

TUGAS AKHIR

SIMULASI PAVING BLOCK BERBAHAN KOMPOSIT DIPERKUAT SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN FILTER PUNTUNG ROKOK DENGAN VARIASI PEMBEBANAN

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

Disusun Oleh:

M.RENDY ANSYAH
2007230090



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : M.Rendy Ansyah
NPM : 2007230090
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Simulasi *Paving block* Berbahan Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dan *Filter Puntung Rokok* Dengan Variasi Pembebanan
Bidang Ilmu : Konversi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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, 11 Oktober 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I

H.Muharnif M, S.T., M.Sc.

Dosen Penguji II

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

Dosen Penguji III

Riadini Wanty Lubis S.T., M.T.

Program Studi Teknik Mesin
Ketua

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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama lengkap : M.Rendy Ansyah
NPM : 2007230090
Tempat / Tanggal lahir : Pangkalan Susu, 02 Juli 2002
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul:

“SIMULASI *PAVING BLOCK* BERBAHAN KOMPOSIT DIPERKUAT SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN *FILTER PUNTING ROKOK* DENGAN VARIASI PEMBEBANAN”

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 hakikatnya 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 / keserjanaan 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, 11 Oktober 2024



M.Rendy Ansyah

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan metode simulasi terhadap *paving block*. Tujuan dilakukannya pengujian uji *pavingblock* untuk mengetahui seberapa besar kekuatan *paving block* saat diberikan tekanan dengan nilai yang telah ditentukan. Sifat kekuatan bahan sangat diperlukan hal ini berkaitan dengan seberapa besar kemampuan *paving block* menerima beban, perlu adanya penelitian tentang mengetahui ketahanan material *paving block* agar dapat menyesuaikan beban terhadap jenis material yang dipakai. Dalam prosedur pengujian ini penulis menggunakan perangkat lunak *solidwork*. Pada saat pembuatan *paving block* penulis menggunakan bahan berjenis material serat tandan kosong kelapa sawit dan filter puntung rokok. Dalam metode pengujian simulasi tekan statik diharuskan menentukan daerah geometri tetap, tentukan daerah yang akan diberikan beban dan mengatur jumlah jaring. Setelah itu selesai gambar kemudian disimulasikan dengan pengujian uji tekan statik yang diberikan beban sebesar 250, 300 dan 350 kg. Hasil simulasi terdiri dari proses jarring (*mesh*), proses tegangan dan proses regangan. Hasil dari simulasi pembebanan pada beban 250 kg mendapatkan hasil simulasi tegangan dengan minimum 24 N/mm² dan maksimum 30,255 N/mm², simulasi regangan dengan minimum 0,000282 mm dan maksimum 0.00282 mm, faktor keamanan minimum 1.303,4. Pada beban 300 kg mendapatkan hasil simulasi tegangan dengan minimum 31,267 N/mm² dan maksimum 33,524 N/mm², simulasi regangan dengan minimum 0,000339 dan maksimum 0,00339, faktor keamanan minimum 1.082,5. Pada beban 350 kg mendapatkan hasil simulasi tegangan dengan minimum 35,457 N/mm² dan maksimum 37,564 N/mm², simulasi regangan dengan minimum 0,000339 dan maksimum 0.00339, faktor keamanan minimum 1.082,5.

Kata Kunci : Simulasi Statik, Uji Tekan, Perangkat Lunak *Solidwork*

ABSTRACT

This research develops a simulation method for paving blocks. The purpose of carrying out paving block tests is to find out how strong the paving blocks are when pressure is applied to a predetermined value. The strength properties of the material are very necessary. This is related to how much the paving block is able to accept the load. It is necessary to conduct research on knowing the durability of the paving block material in order to adjust the load to the type of material used. In this testing procedure the author uses Solidwork software. When making paving blocks, the author used materials such as empty palm fruit bunch fiber and cigarette butt filters. In the static compression simulation testing method, it is necessary to determine the fixed geometric area, determine the area that will be applied to the load and measure the number of webs. After the drawing is complete, it is simulated with static compression tests given loads of 250, 300 and 350 kg. The simulation results consist of the mesh process, stress process and strain process. The results of the loading simulation with a load of 250 kg showed stress simulation results with a minimum of 24 N/mm² and a maximum of 30.255 N/mm², strain simulations with a minimum of 0.000282 mm and a maximum of 0.00282 mm, a minimum safety factor of 1,303.4. At a load of 300 kg, we get stress simulation results with a minimum of 31.267 N/mm² and a maximum of 33.524 N/mm², a strain simulation with a minimum of 0.000339 and a maximum of 0.00339, a minimum safety factor of 1,082.5. At a load of 350 kg, we get stress simulation results with a minimum of 35,457 N/mm² and a maximum of 37,564 N/mm², strain simulations with a minimum of 0.000339 and a maximum of 0.00339, a minimum safety factor of 1,082.5.

Keywords: Static Simulation, Compression Test, Solidwork Software

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 proposal penelitian ini dengan judul “Analisa Geometris *Paving Block* menggunakan *filter* puntung rokok diperkuat serat tkks”.

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

1. Ibu Riadini Wanty Lubis , S.T, M.T. Dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam proses penelitian hingga penyelesaian laporan tugas akhir.
2. Bapak Chandra A Siregar ,S.T,M.T. dan Baoak Ahmad Marabdi ,S.T,M.T. Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan banyak nasehat dan bimbingan dalam penyelesaian proposal penelitian penulis.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar , S.T., M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah mendukung seluruh aktifitas akademik mahasiswa/i di Fakultas Teknik.
4. Bapak/Ibu seluruh Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesinan kepada penulis.
5. Orang tua penulis, Syaffruddin Jaya dan Nursiah, yang selalu memberikan doa serta dukungan yang tiada henti kepada penulis demi kesuksesan serta keberhasilan penulis dalam proses perkuliahan
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah membantu penulis dalam proses administrasi selama proses perkuliahan.
7. Masrul Sukmawan , Reksa Indryan, Zainul Akbar, teman- teman seperjuangan penulis dalam penyelesaian tugas akhir penelitian.
8. Abang saya yang telah support dalam penyelesaian tugas akhir.

Proposal 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 pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 18 Oktober 2024

M.Rendy Ansyah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Komposit	4
2.1.1 Pengertian Komposit	4
2.1.2 Definisi Komposit	4
2.1.3 Jenis-Jenis Komposit	4
2.2 Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	6
2.3 <i>PavingBlock</i>	8
2.3.1 Material Penyusun <i>PavingBlock</i>	9
2.3.2 Klasifikasi <i>PavingBlock</i>	10
2.3.3 Klasifikasi Berdasarkan Ketebalan	13
2.3.4 Klasifikasi Berdasarkan Kekuatan	13
2.3.5 Klasifikasi Berdasarkan Warna	14
2.3.6 Kegunaan dan Keuntungan <i>PavingBlock</i>	15
2.3.7 Standar Mutu <i>Paving Block</i>	15
2.4 Filter Rokok	16
2.5 Solidwork	16
2.6 Respon Material Akibat Beban Tekan Statik	17
2.7 Tegangan – Regangan	18
2.7.1 Tegangan	18
2.7.2 Regangan	18
2.7.3 Hukum Hooke	18
2.7.4 Modulus Elastis	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu	20
3.1.1 Tempat Penelitian	20
3.1.2 Waktu Penelitian	20
3.2 Alat Penelitian	20

3.3 Bagan Alir Penelitian	22
3.4 Rancangan Alat Penelitian	23
3.4.1 Membuka Aplikasi <i>Solidwork</i>	23
3.4.2 Menggambar Pavingblock	23
3.5 Prosedur penelitian	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Simulasi Pada PavingBlock	29
4.1.1 Hasil Simulasi Pembebanan Dengan Beban 250 kg	30
4.1.2 Hasil Simulasi Pembebanan Dengan Beban 300 kg	31
4.1.3 Hasil Simulasi Pembebanan Dengan Beban 350 kg	33
4.1.4 Hasil Tabel Simulasi Beban 250 kg, 300 kg, 350 kg	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
Lampiran 1. Lembar Asistensi	
Lampiran 2. SK Pembimbing	
Lampiran 3. Berita Acara Seminar Hasil	
Lampiran 4. Daftar Riwayat Hidup	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat fisik dan mekanik serat kelapa sawit	7
Tabel 2.2. Komposisi kimia serat kelapa sawit	8
Tabel 2.3 Kekuatan fisik Paving block	16
Tabel 3.1. Waktu dan Kegiatan Penelitin	20
Tabel 4.1. Hasil Simulasi	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 komposit Berlapis	5
Gambar 2.2 komposit Serpihan	5
Gambar 2.3 Komposit Partikel	5
Gambar 2.4 Komposit Serat	6
Gambar 2.5 Serat TKKS	6
Gambar 2.6 Semen	9
Gambar 2.7 Air	9
Gambar 2.8 Agregat Halus	9
Gambar 2.9 Paving Block Bata	10
Gambar 2.10 Paving Block bentuk Zig- Zag	10
Gambar 2.11 Paving Block Hexagon	11
Gambar 2.12 Paving Block bentuk Grass Black	11
Gambar 2.13 Paving Block bentuk Uskup	12
Gambar 2.14 Paving Block bentuk Trihex	12
Gambar 2.15 Filter Rokok	16
Gambar 3.1 PC	21
Gambar 3.2 Tampilan Software solidwork	21
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian	22
Gambar 3.4 Tampilan awal <i>solidwork</i>	23
Gambar 3.5 Tampilan layar kerja <i>solidwork 2020</i>	23
Gambar 3.6 Memilih sudut pandang	24
Gambar 3.7 Membuat desain <i>pavingblock</i>	24
Gambar 3.8 Memberikan ukuran pada desain	25
Gambar 3.9 Membuat ekstrusi <i>sketch</i>	25
Gambar 3.10 Hasil desain <i>pavingblock</i>	26
Gambar 3.11 Hasil desain <i>pavingblock</i>	26
Gambar 3.12 Mengganti judul simulasi	27
Gambar 3.13 Memilih jenis pengujian dan material	27
Gambar 3.14 Meng-aply bahan material	27
Gambar 3.15 Hasil gambar paving block berbahan komposit	28
Gambar 3.16 Menentukan geometri tetap (fixed geometry)	28
Gambar 3.17 Hasil (create mesh)	28
Gambar 4.1 Letak beban sebesar 250 kg	29
Gambar 4.2 Letak beban sebesar 300 kg	29
Gambar 4.3 Letak beban sebesar 350 kg	29
Gambar 4.4 Hasil Tegangan <i>paving block</i> dengan beban 250 kg	30
Gambar 4.5 Hasil Regangan <i>paving block</i> dengan beban 250 kg	30
Gambar 4.6 Hasil Kekuatan tekan <i>paving block</i> dengan beban 250 kg	31
Gambar 4.7 Hasil Tegangan <i>paving block</i> dengan beban 300 kg	31
Gambar 4.8 Hasil Regangan <i>paving block</i> dengan beban 300 kg	32
Gambar 4.9 Hasil Kekuatan tekan <i>paving block</i> dengan beban 300 kg	32
Gambar 4.10 Hasil Tegangan <i>paving block</i> dengan beban 350 kg	33
Gambar 4.11 Hasil Regangan <i>paving block</i> dengan beban 350 kg	33
Gambar 4.12 Hasil Kekuatan tekan <i>paving block</i> dengan beban 350 kg	34

DAFTAR NOTASI

w : *weight* (newton)

m : massa (kg)

g : gravitasi ($\frac{m}{s^2}$)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bata beton (*paving block*) merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari semen *portland* atau bahan perekat *hidrolis* dan sejenisnya, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton tersebut. Bata beton pada umumnya berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya untuk dipergunakan di dasar halaman dalam maupun di lahan luar dari bangunan (SNI 03-0691-1996).

