

**NASKAH PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR**

**DESAIN DAN ANALISA MESIN *CRUSHING* BOTOL PLASTIK BEKAS  
UNTUK INDUSTRI KECIL DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI**



Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata Satu Pada  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh:

**HARTANTO**

**NIM : D200100063**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2016**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Naskah Publikasi yang berjudul "**Desain Dan Analisa Mesin *Crushing* Botol Plastik Bekas Untuk Industri Kecil Dengan Menggunakan Simulasi,**" Telah disetujui dan disahkan oleh Pembimbing Tugas Akhir sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh:

Nama : Hartanto

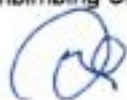
NIM : D200100063

Disetujui pada :

Hari : *Senin*

Tanggal : *1 Februari 2016*

Pembimbing Utama



Joko Sedyono, Ph.D.

Pembimbing Pendamping



Ir. Tri Tjahjono, MT

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Tri Widodo BR. ST. MSc., Ph.D

# DESAIN DAN ANALISA MESIN *CRUSHING* BOTOL PLASTIK BEKAS UNTUK INDUSTRI KECIL DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI

Hartanto, Joko Sedyono, Tri Tjahjono

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl.A.Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email : [hwinner91@gmail.com](mailto:hwinner91@gmail.com)

## ABSTRAKSI

*Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat desain, analisa, dan simulasi poros dan pisau pencacah mesin crushing botol plastik untuk industri kecil dengan Solidworks 2010. Selain itu juga untuk mengetahui nilai yield strength dan nilai von mises maksimal dari material yang digunakan pada poros dan pisau pencacah sehingga didapatkan Safety Factor untuk mengetahui aman atau tidaknya material yang digunakan.*

*Dalam proses desain, analisa, dan simulasi yang diselidiki adalah pada poros dan pisau pencacah botol plastik. Material yang digunakan pada poros adalah baja S 35 C - D, sedangkan material yang digunakan pada pisau pencacah adalah baja S 45 C. Software yang diunakan pada penelitian kali ini menggunakan Solidworks 2010.*

*Hasil analisa dan simulasi pada poros dan pisau pencacah botol plastik menunjukkan bahwa nilai yield strength pada poros adalah (282.685.056 N/mm<sup>2</sup>), sedangkan nilai tegangan von mises maksimal dari material yang digunakan pada poros adalah 94.208.600 N/mm<sup>2</sup>, Safety Factor poros adalah 3. Dari material yang digunakan pada poros dinyatakan aman. Selain itu nilai yield strength pada pisau pencacah adalah (530.000.000 N/mm<sup>2</sup>), sedangkan nilai von mises maksimal dari material yang digunakan pada pisau pencacah adalah 410.670.300 N/mm<sup>2</sup>, Safety Factor pisau pencacah adalah 2,51. Dari material yang digunakan pada pisau pencacah dinyatakan aman.*

**Kata kunci : Yield Strength, Von Mises, Safety Factor.**

# DESIGN AND ANALYSIS OF PLASTIC BOTTLE CRUSHING MACHINES USED FOR SIMULATION USING SMALL INDUSTRIES

Hartanto, Joko Sedyono, Tri Tjahjono  
Mechanical Engineering University of Muhammadiyah Surakarta  
Drum Jl.A.Yani Pos 1 Pabelan, Kartasura  
Email: [hwinner91@gmail.com](mailto:hwinner91@gmail.com)

## ABSTRACTION

*The aim of this study was to create a design, analysis, and simulation of the shaft and blade chopper plastic bottle crushing machine for small industry with Solidworks 2010. In addition, to determine the value of yield strength and the maximum value of von mises of the material used on the shaft and blade chopper so we get safe Safety Factor to determine whether or not the material used.*

*In the process of design, analysis and simulation of the investigation is on the shaft and blade chopper plastic bottles. The material used in the steel shaft is the S 35 C - D, while the material used in the chopper blade is steel S 45 C. Software diunakan in the present study using Solidworks 2010.*

*Results of analysis and simulation on the shaft and blade chopper plastic bottles shows that the value of the yield strength of the shaft is (282.685.056 N / mm<sup>2</sup>), while von mises maximum voltage value of the material used on the shaft is 94.2086 million N / mm<sup>2</sup>, Safety Factor 3. From the shaft is the material used on the shaft declared safe. In addition the value of yield strength on the counter blade is (530.000.000 N / mm<sup>2</sup>), while the maximum value of von mises of the material used in the chopper blade is 410.670.300 N / mm<sup>2</sup>, Safety Factor chopper blade is 2.51. Of the material used in the chopper blades declared safe.*

**Keywords: Yield Strength, Von Mises, Safety Factor.**

## PENDAHULUAN

Sampah plastik di Indonesia mencapai 5,4 juta ton per tahun. Indonesia *Solid Waste Association* (InSWA) mengajak masyarakat untuk menggunakan plastik ramah lingkungan karena keberadaan plastik saat ini sangat mengkhawatirkan. Ketua umum InSWA Sri Bebasari mengatakan dari waktu ke waktu, penggunaan plastik meningkat secara signifikan melampaui penggunaan bungkus berbahan kertas. Saat ini berdasarkan data statistik persampahan domestik Indonesia, jenis sampah plastik menduduki peringkat kedua yaitu sebesar 5,4 juta ton per tahun atau 14% dari total produksi sampah. Sementara data dari Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Jakarta, tumpukan sampah di wilayah DKI Jakarta mencapai lebih dari 6.000 ton per hari dan sekitar 13% dari jumlah tersebut berupa sampah plastik.

Dari seluruh sampah yang ada, 57% ditemukan di pantai berupa sampah plastik. Sebanyak 46 ribu ton sampah plastik mengapung di setiap *mile* persegi samudera, bahkan kedalaman sampah plastik di Samudra Pasifik mencapai hampir 100 meter. Saat ini rata-rata orang Indonesia menghasilkan sampah 0,5 kg dan 13% diantaranya adalah plastik. Sampah plastik menduduki peringkat ketiga dengan jumlah 3.6 ton per tahun atau 9% dari jumlah total produksi sampah. Langkah positif untuk pengurangan sampah melalui kampanye 3R yaitu *reduce* (mengurangi) *reuse* (menggunakan kembali) dan *recycle* (mendaur ulang).

Mesin pencacah plastik untuk mempermudah pengolahan limbah plastik, yang didalam hal ini plastik yang akan dipotong adalah botol plastik kemasan. Hasil perencanaan dan perhitungan diperoleh suatu hasil

*prototype* mesin pencacah botol plastik yang memiliki spesifikasi.

Dari penjelasan diatas, maka sebagai mahasiswa memiliki motivasi untuk menyediakan desain alat pencacah botol plastik untuk industri kecil yang efisien baik dari segi fungsi, penempatan, dan biaya.

## BATASAN MASALAH

1. *Software* yang digunakan untuk membuat desain dan simulasi adalah *Solidworks* 2010.
2. Desain yang dibuat adalah roda gigi lurus, poros, pisau pencacah, dan rangka.
3. Simulasi dilakukan hanya pada poros dan pisau pencacah.
4. Material yang digunakan pada poros adalah baja karbon rendah (*low carbon steel*) S 35 C - D (AISI 1035), sedangkan material yang digunakan pada pisau pencacah adalah baja karbon tinggi tinggi (*high carbon steel*) S 45 C (AISI 1045).
5. Material botol plastik yang akan dicacah adalah PETE/PET (*Polyethylene Terephalate*) logo daur ulang dengan angka 1.

## TUJUAN PENELITIAN

1. Membuat desain, analisa, dan simulasi poros dan pisau pencacah mesin *crushing* botol plastik untuk industri kecil dengan *Solidworks* 2010.
2. Mengetahui *yield strength*, *von mises* maksimal, dan *safety factor* dari material yang digunakan pada poros dan pisau pencacah sehingga material dapat dikategorikan aman atau tidak.

## TINJAUAN PUSTAKA

Zainal (2015) melakukan penelitian desain terhadap *Connecting rod*. Kendaraan yang diproduksi massal di negara kita umumnya kendaraan darat, salah satunya

sepeda motor. *Connecting rod* merupakan komponen mesin yang berperan untuk mengubah gerakan resiprok (maju mundur/turun naik) piston menjadi gerakan berputar (*rotary*) pada poros engkol. Dalam tugas akhir ini, menganalisa distribusi tegangan dan defleksi *connecting rod* sepeda motor dengan daya 6 HP menggunakan metode elemen hingga. *Connecting rod* yang dianalisa adalah *connecting rod* sepeda motor Honda Grand 100 CC. Adapun material dari *connecting rod* ini ialah AISI 1045 *cold drawn* dengan kekuatan luluh ( $\sigma_y$ )= 5,3e+008 N/m<sup>2</sup>. Tujuan tugas akhir ini adalah untuk menganalisa tegangan yang terjadi pada *connecting rod* setelah dipengaruhi oleh tekanan statis. Setelah itu mencari nilai tegangan *Von Mises* dan faktor keamanan (*Factor Of Safety*) untuk mengetahui *connecting rod* ini dalam keadaan aman atau tidak dengan bantuan dari *software Solidworks 2007*. Setelah dilakukan analisa didapat bahwa tegangan *Von Mises* maksimum yang terjadi yaitu sebesar 4,911e+008 N/m<sup>2</sup>. Dari hasil tersebut dapat dilihat nilai tegangan *Von Mises* berada di bawah batas izin tegangan *yield* material baja AISI 1045 sehingga *connecting rod* ini dapat dikatakan dalam keadaan aman.

Satriana (2013) melakukan penelitian desain dan analisa terhadap rangka mobil struktur Sasis Mobil Harapan yang berfungsi sebagai penopang bodi dan melakukan analisa gaya yang terjadi pada Sasis Mobil Harapan, serta melakukan analisa beban statik dengan menggunakan perangkat lunak *Ansys Workbench 14.0*. Sebagai penggerak mula, Mobil Harapan menggunakan motor bensin empat langkah satu silinder 150 cc dengan daya 16 HP dan putaran mesin 9500 rpm. Mobil Harapan mempunyai panjang 2100 mm, lebar 830 mm, dan tinggi 1300 mm, dengan

jarak antara sumbu roda 1200 mm. Besarnya tegangan geser yang direncanakan ( $\tau$ ) tegangan lentur yang direncanakan ( $\sigma$ ), dan defleksi poros yang direncanakan ( $\delta$ ) berturut-turut yaitu 1,67 N/mm<sup>2</sup> , 202 N/mm<sup>2</sup> , 0,39 mm. Berdasarkan hasil simulasi besarnya *shear stress*, *equivalent stress*, dan *total deformation* berturut-turut yaitu 1,67 N/mm<sup>2</sup> , 200,59 N/mm<sup>2</sup> , 0,1551 mm. Secara umum besarnya tegangan geser maksimum, tegangan lentur maksimum, dan defleksi maksimum yang terjadi masih dibawah tegangan ijin bahan, sehingga masih aman digunakan.

Kolontoko (2007) Mesin pencacah sampah botol plastik ini merupakan alat untuk membantu para pengepul dalam mencacah botol plastik untuk mempermudah pembawaannya ke agen yang nantinya akan dijadikan bijih plastik. Dalam pengoperasiannya, mesin pencacah ini dibantu oleh beberapa komponen penunjang yaitu motor listrik, puli, roler penghantar dan rangka. Peranan dari komponen penunjang tersebut sangatlah penting, karena itu perlu dilakukan perancangan yang baik dan salah satunya yaitu dari segi kekuatan, dimana rangka mesin menerima beban dari beberapa komponen itu sendiri maupun dari sampah botol plastik yang akan cacah. Dalam penulisan tugas akhir ini, akan dibahas mengenai perencanaan puli, dan kapasitas produksi, dalam perancangan ini perlu dilakukan suatu analisis untuk memastikan hasil perancangan dapat digunakan. Bila dahulu proses perancangan dilakukan suatu mesin dilakukan dengan cara "*trial and error*" hingga diperoleh hasil yang optimal, maka sekarang ini rancang bangun mesin dilakukan dengan proses komputerisasi dalam hal ini mesin pencacah botol plastik digambar dengan menggunakan

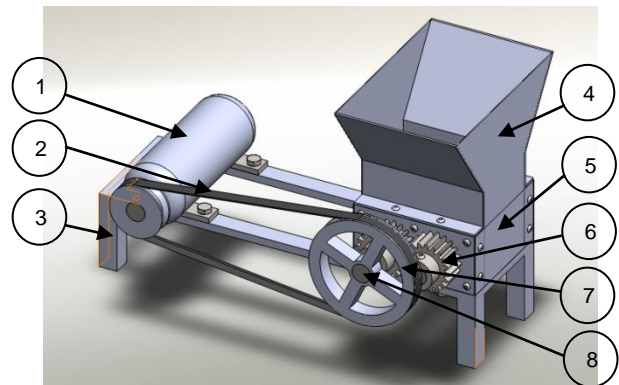
software AutoCad. Material rangka mesin yang dipakai adalah baja konstruksi S 10 C (AISI 1010).

### LANDASAN TEORI

Model Mesin penghancur plastik ini dimulai dengan melihat permasalahan yang ada di lapangan, yaitu banyaknya wadah plastik bekas minuman yang terdapat di rumah pemulung. Hal ini menyebabkan timbulnya industri kecil yang tertarik untuk mengelola wadah plastik bekas minuman tersebut untuk di daur ulang, maka dirancang mesin penghancur plastik yang efisien dengan harga yang terjangkau.

Mesin penghancur plastik itu sendiri adalah mesin yang digunakan untuk menghancurkan wadah plastik menjadi ukuran yang lebih kecil. Jenis plastik yang dihancurkan adalah botol dan gelas plastik bekas minuman. Penghancur plastik menjadi serpihan dapat melalui beberapa tahap dimana pada tahap pertama plastik (dalam hal ini percobaan dengan menggunakan plastik kemasan air mineral) dimasukkan ke dalam mesin melalui sebuah corong yang terdapat pada mesin kemudian plastik tersebut akan dihancurkan oleh pisau menjadi serpihan yang kecil kemudian baru akan disaring, tetapi kadang serpihan masih terlalu besar untuk melewati saringan sehingga akan dipotong lagi menjadi serpihan yang lebih kecil untuk dapat melewati saringan. Serpihan yang telah melewati saringan itulah yang merupakan hasil yang kita inginkan.

### KOMPONEN-KOMPONEN MESIN CRUSHING BOTOL PLASTIK



**Gambar 1. Desain Mesin *Crushing* Botol Plastik**

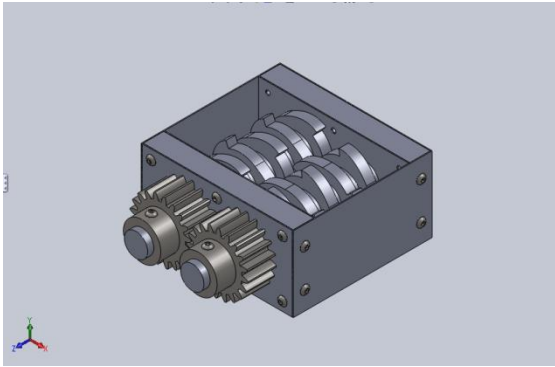
### KETERANGAN GAMBAR

1. Motor Listrik
2. V-Belt
3. Rangka
4. Hopper
5. Pisau Pencacah
6. Roda Gigi Lurus
7. Pully
8. Poros

### POROS DAN PISAU PENCACAH

Untuk menghancurkan botol plastik dibutuhkan pisau pencacah, dimana pisau pencacah yang digunakan haruslah mempunyai kekuatan serta ketajaman yang sesuai agar dapat menghancurkan plastik menjadi potongan kecil. Pisau mempunyai ketajaman tertentu, dimana pisau tidak boleh mempunyai sudut terlalu lancip karena pisau yang lancip mempunyai ketebalan yang tipis sehingga mengakibatkan pisau cepat rusak tetapi juga tidak boleh terlalu tumpul karena tidak akan mudah untuk menghancurkan botol plastik.

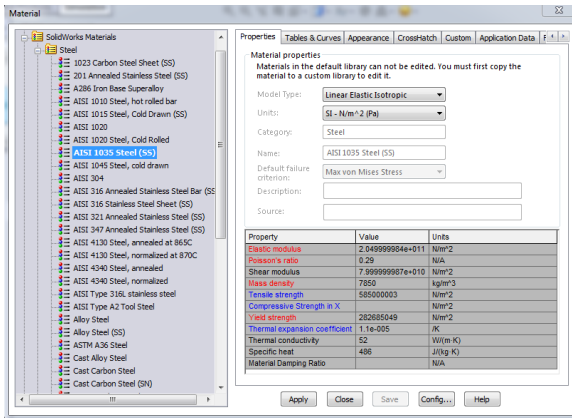




**Gambar 2. Pisau Pencacah**

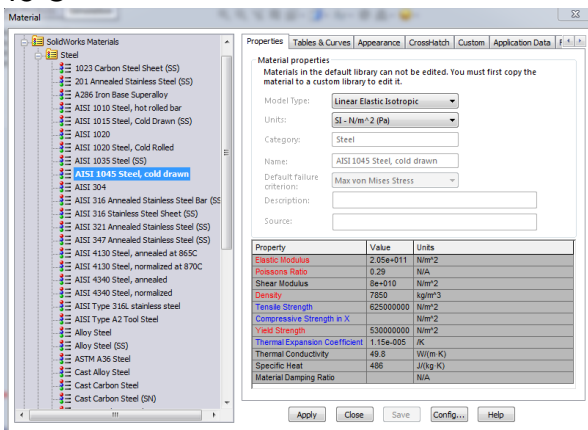
**Material Poros dan Pisau Pencacah**

Lihat gambar 3, material yang digunakan pada poros adalah AISI 1035 atau S 35 C - D



**Gambar 3. Material Poros**

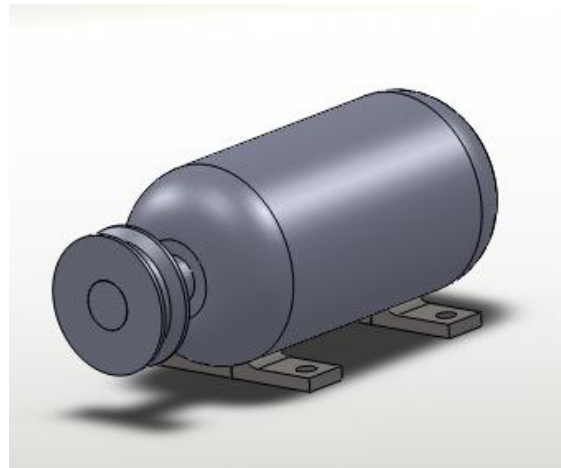
Lihat gambar 4, material pisau pencacah adalah AISI 1045 atau S 45 C



**Gambar 4. Material Pisau Pencacah**

**MOTOR LISTRIK**

Motor listrik adalah sebuah alat yang terdiri dari dua komponen utama yaitu stator dan rotor. Motor listrik tersebut akan mengikutsertakan kedua kumpulan lilitan yang dililitkan pada atau yang ditanamkan dalam celah besi. Satu atau kedua lilitan dapat dialiri. Motor listrik berfungsi sebagai pengubah energi listrik menjadi energi mekanik (putaran) dan juga sebuah alat yang terdiri dari dua komponen utama yaitu stator oleh arus bolak-balik atau arus searah, maka rotor dan stator harus dililitkan untuk kutub yang sama banyaknya supaya menghasilkan sebuah motor listrik. Pada penelitian kali ini daya yang digunakan pada motor listrik adalah 4Kw.



**Gambar 5. Motor Listrik**

**PULI DAN SABUK**

Putaran mesin penghancur plastik sebuah motor listrik dengan daya yang diperlukan. Putaran yang dihasilkan oleh motor listrik tersebut dipindahkan melalui sebuah puli penggerak dan dihubungkan langsung ke puli yang digerakkan yang menempel pada poros pisau, dimana penghubung antara kedua puli ini adalah sebuah sabuk V – tipe B.



Untuk memindahkan daya dan putaran baik dari motor listrik maupun motor bakar, sebagai penggerak ke poros maka digunakan sabuk tipe – V. Sabuk – V terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Tenunan tetoron atau semacamnya dipergunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. Sabuk – V dibelitkan di keliling alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang sedang membelit pada puli ini mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Gaya gesekan juga akan bertambah karena pengaruh bentuk baji, yang akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah. Hal ini merupakan salah satu keunggulan Sabuk – V dibandingkan dengan sabuk rata-rata.

### **BEARING**

Bearing adalah elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakannya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bearing menjamin poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bearing tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh system akan menurun atau tidak dapat bekerja secara mestinya. Jadi, bearing dalam permesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung. Bahan untuk bearing luncur memenuhi persyaratan berikut :

1. Mempunyai kekuatan cukup (tahan beban dan kelelahan).
2. Dapat menyesuaikan terhadap lenturan poros yang tidak terlalu besar atau terhadap perubahan bentuk yang kecil.
3. Mempunyai sifat anti las (tidak dapat menempel) terhadap poros jika terjadi kontak dan gesekan antara logam dengan

4. Tahan karat dan cukup tahan aus
5. Dapat membenamkan kotoran atau debu kecil yang terkandung di dalam bantalan
6. Harga ekonomis dan tidak perlu terpengaruh oleh temperatur.

### **RANGKA**

Rangka utama merupakan bagian penting dalam konstruksi mesin penghancur botol plastik. Karena tugas utamanya adalah menahan beban. Untuk menahan beban selama proses penghancuran botol plastik, rangka utama harus dibuat kaku dan kuat.

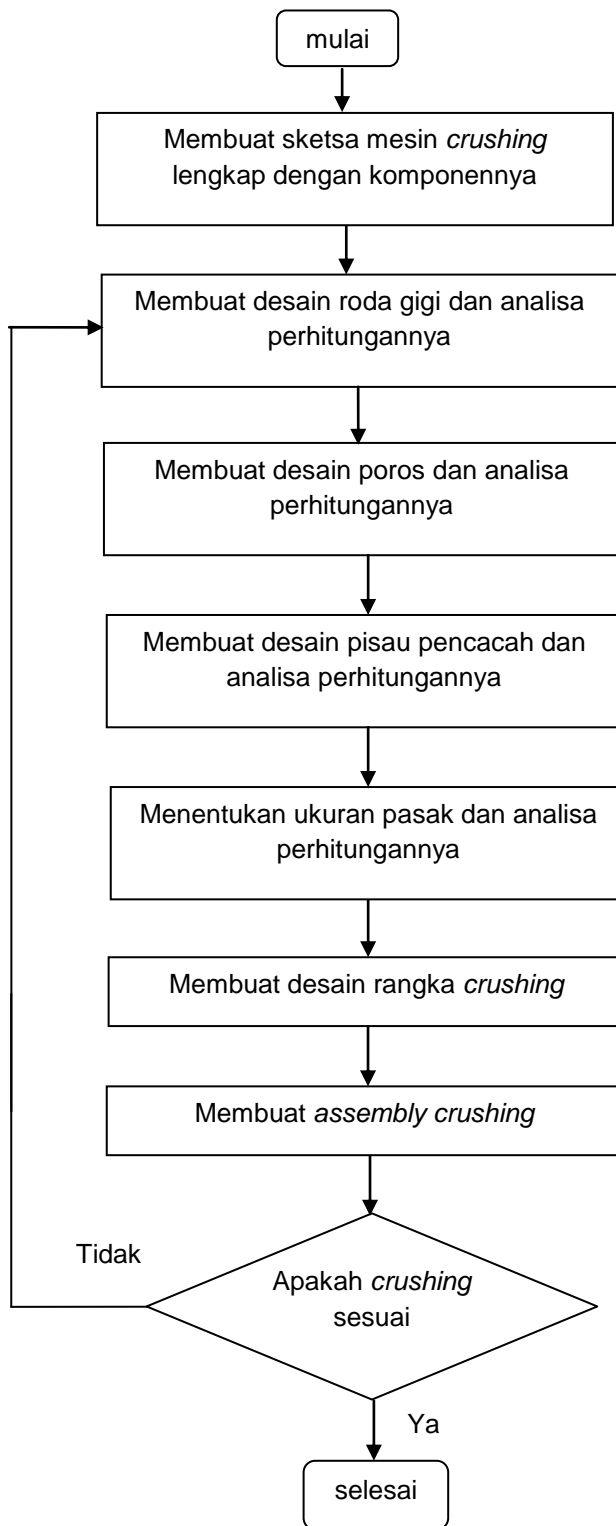
Rangka pada mesin penghancur botol plastik ini memiliki dimensi dengan panjang 500 mm, lebar 148 mm dan tinggi 100 mm terbuat dari besi profil siku. Untuk menahan beban selama motor penggerak dan puli bekerja konstruksinya harus dibuat kaku dan kuat. Pemilihan jenis materialnya yang perlu diperhatikan pada pemilihan bahan sebuah komponen adalah fungsi, pembebanan dan umur lalu kemampuan dibentuk dan diproduksi. Berikut merupakan konstruksi mesin penghancur plastik.



