

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA NUMERIK PEMBEBANAN STATIS PADA RANGKA MESIN PENGHANCUR LIMBAH KAYU KAPASITAS 15 KG/JAM**

*Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun oleh :**

**JOKO PRATOMO**

**1 4 0 7 2 3 0 0 4 1**



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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Joko Pratomo  
NPM : 1407230041  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa Numerik Pembebanan Statis Pada Rangka Mesin  
Penghancur Limbah Kayu Kapasitas 15Kg/Jam  
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

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

Medan, 18 September 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



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

Dosen Penguji II



Bekti Suroso, S.T., M.Eng

Dosen Penguji III



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

Dosen Penguji IV



Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Joko Pratomo  
Tempat/Tanggal Lahir : Saentis/ 01 Agustus 1995  
NPM : 1407230041  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“Analisa Numerik Pembebanan Statis Pada Rangka Mesin Penghancur Limbah Kayu Kapasitas 15 Kg/Jam”.**

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

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

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

Medan, 18 September 2019

Saya yang menyatakan



Joko Pratomo

## ABSTRAK

Pengolahan limbah kayu dengan mesin penghancur akhir-akhir ini kurang efektif karena rangka tidak mampu menahan beban penghancuran yang diberikan. Berangkat dari masalah tersebut maka tujuan dari proyek tugas akhir ini adalah analisa numerik pembebanan statis pada rangka mesin penghancur limbah kayu kapasitas 15 kg/jam. Analisa numerik pembebanan rangka ini menggunakan *Software Solidwork* sebagai solusi simulasi perhitungannya. Pembebanan statis adalah pembebanan yang bekerja secara terus-menerus pada suatu struktur. Beban statis juga diasosiasikan dengan beban-beban yang secara perlahan-lahan timbul serta mempunyai variabel besaran yang bersifat tetap (*steady states*). Dengan demikian, jika suatu beban mempunyai perubahan intensitas yang berjalan cukup perlahan sedemikian rupa sehingga pengaruh waktu tidak dominan, maka beban tersebut dapat dikelompokkan sebagai beban statik (*static load*). Perhitungan rangka ini di fokuskan pada rangka atas dan dengan pemberian beban 161,6325 N. Dari hasil pembebanan rangka diperoleh bahwa rangka aman untuk menerima beban 161,6325 N dengan profil rangka menggunakan UNP 50 mm, Siku 50 mm dan besi plat 3 mm. Analisa pembebanan juga aman dengan sistem penyambungan pengelasan.

**Kata kunci** : Limbah kayu, *Software solidwork*, dan Analisa numerik pembebanan statis pada rangka.

## ABSTRACT

Waste processing by wood crushing has recently been ineffective because the framework is unable to withstand the burden of crushing. Departing from this problem, the goal of this final project is a numerical analysis of static loading on the framework of a wood waste loading uses *Solidwork Software* as a simulation solution. Static loading is a load that works continuously on a structure. Static load is also associated with burdens that slowly arise and intensity which runs slowly enough in such a way that the influence of time is not focused on the upper frame and with a load of 161,6325 N. From the results of loading the framework obtained that the framework is safe to receive a load of 161,6325 N with a frame profile using UNP 50 mm, Elbow 50 mm and iron plate 3 mm. Load analysis is also safe with a welding splicing system.

**Keywords :** Wood waste, *Solidwork Software*, and numerical analysis of static loading on the frame.

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang. Segala puji dan syukur kita kepada Allah SWT atas segala berkat dan rahmat yang telah diberikan sehingga selesainya penelitian dan penulisan laporan tugas akhir yang berjudul “Analisa Numerik Pembebanan Statis Pada Rangka Mesin Penghancur Limbah Kayu Kapasitas 15 Kg/jam” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) Medan.

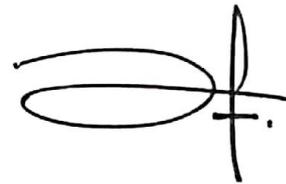
Banyak pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan laporan Tugas Akhir ini, maka diucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak M. Yani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan bimbingan demi sempurnanya Tugas Akhir ini.
3. Bapak H. Muharnif, S.T., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan demi sempurnanya Tugas Akhir ini.
4. Bapak Bekti Suroso, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan demi sempurnanya Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik UMSU yang memberi dukungan dengan dilaksanakan penelitian penulisan laporan ini.
6. Bapak Affandi, S.T, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin UMSU yang memberi dukungan untuk dilaksanakan penelitian dan penulisan laporan.
7. Ayahanda Sariun, Ibunda Yusnani dan Adinda Ganda Satria selaku keluarga yang tercinta atas doa dan dorongan baik material maupun spritual sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.

8. Terima kasih buat Sugi Widiawati, selaku sahabat dekat yang selalu membantu memberikan semangat untuk melanjutkan Tugas Akhir.
9. Terima kasih buat Angga Adi Syahputra, Rahmat, Rendi, dan Setia Wandu, selaku yang telah mendukung dan memberi saran serta semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Dan semua pihak yang tidak disebutkan satu-persatu, yang telah membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

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

Medan, 18 September 2019

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized, elongated oval shape on the left and a vertical stroke on the right that ends in a small horizontal tick and a dot.

Joko pratomo

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. Metode Analisis Numerik	4
2.2. Beban Statis	6
2.3. Pengertian Rangka	7
2.2.1. Macam-macam Struktur Rangka	8
2.2.2. Kolom	10
2.2.3. Sistem struktur <i>parallel bearing wall</i>	11
2.3.4. Material Rangka	13
2.3.5. Fungsi Rangka Mesin	13
2.3.6. Konsep yang digunakan dalam pembuatan rangka	14
2.3.7. Identifikasi Bahan	17
2.3.8. Perhitungan Rangka	17
2.3.8.1. Kesetimbangan benda tegar	17
2.3.8.2. Momen Inersia	19
2.3.8.3. Momen Inersia Penampang besi siku	19
2.3.8.4. Defleksi	20
2.4. <i>Software Solidwork</i>	28
2.4.1. Kelebihan <i>Software Solidwork</i>	30
2.4.2. Kekurangan <i>Software Solidwork</i>	30
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>32</b>
3.1. Tempat waktu	32
3.2. waktu	32
3.3. Alat dan bahan	33
3.4. Diagram alir	35
3.5. Prosedur Penelitian	36
<b>BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	<b>37</b>
4.1. Perencanaan konstruksi	37
4.4.1. Perencanaan Rangka Bagian Atas 1	37

4.4.2. Perencanaan Rangka Bagian Atas 2	44
4.2. Menyiapkan alat untuk menggambar yaitu Komputer	51
4.3. Menginstal <i>Software Solidwork</i> yang akan digunakan untuk menggambar mesin penghancur limbah kayu.	51
4.4. Membuat gambar rangka menggunakan pensil ( <i>Sketsa</i> )	52
4.5. Membuat gambar rangka menggunakan <i>Software Solidwork</i> (10-30 %)	52
4.6. Membuat gambar rangka menggunakan <i>Software Solidwork</i> (50%)	53
4.7. Membuat gambar rangka menggunakan <i>Software Solidwork</i> (70 %)	53
4.8. Membuat gambar rangka menggunakan <i>Software Solidwork</i> (100 %)	54
4.9. Analisa dengan <i>Solidwork</i>	55
A. Perubahan Bentuk ( <i>Displacement</i> )	55
B. Faktor Keamanan ( <i>Factor Of Safety</i> )	56
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>57</b>
5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel 2.1 klarifikasi bahan rangka mesin Penghancur Limbah kayu	13
Tabel 2.2. Tabel 2.2. Jenis –Jenis Reaksi Dukungan.	17
Tabel 3.1. Tabel 3.1 Jadwal proses kegiatan analisa numerik pembebanan statis pada rangka mesin penghancur limbah kayu.	32
Tabel 4.1. Nilai gaya dalam potongan x-x	42
Tabel 4.2. Nilai gaya dalam potongan y-y	43
Tabel 4.3. Nilai gaya dalam potongan x-x	48
Tabel 4.4. Nilai gaya dalam potongan y-y	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Rangka Mesin	8
Gambar 2.2.	Struktur Lipatan	8
Gambar 2.3.	Struktur rangka melintang	9
Gambar 2.4.	Struktur rangka cangkang	11
Gambar 2.5.	Struktur dinding panjang	12
Gambar 2.6.	Struktur dinding dua arah	12
Gambar 2.7.	Proses Penyambungan Dudukan atas	14
Gambar 2.8.	Proses Penyambungan Dudukan motor	15
Gambar 2.9.	Proses Penyambungan tiang rangka	15
Gambar 2.10.	Rangka Mesin Yang Telah Dirakit	15
Gambar 2.11.	Rangka telah di <i>finishing</i>	16
Gambar 2.12.	Penampang rangka utama	19
Gambar 2.13.	Batang Yang Di Beri Beban Merata	20
Gambar 2.14.	Diagram Benda Bebas Gaya Luar	20
Gambar 2.15.	Diagram Benda Bebas Gaya Dalam	21
Gambar 2.16.	Diagram Momen Dan Gaya Geser	23
Gambar 2.17.	Diagram Benda Bebas Kesetimbangan Gaya Luar	24
Gambar 2.18.	Diagram Benda Bebas Kesetimbangan Gaya Dalam	26
Gambar 2.19.	<i>Software Solidwork</i>	29
Gambar 2.20.	Gambar Rangka Menggunakan <i>Software Solidwork</i>	31
Gambar 3.1.	Komputer	33
Gambar 3.2.	Pulpen,Pensil Dan Kertas	34
Gambar 3.3.	Perangkat Lunak <i>Solidwork</i>	34
Gambar 3.4.	Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 4.1.	Perencanaan Konstruksi	37
Gambar 4.2.	Konstruksi Rangka Bagian Atas	39
Gambar 4.3.	Gaya Yang Bekerja Pada Batang	39
Gambar 4.4.	Gambar Potongan Gaya	41
Gambar 4.5.	Reaksi Gaya Dalam Potongan X-X	41
Gambar 4.6.	Reaksi Dalam Potongan Y-Y	42
Gambar 4.7.	Inersia Besi Siku	43
Gambar 4.8.	Konstruksi Rangka Bagian Atas	45
Gambar 4.9.	Gaya Yang Bekerja Pada Batang	45
Gambar 4.10.	Gambar Potongan Gaya	47
Gambar 4.11.	Reaksi Gaya Dalam Potongan X-X	47
Gambar 4.12.	Reaksi Gaya Dalam Potongan Y-Y	48
Gambar 4.13.	Inersia Besi Siku	49
Gambar 4.14.	Komputer	51
Gambar 4.15.	Perangkat Lunak <i>Solidwork</i>	51
Gambar 4.16.	Gambar Rangka Menggunakan Pensil ( <i>Sketsa</i> )	52
Gambar 4.17.	Gambar Rangka Dengan <i>Solidwork</i> (10-30 %)	52
Gambar 4.18.	Gambar Rangka Dengan <i>Solidwork</i> (50 %)	53
Gambar 4.19.	Gambar Rangka Dengan <i>Solidwork</i> (70 %)	53
Gambar 4.20.	Gambar Rangka Dengan <i>Solidwork</i> (100 %) Dan <i>Finishing</i>	54
Gambar 4.21.	Perubahan Bentuk Pada Rangka	55
Gambar 4.22.	Faktor Keamanan (Factor Of Safety)	56

## DAFTAR NOTASI

Beban (F)	= (kg/mm)
Diameter (D)	= (mm)
Faktor koreksi ( $f_c$ )	= (Watt)
frekuensi (f)	= (Hz)
Gravitasi (g)	= ( $m/s^2$ )
Jarak titik berat (y)	= (mm)
Momen maksimum (Mmax)	= (Nmm)
Momen Inersia (I)	= (Kg. $m/s^2$ atau N)
Tegangan ( $\sigma$ )	= (N)
Torsi sisi kancang ( $T_1$ )	= (N.m)
Torsi sisi kancang ( $T_2$ )	= (N.m)
Power/daya (P)	= (kW)
Putaran (Rpm)	= (m/s)

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Permesinan ini banyak model, bentuk dan manfaatnya masing-masing, salah satunya adalah mesin penghancur limbah kayu. Mesin penghancur limbah kayu ini banyak digunakan oleh para wirausaha, baik itu usaha rumahan, dipasar dan perindustrian skala besar. Usaha dibidang ini lumayan sangat banyak dibutuhkan, karena penghancur limbah kayu banyak digunakan di masyarakat untuk menghaluskan bahan-bahan kayu sesuai dengan kebutuhan dan kegunaanya.

Mesin penghancur limbah kayu ini ada berbagai jenis dan model, mesin yang biasa digunakan di pasar dan usaha rumahan biasanya mesin penggerak utama menggunakan mesin bensin, mesin solar dan motor listrik. Untuk penggunaan mesin penggerak utama disesuaikan dengan kebutuhan dan kegunaanya masing-masing. Ditemukan yang penggerak utamanya menggunakan motor listrik dan yang banyak ditemukan adalah mesin yang penggerak utamanya adalah mesin bensin dan mesin diesel.

Penggunaan teknologi mesin telah merambah diberbagai sektor kehidupan, salah satunya adalah sektor industri meuble yang tidak ketinggalan dalam memanfaatkan kecanggihan teknologi mesin yang sudah ada. Pada awalnya pemotongan kayu dilakukan secara manual dengan memanfaatkan tenaga manusia kemudian berubah menggunakan gergaji tangan.

Dengan perkembangan zaman yang semakin maju, penggunaan gergaji tangan sudah mulai jarang digunakan dan beralih ke mesin . Dari penggergajian banyak di hasilkan limbah kayu berupa serbuk kayu dan potongan kayu

Dari hasil limbah kayu yang berupa serbuk kayu dan potongan-potongan kayu tidak banyak di dimanfaatkan dan selama ini kebanyakan ditumpuk begitu saja dan hampir banyak di bakar dan terbuang sia-sia. Pada industri pengolahan kayu sebagian limbah serbuk kayu biasanya digunakan sebagai bahan bakar , atau dibakar begitu saja tanpa penggunaan yang berarti, sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.

Melihat hal tersebut timbul gagasan untuk memanfaatkan limbah kayu menjadi bahan baku serbuk kayu pembuatan *partikel board* yang tentunya akan membantu mengurangi pencemaran udara. Dalam rangka efisiensi penggunaan kayu perlu diupayakan pemanfaatan serbuk kayu menjadi *partikel board*.

Permasalahan yang ada di lapangan dalam mengolah potongan-potongan kayu menjadi *partikel board* masih belum ada yang membuat mesin penghancur limbah kayu untuk kalangan UKM atau industri kecil.

UKM atau industri kecil membutuhkan alat bantu agar dalam proses mencacah dan menghancurkan kayu dapat menghemat waktu dan tenaga yang dikeluarkan, sehingga dalam mencacah dan menghancurkan kayu diperlukan waktu yang singkat, sebuah alat penghancur limbah kayu ini sangat membantu dikalangan UKM atau industri kecil.

Secara umum mesin penghancur limbah kayu terdiri dari motor yang berfungsi sebagai penggerak, sistem transmisi, casing, poros rangka, dan pisau. Hal ini yang harus diperhatikan dalam pembuatan mesin penghancur limbah kayu ini adalah bagaimana membuat mesin dengan rangka yang kuat, pisaunya tajam sampai beberapa kali pemotongan, harganya terjangkau dan mudah berfungsi secara maksimal sesuai fungsi dan kebutuhannya merupakan hal yang paling utama.

Untuk itu penulis mencoba menganalisis pembebanan pada rangka mesin penghancur limbah kayu kapasitas 15 Kg/Jam yang nantinya dapat dipergunakan untuk mempercepat proses pembuatan limbah kayu menjadi *partikel board*.

