berbeda-beda bergantung pada jenis tanaman. Pada batang tanaman, lignin berfungsi sebagai bahan pengikat komponen penyusun lainnya, sehingga suatu pohon bias berdiri tegak. Berbeda dengan selulosa yang terbentuk dari gugus karbohidrat, lignin terbentuk dari gugus aromatik yang saling dihubungkan dengan rantai alifatik, yang terdiri dari 2-3 karbon. Pada proses pirolisa lignin, dihasilkan senyawa kimia aromatis yang berupa fenol.

Lignin dapat diisolasi dari tanaman sebagai sisa yang tak larut setelah penghilangan polisakarida dengan hidrolisis. Secara alternatif, lignin dapat dihidrolisis dan diekstraksi ataupun diubah menjadi turunan yang larut. Adanya lignin menyebabkan warna menjadi kecoklatan sehingga perlu adanya pemisahan

atau penghilangan melalui pemutihan. Banyaknya lignin juga berpengaruh terhadap konsumsi bahan kimia dalam pemasakan dan pemutihan (Dirga Harya Putra, 2012).

2.10.4 Hemiselulosa

Rantai hemiselulosa lebih pendek dibandingkan rantai selulosa, karena derajat polimerisasinya yang lebih rendah. Berbeda dengan selulosa, polimer hemiselulosa berbentuk tidak lurus tetapi merupakan polimer-polimer bercabang dan strukturnya tidak terbentuk kristal. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon lima (pentose/C-5), gula berkarbon enam (heksosa/C-6), asam heksuronat dan deoksi heksosa. Hemiselulosa akan mengalami reaksi oksidasi dan degradasi terlebih dahulu daripada selulosa, karena rantai molekulnya yang lebih pendek dan bercabang.

2.11 Alat Uji Tekan

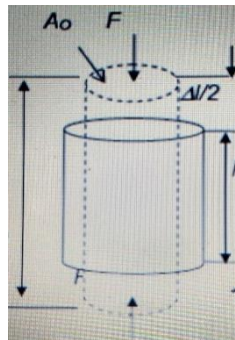
Alat uji tekan adalah salah satu alat uji mekanik untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tekan. Caranya adalah dengan memberikan gaya tekan kepada bahan uji. Untuk melaksanakan pengujian tekan, kita memerlukan benda uji yang pada umumnya bersifat getas. Benda uji dipasang pada mesin penguji, dengannya gaya tekan dari alat uji yang akan semakin bertambah besar akhirnya semakin menekan benda uji, maka benda uji ini akan menjadi pendek dan akhirnya rusak dan pecah. Alat uji tekan akan memberikan informasi mengenai seberapa besar pengukuran yang akan diuji terhadap bahan sehingga standarisasi yang diinginkan dapat tercapai dengan sempurna. Alat uji seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Alat Uji Tekan

2.12 Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan adalah kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan beban yang akan mengurangi ukurannya. Kekuatan tekan dapat diukur dengan memasukkannya ke dalam kurva tegangan-regangan dari data yang didapatkan dari mesin uji. Beberapa bahan akan patah pada batas tekan, beberapa mengalami deformasi yang tidak dapat dikembalikan. Deformasi tertentu dapat dianggap sebagai batas kekuatan tekan, meski belum patah, terutama pada bahan yang tidak dapat kembali ke kondisi semula (*irreversible*). Kekuatan tekan dapat diukur dengan mesin uji. Pengujian kekuatan tekan, seperti halnya pengujian kekuatan tarik, dipengaruhi oleh kondisi pengujian (penyiapan spesimen, kondisi kelembaban dan temperatur ruang uji dan sebagainya). Ketika dalam pengujian tekan, spesimen (biasanya berbentuk silinder) akan lebih mengecil seperti menyebar lateral. Perubahan benda yang disebabkan tegangan tekan dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Perubahan benda tegangan tekan

Keterangan :

A = Luas Penampang

F = Gaya yang bekerja sebagai penekanan

L₀ = Panjang Awal

L₁ = Perubahan panjang

Untuk memperoleh nilai kuat tekan maksimum dilakukan beberapa tahapan penghitungan dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut :

1. Regangan aksial (ε)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

Dimana :

ΔL : perubahan panjang benda uji

L_0 : panjang atau tinggi benda uji mula-mula

2. luas penampang benda uji selama pembebanan (A_c)

$$A_c = \frac{A_0}{1 - \varepsilon}$$

Dimana :

A_0 : luas penampang benda uji mula-mula

ε : regangan aksial

3. Tegangan aksial (σ)

$$\sigma = \frac{P}{A_c}$$

Dimana :

P : beban aksial

A_c : luas penampang terkoreksi

4. Kurva tegangan – regangan

Dibuat dengan menghubungkan data regangan aksial (ε) pada sumbu absis dan tegangan aksial (σ) pada sumbu kordinat. Kuat tekan aksial ditentukan berdasarkan nilai tegangan aksial maksimum, $q_u = \sigma_{max}$. Regangan yang dicapai pada saat q_u adalah regangan runtuh (ε_f).

5. Modulus elastisitas awal (E_s)

Modulus elastisitas awal (initial modulus of elasticity) adalah kemiringan bagian kurva tegangan – regangan yang lurus mulai dari awal kurva (titik O).

Modulus elastisitas dihitung :

$$E_s = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

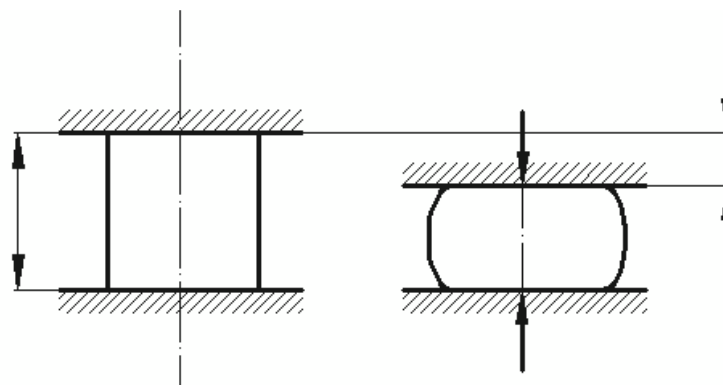
Dimana :

$\Delta\sigma$ = beda tegangan aksial di antara dua titik pada garis lurus kurva awal

$\Delta\varepsilon$ = beda regangan aksial di antara dua titik pada garis lurus kurva

2.13 Respon Material Akibat Beban Tekan Statik

Mekanisme deformasi akibat beban tekan statik ditunjukkan oleh kurva tegangan-regangan. Pada uji tekan statik diperoleh tiga tingkatan respon yaitu: elastisitas linier (*bending*), *plateau* (*buckling* elastis), dan *densification*. Elastisitas linier ditandai oleh *bending* terhadap dinding rongga dan kemiringan (tegangan-regangan) awal atau modulus elastisitas diperoleh dari tingkatan ini. *Plateau* merupakan karakteristik respon yang terjadi setelah mengalami elastisitas linier ditandai dengan berlipatnya rongga-rongga. Pada saat rongga-rongga hamper terlipat seluruhnya dan dinding-dinding rongga menyatu mengakibatkan ronggarongga menjadi lebih padat, tegangan normal tekan statik akan meningkat. Untuk mengoptimalkan produk tersebut perlu diketahui karakteristik material penyusunnya akibat beban tekan statik. Karakteristik suatu spesimen harus terukur, untuk itu perlu suatu pengujian tekan statik agar karakteristik dapat diketahui. Karakteristik dapat diketahui dari respon yang dialami oleh material. Respon diakibatkan oleh adanya gangguan (*disturbance*) yang diberikan terhadap sebuah sistem, seperti: F (gaya), T (temperatur), dan lain- lain. Di dalam uji tekan statik, gaya yang diberikan ditunjukkan pada Gambar. 2.4.



Gambar 2.4 Pengujian beban tekan
(a).Sebelum Uji Tekan (b).Setelah Uji Tekan

Berdasarkan respon yang ditunjukkan pada Gambar 2.19 dapat ditentukan respon mekanik berupa tegangan normal dan regangan akibat beban tekan statik.

2.14 Tegangan – Regangan

2.14.1 Tegangan

Setiap material adalah elastis pada keadaan alaminya. Karena itu jika gaya luar bekerjapada benda, maka benda tersebut akan mengalami deformasi. Ketika benda tersebut mengalami deformasi, molekulnya akan membentuk tahanan terhadap deformasi. Tahanan ini per satuan luas dikenal dengan istilah tegangan. Secara matematik teganganbisa didefinisikan sebagai gaya per satuan luas, atau:

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana :

P : beban atau gaya yang bekerja pada benda

A : luas penampang benda

2.14.2 Regangan

Deformasi per satuan panjang disebut dengan regangan. Secara matematis ditulis:

$$\varepsilon = \frac{\delta l}{l}$$

Atau :

$$\delta l = \varepsilon \cdot l$$

Dimana :

δl : perubahan panjang benda

l : panjang awal benda

2.14.3 Hukum Hooke

Jika benda dibebani dalam batas elastisnya, maka tegangan berbanding lurusdengan regangannya”. Secara matematis ditulis:

$$\frac{\text{tegangannya}}{\text{regangannya}} = E = \text{konstan}$$

2.14.4Modulus Elastisitas

Tegangan berbanding lurus dengan regangan, dalam daerah elastisnya, atau:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dimana :

σ : tegangan

ε : regangan

E : modulus elastisitas

2.14.5 Deformasi Benda

Misalkan :

P = Beban atau gaya yang bekerja pada benda

l = Panjang benda

A = Luas penampang benda

σ = Tegangan yang timbul pada benda

E = Modulus Elastisitas material benda

ε = Regangan

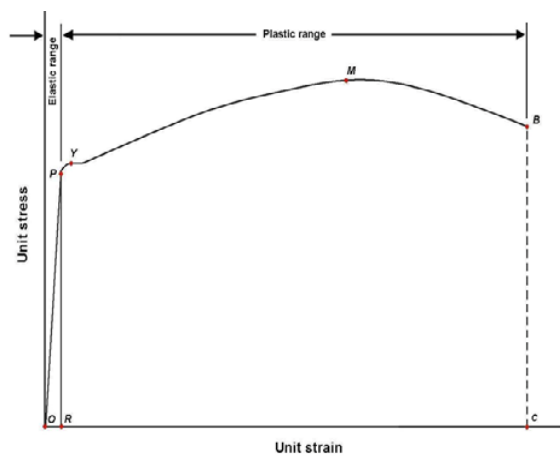
δl = Deformasi benda

Tegangan : $\sigma = \frac{P}{A}$

Regangan : $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{P}{AE}$, maka

Deformasi : $\delta l = \varepsilon \cdot l = \frac{\sigma \cdot l}{E} = \frac{Pl}{AE}$

Adapun kurva tegangan – regangan akibat beban tekan yang ditunjukkan pada gambar 2.5

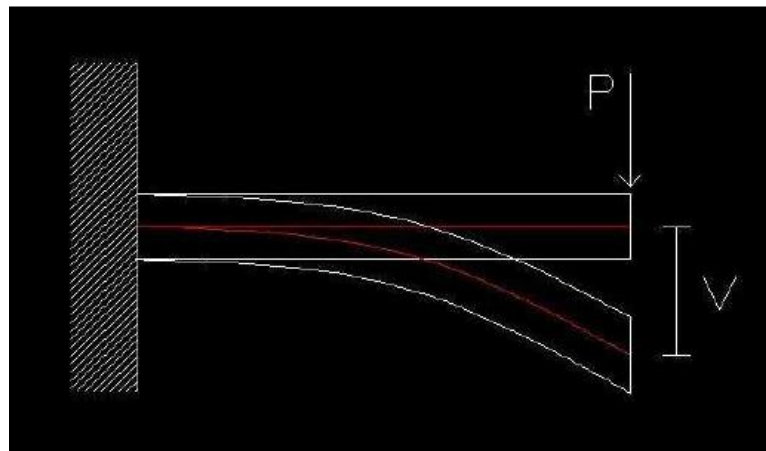


Gambar 2.5. Kurva tegangan – regangan.

Dalam penelitian ini terdapat bahan yang mengalami deformasi plastis jika terus diberikan tegangan dan bahan ini tidak akan berubah kebentuk semula. Biasanya material teknik terjadi pada daerah elastis yang hampir berimpitan dengan batas proporsionalistik. Perubahan panjang ini disebut sebagai regangan teknik yang didefinisikan sebagai perubahan panjang yang terjadi akibat perubahan statik (ΔL) terhadap panjang batang mula-mula (L_0). Tegangan yang dihasilkan pada proses ini disebut dengan tegangan teknik, dimana didefinisikan sebagai nilai pembebanan yang terjadi (F) pada suatu luas penampang awal (A_0).

2.15 Pembebanan statis

Sebuah beban statis adalah kekuatan mekanik diterapkan perlahan ke perakitan atau objek. Hal ini dapat dibandingkan dengan beban dinamis, yang memaksa diterapkan dengan cepat. tes beban statik yang berguna dalam menentukan beban maksimum yang diijinkan pada rekayasa struktur, seperti jembatan.



Gambar 2.6 Beban statis

Defleksi dan tegangan internal timbul dalam kasus beban statis hanya ditimbulkan langsung oleh beban P . Gaya ini sering diterapkan pada struktur rekayasa keselamatan. Mengetahui gaya maksimum sebuah struktur dapat mendukung sebelum terjadinya kerusakan. Setiap gaya yang diterapkan terus tanpa menggerakkan sebuah objek dianggap sebagai beban statis. Pengetahuan

tentang berapa banyak memuat struktur dapat menangani berguna untuk pengaturan margin keselamatan untuk struktur.

Membatasi loading untuk satu setengah struktur maksimal akan memberikan faktor keamanan dari papan skateboard adalah contoh di mana pembebanan statis terjadi. Ketika seseorang berdiri dipapan skateboard, mengerahkan beban statis di atasnya. Muatan statis karena orang dan papan skateboard tidak bergerak relatif terhadap satu sama lain. Menekankan papan skateboard memiliki waktu untuk mencapai kesetimbangan pada kondisi beban statis. Sebuah tes beban statis untuk papan skateboard mungkin dilakukan untuk menetapkan batas berat maksimum dengan margin keselamatan yang diterima.

2.15.1 Prediksi Kegagalan Pada Beban Statik

Prediksi kegagalan pada beban static berdasarkan sifatnya :

1. Material yang getas (*Brittle Material*) Dianggap mengalami kegagalan ketika mencapai titik frakturnya.
 - *Maximum Normal Stress Theory* (MNST) by Rankine (1850) Kegagalan akan terjadi ketika *principal stress* melebihi *tensile yield strength* dan biasanya digunakan pada material berserat dan jenis gelas.
 - *Internal Friction Theory* (IFT) Baik digunakan untuk jenis material keramik dan *Cast Metals*, selain itu untuk material yang memiliki kekuatan tekan jauh lebih besar dengan kekuatan tariknya. IFT juga biasa dikenal sebagai *Coulomb-Mohr Theory*.
 - *Modified Mohr Theory* (MMT) Baik untuk memprediksi kegagalan pada material getas, khususnya pada kuadran IV2.
2. Material Ulet (*Ductile Material*) Kebanyakan digunakan untuk jenis material seperti metal dan Polymer dimana kekuatan tariknya sama dengan kekuatan tekannya. Dianggap mengalami kegagalan ketika mencapai titik luluhnya.
 - *Maximum Shear Stress Theory* (MSST). Kegagalan akan terjadi ketika *Maximum Shear Stress* dari material tersebut mencapai titik luluhnya.

Terkenal karena teorinya lebih sederhana dan bekerja dengan baik. Dikembangkan oleh Tresca (1868).

- *Distorsion Energy* (DET) Dikembangkan oleh Von Mises (1913), kegagalan akan terjadi ketika *distorsional strain energy* dari material tersebut mencapai titik luluhnya. Sangat terkenal karena keakuratannya.

2.16 Solidworks

Solidworks adalah salah satu CAD software yang dibuat oleh *Dassault Systems* digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* permesinan yang berupa assembling dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan *part* sebelum *real part* nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan, Solidworks diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing untuk program CAD seperti Pro/Engineer, NX Siemens, I-Deas, Unigraphics, Autodesk Inventor, Autodesk AutoCAD dan CATIA.

Solidworks Corporation didirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschtick, dengan merekrut tim insinyur untuk membangun sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak CAD 3D, dengan kantor pusatnya di Concord, Massachusetts, dan merilis produk pertama, Solidworks 95, pada tahun 1995.

Saat ini banyak industri manufaktur yang sudah memakai software ini, menurut informasi Wiki, Solidworks saat ini digunakan oleh lebih dari 3 / 4 juta insinyur dan desainer di lebih dari 80.000 perusahaan di seluruh dunia. Dahulu orang familiar dengan AutoCAD untuk desain perancangan gambar teknik seperti yang penulis alami.

Untuk permodelan pada industri pengecoran logam dalam hal pembuatan *pattern* nya, program-program 3D seperti ini sangat membantu sebab akan memudahkan operator *pattern* untuk menterjemahkan gambar menjadi *pattern* / model casting pengecoran logam dan tentunya akan mengurangi kesalahan pembacaan gambar yang bisa mengakibatkan salah bentuk. Untuk industri permesinan selain dihasilkan gambar kerja untuk pengerjaan mesin manual juga hasil geometri dari Solidworks ini bisa langsung diproses lagi dengan CAM program semisal Mastercam, Solidcam, Visual Mill dll. Untuk membuat G-code yang dipakai untuk menjalankan proses permesinan otomatis dengan CNC.

2.17 Analisa Numerik

Analisa Numerik merupakan salah satu cabang atau bidang ilmu matematika. Analisa numerik adalah teknik untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang diformulasikan secara matematis dengan cara operasi hitungan. Pada dasarnya analisa numerik merupakan metode untuk menentukan penyelesaian numeris, dalam hal ini nilai pendekatan real dari suatu model matematis. Di dalam analisa numerik ini dilakukan operasi hitungan yang berulang-ulang untuk menyelesaikan penyelesaian numeriknya. Penyelesaian numerik ditentukan dengan melakukan prosedur perulangan (iterasi) tertentu, sehingga setiap hasil akan lebih teliti dari perkiraan sebelumnya. Dengan melakukan prosedur perulangan yang dianggap cukup akhirnya diperoleh hasil perkiraan yang mendekati nilai eksak. Nilai eksak tersebut hanya dapat diketahui apabila suatu fungsi $f(x)$ bisa diselesaikan secara analitis.

Pada umumnya analisa numerik tidak mengutamakan diperolehnya nilai yang eksak (tepat), tetapi mengusahakan perumusan metode yang menghasilkan nilai pendekatan yang berbeda dari nilai yang eksak sebesar suatu nilai yang dapat diterima berdasarkan pertimbangan praktis, tetapi cukup dapat memberikan penghayatan pada persoalan yang dihadapi. Banyak metode dalam analisa numerik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu persamaan matematika. Setiap metode memiliki prosedur yang berbeda dalam menentukan nilai pendekatannya.

Kesalahan (Error) Penyelesaian secara numeris suatu persamaan matematika hanya memberikan nilai perkiraan yang mendekati nilai eksak (tepat) dari penyelesaian analitis. Berarti dalam penyelesaian numerik tersebut terdapat kesalahan terhadap nilai eksak. Kesalahan terhadap nilai eksak dibedakan menjadi dua, yaitu kesalahan dasar, dan kesalahan absolut dan relatif. Kesalahan dasar merupakan kesalahan yang paling dasar dalam perhitungan numerik yang tidak dapat dipisahkan. Ada 3 macam kesalahan dalam perhitungan numerik, yaitu kesalahan bawaan (inheren), kesalahan pembulatan, dan kesalahan pemotongan.

Kesalahan absolut suatu bilangan adalah selisih antara nilai eksak (dengan anggapan telah diketahui) dengan suatu pendekatan pada nilai eksak. Kesalahan absolut tidak menunjukkan besarnya tingkat kesalahan, tetapi besarnya tingkat

kesalahan dapat dinyatakan dalam bentuk kesalahan relatif. Kesalahan relatif adalah kesalahan absolut dibagi nilai eksaknya. Nilai eksak tersebut hanya dapat diketahui apabila suatu fungsi bisa diselesaikan secara analitik. Dalam metode numerik, nilai eksak tidak dapat diketahui. Untuk itu kesalahan dinyatakan berdasarkan pada nilai pendekatan terbaik dari nilai eksak, sehingga kesalahan mempunyai bentuk sebagai berikut :

$$e_a = \frac{e}{P^*} \times 100\% \quad (2.12)$$

dengan

e : kesalahan terhadap nilai terbaik dan

P^* : nilai perkiraan terbaik Indeks a menunjukkan bahwa kesalahan dibandingkan terhadap nilai perkiraan.

Di dalam metode numerik, sering dilakukan pendekatan secara berulang-ulang. Pada pendekatan tersebut perkiraan sekarang dibuat berdasarkan perkiraan sebelumnya. Dalam hal ini, kesalahan adalah perbedaan antara perkiraan sebelumnya dan perkiraan sekarang, dan kesalahan relatif diberikan dalam bentuk, sebagai berikut:

$$e_a = \frac{P^{*n+1} - P^{*n}}{P^{*n+1}} \times 100\% \quad (2.13)$$

dengan

P^{*n} : nilai perkiraan pada perulangan ke- n dan

P^{*n+1} : nilai perkiraan pada perulangan ke- $n+1$

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun tempat dilakukannya studi numerik unjuk kerja penggunaan papan skateboard dengan menggunakan perangkat lunak *Solidwork 2014*, dan dilakukan di Laboratorium Komputer Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan studi numerik dilakukan selama 6 bulan setelah proposal tugas sarjana disetujui.