**Gambar 6.** Rangka

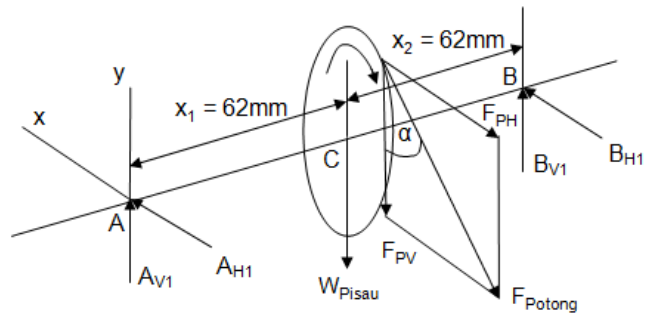
### **METODE PERENCANAAN**

Adapun tahapan perencanaan yang dilakukan selama pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :



**Gambar 7.** Diagram Metode Perencanaan

### Tinjauan gaya terhadap pisau pencacah dan bantalan



**Gambar 8.** Gaya terhadap pisau pencacah dan bantalan

Diketahui :

- massa poros = 0,9 kg
- massa pisau pencacah = 0,2 kg
- Diameter pisau pencacah (dpisau ) = 60 mm
- $x_1 = 62 \text{ mm}$
- $x_2 = 62 \text{ mm}$
- $\alpha = 45$

Perencanaan gaya pada poros 1 dan 2  
Gaya yang terjadi antara poros 1 dan 2 memiliki hasil yang sama

\*gaya potong pada satu poros

$$\begin{aligned}
 F_{\text{Potong Total}} &= \frac{T}{r} \\
 &= \frac{2.597,33 \text{ kg.mm}}{33,38 \text{ mm}} \\
 &= 77,81 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

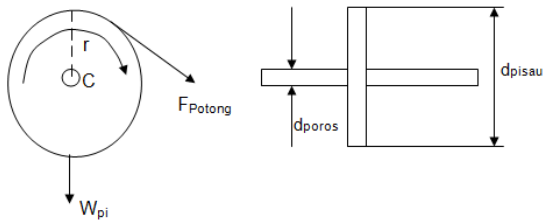
$$F_{\text{Potong Total}} = 763,32 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 * F_{\text{PV}} &= \frac{1}{2} \sqrt{2} \times F_{\text{Potong}} \\
 &= \frac{1}{2} \sqrt{2} \times 86,58 \text{ N} \\
 &= 61,22 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$* F_{PH} = F_{PV}$$

Pada mesin pencacah terdapat 2 poros. 1 poros terdapat 5 pisau. Total pisau adalah 10 pisau. Pada simulasi 1 pisau terdapat 3 ujung, maka

$$F_{Potong} = \frac{763,32 \text{ N}}{2 \times 10 \times 3} = 12,72 \text{ N.}$$



Berat pisau (  $W_{pi}$  )

$$W_{pi} = m \cdot g$$

$$= 0,2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 1,96 \text{ N}$$

Untuk pembebanan pada 1 poros yaitu 1,96 N dikalikan dengan 5, karena pada 1 poros terdapat 5 buah pisau.  $1,96 \times 5 = 9,8 \text{ N}$

Perencanaan gaya poros dititik A

Arah horizontal

$$\Sigma M_B = 0$$

$$A_{H1} (x_1 + x_2) - F_{PH} \times x_2 = 0$$

$$A_{H1} (62 + 62) - 61,22 \text{ N} \times 62 = 0$$

$$A_{H1} (124) - 3795,64 = 0$$

$$A_{H1} = \frac{3795,64}{124} = 30,61 \text{ N}$$

Arah vertikal

$$\Sigma M_B = 0$$

$$A_{V1} (x_1 + x_2) - (F_{PV} + W_{Pisau}) \times x_2 = 0$$

$$A_{V1} (62 + 62) - (61,22 \text{ N} + 1,96 \text{ N}) \times 62 = 0$$

$$A_{V1} (124) - (63,18) \times 62 = 0$$

$$A_{V1} = \frac{-124 + 63,18}{62} = 0$$

$$A_{V1} = \frac{-60,82}{62} = -0,9 \text{ N}$$

$$A_{V1} = 0,9 \text{ N}$$

Maka resultan gaya dititik A adalah

$$\begin{aligned} R_A &= \sqrt{A_{V1}^2 + A_{H1}^2} \\ &= \sqrt{(0,9)^2 + (30,61)^2} \\ &= \sqrt{0,81 + 936,97} \\ &= \sqrt{937,78} \end{aligned}$$

$$R_A = 30,39 \text{ N}$$

Perencanaan gaya poros dititik B

Arah horizontal

$$\Sigma M_A = 0$$

$$B_{H1} (x_1 + x_2) - F_{PH} \times x_2 = 0$$

$$B_{H1} (62 + 62) - 61,22 \text{ N} \times 62 = 0$$

$$B_{H1} (124) - 3795,64 = 0$$

$$B_{H1} = \frac{3795,64}{124} = 30,61 \text{ N}$$

Arah vertikal

$$\Sigma M_A = 0$$

$$B_{V1} (x_1 + x_2) - (F_{PV} + W_{Pisau}) \times x_2 = 0$$

$$B_{V1} (62 + 62) - (61,22 \text{ N} + 1,96 \text{ N}) \times 62 = 0$$

$$B_{V1} (124) - (63,18) \times 62 = 0$$

$$B_{V1} = \frac{-124 + 63,18}{62} = 0$$

$$B_{V1} = \frac{-60,82}{62} = -0,9 \text{ N}$$

$$B_{V1} = 0,9 \text{ N}$$

Maka resultan gaya dititik B adalah

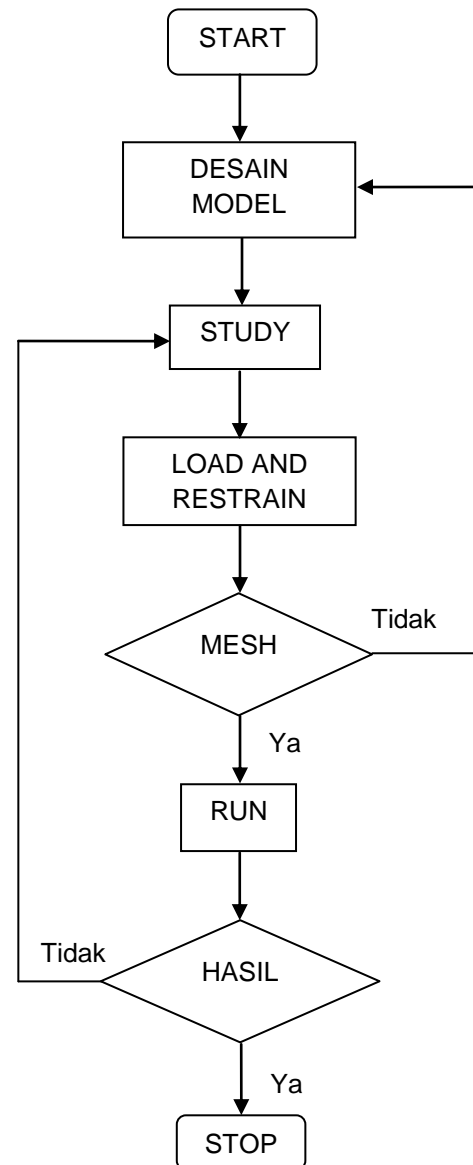
$$\begin{aligned} R_B &= \sqrt{A_{V1}^2 + A_{H1}^2} \\ &= \sqrt{(0,9)^2 + (30,61)^2} \\ &= \sqrt{0,81 + 936,97} \\ &= \sqrt{937,78} \end{aligned}$$