Batu paving yang berkualitas baik akan mempunyai nilai tekan yang tinggi antara 300 Kg/cm² hingga 400 Kg/cm² agar mampu menahan beban yang diberikan. Menghasilkan *paving block* dengan kekuatan baik, sangat bergantung akan material yang terkandung di dalamnya. Segala macam penelitian dilaksanakan untuk mendapatkan alternatif variasi bahan agar *paving block* yang dihasilkan dapat memiliki karakteristik yang baik dan efisien untuk digunakan. *Paving block* dapat diproduksi dengan berbagai macam bentuk dan ukuran. Bentuk *paving block* ini dikelompokkan menjadi 2 yaitu berbentuk segi empat serta *Paving block* berbentuk segi banyak antara lain *hexagon*, cacing, *trihek*, *grassblock*, *kansteen*, antik, dan uskup (Khoirunnisah 2015.)

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya (Nuruddin, M. 2018.)

Salah satu limbah yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit ialah tandan kosong kelapa sawit. Indonesia memproduksi 1,9 juta ton berat kering setara dengan 4 juta ton berat basah per tahun. Selain dimanfaatkan sebagai pupuk organik, TKKS juga telah diteliti untuk dimanfaatkan seratnya sebagai agregat penguat berbagai bahan komposit (Zulfahmi, 2018; Yani, 2012).

Filter rokok merupakan limbah dari rokok yang berupa sisa tembakau yang telah dibakar dan dihisap. *Filter* rokok merupakan salah satu jenis limbah yang mudah ditemukan di tempat-tempat umum dan hampir diseluruh dunia.

Dilihat dari jumlahnya, puntung rokok menyumbang 32% sampah di pantai, sungai maupun perairan, dalam salah satu diskusi panel di ajang 15th *World Conference on Tobacco or Health*, di *Suntec Convention Center* Singapura, setiap *Filter* rokok butuh waktu sepuluh tahun untuk terdaur. Ini belum dampak negatif bila *Filter* rokok tersebut terdaur di dalam tanah yang dapat mencemari tanah dan air Novonty dalam(Lubis,R.W 2022.)

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian adalah penelitian ini melibatkan analisis geometris *paving block* dengan penerapan *filter* puntung rokok yang diperkuat TKKS. Beberapa pertanyaan utama yang akan dijawab meliputi: Bagaimana pengaruh *filter* puntung rokok terhadap sifat geometris *paving block*? Apakah penguatan dengan TKKS dapat meningkatkan ketahanan dan kualitas *paving block*?

1.3 Ruang Lingkup

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

1. Simulasi kekuatan tekan menggunakan perangkat lunak solidwork 2020..
2. Beban yang diberikan secara berturut ; 250, 300 dan 350 Kg.
3. Data material pendukung simulasi, diambil dari peneliti sebelumnya yang dijadikan sebagai data sekunder (Modulus elastisitas material).

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah

1. Melakukan simulasi dengan pembebanan tekan statik *paving block* berbahan komposit diperkuat serat TKKS dan filter puntung rokok (variasi pembebanan berturut : 250, 300 dan 350 Kg).
- 2.Menganalisa hasil simulasi dari variasi pembebanan tekan statik, pembebanan berturut : 250, 300 dan 350 Kg.

1.5. Manfaat Penelitian

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

Dengan merinci setiap aspek di atas, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai potensi penerapan *filter* puntung rokok diperkuat TKKS dalam membuat bentuk geometris *paving block*

BAB 2.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposit

2.1.1. Pengertian Komposit

Komposit adalah suatu sistem yang tersusun dari campuran atau beberapa bahan yang berbeda, dalam bentuk dan sifat bahan yang tidak dapat larut satu sama lain. Secara umum material komposit merupakan material yang mempunyai beberapa sifat yang tidak dapat dimiliki oleh setiap komponennya. Dalam pengertian ini tentu saja kombinasi tidak terbatas pada material matriks saja, Surdia dalam (Pulungan,I.W.2021).

2.1.2. Defenisi Komposit

Material komposit adalah material struktural yang terbuat dari satu atau lebih material yang digabungkan pada tingkat makroskopis dan tidak larut satu sama lain. Komposit adalah sistem yang terdiri dari bahan matriks dan bahan penguat. Bahan matriks adalah fasa kontinyu, penguatnya adalah fasa terdispersi.

Bahan penguat dapat berupa serat , partikel atau serpihan. Komposit dengan matriks polimer merupakan material yang menggunakan polimer sebagai matriks dan serat penguat. Serat yang biasa digunakan pada material komposit serat polimer adalah serat kaca , serat karbon dan serat organik lainnya. Biasanya, kekuatan dan kekakuan serat yang digunakan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan dan kekakuan matriks. Bahan matriks harus mempunyai sifat yang baik pada serat sehingga mampu mengikat serat dan memindahkan beban yang diterima komposit ke serat.(Guru raja,2013).

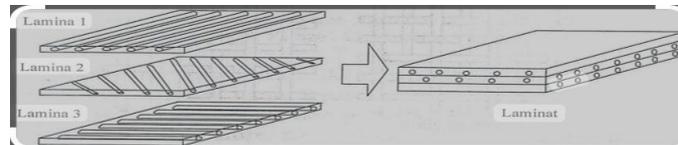
2.1.3. Jenis-jenis komposit

Jenis jenis komposit menurut, Matthews (Pulungan I.W.2021)

A.Komposit berlapis

Komposit berlapis adalah suatu jenis komposit yang terdiri dari dua lapisan atau lebih yang digabungkan menjadi suatu lapisan tunggal yang

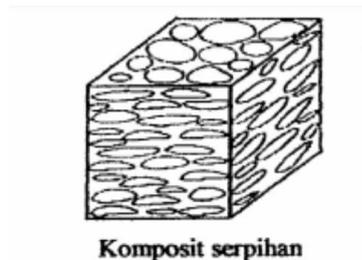
mempunyai karakteristik berbeda. Misalnya, kaca laminasi *Polywood* merupakan gabungan dari lapisan serat dan lapisan matriks. komposit sering digunakan untuk bangunan.



Gambar 2.1 Komposit Berlapis

B. Komposit Serpihan

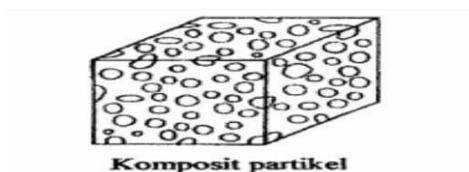
Komposit serpihan terdiri dari serpihan yang menyatu dengan cara mengikat permukaan atau tertanam dalam matriks. Sifat-sifat khusus yang dapat diperoleh adalah bentuknya yang besar dan permukaannya yang datar.



Gambar 2.2 Komposit Serpihan

C. Komposit Partikel

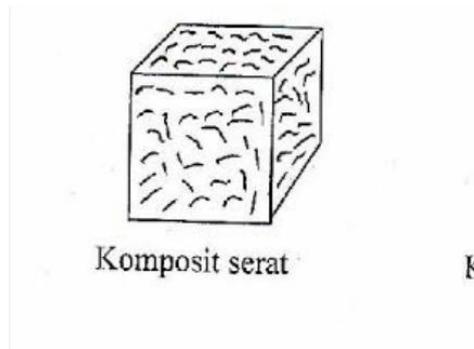
Komposit yang dihasilkan dengan menempatkan partikel-partikel dan sekaligus mengikatnya dengan suatu matriks bersama-sama. Contoh komposit partikel yang ditemukan adalah beton, dimana butiran pasir disatukan oleh matriks semen.



Gambar 2.3 Komposit Partikel

D. Komposit Serat

Komposit serat yaitu komposit yang terdiri dari serat dan matriks. Jenis komposit ini hanya terdiri dari satu. Serat yang digunakan dapat berupa serat sintesis atau serat organik. Berdasarkan ukuran seratnya, komposit serat dapat dibedakan menjadi komposit serat panjang dan komposit dengan diameter



Gambar 2.4 komposit Serat

2.2. Serat Tanda Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Serat TKKS adalah serat alami yang terbuat dari tandan kosong kelapa sawit yang merupakan limbah pada proses pengolahan di suatu pabrik kelapa sawit. Pada penelitian ini digunakan serat TKKS sebagai elemen penguat komposit yang diperoleh. Setiap serat TKKS mengandung bahan berserat fisik seperti *lignin*, *selulosa* dan *hemiselulosa* yang merupakan bahan kimia sejenis penyusun kayu. Limbah berbentuk padat dari pabrik kelapa sawit umumnya berbentuk tandan kosong, cangkang dan serat buah. Dari berbagai jenis komponen limbah pabrik kelapa sawit yang dihasilkan, tandan kosong kelapa sawit merupakan komponen paling banyak. Secara umum pengelolaan limbah terdiri dari dua aspek yaitu penanganan limbah dan pemanfaatan limbah. Mengolah limbah untuk mengurangi polusi dan memanfaatkan limbah untuk memperoleh nilai tambah.



Gambar 2.5 Serat TKKS

Tabel 2.1 Sifat Fisik dan Mekanik Serat Kelapa Sawit

<u>Sifat</u>	<u>Nilai</u>
Diameter (μm)	150 – 500
Microfibrillar angle ($^{\circ}$)	46
Density (gr/cm^3)	0.7 – 1.55
Tensile strength (MPa)	50 – 400
Young's modulus (GPa)	0.57 – 9
Elongation at break (%)	4 – 18
Tensile strain (%)	13.71
Length-weighted fiber length (mm)	0.99
Cell-wall thickness (μm)	3.38
Fiber coarseness (mg/m)	1.37
Rigidity index $(T/D)^3 \times 10^{-4}$	55.43

Serat TKKS juga mengandung beberapa bahan termasuk lignin (16,19 %), selulosa (44,14 %) dan hemi selulosa (19,28 %) yang terdapat dalam serat TKKS (S. Ali & Rusman, 2017). Tabel ini menunjukkan komposisi kimia serat kelapa sawit. Senyawa yang paling sering ditemukan di serat kelapa sawit adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Serat Kelapa Sawit (Rahmasita, M.E., 2017).

Unsur	Nilai
Selulosa (%)	42.7 – 65
Lignin(%)	13.2 – 25.31
Hemiselulosa (%)	17.1 – 33.5
Holoseululosa (%)	68.3 – 86.3
Kadar abu (%)	1.3 – 6.04
Ekstraktif dalam air panas (100°C) (%)	2.8 – 14.79
Kelarutan dalam air dingin (30°C) (%)	8-11.46
Alkali larut (%)	14.5 – 31.17
Kelarutan alcohol – benzene (%)	2.7 – 12
Alfa selulosa(%)	41.9 – 60.6
Alkali larut (%)	14.5 – 31.17
Pentosan (%)	17.8 – 20.3
Glukosa (%)	66.4
Silika (%)	1.8
Cu (g/g)	0.8
Kalsium (g/g)	2.8
Mn (g/g)	7.4
Fe (g/g)	10.0
Sodium (g/g)	11.10

2.3 Paving block

Bata beton adalah salah satu jenis beton struktural yang dapat digunakan untuk jalan, trotoar, taman dan keperluan lainnya. Bata beton terbuat dari campuran semen *portland* tipe I, air serta agregat sebagai bahan pengisi dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton itu. *Paving block* dapat berwarna seperti warna aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk lantai baik didalam maupun diluar bangunan.

Paving Block mulai dikenal dan digunakan di Indonesia pada tahun 1977/1978, diawali dengan pemasangan trotoar di Jalan Thamrin dan untuk terminal Pulogadung, keduanya di Jakarta. Saat ini *paving block* banyak digunakan hampir di seluruh kota-kota besar di Indonesia, baik itu digunakan sebagai tempat parkir, hotel, rekreasi, tempat bersejarah, untuk terminal maupun untuk jalur pejalan kaki dan ramah lingkungan. permukaan jalan di kawasan pemukiman.(Awaludin F.2012)

2.3.1 Material Penyusun *Paving Block*

1. Semen

Semen adalah zat yang digunakan untuk merekat batu bata, batako, maupun bahan bangunan lainnya.