Rangka adalah suatu konstruksi yang tersusun dari batang-batang besi yang dihubungkan satu dengan yang lainnya untuk menahan gaya luar secara bersama-sama. Dalam desain rangka kekuatan rangka adalah inti dari rangka itu, maka dari sebuah desain perlu dilakukan uji kekuatan bisa dengan *software* dan lain-lain.

Dalam perancangan ini test yang dilakukan adalah dengan menggunakan *software solidwork* premium 2014. Dengan melakukan simulasi ini kita bisa mengetahui seberapa besar pembebanan pada rangka jika diberi beban .

*Software Solidwork* adalah salah satu *CAD software* yang dibuat oleh *DASSAULT SYSTEMES* yang digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* permesinan yang berupa assembling dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan *part* sebelum *real part* nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana kekuatan rangka pada saat diberi pembebanan statis ?

## 1.3 Ruang Lingkup

Menganalisis pembebanan statis pada rangka mesin penghancur limbah kayu kapasitas 15 Kg/Jam menggunakan aplikasi *solid work*.

## 1.4 Tujuan

1. Untuk menganalisis pembebanan pada rangka mesin limbah kayu kapasitas 15 Kg/Jam.
2. Untuk mengetahui hasil dari simulasi yang terjadi pada rangka mesin penghancur limbah kayu kapasitas 15 Kg/Jam dengan menggunakan *software solidwork*.

## 1.5 Manfaat

1. Mengetahui tentang kekuatan rangka yang terdapat padamesin penghancur limbah kayu.
2. Mengetahui hasil simulasi pada rangka mesin penghancur limbah kayu dengan menggunakan *software solidwork*.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Metode Analisis Numerik adalah teknik-teknik yang digunakan untuk memformulasi kan masalah matematis agar dapat diselesaikan dengan operasi perhitungan. Kemampuan untuk dapat menghitung sisi segitiga (dan berarti mampu menghitung akar kuadrat) sangatlah penting, misalnya, dalam pertukangan kayu dan konstruksi. Sebelum komputer digunakan untuk penyelesaian komputasi, dilakukan dengan berbagai metode yang memiliki kendala-kendala. Metode yang digunakan antara lain:

- Metode Analitik, Solusi ini sangat berguna namun terbatas pada masalah sederhana. Sedangkan Masalah real yang kompleks dan non linier tidak dapat diselesaikan.
- Metode Grafik, metode ini digunakan Sebagai pendekatan penyelesaian yang kompleks. Kendalanya bahwa metode ini Tidak akurat, sangat lama, dan banyak membutuhkan waktu.
- Kalkulator dan Slide Rules, Penyelesaian numerik secara manual. Cara ini cukup lama dan mungkin bisa terjadi kesalahan pemasukan data.

Penggunaan metode numerik diharapkan dapat mengatasi berbagai kelemahan-kelemahan metode yang ada sebelumnya. Dapat dipahami pula bahwa pada umumnya permasalahan dalam sains dan teknologi digambarkan dalam persamaan matematika. Persamaan ini sulit diselesaikan dengan model analitik sehingga diperlukan penyelesaian pendekatan numerik. Dengan metode numerik, manusia terbebas dari hitung menghitung manual yang membosankan . Sehingga waktu dapat lebih banyak digunakan untuk tujuan yang lebih kreatif, seperti penekanan pada formulasi problem atau interpretasi solusi dan tidak terjebak dalam rutinitas hitung menghitung.

Analisis numerik secara alami diterapkan di semua bidang rekayasa dan ilmu-ilmu fisis, namun pada abad ke-21, ilmu-ilmu hayati dan seni mulai mengadopsi unsur-unsur komputasi ilmiah. Persamaan diferensial biasa muncul dalam pergerakan benda langit (planet, bintang dan galaksi).

Optimisasi muncul dalam pengelolaan portofolio. Aljabar linear numerik sangat penting dalam psikologi kuantitatif. Persamaan diferensial stokastik dan rantai Markov penting dalam mensimulasikan sel hidup dalam kedokteran dan biologi.

Sebelum munculnya komputer modern metode numerik kerap kali tergantung pada interpolasi menggunakan pada tabel besar yang dicetak. Sejak pertengahan abad ke-20, sebagai gantinya, komputer menghitung fungsi yang diperlukan. Namun algoritma interpolasi mungkin masih digunakan sebagai bagian dari peranti lunak untuk memecahkan persamaan diferensial. Manfaat mempelajari metode numerik diharapkan mahasiswa mampu:

1. Mampu menangani sistem persamaan besar, letak linieran dan geometri yang rumit, yang dalam masalah rekayasa tidak mungkin dipecahkan secara analitis.

---

2. Mengetahui secara singkat dan jelas teori matematika yang mendasari paket program.

---

3. Mampu merancang program sendiri sesuai permasalahan yang dihadapi pada masalah rekayasa.
4. Metode numerik cocok untuk menggambarkan ketangguhan dan keterbatasan komputer dalam menangani masalah rekayasa yang tidak dapat ditangani secara analitis.
5. Menangani galat (*error*) suatu nilai hampiran (*aproksimasi*) dari masalah rekayasa yang merupakan bagian dari paket program yang bersekala besar.
6. Menyediakan sarana memperkuat pengertian matematika mahasiswa. Karena salah satu kegunaannya adalah menyederhanakan matematika yang lebih tinggi menjadi operasi-operasi matematika yang mendasar.

---

Metode analitik disebut juga metode sejati karena memberikan solusi sejati (*exact solution*) atau solusi yang sesungguhnya, yaitu solusi yang memiliki galat (*error*) sama dengan nol! Sayangnya, metode analitik hanya unggul untuk sejumlah persoalan yang terbatas, yaitu persoalan yang memiliki tafsiran geometri sederhana serta bermatra rendah.

Padahal persoalan yang muncul dalam dunia nyata seringkali nirlanjar serta melibatkan bentuk dan proses yang rumit. Akibatnya nilai praktis penyelesaian metode analitik menjadi terbatas. Bila metode analitik tidak dapat lagi diterapkan, maka solusi persoalan sebenarnya masih dapat dicari dengan menggunakan metode numerik. Metode numerik adalah teknik yang digunakan untuk memformulasikan persoalan matematik sehingga dapat dipecahkan dengan operasi perhitungan/aritmetika biasa (tambah, kurang, kali, dan bagi). Metode artinya cara, sedangkan numerik artinya angka. Jadi metode numerik secara harafiah berarti cara berhitung dengan menggunakan angka-angka.

Perbedaan utama antara metode numerik dengan metode analitik terletak pada dua hal. Pertama, solusi dengan menggunakan metode numerik selalu berbentuk angka. Bandingkan dengan metode analitik yang biasanya menghasilkan solusi dalam bentuk fungsi matematik yang selanjutnya fungsi matematik tersebut dapat dievaluasi untuk menghasilkan nilai dalam bentuk angka. Kedua, dengan metode numerik, kita hanya memperoleh solusi yang menghampiri atau mendekati solusi sejati sehingga solusi numerik dinamakan juga solusi hampiran (*approximation*) atau solusi pendekatan, namun solusi hampiran dapat dibuat seteliti yang kita inginkan. Solusi hampiran jelas tidak tepat sama dengan solusi sejati, sehingga ada selisih antara keduanya.

## 2.2 Beban Statik

Beban statis adalah beban yang bekerja secara terus-menerus pada suatu struktur. Beban statis juga diasosiasikan dengan beban-beban yang secara perlahan-lahan timbul serta mempunyai variabel besaran yang bersifat tetap (*steady states*). Dengan demikian, jika suatu beban mempunyai perubahan intensitas yang berjalan cukup perlahan sedemikian rupa sehingga pengaruh waktu tidak dominan, maka beban tersebut dapat dikelompokkan sebagai beban statik (*static load*). Deformasi dari struktur akibat beban statik akan mencapai puncaknya jika beban ini mencapai nilainya yang maksimum. Beban statis pada umumnya dapat dibagi lagi menjadi beban mati, beban hidup, dan beban khusus, yaitu beban yang diakibatkan oleh penurunan pondasi atau efek temperatur.

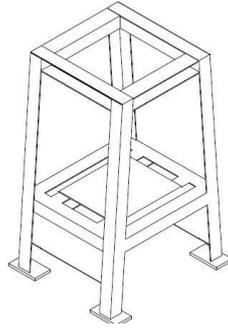
Beban statis dapat dianggap sebagai beban dinamis dengan intensitas beban yang tetap dari waktu ke waktu. Getaran mesin merupakan beban dinamis yang bersifat periodik karena mempunyai intensitas beban dan frekuensi getar yang berulang. Bentuk dari getaran yang ditimbulkan mesin pada umumnya berbentuk sinusoidal. Getaran gempa merupakan beban dinamik dengan intensitas dan frekuensi getar yang acak dari waktu ke waktu.

Meskipun terjadi dalam waktu yang singkat, tetapi getaran gempa dapat menimbulkan kerusakan pada struktur bangunan. Untuk memudahkan prosedur analisis struktur terhadap pengaruh beban yang ditimbulkan oleh ledakan, getaran mesin, dan pengaruh pergerakan kendaraan, sering dilakukan memperlakukan beban-beban tersebut sebagai beban statik.

### 2.3 Pengertian Rangka

Rangka adalah suatu konstruksi yang tersusun dari batang-batang besi yang dihubungkan satu dengan yang lainnya untuk menahan gaya luar secara bersama-sama. Dalam desain rangka kekokohan rangka adalah inti dari rangka itu, maka dari sebuah desain perlu dilakukan test-test uji kekokohan bisa dengan *software* dan lain-lain. dalam perancangan ini test yang dilakukan adalah dengan menggunakan *software solidwork premium 2014*. Dengan melakukan simulasi ini kita bisa mengetahui seberapa besar pembebanan pada rangka jika diberibeban .

Rangka mesin penghancur kayu ini dibuat dari bahan *angle bar* atau dalam bahasa kita disebut besi siku. Dalam setiap penyambungannya digunakan las listrik. Sedangkan untuk ketebalan dan kelebaran dari material *angle bar* ini untuk masing-masing mesin pemcaah kayu tidaklah sama, yang membedakannya adalah kapasitasnya,semakin besar kapasitasnya maka akan semakin besar pula ukuran dari besi siku ini, begitu juga sebaliknya, semakin kecil kapasitasnya maka semakin kecil pula ukuran besi sikunya.



Gambar 2.1. Rangka mesin

### 2.3.1 Macam-macam Struktur rangka batang

#### 2.3.1.1 Struktur Rangka

Bentuk struktur rangka adalah perwujudan dari pertentangan antara gaya tarik bumi dan kekuatan. Contoh sederhana struktur rangka adalah payung dan tenda, dimana kulit dan kain sebagai “ membrane” dipentang/ditarik kuat dan dihubungkan dengan kerangka. Pada dasarnya rangka terdiri dari dua unsur. Balok/gelagar, sebagai unsur mendatar yang berfungsi sebagai pemegang dan media pembagian beban dan gaya kepada tiang. Tiang/pilar sebagai unsur vertikal berfungsi sebagai penyalur beban dan gaya ketanah.

Pada struktur ini, bidang menerima beban, membentuk ruang dan sekaligus memikul beban. Kekuatan utamanya terletak pada bebasnya arah-arrah gaya yang bekerja padanya, sesuai dengan bentuk ruang struktur itu. Struktur permukaan bidang terbagi beberapa macam, yaitu :

#### 1. Struktur Lipatan.

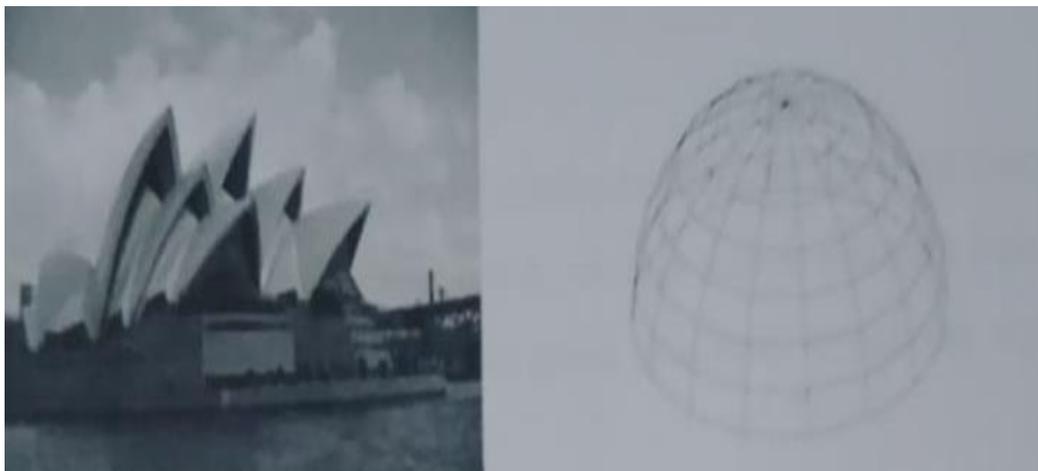
Terjadinya struktur ini adalah hasil dari percobaan-percobaan dengan melipat-lipat dengan berbagai cara pada bahan yang tipis yang diberi penguat samping yang kemudian diberi beban. Jadi struktur lipatan adalah pelat datar sebagai atap dan pelat lainnya sebagai panil, dinding, dikerjakan menjadi lipatan pelat-pelat, yang berfungsi sebagai struktur permukaan bidang dan dapat berdiri sendiri.



Gambar 2.2 Struktur Lipatan

## 2. Struktur Cangkang

Kata cangkang bersumber dari alam, yaitu anggang telur, kepiting, keong, dan sebagainya. Bentuk melegkung, tapi kaku dan kokoh. Sifat-sifat inilah yang ditiru manusia dari alam dalam pembuatan struktur. Cangkang pada umumnya menerima beban yang rata dan dapat menutup ruangan yang besar dibandingkan dengan tipisnya pelat tadi. Bila ada beban berat terpusat diperlukan tulangn ekstra. Dengan menimbulkan rusuk akan menimbulkan gaya-gaya lain dari pada yang dikehendaki. Dari tipisnya pelat, dibandingkan dengan bentangnya, maka cangkang mendekati sifat membran, sehingga gaya-gaya yang bekerja hanya gaya tangential dan radial, sedangkan gaya lintang dan gaya momen dianggap tidak ada, karena kecilnya nilainya. Struktur cangkang dapat dibuat dari beton tulang, plastik atau plat baja.



Gambar 2.3 Struktur Rangka Cangkang

### 2.3.2 Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur. Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil.

#### A. Jenis-jenis Kolom (Istimawan dipohusodo, 1994)

##### - Kolom ikat (*tie column*)

Kolom ini merupakan kolom beton yang ditulangi dengan batang tulangan pokok memanjang, yang pada jarak spasi tertentu diikat dengan pengikat sengkang ke arah lateral. Tulangan ini berfungsi untuk memegang tulangan pokok memanjang agar tetap kuat pada tempatnya.

##### - Kolom Spiral (*spiral column*)

Bentuknya sama dengan yang pertama hanya saja sebagai pengikat tulangan pokok memanjang adalah tulangan spiral yang dililitkan keliling membentuk heliks menerus disepanjang kolom.

##### - Kolom Komposit (*composit column*)

Merupakan komponen struktur tekan yang diperkuat pada arah memanjang dengan gelagar baja profil atau pipa, dengan atau tanpa diberi batang tulangan pokok memanjang.

B. Fungsi dari tulangan spiral adalah memberi kemampuan kolom untuk menyerap deformasi cukup besar sebelum runtuh, sehingga mampu mencegah terjadinya kehancuran seluruh struktur sebelum proses redistribusi momen dan tegangan terwujud.

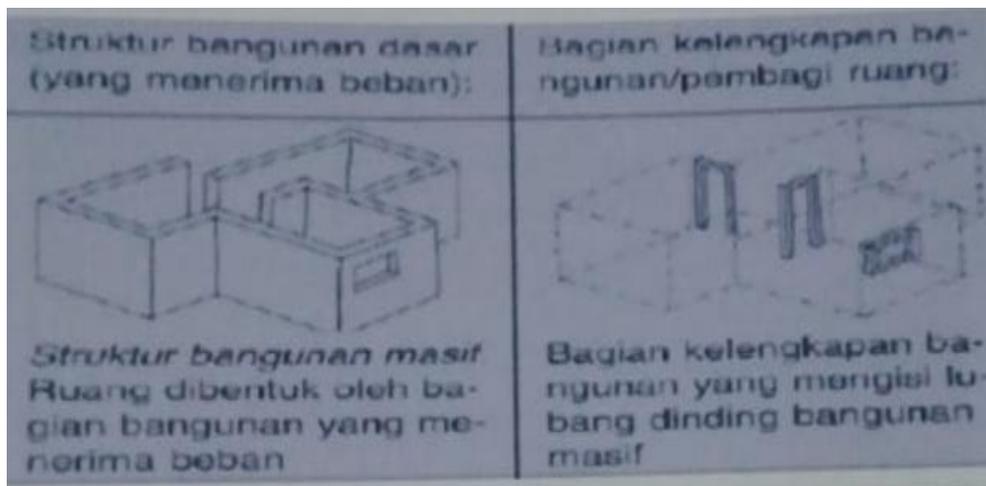
### 2.3.3. Sistem struktur *parallel bearing wall*

Struktur *parallel bearing wall* dapat dibilang sebagai struktur yang sistemnya paling tradisional yang telah digunakan pada bangunan *high rise*. Struktur ini terdiri dari elemen-elemen struktur vertikal yang menyangkut semua beban langsung menuju pondasi. Pada beberapa titik, daya tekan yang dikarenakan beban dinding, beban mati, dan beban hidup melampaui daya tahan dari dinding itu sendiri. Dindingnya menjadi sangat tebal sehingga lantai bawah menjadi tidak berguna. Sistem struktur ini bergantung pada beban yang massif untuk menahan beban lateral.

Sistem ini terdiri dari unsur-unsur bidang vertikal yang pra-tekan oleh beratnya sendiri sehingga dapat menyerap daya aksi lateral secara efisien.

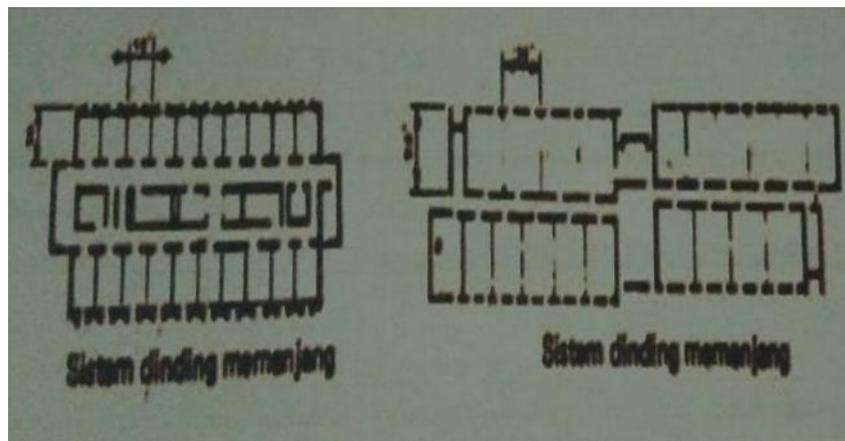
Oleh karena sistem tersebut, denah perlantai pada bangunan yang menggunakan sistem dinding pendukung adalah seragam, serta tidak memerlukan ruang bebas yang luas sehingga sistem struktur bangunan tinggi ini cocok jika digunakan untuk bangunan residensial seperti hotel dan apartemen. Terdapat beberapa jenis sistem struktur dinding pendukung, dan dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Sistem struktur dinding melintang. Sistem struktur ini terbentuk dari dinding-dinding linear yang disusun secara tegak lurus terhadap panjang bangunan.



Gambar 2.4 Struktur dinding melintang

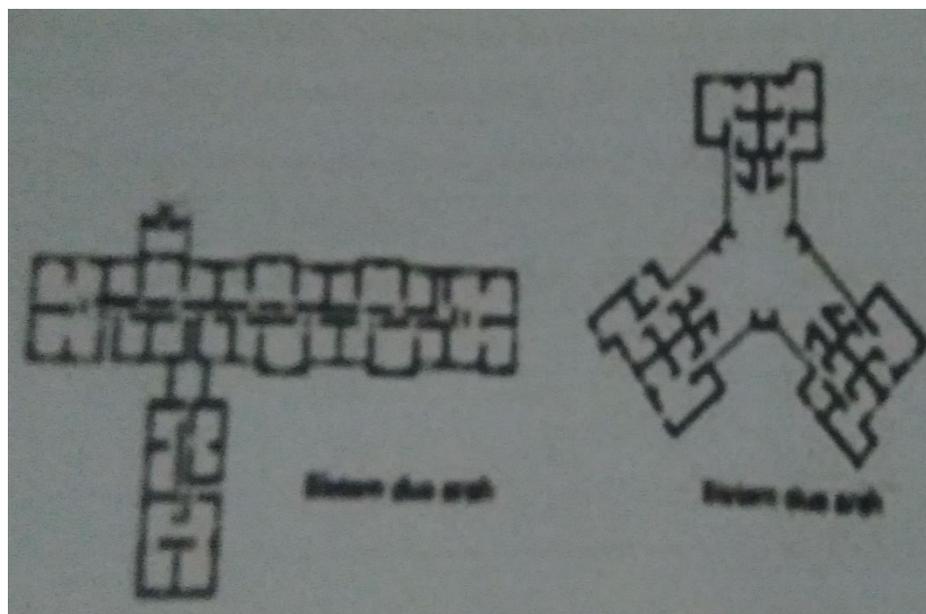
2. Sistem struktur dinding panjang. Merupakan dinding-dinding linear yang disusun secara sejajar dengan panjang bangunan.



Gambar 2.5 Sistem Struktur dinding panjang

Sumber : haryanto, 2007

3. Sistem struktur dua arah. Sistem struktur ini terdiri dari dinding-dinding liar yang diletakan pada kedua arah. Melihat ciri khas sistem struktur dinding pendukung, dimana dindingnya berperan sebagai penopang, maka penentuan ketebalan dinding juga menjadi bagian arah.



Gambar 2.6 Sistem Struktur dua arah

Sumber : Sebastian, 2004

#### 2.3.4. Material rangka

Material yang digunakan untuk membuat rangka tergantung pada kekuatan dan kondisi pemakaian. Rangka dapat dibuat dari UNP dan besi siku.

Besi siku 50 x 50 x 3 mm, Besi UNP 50 x 50 x 3 mm dan Besi plat 3 mm digunakan untuk membuat rangka karena mudah didapatkan dan harga terjangkau, selain itu juga memiliki kekuatan yang cukup untuk menopang getaran yang akan dihasilkan dari putaran mesin.

(source : <http://www.scribd.com/doc/67170828/Kolom-Dan-Balok>)

#### 2.3.5 Fungsi rangka mesin

Sebagaimana kita ketahui bersama bahwa rangka berfungsi sebagai pendukung untuk tegaknya sebuah mesin, dan fungsinya juga sama dengan tulang rangka pada tubuh manusia, tanpa rangka maka tubuh akan gelojotan ke bawah, begitu juga dengan rangka pada mesin pencacah kayu ini, pada mesin ini rangka berfungsi sebagai tempat di tempelkan komponen-komponen mesin seperti : motor penggerak, dudukan as, dudukan pisau, semua menempel pada rangka. Maka untuk itu pendesainan rangka harus benar-benar kuat.

Rangka juga berfungsi untuk mendukung mesin, pulley, bearing, belting. Rangka ini harus dapat memikul berat dan tahan terhadap getaran-getaran yang disebabkan dari putaran mesin, rangka juga harus ringan dan kokoh.

(source : <http://www.scribd.com/doc/67170828/Kolom-Dan-Balok>)

Tabel 2.1 klarifikasi bahan rangka mesin penghancur limbah kayu

No. Bahan	Ukuran (mm)	Panjang Bahan (mm)	Jumlah	Bahan
1	50 x 50 x 3	6000	1 batang	Besi UNP
2	50 x 50 x 3	6000	2 batang	Besi siku
3	50 x 50 x 3	2400	1/2 lembar	Besi plat

### 2.3.6 Konsep yang digunakan dalam pembuatan Rangka

Berdasarkan pada konsep pembuatan umum yang telah di paparkan di atas, pada proses pembuatan rangka menggunakan beberapa konsep proses pembuatan di antaranya :

#### 1. Pengurangan volume bahan

Dalam pembuatan rangka ini terdapat proses mengubah bentuk bahan yaitu Proses Pemotongan.

Proses pemotongan bahan dilakukan dengan menggunakan mesin gerinda potong dan gergaji manual. Bagian sisi bahan yang tajam akibat pemotongan dirapikan menggunakan mesin gerinda dan kikir.

#### 2. Proses Penyambungan

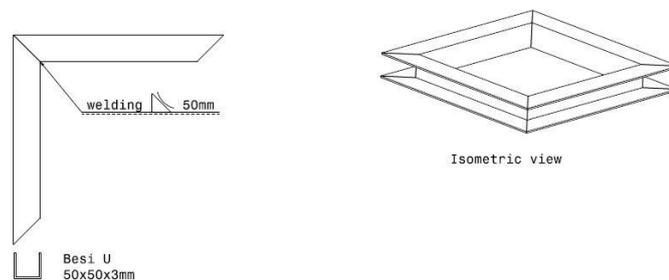
Proses penyambungan bagian - bagian rangka mesin penghancur limbah kayu menggunakan metode sambungan las, dan las yang digunakan adalah las busur manual (SMAW).

Metode sambungan las SMAW ini di pilih dengan alasan :

- a. Jenis bahan dan ketebalan bahan mampu las SMAW.
- b. Kekuatan sambungan las SMAW untuk konstruksi mesin (rangka) cukup baik.
- c. Umum digunakan dalam konstruksi mesin.
- d. Peralatan tersedia dan pengoperasian mesin telah dikuasai.

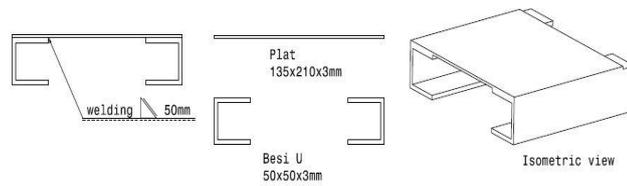
Proses penyambungan yang digambarkan menggunakan *software solidwork*.

- a. Proses penyambungan dudukan atas.



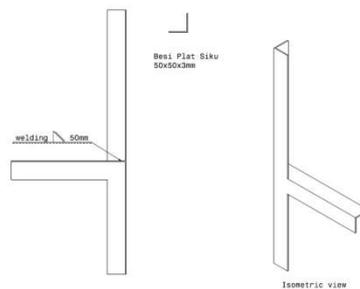
Gambar 2.7. Proses penyambungan dudukan atas menggunakan *software solidwork*.

- b. Proses penyambungan dudukan motor.



Gambar 2.8. Proses penyambungan dudukan motor menggunakan *software solidwork*.

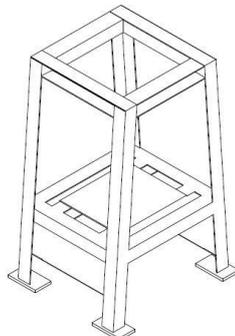
- c. Proses penyambungan tiang rangka.



Gambar 2.9. Proses penyambungan tiang rangka menggunakan *software solidwork*.

### 3. Proses Perakitan

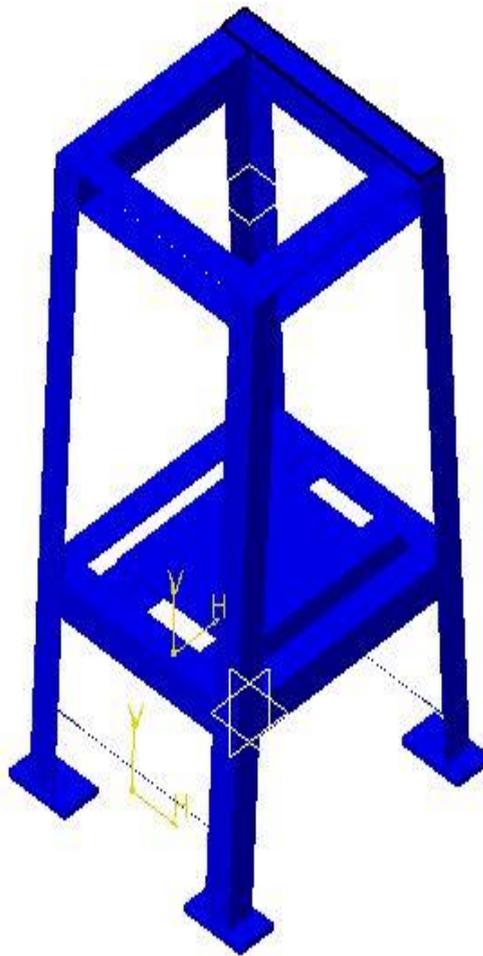
Perakitan adalah proses menyatukan bagian – bagian mesin menjadi satu kesatuan mesin yang siap untuk dilakukan uji kinerja. Pada pembuatan mesin penghancur limbah kayu, rangka mesin disatukan dengan motor penggerak, pulley, belt, dan poros penghubung/pisau. Metode yang digunakan dalam perakitan ini adalah menggunakan pengelasan.



Gambar 2.10. Rangka yang telah di rakit.

4. Proses Penyelesaian permukaan

Proses ini bertujuan untuk memperhalus tampilan luar produk yang telah dibuat. Proses penyelesaian permukaan dalam pembuatan rangka adalah dengan membersihkan permukaan rangka yang telah selesai disambung, yaitu dengan membersihkan dari sisa terak pengelasan, karat, oli, dsb, dicuci dengan sabun dan air lalu dikeringkan. Langkah selanjutnya adalah melakukan pelapisan pada permukaan rangka menggunakan cat. Alat yang digunakan dalam proses pengecatan adalah kompresor udara, *spray gun*, dan kelengkapan mengecat lainnya.



Gambar 2.11. Rangka yang di *finishing*.

### 2.3.6 Identifikasi bahan

Rangka pada sebuah mesin umumnya memiliki fungsi sebagai penahan, penopang dan dudukan dari semua komponen mesin. Oleh karena itu konstruksi rangka harus dibuat kokoh dan kuat baik dari segi bentuk serta dimensinya, sehingga dapat meredam getaran yang timbul pada saat mesin bekerja.

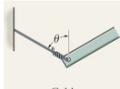
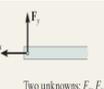
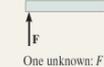
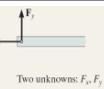
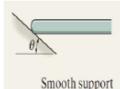
Total keseluruhan panjang yang dibutuhkan untuk besi siku adalah 8.000 mm, sedangkan dipasaran besi siku yang dijual hanya mempunyai ukuran panjang 6.000 mm, sehingga membutuhkan 2 batang besi siku. Panjang keseluruhan untuk besi UNP adalah 800 mm, sedangkan dipasaran besi UNP yang dijual hanya mempunyai ukuran panjang 6.000 mm, sehingga hanya membutuhkan 1 batang Besi UNP. Sedangkan besi plat yang digunakan adalah 990 mm sehingga hanya membutuhkan 1/2 lembar besi plat. Besi siku dan UNP ini di beli di Toko Sehati Di Jln. Pasar 6 Sampali.

### 2.3.7 Perhitungan rangka

#### 2.3.7.1 Kestimbangan Benda Tegar

1. External load (Gaya – Gaya Luar), yaitu gaya yang disebabkan oleh kontak langsung dari satu benda dengan permukaan benda yang lain. Dalam semua kasus ini kekuatan didistribusikan ke daerah kontak antara benda.
2. Reaksi Pendukung, gaya luar yang terjadi pada dukungan atau titik kontak antara 2 benda disebut reaksi. Untuk masalah dua dimensi yaitu, benda mengalami sistem kekuatan coplanar (gaya-gaya luar), dukungan yang paling sering ditemui ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Jenis –Jenis Reaksi Dukungan.

Tipe Koneksi	Reaksi	Tipe Koneksi	Reaksi
 Cable	 One unknown: $F$	 External pin	 Two unknowns: $F_x, F_y$
 Roller	 One unknown: $F$	 Internal pin	 Two unknowns: $F_x, F_y$
 Smooth support	 One unknown: $F$	 Fixed support	 Three unknowns: $F_x, F_y, M$

Sumber: Hibbler, R. C. 2011. Mechanics of Materials, Eighth Edition [8].

3. Persamaan Kesetimbangan

Di bidang engineering gaya pada benda dapat diwakili sebagai sistem gaya koplanar. Dalam hal ini, gaya terletak pada bidang x-y, maka kondisi untuk kesetimbangan benda dapat ditentukan dengan hanya tiga persamaan kesetimbangan skalar [8], yaitu:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma F_x &= 0 \\ \Sigma F_y &= 0 \\ \Sigma M_o &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(2-1)$$

4. Resultan Gaya – Gaya Dalam

Untuk mendapatkan beban internal yang bekerja pada daerah tertentu dalam tubuh, maka perlu untuk melogikakan gaya yang terjadi pada potongan melalui daerah di mana beban internal harus ditentukan.

Metode sebagian (pemotongan) digunakan untuk menentukan beban resultan internal yang bekerja pada permukaan benda yang dipotong. Secara umum, resultant ini terdiri dari gaya normal, gaya geser, momen torsi, dan momen lentur.

5. *Free-Body Diagram* (Diagram Benda Bebas)

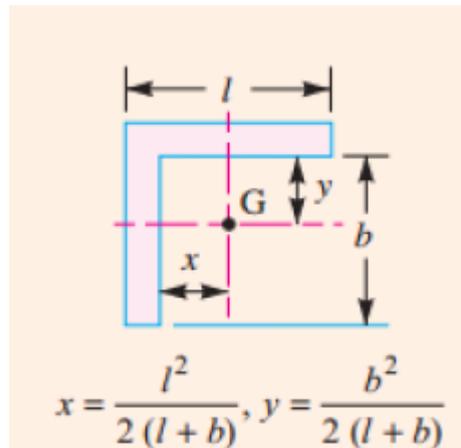
Gambar diagram benda bebas dari salah satu segmen yang telah dipotong (gaya dalam) akan menunjukkan resultant gaya normal N, gaya geser V, momen lentur M, dan momen torsi T . Resultant ini biasanya ditempatkan pada titik yang mewakili pusat geometris atau pusat massa bidang dipotong.

### 2.3.8.2 Momen Inersia

Momen inersia suatu luasan adalah perkalian antara luasan dengan jarak kuadrat dari titik berat luasan terhadap garis. Adapun penampang daripada rangka utama ini adalah berbentuk Besi siku segi empat.

### 2.3.7.8.Momen Inersia Penampang Besi siku Segi empat

Untuk luas penampang dari rangka utama yang merupakan Besi siku Segi empat dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2.12. Penampang rangka utama

Dengan adanya dimensi dari penampang rangka utama maka dapat dicari momen inersia luas penampang rangka utama. Untuk luas penampang persegi panjang rumus inersia luas penampangnya adalah:

$$Ix' = \frac{1}{2} bh^3 \dots\dots\dots( 2-2)$$

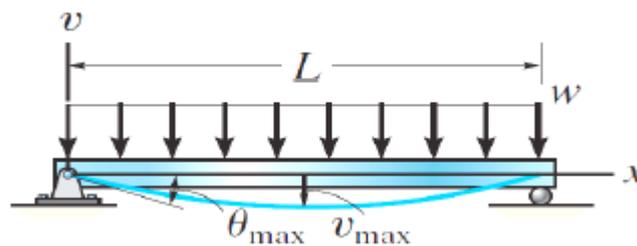
Maka dari persamaan 2-2, dapat dicari momen inersia luas penampang rangka utama:

$$I = Ix' = \frac{1}{2} bh^3 - \frac{1}{2} b'h'^3 \dots\dots\dots( 2-3)$$

### 2.3.7.9. Defleksi

Ketika suatu batang dibebani dengan gaya atau momen, defleksi terjadi pada batang. Sebelum mencari defleksi pada batangan perlu diketahui tegangan normal dan tegangan geser. Untuk menentukan besarnya tegangan-tegangan ini pada suatu bagian atau titik tersebut dan menentukan besarnya resultan pada tumpuan dapat menggunakan persamaan-persamaan kesetimbangan.

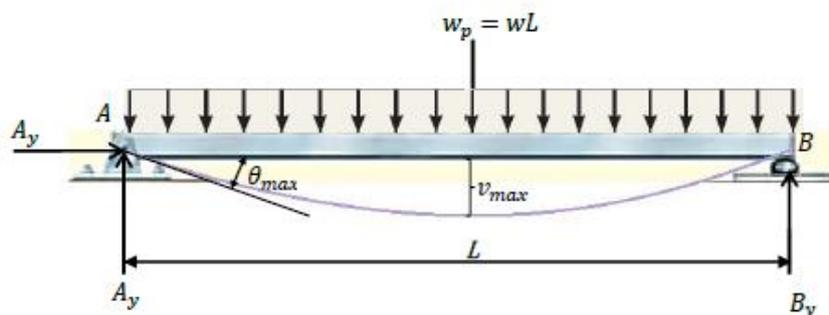
Gambar 2.13. merupakan contoh analisis 1 dimensi arah  $x$  untuk menentukan gaya, momen, dan defleksi pada batang yang ditumpu yang mengalami beban merata.



Gambar 2.13. Batang yang ditumpu dan diberi beban merata

Maka dari gambar 2.13. di atas didapat:

1. Diagram benda bebas kesetimbangan gaya - gaya luar dan momen dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14. Diagram benda bebas gaya luar

Maka dari gambar 2.14. di atas didapat gaya – gaya yang bekerja sebagai berikut:

$$\Sigma M_A = 0$$

$$W_P \left( \frac{1}{2} L \right) - B_y (L) = 0$$

$$B_y = W_P \left( \frac{1}{2} L \right) / L$$

$$B_y = \frac{1}{2} wL$$

$$\Sigma F_x$$

$$A_x = 0$$

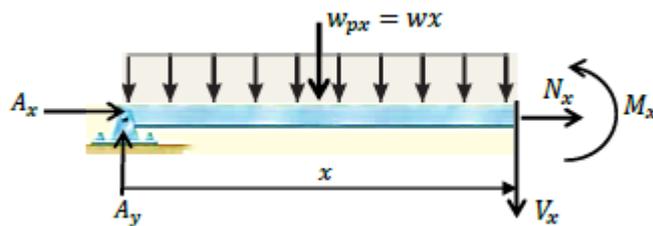
$$\Sigma F_y = 0$$

$$A_y - V_y - W_P = 0$$

$$V_y = \frac{1}{2} wL - wL$$

$$V_y = \frac{1}{2} wL$$

2. Diagram benda bebas gaya – gaya dalam di sepanjang  $0 \leq x \leq L$  dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15. Diagram benda bebas gaya – gaya dalam

Maka dari gambar 2.15. di atas didapat:

$$\Sigma F_x$$

$$A_x + N_x = 0$$

$$N_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$A_y - V_x - W_{Px} = 0$$

$$V_x = \frac{1}{2} wL - wx$$

$$V_x = w \left( \frac{1}{2} L - x \right)$$

$$\Sigma M_x = 0$$

$$M_x - A_y (x) + P_x \left( \frac{x}{2} \right) = 0$$

$$M_x = \frac{1}{2} wL (x) - wx \left( \frac{x}{2} \right)$$

$$M_x = \frac{1}{2} wL (L - x)$$

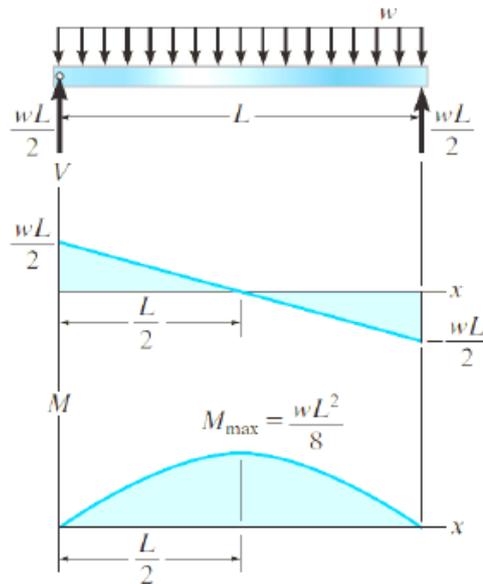
Untuk kondisi batas dengan  $x = \frac{1}{2} L =$ , maka gaya geser  $V_x = \frac{1}{2} (L - x)$  bernilai nol dan didapat momen maksimum

$$M_x = \frac{1}{2} wx (L - x)$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} w \left( \frac{1}{2} L \right) \left( L - \left( \frac{1}{2} L \right) \right)$$

$$M_{max} = \frac{wL^2}{8} \dots\dots\dots( 2-4)$$

Gambar 2.16. adalah diagram momen dan gaya geser yang terjadi pada batang yang diberi beban merata.



Gambar 2.16. Diagram momen dan gaya geser

Untuk kebanyakan batang yang mengalami defleksi maka persamaan untuk mencari kurva kemiringan adalah :

$$EI \frac{d^2v}{dx^2} = \frac{1}{2} wLx - \frac{1}{2} wx^2$$

$$EI \frac{dv}{dx} = \frac{1}{4} wLx^2 - \frac{1}{6} wx^3 + c_1$$

$$Elv = \frac{1}{2} wLx^3 - \frac{1}{24} wx^4 + c_1x + c_2$$

Nilai variabel  $c_1$  dan dapat diketahui dengan kondisi batas  $\theta = 0$  pada  $x = \frac{L}{2}$

$$0 = \frac{1}{4} wLx^2 - \frac{1}{4} wx^3 + c_1$$

$$c_1 = \frac{1}{48} wL^2 - \frac{1}{16} wL^2$$

$$c_1 = -\frac{1}{24} wL^2$$

Maka didapat persamaan kemiringan kurva

$$EI \frac{dv}{dx} = \frac{1}{4} wLx^2 - \frac{1}{6} wx^2 - \frac{1}{24} wL^2$$

$$0 = \frac{1}{EI} \left( \frac{1}{4} wLx^2 - \frac{1}{6} wx^2 - \frac{1}{24} wL^2 \right) \dots\dots\dots(2-5)$$

Nilai variabel  $c_2$  dan dapat diketahui dengan kondisi batas  $v = 0$  pada  $x = 0$

$$EIv = \frac{1}{12} wLx^3 - \frac{1}{24} wx^4 + c_1 + c_2$$

$$0 = \frac{1}{12} wLx^3 - \frac{1}{24} wx^4 - \frac{1}{24} wx^3 + c_2$$

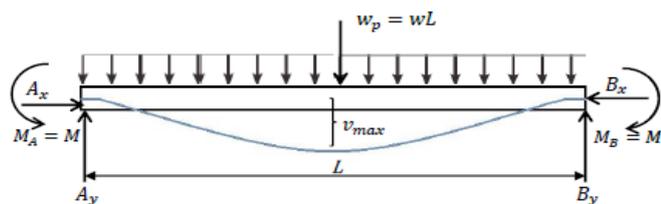
$$c_2 = 0$$

Maka didapat persamaan defleksi kurva

$$EIv = \frac{1}{12} wLx^3 - \frac{1}{24} wx^4 - \frac{1}{24} wLx^3$$

$$v = \frac{1}{EI} \left( \frac{1}{12} wLx^3 - \frac{1}{24} wx^4 - \frac{1}{24} wLx^3 \right) \dots\dots\dots(2-6)$$

1. Diagram benda bebas kesetimbangan gaya - gaya luar dan momen dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17. Diagram benda bebas kesetimbangan gaya - gaya luar

Dengan pembebanan dan bentuk yang simetris pada batang maka  $A_y=B_y$

dan  $M_A=M_B$  , maka:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$A_x + B_x = 0$$

$$A_x + B_x$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$A_y + B_y = wL$$

$$2A_y = wL$$

$$A_y = \frac{wL}{2}$$

$$B_y = \frac{wL}{2}$$

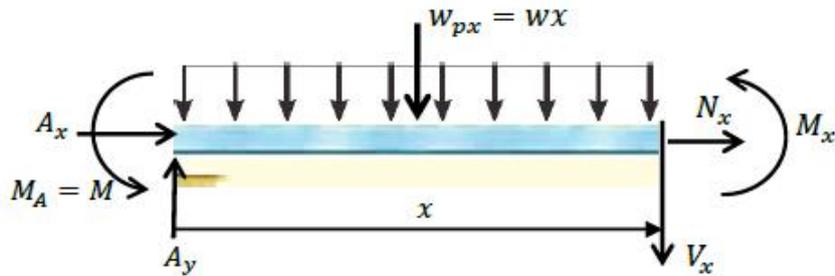
$$\Sigma M_A = 0$$

$$- wL \left(\frac{L}{2}\right) + B_y (L) + M_A - M_B = 0$$

$$-\frac{wL^2}{2} + \frac{wL^2}{2} + M_A - M_B = 0$$

$$M_A = M_B$$

2. Diagram benda bebas gaya – gaya dalam di sepanjang  $0 \leq x \leq L$  dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2.18. Diagram benda bebas gaya – gaya dalam

$$\Sigma F_x = 0$$

$$A_x = N_x$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$A_y - W_{px} - V_x = 0$$

$$\frac{wL}{2} - wx - V_x = 0$$

$$V_x = \frac{wL}{2} - wx$$

$$\Sigma M_x = 0$$

$$M_x + W_{px} \frac{x}{2} + A_y(x) + M = 0$$

$$M_x + wx \left( \frac{x}{2} \right) + \frac{wL}{2} (x) + M = 0$$

$$M_x + \frac{wx^2}{2} + \frac{wLx}{2} + M = 0$$

$$M_x = \frac{wLx}{2} - \frac{wx^2}{2} - M$$

Batang mengalami defleksi maka untuk mencari kurva kemiringan adalah:

$$EI \frac{d^2v}{dx^2} = \frac{wLx}{2} - \frac{wx^2}{2} - M$$

$$EI \frac{dv}{dx} = \frac{1}{4} wLx^2 - \frac{1}{6} wx^3 - Mx + c_1$$

$$EIv = \frac{1}{12} wLx^3 - \frac{1}{24} wx^4 - \frac{Mx^2}{2} + c_1x + c_2$$

Nilai variabel  $M$ ,  $c_1$  dan  $c_2$ , dapat diketahui dengan kondisi batas:

1. Kondisi batas  $v = 0$  pada  $x = 0$

$$EIv = \frac{1}{12} wLx^3 - \frac{1}{24} wx^4 - \frac{Mx^2}{2} + c_1x + c_2$$

$$c_2 = 0$$

2. Kondisi batas  $\frac{dv}{dx} = 0$  pada  $x = 0$

$$EI \frac{dv}{dx} = \frac{1}{4} wLx^2 - \frac{1}{6} wx^3 - Mx + c_1$$

$$c_1 = 0$$

3. Kondisi batas  $v = 0$  pada  $x = L$

$$EIv = \frac{1}{12} wLx^3 - \frac{1}{24} wx^4 - \frac{Mx^2}{2} + c_1x + c_2$$

$$0 = \frac{1}{12} wL(L)^3 - \frac{1}{24} wL^4 - \frac{ML^2}{2}$$

$$\frac{ML^2}{2} = \frac{1}{24} wL^4 \quad M = \frac{1}{12} wL^2$$

Maka didapatkan persamaan kurva kemiringan:

$$EI \frac{d^2v}{dx^2} = \frac{wLx}{2} - \frac{wx^2}{2} - \frac{wL^2}{12}$$

$$EI \frac{dv}{dx} = \frac{1}{4} wLx^2 - \frac{1}{6} wx^3 - \frac{wL^2x}{12}$$

$$0 = \frac{1}{EI} = \left( \frac{1}{4} wLx^2 - \frac{1}{6} wx^3 - \frac{wL^2x}{12} \right) \dots \dots \dots (2-7)$$

$$EIv = \frac{1}{12} wLx^3 - \frac{1}{24} wx^4 - \frac{wL^2x^2}{24} \quad v = \frac{1}{EI} \left( \frac{1}{12} wLx^3 - \frac{1}{24} wx^4 - \frac{wL^2x^2}{24} \right) \dots (2-8)$$

## 2.4 *Software Solidwork*

*Software Solidwork* adalah salah satu *CAD software* yang dibuat oleh *DASSAULT SYSTEMES* yang digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan *part* sebelum real part nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan.