$$R_B = 30,39 \text{ N}$$

## Pengenalan Program Solidworks

*Solidworks* adalah perangkat lunak yang menggunakan *graphical user interface Microsoft Windows*. Perangkat lunak ini merupakan alat bantu yang mudah dipelajari dan memungkinkan seorang dengan cepat menguraikan dengan ringkas ide-ide atau gagasannya, bereksperimen dengan fitur serta dimensi, dan membuat model dan gambar yang detail. *Solidworks* adalah suatu sistem *dimensiondriven* yang dapat menentukan hubungan dimensi dan geometris antar elemen. Dengan mengubah dimensi, ukuran dan bentuk komponen akan berubah tergantung dengan disain yang dibuat. Dengan *Solidworks*, pekerjaan menggambar 2D dan perakitan 3D dapat dibuat dengan menggunakan komponen-komponen 3D yang telah dibuat sebelumnya.

*Solidworks Simulation* merupakan program komputer yang merupakan fitur tambahan dari program komputer *Solidworks*, dimana penggambaran model dilakukan dengan *Solidworks* dan kemudian baru dilakukan analisa dengan menggunakan *Solidworks Simulation*. Diagram alir program merupakan langkah-langkah yang dilakukan oleh suatu program computer dalam melakukan analisa. Diagram alir yang telah dibuat kemudian diterjemahkan kedalam bahasa computer. Keberhasilan suatu program dalam menganalisa tergantung pada langkah-langkah yang dibuat dalam diagram alirnya. Adapun diagram alir tersebut adalah sebagai berikut :



**Gambar 9.** Flowchart Langkah-Langkah Simulasi Dengan *Solidworks* 2010

## Penggambaran Geometri

Data geometri batang penghubung motor yang digunakan dalam analisa ini mengacu pada pengukuran pada desain. Satuan yang dipakai untuk geometri ini adalah mm (milli meter). Untuk mendesain produk yang akan kita buat, maka langkah awal yang harus dikerjakan adalah menggambar benda kerja sesuai dengan dimensi sesungguhnya. Dalam hal ini *Solidwork* 2010 dapat langsung

menampilkan produk yang akan didesain dalam tampilan tiga dimensi. Untuk memulai pembuatan geometri atau model ini pada awal dibuat garis-garis yang membentuk komponen-komponen mesin *crushing* botol plastik. Atau dengan kata lain membuat model 2D yang kemudian kita ubah menjadi model 3D.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

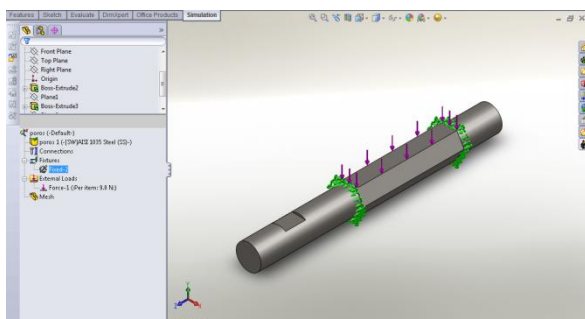
Setelah proses perhitungan dengan *software Solidworks 2010* telah selesai sampai akhir, maka hasil analisis dan simulasi dapat diketahui yaitu nilai-nilai maksimum dan minimum yang dapat dilihat secara langsung pada tampilan *Solidworks 2010*. Sedangkan untuk hasil yang lebih detail dapat dilihat dalam *stress analysis report* yang telah peneliti susun tersendiri dalam lampiran. Dari hasil analisa statik dengan *software Solidworks 2010* dapat diketahui tegangan maksimal dan minimal yang terjadi pada struktur obyek yang dianalisa tersebut.

### Hasil Desain dan Simulasi Poros

#### Hasil Desain

a. Penentuan *Restrain* (tumpuan) Poros

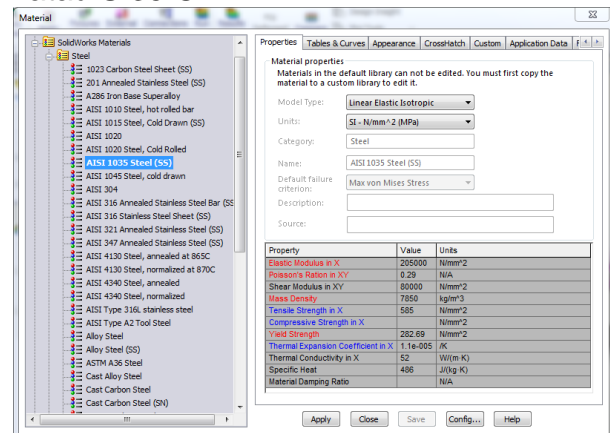
Tipe *restrain* yang digunakan adalah *fixed*. Lihat gambar 10 terdapat tumpuan dan torsi yang ditentukan.



**Gambar 10.** Tumpuan Dan Gaya Yang Ditentukan

b. Material yang digunakan pada poros.

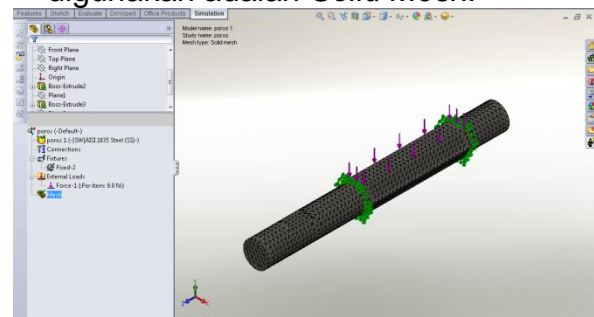
Lihat gambar 11 material yang digunakan pada poros AISI 1035 atau S 35 C - D



**Gambar 11.** Material Poros

c. Mesh

Lihat gambar 12 *Meshing* merupakan proses membagi-bagi model/benda menjadi beberapa elemen yang dibatasi oleh suatu *boundary*. Tipe mesh yang digunakan adalah *Solid Mesh*.



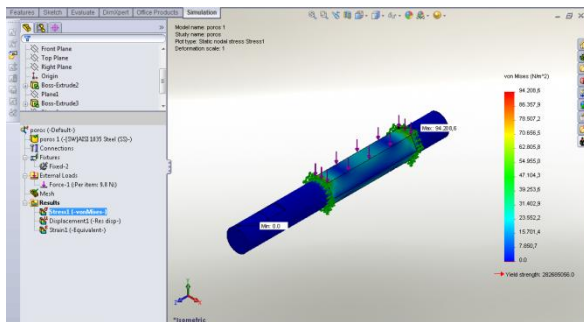
**Gambar 12.** Hasil Meshing

### Hasil Simulasi

a. Tegangan *Von Mises*

Metode *Von Mises* memiliki keakuratan prediksi lebih besar dibanding metode lain, karena melibatkan tegangan tiga dimensi. Tegangan *Von Mises* itu sendiri merupakan kriteria kegagalan untuk material ulet. Untuk menentukan konstruksi dari material tersebut dinyatakan aman atau tidak dapat menggunakan hasil analisis ini dimana jika tegangan *Von Mises* lebih kecil dari *Yield Strength*

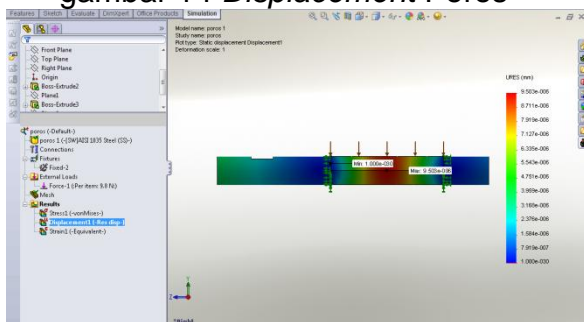
material yang digunakan maka kekuatan struktur tersebut aman. Lihat gambar 13 Tegangan Von Mises Pada Poros.



Gambar 13. Tegangan Von Mises Pada Poros

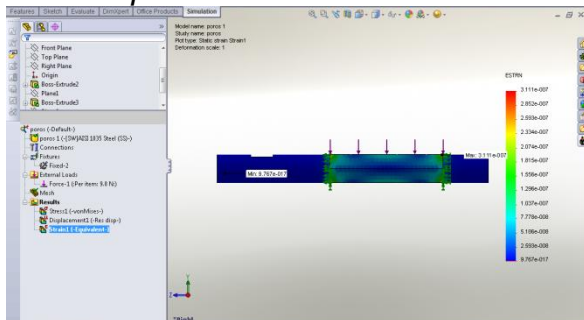
b. Displacement

Hasil analisa dari aplikasi Solidworks 2010 yang dilakukan menyebabkan Displacement seperti gambar dibawah. Lihat gambar 14 Displacement Poros



Gambar 14. Displacement Poros

c. Equivalent Strain Poros



Gambar 15. Equivalent Strain Poros

Dari analisa yang telah dilakukan pada poros, diketahui tegangan-tegangan antara daerah yang mempunyai tegangan terendah sampai tegangan yang tertinggi.

$$\text{Safety Factor} = \frac{\sigma \text{ yield strenght poros}}{\sigma \text{ von mises}} = \frac{282.685.056 \text{ N/mm}^2}{94.208.600 \text{ N/mm}^2} = 3 > 1 \quad (\text{aman})$$

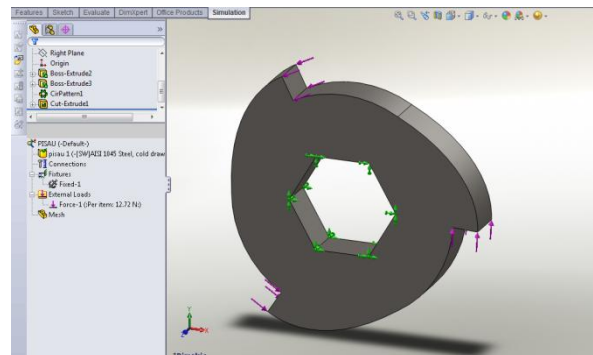
Konstruksi suatu model atau desain dikatakan aman jika nilai  $\sigma \text{ yield strenght} >$  nilai  $\sigma \text{ von mises}$ .

Hasil Desain dan Simulasi Pisau Pencacah

Hasil Desain

a. Penentuan Restrain (tumpuan) pisau pencacah

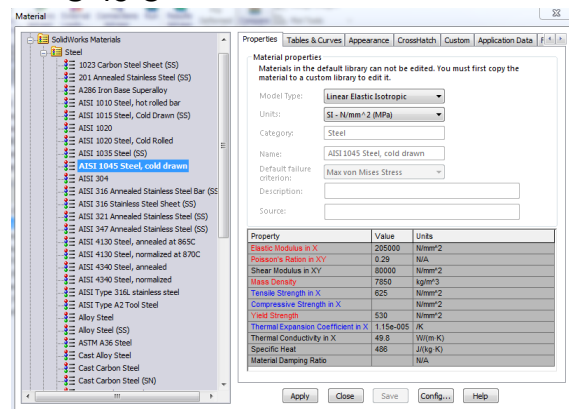
Tipe restrain yang digunakan adalah fixed. Lihat gambar 16 terdapat tumpuan dan torsi yang ditentukan.



Gambar 16. Restrain Dan Gaya Yang Bekerja

b. Material yang digunakan pada pisau pencacah

Lihat gambar 17 material pisau pencacah adalah AISI 1045 atau S 45 C

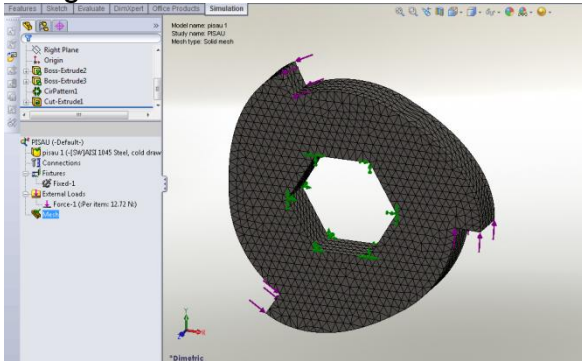


Gambar 17. Material Pisau Pencacah



c. Mesh

Lihat gambar 18 *Meshing* merupakan proses membagi-bagi model/benda menjadi beberapa elemen yang dibatasi oleh suatu *boundary*. Tipe *Mesh* yang digunakan adalah *Solid Mesh*.

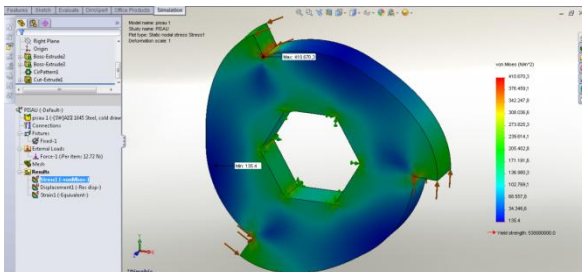


Gambar 18. Hasil *Meshing*

Hasil Simulasi

a. Tegangan *Von Mises*

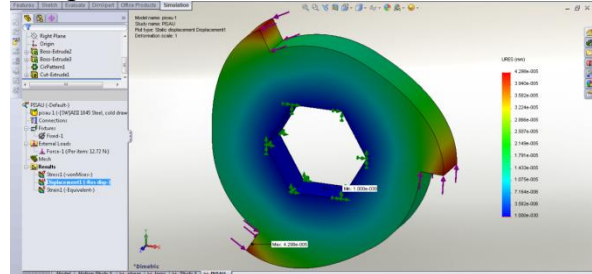
Metode *Von Mises* memiliki keakuratan prediksi lebih besar dibanding metode lain, karena melibatkan tegangan tiga dimensi. Tegangan *Von Mises* itu sendiri merupakan kriteria kegagalan untuk material ulet. Untuk menentukan konstruksi dari material tersebut dinyatakan aman atau tidak dapat menggunakan hasil analisis ini dimana jika tegangan *Von Mises* lebih kecil dari *Yield Strength* material yang digunakan maka kekuatan struktur tersebut aman. Lihat gambar 19 Tegangan *Von Mises* Pisau Pencacah.



Gambar 19. Tegangan *Von Mises* Pisau Pencacah

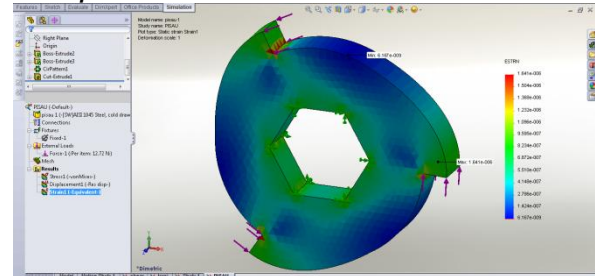
b. *Displacement*

Hasil analisis dari aplikasi *Solidworks* 2010 yang dilakukan menyebabkan *Displacement*. Lihat gambar 20 dibawah ini.



Gambar 20. *Displacement* Pisau Pencacah

c. *Equivalent Strain*



Gambar 21. *Equivalent Strain* Pisau Pencacah

Dari analisa yang telah dilakukan pada pisau pencacah, diketahui tegangan-tegangan antara daerah yang mempunyai tegangan terendah sampai tegangan yang tertinggi.

$$Safety\ Factor = \frac{\sigma\ yield\ strenght\ pisau}{\sigma\ von\ mises}$$

$$= \frac{530.000.000\ N/mm^2}{410.670.300\ N/mm^2} = 1,29 > 1 \quad (\text{aman})$$

Konstruksi suatu model atau desain dikatakan aman jika nilai  $\sigma\ yield\ strenght > \text{nilai } \sigma\ von\ mises$ .

Kesimpulan

Dari analisa dan simulasi yang dilakukan dengan aplikasi *Solidworks* 2010 dapat disimpulkan bahwa :



1. a. Poros

Tegangan *Von Mises* pada poros yang didapatkan sebesar 94.208.600 N/mm<sup>2</sup>. Apabila tegangan *Von Mises* pada poros nilainya lebih kecil dari *yield strenght* (282.685.056 N/mm<sup>2</sup>) maka material yang digunakan poros tersebut dinyatakan aman. *Displacement* yang didapatkan untuk poros sebesar  $9,503 \times 10^{-6}$  mm. Nilai *Safety Factor* pada poros adalah 3.

b. Pisau Pencacah

Tegangan *Von Mises* pada pisau pencacah yang didapatkan sebesar 410.670.300 N/mm<sup>2</sup>. Apabila tegangan *Von Mises* pada pisau pencacah nilainya lebih kecil dari *yield strenght* (530.000.000 N/mm<sup>2</sup>) maka material yang digunakan pisau pencacah tersebut dinyatakan aman. *Displacement* yang didapatkan untuk pisau pencacah sebesar  $4,298 \times 10^{-5}$  mm. Nilai *Safety Factor* pada pisau pencacah adalah 2,51.

2. Semakin besar harga *yield strength* terhadap tegangan maksimal, maka struktur itu akan lebih aman digunakan.

**Saran**

1. Perlu analisis lebih lanjut mengenai komponen-komponen mesin *crushing* guna menyempurnakan desain yang cocok untuk mencacah botol plastik di Indonesia.
2. Perlu studi lanjut tentang desain dan simulasi pada pisau pencacah, guna mengetahui kekuatan dan kualitas pada pisau pencacah yang direncanakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- G Niemann., 1996, *Elemen Mesin*. (Anton Budiman: terjemahan), Jakarta: Erlangga.
- Kolontoko, I. S., 2007, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin Universitas Gunadarma. *Analisis Dan Pembuatan Mesin Pencacah Botol Plastik (Polietilena)*.
- Muawiah, A, 2011, Arti Simbol pada Kemasan Plastik.  
<http://www.berbagaihal.com/2011/04/arti-simbol-pada-botol-kemasan-dari.html>.
- Satriana (2013) Jurusan Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknik Harapan.  
*Perancangan Poros Roda Belakang Untuk Mobil Harapan Dan Analisa Simulasi Pembebanan Statik Menggunakan Perangkat Lunak Ansys 14.0*
- Sularso, Kiyakatsu Suga, 1991, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Supriyanto, B., 2014, Diambil kembali dari bali-bisnis.com:  
<http://kabar24.bisnis.com/read/20140201/79/200426/inswa-jangan-musuhi-saatnya-gunakan-plastik-ramah-lingkungan>
- Zainal, A., 2015, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.  
*Analisa Distribusi Tegangan Dan Defleksi Connecting Rod Sepeda Motor 100 Cc Menggunakan Metode Elemen Hingga*.
- \_\_\_\_\_, 2010, *Solidworks 2010*, Tutorial *Solidworks 2010*.