Gambar 2.6 Semen

2. Air

Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air, air harus selalu ada di dalam beton cair, tidak hanya untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi pasta sehingga betonnya lecah.



Gambar 2.7 Air

3. Agregat Halus

Agregat halus adalah butiran alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton.



Gambar 2.8 Agregat Halus

2.3.2 Klasifikasi *Paving Block*

Berdasarkan SNI 03-0691-1996, klasifikasi *paving block* (bata beton) didasarkan atas bentuk, tebal, kekuatan, dan warna. Klasifikasi tersebut antara lain :

2.3.2.1 Klasifikasi berdasarkan bentuk.

a. *Paving Block* Bentuk Bata



Gambar 2.9 *Paving Block* Bata

Paving block model ini sering juga disebut paving persegi panjang, dan merupakan salah satu jenis paving yang paling banyak digunakan. Paving ini juga disebut paving *truepave* memiliki fungsi utama untuk pelapis jalan yang dilakukannya kendaraan, oleh karenanya sering diaplikasikan untuk jalan perumahan hingga perkantoran.

Paving ini merupakan jenis paving yang memiliki pilihan mutu terbanyak yaitu mutu K-300 s/d K-500 sehingga ketika diaplikasikan dapat menahan kendaraan beban ringan hingga berat.

b. Bentuk Zig – Zag (cacing)



Gambar 2.10 *paving Block* bentuk Zig- Zag

Bentuk paving yang terakhir yaitu zig – zag atau model cacing. Jika model paving lainnya cenderung bentuknya kaku, untuk model ini lebih

fleksibel. *Paving block* zig – zag bisa gunakan di area jalan sama seperti *paving block* bata atau yang lainnya. Ditambah dengan bentuk yang dimiliki paving ini membuat jalanan terlihat lebih menarik.

c. *Paving Block Hexagonal*



Gambar 2.11 *Paving Block Hexagonal*

Paving block hexagonal merupakan jenis paving yang berbentuk segi enam. Karena bentuknya yang unik, paving ini sering menjadi pilihan untuk pelapis trotoar dan halaman rumah. Selain tampil dengan kesan kuat, memadukan warna dari paving ini akan mampu memunculkan motif yang unik sekaligus sebagai hiasan di halaman rumah.

d. Bentuk Taman / Grass Block



Gambar 2.12 *Paving Block* bentuk *Grass Block*

Paving ini cukup berbeda dari bentuk – bentuk sebelumnya. Paving bentuk taman atau biasa disebut *grassblock* merupakan paving yang memiliki lubang di bagian tengahnya. Lubang yang terdapat di paving tersebut sebenarnya merupakan tempat untuk menanam rumput. Jadi,

karena *paving block* ini digunakan di taman maka munculah inovasi tersebut. Jadi, walaupun area tamannya menggunakan paving tapi Anda tetap bisa menanam rumput di sana. Sehingga taman bisa terlihat lebih segar.

e. Bentuk Uskup



Gambar 2.13 *Paving Block* bentuk Uskup

Sama seperti paving taman, bentuk uskup juga memiliki bentuk yang cukup berbeda dari paving biasanya. *Paving block* uskup sebenarnya hampir mirip dengan segitiga, hanya saja terdapat dua sisi di kanan dan kirinya. Kegunaan *paving block* uskup ini yaitu agar membentuk garis lurus di setiap sisinya. Sehingga apabila Anda sedang menggunakan paving bata, paving uskup bisa digunakan di setiap tepi halaman sebagai garisnya. Selain digunakan agar terbentuk garis lurus, paving uskup juga kerap kali dipakai untuk hiasan rumah. Bisa Anda gunakan di bagian dinding atau halaman rumah.

f. *Paving Block Trihex*



Gambar 2.14 *Paving Block* Bentuk *Trihex*

Paving *trihex* memiliki nama sebenarnya *trihexagonal*. Paving ini memang memiliki bentuk tiga buah *hexagonal* berukuran kecil. Paving ini

sama dengan paving *hexagonal* karena lebih banyak digunakan untuk pelapis trotoar dan halaman rumah. Dari segi kekuatan tekan, jenis paving ini lebih rendah dibanding paving *trupave*, *interpave* dan *hexagonal*.

Dari penjelasan klasifikasi *pavingblock* diatas, saya tertarik untuk melakukan simulasi penelitian ini menggunakan bentuk persegi panjang, karena kami membuat untuk pengguna jalan.

2.3.3 Klasifikasi berdasarkan ketebalan.

Paving block dapat diklasifikasikan berdasarkan ketebalannya, dibagi ke dalam berbagai kategori tergantung pada dimensi. Secara umum, ketebalan *paving block* berkisar antara 6 hingga 8 cm untuk aplikasi seperti jalur pejalan kaki atau area parkir ringan. Namun, untuk situasi dengan lalu lintas berat seperti jalan raya atau area parkir kendaraan berat, *paving block* dengan ketebalan yang lebih besar, seperti 10 hingga 12 cm, mungkin lebih umum. Sistem klasifikasi ini membantu dalam memilih *paving block* yang sesuai dengan persyaratan dan beban penggunaan tertentu.

2.3.4 Klasifikasi berdasarkan kekuatan.

Penggolongan *paving block* berdasarkan kekuatannya dapat mencakup beberapa kategori, umumnya dinilai dari kemampuan blok tersebut untuk bertahan dan menanggung beban. Berikut adalah beberapa kriteria klasifikasi yang berfokus pada kekuatan *paving block*:

1. Kekuatan Tekan: *Paving block* dapat dikelompokkan berdasarkan resistensinya terhadap tekanan vertikal atau beban. Blok dengan kekuatan tekan yang tinggi lebih sesuai untuk lalu lintas berat dan beban yang signifikan.
2. Kekuatan Lentur: Blok bisa diklasifikasikan berdasarkan daya lenturnya, yang krusial untuk menahan beban distribusi dan tekanan lateral.
3. Daya Tahan Terhadap Abrasi: *Paving block* dapat diorganisir berdasarkan kemampuannya untuk melawan keausan atau abrasi yang

disebabkan oleh lalu lintas dan faktor lingkungan.

4. Ketahanan Terhadap Bahan Kimia: Blok dapat dikelompokkan berdasarkan ketahanannya terhadap zat kimia atau cairan tertentu yang dapat merusak struktur blok.

5. Daya Tahan Cuaca: Beberapa *paving block* mungkin dikategorikan berdasarkan kemampuannya untuk bertahan dalam kondisi cuaca ekstrem, termasuk perubahan suhu dan kelembaban.

6. Kekuatan Geser: *Paving block* bisa diorganisir berdasarkan kemampuannya untuk menahan gesekan atau pergeseran, terutama penting di daerah dengan pergerakan tanah yang signifikan.

Pengelompokan ini mendukung seleksi *paving block* yang cocok dengan kebutuhan spesifik, memastikan kinerja optimal dalam kondisi penggunaan yang diinginkan

2.3.5 Klasifikasi berdasarkan warna.

Paving block dapat dikelompokkan berdasarkan variasi warna, menciptakan variasi estetika dan memenuhi preferensi desain. Kategori klasifikasi ini mencakup:

1. Warna Alamiah: *Paving block* dapat dikelompokkan berdasarkan warna alami bahan, seperti abu-abu, coklat, atau merah bata.

2. Warna Solid: Klasifikasi ini melibatkan *paving block* dengan satu warna, menciptakan kesan seragam pada permukaan.

3. Warna Campuran: Blok-blok ini dapat dikelompokkan berdasarkan kombinasi warna yang menciptakan pola atau desain menarik.

4. Pola atau Motif: *Paving block* bisa diklasifikasikan berdasarkan pola atau motif yang dihasilkan oleh kombinasi warna yang berbeda.

5. Warna Kontras: Klasifikasi ini melibatkan *paving block* dengan warna kontras, menonjolkan batas dan desain tertentu.

Pemilihan klasifikasi berdasarkan warna memberikan fleksibilitas desain yang lebih besar, memungkinkan penyesuaian dengan estetika proyek atau preferensi visual tertentu.

2.3.6 Kegunaan dan Keuntungan *Paving Block*

Paving block memiliki banyak kegunaan antara lain sebagai pengerasan jalan di bandara, terminal bis, parkir mobil, pejalan kaki, taman kota, dan tempat bermain. Penggunaan *paving block* memiliki beberapa

keuntungan, antara lain :

- a. Dapat diterapkan pada konstruksi jalan yang memerlukan keahlian khusus.
- b. *Paving block* lebih mudah diratakan dan langsung digunakan tanpa harus menunggu beton mengeras.
- c. *Paving block* menghasilkan sampah konstruksi lebih sedikit dibandingkan penggunaan pelat beton.
- d. Adanya pori-pori pada *paving block* meminimalkan aliran permukaan dan memperbanyak infiltrasi ke dalam tanah.
- e. *Paving block* mempunyai nilai estetika yang unik terutama jika didesain dengan pola dan warna yang indah.
- f. Perbandingan harga lebih rendah dibandingkan dengan jenis perkerasan konvensional yang lain.
- g. Pemasangan cukup mudah dan biaya perawatan yang cukup murah.

2.3.7 Standar mutu *Paving Block*

Standar mutu yang harus dipenuhi *paving block* untuk lantai menurut SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut :

1. Sifat tampak *paving block* untuk lantai harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat.
2. Bentuk dan ukuran *paving block* untuk lantai tergantung dari persetujuan antara pemakai dan produsen. Setiap produsen memberikan penjelasan tertulis dalam *leaflet* mengenai bentuk, ukuran, dan konstruksi pemasangan *paving block* untuk lantai.
3. Penyimpangan tebal *paving block* untuk lantai diperkenankan kurang lebih 3mm.
4. *Paving block* untuk lantai harus mempunyai kekuatan fisik sebagai berikut :

Tabel 2.3 Kekuatan fisik *paving block* (Sumber : SNI 03-0691-1996)

Mutu	Kegunaan	Kuat Tekan (MPa)		Ketahanan Aus (mm / menit)		Penyerapan air rata – rata Maks (%)
		Rata - Rata	Min	Rata - Rata	Min	
A	Perkerasan Jalan	40	35	0,0090	0,103	3
B	Tempat Parkir Mobil	20	17	0,1300	1,149	6
C	Pejalan Kaki	15	12,5	0,1600	1,184	8
D	Taman Kota	10	8,5	0,2190	0,251	10

5. *Paving block* untuk lantai apabila diuji dengan natrium sulfat tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperbolehkan maksimum 1%.

2.4 Filter Rokok

Filter rokok adalah limbah tembakau yang berupa sisa rokok yang dibakar dan dihisap. *Filter* rokok merupakan salah satu jenis limbah yang mudah ditemukan di tempat umum dan hampir di seluruh dunia. Angka-angka ini menunjukkan bahwa 32% sampah di pantai, sungai, dan saluran air berasal dari puntung rokok. Salah satu diskusi panel pada Konferensi Dunia Tembakau dan Kesehatan ke-15 yang diselenggarakan di *Suntec Convention Centre* Singapura mengatakan bahwa dibutuhkan waktu 10 tahun agar semua *filter* rokok dapat didaur ulang. Hal ini tidak berdampak negatif jika *filter* rokok didaur ulang di dalam tanah yang dapat mencemari tanah dan air (Novotny dalam Lubis, R.W 2022.)



Gambar.2.15 Filter Rokok

2.5 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*, *autodeks 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, visualmill dll. Untuk membuat g code yang dipakai untuk menjalankan proses permesinan automatic dengan cnc (Triandi,G.2019).

2.6 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 (*teganganregangan*) 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.

2.7 Tegangan – Regangan

2.7.1 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

2.7.2 Regangan

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

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

Atau :

$$\delta l = \varepsilon . l$$

Dimana :

δl : perubahan panjang benda

l : panjang awal benda

2.7.3 Hukum Hooke

Jika benda dibebani dalam batas elastisnya, maka tegangan berbanding lurusdengan regangannya”

Secara matematis ditulis:

$$\frac{\text{tegangan}}{\text{regangan}} = E = \text{konstan}$$

2.7.4 Modulus Elastisitas

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

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

Dimana :

σ : tegangan

ε : regangan

E : modulus elastisitas

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat dan waktu pelaksanaan pembuatan penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini akan dilakukan selama 6 bulan

Tabel 3.1. Waktu kegiatan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi literature	■	■	■			
2	Survei alat dan bahan		■	■	■		
3	Pembuatan desain <i>paving block</i> menggunakan solidwork			■	■	■	
4	Pengumpulan dan analisis data				■	■	
5	Penyelesaian penulisan skripsi					■	■
6	Seminar hasil						■
7	Sidang sarjana						■

3.1.3 Alat

1. Komputer

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

1. *Processor* : Intel xeon 3.50 GHz
2. *RAM* : 8.00 GB
3. *Operating system* : windows 10 Pro- 64-bit



Gambar 3.1 PC

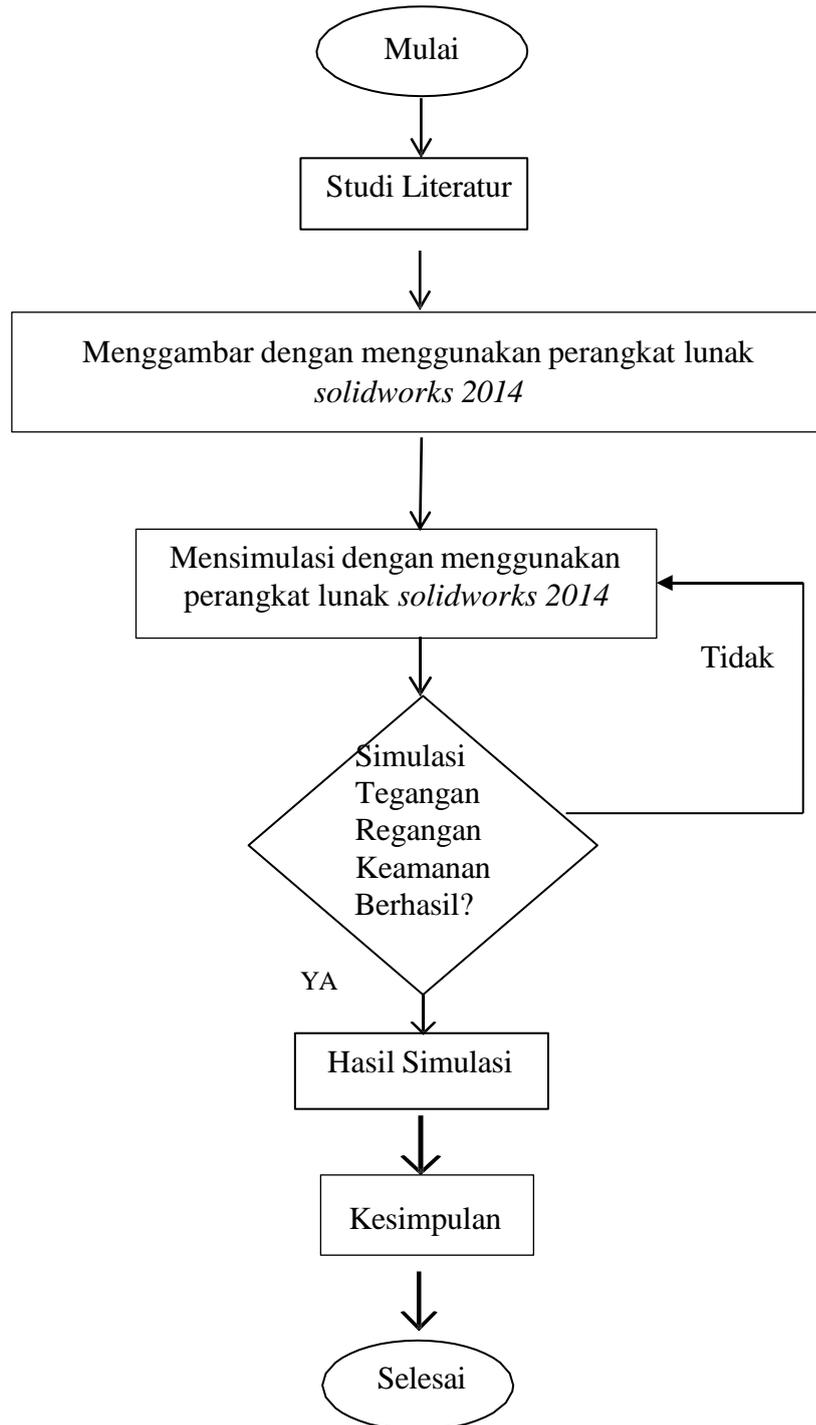
2. *Software Solidwork*

Software solidworks digunakan sebagai alat media penghantar untuk mendesain alat yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan



Gambar 3.2 Tampilan *software solidwork*

3.1.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.3 Bagan alir Penelitian

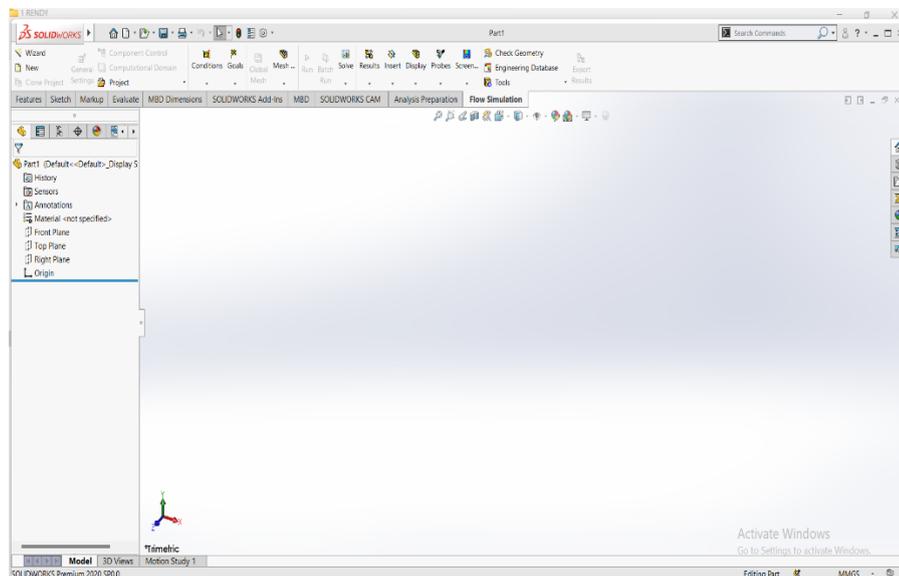
3.4 Rancangan Alat Penelitian

3.4.1. Membuka Aplikasi *Solidworks* 2020

Untuk membuka *solidwork* 2020 diawali dengan mengklik logo aplikasi *solidwork* 2020. Maka akan muncul tampilan layar awal aplikasi *solidwork* 2020 dan juga layar kerja pada aplikasi *solidwork* 2020 secara berurutan dapat dilihat pada gambar 3.4 dan 3.5.



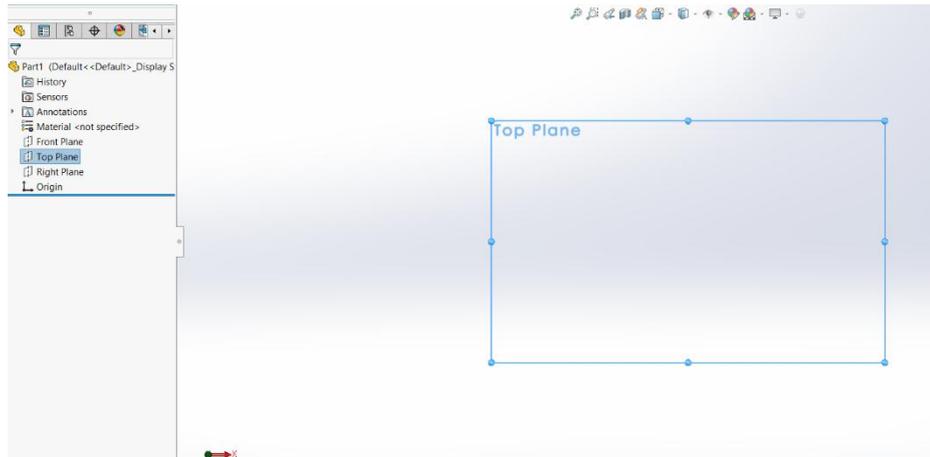
Gambar 3.4 Tampilan awal *solidwork*



Gambar 3.5 Tampilan layar kerja *solidwork* 2020

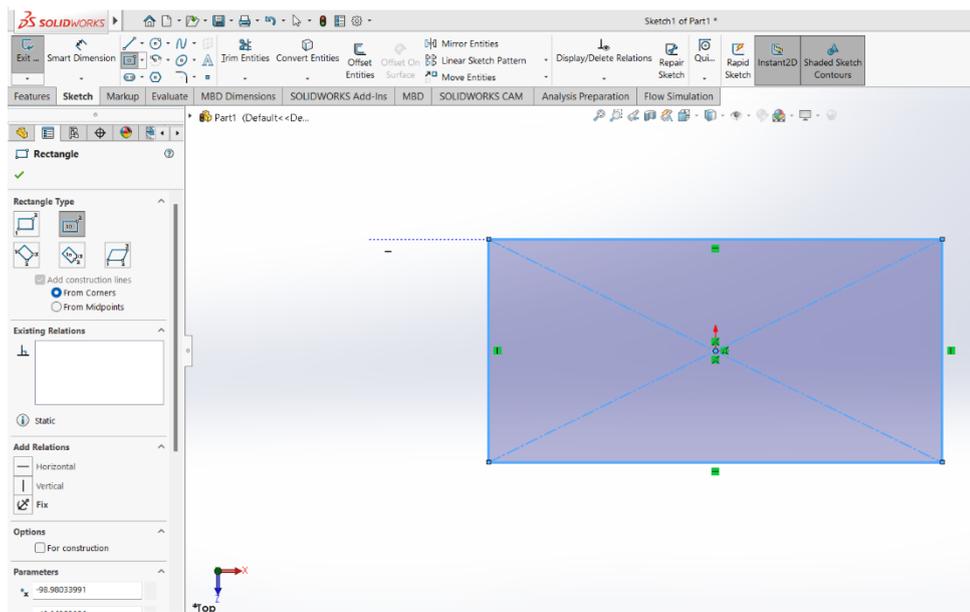
3.4.2 Menggambar *Paving Block*

Dimulai dengan memilih sudut pandang, karena sudut pandang sangat berpengaruh untuk melihat hasil gambar 3D.

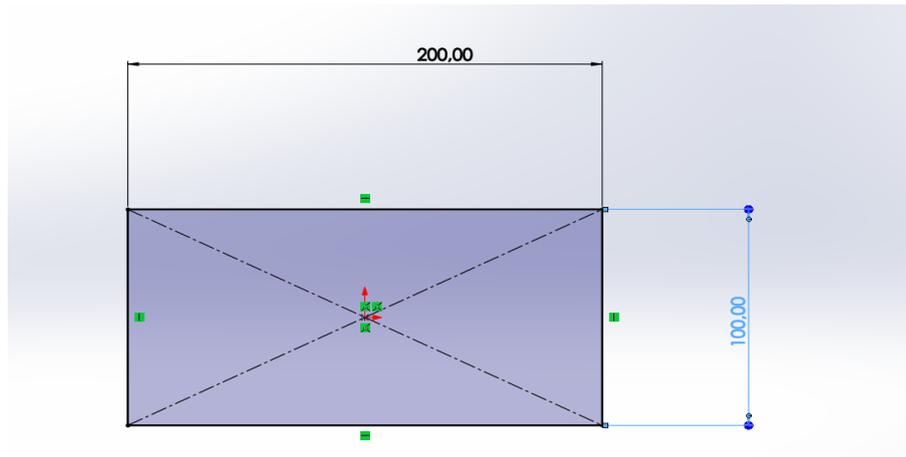


Gambar 3.6 Memilih sudut pandang

Klik *sketch* untuk memulai mendesain *paving block*, selanjutnya pilih *rectangle* untuk membuat bentuk dari *paving block* dan pilih fitur dimensi untuk memberikan ukuran pada desain yang telah dibuat, dapat dilihat pada gambar 3.7 dan 3.8.

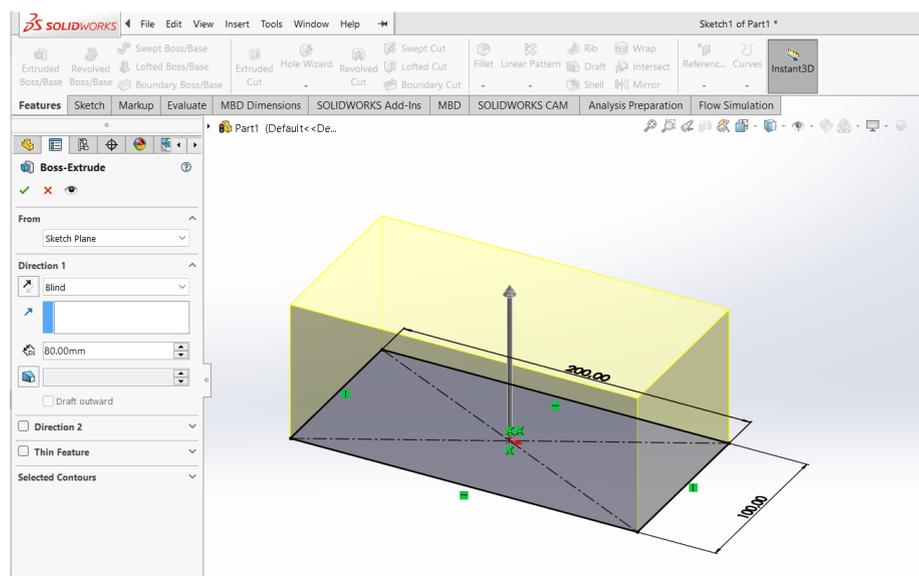


Gambar 3.7 Membuat desain *paving block*



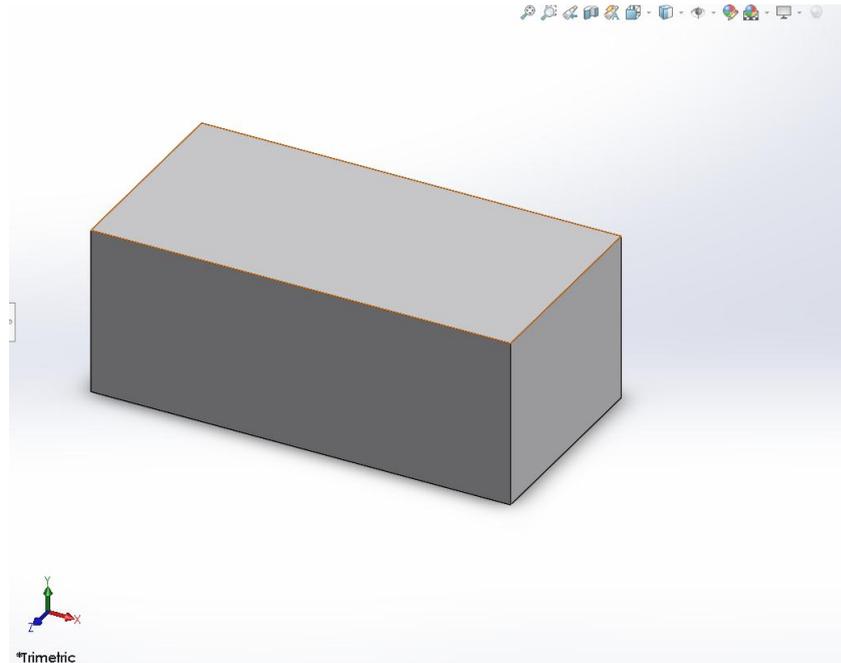
Gambar 3.8 Memberikan ukuran pada desain

Kemudian ekstrusi permukaan dengan meng-klik fitur *extrude boss*, ekstrusi digunakan untuk membuat ketebalan pada *paving block*. Seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Membuat ekstrusi *sketch*

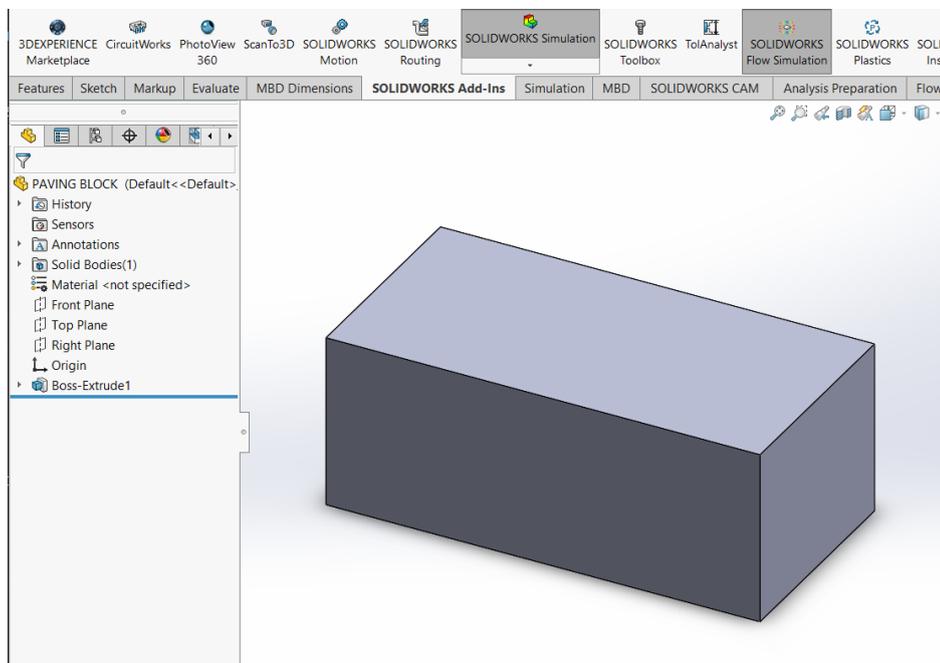
Setelah melakukan *extrude boss* pada *sketch* lalu pilih tanda ceklis maka desain *paving block* telah selesai.



Gambar 3.10 Hasil desain *paving block*

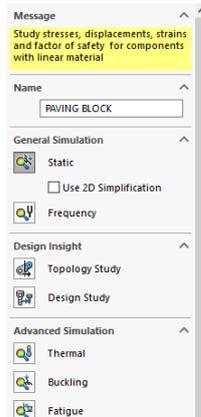
3.5 Prosedur Penelitian

1. Setelah gambar selesai lalu pilih *solidworks add-ins* kemudian klik *solidworks simulation* maka akan muncul fitur *simulation* dilihat pada gambar 3.11.



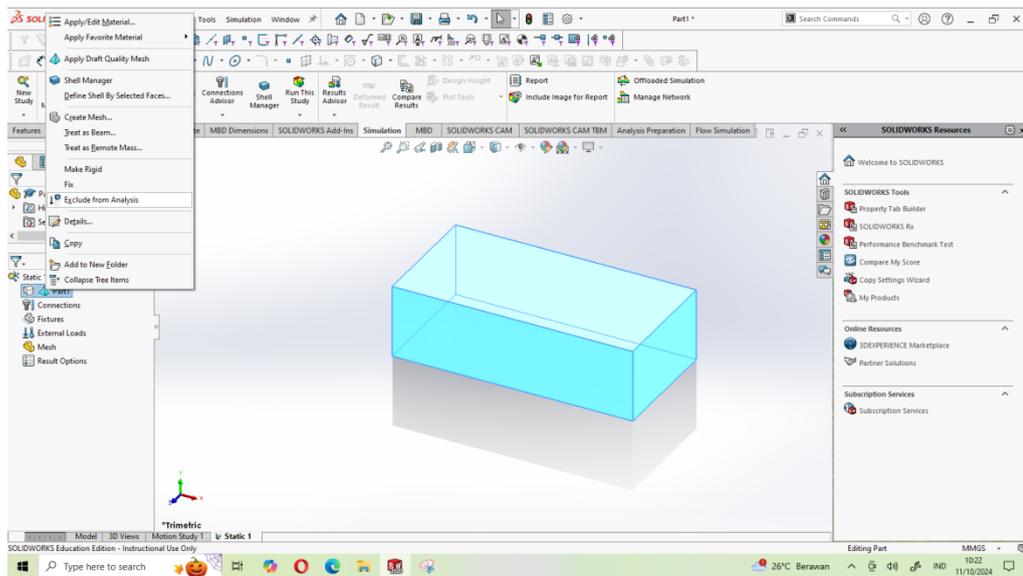
Gambar 3.11 Hasil desain *paving block*

2. Untuk memulai simulasi dengan cara mengklik new study dan mengganti judul nama menjadi *paving block* seperti pada gambar 3.12.



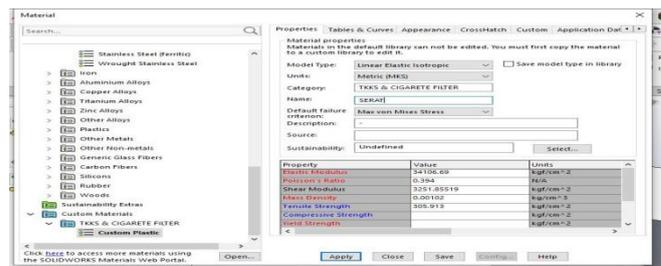
Gambar 3.12 Mengganti judul simulasi

3. Kemudian Pilih jenis pengujian part1 lalu mengklik apply/edit material untuk mencari bahan yang akan digunakan seperti dilihat pada gambar 3.13



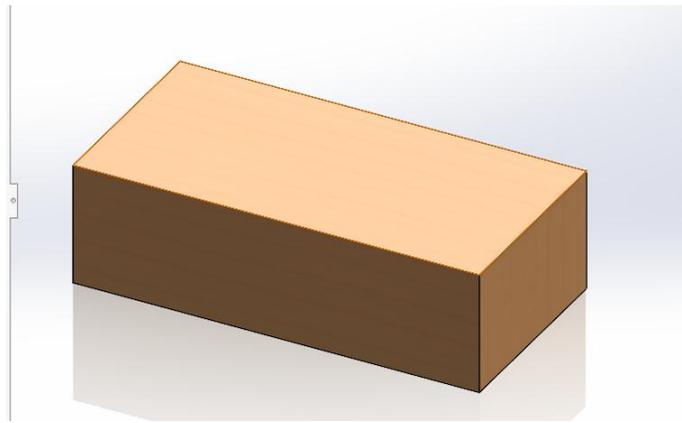
Gambar 3.13 Memilih jenis pengujian dan material

4. Setelah memilih bahan yang ingin digunakan yaitu serat TKKS dan *filter* puntung rokok lalu meng-apply nya seperti pada gambar 3.14