Tabel 3.1. Waktu penelitian

NO	KEGIATAN	WAKTU (BULAN)					
		1	2	3	4	5	6
1	ACC Judul	■					
2	Studi Literatur		■				
3	Menggambar Skateboard			■			
4	Simulasi Skateboard				■		
5	Penulisan Laporan					■	
6	Seminar						■

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

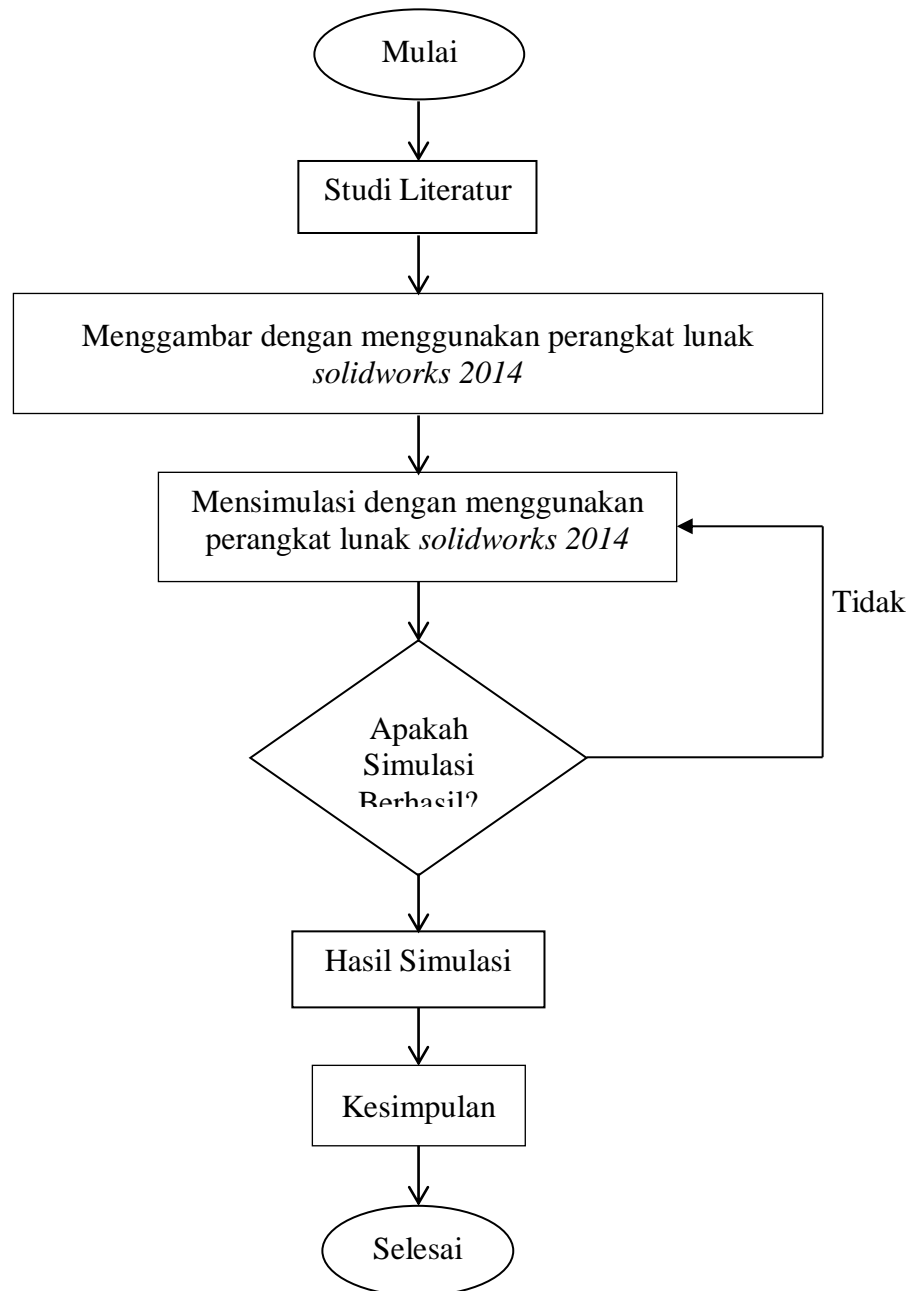
Bahan yang digunakan berupa perangkat lunak *solidwork 2014*.

3.2.2 Alat

Alat yang dipakai berupa laptop. Spesifikasi laptop yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. *Processor* : *Intel (R) core (TM) i3-3110M CPU @2.40 GHz*
2. *RAM* : *2.00 GB*
3. *Operating system* : *windows 8.1 pro 64 bit operating system*

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

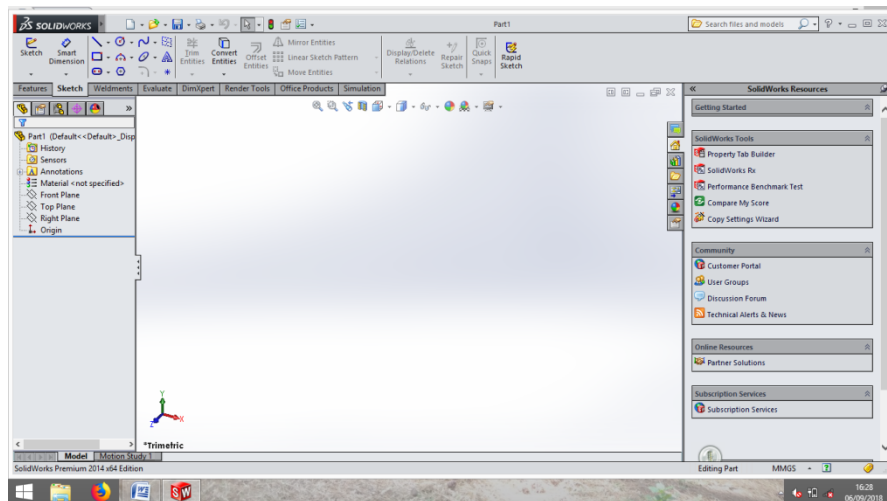
3.4 Rancangan Alat Penelitian

3.4.1 Membuka *Solidwork* 2014

Untuk membuka *solidwork* 2014 dimulai dengan mengklik start menu *solidwork*. Tampilan layar pembuka *solidwork* 2014 dan tampilan jendela kerja *solidwork* secara berurutan diberikan pada gambar 3.2 dan 3.3.



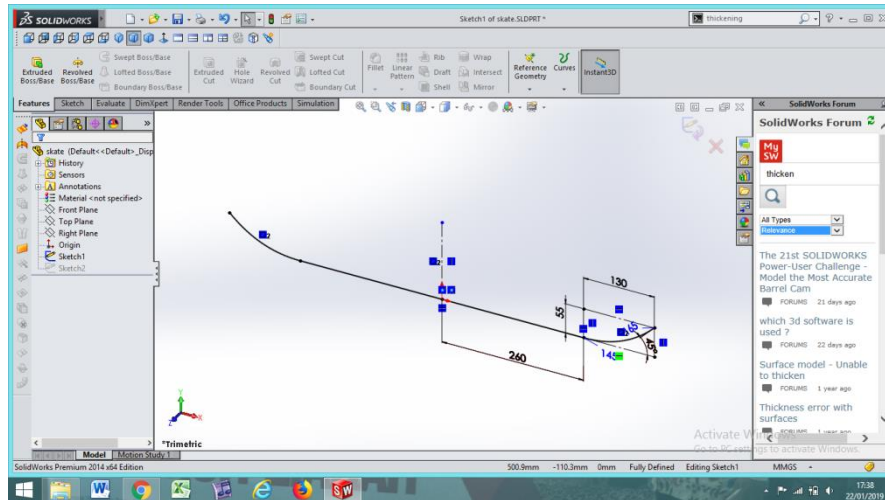
Gambar 3.2 Tampilan awal *solidwork*



Gambar 3.3 Tampilan jendela kerja *solidwork* 2014

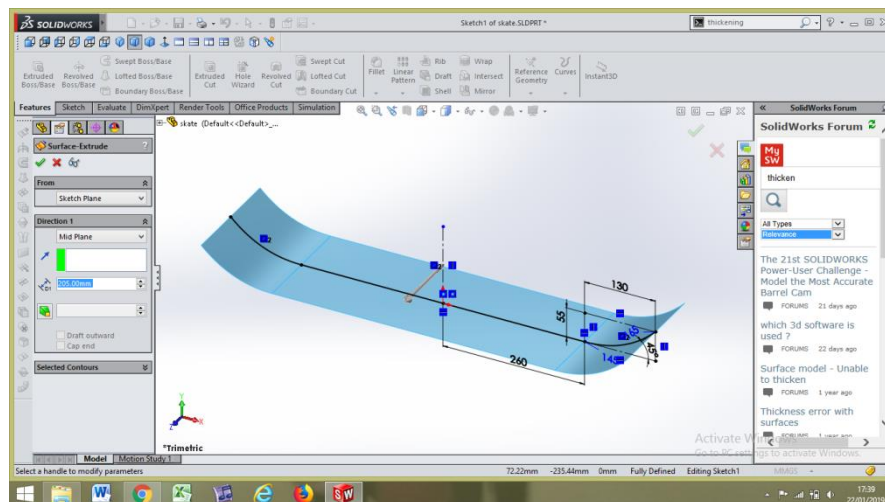
3.4.2 Menggambar Papan Luncur

Klik bagian baru (*Newpart*), membuat gambar papan dengan ukuran awal, seperti pada gambar 3.4.



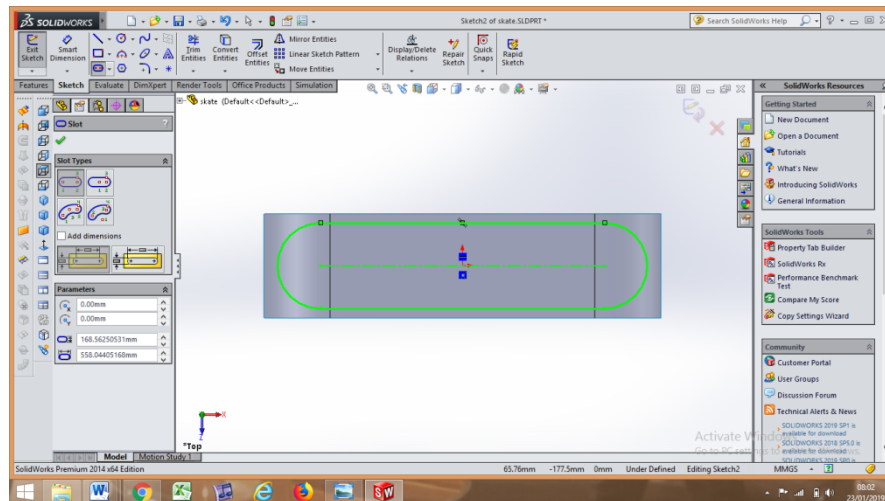
Gambar 3.4 Gambar papan ukuran awal

Membuat ekstrusi permukaan (*Surface-Extrude*) dan merubah kedalaman (*Depth*) dengan ukuran 205 mm, seperti pada gambar 3.5.

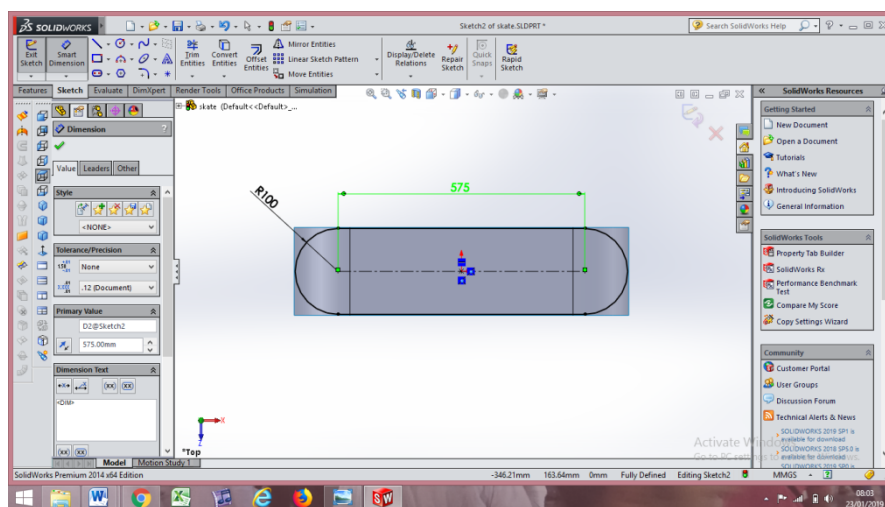


Gambar 3.5 Membuat ekstrusi permukaan (*Surface-Extrude*)

Membuat slot (*Slot*), menggunakan slot type slot lurus (*Straight Slot*) dan menentukan ukuran setengah lingkaran ($r\ 100$), panjang (575 mm) menggunakan dimensi pintar (*Smart Dimension*). Seperti pada gambar 3.6 dan 3.7.

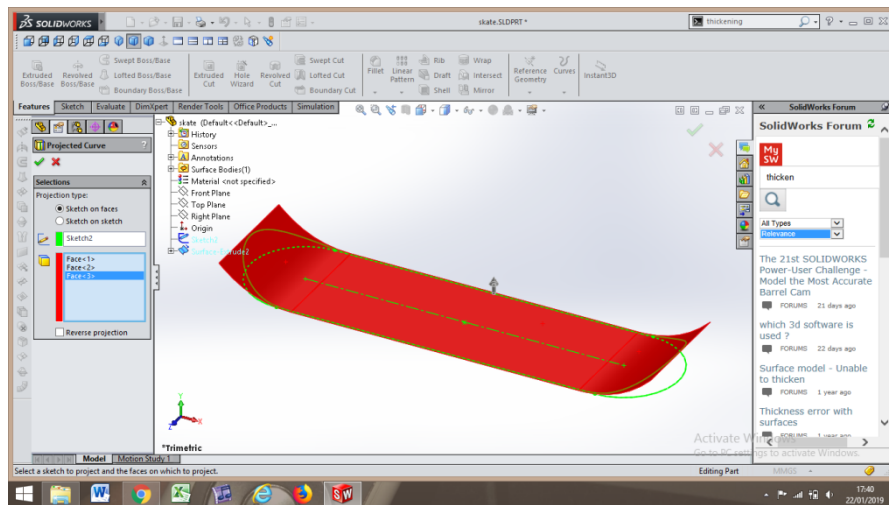


Gambar 3.6 Membuat Slot (*Slot*)



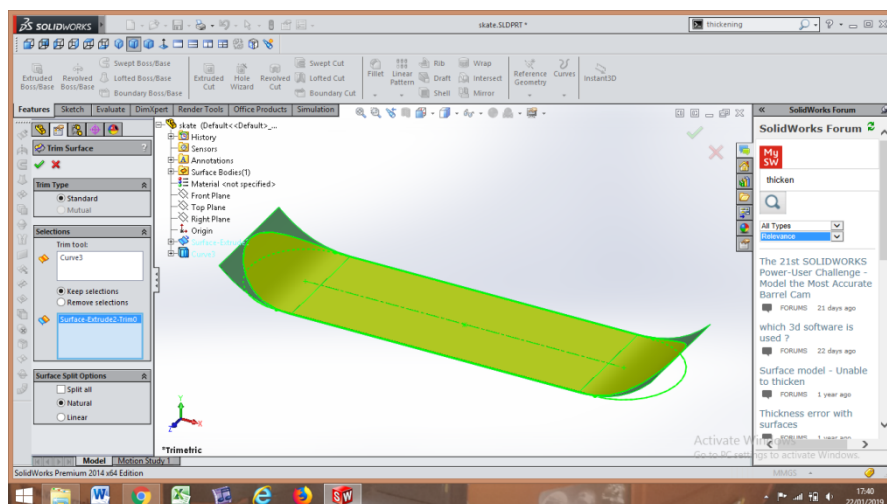
Gambar 3.7 Menentukan ukuran

Pilih kurva (*Curve*) lalu proyek kurva (*Project Curve*) dan proyek wajah (*Project Face*) lalu ok. Seperti pada gambar 3.8.

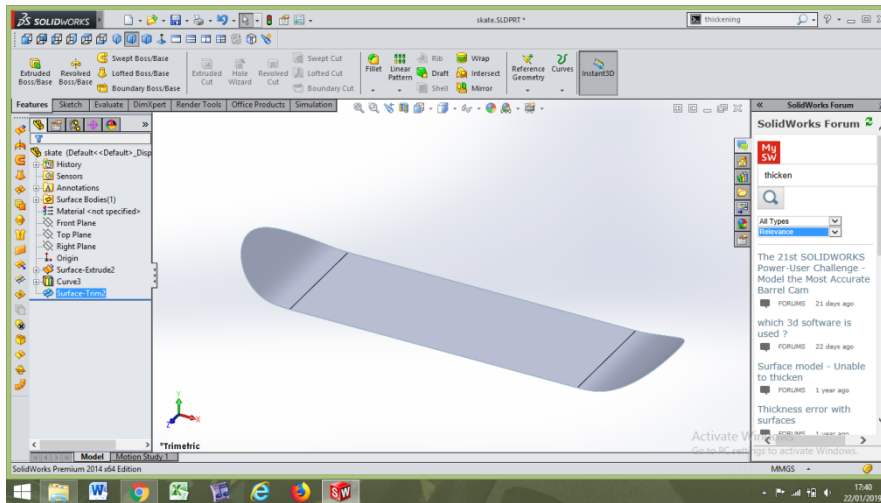


Gambar 3.8 Membuat Proyek Kurva (*Project Curve*)

Lalu klik memangkas permukaan (*Trim Surface*). Seperti pada gambar 3.9 dan 3.10.

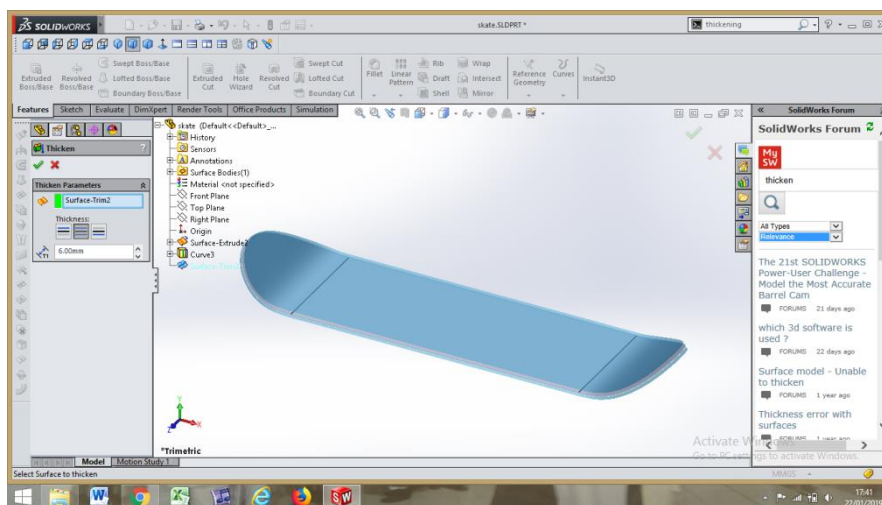


Gambar 3.9 Memangkas Permukaan (*Trim Surface*)



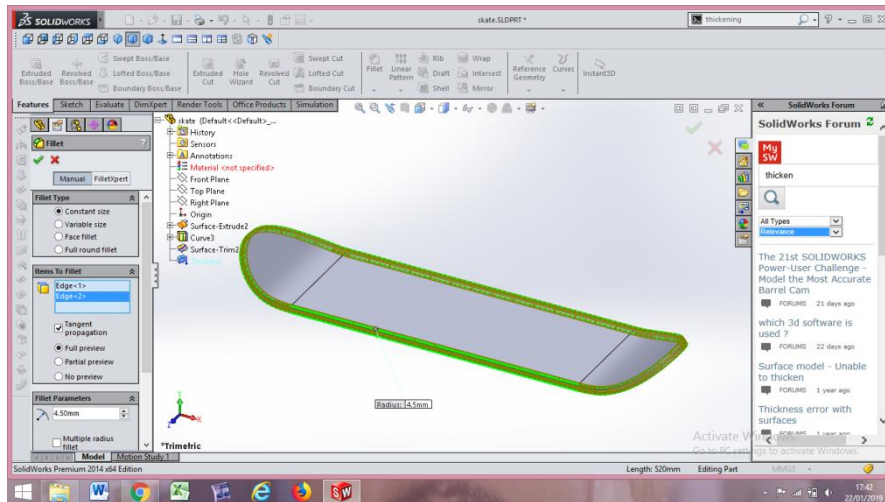
Gambar 3.10 Hasil Memangkas Permukaan (*trim surface*)

Pilih penebalan (*Thicken*) dan merubah ukuran ketebalan (*Thickenss*) menjadi 6 mm. seperti pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Membuat Penebalan (*Thicken*)

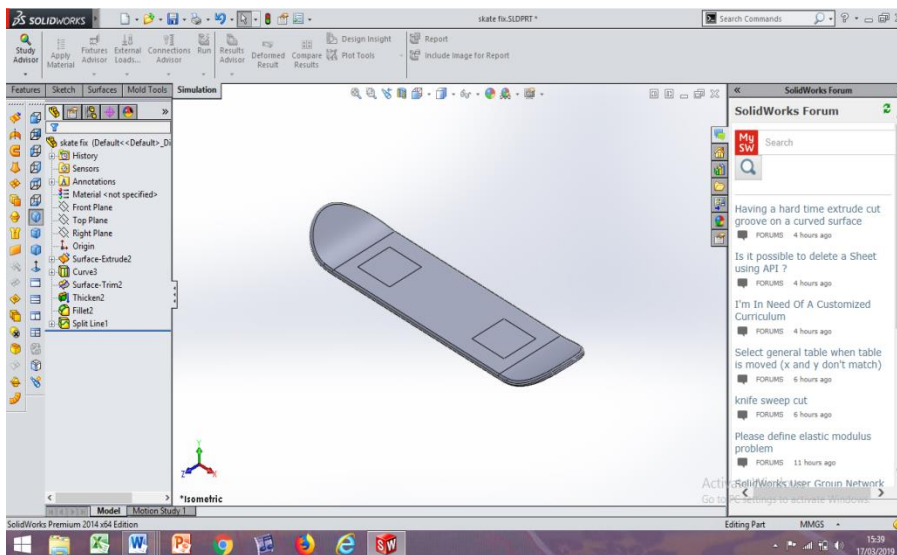
Langkah terakhir membuat fillet, pilih mana yang akan di ubah menjadi fillet dan ubah radius fillet menjadi 4.5 mm. Seperti pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Membuat Fillet

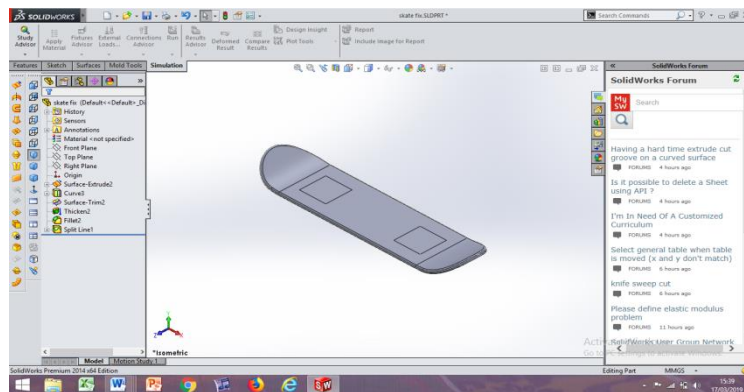
3.5 Prosedur Penelitian

1. Memasukan gambar benda kerja ke *Solidwork* dan masuk ke menu simulasi. Seperti dillihatkan pada gambar 3.13.



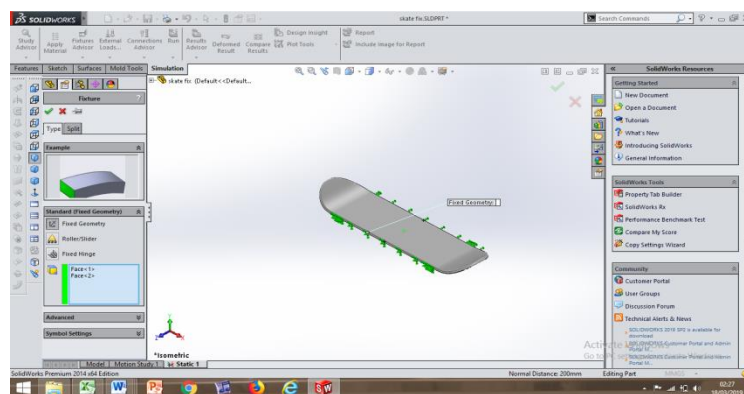
Gambar 3.13 Menu Simulasi

2. Pilih penasihat belajar (*Study Advisor*), klik belajar baru (*New Study*) dan pilih jenis pengujian. Seperti pada gambar 3.14.



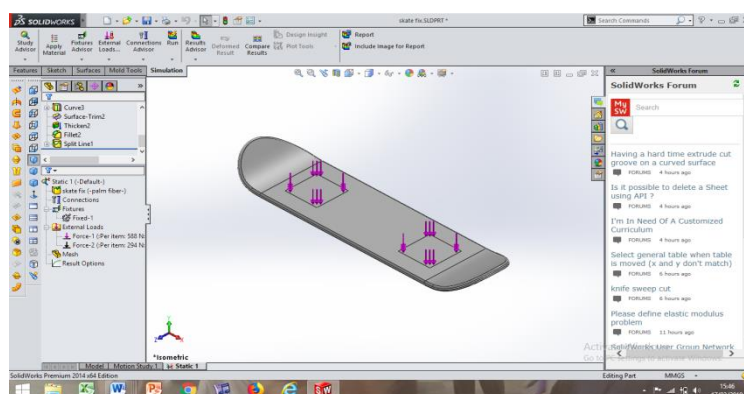
Gambar 3.14 Penasihat Belajar (*Study Advisor*)

3. Menentukan geometri tetap (*Fixed Geometry*). Seperti pada gambar 3.15.



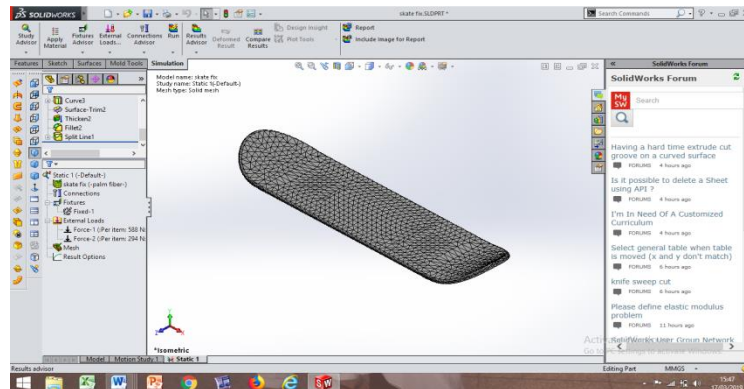
Gambar 3.15 Menentukan Geometri Tetap (*Fixed Geometry*)

4. Memberikan kekuatan (*Force*) pada bagian atas benda kerja yang mengarah kebawah. Seperti pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Memberikan Kekuatan (*Force*)

5. Mengatur jaring (*Mesh*), jaring global (*Global Mesh*) sebesar 15 mm dan *Tolerance* (toleransi) sebesar 0.75 mm. Seperti pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Hasil (*Mesh*)

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Simulasi pada Papan Luncur

Pada pengujian ini kita akan melihat hasil simulasi yang terjadi pada papan luncur ketika diberikan beban. Beban yang diberikan sebesar 60 kg, 75 kg dan 85 kg. material yang digunakan pada papan luncur adalah serat sawit.

Beban yang diberikan sebesar 60 kg, 75 kg dan 85 kg. Dikonversikan menjadi Newton dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$w = m.g$$

ket :

w : weight (newton)

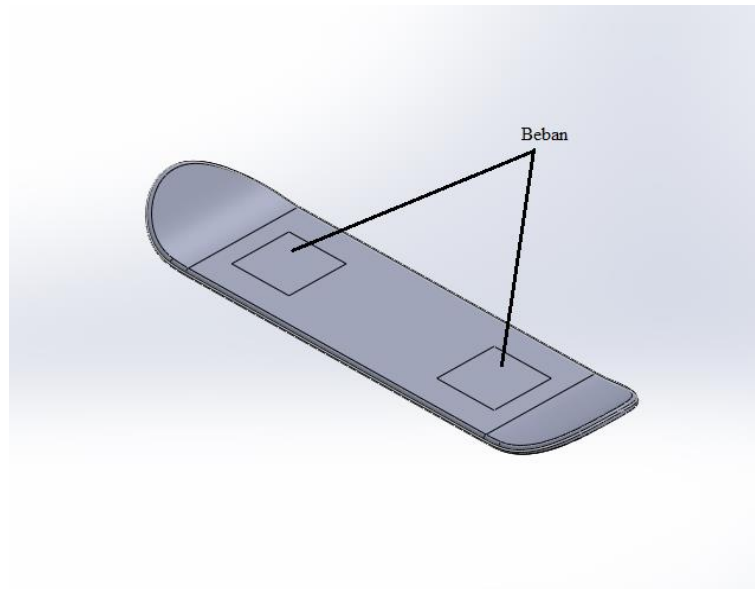
m : massa (kg)

g : gravitasi (m/s^2)

$$(a) \ w = 60 \times 9.8 \\ w = 588 \text{ N}$$

$$(b) \ w = 75 \times 9.8 \\ w = 735 \text{ N}$$

$$(c) \ w = 85 \times 9.8 \\ w = 833 \text{ N}$$

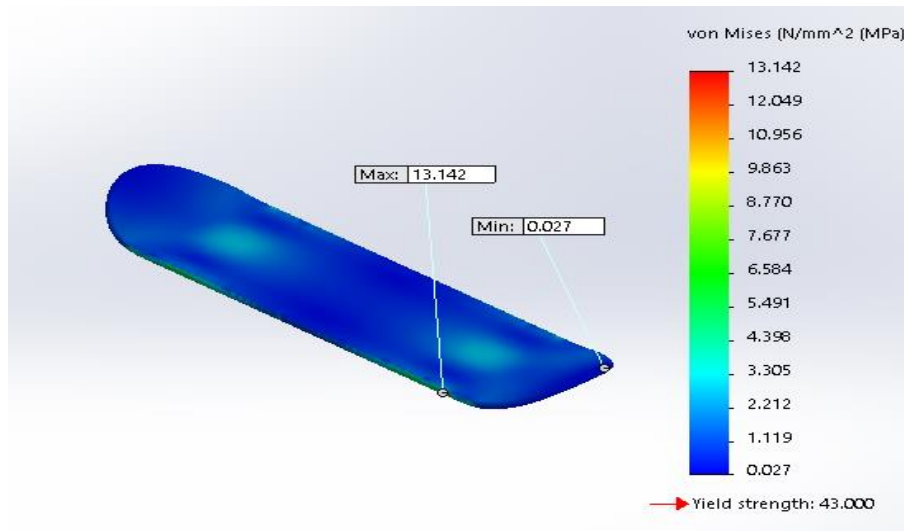


Gambar 4.1 Letak Beban

4.1.1 Hasil Simulasi Pembebanan Dengan Beban 60 kg

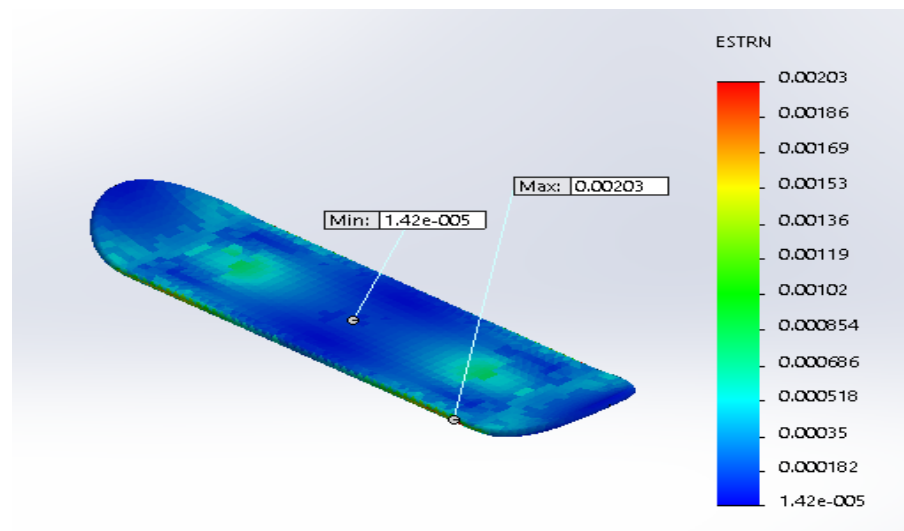
Setelah melakukan uji simulasi dengan beban yang diberikan sebesar 60 kg didapatkan hasil tegangan, regangan dan factor keamanan yang terjadi pada papan luncur sebagai berikut:

a. Hasil Tegangan pada Papan Luncur Dengan Beban 60 kg



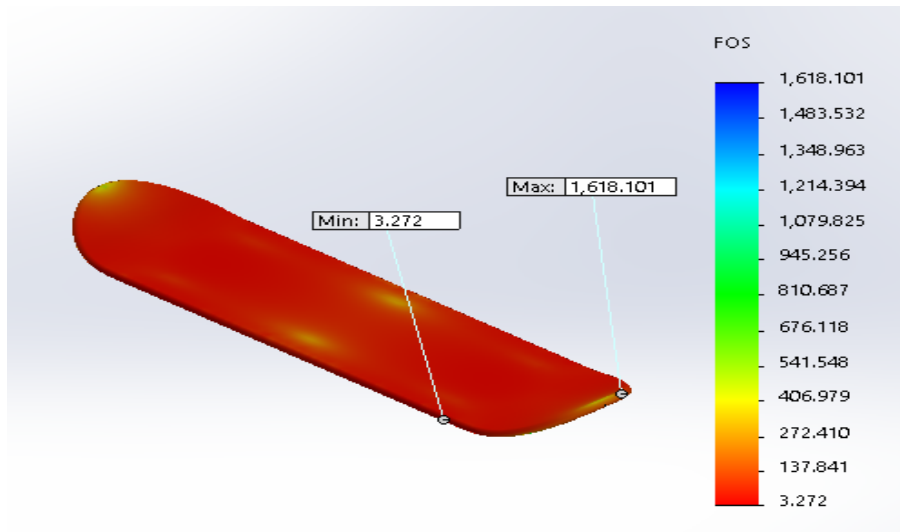
Gambar 4.2 Hasil Tegangan Papan Luncur Dengan Beban 60 kg

b. Hasil Regangan pada Papan Luncur Dengan Beban 60 kg



Gambar 4.3 Hasil Regangan Papan Luncur Dengan Beban 60 kg

c. Hasil Faktor Keamanan Dengan Beban 60 kg

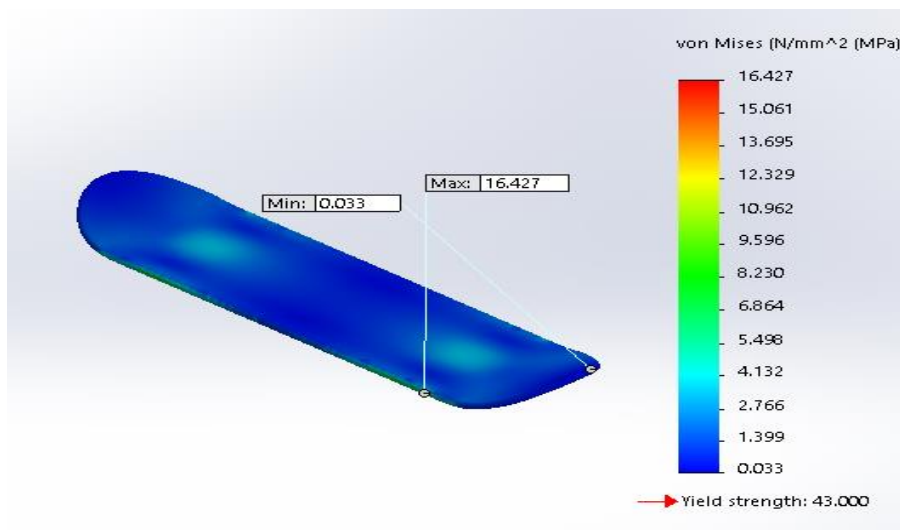


Gambar 4.4 Hasil Faktor Keamanan Dengan Beban 60 kg

4.1.2 Hasil Simulasi Pembebanan Dengan Beban 75 kg

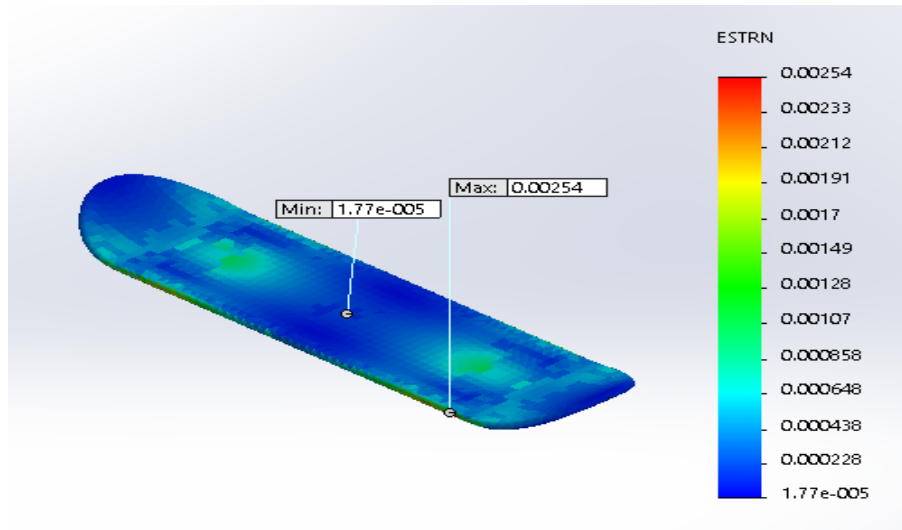
Setelah melakukan uji simulasi dengan beban yang diberikan sebesar 75 kg didapatkan hasil tegangan, regangan dan factor keamanan yang terjadi pada papan luncur sebagai berikut:

a. Hasil Tegangan pada Papan Luncur Dengan Beban 75 kg



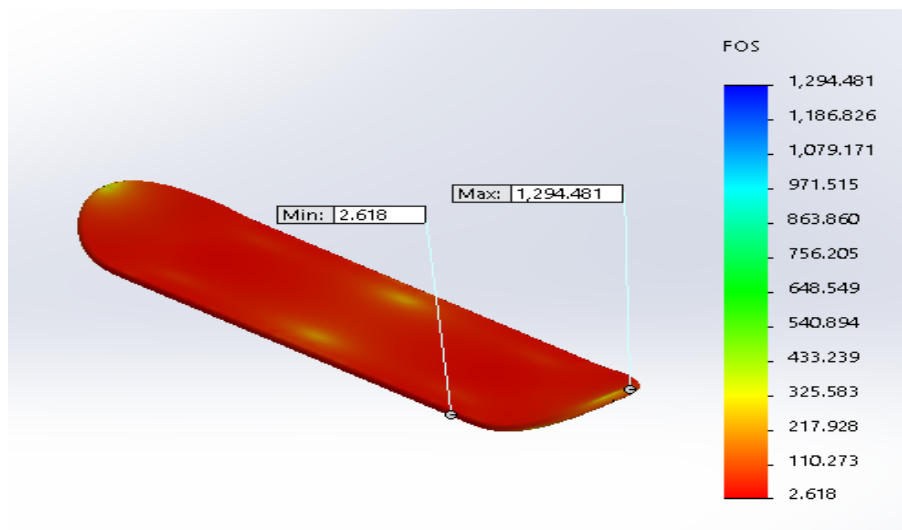
Gambar 4.5 Hasil Tegangan Papan Luncur Dengan Beban 75 kg

b. Hasil Regangan pada Papan Luncur Dengan Beban 75 kg



Gambar 4.6 Hasil Regangan Papan Luncur Dengan Beban 75 kg

c. Hasil Faktor Keamanan Dengan Beban 75 kg

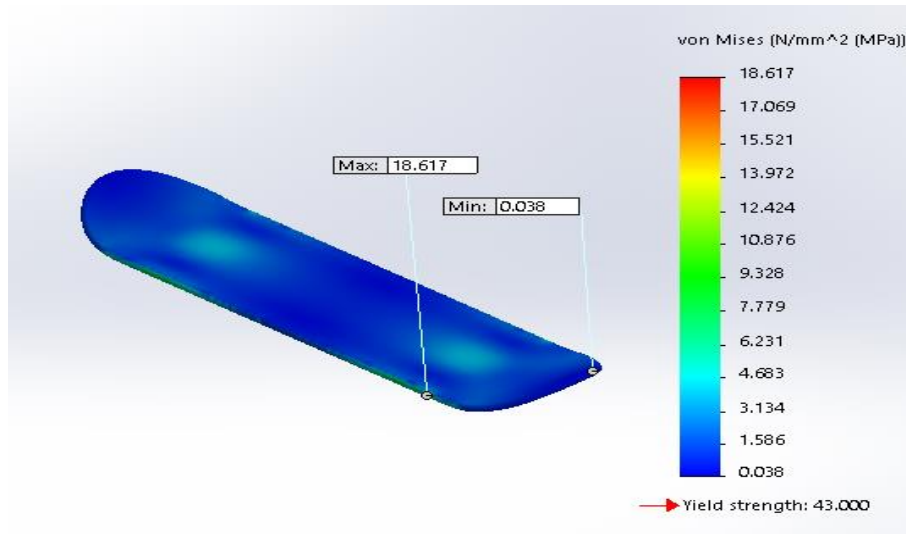


Gambar 4.7 Hasil Faktor Keamanan Dengan Beban 75 kg

4.1.3 Hasil Simulasi Pembebanan Dengan Beban 85 kg

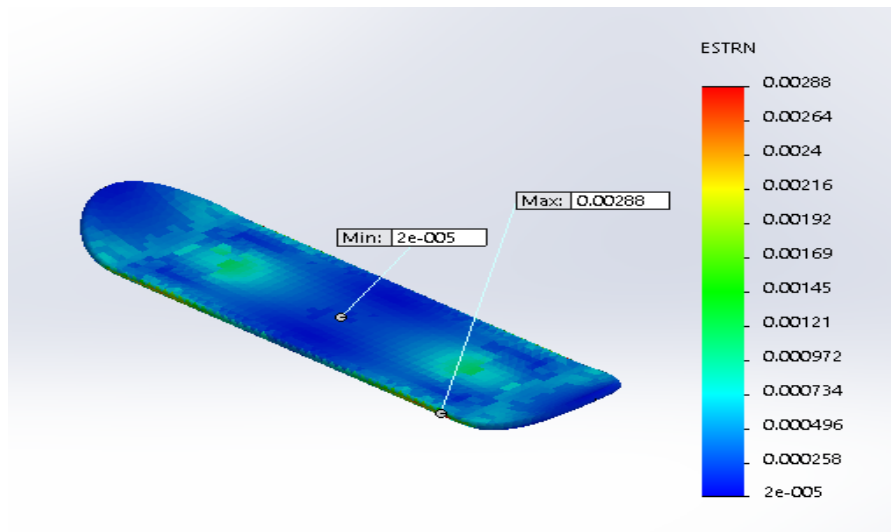
Setelah melakukan uji simulasi dengan beban yang diberikan sebesar 85 kg didapatkan hasil tegangan, regangan dan factor keamanan yang terjadi pada papan luncur sebagai berikut:

a. Hasil Tegangan pada Papan Luncur Dengan Beban 85 kg



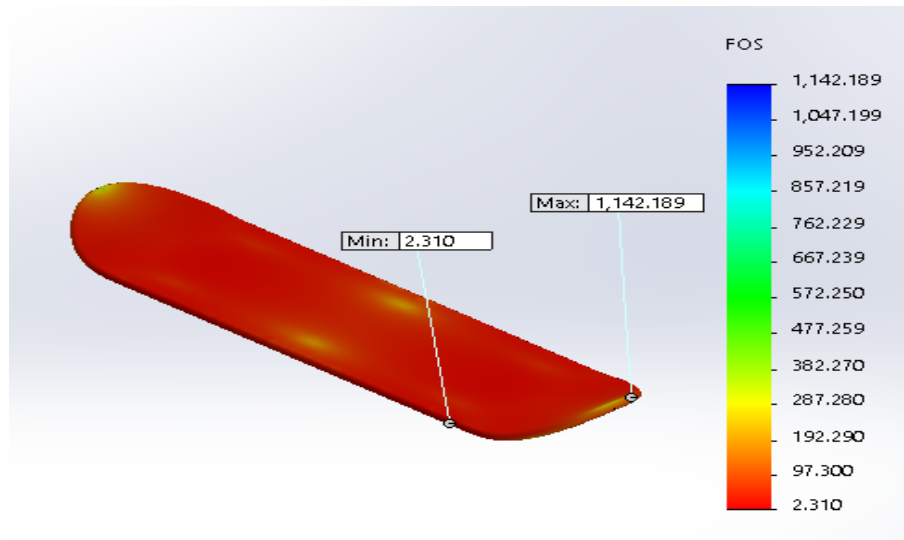
Gambar 4.8 Hasil Tegangan Papan Luncur Dengan Beban 85 kg

b. Hasil Regangan pada Papan Luncur Dengan Beban 85 kg



Gambar 4.9 Hasil Regangan Papan Luncur Dengan Beban 85 kg

c. Hasil Faktor Keamanan Dengan Beban 85 kg

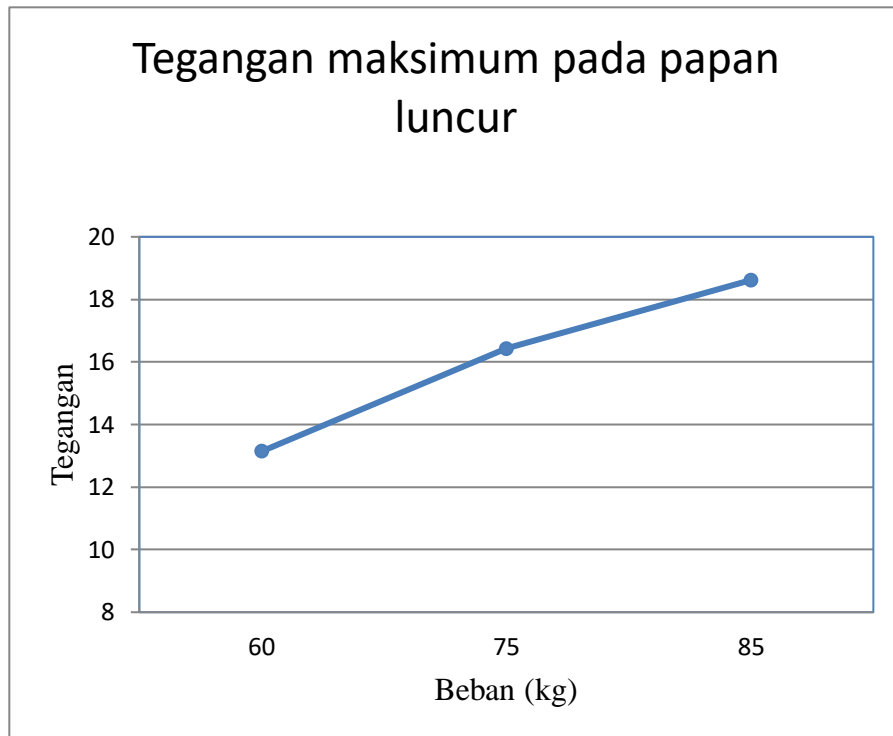


Gambar 4.10 Hasil Faktor Keamanan Dengan Beban 85 kg

4.1.4 Hasil Tabel dan Grafik Tegangan Beban 60 kg, 75 kg dan 85 kg pada Papan Luncur

Tabel 4.1 Hasil Tegangan

NO	Beban	Tegangan
1	60 kg	13.142 N/mm ²
2	75 kg	16.427 N/mm ²
3	85kg	18.617 N/mm ²

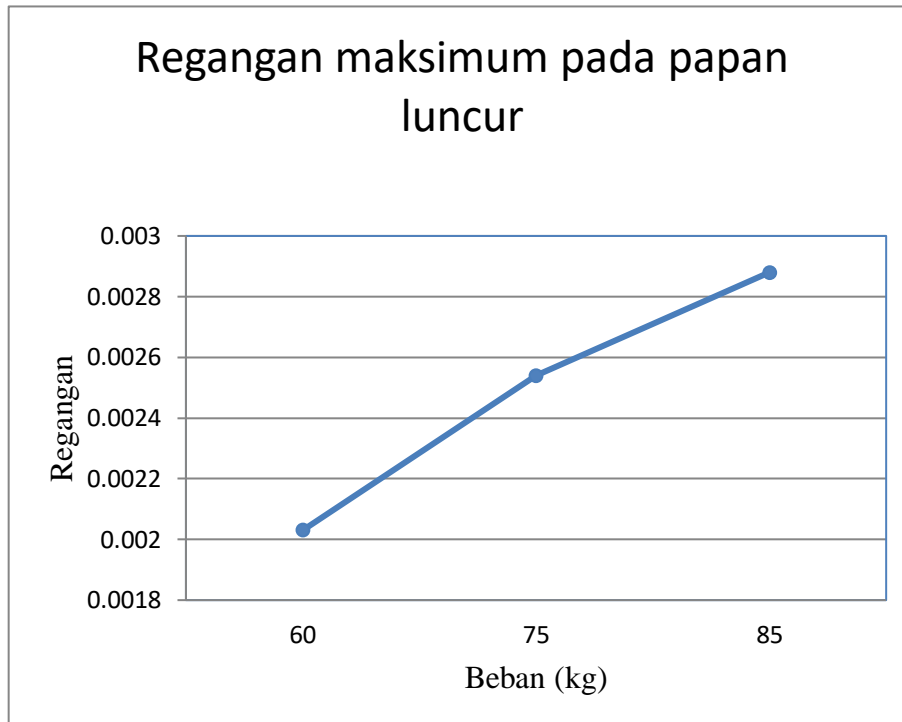


Gambar 4.11 Grafik Tegangan pada Papan Luncur

4.1.5 Hasil Tabel dan Grafik Regangan Beban 60 kg, 75 kg dan 85 kg pada Papan Luncur

Tabel 4.2 Hasil Regangan

NO	Beban	Regangan
1	60 kg	0.00203
2	75 kg	0.00254
3	85 kg	0.00288



Gambar 4.12 Grafik Regangan pada Papan Luncur

4.2 Perhitungan Manual Faktor Keamanan

Dari hasil simulasi kekuatan papan beban 60 kg, 75 kg dan 85 kg dapat ditentukan bahwa tegangan maksimal yang terjadi pada papan luncur saat dilakukan pembebanan adalah

a. Beban 60 kg (588 N)

Gaya sebesar 588 Newton pada bagian atas papan adalah 13.142 N/mm^2 masih dibawah angka kekuatan luluh $S_y = 43 \text{ N/mm}^2$ papan masih mengalami deformasi elastis dimana papan akan kembali pada bentuk semula.

Rumus Perhitungan Faktor Keamanan

$$Sf = \frac{sy}{\sigma}$$

sf : Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

sy : Kekuatan Luluh (*Yield Strength*)

σ : Tegangan (*Stress*) (N/mm^2)

$$sf = \frac{sy}{\sigma} = \frac{43}{13.142} = 3.272$$

Nilai factor keamanan dari pengujian papan dengan beban 588 N adalah 3.272.

b. Beban 75 kg (735 N)

Gaya sebesar 735 Newton pada bagian atas papan adalah 16.427 N/mm^2 masih dibawah angka kekuatan luluh $S_y = 43 \text{ N/mm}^2$ papan masih mengalami deformasi elastis dimana papan akan kembali pada bentuk semula.

$$sf = \frac{sy}{\sigma} = \frac{43}{16.427} = 2.618$$

Nilai factor keamanan dari pengujian papan dengan beban 735 N adalah 2.618.

c. beban 85 kg (833 N)

Gaya sebesar 833 Newton pada bagian atas papan adalah 18.617 N/mm^2 masih dibawah angka kekuatan luluh $S_y = 43 \text{ N/mm}^2$ papan masih mengalami deformasi elastis dimana papan akan kembali pada bentuk semula.

$$sf = \frac{sy}{\sigma} = \frac{43}{18.617} = 2.310$$

Nilai factor keamanan dari pengujian papan dengan beban 833 N adalah 2.310.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil simulasi papan luncur adalah sebagai berikut:

1. Material yang digunakan pada papan luncur dalam simulasi adalah serat sawit.
2. Variasi beban yang digunakan pada simulasi adalah 60 kg, 75 kg dan 85 kg.
3. Hasil simulasi pada papan luncur:
 - (a) beban 60 kg : tegangan 13.142 N/mm², regangan 0.00203.
 - (b) beban 75 kg : tegangan 16.427 N/mm², regangan 0.00254.
 - (c) beban 85 kg : tegangan 18.617 N/mm², regangan 0.00288.
4. Hasil perhitungan
 - (a) Faktor keamanan papan luncur hasil nilai tegangan masih di bawah dari kekuatan luluh material yang digunakan dengan nilai 3.272 beban 60 kg, 2.618 beban 75 kg dan 2.310 beban 85 kg masih bersifat elastis dan papan luncur aman untuk digunakan.

5.2 Saran

1. Pelajari perangkat lunak *Solidwork* 2014 untuk lebih mengerti nantinya.
2. Tentukan jenis material yang akan diberikan pada spesimen yang akan dibuat.
3. Melengkapi peralatan yang cukup untuk melakukan penelitian seperti laptop/PC.
4. Teliti dalam mengerjakan sesuatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryafatta. 2008. *Mengolah Limbah Sawit Jadi Bioetanol*. [http://Aryafatta.com/2008/06/01/Mengolah limbah-sawit-jadi-bioetanol](http://Aryafatta.com/2008/06/01/Mengolah%20limbah-sawit-jadi-bioetanol).
- Aziz A.A., M. Husin and A. Mokhtar. 2002. *Preparation of Cellulose From Oil Palm Empty Fruit Bunches Via Ethanol Digestion: Effect of Acid and Alkali Catalysts*. *Journal of Oil Palm Research* 14(1):9-14.
- Fajri, S., Khumaedi, M. (2016) *Penerepan Modul Pembelajaran Solidwork Untuk Meningkatkan Kompetensi Membuat Model 3D*. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, universitas Negeri Semarang. Vol 16, no 1.
- Hunggurami, E., Tri, M., Maria, I. (2015) *Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Material Pengganti Kayu Dengan Campuran Serat Nilon*. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol 4, no 2.
- Jaiswal, R., Rajha, A., Karki, A., Das, D., Jaiswal, P., Rajgadia, S., Basnet, A. (2016) *Structural And Thermal Analysis Of Disc Brake Using Solidwork And Ansys*. Departement Of Mechannical Engineering NIT Durgapur, India.
- Maryanti Budha., A. As'ad Sonief., Slamet Wahyudi. (2011). *Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik*, 123-129.
- Muradani, F. (2017) *Pengolahan TKKS Sebagai Material Tekstil Dengan Teknik Rekarakit Tekstil*. Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom, Bandung.
- Pane, R. (2018) *Analisa Numerik Kekuatan Bearing Pada Prototype Belt Conveyor*. Laporan Tugas Akhir. Medan: Program Studi Teknik Mesin, UMSU.
- Perez, J., Minoz-Dorado, J., Rubia, T., Martinez, J., 2002. *Biodegradation and Biological Treatments of Cellulose, Hemizellulose and Lignin*.
- Pratama, D., Farid, Moh., Nurdiansah, H. (2017). *Pengaruh Proses Alkalisasi Terhadap Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Penguat Komposit Absorpsi Suara*. *Jurnal Teknik ITS*. Vol 6, No 2.
- Pratama, RS. (2018) *Pembuatan Papan Skateboard Bahan Komposit Diperkuat Serat Sabut Kelapa dan Kelapa Sawit*. Laporan Tugas Akhir. Medan: Program Studi Teknik Mesin, UMSU.
- Putra, R. (2012). *Ekstraksi Serat Selulosa dari Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) dengan Variasi Pelarut*.
- Raditya, F. (2016). Bali Skatepark di Badug. *Landasan Konseptual Perancangan Tugas Akhir*. Universitas Udayana, Bali.
- Rahayu, Y. (2011) *Penerapan Metode Numerik Pada Peramalan Untuk Menghitung Koefisien-Koefisien Pada Garis Regresi Linier Berganda*. Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro.
- Rumasingap, IS. (2017) *Penerapan Metode Iterasi Jacobi Dan Metode Iterasi Gauss-Seidel Untuk Menentukan Parameter Regresi Linier Berganda*.

Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan.

Salkuyeh D K. 2007. *Generalized Jacobi and Gauss-Seidel Methods for Solving Linear Sistem of Equations*. *Numerikal Mathematics*, A Journal of Chinese Universities, English Series. 16 (2): 164 – 170.

Setiawan, Agus. (2007) *Pengantar Metode Numerik*. Yogyakarta : ANDI. vol 2, Page 73.

Schwartz, M.M. *Composite Material, Processing, Fabrication and Applications*. New Jersey: Prentice Hall PTR.

Shinoj. “*Oil Palm Fiber (OPF) and its composites*”. *Ind Corps Prod*, vol 33, pg. 7-22. 2011.

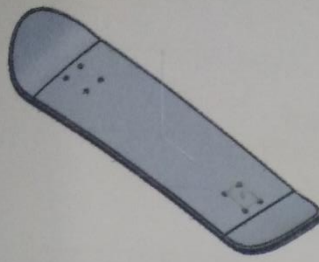
Sjostrom, E. (1995). *Kimia Kayu, Dasar-dasar dan Penggunaan Edisi Kedua*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Triatmodjo, B. (1992) *Metode Numerik*, Beta Offset, Yogyakarta. (Bab I – Pendahuluan; hal: 1-2).

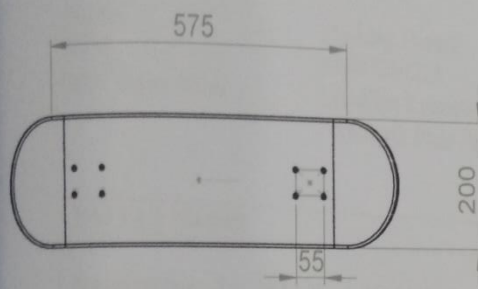
https://id.wikipedia.org/wiki/Kekuatan_tekan (diakses tanggal 02 deember 2018)

<https://www.alatuji.com/kategori/738/uji-tekan> (diakses tanggal 02 desember 2018).

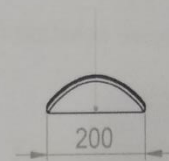
LAMPIRAN



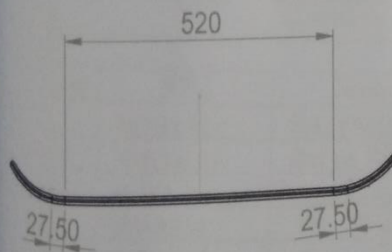
Tampak Isometris



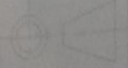
Tampak Atas



Tampak Kiri

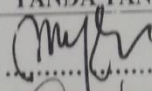
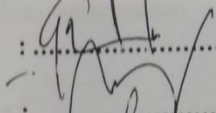
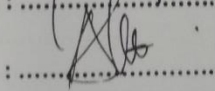
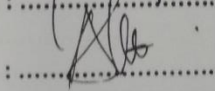


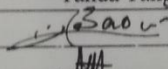

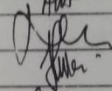
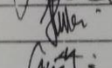
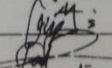
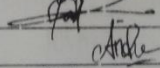



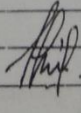
Tampak Depan

	Skala : 1:10	Nama : Gilang Triandi	Keterangan :
	Ukuran : mm	Npm : 1407230212	
	Tanggal : 15 Maret 2019	Dilihat : Dr.Eng Rakmad Arief Siregar	
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan	Papan Luncur	No. Gambar 1	A-4

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

Peserta Seminar
 Nama : Gilang Triandi
 NPM : 1407230212
 Judul Tugas Akhir : Analisa Kekuatan Tekan Statik Menggunakan Metode Numerik Pada Papan Skateboard.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T	: 
Pembimbing – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T	: 
Pembanding – I : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng	: 
Pembanding – II : Chandra A Siregar Bekti Suroso.S.T.M.T Sudirman Lubis, ST.MT	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230265	BASYARUDDIN	
2	1407230140	ADITYA PUTRA MALAU	
3	1907230001	Muhammad Ramadhan	
4	1507230239	FIKI ARIZA	
5	1507230105	Agus Sulistiadi	
6	1407230236	M. Khairul Fikri Pangkat	
7	1407230196	ANDRE ANDANIA	
8	1407230273	MUKH LIS	
9	1407230161	Annad Saputra Siregar	
10	1407230190	Abdullah Afif Al Karim	

Medan, 02 Rabab 1440 H

09 Maret 2019 M

Ketua Prodi Mesin



Affandi.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Gilang Triandi
NPM : 1407230212
Judul T.Akhir : Analisa Kekuatan Tekan Statik Menggunakan Metode Numerik
Pada papan Skateboard.

Dosen Pembimbing - I : M.Yani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng
Dosen Pembanding - II : Hekti Suroso.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 :

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

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 02 Rajab 1440H
09 Maret 2019 M

Diketahui
Ketua Prodi



Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

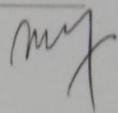
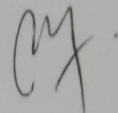
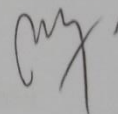
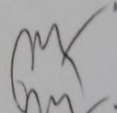
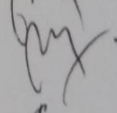
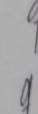
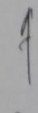
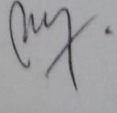
Analisa Numerik Tegangan dan Regangan Pada Papan Luncur

Nama : Gilang Triandi

NPM : 1407230212

Dosen Pembimbing 1 : Muhammad Yani, S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2 : Chandra A. Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	3 - 9 - 2018	- Pemberian tugas Spesifikasi T. A	
	28 - 9 - 2018	- Perbaiki latar belakang rumusan masalah & tujuan penelitian	
	12 - 11 - 2018	- Tambahkan keterangan tentang pembebanan statis & perhitungan numerik	
	26 - 1 - 2019	- Perbaiki Bab III, flowchart	
	30 - 1 - 2019	- Perbaiki Bab IV & V Lampiran Pembimbing II	
	11 - 2 - 2019	- Perbaiki Format	
	17.19.2 - 2019	- Perbaiki, lengkapi	
	21 - 2 - 2019	Acc	

RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

1. Nama : GILANG TRIANDI
2. Jenis Kelamin : Laki-Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Bekasi, 10 Desember 1995
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Agama : Islam
7. Alamat : Jl.mangaan 3 lr wisnu no 178 Mabar
8. No. Hp : 081264626905
9. Email : triandigilang200@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

NO	PENDIDIKAN FORMAL	TAHUN
1	TK ATTAQWA 02 Bekasi	2001 - 2002
2	SDN KADONGDONG Tangerang SDN 060873 Krakatau	2002 – 2006 2006 – 2008
3	SMP YAPIM Mabar	2008 – 2011
4	SMK MANDIRI Deli Serdang	2011 - 2014
5	Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2014 - 2019