*Solidwork* diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing program CAD seperti Pro / ENGINEER, NX Siemens, I-Deas, Unigraphics, Autodesk Inventor, Autodesk AutoCAD dan CATIA. Dengan harga yang lebih murah. *Solidwork corporation* didirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschtick, dengan merekrut tim insinyur untuk membangun sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak CAD 3D. Dengan kantor pusatnya di Concord, Massachusetts, dan merilis produk pertama, *Solidwork 95*, pada tahun 1995.

Pada tahun 1997 *DASSAULT SYSTEMES*, yang terkenal dari *CATIA CAD software*, *Solidwork* dipimpin oleh John McEleney dari tahun 2001 hingga Juli 2007, dan sekarang dipimpin oleh Jeff Ray. Saat ini banyak industri manufaktur yang sudah memakai *software* ini, digunakan oleh 3 / 4 juta insinyur dan desainer di lebih dari 80.000 perusahaan seluruh dunia. Kalau dulu orang familiar dengan *AUTOCAD* untuk desain perancangan gambar teknik seperti yang penulis alami tapi sekarang dengan mengenal *SOLIDWORK* maka *AUTOCAD* sudah jarang saya pakai. Tapi itu tentunya tergantung kebutuhan masing-masing.

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

Bagi yang punya background permesinan / mengerti gambar teknik dan bisa pakai *AUTOCAD* mempelajari *SOFTWARE* ini kalau hanya untuk pakai dan berproduksi secara sederhana tidak akan memerlukan waktu terlalu lama,beda halnya kalau untuk jadi master atau expert *SOLIDWORK* atau apalah? Tentunya memerlukan waktu dan jam pakai lama.

Seperti program program aplikasi grafis 3D lainnya solidwork pun bisa membuat berbagai model tergantung keinginan dan kemampuan dari pemakai,model furniture,bangunan dan benda-benda disekitar kita pun bisa dibikin ,hanya saja kalau penulis pakai solidwork hanya untuk bikin gambar dan model teknik.

#### SPESIFIKASI MINIMAL HARDWARE

Untuk spek komputer minimal yang disarankan untuk solidwork adalah sbb:

- *System operasi WIN XP, Vista, Seven*
- *Prosesor pentium 4, intel XEON, intel core, AMD athlon, AMD turion, AMD phenom. (2,5 GHz atau lebih)*
- RAM min 1 GB (Disarankan 2 GB)
- VGA Card 256 MB (disarankan 512 MB atau lebih)
- Hardisk lebih dari 5 GB
- DVD Room



Gambar 2.19. *Software Solidwork*

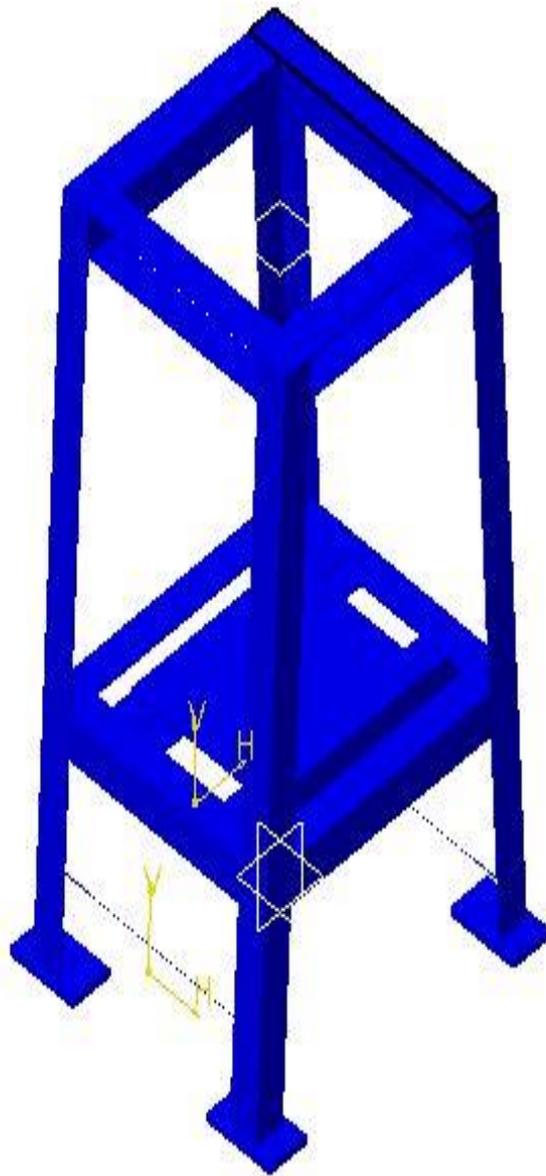
Jon Hirschtick (1993). (<https://eddpangaribuan.blogspot.com>)

#### 2.4.1. Kelebihan *Software Solidwork* :

1. Memiliki kemampuan *parametric solid modeling*, yaitu kemampuan untuk melakukan *design* serta pengeditan dalam bentuk solid model dengan data yang telah tersimpan dalam database. Dengan adanya kemampuan tersebut designer atau engineer dapat merevisi atau memodifikasi design yang ada tanpa harus mendesign ulang atau secara keseluruhan.
2. Memiliki kemampuan 3d animation yaitu mensimulasikan pergerakan dan kontak atau hubungan dari baerbagai objek atau *part* yang telah dibuat.
3. Memiliki kelebihan penyajian secara otomatis dimana objek yang kita buat dapat dirubah langsung dalam layout 2D.
4. Memiliki kelebihan rendering yang sangat baik sehingga objek yang kita buat seperti tampak nyata.
5. *User friendly* sangat mudah di gunakan
6. Mudah mencari refrensi maupun tutorial di internet
7. Penggambaran 3d sangat baik dan rendernya realistis, diatas autodesk
8. Satu package cukup lengkap modulnya selain simulation, juga terdapat *piping, electrical, plastics, moulding*,
9. Sangat aplikatif dan mudah untuk di gabung dengan *software* analisa yang lain, semisal ANSYS
10. Penggambaran detail drawing 2D, annotation, section, thickness, 3D View. cukup mudah dan secara otomatis dapat dilakukan tanpa membuat satu demi satu.

#### 2.4.2. Kekurangan *Software Solidwork* :

1. Membutuhkan *graphic card* minimum sekelas spek gamers , akan tetapi yang di rekomendasikan adalah lebih tinggi dari sekedar gamers, sekelas *NVIDIA quadro*, atau *ATI Firepro*.
2. Minimum RAM 2 GB.
3. Dalam hal simulasi, masih disarankan kepada ansys atau Catia yang high end, karena level dari *solidworks* ini cukup mid end
4. Maximum panjang lebar garis adalah 1000 m



Gambar 2.20. Gambar rangka menggunakan *software solidwork*.

### BAB 3 METODE PENELITIAN

Metode penelitian pada mesin penghancur kayu ini bertujuan mengetahui pembebanan rangka pada mesin penghancur kayu. Adapun langkah-langkah metode penelitian dengan peralatan dan prosedur yang digunakan sebagai berikut :

#### 3.1 Tempat

Adapun tempat penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 03 Medan.

#### 3.2 Waktu

Waktu analisis dan penyusunan tugas sarjana ini dilaksanakan pada 27 februari 2019 dan dinyatakan selesai oleh pembimbing pada 31 agustus 2019.

Tabel 3.1 Jadwal proses kegiatan analisa numerik pembebanan statis pada rangka mesin penghancur limbah kayu.

NO	Uraian Kegiatan	Bulan					
		2	3	4	5	6	7
1	Pengajuan judul	■					
2	Studi literatur	■					
3	Survey lokasi	■	■				
4	Perhitungan hasil		■				
5	Penyusunan skripsi		■	■	■	■	

### 3.3 Alat yang digunakan

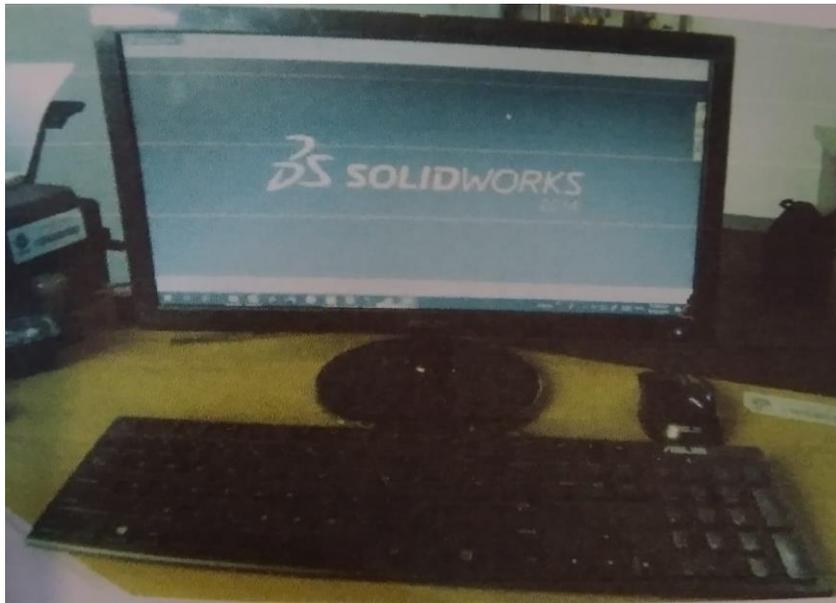
Dalam melakukan penelitian ini diperlukan alat dan bahan yang terdapat pada mesin. Alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

#### 1. Komputer

Komputer berfungsi untuk menganalisa numerik pembebanan statis pada rangka mesin penghancur limbah kayu. dengan menggunakan bantuan *software*.

Adapun spesifikasi Komputer yang digunakan adalah :

1. Intel Rcore (TM) i5-6400
2. Instaled Memmory (RAM) 4.00 GB (3.89 usable)



Gambar 3.1 Komputer

2. Pulpen + Pensil+ Correction tape + Kertas

Pulpen + Pensil+ Correction tape + Kertas berfungsi sebagai alat pembuat sketsa sederhana.



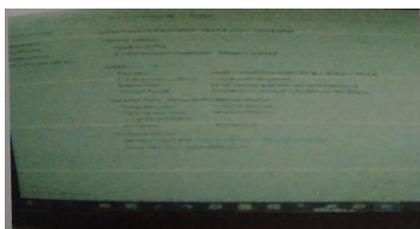
Gambar 3.2 Pulpen + Pensil + Correction tape + Kertas

3. Perangkat lunak *solidwork*.

Perangkat lunak ini merupakan salah satu Perangkat yang digunakan untuk menganalisa numerik pembebanan statis pada rangka mesin penghancur limbah kayu. SPESIFIKASI MINIMAL HARDWARE

Untuk spek komputer minimal yang disarankan untuk solidwork adalah sbb:

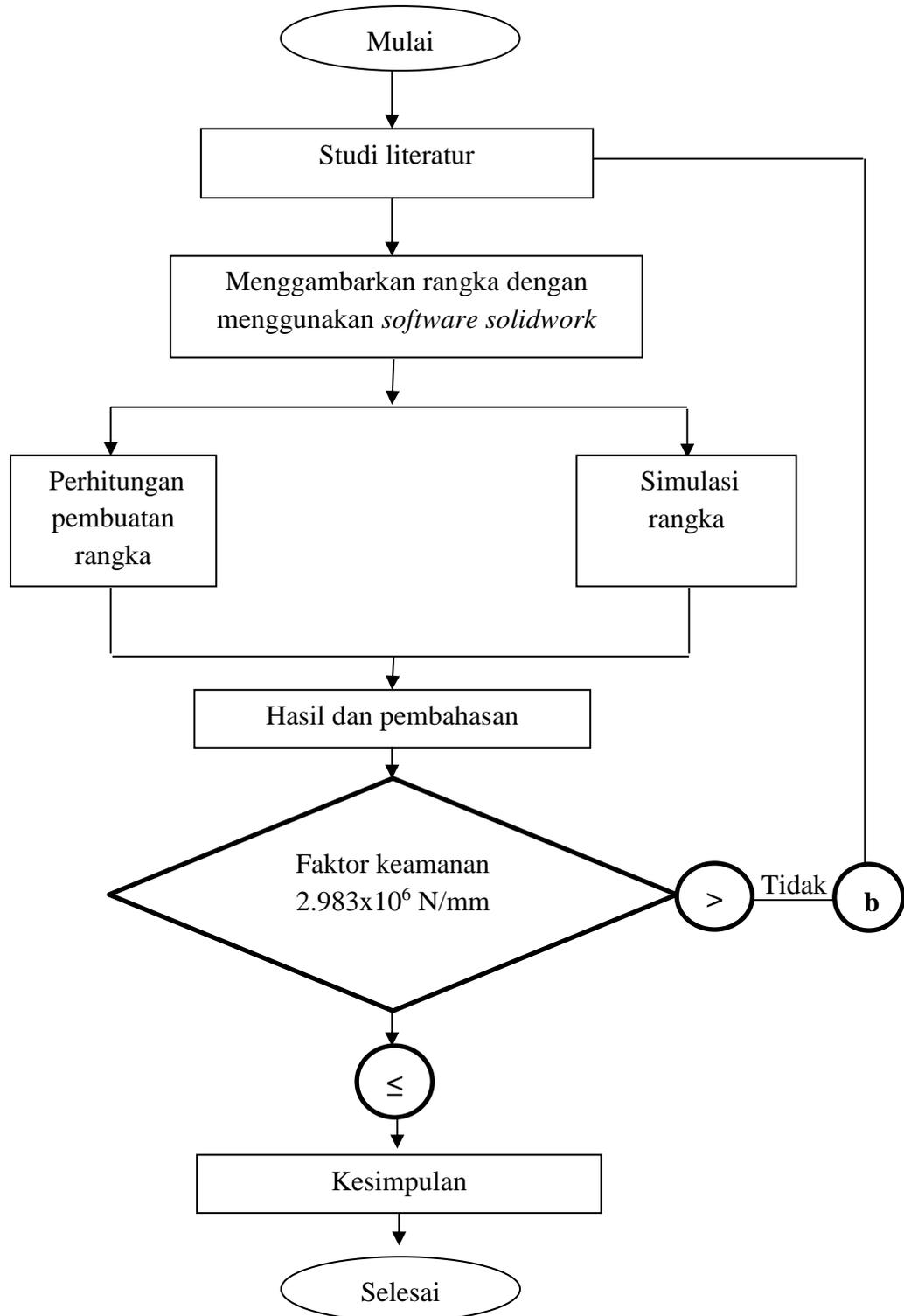
- *System operasi WIN XP, Vista, Seven*
- *Prosesor pentium 4, intel XEON, intel core, AMD athlon, AMD turion, AMD phenom. (2,5 GHz atau lebih)*
- RAM min 1 GB (Disarankan 2 GB)
- VGA Card 256 MB (disarankan 512 MB atau lebih)
- Hardisk lebih dari 5 GB
- DVD Room



Gambar 3.3 Perangkat lunak *solidwork*.

### 3.4 Diagram alir

Dalam penelitian yang dilakukan mengikuti langkah-langkah prosedur sebagai berikut :



Gambar 3.4 Diagram alir penelitian

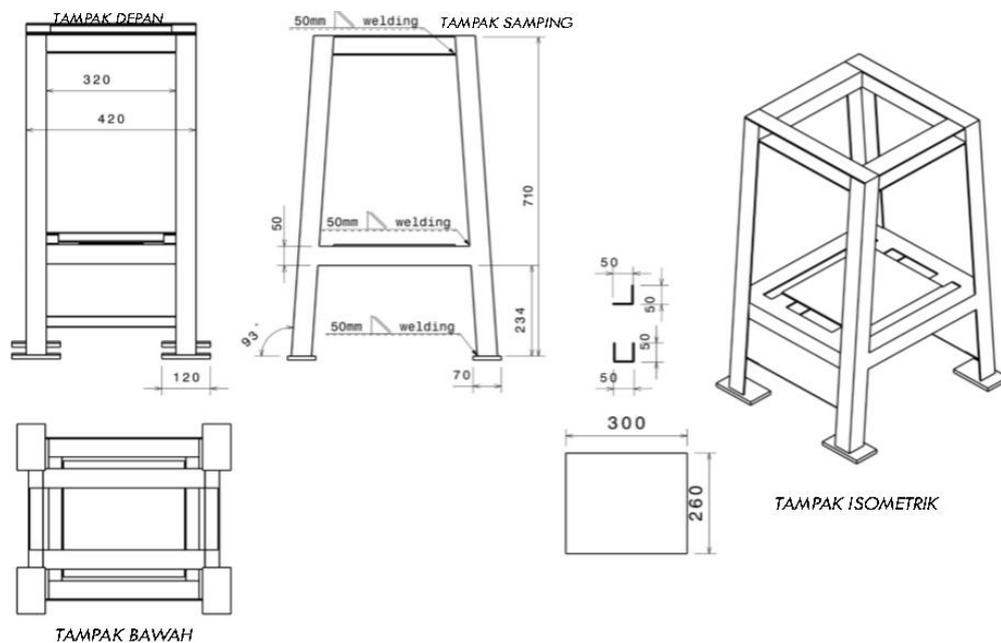
### 3.5 Prosedur penelitian

1. Perencanaan konstruksi
2. Menyiapkan alat untuk menggambar yaitu komputer.
3. Menginstal *software solidwork* yang akan digunakan untuk menggambar rangka mesin penghancur limbah kayu.
4. Membuat gambar rangka dengan menggunakan *software solidwork*.
5. Melakukan analisa rangka dengan menggunakan *software solidwork*.
6. Melakukan simulasi rangka mesin penghancur limbah kayu dengan menggunakan *software solidwork*.
7. Kesimpulan

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perencanaan Konstruksi

Dalam pembuatan mesin penghancur limbah kayu, rangka merupakan bagian yang penting untuk menompang semua komponen. Oleh karena itu rangka harus didesain sedemikian rupa sehingga didapatkan hasil konstruksi yang kuat dan aman. Konstruksi rangka ditunjukkan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Perencanaan konstruksi

#### 4.1.1 Perencanaan Rangka Bagian Atas (1)

Data-data yang diketahui antara lain:

- Massa 1 buah poros = 11 kg
- Massa 2 buah house bearing = 2 kg
- Massa 1 buah pulley = 2 kg
- Gaya tarik T1 dan T2 pulley poros

Diketahui :

- a. Putaran = 1435 Rpm
- b. Tegangan = 220 V
- c. Faktor koreksi ( $f_c$ ) = 3176,14 Watt
- d. Daya (P) = 5,5 HP = 4.1013 Kw
- e. Frekuensi = 50 HZ

Tarikan sisi kencang (T1) dan sisi kendor (T2)

$$P = 4,1013 \text{ kW}, n_1 = 1435 \text{ Rpm} \approx i = 1435/855 \approx 1,67, C = 300 \text{ (mm)}$$

$$f_c = 1,5$$

$$D = 127 \text{ mm} \quad r = 63,5$$

$$P_d = 1,5 \times 4,1013 = 6,15195 \text{ Kw}$$

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \times (6,15195/ 1435) = 4175,60 \text{ Kg.mm}$$

$$T_2 = 9,74 \times 10^5 \times (6,15195/ 855) = 7008,18 \text{ Kg.mm}$$

$$\text{Massa total} = 11 \text{ Kg} + 2 \text{ Kg} + 2 \text{ Kg}$$

$$= 15 \text{ Kg}$$

$$\text{Beban (F)} = F_1 = \frac{T_1}{r}$$

$$F_1 = \frac{T_2}{r}$$

$$= F_1 = \frac{4175,60 \text{ Kg.mm}}{63,5 \text{ mm}}$$

$$F_2 = \frac{7008,18 \text{ Kg.mm}}{63,5 \text{ mm}}$$

$$= F_1 = 65,75 \text{ Kg}$$

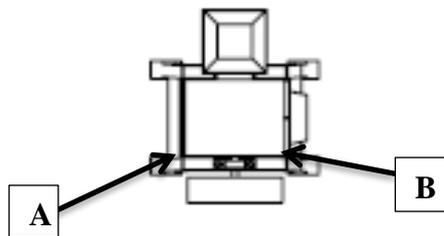
$$F_2 = 110,36 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned}
\text{Beban total} &= \text{Massa total} \times \text{Gaya gravitasi} + F_1 + F_2 \\
&= 15 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 + 176,115 \text{ Kg} \\
&= 147,15 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}^2 + 176,115 \text{ Kg} \\
&= 323,265 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}^2 = 323,265 \text{ N}
\end{aligned}$$

Karena pembebanan terjadi di 2 bidang batang besi ,maka :

$$323,265 \text{ N} : 2 = 161,6325 \text{ N}$$

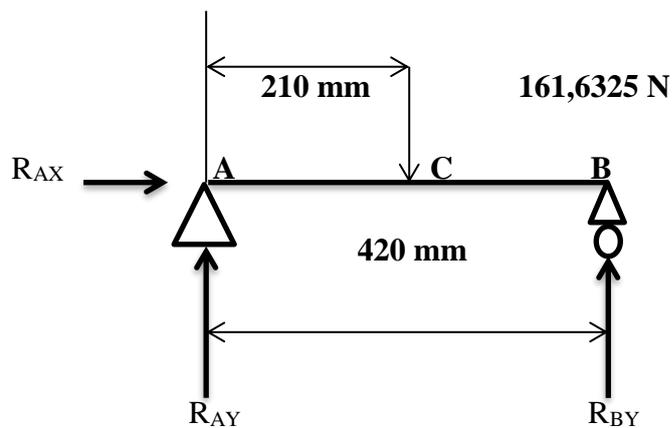
Konstruksi rangka bagian atas ditunjukkan pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 konstruksi rangka bagian atas

1. Analisa pada batang A-B

Gaya yang bekerja pada batang dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Gaya yang bekerja pada batang

### Kesetimbangan Gaya Luar

$$RAY + RBY - 223,68 \text{ N} = 0$$

$$RAY + RBY = 223,68 \text{ N}$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$- 161,6325 \text{ N} \times 210 \text{ mm} + RBY \times 420 \text{ mm} = 0$$

$$- 33942,825 \text{ Nmm} + RBY \times 420 \text{ mm} = 0$$

$$RBY \times 420 \text{ mm} = 33942,825 \text{ Nmm}$$

$$RBY = 80,81625 \text{ N}$$

$$RAY + RBY = 161,6325 \text{ N}$$

$$RAY + 80,81625 \text{ N} = 161,6325 \text{ N}$$

$$RAY = 161,6325 \text{ N} - 80,81625 \text{ N}$$

$$RAY = 80,81625 \text{ N}$$

- $MA = 0$

- $MC = 0$

$$= RAY \times 210 \text{ mm}$$

$$= 80,81625 \text{ N} \times 210 \text{ mm}$$

$$= 16971,4125 \text{ Nmm}$$

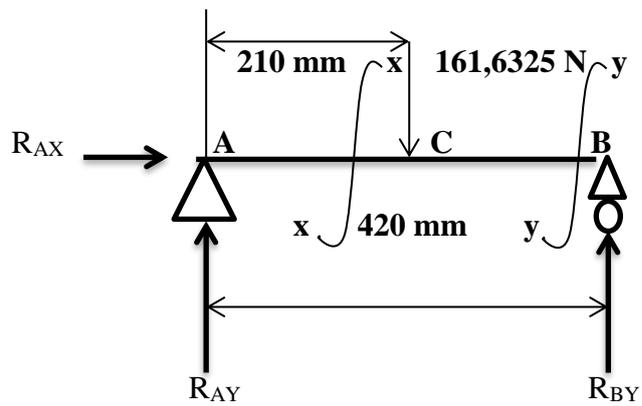
- $MB = 0$

$$= RAY \times 420 \text{ mm} - 161,6325 \text{ N} \times 210 \text{ mm}$$

$$= 80,81625 \text{ N} \times 420 \text{ mm} - 161,6325 \text{ N} \times 210 \text{ mm}$$

$$= 33942,825 \text{ Nmm} - 33942,825 \text{ Nmm}$$

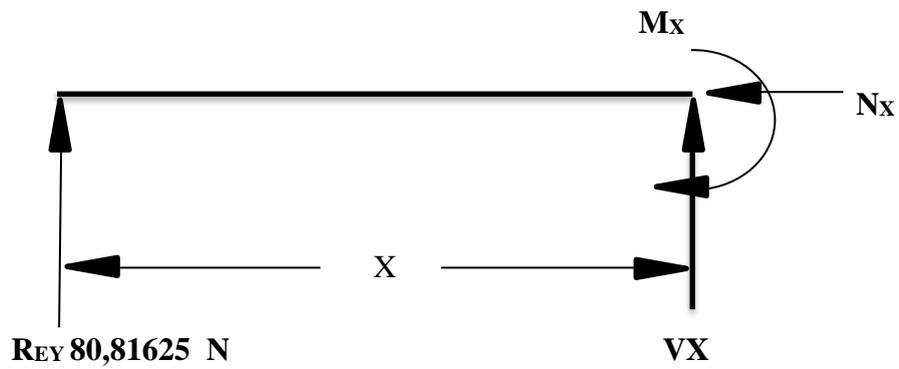
$$= 0$$



Gambar 4.4 Gambar potongan gaya

### Kesetimbangan Gaya Dalam

- a. potongan x-x



Gambar 4.5 Reaksi gaya dalam potongan x-x

$$N_x = 0$$

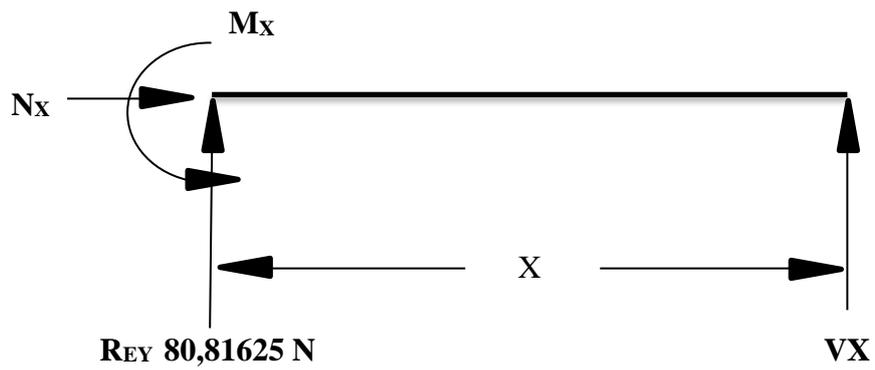
$$V_x = 80,81625 \text{ N}$$

$$M_x = 80,81625 \text{ N}$$

Tabel 4.1 Nilai gaya dalam potongan x-x

Jarak	Titik	Gaya Normal	Gaya Geser	Momen x
x = 0	A	NA = 0	VA = 80,81625 N	MA = 0
x = 210	C	NM = 0	VC = 80,81625 N	MC = 16971,4125 Nmm

b. potongan y-y



Gambar 4.6 Reaksi gaya dalam potongan y-y

$$N_x = 0$$

$$V_x = -80,81625 \text{ N}$$

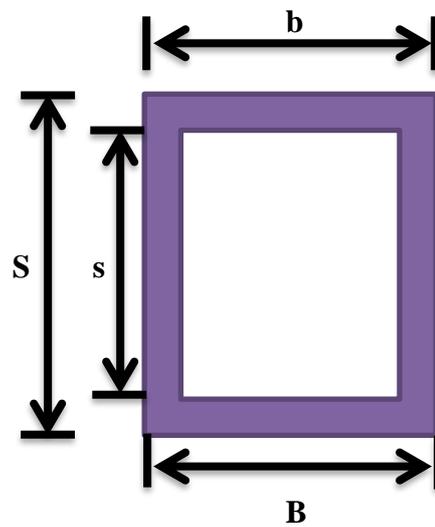
$$M_x = 80,81625 \text{ N}$$

Tabel 4.2 Nilai gaya dalam potongan y-y

Jarak	Titik	Gaya Normal	Gaya Geser	Momen
$x = 0$	B	$N_B = 0$	$V_B = -80,81625 \text{ N}$	$M_B = 0$
$x = 300$	C	$N_C = 0$	$V_C = -80,81625 \text{ N}$	$M_C = -16971,4125 \text{ Nmm}$

2. Tegangan pada rangka atas (1)

Rangka yang ingin dipakai berupa besi siku dengan dimensi 50 mm x 50 mm x 3 mm seperti pada Gambar 4.9



Gambar 4.7 Inersia besi siku

a. Momen inersia ( I )

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{12} \cdot (BS^2 - bs^2) = \frac{1}{12} \cdot (50 \cdot 50^2 - 45 \cdot 45^2) \\ &= \frac{1}{12} (33875) \\ &= 2822,91 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Jarak titik berat ( y )

$$y = \frac{b}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ mm}$$

c. Momen maksimum (Mmax) = 16971,4125 Nmm

d. Tegangan tarik pada rangka ( $\sigma$  tarik rangka ) =  $\frac{Mmax \cdot Y}{I} + \frac{16971,4125 \text{ Nmm}}{2822,91 \text{ mm}}$   
= 6,0120 N

#### 4.1.2 Perencanaan Rangka Bagian Atas (2)

Perhitungan perencanaan rangka bagian atas adalah sebagai berikut:

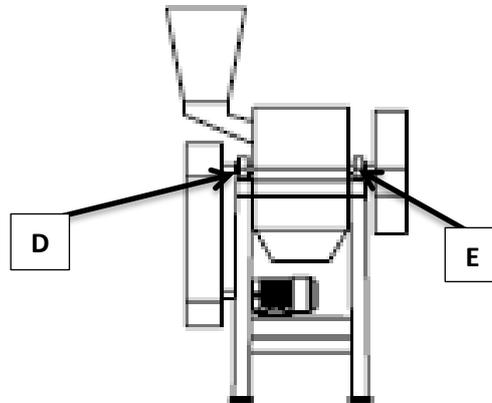
Data-data yang diketahui antara lain:

- Massa tabung + saringan = 27 kg
- Massa 1 buah roda angin = 15 kg
- Massa rata-rata serbuk kayu = 0.34 Kg
- Massa total = 27 + 15 + 0.34  
= 42,34 kg
- Beban (F) = massa total x gaya gravitasi  
= 42,34 x 9,81 m/s<sup>2</sup> = 415,35 N

Karena pembebanan terjadi di 2 bidang batang besi , maka :

$$415,35 \text{ N} : 2 = 207,677 \text{ N}$$

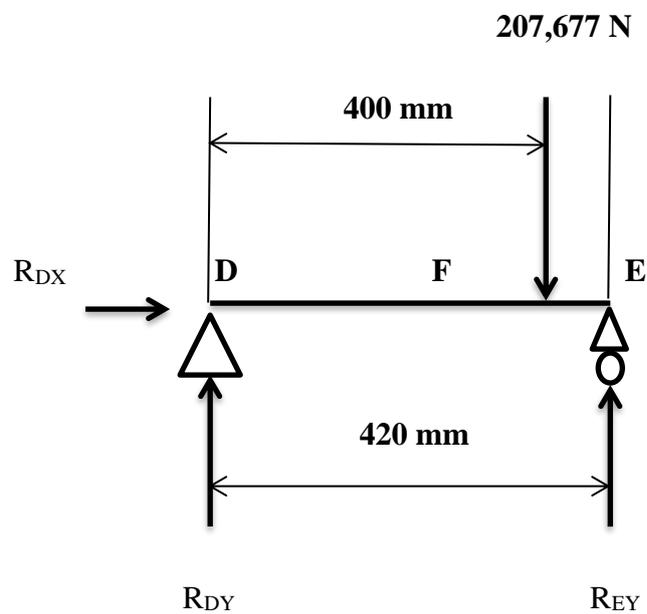
Konstruksi rangka bagian atas ditunjukkan pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Konstruksi rangka bagian atas

1. Analisa pada batang D-E

Gaya yang bekerja pada batang dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Gaya yang bekerja pada batang

Keseimbangan Gaya Luar

$$RDY + REY - 114,4827 \text{ N} = 0$$

$$RDY + REY = 207,677 \text{ N}$$

$$\Sigma MD = 0$$

$$- 207,677 \text{ N} \times 400 \text{ mm} + REY \times 420 \text{ mm} = 0$$

$$-83071,08 \text{ Nmm} + REY \times 420 \text{ mm} = 0$$

$$REY \times 420 \text{ mm} = 83071,08 \text{ Nmm}$$

$$REY = 197,789 \text{ N}$$

$$RDY + REY = 197,789 \text{ N}$$

$$RDY + 197,789 \text{ N} = 207,677 \text{ N}$$

$$RDY = 207,677 \text{ N} - 197,789 \text{ N}$$

$$RDY = 9,887 \text{ N}$$

- MD = 0

- MF = 0

$$= REY \times 400 \text{ mm}$$

$$= 197,789 \text{ N} \times 400 \text{ mm}$$

$$= 79112 \text{ Nmm}$$

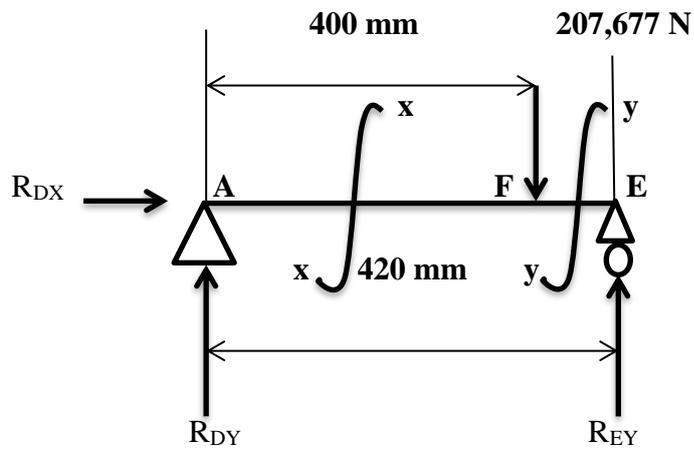
- ME = 0

$$= REY \times 420 \text{ mm} - 207,677 \text{ N} \times 400 \text{ mm}$$

$$= 197,789 \text{ N} \times 420 \text{ mm} - 207,677 \text{ N} \times 400 \text{ mm}$$

$$= 8307,1 \text{ Nmm} - 8307,1 \text{ Nmm}$$

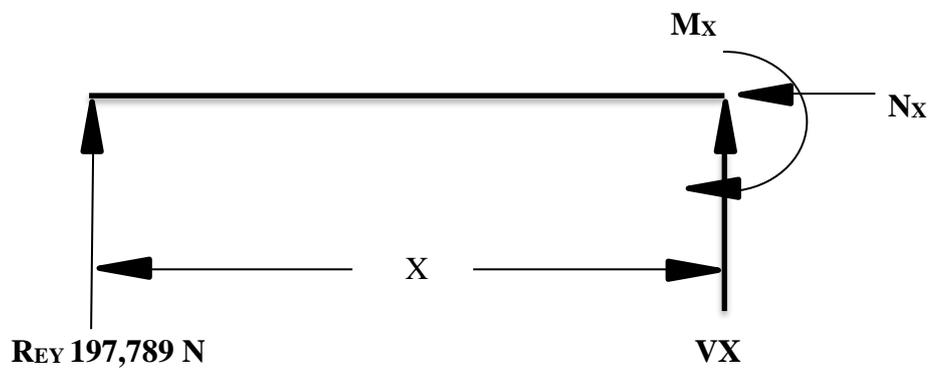
$$= 0 \text{ Nm}$$



Gambar 4.10 Gambar potongan gaya

Kesetimbangan Gaya Dalam

- a. Potongan x-x



Gambar 4.11 Reaksi gaya dalam potongan x-x

$$N_x = 0$$

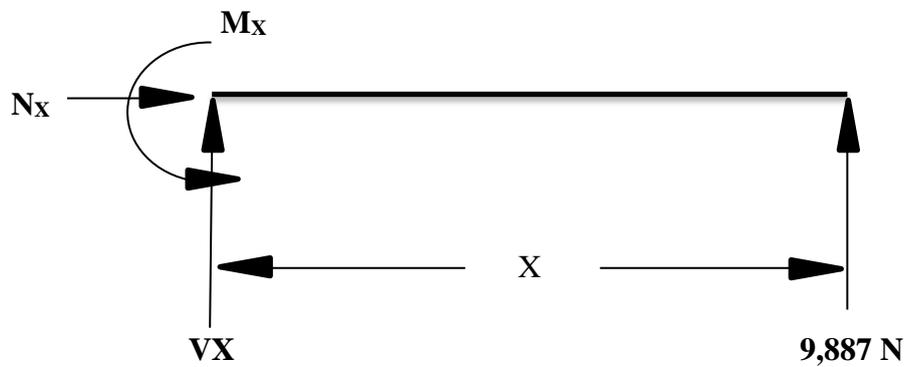
$$V_x = 197,789 \text{ N}$$

$$M_x = 197,789 \text{ N}$$

Tabel 4.3 Nilai gaya dalam potongan x-x

Jarak	Titik	Gaya Normal	Gaya Geser	Momen
$x = 0$	D	$ND = 0$	$VD = 197,789 \text{ N}$	$MD = 0$
$x = 400$	F	$NF = 0$	$VF = 197,789 \text{ N}$	$MF = 79112 \text{ Nmm}$

b. Potongan y-y



Gambar 4.12 Reaksi gaya dalam potongan y-y

$$N_x = 0$$

$$V_x = -9,887 \text{ N}$$

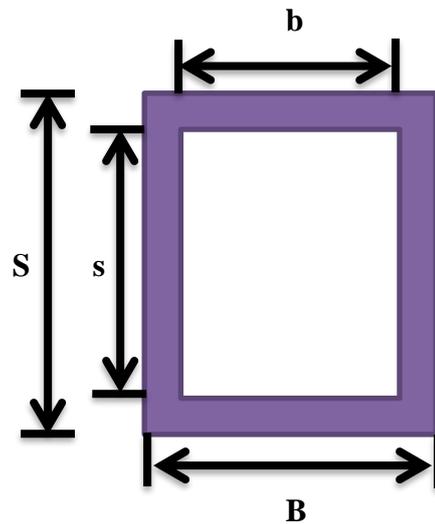
$$M_x = 9,887 \text{ N}$$

Tabel 4.4 Nilai gaya dalam potongan y-y

Jarak	Titik	Gaya Normal	Gaya Geser	Momen
$x = 0$	E	$NE = 0$	$VE = 9,887 \text{ N}$	$ME = 0$
$x = 400$	F	$NF = 0$	$VF = 9,887 \text{ N}$	$MF = 79112 \text{ Nmm}$

2. Tegangan pada rangka atas (2)

Rangka yang ingin dipakai berupa besi siku dengan dimensi 50 mm x 50 mm x 3 mm seperti pada Gambar 4.13



Gambar 4.13 Inersia besi siku

a. Momen inersia ( I )

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{12} (BS^2 - bs^2) = \frac{1}{12} (50.50^2 - 45.45^2) \\ &= \frac{1}{12} (33875) \\ &= 2822,91 \text{ mm} \end{aligned}$$

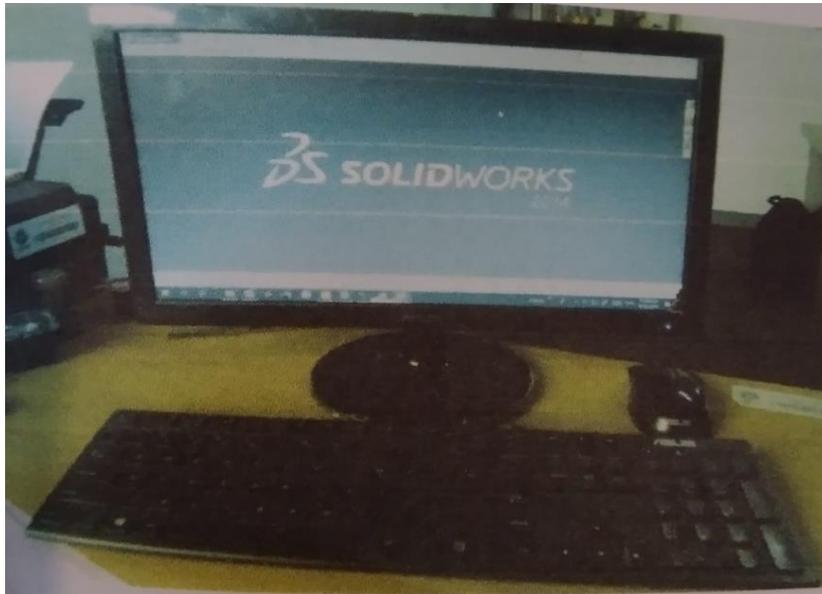
b. Jarak titik berat ( y )

$$y = \frac{b}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ mm}$$

c. Momen maksimum (Mmax) = 79112 Nmm

d. Tegangan tarik pada rangka ( $\sigma$ tarik rangka) =  $\frac{Mmax.Y}{I} + \frac{79112 \text{ Nmm}}{2822,91 \text{ mm}}$   
= 28,024 N

4.2 Menyiapkan alat yang akan digunakan untuk menggambar desain rangka yaitu Komputer.



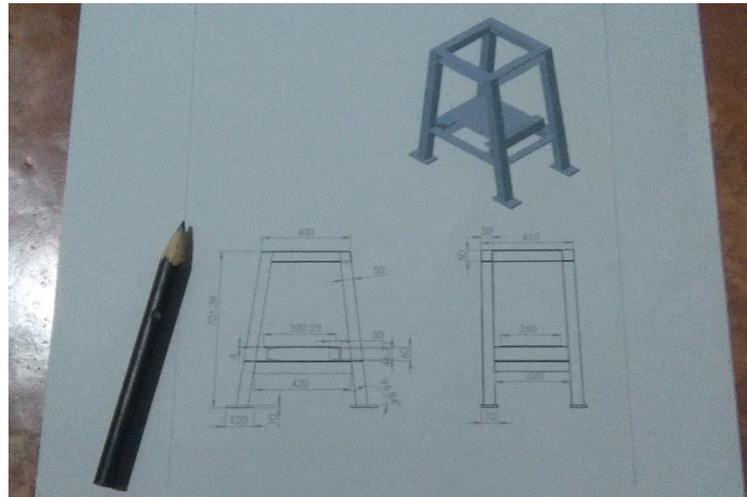
Gambar 4.14 Komputer.

4.3 Menginstal *Software Solidwork* yang akan digunakan untuk menggambar rangka mesin penghancur limbah kayu.



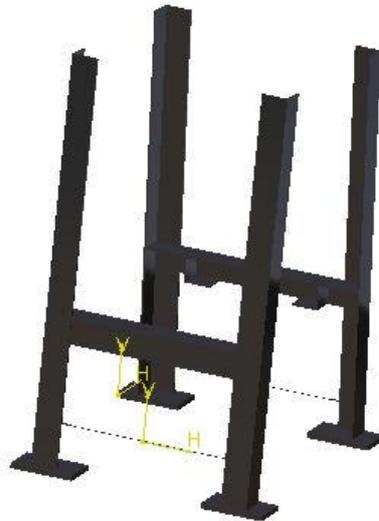
Gambar 4.15 Perangkat lunak *solidwork*

4.4 Membuat gambar rangka dengan menggunakan Pensil (*sketsa*)



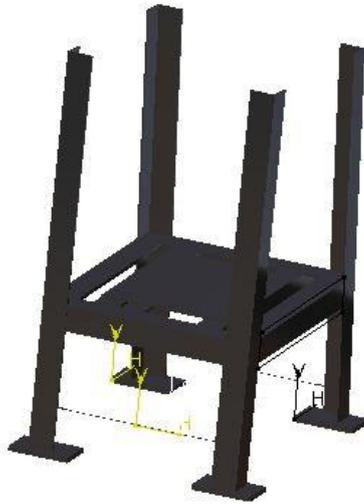
Gambar 4.16 Gambar angka dengan menggunakan Pensil (*sketsa*)

4.5 Membuat gambar rangka dengan menggunakan *Software Solidwork*.



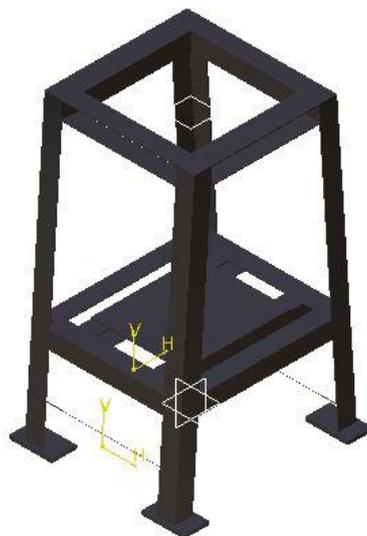
Gambar 4.17 Hasil dengan *Software Solidwork* (10 – 30%)

4.6 Membuat gambar rangka dengan menggunakan *Software Solidwork*.



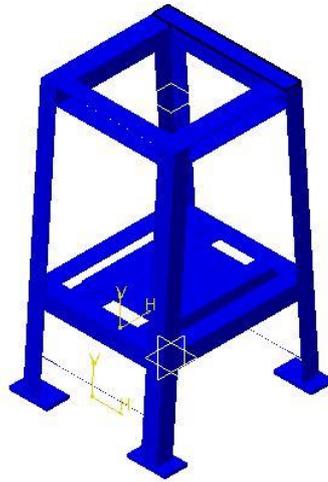
Gambar 4.18 Hasil dengan *Software Solidwork* (50%)

4.7 Membuat gambar rangka dengan menggunakan *Software Solidwork*.



Gambar 4.19 Hasil dengan *software solidwork* (70%)

4.8 Membuat gambar rangka dengan menggunakan *Software Solidwork*.



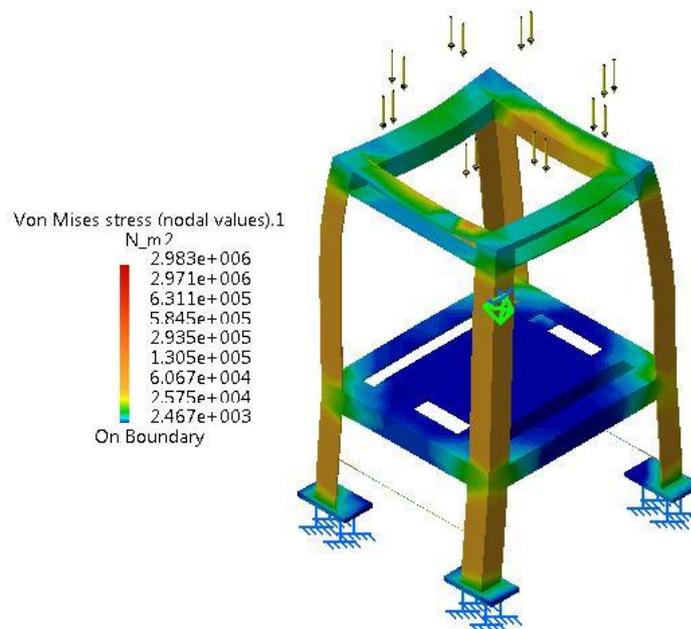
Gambar 4.20 Hasil dengan *Software Solidwork* (100%)

#### 4.9 Analisa dengan *Solidworks*

Simulasi analisis rangka berfungsi untuk mengetahui kualitas rangka yang akan dibuat. Setelah disimulasikan didapatkan hasil antara lain:

##### A. Perubahan Bentuk (*Displacement*)

*Displacement* adalah perubahan bentuk pada benda yang dikenai gaya. Dalam hal ini, melengkung. Bagian yang paling melengkung dari rangka ini adalah daerah berwarna paling merah sebesar  $2.983 \times 10^6 \text{ N/mm}^2$  pada terjadi pada rangka tabung dan saringan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.21



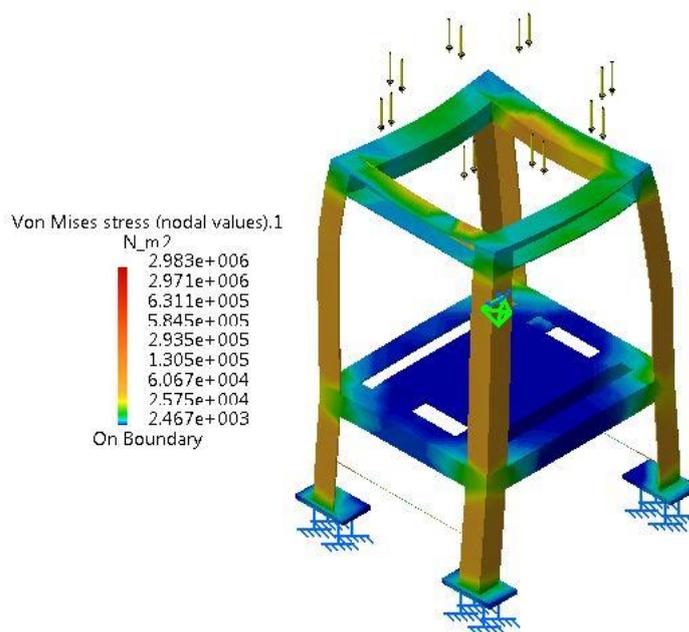
Gambar 4.21 Perubahan bentuk pada rangka

Melengkungnya penopang meja ini terjadi apabila diberi pembebanan sebesar 161,6325 N diletakkan diatas meja secara tiba-tiba, sehingga jika diletakkan pelan-pelan maka rangka meja tetap tidak akan melengkung.

## B. Faktor Keamanan (*Factor of Safety*)

Faktor keamanan adalah patokan utama yang digunakan dalam menentukan kualitas suatu produk . Patokannya jika nilai faktor keamanan minimal kurang dari  $2.983 \times 10^6$  N/mm<sup>2</sup> maka produk tersebut kualitasnya baik, aman dan layak untuk digunakan. Sebaliknya jika nilai faktor keamanan lebih dari  $2.983 \times 10^6$  N/mm<sup>2</sup> , maka produk tersebut berkualitas jelek, tidak aman dan cenderung membahayakan. Apabila nilai keamanan mencapai 3 digit (misalnya  $\pm 100$  ) maka produk tersebut aman, berkualitas sangat baik, namun harganya mahal dan cenderung berbobot besar.

Pada rangka mesin ini, nilai faktor keamanan terkecil adalah  $2,467 \times 10^3$  N/mm<sup>2</sup> yang berarti rangka ini aman apabila diberi pembebanan sebesar 161,6325 N yang ditunjukkan pada Gambar 4.22



Gambar 4.22 Faktor keamanan (*factor of safety*)

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil perancangan rangka atas pertama bahwa :

$$\text{Massa total} = 11 \text{ Kg} + 2 \text{ Kg} + 2 \text{ Kg}$$

$$= 15 \text{ Kg}$$

$$\text{Beban (F)} = F_1 = \frac{T_1}{r}$$

$$F_1 = \frac{T_2}{r}$$

$$= F_1 = \frac{4175,60 \text{ Kg.mm}}{63,5 \text{ mm}}$$

$$F_2 = \frac{7008,18 \text{ Kg.mm}}{63,5 \text{ mm}}$$

$$= F_1 = 65,75 \text{ Kg}$$

$$F_2 = 110,36 \text{ Kg}$$

$$\text{Beban total} = \text{Massa total} \times \text{Gaya gravitasi} + F_1 + F_2$$

$$= 15 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 + 176,115 \text{ Kg}$$

$$= 147,15 \text{ Kg. m/s}^2 + 176,115 \text{ Kg}$$

$$= 323,265 \text{ Kg. m/s}^2 = 323,265 \text{ N}$$

Karena pembebanan terjadi di 2 bidang batang besi ,maka :

$$323,265 \text{ N} : 2 = 161,6325 \text{ N}$$

2. Dari hasil tegangan tarik pada rangka atas 1 :

$$(\sigma \text{ tarik rangka}) = \frac{M_{max}}{I} + \frac{16971,4125 \text{ Nmm}}{2822,91 \text{ mm}}$$

$$= 6,0120 \text{ N}$$

3. Dari hasil perancangan rangka atas kedua bahwa :

$$\text{Massa total} = 11 \text{ Kg} + 2 \text{ Kg} + 2 \text{ Kg}$$

$$= 15 \text{ Kg}$$

$$\text{Beban (F)} = F_1 = \frac{T_1}{r}$$

$$F_1 = \frac{T_2}{r}$$

$$= F_1 = \frac{4175,60 \text{ Kg.mm}}{63,5 \text{ mm}}$$

$$F_2 = \frac{7008,18 \text{ Kg.mm}}{63,5 \text{ mm}}$$

$$= F_1 = 65,75 \text{ Kg}$$

$$F_2 = 110,36 \text{ Kg}$$

$$\text{Beban total} = \text{Massa total} \times \text{Gaya gravitasi} + F_1 + F_2$$

$$= 15 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 + 176,115 \text{ Kg}$$

$$= 147,15 \text{ Kg. m/s}^2 + 176,115 \text{ Kg}$$

$$= 323,265 \text{ Kg. m/s}^2 = 323,265 \text{ N}$$

Karena pembebanan terjadi di 2 bidang batang besi ,maka :

$$323,265 \text{ N} : 2 = 161,6325 \text{ N}$$

4. Dari hasil tegangan tarik pada rangka atas 2 :

$$(\sigma \text{ tarik rangka}) = \frac{M_{max}}{I} + \frac{16971,4125 \text{ Nmm}}{2822,91 \text{ mm}}$$

$$= 6,0120 \text{ N}$$

Pada rangka mesin ini, nilai faktor keamanan terkecil adalah  $2,467 \times 10^3$  N/mm<sup>2</sup> yang berarti rangka ini aman apabila diberi pembebanan sebesar 161,6325 N. Bagian yang paling melengkung dari rangka ini adalah daerah berwarna paling merah sebesar  $2.983 \times 10^6$  N/mm<sup>2</sup>

Melengkungnya penopang meja ini terjadi apabila diberi pembebanan sebesar 161,6325 N dan masing-masing kolom (tiang rangka) dikenakan beban sebesar 80,81625 N, dan diletakkan diatas meja secara tiba-tiba, sehingga jika diletakkan pelan-pelan maka rangka meja tetap tidak akan melengkung.

## 5.2 Saran

1. Pada pembuatan rangka disarankan untuk lebih teliti dalam pemilihan bahan dan bentuk yang akan di buat, terlebih pada tiang rangka.
2. Perlu dilakukan analisa lebih lanjut terhadap proses pembuatan dan ketahanan rangka.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, Hasan (2001). Kamus Besar Bahasa Indonesia. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Brahmantya, B. (2017). Redesign Alat Polishing untuk Memperbaiki Postur Kerja di IKM Yungki Edutoys Yogyakarta. (Skripsi). Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Haryanto, (2007). Struktur Rangka Batang.
- Irawan, A. P. (2009). Diktat Elemen Mesin. Jakarta: Universitas Tarumanegara.
- Istimawan dipohusodo, (1994). Jenis-jenis Kolom.
- Jon Hirschtick, (1993). *Software Solidwork* (<http://eddpangaribuan.blogspot.com>).
- Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (2019). Pengujian Dan Mensimulasikan Rangka Mesin Penghancur Limbah Kayu Kapasitas 15 Kg/Jam.
- Novey, M. D. (2013). Perancangan Prototype Rangka dan Body Kendaraan Hemat Bahan Bakar. (Skripsi). Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus. Kudus
- Sularso. (1997). Dasar-Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradya Pramita.
- Zaini, Fata. (2016). Rancang Bangun Sand Filter Rotary Machine Bagian Transmisi. (Skripsi). Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta.



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

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12  
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 306/IL.3AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 27 Februari 2019 dengan ini Menetapkan :

Nama : JOKO PRATOMO  
Npm : 1407230041  
Program Studi : TEKNIK MESIN  
Semester : X ( Sepuluh )  
Judul Tugas Akhir : ANALISA NUMERIK PEMBEBANAN STATIS PADA RANGKA MESIN  
PENGHANCUR LIMBAH KAYU KAPASITAS 15 KG / JAM .

Pembimbing 1 : M.YANI ST MT.  
Pembimbing 11 : AHMAD MARABDI ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

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

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



Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan, 22 Jumadil Akhir 1440 H  
27 Februari 2019 M

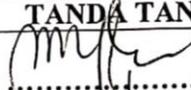
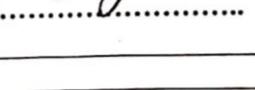
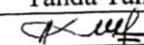
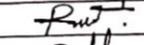
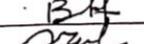
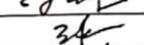
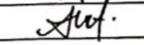
Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT  
NIDN: 0101017202

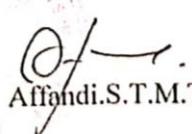
Cc. File

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

Peserta Seminar  
 Nama : Joko Pratomo  
 NPM : 1407230041  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Numerik Pembebanan Statis Pada Rangka Mesin  
 Penghancur Kayu Kapasitas 15 Kg/Jam.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: M.Yani.S.T.M.T	:	
Pembimbing – II	: Ahmad Marabdi.S.S.T.M.T	:	
Pembanding – I	: H.Muharnif.S.T.M.Sc	:	
Pembanding – II	: Bekti Suroso.S.T.M.Enf	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230210	Andi Ramadhani	
2	1407230257	Rizky Zainuddin	
3	1307230292	Bayu Suroto	
4	1407230001	MAULANA YUSUF	
5	1407230011	Ahmad Bahari	
6	1407230034	ANGGA ADI SYAMPUTRA	
7			
8			
9			
10			

Medan, 11 Muharram 1440 H  
11 September 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin  
  
 Affandi.S.T.M.T



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

---

NAMA : Joko Pratomo  
NPM : 1407230041  
Judul T.Akhir : Analisa Numerik Pembabanan Statis Pada Rangka Mesin Peng-  
Hancur Kayu Kapasitas 15 Kg/ Jam.

Dosen Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng

**KEPUTUSAN**

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

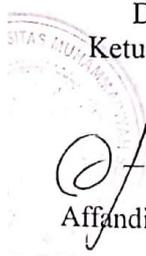
.....  
Lihat buku skripsi  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

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

Medan 11 Muharram 1440H  
11 September 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin



Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

H.Muharnif.S.T.M.Sc

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

---

NAMA : Joko Pratomo  
NPM : 1407230041  
Judul T.Akhir : Analisa Numerik Pembabanan Statis Pada Rangka Mesin Peng-  
Hancur Kayu Kapasitas 15 Kg/ Jam.

Dosen Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - II : Bekti Suroso.S.T.M.Eng

**KEPUTUSAN**

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

*Ment pada masalah tugas akhir*  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

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

Medan 11 Muharram 1440H  
11 September 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin



*Affandi*  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II

*Bekti Suroso*

Bekti Suroso.S.T.M.Eng

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Analisis Numerik Pembebanan Statis Pada Rangka Mesin Penghancur Limbah Kayu Kapasitas 15Kg/Jam

Nama : Joko Pratomo

Dosen pembimbing 1 : M. Yani, S.T., M.T

Dosen pembimbing 2 : Ahmad Marabdi, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Tanda Tangan
1	16/7 2019	Pemberian spesifikasi tugas Skripsi	
2	27/7 2019	Perbaikan latar belakang, rumusan masalah & tujuan	
3	19/8 2019	Tambahan rumus & perhitungan teg. kesambungan pd bab II	
4	28/8 2019	Perbaikan Flow chart & metode penelitian di bab III	
5	24/8 2019	Perbaikan & Tambahan analisa pd pembahasan di Bab IV lanjut ke penyimpulan II.	

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

**Analisa Numerik Pembebanan Statis Pada Rangka Mesin Penghancur  
Limbah Kayu Kapasitas 15 Kg/Jam**

**Nama** : Joko Pratomo

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

**Dosen Pembimbing 2** : Ahmad Marabdi,S.T.,M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Tanda Tangan
1.	Selasa $\frac{27}{8}$ 2019	① Tambah Bab-2. ② Lengkapi Bab 4. ③ Lanjut Bab 5	} Af.
2.	Jum'at $\frac{30}{8}$ 2019	① perbaiki Bab-3 -prosedur ② Sematkan di Bab-4 ③ Lanjut BAB-5	} Af.
3.	Jum'at $\frac{30}{8}$ 2019	① persiapkan seminar	Af.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Joko Pratomo  
Npm : 1407230041  
Tempat/Tanggal Lahir: Saentis, 1 Agustus 1995  
Jeni kelamin : Laki - laki  
Agama : Islam  
Status : Belum menikah  
Alamat : JL.Semar 1 Desa Saentis Gg.Bima  
Kel/Desa : Saentis  
Kecamatan : Percut Sei Tuan  
Provinsi : Sumatera Utara  
Nomor Hp : 0813-7554-5424  
Nama Orang Tua  
Ayah : Sariun  
Ibu : Yusnani

### PENDIDIKAN FORMAL

2001-2007 : SD NEGERI 107403

2007-2010 : SMP NEGERI 3 PERCUT SEI TUAN

2010-2013 : SMK SWASTA MANDIRI

2014-2019: Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara