

**ANALISIS TEGANGAN PADA PISAU MESIN PENCACAH
POLIMER KOMPOSIT KAPASITAS SKALA
LABORATORIUM**

SKRIPSI

OLEH:

**MICHAEL PRAYOGO SIAHAAN
188130013**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 21/11/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)21/11/24

HALAMAN JUDUL

ANALISIS TEGANGAN PADA PISAU MESIN PENCACAH POLIMER KOMPOSIT KAPASITAS SKALA LABORATORIUM

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

MICHAEL PRAYOGO SIAHAAN
188130013

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

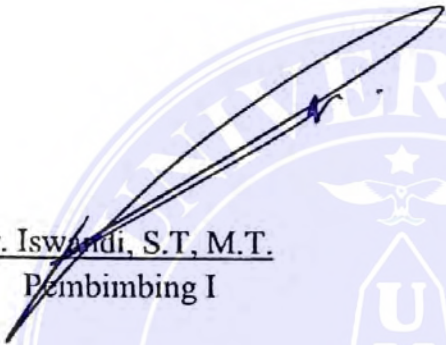
Document Accepted 21/11/24

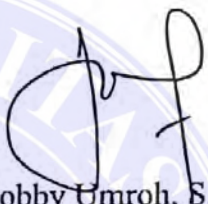
Access From (repository.uma.ac.id)21/11/24

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Analisis Tegangan Pada Pisau Mesin Pencacah
Polimer Komposit Kapasitas Skala Laboratorium
Nama Mahasiswa : Michael Prayogo Siahaan
NIM : 18.813.0013
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Dr. Iswandi, S.T., M.T.
Pembimbing I


Bobby Umroh, S.T., M.T.
Pembimbing II



Dr. Supriadi, S.T., M.T.
Dekan
FAKULTAS TEKNIK



Dr. Supriadi, S.T., M.T.
Kaprodi
PRODI. TEKNIK MESIN

Tanggal Lulus: 11 Juli 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 30 September 2024

Materai Rp 10.000

Tanda tangan



Michael Prayogo Siahaan

188130013

Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah

HALAMAN PERYANTAAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Michael Prayogo Siahaan

NPM : 188130013

Progam Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisis Tegangan Pada Pisau Mesin Pencacah Polimer Komposit Kapasitas Skala Laboratorium.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmediakan/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 30 September 2024

Yang menyatakan



(Michael Prayogo Siahaan)

ABSTRAK

Analisis tegangan pada pisau mesin pencacah polimer komposit kapasitas skala laboratorium, adapun masalah pada judul penelitian ini antara lain yaitu, membandingkan antara perhitungan matematis dan *Software Ansys*, menganalisis kekuatan material pisau pencacah dengan menggunakan teori Tresca atau Guest, dan juga menganalisis faktor keamanan material pada pisau pencacah dengan menggunakan *software Ansys*. Dengan latar belakang yang didapat pada mesin pencacah pisau pencacah sangat mempengaruhi hasil pada cacahan agar mempermudah pada saat proses pencacahan pada mesin pencacah polimer komposit. Sehingga tujuan pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai tegangan dan keamanan pada material pisau pencacah. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui ukuran pada pisau pencacah yaitu $D = 200$ mm, $b = 12$ mm, $d = 32$ mm dan $\alpha = 45^\circ$, dengan gaya potong atau gaya tekan pisau sebesar 3754 N, sehingga saat melakukan perhitungan secara matematis, nilai tegangan yang didapat sebesar 12,8005 Mpa, dengan nilai deformasi 0,076800 mm, sedangkan hasil simulasi menggunakan Ansys nilai tegangan yang di dapat sebesar 93.109 Mpa, dengan nilai deformasi sebesar 0,041901 mm. sehingga didapat kesimpulan pada penelitian ini adalah perhitungan Ansys membuktikan hasil yang lebih akurat dikarenakan terdapat perbedaan selisih pada hasil perhitungan matematis dan simulasi Ansys.

Kata kunci: Pisau pencacah *Shredeer*, Tegangan, *ANSYS WORKBENCH 2024 R1*, Gaya potong pisau.

ABSTRACT

Stress analysis on the composite polymer chopping machine knife laboratory scale capacity, as for the problems in the title of this study, among others, namely, comparing between mathematical calculations and Ansys Software, analyzing the strength of the chopping knife material using Tresca or Guest theory, and also analyzing the material safety factor in the chopping knife using Ansys software. With the background obtained on the shredding machine, the shredding knife greatly affects the results of the shredding to make it easier during the shredding process on the composite polymer shredding machine. So the purpose of this study is to determine the value of stress and safety in the chopping knife material. Based on the results of this study, it is known that the size of the chopping knife is $D = 200 \text{ mm}$, $b = 12 \text{ mm}$, $d = 32 \text{ mm}$ and $\alpha = 45^\circ$, with a cutting force or knife compressive force of 3754 N , so that when doing mathematical calculations, the voltage value obtained is $12,8005 \text{ Mpa}$, with a deformation value of $0,076800 \text{ mm}$, while the simulation results using Ansys obtained a voltage value of 93.109 Mpa , with a deformation value of 0.041901 mm . so that the conclusion in this study is that Ansys calculations prove more accurate results because there are differences in the results of mathematical calculations and Ansys simulations.

Keywords: Shredeer shredding knife, Voltage, ANSYS WORKBENCH 2024 R1, Knife cutting style.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di kota medan. Pada tanggal 22 Juni 1999 dari ayah M. P. Siahaan dan ibu R. Siringo-ringo. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara.

Tahun 2017 Penulis lulus dari SMK N 2 Medan, pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, pada tahun 2021 penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Perkebunan Nusantara IV PKS Unit Usaha Adolina (PTPN IV PKS ADOLINA)



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karubiaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Mesin Pencacah dengan judul Analisis Tegangan Pada Pisau Mesin Pencacah Polimer Komposit Kapasitas Skala Laboratorium.

Terima kasih penulis sampai kepada Dr. Iswandi, S.T, M.T. dan Bobby Umroh, S.T, M.T. selaku pembimbing serta telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada rekan-rekan kelompok yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terimakasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh teman seperjuangan atas doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi/tesis ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir/skripsi/tesis ini. Penulis berharap tugas akhir/skripsi/tesis ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



(Michael Prayogo Siahaan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN	
KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Hipotesis Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Material Komposit.....	6
2.2 Mesin Pencacah.....	6
2.3 Prinsip Kerja Mesin Pencacah.....	7
2.4 Pisau Pencacah	8
2.5 Tipe - tipe Mata Pisau Pencacah	8
2.6 Rumus - rumus Pada Pisau <i>Sheredder</i>	10
2.7 Material Mata Pisau.....	12
2.8 Tegangan	14
2.9 Rumus Tegangan dan Deformasi	16
2.10 Simulasi Numerik.....	17
2.11 Analisis Numerik.....	17
2.12 ANSYS WORKBENCH	18
2.13 Teori Tresca.....	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	46
3.1 Tempat dan waktu Penelitian	46
3.2 Bahan dan Alat	47
3.3 Metode Penelitian.....	49
3.4 Prosedur Kerja.....	49
3.5 Diagram Alir Penulisan	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	57
4.1 Hasil.....	57
4.2 Pembahasan	57
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Simpulan.....	64
5.2 Saran	65

DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	68



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat mekanik bahan SKD 11 190 – 815 – 3.....	13
Tabel 2.2. Spesifikasi Laptop.....	20
Tabel 2.3. Penjelasan fungsi bagian pada <i>File Menu</i>	24
Tabel 2.4. Penjelasan fungsi pada bagian <i>Create Menu</i>	25
Tabel 2.5. Penjelasan fungsi pada bagian <i>Concept Menu</i>	27
Tabel 2.6. Penjelasan fungsi pada bagian <i>Tools Menu</i>	28
Tabel 2.7. Penjelasan fungsi pada bagian – bagian <i>Selection Toolbar</i>	31
Tabel 2.8. Penjelasan fungsi bagian pada <i>3D Features</i>	32
Tabel 2.9. Penjelasan Fungsi pada bagian <i>Display Toolbar</i>	33
Tabel 2.10. Penjelasan fungsi bagian pada <i>Rotation Model</i>	34
Tabel 2.11. Penjelasan fungsi bagian pada <i>Draw Toolbox</i>	35
Tabel 2.12. Penjelasan fungsi bagian pada <i>Modify Toolbox</i>	37
Tabel 2.13. Penjelasan fungsi bagian pada <i>Dimensions Toolbox</i>	38
Tabel 2.14. Penjelasan fungsi bagian pada <i>Constraints Toolbox</i>	39
Tabel 2.15. Penjelasan fungsi bagian pada <i>Settings Toolbox</i>	40
Tabel 2.16. Penjelasan fungsi bagian pada <i>Display View</i>	41
Tabel 2.17. Nilai Skewness.....	44
Tabel 3.1. Jadwal kegiatan penelitian	46
Tabel 3.2. Spesifikasi laptop yang digunakan dalam penelitian	48
Tabel 4.1. Distribusi pada analisis Total <i>Deformation</i>	59
Tabel 4.2. Distribusi pada analisis tegangan maksimum	60
Tabel 4.3. Distribusi pada analisis <i>equivalent (von – misses)</i>	61
Tabel 4.4. Hasil perbandingan Teoritis dan Simulasi Ansys pada Tegangan.....	62
Tabel 4.5. Hasil perbandingan Teoritis dan Simulasi Ansys pada Deformasi.....	63

DAFTAR GAMBAR

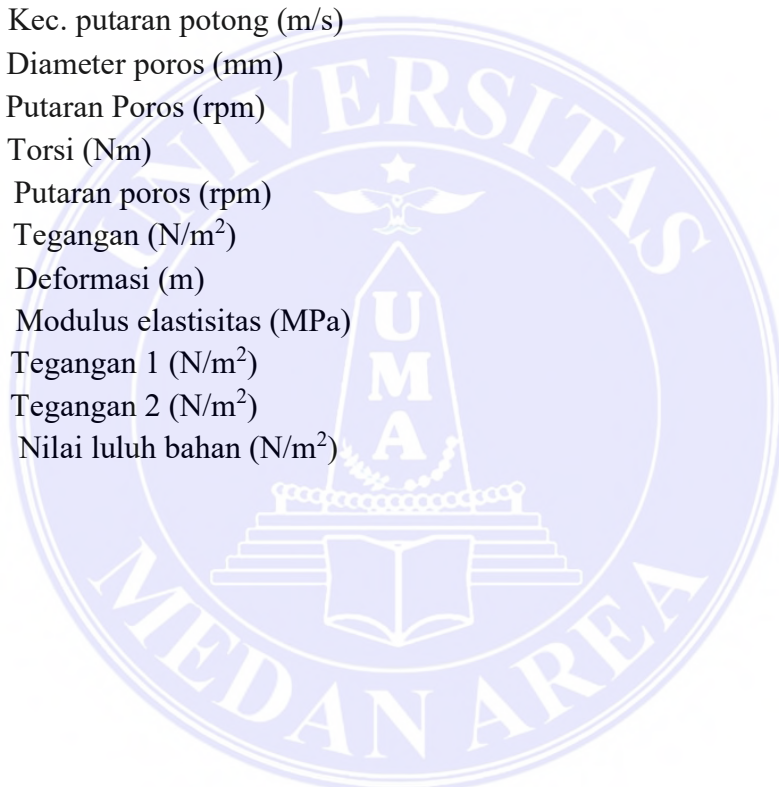
Gambar 2.1. Prinsip kerja mesin pencacah	7
Gambar 2.2. Mata pisau tipe <i>Flake</i>	9
Gambar 2.3. Mata pisau tipe <i>Flat</i>	9
Gambar 2.4. Mata pisau tipe <i>Shredder</i>	10
Gambar 2.5. Pembebanan pada persegi panjang.....	15
Gambar 2.6. Pembebanan tarik	15
Gambar 2.7. Pembebanan tekan.....	16
Gambar 2.8. Pembebanan tegangan bengkok	16
Gambar 2.9. Menu <i>Analysis Systems</i>	20
Gambar 2.10. Sub menu bagian pada <i>Static Structural</i>	21
Gambar 2.11. Tampilan Menu Satuan	23
Gambar 2.12. <i>Tools Design Modeler</i>	23
Gambar 2.13. Tampilan <i>File Menu</i>	24
Gambar 2.14. Tampilan <i>Create Menu</i>	25
Gambar 2.15. Tampilan <i>Concept Menu</i>	27
Gambar 2.16. Tampilan <i>Tools Menu</i>	28
Gambar 2.17. Tampilan <i>View Menu</i>	30
Gambar 2.18. Tampilan <i>Help Menu</i>	30
Gambar 2.19. Tampilan <i>Selection Toolbar</i>	31
Gambar 2.20. Tampilan <i>3D Features</i>	32
Gambar 2.21. Tampilan pada <i>Display Toolbar</i>	33
Gambar 2.22. Tampilan <i>Rotation Model</i>	34
Gambar 2.23. Tampilan <i>Draw Toolbox</i>	35
Gambar 2.24. Tampilan <i>Modify Toolbox</i>	37
Gambar 2.25. Tampilan <i>Dimensions Toolbox</i>	38
Gambar 2.26. Tampilan <i>Constraints Toolbox</i>	39
Gambar 2.27. Tampilan <i>Settings Toolbox</i>	40
Gambar 2.28. Tampilan <i>Display View</i>	41
Gambar 2.29. Tipe – tipe <i>Mesh</i> pada Ansys	43
Gambar 2.30. Bentuk <i>Mesh Triangle</i> dan <i>Quadrilateral</i>	44
Gambar 3.1. Pisau <i>shredder</i> mesin pencacah.....	47
Gambar 3.2. Laptop yang digunakan dalam penelitian.....	48
Gambar 3.3. Tampilan Ansys Workbench 2024 R1	48
Gambar 3.4. Isometrik pisau pencacah <i>shredder</i>	49
Gambar 3.5. Tampilan awal Ansys	50
Gambar 3.6. Tampilan <i>Project</i> di Ansys Workbench 2024 R1	50
Gambar 3.7. Pemilihan jenis material	51
Gambar 3.8. Hasil <i>Geometry</i> setelah di <i>Generate</i>	51
Gambar 3.9. Tampilan setelah menentukan nilai <i>Element Size</i> dan <i>Skewness</i>	52
Gambar 3.10. Tampilan setelah memilih <i>Method mesh Tetrahedrons</i>	52
Gambar 3.11. Setelah melakukan pemilihan <i>Fixed Support</i>	53

Gambar 3.12. Setelah melakukan pemilihan <i>Force</i>	53
Gambar 3.13. Langkah – langkah simulasi <i>Deformation Total</i>	54
Gambar 3.14. Langkah – langkah simulasi <i>Maximum Principal</i>	54
Gambar 3.15. Langkah – langkah simulasi <i>Equivalent (Von – mises)</i>	55
Gambar 3.16. Langkah – langkah simulasi <i>Safety Factor</i>	55
Gambar 3.17. Diagram alir penelitian.....	56
Gambar 4.1. Hasil simulasi <i>Total deformation</i>	58
Gambar 4.2. Hasil simulasi terjadi defleksi pada total <i>deformation</i>	58
Gambar 4.3. Hasil simulasi tegangan maksimum	59
Gambar 4.4. Hasil simulasi <i>equivalent (von – misses)</i>	60
Gambar 4.5. Faktor keamanan pada material pisau pencacah	61
Gambar 4.6. Grafik Perbandingan analisis Teoritis dan Simulasi Ansys	62
Gambar 4.7. Grafik Perbandingan Analisis Teoritis dan Simulasi Ansys	63



DAFTAR NOTASI

F	=	Gaya pada pisau (N)
A	=	Luas penampang bahan (mm)
f_s	=	Tegangan geser bahan (N/cm ³)
Q	=	kapasitas pemotongan (Kg/jam)
ρ	=	massa jenis plastik (g/cm ³)
V	=	kec. hasil pemotongan (m/min)
T	=	Torsi pada pisau (N.m)
r	=	½ Diameter pisau (mm)
V_1	=	Kec. putaran potong (m/s)
d	=	Diameter poros (mm)
n	=	Putaran Poros (rpm)
T	=	Torsi (Nm)
n	=	Putaran poros (rpm)
σ	=	Tegangan (N/m ²)
δl	=	Deformasi (m)
E	=	Modulus elastisitas (MPa)
σ_1	=	Tegangan 1 (N/m ²)
σ_2	=	Tegangan 2 (N/m ²)
s_y	=	Nilai luluh bahan (N/m ²)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Mesin pencacah/penghancur adalah mesin yang melakukan fungsi penghancuran seperti bahan yang campuran dengan plastik, maupun yang lain, menjadi butiran atau serpihan untuk di daur ulang. Mata pisau pencacah dengan tipe *shredder*, biasanya dilakukan pada putaran yang rendah (*low speed, high torque*). (Adhiharto, R., & Komara, A. I. 2019) Mesin pencacah dirancang untuk mengubah komponen besar dan menghancurkannya secara acak menjadi komponen yang lebih, sekitar 1” – 2” atau lebih besar. Jumlah mata pisau mempengaruhi kapasitas pencacah dari suatu mesin.

Material komposit adalah material yang sangat penting karena mempunyai sifat-sifat yang khusus. Sifat-sifat tersebut diantaranya adalah kekakuannya, kekuatannya, ringan, tidak terkorosi serta usia fatik yang lebih baik dibanding bahan konvensional lainnya. (Arif, Z. 2023) Polimer adalah zat yang molekulnya memiliki massa molar tinggi dan terdiri dari sejumlah besar unit berulang yang disebut monomer. Polimer terjadi baik dalam bentuk alami maupun sintetis. Polimer sintetis yang biasa disebut plastik direproduksi secara komersial dalam skala besar dan memiliki berbagai sifat dan kegunaan. (Triadi, N.Y., Martana, B., & Pradana, S.2020) Komposit adalah sistem material multi fasa yang terbentuk dari dua atau lebih material dengan sifat yang berbeda. Komposit terdiri serat dan matriks. Serat berfungsi sebagai material rangka yang menyusun komposit. Sedangkan matriks berfungsi untuk merekatkan serat dan menjaganya agar tidak

berubah posisi. Pada material komposit yang dicacah kali ini adalah campuran *Polypropylene/PP* dan Karbon Akif/KA.

Pada mesin pencacah/penghancur, bentuk dan ukuran pisau mempengaruhi hasil cacahan, karena dari jumlah/banyaknya pisau yang diperlukan menentukan hasil kapasitas yang didapat. Karena adanya tekanan pada pisau, akan terjadi defleksi pada pisau pencacah, yang menentukan pisau layak dan aman digunakan. Untuk mengetahui layaknya pisau pencacah dapat dilakukan dengan *software* yaitu salah satunya Ansys Workbench.

Dalam penelitian sebelumnya dengan judul “perancangan mesin *shredder* untuk penghancur kaca” (Syamsi, C. N., Nugroho, A. W., & Himarosa, R. A. 2020). Tujuan dari perancangan ini adalah untuk menghasilkan mesin *shredder* untuk penghancur limbah kaca kapasitas 112 kg/jam, agar dapat membantu menanggulangi masalah sampah organik khususnya kaca yang ada dilingkungan dan rumah tangga. Pisau penghancur yang dirancang berjumlah 10 pisau dan berdiameter 150 mm dengan sisi mata pisau 3. Mata pisau pemotong disusun dengan sistem *shredder* saling berhadapan dengan putaran berlawanan arah. Pada penelitian ini menggunakan *software* Autodesk Inventor 2016 dengan hasil analisis didapat yaitu gaya statis pada pisau pengujian *displacement* didapat nilai maksimal 0,0008353 mm, sedangkan pada pengujian *von mises stress* didapat nilai maksimal 4,377 MPa.

Adapun penelitian lainnya dengan judul “analisis perancangan mesin pencacah limbah plastik menggunakan pisau *crusher* dan *shredder*” tujuan penelitian ini (Shofwan, U. K., Waluyo, J., & Hidayat, T. 2023) adalah memilih

pisau yang akan digunakan dalam perancangan mesin pencacah sampah plastik dengan pisau *crusher* dan *shredder*. Untuk memilih salah satu jenis pisau tersebut menggunakan perhitungan secara manual dan dengan bantuan program *Finite Element Analysis* (FEA), kemudian dianalisis pisau yang mempunyai unjuk kerja yang optimum yang dipilih. Berdasarkan dari hasil perhitungan pisau *crusher* yang memiliki mata pisau 4 buah, dengan daya sebesar 2 HP dan hasil pengujian FEA *allowable stress* yang didapat sebesar $3,19E+04$, dan $2,5E+08$ dinyatakan aman. Sedangkan mata pisau tipe *shredder* mempunyai mata pisau sebanyak 13 buah, dengan daya yang dibutuhkan sebesar 2 HP dan hasil pengujian FEA *allowable stress* sebesar $1,5E+04$ dan $2,5E+08$ dinyatakan aman. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah pisau tipe *crusher* yang direkomendasikan untuk digunakan dalam perancangan mesin pencacah limbah plastik dikarenakan biaya lebih minim daripada pisau tipe *shredder*.

Pada mesin pencacah/penghancur dengan tipe *shredder* diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengetahui layak dan aman pisau saat digunakan dengan bentuk atau ukuran pisau dan material bahan yang sudah ditentukan, sehingga nilai dari tegangan pada pisau, dan *safety factor*/angka keamanan pada material bahan pisau pencacah, sangat diperlukan.

Berdasarkan uraian diatas, maka akan dilakukan penelitian analisis pada pisau mesin pencacah polimer komposit kapasitas skala laboratorium dengan melakukan perbandingan perhitungan manual/matematis dan perhitungan hasil simulasi menggunakan *Ansys FEA (Finite Element Analysis)*. Sehingga diketahui nilai tegangan pada pisau, kekuatan pada material pisau dan angka keamanan pada pisau pencacah.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a) Berapakah hasil nilai tegangan pada pisau mesin pencacah dengan perbandingan perhitungan matematis dan menggunakan *software* ANSYS?
- b) Berapakah nilai kekuatan pisau mesin pencacah menggunakan persamaan teori Tresca atau Guest?
- c) Bagaimana keamanan pada material pisau mesin pencacah polimer komposit dengan menggunakan *software* ANSYS?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, adapun yang menjadi tujuan dalam pembuatan tugas akhir ini sebagai berikut:

- a) Menganalisis distribusi nilai tegangan pada pisau mesin pencacah menggunakan *software* ANSYS.
- b) Menganalisis kekuatan material pisau mesin pencacah dengan persamaan teori Tresca atau Guest.
- c) Menganalisis faktor keamanan (*factor of safety/fos/sf*) pada pisau pencacah dengan menggunakan ANSYS.

1.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, adapun hipotesis pada penelitian ini adalah untuk mengetahui tegangan maksimal pada pisau mesin pencacah,

deformasi yang terjadi pada pisau mesin dan keamanan pisau pada mesin pencacah dengan perhitungan secara matematis dan analisis pada ANSYS.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Manfaat Ilmiah

Penulisan skripsi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang cukup sebagai masukan pengetahuan atau sastra ilmiah yang dapat dijadikan bahan kajian bagi para penelitian lainnya.

2. Manfaat Praktis

Adapun manfaat praktis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Sebagai penambah pengetahuan bagi penulis dan pembaca tentang panduan kekuatan pada pisau mesin pencacah polimer komposit kapasitas skala laboratorium.
- b) Memberikan kontribusi kepada masyarakat dalam pengelolaan limbah plastik.
- c) Untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah plastik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material Komposit

Material komposit adalah material yang terbuat dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berbeda dalam level makroskopik selagi membentuk komponen tunggal sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit bersifat heterogen dalam skala *makroskopik*. Bahan penyusun komposit tersebut masing-masing memiliki sifat yang berbeda dan ketika digabungkan dalam komposisi tertentu terbentuk sifat-sifat baru yang disesuaikan dengan keinginan. Komposit pada dunia industri merupakan campuran antara polimer (bahan makromolekul dengan ukuran besar yang diturunkan dari minyak bumi ataupun bahan alam lainnya seperti karet dan serat). Dapat dikatakan bahwa komposit adalah gabungan antara bahan matrik atau pengikat yang diperkuat. Bahan material terdiri dari dua bahan penyusun, yaitu bahan utama sebagai pengikat dan bahan pendukung sebagai penguat. (Arif, Z. 2023) Bahan penguat dapat dibentuk serat, partikel, serpihan atau dapat berbentuk lain.

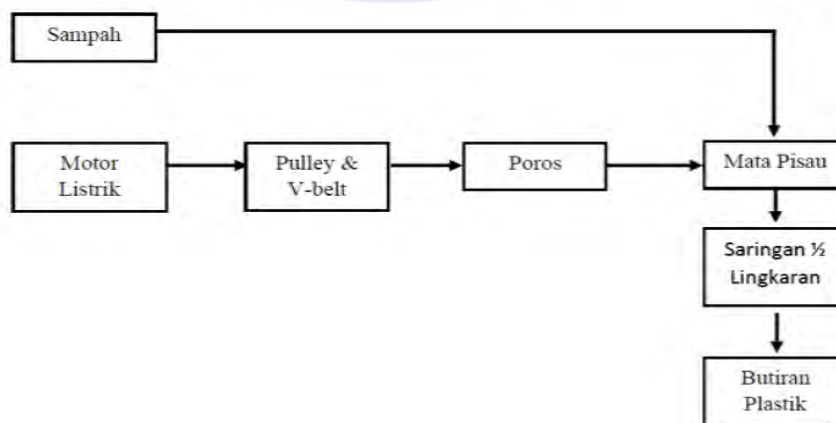
2.2 Mesin Pencacah

Mesin pencacah adalah mesin yang digunakan untuk mencacah material bahan yang dicacah menjadi ukuran yang lebih kecil. (Azhari, C., & Maulana, D. 2018) Proses cacahan menjadi serpihan dapat melalui beberapa tahap dimana pada tahap pertama yaitu plastik dimasukkan ke dalam mesin melalui sebuah corong

yang terdapat pada mesin kemudian material yang akan dicacah tersebut akan dicacah/dihancurkan oleh pisau menjadi serpihan yang kecil, kemudian akan disaring, serpihan yang masih terlalu besar akan dipotong/dicacah lagi menjadi serpihan yang lebih kecil untuk dapat melewati saringan, serpihan yang telah melewati saringan itulah yang merupakan hasil yang diinginkan. Prinsip kerja dari mesin pencacah plastik ini dengan menggerakkan pisau putar menggunakan *pully* dengan penggerak motor listrik.

2.3 Prinsip Kerja Mesin Pencacah

Prinsip kerja dari mesin pencacah plastik ini dengan menggerakkan pisau putar yang berasal dari penggerak motor listrik. (Sopyan, D., & Suryadi, D. 2020) Dimana daya dari motor listrik ditransmisikan menggunakan *pulley* dan *v-belt*. Transmisi ini untuk memutar poros yang terdapat pisau untuk mencacah plastik. Sehingga ketika material komposit dimasukkan kedalam mesin melalui hopper (corong masuk) akan mengenai pisau pencacah. Disinilah terjadi proses pemotongan komposit yang kemudian keluar melalui corong keluar sehingga dapat tersaring. Proses dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1. Prinsip kerja mesin pencacah

2.4 Pisau Pencacah

Pisau pencacah adalah pisau yang berfungsi untuk mencacah sampah plastik menjadi potongan kecil sesuai geometri yang diharapkan. Pencacahan dapat dikatakan baik apabila menggunakan mata pisau yang tajam dengan desain sudut mata pisau yang sesuai. Pisau pencacah dikategorikan menjadi dua fungsi yaitu sebagai berikut:

1. Pisau Dinamis

Pisau dinamis adalah pisau yang mempunyai kekuatan dan ketajaman tertentu agar dapat menghancurkan plastik menjadi potongan-potongan kecil. Pisau ini dirancang untuk putaran tinggi, jadi untuk dudukan pisau harus diperhatikan hasil pengelasannya agar tidak lepas dan menimbulkan kecelakaan, begitu juga pemasangan pada dudukan pisau, harus dikunci kuat sebelum mesin dinyalakan.

2. Pisau Statis

Pisau statis adalah pisau yang dipasangkan pada dudukan pisau yang ada pada rangka mesin. Pisau ini terdiri dari 2 buah yang dipasang sejajar dan sedikit miring dengan poros pisau dinamis dengan sisi tajam yang berdekatan dan berhadapan, sehingga pada saat berputar menyebabkan gaya sobek pada plastik. Pisau ini dipasang dengan 3 buah baut dan mur, sehingga posisinya dapat diatur agar sesuai dengan kebutuhan mesin.

2.5 Tipe – tipe Mata Pisau Pencacah

Adapun tipe-tipe pada pisau pencacah yaitu sebagai berikut:

1. Mata Pisau Tipe *Flake*

Pada tipe mata pisau ini memiliki bentuk belakang melengkung tetapi tidak terlalu dalam. Untuk mata pisau jenis ini bisa digunakan untuk mencacah limbah jenis plastik seperti botol aqua, gelas aqua dan lain – lain. Tipe pisau dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2. Mata pisau tipe *Flake*

2. Mata pisau tipe *Flat*

Jenis mata pisau ini berbeda dengan tipe *flake* dan *shredder*. Untuk sepanjang as jika pendek asnya terdiri dari satu kolom saja, namun jika asnya panjang biasanya akan dipotong menjadi 2 kolom atau lebih, biasanya dalam satu lingkaran as terdiri dari 3 baris. Untuk mata pisau jenis ini biasa cocok digunakan untuk mencacah jenis kantong plastik, dan lain – lain. Tipe pada pisau ini seperti pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3. Mata pisau tipe *Flat*

3. Mata Pisau Tipe *Shredder*

Jenis mata pisau ini memiliki fungsi untuk mencacah sebagai jenis-jenis limbah plastik yang keras, dan lain-lain. Mata pisau ini dapat menggunakan satu atau dua buah silinder/poros, pada penelitian ini menggunakan tipe *shredder* dengan poros tunggal dengan pisau tetap yang saling berhadapan. Agar mata pisau ini bisa bekerja dengan cara menekan, meremukkan, merobek serta menjepit cacahan, (Shofwan,U.K.,Waluyo,J.,&Hidayat,T.2023). Dapat dilihat tipe pisau seperti pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4. Mata pisau tipe *Shredder*

2.6 Rumus – rumus Pada Pisau *Shredder*

Adapun rumus yang digunakan pada pisau *Shredder* adalah sebagai berikut:

1. Luas Penampang

Untuk menentukan luas penampang pada pisau digunakan persamaan lingkaran dapat dilihat dari persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$A = p \cdot l \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

- A = Luas penampang
- p = Panjang (mm)
- l = Lebar (mm)

2. Gaya Potong Pisau

Adapun pemotongan vertikal pada pisau untuk mengetahui berapa nilai gaya pada pisau, dapat dilihat pada persamaan 2.2 sebagai berikut:

$$F = A \cdot fs \text{ (N)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

- F = Gaya pada pisau (N)
- A = Luas penampang bahan (mm)
- fs = Tegangan geser bahan (N/cm³)

3. Kapasitas Pemotongan

Untuk mengetahui kapasitas pada saat pemotongan dapat dilakukan dengan persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$Q = \rho \cdot V \text{ (kg jam)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

- Q = kapasitas pemotongan (Kg/jam)
- ρ = massa jenis plastik (g/cm³)
- V = kec. hasil pemotongan (m/min)

4. Torsi Pisau

Adapun nilai torsi pada pisau pencacah dapat menggunakan persamaan 2.4 sebagai berikut:

$$T = F \cdot r \text{ (N. m)} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

$T =$ Torsi pada pisau (N.m)

$F =$ Gaya yang bekerja pada pisau (N)

$r = \frac{1}{2}$ Diameter pisau (mm)

5. Kecepatan Putaran Potong

Untuk mengetahui kecepatan putaran potong pada pisau dapat menggunakan persamaan 2.5 sebagai berikut:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000 \cdot 60} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

$V_1 =$ Kec. Putaran potong (m/s)

$d =$ Diameter poros (mm)

$n =$ Putaran Poros (rpm)

6. Daya Motor Listrik

Untuk menentukan daya yang dibutuhkan dengan pisau yang digunakan dapat menggunakan persamaan 2.6 sebagai berikut:

$$p = \frac{T \cdot 2\pi \cdot n}{60} (W) \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana:

$T =$ Torsi (Nm)

$n =$ Putaran poros (rpm)

2.7 Material Mata Pisau

Material mata pisau (Saputra, I., Ariyanto, N. P., & Febri, M. 2020) yang digunakan pada penelitian ini yaitu Baja SKD 11, baja perkakas ini mempunyai kualitas dengan *hardenability* yang tinggi, kekuatan tekan tinggi, ketahanan aus yang baik, dan termasuk material yang tangguh. Baja SKD 11 ini termasuk jenis

baja perkakas atau *tool steel* yaitu baja yang banyak digunakan pada bidang manufaktur sebagai *cutting, shear blades, stamping tools, punching, dies* dan sebagainya. Dalam penggunaannya baja ini akan terkena pengaruh gaya luar sehingga menimbulkan perubahan bentuk (deformasi) sehingga baja harus memiliki struktur yang kuat. Untuk menjaga ketangguhan dan kekuatan baja ini perlu dilakukan perlakuan panas yaitu proses kombinasi antara proses pemanasan dan pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat – sifat tertentu. Berikut sifat mekanik (Yaqin, R. I., Priyambodo, B. H., Prasetyo, A. B., & Umar, M. L. 2021) dari bahan SKD 11 pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Sifat mekanik bahan SKD 11 190 – 815 – 3

No.	Sifat Mekanik	Nilai
1.	Densitas (kg/m^3)	7700
2.	<i>Position Ratio</i>	0,30
3.	<i>Modulus Young's (Gpa)</i>	200
4.	<i>Yield Strength (MPa)</i>	330
5.	<i>Tensile Strength (kgf/mm^2)</i>	128
6.	<i>Shear Modulus (Gpa)</i>	76,92

Untuk menunjang proses pemotongan perlu dibutuhkan material pahat atau pisau yang memiliki keunggulan dari pada material yang akan dipotong yaitu seperti berikut:

1. Kekerasan (*Hardness*)

Kemampuan dari material dalam menahan ketika proses pemotongan, penetrasi atau penggilingan. Semakin besar tingkat kekerasan yang dimiliki

oleh suatu material maka akan semakin besar tingkat kerapuan yang dimiliki dari material itu sendiri.

2. Keuletan (*Ductility*)

Kemampuan yang dimiliki material dalam mempertahankan tingkat kekuatannya selama proses yang sedang dialami seperti proses pembentukan ketika diregangkan tanpa menimbulkan retakan pada material. Selain itu dari material juga memiliki sifat kelenturan yaitu material harus mampu dalam proses pembentukan menjadi bentuk baru seperti dipukul atau ditekan.

3. Tegangan tarik (*Tensile Strength*)

Kemampuan yang dimiliki material sebagai parameter dalam mempertahankan bentuk selama mengalami proses penarikan ketika dalam melakukan proses pencacahan atau perubahan bentuk.

4. Tegangan Geser (*Shear Stress*)

Kemampuan yang dimiliki material sebagai parameter dalam mempertahankan bentuk selama mengalami proses gesekan antara material yang lainnya ketika dalam proses pencacahan atau gerakan yang menimbulkan gesekan antara kedua material.

5. Kecepatan Potong (*Cutting Speed*)

Kemampuan yang dimiliki material sebagai parameter dalam mengetahui kecepatan standar yang mampu dilakukan oleh material selama proses memotong suatu material.

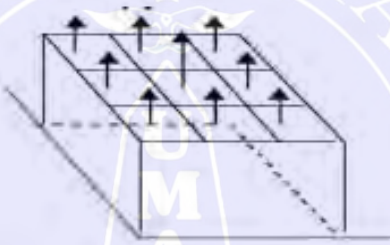
2.8 Tegangan

Tegangan adalah suatu ukuran intensitas pembebanan yang dinyatakan oleh gaya dan dibagi oleh luas di tempat gaya tersebut bekerja. Komponen

tegangan pada sudut yang tegak lurus pada bidang di tempat kerjanya disebut tegangan langsung dan merupakan tegangan Tarik atau *tensile* (positif) atau tegangan tekan atau *compressive* (negatif). (Lubis, S. 2021) Secara umum tegangan dibagi menjadi beberapa bagian yaitu sebagai berikut:

1. Tegangan Normal

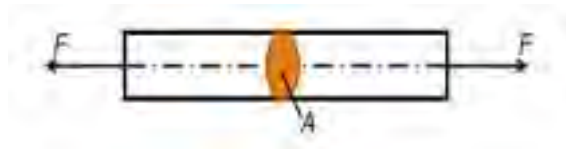
Tegangan normal ialah tegangan yang disebabkan oleh gaya normal yaitu gaya yang arahnya tegak lurus terhadap bidang penampang. Tegangan normal dilambangkan dengan σ (sigma). Ada beberapa jenis tegangan normal yaitu: tegangan Tarik, tegangan tekan, tegangan bengkok.



Gambar 2.5. Pembebanan pada persegi panjang

2. Tegangan Tarik

Tegangan tarik adalah gaya tarik yang ditahan oleh luasan penampang tarik. Biasanya dilambangkan dengan σ_t . Tegangan tarik ini selalu ditemukan dalam pemilihan bahan untuk perencanaan mesin.



Gambar 2.6. Pembebanan tarik

3. Tegangan Tekan

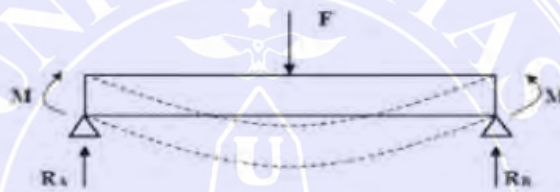
Pada prinsipnya adalah sama dengan tegangan tarik, tetapi yang membedakan tegangan adalah arah gaya yang menyebabkan tegangan yaitu berlawanan dengan arah gaya yang menyebabkan tegangan tarik.



Gambar 2.7. Pembebanan tekan

4. Tegangan Bengkok

Tegangan ini terjadi karena adanya pembebanan pada suatu jarak tertentu sehingga menimbulkan momen yang disebut momen bengkok. Sedangkan luasan yang menahan momen bengkok tersebut disebut momen tahanan bengkok.



Gambar 2.8. Pembebanan tegangan bengkok

2.9 Rumus Tegangan dan Deformasi

Adapun rumus yang dapat digunakan sebagai pembuktian dipenelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tegangan

Dalam suatu elemen mesin, besarnya gaya yang bekerja tiap satuan luas penampang. Tegangan dapat diketahui dengan melakukan pengujian, dan besarnya kekuatan sangat tergantung pada jenis material yang diuji, adapun persamaan 2.7 sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana:

$$\sigma = \text{Tegangan (N/m}^2\text{)}$$

$$F = \text{Gaya (N)}$$

$$A = \text{Luas penampang (m}^2\text{)}$$

2. Deformasi

Deformasi adalah perubahan bentuk atau ukuran dari sebuah objek akibat dari kekuatan tarik, kekuatan tekan, geser, lipatan atau torsi (memutar). Teori deformasi ini dirumuskan seperti pada persamaan 2.8 berikut:

$$\delta l = \frac{F \cdot l}{A \cdot E} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

δl = Deformasi (m)

F = Gaya pemotongan (N)

L = Panjang (m)

A = Luas penampang (m²)

E = Modulus elastisitas (MPa)

2.10 Simulasi Numerik

Simulasi numerik adalah simulasi yang digunakan dengan menggunakan suatu teknik untuk melakukan percobaan, yang melibatkan variabel – variabel fungsi matematika dan logika untuk menjelaskan tingkah laku dan struktur suatu sistem kompleks. Simulasi numerik dapat digunakan untuk merancang, menganalisis, dan menilai suatu sistem (Syahputra, P. 2022).

2.11 Analisis Numerik

Pada Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), analisis berarti penelaahan dan penguraian data hingga menghasilkan simpulan sedangkan numerik berarti

yang berwujud angka. Berdasarkan acuan tersebut kita dapat mengartikan bahwa analisis numerik adalah sebagai penelaahan dan pengurai data hingga menghasilkan kesimpulan yang berwujud angka. Sedangkan metode numerik adalah cara atau teknik yang digunakan untuk memformulasikan masalah matematis agar dapat dipecahkan dengan berabad-abad sebelum penemuan computer modern. Interpolasi linear sudah digunakan lebih dari 2000 tahun yang lalu. Banyak matematikawan besar dari masa lalu disibukan pelh analisa numerik, seperti yang terlihat jelas dari algoritma penting seperti metode Newton, interpolasi polnomial, *lagrange*, eliminasi gauss, atau metode Euler.

Analisis numerik dan metode numerik adalah dua hal yang berbeda. Metode adalah Algoritma, menyangkut langkah-langkah penyelesaian persoalan secara numerik, sedangkan analisis numerik adalah terapan matematika untuk menganalisis metode. Dalam analisis numerik, hasil utama yang ditekankan adalah analisis galat dan kecepatan konvergensi sebuah metode. Teorema – teorema matematika banyak dipakai dalam menganalisis suatu metode. Sejak akhir abad ke – 20 algoritme kebanyakan diimplementasikan dalam berbagai bahasa pemrograman. Netlib memiliki berbagai daftar perangkat lunak yang banyak digunakan di bidang numerik. Pada penelitian kali ini menggunakan perangkat lunak ANSYS WORKBENCH.

2.12 ANSYS WORKBENCH

Ansys Workbench adalah salah satu perangkat lunak berbasis metode elemen hingga yang dipakai untuk menganalisa masalah-masalah rekayasa (*engineering*). Ansys Workbench menyediakan fasilitas untuk berinteraksi antara

solvers famili ANSYS. Ansys Workbench juga dapat berinteraksi dengan perangkat lunak CAD sehingga memudahkan pengguna dalam membangun model geometri dengan berbagai perangkat lunak CAD. Beberapa perangkat lunak tersebut adalah Catia dan Solidwork. Ansys dapat berjalan di platform *Windows* dan *Linux*. Ansys Workbench berisi beberapa fasilitas sebagai berikut:

- a) *Mechanical*, untuk analisa struktur (statik) dan *thermal* (perpindahan panas).
- b) *Fluid Flow*, yang terdiri dari ANSYS CFX dan *Fluent*, untuk analisa CFD (*Computational Fluid Dynamics*).
- c) *Design Modeler*, digunakan untuk membangun geometri model yang akan dianalisa. Juga dapat digunakan untuk memodifikasi hasil gambar dari perangkat lunak CAD. Dan lain – lain.

Kelebihan pada Ansys adalah sebagai berikut :

- a) Memiliki kemudahan yang lebih rendah (lebih sulit) jika dibandingkan dengan *software* lain seperti Solidworks.
- b) Sedangkan dalam hal analisa, Ansys memiliki fitur yang sangat lengkap, sehingga cocok untuk digunakan pada penelitian ini.
- c) Adapun FEM Ansys bisa dikatakan lengkap dan bisa divariasikan sesuai keinginan pada penelitian.

Pada penelitian ini yang digunakan dalam *analysis* kekuatan pada pisau mesin pencacah polimer komposit menggunakan metode FEA (*Finite Element Analysis*) dengan bagian struktur yang akan diuji menjadi elemen-elemen berhingga (*finite*), tiap *element* yang saling terhubung satu sama lain dan proses pembagian objek menjadi beberapa bagian disebut dengan *meshing*. (Pratama, A.,

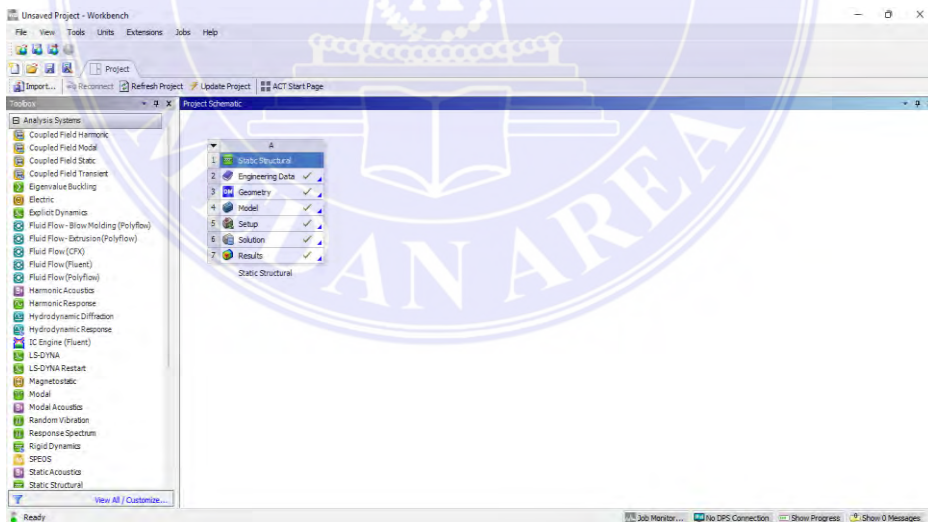
& Agusman, D. 2023). Untuk spesifikasi komputer minimal yang disarankan untuk Ansys Workbench dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Spesifikasi Laptop

No.	Spesifikasi Komputer/Laptop
1.	<i>Processor(s): Workstation class</i>
2.	<i>4 GB of RAM</i>
3.	<i>25 GB hard drive space</i>
4.	<i>Computer must have a physical C” drive present</i>
5.	<i>Graphics card and driver: Professional workstation class 3-D</i>
6.	<i>OpenGL-capable</i>

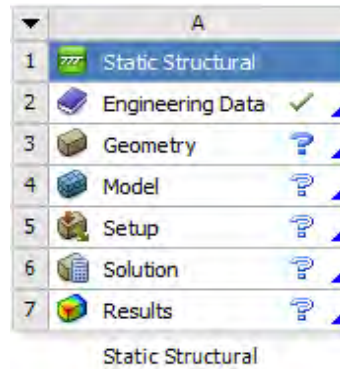
2.12.1 Pengertian menu pada *Analysis Systems*

Menu *Analysis Systems* adalah menu yang terdapat pada Ansys, yang banyak sub menunya untuk digunakan melakukan analisis yang kita butuhkan, pada penelitian kali ini akan dilakukan analisis menggunakan sub menu yaitu *Static Structural*, dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut ini.



Gambar 2.9. Menu *Analysis Systems*

Pada *Static Structural* terdapat sub menu bagian antara lain yaitu, *Engineering data, Geometry, Model, Setup, Solution, Results*, dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Sub menu bagian pada *Static Structural*

Pengertian pada gambar diatas sebagai berikut:

1. *Engineering Data*

Pada bagian ini, adalah langkah pertama untuk melakukan simulasi pada Ansys, yaitu menentukan material yang akan digunakan untuk mengetahui analisis pada material tersebut.

2. *Geometry*

Bagian ini memiliki fungsi untuk melakukan desain bentuk geometri gambar sistem ataupun objek yang telah dibuat. *Geometry* ini menggunakan *Design Modeler* (DM) sebagai aplikasi menggambar desain model yang memiliki mekanisme kerja serupa dengan *SolidWork*, maupun AutoCAD.

3. *Model*

Bagian ini memiliki fungsi untuk melakukan meshing (*grid*) gambar yang telah dibentuk. Tujuan dari proses meshing yaitu membagi sistem ke dalam bentuk bagian yang lebih kecil dari keseluruhan sistem untuk melihat secara detail hasil analisis material struktur yang terdapat pada sistem tersebut ke depannya. Apabila proses meshing yang dilakukan menghasilkan *grid* cukup besar maka mengakibatkan analisis material yang terjadi tidak terlalu baik, dengan penyimpangan cukup besar begitu juga dengan sebaliknya.

4. *Setup*

Bagian ini memiliki fungsi untuk melakukan analisis gambar yang telah dilakukan proses meshing sebelumnya. Analisis yang dilakukan pada bagian ini antara lain analisis reaksi tumpuan atau gaya yang diberikan pada material struktur dan lain – lain. Penentuan dan pemberian data parameter yang berpengaruh pada sistem tersebut dilakukan pada bagian ini. Analisis yang digunakan pada bagian *Setup* menggunakan persamaan-persamaan model matematika.

5. *Solution*

Merupakan sub-bagian dari *Setup*, berfungsi menjalankan (running) perhitungan analisis material struktur hasil penentuan data parameter pada bagian *Setup*.

6. *Result*

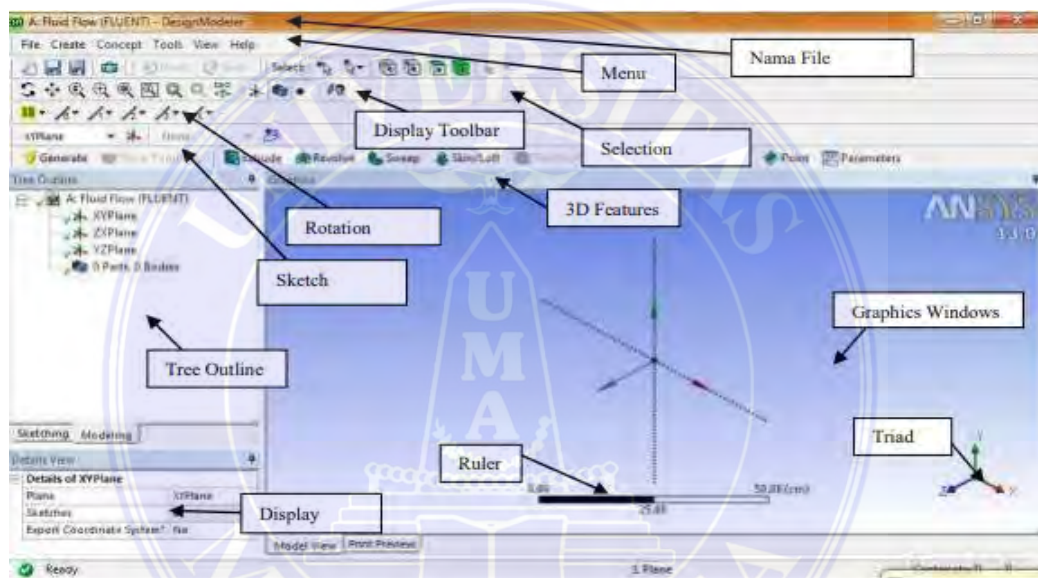
Merupakan sub-bagian dari *Setup*, berfungsi untuk menampilkan hasil dari proses perhitungan analisis material struktur pada *Solution* sebelumnya. Hasil yang didapatkan berupa data grafik, animasi, dan laporan perhitungannya.

2.12.2 *Geometry*

Geometry ini menggunakan *Design Modeler* (DM) sebagai aplikasi menggambar desain model yang memiliki mekanisme kerja serupa dengan *SolidWork*, maupun AutoCAD. Gambar yang mampu dibuat pada DM berupa gambar 2D maupun gambar 3D. Pada bagian awal lembar kerja *Design Modeler* muncul kotak dialog satuan unit panjang. Satuan unit panjang ini menunjukkan ukuran yang digunakan dalam menggambar sistem ataupun objek. Dapat dilihat pada gambar 2.11 dan tampilan pada *Geometry* pada gambar 2.12 dibawah ini.



Gambar 2.11. Tampilan Menu Satuan



Gambar 2.12. Tools Design Modeler

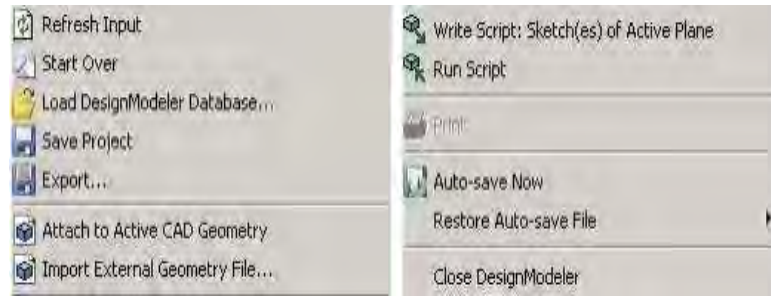
2.12.3 Fungsi bagian pada Tools Design Modeler

Adapun fungsi pada bagian – bagian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menu

Seluruh *features* dan *tools* yang ada di aplikasi *Design Modeler* terdapat di dalam menu yang terdiri dari *file*, *create*, *concept*, *tools*, *view*, dan *help*. Pada setiap *tools* akan dijelaskan secara terperinci sub-menu yang terdapat di dalamnya, dilihat pada gambar 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17, 2.18 dan penjelasan di tabel 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, di bawah ini.

a) *File* menu



Gambar 2.13. Tampilan *File* Menu

Tabel 2.3. Penjelasan fungsi bagian pada *File* Menu

No.	Bagian	Fungsi
1.	<i>Refresh Input</i>	Berfungsi untuk memberikan perintah kepada <i>Design Modeler</i> (DM) untuk me – <i>refresh</i> kembali inputan data awal.
2.	<i>Start Over</i>	Berfungsi untuk memulai kembali model baru pada <i>Design Modeler</i> (DM).
3.	<i>Load Design Modeler Database</i>	Berfungsi sebagai jalan pintas secara cepat untuk memasukkan <i>file</i> yang berbeda ke dalam <i>Design Modeler</i> (DM).
4.	<i>Save Project</i>	Berfungsi untuk menyimpan <i>project</i> dengan <i>extension</i> .wbpj pada lokasi yang spesifikasi.
5.	<i>Export</i>	Berfungsi untuk mengekspor model ke dalam aplikasi <i>Design Modeler</i> (.agdb), <i>Parasolid</i> (.x_t, .xmt_txt atau .x_b, .xmt_bin), <i>ANSYS Neutral File</i> (.anf), dan lain-lain.
6.	<i>Attach to Active CAD Geometry</i>	Berfungsi untuk mengimport model ke dalam <i>Design Modeler</i> dari aplikasi CAD yang sedang digunakan.
7.	<i>Import External Geometry File</i>	Berfungsi secara eksklusif untuk mengimport model dari luar seperti ACIS (<i>extension</i> .sab dan .sat), GAMBIT (<i>extension</i> .dbs), CATIA V5 (<i>extension</i> .CATPart dan .CAT Product), dan lain – lain.
8.	<i>Write Script : Sketch (es) of</i>	Berfungsi untuk menulis keseluruhan

No.	Bagian	Fungsi
	<i>Active Plane</i>	<i>sketch</i> yang aktif ke dalam bentuk <i>script file</i> .
9.	<i>Run Script</i>	Berfungsi untuk memulai membentuk <i>script</i> dengan instruksi dalam bentuk <i>Scripting API</i> .
10.	<i>Print</i>	Berfungsi untuk <i>print</i> model yang telah dibuat.
11.	<i>Auto-Save Now</i>	Berfungsi untuk menyimpan <i>file project</i> yang sedang didesain secara otomatis sehingga <i>project</i> yang sedang dilakukan tidak hilang secara cepat.
12.	<i>Restore Auto-Save File</i>	Berfungsi untuk mengembalikan <i>file Auto save project</i> .
13.	<i>Close Design Modeler</i>	Berfungsi untuk menutup aplikasi <i>Design Modeler (DM)</i> .

b) *Create Menu*



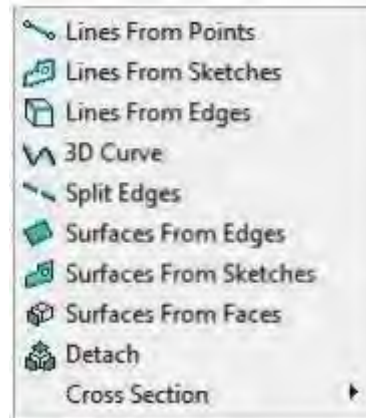
Gambar 2.14. Tampilan *Create Menu*

Tabel 2.4. Penjelasan fungsi pada bagian *Create Menu*

No.	Bagian	Fungsi
1.	<i>New Plane</i>	Berfungsi untuk membuat <i>plane</i> yang baru.
2.	<i>Extrude</i>	Berfungsi untuk membuat ketebalan suatu <i>sketch</i> yang aktif.
3.	<i>Revolve</i>	Berfungsi untuk membuat ketebalan secara memutar suatu <i>sketch</i> yang aktif dengan memanfaatkan besaran sudut.
4.	<i>Sweep</i>	Berfungsi untuk menghubungkan dua buah rangkaian <i>sketch</i> yang berpisah, namun pada satu jalur dan dalam keadaan tertutup satu sama lain.
5.	<i>Skin/Loft</i>	Berfungsi untuk menentukan dua buah ataupun lebih <i>sketch</i> untuk saling dihubungkan jika

No.	Bagian	Fungsi
		memiliki jumlah <i>edges</i> yang sama.
6.	<i>Thin/Surface</i>	Berfungsi untuk membuat <i>solids</i> ke dalam bentuk <i>thin solids</i> ataupun sebuah permukaan/ <i>surface</i> .
7.	<i>Fixed Radius</i>	Berfungsi untuk membuat <i>blends</i> pada model <i>edges</i> .
8.	<i>Variable Radius</i>	Berfungsi untuk membuat <i>blends</i> pada model <i>edges</i> .
9.	<i>Vertex Blend</i>	Berfungsi untuk membuat <i>blends</i> pada bagian ujung <i>solid</i> , <i>surface</i> , ataupun <i>line bodies</i> .
10.	<i>Chamfer</i>	Berfungsi untuk membuat lekukan pada <i>sketch</i> baik berupa lekukan menyudut maupun lekukan <i>smooth</i> .
11.	<i>Pattern</i>	Berfungsi untuk menggandakan <i>faces</i> dan <i>bodies</i> dalam bentuk tiga jenis yaitu <i>linear</i> , <i>circular</i> , <i>rectangular</i> .
12.	<i>Body Operation</i>	Berfungsi untuk memanipulasi <i>bodies</i> dengan menggunakan enam pilihan yaitu <i>simplify</i> , <i>sew</i> , <i>cut material</i> , <i>imprint faces</i> , <i>slice material</i> , dan <i>clean bodies</i> .
13.	<i>Body Transformation</i>	Berfungsi untuk mengubah posisi <i>bodies</i> dengan menggunakan beberapa pilihan yaitu <i>move</i> , <i>translate</i> , <i>rotate</i> , <i>mirror</i> , <i>scale</i> .
14.	<i>Boolean</i>	Berfungsi untuk membuat <i>unite</i> (menggabungkan), <i>subtract</i> (potongan), <i>intersect</i> (slice), atau <i>imprint faces</i> pada <i>bodies</i> .
15.	<i>Slice</i>	Berfungsi untuk meningkatkan fungsi pada ANSYS <i>Design Modeler</i> sebagai alat untuk menghasilkan <i>sweepable bodies</i> untuk <i>hex meshing</i> .
16.	<i>Delete</i>	Berfungsi untuk menghapus <i>sketch</i> yang dibuat.
17.	<i>Point</i>	Berfungsi untuk mengendalikan penempatan dimensi titik yang disesuaikan dengan <i>model faces</i> dan <i>edges</i> .
18.	<i>Primitives</i>	Berfungsi untuk membuat model secara cepat dengan menjelaskan bentuk sederhana yang tidak dipesan oleh <i>sketches</i> .

c) *Concept Menu*



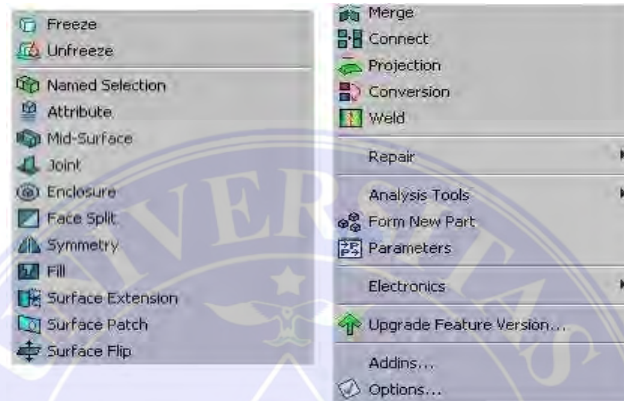
Gambar 2.15. Tampilan *Concept Menu*

Tabel 2.5. Penjelasan fungsi pada bagian *Concept Menu*

No.	Bagian	Fungsi
1.	<i>Lines From Points</i>	Berfungsi untuk membuat <i>line bodies</i> berdasarkan titik <i>point</i> yang telah dibuat.
2.	<i>Lines From Sketches</i>	Berfungsi untuk membuat <i>line bodies</i> berdasarkan <i>sketches</i> dan <i>planes</i> dalam bentuk <i>faces</i> .
3.	<i>Line From Edges</i>	Berfungsi untuk membuat <i>line bodies</i> berdasarkan model <i>edges</i> yang telah ada.
4.	<i>3D Curve</i>	Berfungsi untuk membuat <i>line bodies</i> yang didasarkan pada titik atau koordinat dalam bentuk <i>2D sketch points</i> , <i>3D model vertices</i> , dan titik <i>Point Feature (PF points)</i> .
5.	<i>Split Edges</i>	Berfungsi untuk memotong model <i>edges</i> ke dalam bentuk dua atau lebih potongan.
6.	<i>Surfaces From Edges</i>	Berfungsi untuk membuat suatu permukaan (<i>surface</i>) dari <i>body edges</i> yang telah ada.
7.	<i>Surfaces From Sketches</i>	Berfungsi untuk membuat suatu permukaan (<i>surface</i>) dari <i>sketches</i> yang dijadikan sebagai batasan mereka.
8.	<i>Surfaces From Faces</i>	Berfungsi untuk membuat suatu permukaan (<i>surface</i>) dari <i>faces</i> padatan dan <i>surface bodies</i> yang ada.
9.	<i>Detach</i>	Berfungsi untuk membuat model ke dalam bentuk bagian kecil yang banyak, dimana

No.	Bagian	Fungsi
		tiap bagian tersebut memiliki <i>single face</i> masing – masing.
10.	<i>Cross Section</i>	Berfungsi untuk memberikan definisi pada <i>line bodies</i> berupa properti struktural (<i>beam properties</i>).

d) *Tools* Menu



Gambar 2.16. Tampilan *Tools* Menu

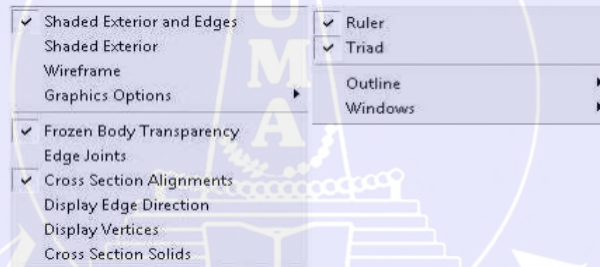
Tabel 2.6. Penjelasan fungsi pada bagian *Tools* Menu

No.	Bagian	Fungsi
1.	<i>Freeze</i>	Berfungsi untuk me – <i>assembly</i> model ke dalam bagian – bagian cukup banyak, dan menampilkan “bagian potongan” ke dalam beberapa sub – volume.
2.	<i>Unfreeze</i>	Berfungsi untuk mengaktivasi <i>body</i> yang terseleksi, grup <i>frozen bodies</i> dan menggabungkan mereka ke dalam bentuk satu model jika memungkinkan.
3.	<i>Named Selection</i>	Berfungsi untuk membuat nama bagian yang dapat ditransfer ke dalam ANSYS <i>Mechanical</i> , atau digunakan dalam membuat beberapa <i>features</i> .
4.	<i>Attribute</i>	Berfungsi untuk menggabungkan nama/nilai yang dapat mengikat di dalam suatu grup.
5.	<i>Mid-Surface</i>	Berfungsi untuk membuat bagian permukaan yang berada di tengah antara bagian model padatan yang telah ada.
6.	<i>Joint</i>	Berfungsi untuk membuat hubungan diantara dua model yang memiliki geometri

No.	Bagian	Fungsi
		berbeda satu sama lain sehingga dapat dilakukan proses <i>meshing</i> secara bersamaan pada nantinya.
7.	<i>Enclosure</i>	Berfungsi untuk menutupi bagian dari suatu model yang akan dianalisis fluidanya seperti gas atau cairan yang melewati bagian tersebut.
8.	<i>Face Split</i>	Berfungsi untuk membagi <i>face</i> ke dalam beberapa bagian <i>face</i> .
9.	<i>Symmetry</i>	Berfungsi untuk mendefinisikan suatu model geometri <i>body</i> sejajar/simetris dengan model yang geometri <i>body</i> yang lainnya.
10.	<i>Fill</i>	Berfungsi untuk mengisi volume <i>body</i> atau volume <i>body</i> yang ter- <i>enclosed</i> dengan sebuah <i>body</i> .
11.	<i>Surface Extension</i>	Berfungsi untuk mengisi bagian yang kosong (<i>gaps</i>) di antara dua buah padatan dengan tujuan untuk menggabungkan dua buah padatan tersebut.
12.	<i>Surface Patch</i>	Berfungsi untuk mengisi bagian yang kosong (<i>gaps</i>) yang terdapat pada permukaan <i>bodies</i> yang berlubang.
13.	<i>Surface Flip</i>	Berfungsi untuk merubah arah orientasi permukaan <i>bodies</i> suatu model.
14.	<i>Merge</i>	Berfungsi untuk menggabungkan beberapa <i>edges</i> atau <i>faces</i> .
15.	<i>Connect</i>	Berfungsi untuk mensejajarkan dan menggabungkan sebuah kelompok <i>vertices</i> , <i>edges</i> atau <i>faces</i> .
16.	<i>Projection</i>	Berfungsi untuk memproyeksikan suatu titik pada <i>edges/faces</i> dan <i>edges</i> pada <i>faces/bodies</i> .
17.	<i>Repair Features</i>	Berfungsi untuk memudahkan pencarian dan pembetulan geometri yang tidak terdeteksi atau geometri <i>error</i> dari sebuah model.
18.	<i>Analysis Tools</i>	Berfungsi untuk mengukur jarak diantara dua buah model dan mendeteksi kesalahan pada model.
19.	<i>Form New Part Tool</i>	Berfungsi untuk membuat grup <i>bodies</i> ke dalam bagian-bagian part untuk

No.	Bagian	Fungsi
		ditransferkan ke dalam <i>Mechanical application</i> sebagai bagian dari <i>multiple bodies</i> .
20.	<i>Parameters</i>	Berhubungan dengan <i>Tools</i> menu dan <i>3D Features</i> , berfungsi untuk mengatur parameter yang terdapat pada <i>Project Schematic</i> .
21.	<i>Electronics</i>	Berfungsi untuk membuat suatu model yang berhubungan dengan analisis <i>thermal</i> menggunakan ANSYS <i>Icepak</i> .
22.	<i>Addins</i>	Berfungsi membuka kotak dialog untuk mengisi dan mengeluarkan <i>third – party addins</i> .
23.	<i>Options</i>	Berfungsi untuk membuka opsi geometri model pada kotak dialog secara <i>default</i> .

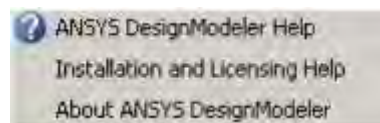
e) *View* Menu



Gambar 2.17. Tampilan *View* Menu

Menu *View* berfungsi untuk mengontrol efek yang akan didekatkan kepada model yang dibuat di *Design Modeler* dan disimpan dalam bentuk file *extension .agdb*. Opsi yang digunakan antara lain *shaded exterior and edges, shaded exterior, wireframe, frozen body transparency, edge joints*.

f) *Help* Menu

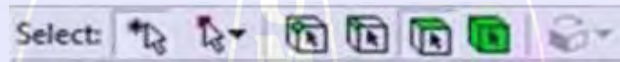


Gambar 2.18. Tampilan *Help* Menu

Help berfungsi untuk memberikan informasi kepada pengguna aplikasi mengenai *tools* serta bantuan informasi proses pembuatan model secara keseluruhan yang terdapat pada *Design Modeler*.

2. Selection Toolbar

Bagian *tools* yang pada tahapan awal digunakan untuk menentukan gambar dan fungsi batasan model apakah berupa kurva, titik, atau dimensi. Selain itu menentukan batasan model berupa *verticles*, *edges*, *faces* atau *bodies*. *Selection Toolbar* memiliki beberapa sub menu antara lain *new selection*, *select mode*, *selection filter: points*, *selection filter: edges*, *selection filter: faces*, *selection filter: bodies*, dan *extend selection*. Adapun urutannya dapat dilihat pada gambar 2.19 dan fungsi bagian pada tabel 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.19. Tampilan *Selection Toolbar*

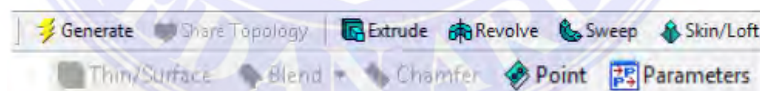
Tabel 2.7. Penjelasan fungsi pada bagian – bagian *Selection Toolbar*

No.	Bagian	Fungsi
1.	<i>New Selection</i>	Berfungsi untuk membersihkan bagian terseleksi yang sudah ada dan memulai seleksi baru kembali.
2.	<i>Select Mode</i>	Berfungsi untuk memilih <i>item</i> desain dengan opsi menu <i>Selection Filters</i> melalui <i>Single Select</i> atau <i>Box Select Drop Down</i> .
3.	<i>Selection Filter: Points</i>	Berfungsi mengaktifkan dan menonaktifkan titik pada bagian model untuk menentukan kondisi batas pada model tersebut.
4.	<i>Selection Filter: Edges</i>	Berfungsi mengaktifkan dan menonaktifkan <i>edges</i> pada bagian model untuk menentukan kondisi batas pada model tersebut.
5.	<i>Selection Filter: Faces</i>	Berfungsi mengaktifkan dan menonaktifkan permukaan <i>faces</i> pada bagian model untuk menentukan kondisi batas pada model tersebut.
6.	<i>Selection Filter: Bodies</i>	Berfungsi mengaktifkan dan menonaktifkan

No.	Bagian	Fungsi
7.	<i>Extend Selection</i>	<p><i>bodies</i> pada bagian model untuk menentukan kondisi batas pada model tersebut. Proses ini dilakukan dalam bentuk <i>bodies</i> berupa <i>solid</i>, <i>surface</i>, dan <i>line</i>.</p> <p>Berfungsi untuk membuat permukaan model yang dibuat lebih halus (<i>smooth</i>) dengan menggunakan beberapa pilihan yaitu <i>extend to adjacent</i>, <i>extend to limits</i>, <i>flood blends</i>, <i>flood area</i>, dan <i>extend to instances</i>.</p>

3. 3D Features

Bagian tools yang digunakan untuk membuat sebuah model dan merubahnya. Bagian-bagian pada 3D Features terdiri dari *Generate*, *Share Topology*, *Extrude*, *Revolve*, *Sweep*, *Skin/Loft*, *Thin/Surface*, *Blend*, *Chamfer*, *Point*, *Parameters*. Tools 3D Features digunakan untuk membuat sebuah model desain dan merubahnya. Sub-sub menu pada 3D Features terdiri antara lain *Generate*, *Shared Topology*, *Extrude*, *Revolve*, *Sweep*, *Skin/Loft*, *Thin/Surface*, *Blend*, *Chamfer*, *Point*, *Parameters*. Dapat dilihat pada gambar 2.20 dan penjelasan fungsinya pada tabel 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.20. Tampilan 3D Features

Tabel 2.8. Penjelasan fungsi bagian pada 3D Features

No.	Sifat Mekanik	Nilai
1.	<i>Generate</i>	Berfungsi untuk mengupdate model setelah melakukan berbagai macam perubahan pada model yang dibentuk.
2.	<i>Shared Topology</i>	Berfungsi untuk merubah suatu grup <i>bodies</i> ke dalam bentuk <i>multibody parts</i> , dimana pada saat <i>meshing</i> kontak antar <i>body</i> tetap bersifat <i>continuous</i> .
3.	<i>Blend</i>	Berfungsi untuk membuat permukaan pada model lebih halus.

No.	Sifat Mekanik	Nilai
4.	<i>Parameters</i>	Berfungsi sebagai data kontrol dalam pembuatan model di <i>Design Modeler (DM)</i> .

Pada bagian sub menu *Extrude, Revolve, Sweep, Skin/loft, Thin/Surface, Chamfer, Point* sesuai dengan *Create Menu*.

4. *Display Toolbar*

Bagian *tools* yang digunakan untuk menentukan pandangan sketsa gambar yang dibentuk pada *Graphics Window*. *Display Toolbar* berfungsi untuk menentukan tampilan suatu model pada layar. *Display Toolbar* terdiri dari sub-menu antara lain *Display Plane, Display Model, Look at Face/Plane/Sketch*, dan *Display Points*. Dapat dilihat tampilannya pada gambar 2.21 dan penjelasan fungsinya pada tabel 2.9 berikut.



Gambar 2.21. Tampilan pada *Display Toolbar*

Tabel 2.9. Penjelasan Fungsi pada bagian *Display Toolbar*

No.	Bagian	Fungsi
1.	<i>Display Plane</i>	Berfungsi untuk menentukan tampilan antara garis vektor sumbu axis terhadap titik asal.
2.	<i>Display Model</i>	Berfungsi untuk menentukan suatu model ditampilkan dalam bentuk 3D atau tidak.
3.	<i>Look at Face/Plane/Sketch</i>	Berfungsi untuk mengarahkan pandangan pembuat kepada model sketch yang dibuatnya.
4.	<i>Display Points</i>	Berfungsi untuk menampilkan titik-titik yang dibuat pada model <i>sketch</i> atau tidak.

5. *Graphics Window*

Bagian lembar kerja dimana sketsa gambar dibuat.

6. *Rotation Model*

Bagian *tools* yang digunakan untuk merotasi posisi pandangan sketsa gambar, ataupun untuk membesar dan memperkecil pandangan sketsa gambar.

Rotation Model terdiri dari beberapa sub menu antara lain *Rotate*, *Pan*, *Zoom*, *Box Zoom*, *Zoom to Fit*, *Magnifier Window*, *Previous View*, *Next View*, *Isometric View*. Adapun terlihat tampilannya pada gambar 2.22 dan penjelasan fungsi bagiannya pada tabel 2.10 berikut.

Gambar 2.22. Tampilan *Rotation Model*Tabel 2.10. Penjelasan fungsi bagian pada *Rotation Model*

No.	Bagian	Fungsi
1.	<i>Rotate</i>	Berfungsi untuk merotasi arah direksi sebuah sketsa, model atau part.
2.	<i>Pan</i>	Berfungsi untuk memindahkan sebuah part supaya dapat terlihat di layar.
3.	<i>Zoom</i>	Berfungsi untuk memmmberikan skala untuk diperbesar ataupun diperkecil pada bagian <i>part</i> supaya terlihat di layar dengan jelas.
4.	<i>Box Zoom</i>	Berfungsi sebagai penanda untuk menindikasikan sebuah objek.
5.	<i>Zoom to Fit</i>	Berfungsi untuk menunjukkan bagian part secara utuh pada layar.
6.	<i>Magnifier Window</i>	Berfungsi untuk memperbesar pada bagian-bagian tertentu model yang telah dibuat.
7.	<i>Previous View</i>	Berfungsi untuk melihat bagian model yang telah dibuat terakhir sebelumnya.
8.	<i>Next View</i>	Berfungsi untuk melihat bagian model yang telah dibuat saat ini.
9.	<i>Isometric View</i>	Berfungsi untuk menentukan arah orientasi geometri dari suatu model yang akan dibuat selanjutnya.

7. *Ruler*

Bagian tools ini digunakan untuk mengetahui ukuran satuan yang digunakan pada pembuatan sketsa gambar.

8. *Triad*

Bagian *tools* ini digunakan untuk menentukan bidang sketsa gambar. Baik berupa *YX Plane*, *XZ Plane*, *YZ Plane* ataupun *Isometric Plane*.

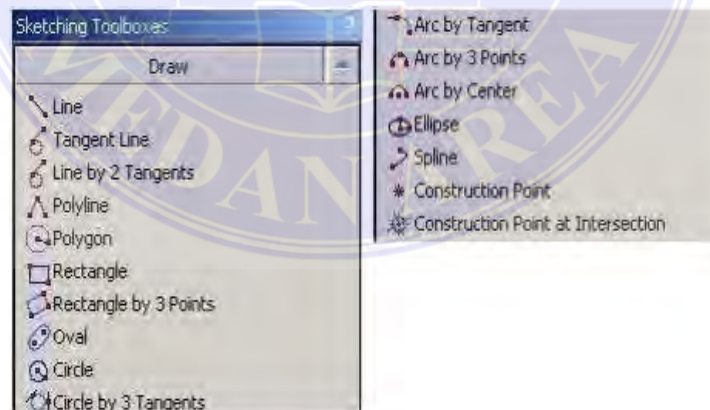
9. Sketch Toolbar

Bagian *tools* ini digunakan untuk membuat bidang baru atau sketsa gambar baru.

10. Tree Outline

Bagian *tools* ini memiliki bagian *sketching* dan *modeling*. Bagian *sketching* terdapat *tools-tools* untuk menggambar, memodifikasi, memberikan dimensi, dan memberikan *setting grid* pada gambar. Pada *modeling* digunakan untuk melihat status proses sketsa gambar yang dibuat. Pada bagian *Tree Outline* terdiri dari dua bagian yaitu *Sketching* dan *Modelling*. Pada bagian *Sketching* terdapat sub menu antara lain *Draw*, *Modify*, *Dimensions*, *Constraints*, dan *Settings*. Berikut penjelasan sub menu pada *Sketching* dilihat pada gambar 2.23, 2.24, 2.25, 2.26, 2.27 dan tabel 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15 dibawah ini.

a) Draw Toolbox

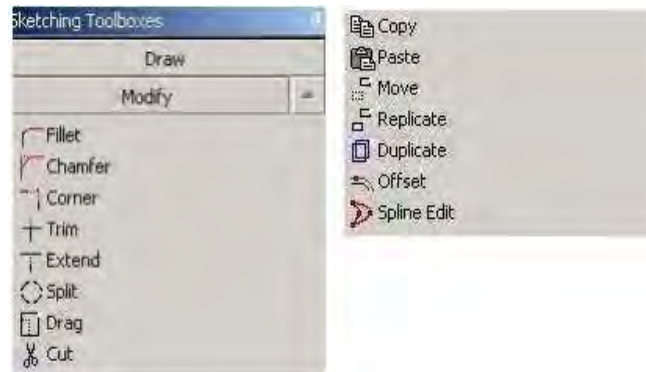


Gambar 2.23. Tampilan *Draw Toolbox*

Tabel 2.11. Penjelasan fungsi bagian pada *Draw Toolbox*

No.	Bagian	Fungsi
1.	<i>Line</i>	Berfungsi untuk membuat garis.
2.	<i>Tangent Line</i>	Berfungsi untuk membuat garis dengan menggunakan <i>tangency</i> antara sebuah garis dan sebuah <i>edge</i> .

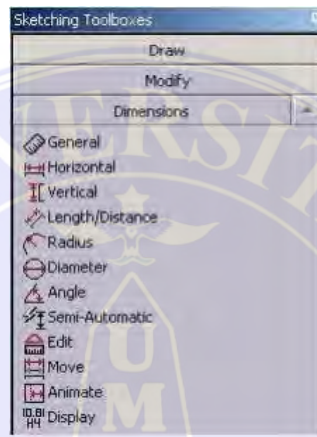
No.	Bagian	Fungsi
3.	<i>Line by 2 Tangents</i>	Berfungsi untuk membuat sebuah garis dengan tangen yang terdapat pada dua <i>edge</i> (ataupun dua <i>points</i>).
4.	<i>Polyline</i>	Berfungsi untuk membuat garis berkelanjutan baik tertutup maupun terbuka
5.	<i>Polygon</i>	Berfungsi untuk membuat garis berkelanjutan yang melingkar secara tertutup ataupun terbuka dengan jumlah antara 3 sampai dengan 36 sisi.
6.	<i>Rectangle</i>	Berfungsi untuk membuat benda dengan geometri persegi.
7.	<i>Rectangle by 3 Points</i>	Berfungsi untuk membuat persegi dengan menggunakan tiga sampai empat titik ujung dari persegi tersebut.
8.	<i>Oval</i>	Berfungsi untuk membuat benda dengan geometri oval
9.	<i>Circle</i>	Berfungsi untuk membuat benda dengan geometri lingkaran.
10.	<i>Circle by 3 Tangents</i>	Berfungsi untuk membuat lingkaran dengan 3 garis tangen.
11.	<i>Arc by Tangent</i>	Berfungsi untuk membuat busur dengan menggunakan garis tangen.
12.	<i>Arc by 3 Points</i>	Berfungsi untuk membuat busur dengan menggunakan tiga titik yang dihubungkan satu sama lain.
13.	<i>Arc by Center</i>	Berfungsi untuk membuat busur dengan menggunakan titik pusat dari busur tersebut.
14.	<i>Ellipse</i>	Berfungsi untuk membuat benda dengan geometri elips.
15.	<i>Spline</i>	Berfungsi untuk membuat garis melengkung yang fleksibel.
16.	<i>Construction Point</i>	Berfungsi sebagai titik yang secara otomatis terkonstruksi selama proses pembuatan <i>edge</i> .
17.	<i>Construction Point at Intersection</i>	Berfungsi untuk menempatkan titik pada posisi <i>intersection</i> di antara dua <i>edge</i> .

b) *Modify Toolbox*Gambar 2.24. Tampilan *Modify Toolbox*Tabel 2.12. Penjelasan fungsi bagian pada *Modify Toolbox*

No.	Bagian	Fungsi
1.	<i>Fillet</i>	Berfungsi untuk menggunakan radius membuat lekukan halus dengan menggunakan radius.
2.	<i>Chamfer</i>	Berfungsi untuk membuat lekukan tajam dengan menggunakan panjang garis tersebut.
3.	<i>Corner</i>	Berfungsi untuk memangkas pada dua buah <i>edge</i> pada posisi <i>intersection</i> .
4.	<i>Trim</i>	Berfungsi untuk memangkas sebuah model baik berupa <i>edge</i> , <i>axis line</i> maupun <i>point</i> .
5.	<i>Extend</i>	Berfungsi untuk memperpanjang <i>edge</i> dengan menghubungkan ujung <i>edge</i> dengan <i>edge</i> , <i>axis line</i> ataupun <i>point</i> lainnya.
6.	<i>Split</i>	Berfungsi untuk mengubah <i>edge</i> menjadi bagian-bagian segmen ataupun <i>point</i> .
7.	<i>Drag</i>	Berfungsi untuk memilih model yang ingin dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain.
8.	<i>Cut</i>	Berfungsi untuk memindahkan model ke dalam internal <i>clipboard</i> , dan menghapus yang sebelumnya dari <i>sketch</i> .
9.	<i>Copy</i>	Berfungsi untuk menggandakan model yang dibuat.
10.	<i>Paste</i>	Berfungsi untuk menempatkan model hasil dari <i>cut</i> maupun <i>copy</i> .
11.	<i>Move</i>	Berfungsi untuk memindahkan model dari satu tempat ke tempat lain dengan model pada tempat sebelumnya tetap ada.
12.	<i>Replicate</i>	Berfungsi untuk memindahkan model dari satu tempat ke tempat lain.

No.	Bagian	Fungsi
13.	<i>Duplicate</i>	Berfungsi untuk menggandakan model yang dibuat.
14.	<i>Offset</i>	Berfungsi untuk membuat model yang lebih besar ataupun lebih kecil dari model sebelumnya pada posisi yang sama.
15.	<i>Spline Edit</i>	Berfungsi untuk memodifikasi splines yang fleksibel.

c) *Dimensions Toolbox*



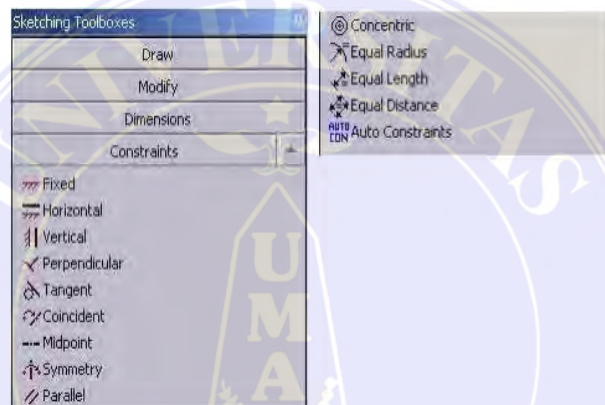
Gambar 2.25. Tampilan *Dimensions Toolbox*

Tabel 2.13. Penjelasan fungsi bagian pada *Dimensions Toolbox*

No.	Bagian	Fungsi
1.	<i>General</i>	Berfungsi untuk memberikan ukuran dimensi secara umum.
2.	<i>Horizontal</i>	Berfungsi untuk memberikan ukuran dimensi pada garis <i>horizontal</i> .
3.	<i>Vertical</i>	Berfungsi untuk memberikan ukuran dimensi pada garis <i>vertical</i> .
4.	<i>Length / Distance</i>	Berfungsi untuk memberikan ukuran dimensi pada dua titik maupun <i>edge</i> yang dipilih.
5.	<i>Radius</i>	Berfungsi untuk memberikan ukuran dimensi jari-jari pada model.
6.	<i>Diameter</i>	Berfungsi untuk memberikan ukuran dimensi diameter pada model.
7.	<i>Angle</i>	Berfungsi untuk memberikan ukuran sudut diantara dua buah garis yang dibuat.
8.	<i>Semi-Automatic</i>	Berfungsi untuk membantu memberikan ukuran dimensi dari jumlah angka dimensi dan posisi dimensi yang ingin.

No.	Bagian	Fungsi
9.	<i>Edit</i>	Berfungsi untuk mengubah nama dan nilai dimensi yang dibuat.
10.	<i>Move</i>	Berfungsi untuk mengubah posisi dimensi dari satu tempat ke tempat lain.
11.	<i>Animate</i>	Berfungsi untuk memberikan efek yang terjadi pada saat nilai ukuran dimensi dari model yang bersangkutan diubah.
12.	<i>Display Name / Value</i>	Berfungsi untuk menampilkan ukuran dimensi yang dibuat.

d) *Constraints Toolbox*



Gambar 2.26. Tampilan *Constraints Toolbox*

Tabel 2.14. Penjelasan fungsi bagian pada *Constraints Toolbox*

No.	Bagian	Fungsi
1.	<i>Fixed</i>	Berfungsi untuk menetapkan <i>edge</i> yang dibuat sehingga tidak dapat dipindahkan kembali.
2.	<i>Horizontal</i>	Berfungsi untuk memberikan gaya beban pada garis yang terdapat di sumbu-x.
3.	<i>Vertikal</i>	Berfungsi untuk memberikan gaya beban pada garis yang terdapat di sumbu-Y
4.	<i>Perpendicular</i>	Berfungsi untuk memberikan gaya beban pada dua buah <i>edge</i> yang saling bersilangan satu sama lain.
5.	<i>Tangent</i>	Berfungsi untuk memberikan beban kepada bagian tangensial dari garis yang dibuat.
6.	<i>Coincident</i>	Berfungsi untuk memberikan beban pada sebuah point ataupun <i>edge</i> yang terdekat terhadap model yang dibuat.
7.	<i>Midpoint</i>	Berfungsi untuk memeberikan beban pada

No.	Bagian	Fungsi
		titik tengah dari suatu garis terhadap titik ujung dari garis tersebut.
8.	<i>Symmetry</i>	Berfungsi untuk memberikan beban secara simetris antara titik ujung suatu garis terhadap pasangan <i>edge</i> .
9.	<i>Parallel</i>	Berfungsi untuk memberikan beban kepada setiap pasangan garis.
10.	<i>Concentric</i>	Berfungsi untuk memberikan beban kepada titik ataupun lokasi sama pada pasangan lingkaran.
11.	<i>Equal Radius</i>	Berfungsi untuk memberikan beban kepada setiap pasangan lingkaran yang memiliki radius sama.
12.	<i>Equal Length</i>	Berfungsi untuk memberikan beban kepada setiap pasangan <i>line</i> yang memiliki panjang sama.
13.	<i>Equal Distance</i>	Berfungsi sebagai pemberi beban kepada setiap pasangan <i>edge</i> , ataupun <i>point</i> dimana salah satu <i>edge/point</i> akan berbagi beban dengan <i>edge/point</i> lainnya.
14.	<i>Auto Constraints</i>	Berfungsi untuk mendeteksi beban pada model secara otomatis.

e) *Settings Toolbox*



Gambar 2.27. Tampilan *Settings Toolbox*

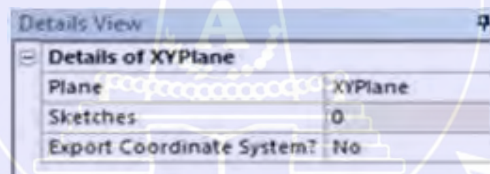
Tabel 2.15. Penjelasan fungsi bagian pada *Settings Toolbox*

No.	Bagian	Fungsi
1.	<i>Grid</i>	Berfungsi sebagai pemandu dalam tahap pembuatan <i>sketch</i> .

No.	Bagian	Fungsi
2.	<i>Major Grid Spacing</i>	Berfungsi untuk mengatur jarak di antara dua buah garis <i>grid</i> secara umum.
3.	<i>Minor-Steps per Major</i>	Berfungsi untuk mengatur jarak di antara dua buah garis <i>grid</i> secara spesifikasi.
4.	<i>Snaps per Minor</i>	Berfungsi untuk menunjukkan lokasi <i>minor – steps per major</i> pada saat tahapan pembuatan <i>sketch</i>

11. *Display View*

Bagian tools ini digunakan untuk menampilkan lembar kerja berupa *Sketch Details*, *Edge Details*, dan *Dimension Details*. Ketiga lembar kerja ini dapat digunakan untuk mengatur proses penggambaran sketsa di *Design Modeler* (DM). Pada bagian *Display View* terdapat beberapa bagian sub menu yaitu *sketch details*, *edge details*, dan *dimension details*. Penjelasannya dapat dilihat pada gambar 2.28 dan tabel 2.16 dibawah ini.



Gambar 2.28. Tampilan *Display View*

Tabel 2.16. Penjelasan fungsi bagian pada *Display View*

No.	Bagian	Fungsi
1.	<i>Sketch Details</i>	Berfungsi untuk memberikan informasi tentang bagian model yang sedang dibuat, baik dalam jumlah <i>edges</i> , <i>points</i> , dan kondisi status dari <i>sketch</i> tersebut.
2.	<i>Edge Details</i>	Berfungsi untuk memberikan informasi tentang status dari setiap <i>edges</i> yang dibuat (contoh: <i>line</i>) dalam pembuatan <i>sketch</i> .
3.	<i>Dimension Details</i>	Berfungsi untuk memberikan informasi secara detail ukuran dimensi setiap <i>edges</i> yang dibuat (contoh: <i>line</i>).

12. Nama File Gambar

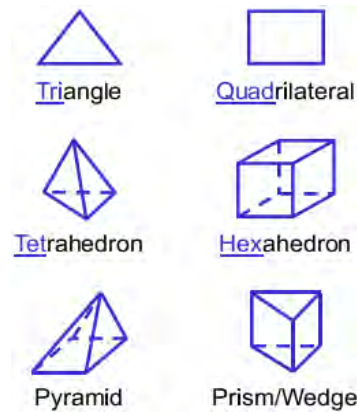
Bagian *tools* ini digunakan untuk menampilkan judul *project* yang dilakukan pembuatan desain geometri pada *Design Modeler* (DM).

2.12.4 Meshing

Proses meshing merupakan langkah selanjutnya setelah proses pembuatan geometri suatu model. Proses meshing pada sebuah model memiliki tujuan untuk mengembangkan secara mendetail untuk menganalisis pada setiap 20 bagian dari model yang bersangkutan. Proses meshing dilakukan dengan cara membuat bagian pada sebuah model menjadi bagian yang lebih kecil. Semakin kecil bagian pada sebuah model hasil proses meshing akan meningkatkan ketelitian dan keakuratan pada analisis suatu model ke depannya. Langkah – langkah yang dilakukan untuk membuka meshing tersebut yaitu:

1. Pastikan terlebih dahulu apabila proses pembuatan geometri pada Design Modeler (DM) telah selesai. Ini dapat dibuktikan dengan tanda centang pada bagian *Geometry*.
2. Pilih Mesh pada sub – bagian *Static structural*.
3. Klik kanan kursor pada bagian *Mesh > Edit*.
4. Kemudian muncul lembar kerja meshing yang digunakan.

Beberapa tipe *mesh* yang umumnya dipakai yaitu: *Triangel* (2D), *Quadrilateral* (2D), *Tetrahedron*, *Hexahedron*, *Pyramid*, *Prims/Wedge*. Dilhat pada gambar 2.29.



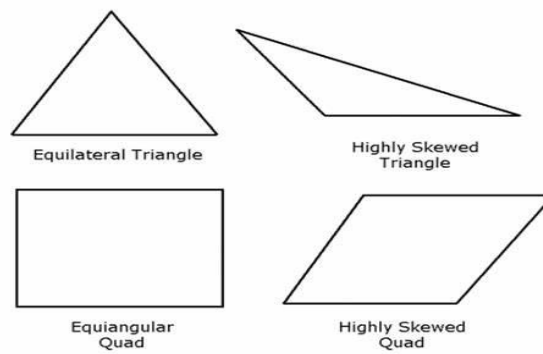
Gambar 2.29. Tipe – tipe *Mesh* pada Ansys

2.12.5 *Mesh Metric*

Pada Ansys *Workbench* terdapat juga *mesh metric* yang digunakan untuk melihat informasi *mesh* dan mengevaluasi kualitas *mesh*. (Nawawi, G. A. 2022) *Mesh metric* terdiri dari, *Element Quality*, *Aspect Ratio for triangles or quadrilaterals*, *Jacobian Ratio*, *Warping Factor*, *Parallel Deviation*, *Maximum Corner Angle*, *Skewness*, *Orthogonal Quality*, *Charateristic Length*, *Minimum Tri Angle*, *Maximum Tri Angle*, *Minimum Quad Angle*, *Maximum Quad Angle*, *Warping Angle*, *Tet Collapse*, *Aspect Ratio*, *Minimum Element Edge Length*, *Maximum Element Edge Length* dan *Characteristic Length*. Saat memilih *Mesh Metric*, muncul nilai *Min*, *Max*, *Average*, dan *Standard Deviation* yang ditampilkan di *View detail* dan grafik batang. Pada penelitian ini jenis *mesh metric* yang dipilih yaitu *Skewness*.

1. *Skewness*

Skewness adalah perbedaan antara *cell* dan bentuk *cell* sama sisi dengan volume yang setara. *Mesh metric* jenis *skewness* ini digunakan untuk menentukan seberapa dekat dengan bentuk ideal. *Cell* yang sangat miring dapat menurunkan akurasi dan mengacaukan solusi. Adapun bentuknya dapat dilihat pada gambar 2.30 dan nilai *skewness* pada tabel 2.17.



Gambar 2.30. Bentuk *Mesh Triangle* dan *Quadrilateral*

Tabel 2.17. Nilai *Skewness*

No.	Nilai <i>Skewness</i>	Kualitas <i>Cell</i>
1.	0 – 0.25	<i>Excellent</i>
2.	0.25 – 0.50	<i>Very good</i>
3.	0.50 – 0.80	<i>Good</i>
4.	0.80 – 0.94	<i>Acceptable</i>
5.	0.95 – 0.97	<i>Bad</i>
6.	0.98 – 1.00	<i>Unacceptable</i>

Pada tabel 2.17 diatas menunjukkan bahwa nilai *skewness* sebesar 0 – 0.25 menghasilkan kualitas *cell* yang terbaik (*Excellent*) dan nilai *Skewness* sebesar 0.98 – 1.00 menghasilkan kualitas *cell* yang terburuk (*Unacceptable*). *Face* dan *cell* yang sangat miring tidak dapat diterima karena persamaan yang diselesaikan mengasumsikan bahwa *cell* relatif sama. Ada dua metode untuk mengukur *skewness*, yaitu, berdasarkan volume sama sisi hanya berlaku untuk *mesh* segitiga dan tetrahedral) dan deviasi dari sudut sama sisi yang dinormalisasi.

2.13 Teori Tresca

Terdapat 2 jenis kriteria kegagalan akibat pembebanan statik (Harahap, A. 2020), yaitu:

- 1) Deformasi plastis terjadi jika material dari struktur sudah mengalami deformasi plastis karena sudah melewati batas tegangan atau regangan luluh (*yield point*) material.

- 2) Patah atau rusak terjadi bila material dari struktur tersebut sudah patah atau melewati batas tegangan maksimum yang diizinkan material.

Teori tegangan geser maksimum memprediksi bahwa kegagalan bahan dimulai ketika tegangan geser yang terjadi melebihi tegangan izin maksimum dari sebuah elemen. Teori tegangan geser maksimum juga disebut sebagai teori Tresca atau teori Guest. Teori ini dirumuskan seperti diperlihatkan pada persamaan 2.9.

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \geq \frac{S_y}{2} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

σ_1 = Tegangan 1 (N/m²)

σ_2 = Tegangan 2 (N/m²)

S_y = Nilai luluh bahan (N/m²)

Kegagalan terjadi apabila lebih besar dari merupakan *yield strength*, yakni nilai meluluhnya suatu bahan akibat beban yang diberikan.

Energi distorsi terjadi jika energi regangan distorsi persatuan volume mencapai atau melebihi energi regangan distorsi persatuan volume untuk menghasilkan tegangan dari elemen yang sama. Teori energi distorsi berkaitan dengan teori *Von Misess Stress*. Teori energi distorsi ini bias membuktikan apakah hasil tegangan *equivalen* simulasi sesuai dengan hasil perhitungan teori energi distorsi. Teori energi distorsi dituliskan dalam bentuk persamaan 2.10 dibawah ini.

$$a' \geq S_y \frac{[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]^{1/2}}{2} \geq S_y \dots\dots\dots (2.10)$$

Kegagalan terjadi apabila lebih besar dari S_y . S_y merupakan *yield strength*, yakni nilai kekalahan dari material bahan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Penelitian ini akan dilakukan di CV. Micro Enterprises General Industrial And Supplier Jl. Pelita I No.1 A Medan, Jl Asem Link XIII, Desa Bandar Klippa Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. Tempat ini dipilih karena cukup merepresentatif untuk kebutuhan pemenuhan dalam penulisan tugas akhir ini.

3.1.2 waktu

Analisa ini dimulai sejak judul tugas akhir ini disetujui oleh kedua pembimbing. Kemudian waktu yang akan digunakan dari persiapan penyusunan tugas akhir ini dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1. Jadwal kegiatan penelitian

Aktifitas	2024															
	Bulan IV				Bulan V				Bulan VI				Bulan VII			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul	■	■														
Penulisan Proposal			■	■												
Seminar Proposal					■											
Proses Penelitian						■	■	■								
Pengolahan Data									■	■	■	■				
Penyelesaian													■	■	■	■
Laporan																
Seminar Hasil																
Evaluasi dan persiapan Sidang																
Sidang Sarjana																

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Pisau Mesin Pencacah

Pisau yang digunakan pada penelitian ini menggunakan tipe pisau *shredder*, dengan tebal 12 mm, dengan diameter luar pisau 200 mm, menggunakan dudukan segienam dengan ukuran 32 mm, dan mempunyai sudut 45°, dengan maetrial pisau yang digunakan Baja SKD 11, dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Pisau *shredder* mesin pencacah

3.2.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam melakukan proses penelitian diantaranya yaitu:

a) Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan dalam proses penelitian numerik ini dapat dilihat pada gambar 3.2. dan tabel 3.2.



Gambar 3.2. Laptop yang digunakan dalam penelitian

Tabel 3.2. Spesifikasi laptop yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama	Spesifikasi
1.	<i>Computer Name</i>	DESKTOP-1QEN1KP
2.	<i>Operating System</i>	Windows 11
3.	<i>System Manufacturer</i>	Acer
4.	<i>Processor</i>	Intel(R), Celeron(R), CPU N3350 @1.10GHz (2 CPUs), -1.1 GHz
5.	<i>Memory</i>	10240MB RAM

b) ANSYS Workbench 2021 R1

Analisis simulasi yang digunakan yaitu Ansys Workbench 2024 R1 yang merupakan perangkat lunak yang difungsikan untuk menganalisis struktur.

Berikut tampilan Ansys terlihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Tampilan Ansys Workbench 2024 R1

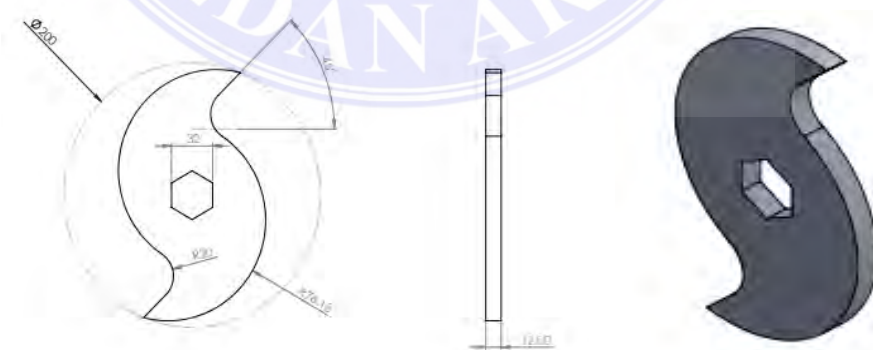
3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan analisis tegangan dari pisau mesin pencacah secara manual dan simulasi menggunakan *software* Ansys Workbench 2021 R1. Perhitungan manual dilakukan agar perbandingan dengan simulasi untuk mendapatkan nilai deformasi total, tegangan maksimum, tegangan ekivalen (*von-mises*) dan keamanan dalam menggunakan analisis elemen hingga. Selanjutnya dilakukan pembuatan dan pengujian pisau mesin pencacah menggunakan Ansys Workbench 2021 R1.

3.4 Prosedur Kerja

Berikut adalah langkah – langkah melakukan simulasi pada pisau mesin pencacah polimer komposit menggunakan *software* Ansys Workbench 2024 R1:

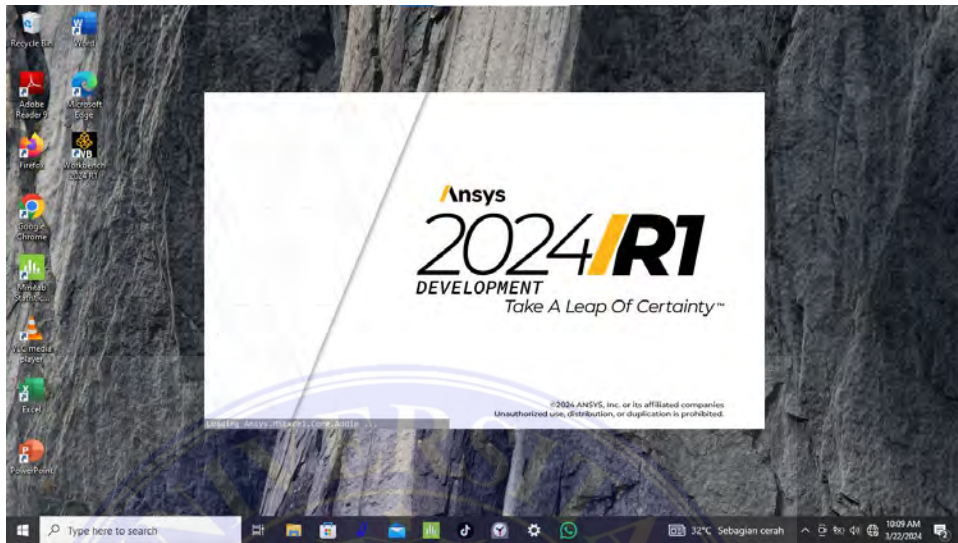
1. Langkah pertama yaitu, mendesain pisau mesin pencacah polimer komposit kapasitas skala laboratorium dibuat dengan tipe *shredder* dengan ukuran yang diketahui yaitu, $D = 200$ mm, $b = 12$ mm, $d = 32$ mm dan $\alpha = 45^\circ$, dapat dilihat pada gambar 3.4.



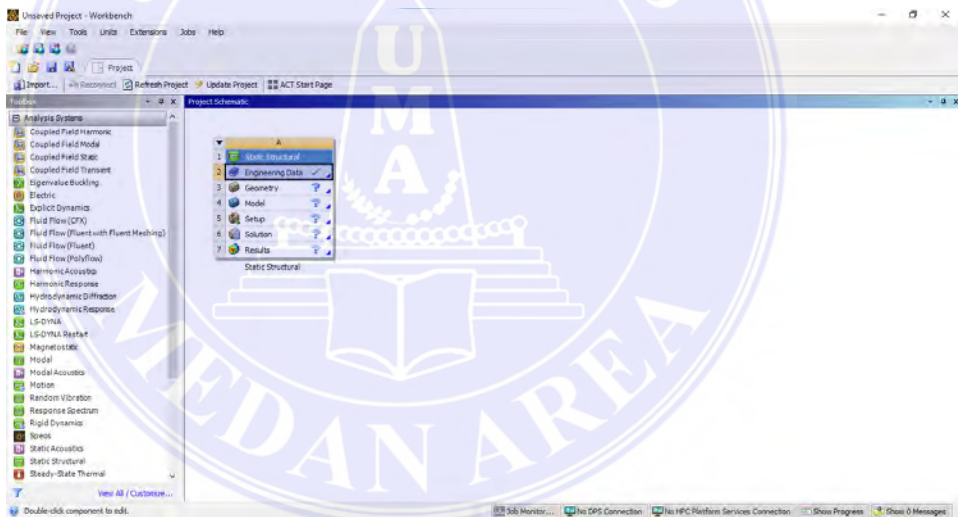
Gambar 3.4. Isometrik pisau pencacah *shredder*

2. Setelah itu, Untuk membuka Ansys Workbench 2024 R1 dimulai dengan *double* klik aplikasi Ansys. Tampilan layar pembuka Ansys

Workbench 2024 R1 dan tampilan *project* di Ansys dapat dilihat pada gambar 3.5 dan 3.6.

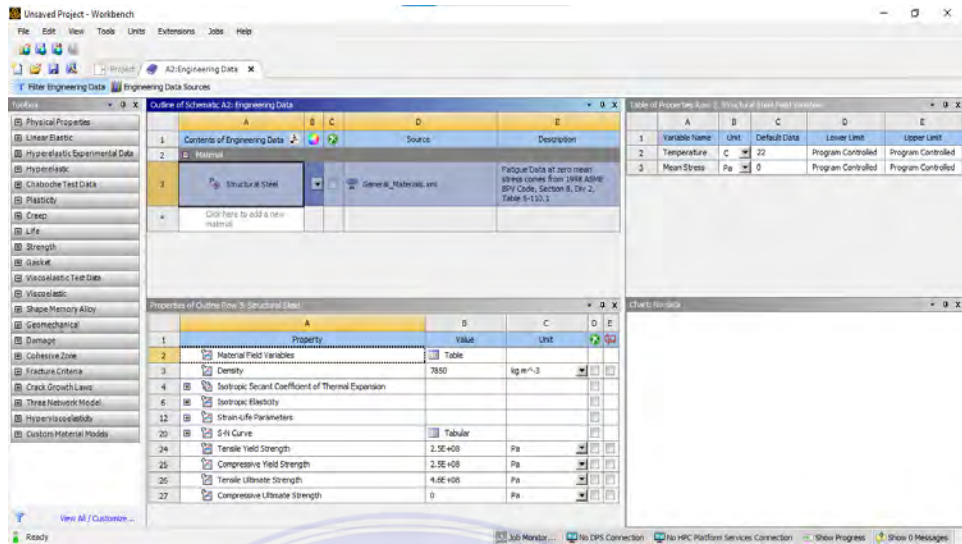


Gambar 3.5. Tampilan awal Ansys



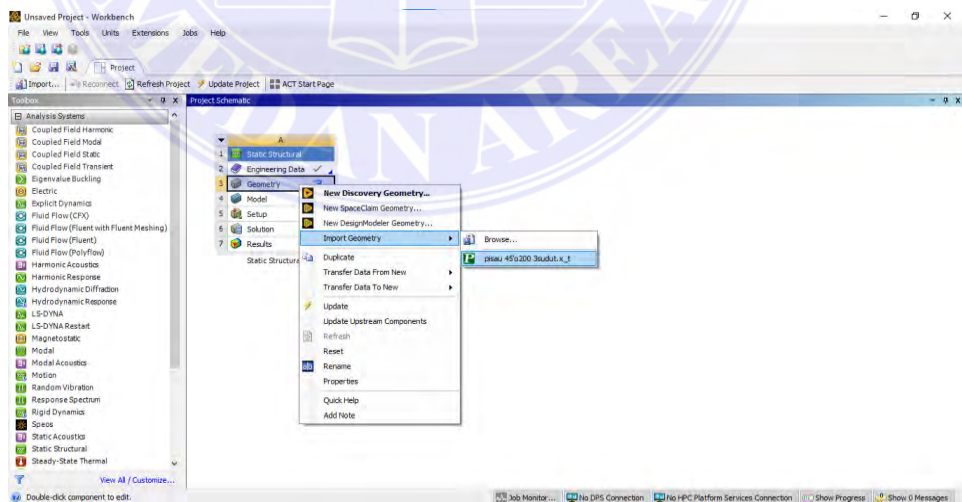
Gambar 3.6. Tampilan *Project* di Ansys Workbench 2024 R1

3. Pada saat melakukan simulasi di Ansys langkah pertama adalah memilih material pisau yang digunakan dengan mengklik *Engineering* data di tampilan *Project* dan mencari jenis material pisau yang digunakan, untuk penelitian ini dipilih *structural steel* terlihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Pemilihan jenis material

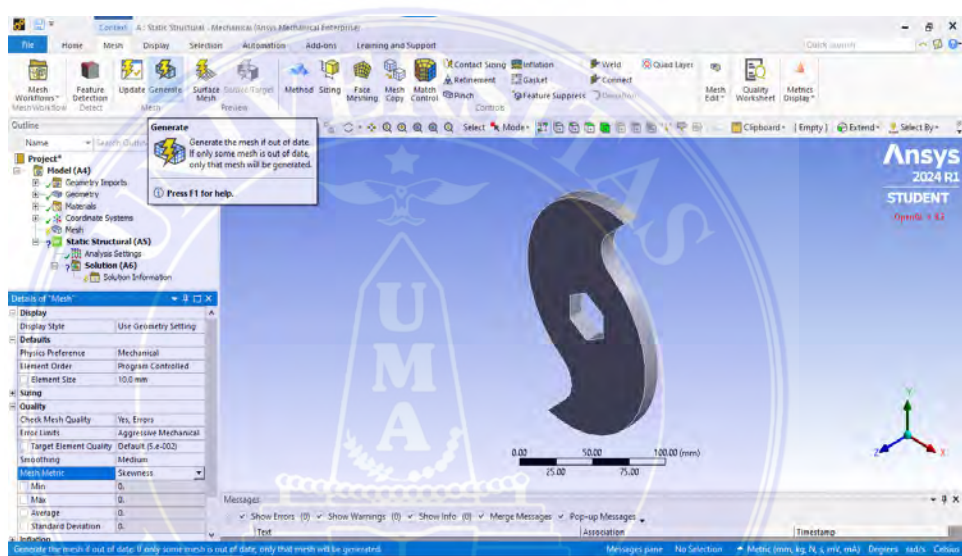
- Setelah memilih jenis material, kembali ke tampilan *project*, kemudian pilih *Geometry* dan masukkan file gambar pisau pencacah dengan cara mengklik kanan *geometry* pilih *Import Geometry* lalu *Browser*/pilih file, setelah file sudah masuk ke *project* Ansys, langkah berikutnya klik kanan *Geometry* lalu pilih *Edit Geometry in DesignModeler*, tampilannya seperti pada gambar 3.8.



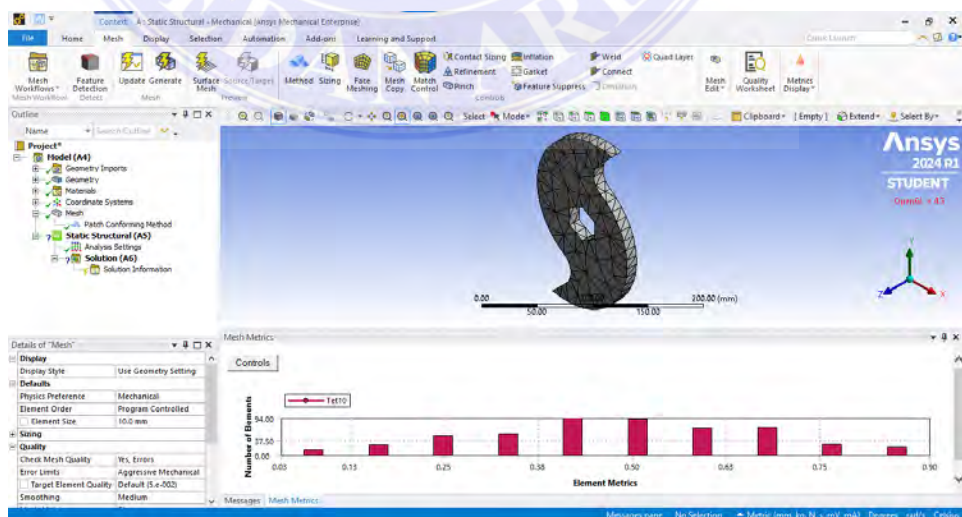
Gambar 3.8. Hasil *Geometry* setelah di *Generate*

- Selanjutnya, kembali ke tampilan *project* untuk melakukan langkah berikutnya dengan mendouble klik *Model*, setelah muncul tampilan

halaman *Model*, klik *mesh* kemudian masukkan nilai *Element Size* 10 mm, lalu klik *Quality* dan pilih *Mesh Metric* yaitu *Skewness* agar proses *Meshing* atau *grading* di pisau baik dalam akurasi hasil dan kecepatan komputasi hingga visualisasai hasil. Setelah itu *Generate mesh*, kemudian klik *Method* dan pilih *geometry* lalu *apply*, dan pilih *Tetrahedrons* kemudian *Generate Mesh*, langkah – langkahnya dapat dilihat pada gambar 3.9, 3.10, dibawah ini.

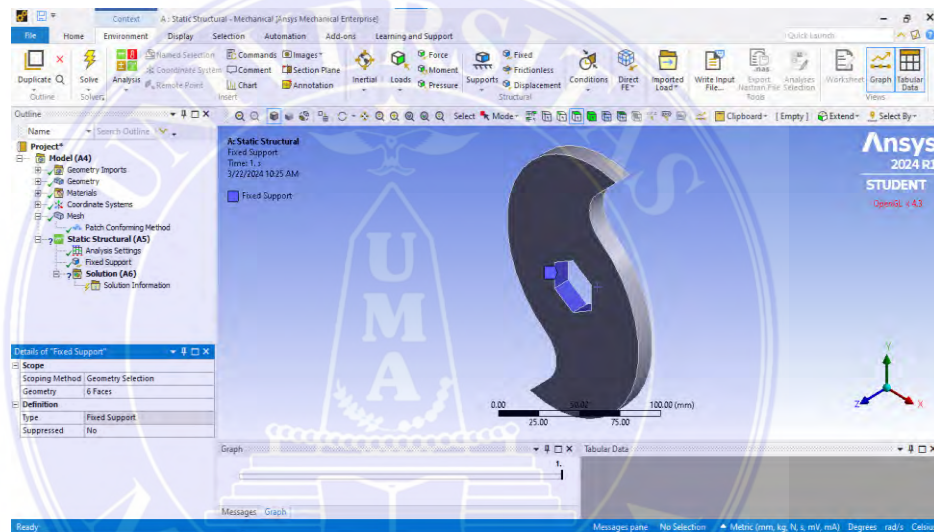


Gambar 3.9. Tampilan setelah menentukan nilai *Element Size* dan *Skewness*

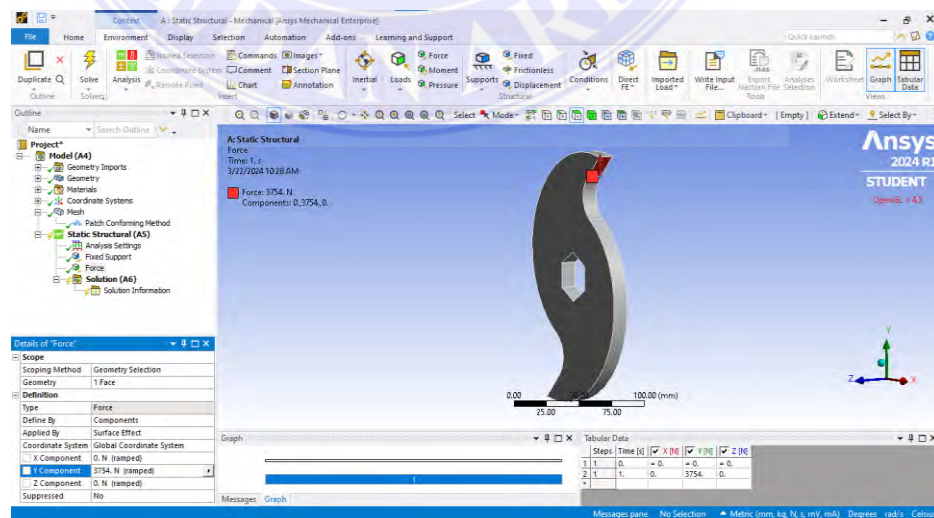


Gambar 3.10. Tampilan setelah memilih *Method* mesh *Tetrahedrons*

6. Langkah berikutnya klik kanan *Static Structural* (A5), kemudian klik *Insert* dan pilih *Fixed Support*, lalu pilih segienam pada *Geometry* dan pilih *Apply*, sebagai tumpuan pada proses simulasi, setelah itu klik kanan *Static Structural* (A5), lalu klik *Insert* dan pilih *Force*, kemudin pilih objek yang akan terjadi gaya pada pisau yaitu klik mata pisau dan klik *Apply*, dan pilih gaya atau tekanan di sumbu Y dengan nilai 3754 N, hasilnya dapat dilihat pada gambar 3.11 dan 3.12.

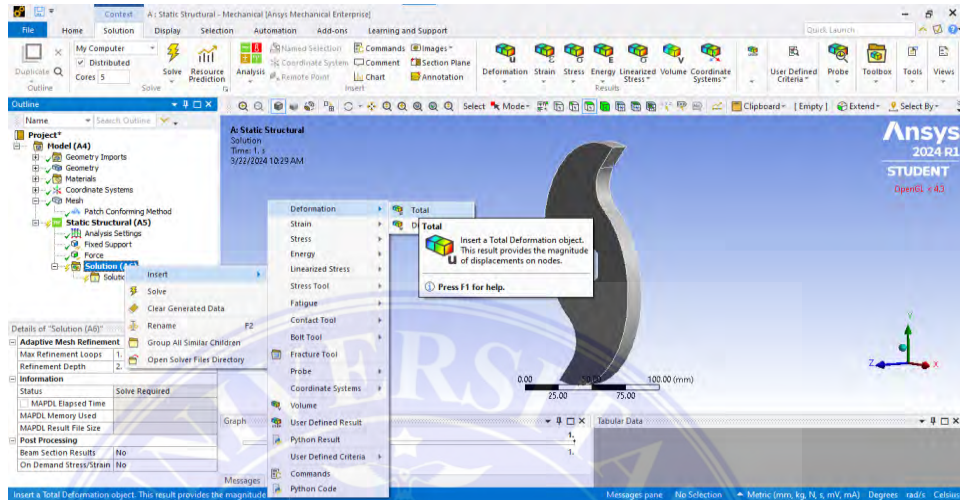


Gambar 3.11. Setelah melakukan pemilihan *Fixed Support*



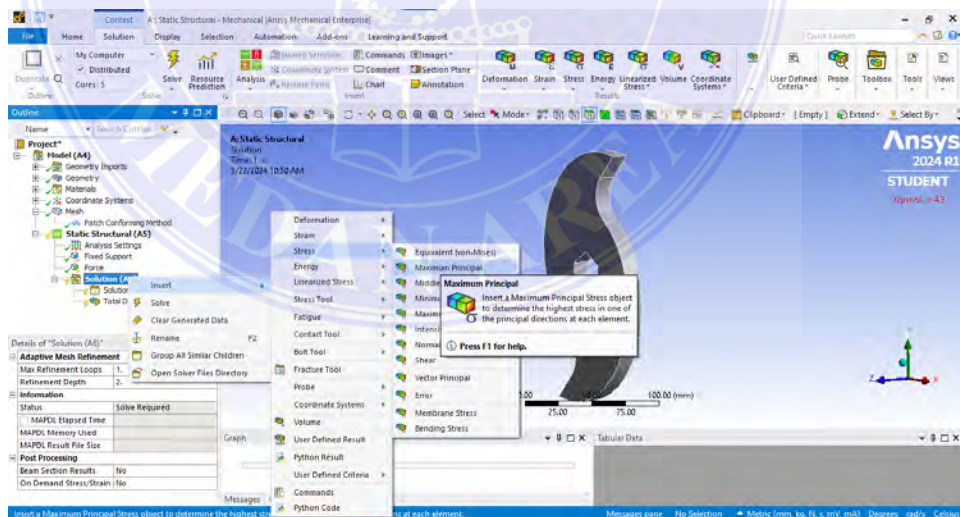
Gambar 3.12. Setelah melakukan pemilihan *Force*

7. Selanjutnya klik kanan *Static Structural* (A6), klik *Insert*, pilih *Deformation*, pilih *Total*, langkah – langkah dapat dilihat pada gambar 3.13 berikut ini.



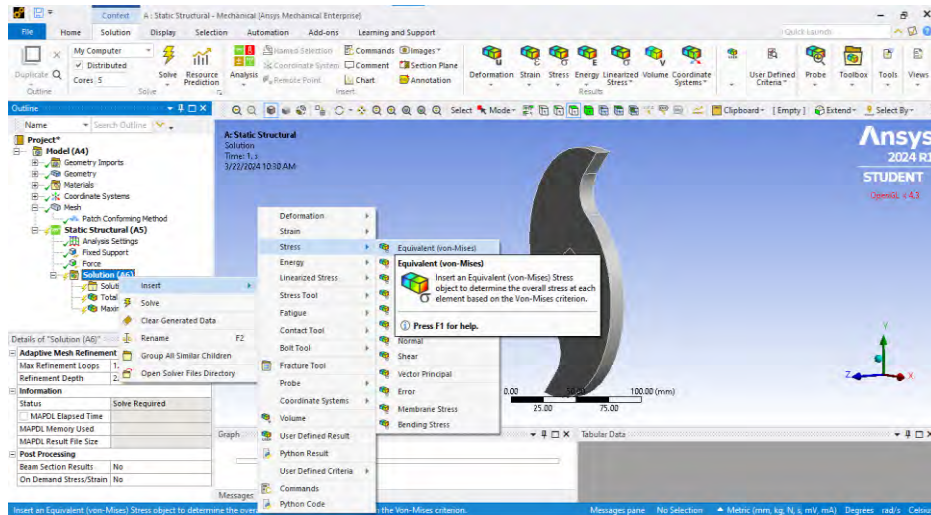
Gambar 3.13. Langkah – langkah melakukan simulasi *Deformation Total*

8. kemudian klik kanan *Static Structural* (A6), klik *Insert*, pilih *Stress*, pilih *Maximum Principal*, dapat dilihat pada gambar 3.14.



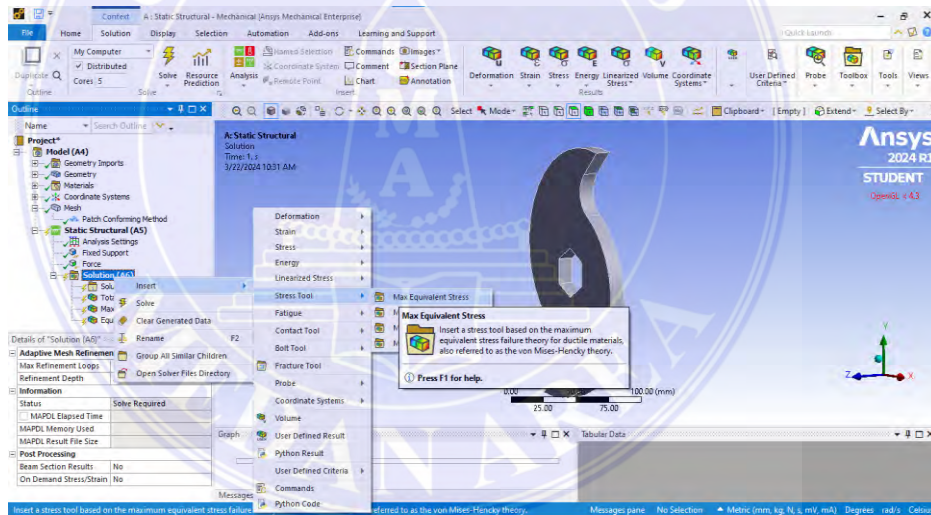
Gambar 3.14. Langkah – langkah simulasi *Maximum Principal*

9. lalu klik kanan *Static Structural* (A6), klik *Insert*, pilih *Stress*, pilih *Equivalent (Von-mises)*, dan dapat juga dilihat pada gambar 3.15 dibawah ini.



Gambar 3.15. Langkah – langkah simulasi *Equivalent (Von – mises)*

10. kemudian terakhir klik kanan *Static Structural (A6)*, klik *Insert*, pilih *Max Equivalent stress (Safety Factor)*, dapat dilihat pada gambar 3.16.

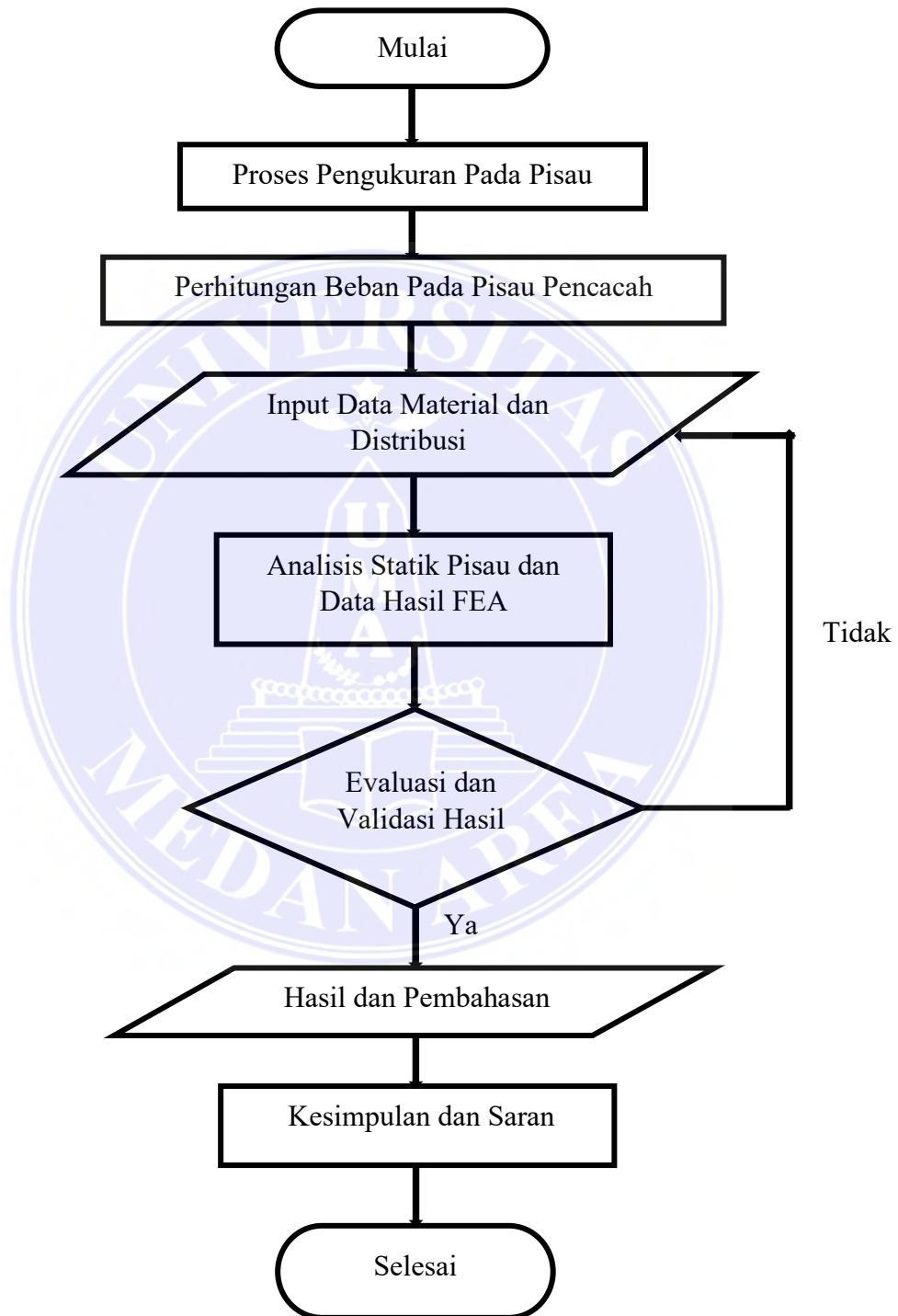


Gambar 3.16. Langkah – langkah simulasi *Safety Factor*

11. Setelah melakukan langkah – langkah simulasi diatar setelah ini lakukan *Solve*, dan muncul lah hasil simulasinya.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada pelaksanaan penelitian tugas akhir dapat dilihat pada gambar 3.17 berikut ini:



Gambar 3.17. Diagram alir penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan dengan perhitungan teoritis dan simulasi menggunakan Ansys Workbench 2024 R1. Maka dengan ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada hasil yang didapat dari perbandingan perhitungan matematis didapat nilai tegangan yaitu 12,8005 MPa dan simulasi Ansys Workbench 2024 R1 nilai tegangan didapat yaitu 93.109 MPa. Dari perbandingan tersebut didapat selisih yaitu 80,3085 MPa. Hal ini membuktikan hasil perhitungan Ansys lebih tinggi/maksimal dari pada perhitungan secara matematis. Perbedaan nilai momen inersia pada perhitungan matematis dengan analisis elemen hingga, dan dalam perhitungan manual benda dianggap solid namun pada perhitungan elemen hingga benda dilakukan dengan proses *meshing*, sehingga banyaknya *nodes* yang didapat menentukan hasil perhitungan dari simulasi Ansys. Serta beberapa pengaruh pembulatan *decimal* yang digunakan saat perhitungan matematis.
2. Hasil perhitungan teori Tresca atau Guest didapat bahwa tekanan yang diberikan pada pisau pencacah dibawah standar kegagalan, kegagalan terjadi apabila lebih besar dari *yield strength* yakni nilai meluluhnya suatu bahan akibat beban yang diberikan, maka pisau mesin pencacah polimer komposit kapasitas skala laboratorium disimpulkan aman digunakan.
3. Hasil simulasi faktor keamanan (*factor of safety/fos/sf*) pada pisau pencacah didapat 3.1936 min – 15 max, Nilai *safety factor* yang baik

adalah jika nilai minimum yang didapatkan lebih besar dari 1, sehingga didapatkan > 1 pada hasil faktor keamanan, maka material pisau pencacah aman atau layak digunakan.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian analisis numerik selanjutnya diharapkan lebih mengembangkan jenis – jenis material pisau dengan menggunakan material yang lainnya.
2. Pada saat melakukan analisis Ansys diharapkan memperhatikan berapa nilai pembebanan atau tekanan yang akan diberikan pada objek saat proses simulasi.
3. Pada pengujian material pisau berikutnya, diharapkan menggunakan 2 material yang berbeda untuk melihat hasil perbandingan kekuatan pisau dengan menggunakan simulasi yang akan digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiharto, R., & Komara, A. I. (2019). Studi Rancang Bangun Mesin *Plastic Waste Shredder* Dengan Kapasitas 15 Kg/Hari Dengan Aplikasi Metode Vdi 2222. *Jurnal TEDC*, 13(3), 292-304.
- Arif, Z. (2023). *Analisis Variasi Komposisi Komposit Polipropilana/Karbon Aktif* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Azhari, C., & Maulana, D. (2018). Perancangan mesin pencacah plastik tipe crusher kapasitas 50 kg/jam. *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*, 13(2), 7-14.
- Diana, L., Safitra, A. G., & Ariansyah, M. N. (2020). Analisis kekuatan tarik pada material komposit dengan serat penguat polimer. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 4(2), 59-67.
- Harahap, A. (2020). Simulasi Pembebanan Pada Shackle Menggunakan Perangkat Lunak Ansys APDL 15.0. *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, 4(1), 74-84.
- Lubis, S. (2021). Analisa Modal Pada Poros Engkol 4 Silinder Kendaraan Ringan. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Uisu (Semnastek)* (Vol. 4, No. 1, pp. 43-49).
- Nawawi, G. A. (2022). Analisis Tegangan Utama Rangka Prototype Mobil Listrik TITEN Menggunakan Metode Elemen Hingga.
- Prabawansyah, K. Y. (2021). *Optimasi Redesign Sudut Mata Pisau Potong Mesin Pencacah Sampah Botol Plastik Di Ksm Tanon Bersih* (Doctoral dissertation, Universitas Atma Jaya Yogyakarta).
- Pratama, A., & Agusman, D. (2023). Analisis Kekuatan Kontruksi Rangka Pada Perancangan Design Belt Conveyor Menggunakan Ansys Workbench. *Sainteks: Jurnal Sain dan Teknik*, 5(1), 12-21.
- Saputra, I., Ariyanto, N. P., & Febri, M. (2020). Pengaruh Temperatur Tempering Terhadap Pembentukan Struktur Mikro dan Kekerasan Baja SKD 11 Untuk Tool Steel. *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan (JATRA)*, 2(1), 10-13.
- Sarjana, S. S., Prawoto, Y., Umroh, B., & Idris, M. (2023). Analisis Tegangan Mekanik Pada Mesin Press Hidrolik Dengan Beban 20 Ton. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 6(2), 258-266.
- Shofwan, U. K., Waluyo, J., & Hidayat, T. (2023). Analisis Perancangan Mesin Pencacah Limbah Plastik Menggunakan Pisau Crusher dan Shredder. *Jurnal Teknologi*, 16(1), 28-36.
- Sopyan, D., & Suryadi, D. (2020). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Kapasitas 25 Kg. *Jurnal Media Teknologi*, 6(2), 213-222.
- Syahputra, P. (2022). *Analisa Simulasi Numerik Kekuatan Mata Pisau Mesin Pencacah Sampah Organik Kapasitas 100 Kg/Jam Menggunakan Aplikasi Solidworks* (Doctoral Dissertation).
- Syamsi, C. N., Nugroho, A. W., & Himarosa, R. A. (2020). Perancangan Mesin Shredder Untuk Penghancur Kaca. *Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta*.

- Triadi, N. Y., Martana, B., & Pradana, S. (2020). Perancangan Mesin Pencacah Plastik Tipe Shredder dan Alat Pemotong Tipe Reel. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(2), 144-153.
- Yaqin, R. I., Priyambodo, B. H., Prasetyo, A. B., & Umar, M. L. (2021). Penerapan Metode Elemen Hingga Dalam Pemilihan Bahan Pada Desain Pisau Mesin Pencacah Plastik. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 6(2), 85-98.



LAMPIRAN

1. Rumus – rumus pada pisau *Shredder*

Data yang digunakan berdasarkan hasil perhitungan matematis secara teoritis sehingga menghasilkan kesimpulan data. Berikut perhitungan yang didapat dengan menggunakan persamaan-persamaan pisau *shredder*:

a) Luas Penampang Lingkaran Pisau

Menghitung luas penampang pisau, menggunakan rumus persegi panjang dengan diketahui (p) panjang 24,44 mm dan (l) lebar 12 mm, sehingga menggunakan persamaan (2.1).

$$\begin{aligned} A &= p \cdot l \\ &= 24,44 \cdot 12 \\ &= 293,28 \text{ mm} \end{aligned}$$

b) Gaya Potong Pisau *Shredder*

Untuk menghitung gaya potong penelitian ini diketahui (A) Luas penampang 293,28 mm, (f_s) tegangan geser bahan 128 kgf/mm², sehingga dapat digunakan persamaan (2.2).

$$\begin{aligned} F &= A \cdot f_s \\ &= 293,28 \cdot 128 \\ &= 3754 \text{ N} \end{aligned}$$

c) Kecepatan Putaran Potong

Menghitung Kecepatan Putaran Potong, diketahui putaran poros (n) 34,9 Rpm dan (d) diameter poros 32,768 mm, dengan menggunakan persamaan (2.5).

$$\begin{aligned}
 V_1 &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000 \cdot 60} \\
 &= \frac{3,14 \cdot 32,768 \cdot 34,9}{1000 \cdot 60} \\
 &= \frac{3590,9140}{60000} \\
 &= 0,0598 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

d) Kapasitas pemotongan

Untuk menghitung kapasitas pemotongan, diketahui massa jenis bahan yang dicacah (ρ) 1 gr/cm³, kecepatan hasil pemotongan (V) 0,0598 m/s dengan persamaan (2.3).

$$\begin{aligned}
 Q &= \rho \cdot V \\
 &= 1 \cdot 0,0598 \\
 &= 0,0598 \text{ gr/jam}
 \end{aligned}$$

e) Torsi Pisau

Menghitung torsi pisau pada pisau *shredder* diketahui, gaya pemotongan (F) 3754 N, dengan persamaan (2.4). dan jari-jari pada pisau (r) 100 mm dikonversi dengan satuan m menjadi 0,1 m, seperti pada persamaan (2.4).

$$\begin{aligned}
 T &= F \cdot r \\
 &= 3754 \cdot 0,1 \\
 &= 375,4 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

f) Daya yang dibutuhkan

Untuk mengetahui berapa daya yang digunakan untuk mesin pencacah, diketahui Torsi (T) 375,4 dan putaran mesin (n) 34,9 rpm yang diteliti dengan persamaan (2.6).

$$P = \frac{T \cdot 2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{375,4 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 34,9}{60} \\
 &= \frac{82277,1688}{60} \\
 &= 1371,28615 \text{ watt} \\
 &= \frac{1371,28615}{746} \\
 &= 1.838185 \approx 2 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

2. Rumus – rumus Pembuktian Pada Ansys

Adapun rumus yang digunakan dalam pembuktian atau perbandingan hasil perhitungan matematis dan hasil simulasi menggunakan Ansys Workbench. Berikut persamaan yang digunakan:

a) Tegangan

Menghitung tegangan yang terjadi diketahui gaya pemotongan (F) 3754 N, luas penampang (A) 293,28 mm maka digunakan persamaan (2.7).

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{F}{A} \\
 &= \frac{3754}{293,28} \\
 &= 12,80005 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

b) Deformasi

Menghitung deformasi diketahui, gaya pemotongan (F) 3754 N, lebar pada mata pisau (l) 12 mm, luas penampang (A) 293,28 mm, modulus elastisitas bahan (E) 200 Gpa = 20×10^5 Mpa, maka digunakan persamaan (2.8).

$$\begin{aligned}
 \delta l &= \frac{F \cdot l}{A \cdot E} \\
 &= \frac{3754 \cdot 12}{293,28 \cdot 20 \times 10^5} \\
 &= 0,076800 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3. Teori Tresca atau Guest

Diketahui dari tabel distribusi *equivalent stress maximum*, diketahui tegangan 1 (σ_1) = 78,282 MPa dan tegangan 2 (σ_2) = 98,944 MPa, nilai luluh bahan (s_y) 200 Gpa, maka dilakukan perhitungan dengan persamaan (2.9).

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \geq \frac{s_y}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{-78,282 - 98,944}{2} \geq \frac{200}{2}$$

$$\tau_{max} = 88,613 > 100$$

Maka dari perhitungan diatas, menyatakan bahwa nilai bahan luluh lebih besar dari tegangan maksimal pada pisau pencacah masih dibawah standar kegagalan.

Maka pisau mesin pencacah ini disimpulkan Aman.