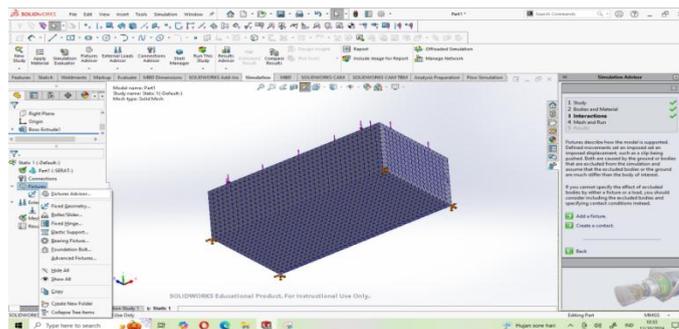
Gambar 3.14 Meng-apply bahan material

5. Hasil gambar paving block setelah memasukkan bahan komposit serat TKKS dan *filter* puntung rokok dilihat pada gambar 3.15



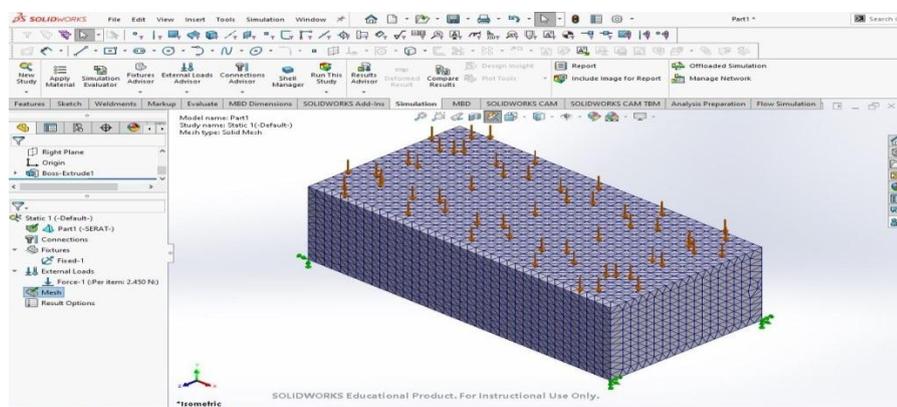
Gambar 3.15 Hasil gambar *paving block* berbahan komposit

3. Menentukan geometri tetap (*Fixed Geometry*). Seperti pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Menentukan geometri tetap (*fixed geometry*)

4. kemudian memberikan beban pada bagian atas permukaan *paving block* yang mengarah kebawah lalu pilih *mesh* klik kanan lalu pilih *create mesh* setelah memilih *create mesh* lalu pilih *run this study* agar dapat menampilkan hasil simulasi. Seperti pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Hasil (*create mesh*)

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Simulasi Pada *Paving Block*

Pada pengujian saya ini, saya akan menampilkan hasil simulasi yang terjadi pada *paving block* ketika diberikan pembebanan. Pembebanan yang diberikan ada tiga variasi, antara lain: 250, 300, dan 350 kg. Material yang digunakan pada *paving block* dalam penelitian ini adalah berbahan tandan kosong kelapa sawit(TKKS) ditambah dengan *filter* rokok. Pembebanan yang diberikan dalam satuan Newton dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$w = m \times g$$

Ket :

w : *weight* (newton)

m : massa (kg)

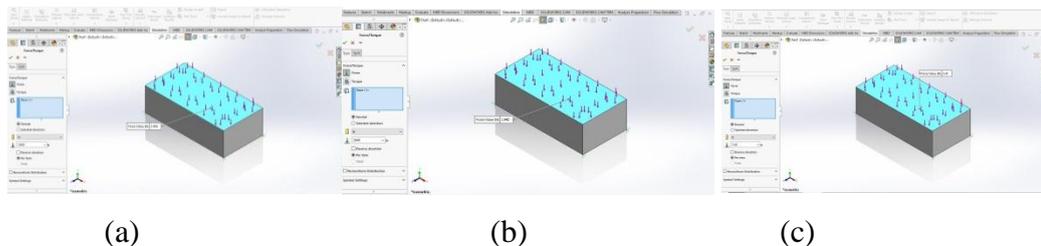
g : gravitasi ($\frac{m}{s^2}$)

No	Beban (Kg)	Newton (N)
1	250	2.450
2	300	2.940
3	350	3.430

(a) $w = 250 \times 9.8$

$w = 2.450 \text{ N}$

Setelah menentukan seberapa besar pembebanan, maka pilih permukaan mana yang akan diberikan beban pada benda kerja yang akan disimulasikan. Seperti pada gambar 4.1, 4.2 dan 4.3.

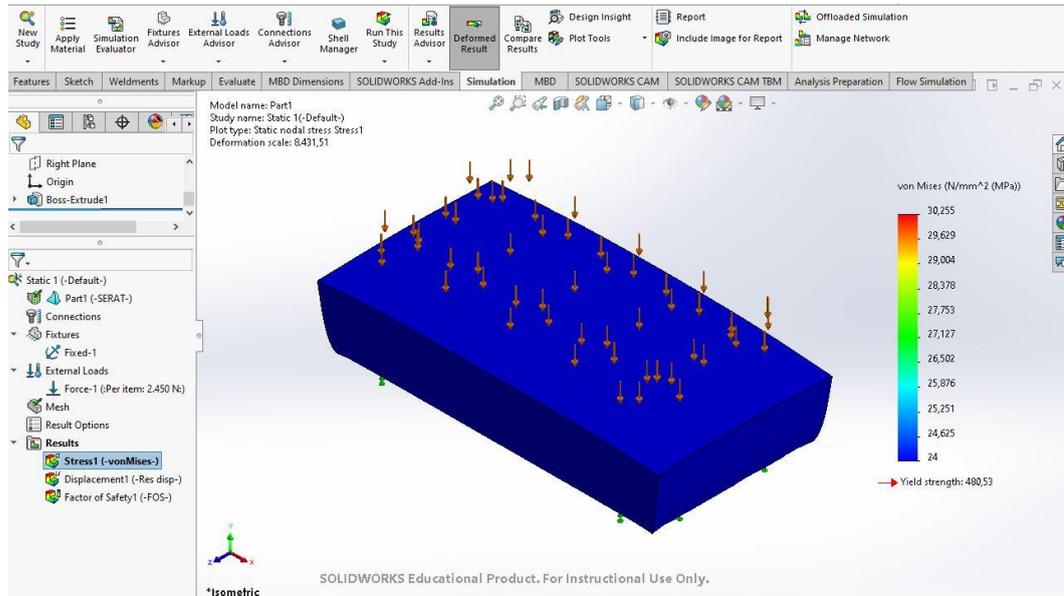


Gambar 4.1. (a) Letak beban 250, (b) Letak beban 300, (c) Letak beban 350 kg

4.1.1 Hasil Simulasi Pembebanan Dengan Beban 250 kg

Setelah melakukan uji simulasi dengan beban yang diberikan sebesar 250 kg pada *paving block* didapatkan hasil tegangan, regangan dan juga faktor keamanan yang terjadi pada *paving block* adalah sebagai berikut:

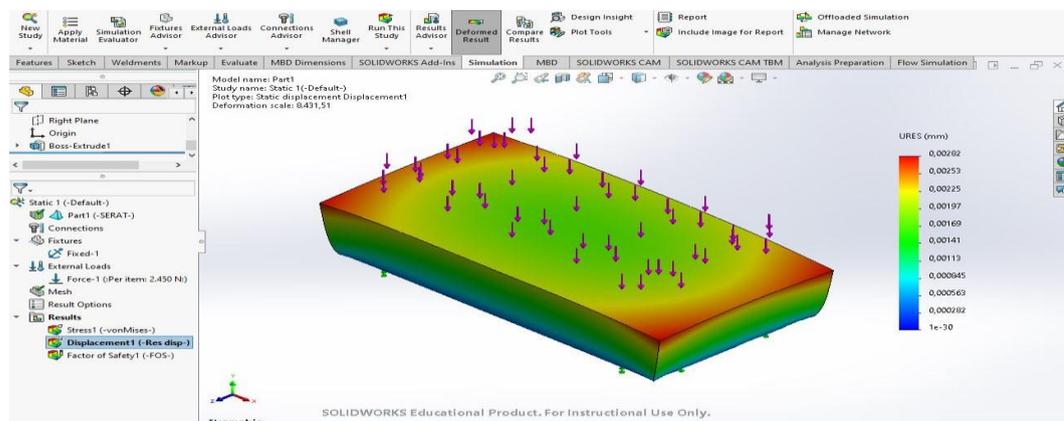
a. Hasil Tegangan pada *paving block* dengan beban 250 kg



Gambar 4.4. Hasil Tegangan *paving block* dengan beban 250 kg

Hasil simulasi pada gambar diatas menunjukkan bahwa nilai dari tegangan maksimum pada tekanan 2.450 N yang terjadi pada material serat TKKS dan *filter* puntung rokok adalah 30,255 N/mm² dan hasil minimum 24N/ mm.

b. Hasil Regangan pada *paving block* dengan beban 250 kg

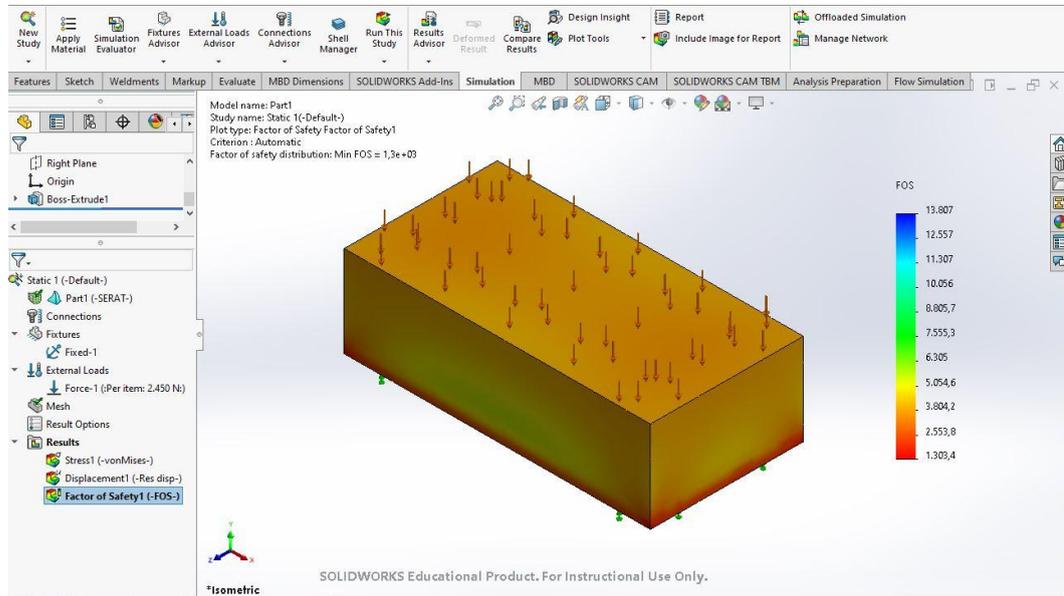


Gambar 4.5. Hasil Regangan *paving block* dengan beban 250 kg

Hasil simulasi pada gambar diatas menunjukkan bahwa nilai dari regangan

maksimum pada tekanan 2.450 N yang terjadi pada material serat TKKS dan *filter* puntung rokok adalah 0,00282 mm dan hasil minimum 0,000282 mm.

c. Hasil Faktor keamanan pada *paving block* dengan beban 250 kg

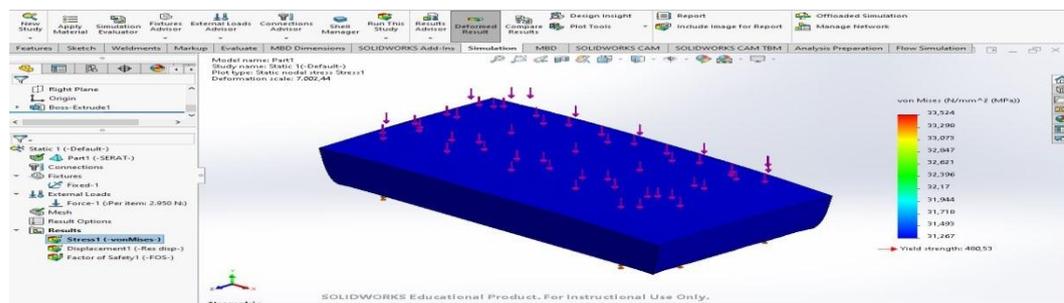


Gambar 4.6. Hasil Faktor Keamanan *paving block* dengan beban 250 kg
 Hasil simulasi pada gambar diatas menunjukkan bahwa nilai dari faktor keamanan maksimum pada tekanan 2.450 N yang terjadi pada material serat TKKS dan *filter* puntung rokok adalah 13,807 dan hasil minimum 1,303 .

4.1.2 Hasil Simulasi Pembebanan Dengan Beban 300 kg

Setelah melakukan uji simulasi dengan beban yang diberikan sebesar 300 kg pada *paving block* didapatlah hasil tegangan,regangan dan juga faktor keamanan yang terjadi pada *paving block* adalah sebagai berikut:

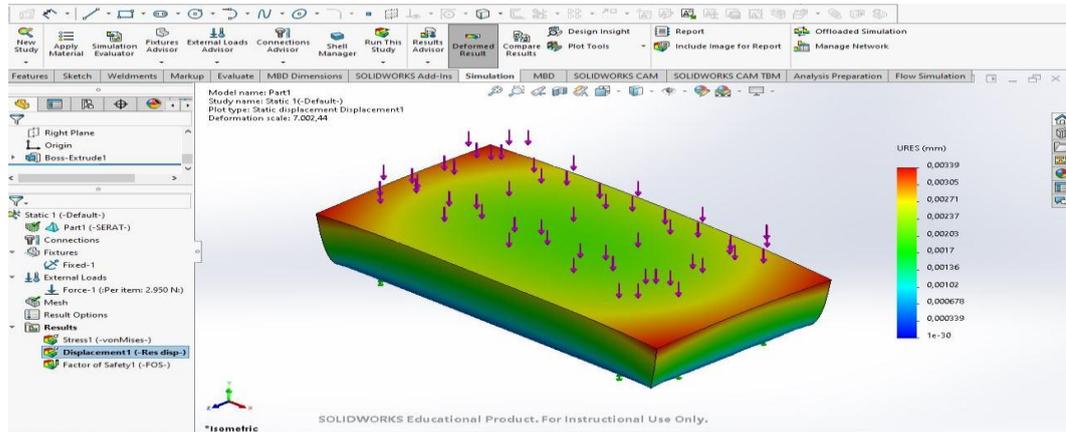
a. Hasil Tegangan pada *paving block* dengan beban 300 kg



Gambar 4.7. Hasil Tegangan *paving block* dengan beban 300 kg

Hasil simulasi pada gambar diatas menunjukkan bahwa nilai dari tegangan maksimum pada tekanan 2.940 N yang terjadi pada material serat TKKS dan *filter* puntung rokok adalah 33,524 N/mm dan hasil minimum 31,267 N/mm.

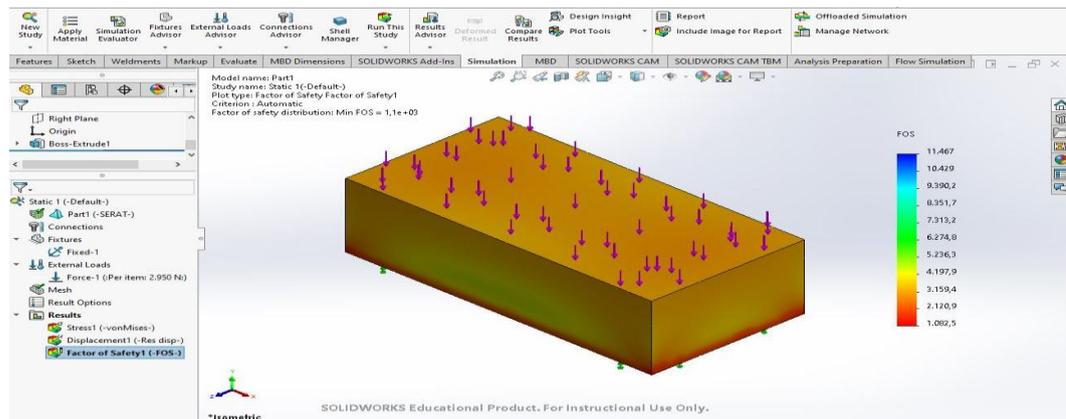
b. Hasil Regangan pada *paving block* dengan beban 300 kg



Gambar 4.8. Hasil regangan *paving block* dengan beban 300 kg

Hasil simulasi pada gambar diatas menunjukkan bahwa nilai dari regangan maksimum pada tekanan 2.940 N yang terjadi pada material serat TKKS dan *filter* puntung rokok adalah 0,00339 mm dan hasil minimum 0,000339 mm.

c. Hasil Faktor keamanan pada *paving block* dengan beban 300 kg



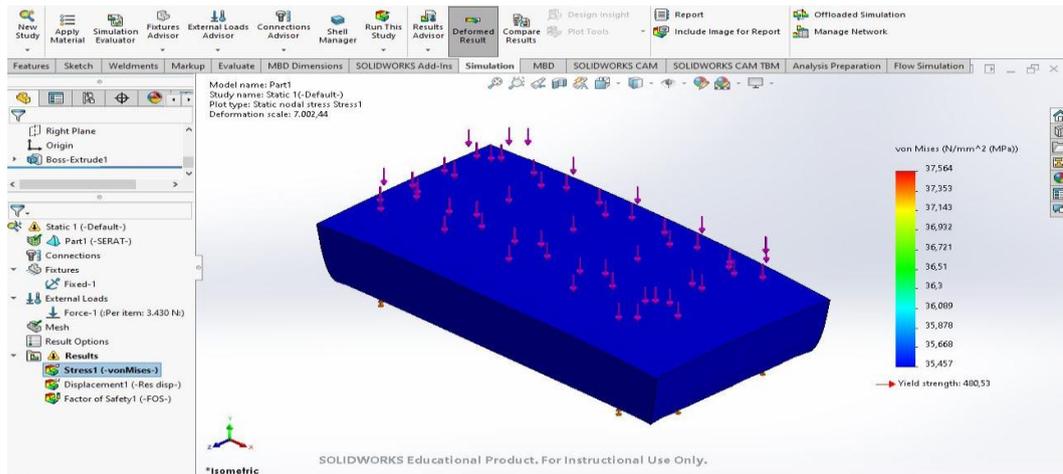
Gambar 4.9. Hasil Faktor Keamanan *paving block* dengan beban 300 kg

Hasil simulasi pada gambar diatas menunjukkan bahwa nilai dari faktor keamanan maksimum pada tekanan 2.940 N yang terjadi pada material serat TKKS dan *filter* puntung rokok adalah 11,467 dan hasil minimum 1,082.

4.1.3 Hasil Simulasi Pembebanan Dengan Beban 350 kg

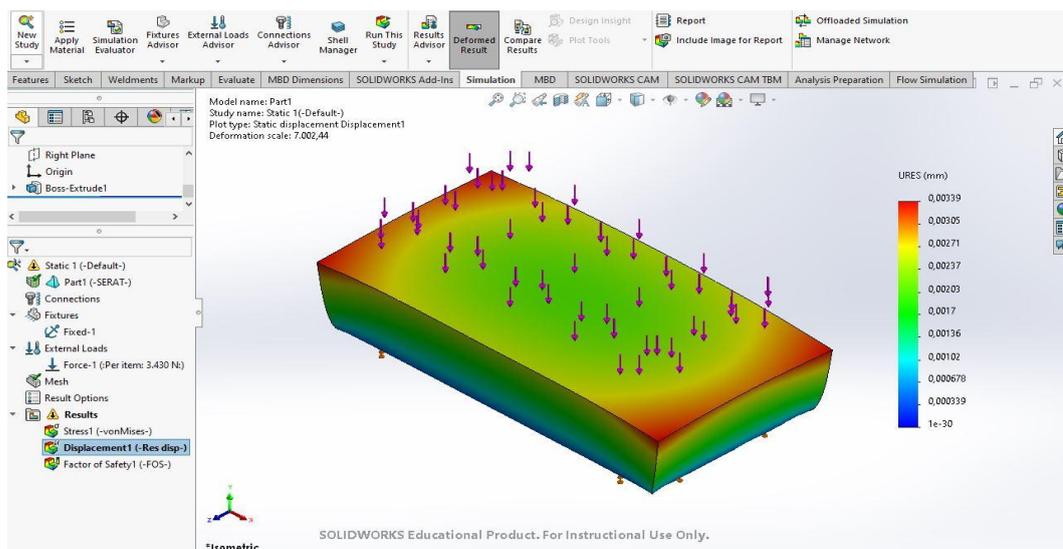
Setelah melakukan uji simulasi dengan beban yang diberikan sebesar 350 kg pada *paving block* didapatkan hasil tegangan, regangan dan juga faktor keamanan yang terjadi pada *paving block* adalah sebagai berikut:

a. Hasil Tegangan pada *paving block* dengan beban 350 kg



Gambar 4.10. Hasil Tegangan *paving block* dengan beban 350 kg
Hasil simulasi pada gambar diatas menunjukkan bahwa nilai dari tegangan maksimum pada tekanan 3.430 N yang terjadi pada material serat TKKS dan *filter* puntung rokok adalah 37,564 N/mm dan hasil minimum 35,457 N/mm.

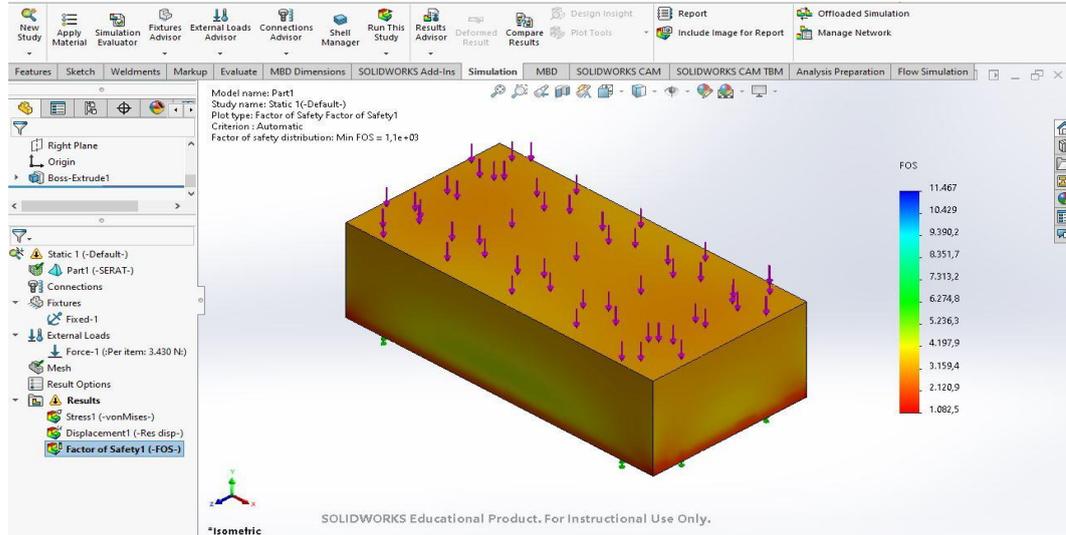
b. Hasil Regangan pada *paving block* dengan beban 350 kg



Gambar 4.11. Hasil Regangan *paving block* dengan beban 350 kg

Hasil simulasi pada gambar diatas menunjukkan bahwa nilai dari regangan maksimum pada tekanan 3.430 N yang terjadi pada material serat TKKS dan *filter* puntung rokok adalah 0,00339 N/mm dan hasil minimum 0,000339 N/mm.

c. Hasil Faktor keamanan pada *paving block* dengan beban 350 kg



Gambar 4.12. Hasil Kekuatan tekanan *paving block* dengan beban 350 kg

Hasil simulasi pada gambar diatas menunjukkan bahwa nilai dari faktor keamanan maksimum pada tekanan 3.430 N yang terjadi pada material serat TKKS dan *filter* puntung rokok adalah 11,467 dan hasil minimum 1.082.

Tabel 4.1 Hasil Simulasi

NO	Beban (Kg)	Tegangan (N/mm)	Regangan (mm)	Faktor Keamanan
1	250	30,255 N/mm	0,00282 mm	13.807
2	300	33,524 N/mm	0,00339 mm	11.467
3	350	37,564 N/mm	0,00339 mm	11.467

Berdasarkan hasil simulasi diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan maksimum terjadi terhadap pembebanan 250 kg dengan 2.450 N mencapai 30,255 N/mm, regangan 0,00282 mm, dan faktor keamanan 13.807. Hasil nilai tegangan maksimum pada pembebanan 300 kg dengan 2.940 N mencapai 33,524 N/mm, regangan 0,00339mm, dan faktor keamanan 11.467. Hasil nilai tegangan maksimum pada pembebanan 350 kg dengan 3.430 N mencapai 37,564 N/mm, regangan 0,00339 mm, dan faktor keamanan 11.467

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil simulasi paving block adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini sudah berhasil dikembangkan pavingblock berbentuk persegi pada komposit berpenguat serat TKKS ditambah filter puntung rokok dengan dimensi geometri ukuran paving block, antara lain: Panjang 20 cm, lebar 10 cm, tebal 6 cm.

2. Penelitian ini mengembangkan tiga variasi pembebanan, antara lain secara berturut: 250 kg dengan 2.450 N, 300 kg dengan 2.940 N, dan 350 kg dengan 3.430 N untuk diaplikasikan pada pavingblock komposit filter rokok diperkuat serat tkks dan di tambah filter puntung rokok untuk ukuran yang sama. Adapun hasil simulasi yang diperoleh untuk ketiga variasi pembebanan, antara lain: (a) beban 250 kg : tegangan 30,255 N/mm², regangan 0,00282, (b) beban 300 kg : tegangan 33,524 N/mm², regangan 0,00339, (c) beban 350 kg : tegangan 37,564 N/mm², regangan 0,00339. Faktor keamanan yang dengan nilai beban 250 : 1.303,4 , beban 300 kg : 1.082,5, beban 350 kg : 1.082,5. Uraian tersebut, kita dapat simpulkan bahwa semakin besar tegangan maka nilai regangan yang diperolehnya semakin besar , demikian sebaliknya. Semakin besar pembebanan yang diberikan maka faktor keamanannya semakin kecil. Kategori material *paving block* persegi berbahan komposit diperkuat serat TKKS dan *filter* puntung rokok dengan tiga variasi pembebanan dan yang termasuk kedalam golongan standar mutu A adalah pembebanan 350 kg (terbukti dari hasil simulasi tegangan).

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.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Alfirdaus, M., Ashari, F., & Ma'rifatul Maghfiroh, A. (2023). *Perancangan Alat Press Hidrolik Material Komposit*. 26(2), 11–22. <http://univ45sby.ac.id/ejournal/index.php/industri/index>
- Candra, A. I., Gardjito, E., Cahyo, Y., & Prasetyo, G. A. (2019). Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok Filter Sebagai Bahan Campuran Beton Ringan Berpori. *UKaRsT*, 3(1), 82. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v3i1.365>
- Iqbal Maulia, Ismeddiyanto, & Suryanita, R. (2019). Sifat Mekanik Paving Block Komposit Sebagai Lapis Perkerasan Bebas Genangan Air (Permeable Pavement). *Jurnal Teknik*, 13(1), 9–16. <https://doi.org/10.31849/teknik.v13i1.2558>
- Lubis, R. D. W., Syam, B., & Gunawan, S. (2020). Simulasi Respon Mekanik Komposit Busa Polimer Diperkuat Serat Tkks Dengan Variasi Konsentrasi Al₂O₃. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 3(1), 29–37. <https://doi.org/10.30596/rmme.v3i1.4526>
- Lubis, R. W., Yani, M., Siregar, C. A. P., & Gunawan, S. (2022). Development of cigarette butt fibre filter reinforced by opefb fiber composite material for trash can. *Journal of Physics: Conference Series*, 2193(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2193/1/012021>
- Menyelesaikan, D., Nugrahany, A. S., & Riza, C. K. (2022). Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang. *Repository.Unissula.Ac.Id*. <http://repository.unissula.ac.id/22282/12/30201900227.pdf>
- Mustangin, M. (2021). AGRO FABRICA Jurnal Teknik Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit dan Karet Available online. *Agro Fabrica*, 1(2), 7–15.
- Nugroho. (2013). *Keuntungan Paving Block Setiawan (2012) dalam Nugroho (2013) menyebutkan keuntungan Paving Block*. 13–30.
- Panjaitan, A., Istikowati, W. T., & Sutiya, B. (2021). PEMBUATAN PAVING BLOCK DARI LIMBAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Sylva Scientiae*, 4(6), 1056. <https://doi.org/10.20527/jss.v4i6.4605>
- Pertiwi, Y. M., Hanifah, U. N., Sakti, A. B., Prayogi, A. A., Studi, P., Lingkungan, T., Teknik, F., Dan, S., Indonesia, U. I., Studi, P., Elektro, T., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. (2020). Eco Powerbank : Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok Menjadi Bahan Dalam Media Penyimpan. *Khazanah: Jurnal Mahasiswa*.
- Priawan, W. (2021). *Kajian Eksperimental Polimer Komposit Diperkuat Serat TKKS Dan Filter Rokok Sebagai Produk Tong Sampah*.
- Roziandi, Rinaldy, & Teuku Farizal. (2022). Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Serat Pada Perencanaan Mutu Beton K-225 Di PT.Socfindo Kabupaten

- Nagan raya. *Jurnal Ilmiah Teknik Unida*, 3(2), 149–158.
<https://doi.org/10.55616/jitu.v3i2.374>
- SNI 03-0691-1996. 1996. Bata Beton (*Paving Block*). Bandung: Badan Standarisasi Nasional
- Tarkono, T.-, & Ali, H.-. (2017). Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Dalam Rangka Mereduksi Berat Komposit Papan Semen. *Rotor*, 10(2), 36. <https://doi.org/10.19184/rotor.v10i2.5761>
- Triadi, G. (2020). Pengaruh Pembebanan Pada Papan Luncur Dengan Variasi Beban Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2014. In *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201* (Vol. 2, Issue 1).

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Simulasi *Paving Block* Berbahan Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dan *Filter* Puntung Rokok Dengan Variasi Pembebanan
Nama : M.Rendy Ansyah
NPM : 2007230090
Dosen Pembimbing : Riadini Wanty Lubis S.T., M.T.

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Kamis 16/5/24	Perbaiki laporan Sempro	zt
2.	Rabu 03/6/24	lengkapi Proses Simulasi	zt
3.	Rabu 17/7/24	lengkapi gambar	zt
4.	Senin 22/7/24	perbaiki analisa data	zt
5.	Kamis 1/8/24	perbaiki grafik	zt
6.	Senin 13/8/24	lengkapi gambar	zt
7.	Selasa 20/8/24	perbaiki kesimpulan	zt
8.	Selasa 20/8/24	perbaiki format penulisan	zt
9.	Rabu 09/0/24	Acc Seminar Masud	zt
10.	Jumat 11/10/24	perbaiki data Simulasi	zt
11.	Senin 14/10/24	Acc Sidang Tugas Akhir	zt

Dosen Pembimbing

Riadini Wanty Lubis S.T., M.T.



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XU/2022
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
🌐 <https://fatek.umsu.ac.id> ✉ fatek@umsu.ac.id 📘 [umsumedan](#) 📞 [umsumedan](#) 📺 [umsumedan](#) 📺 [umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1679/IL3AU/UMSU-07/F/2024

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 21 September 2024 dengan ini Menetapkan :

Nama : M RENDY ANSYAH
Npm : 2007230090
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : VIII (DELAPAN)
Judul Tugas Akhir : SIMULASI BEBAN STATIK PAVING BLOCK BERBAHAN KOMPOSIT DIPERKUAT SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) DAN FILTER PUNTUNG ROKOK DENGAN VARIASI PEMBEBANAN

Pembimbing : RIADINI WANTY LUBIS, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Medan, 17 Rabi'ul Awal 1446 H
21 September 2024 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



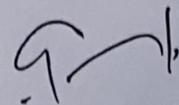
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2024 – 2025**

Peserta seminar
 Nama : M Rendy Ansyah
 NPM : 2007230090
 Judul Tugas Akhir : Simulasi Pavingblock Berbahan Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Filter Puntung Rokok Dengan Variasi Pembebanan

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Riadini Wanty Lubis, ST, MT		: 
Pemanding – I	: Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT H. Muharnif, et.M.sc		: 
Pemanding – II	: Chandra A Siregar, ST, MT		: 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2107230048	Risto Ramadhan Saragih	
2	2107230014	DERMAWAN MULIA	
3	2107230037	IMAM TIGOR SINAGA	
4	2007230040	M. FADHU PRATAWA	
5	2107230027	FEBRI ASHARI	
6	2007230120	BENDIKA GILANG SYAHPUTRA	
7			
8			
9			
10			

Medan, 05 Rabi'ul Akhir 1446 H
09 Oktober 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

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

Nama : M Rendy Ansyah
NPM : 2007230090
Judul Tugas Akhir : Simulasi Pavingblock Berbahan Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Filter Puntung Rokok Dengan Variasi Pembebanan

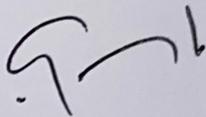
Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Riadini Wanty Lubis, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
Minat bhkn skripsi
.....
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

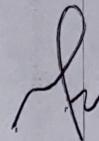
Medan, 05 Rabi'ul Akhir 1446 H
09 Oktober 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



H. Muhammad, ST.M.Sc
~~Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT~~

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

Nama : M Rendy Ansyah
NPM : 2007230090
Judul Tugas Akhir : Simulasi Pavingblock Berbahan Komposit Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Filter Puntung Rokok Dengan Variasi Pembebanan

Dosen Pembanding – I : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Riadini Wanty Lubis, ST, MT

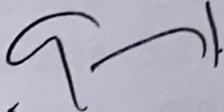
KEPUTUSAN

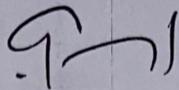
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
..... *lihat buku tugas akhir*
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 05 Rabi'ul Akhir 1446 H
09 Oktober 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II


Chandra A Siregar, ST, MT


Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. Identitas Diri

Nama Lengkap : M. Rendy Ansyah
Tempat / Tanggal lahir : Pkl Susu, 2 Juli 2002
Alamat : Jl. Beringin Gg Atun Medan sunggal
Jenis Kelamin : Laki-laki
Umur : 22 Tahun
Agama : Islam
Kewarganegaraan : Indonesia
Status : Belum menikah
Tinggi / Berat badan : 169 cm / 49 kg
E-mail : mrendy0207@gmail.com
Nomor Telepon/HP : 0853 – 7052 – 9022
Motto hidup : Sesungguhnya sesudah kesulitan pasti ada kemudahan

B. Riwayat Pendidikan

Tahun 2008 – 2014 : SD Negri 064979 Medan
Tahun 2014 – 2017 : SMP Swasta Darussalam Medan
Tahun 2017 – 2020 : SMA Swasta Raksana Medan
Tahun 2020 – 2024 : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara