

ANALISIS TEGANGAN VON MISES POROS MESIN PEMOTONG UMBI-UMBIAN DENGAN SOFTWARE SOLIDWORKS

Tri Mulyanto¹⁾, Agung Dwi Sapto²⁾

^{1), 2)} Teknik Mesin Universitas Gunadarma

tri_mulyanto@staff.gunadarma.ac.id ; agungds@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRAK

Rancang bangun mesin pengiris umbi-umbian perlu memperhatikan kinerja poros sebagai komponen utama dari proses pengirisan. Pemodelan dan analisis kekuatan poros menggunakan bantuan perangkat lunak solidworkss dikarenakan dapat digunakan sebagai mechanine condition monitoring. Analisis kekuatan yang dilakukan adalah analisis tegangan von mises, displacement dan safety factor minimum. Poros mesin pengiris bekerja dengan menerima beban lentur, tarikan, tekan dan puntir. Dari hasil rancangan poros terdiri dari poros transmisi, gandar, poros spindle dimana poros akan mengalami beban puntir berulang, beban lentur ataupun keduanya. Pada pemodelan dan analisis kekuatan poros mesin pengiris diberikan beban sebesar $F = 58,86 \text{ N}$, dengan momen torsi sebesar 5886 Nm . Dengan gaya dan torsi yang sudah ditentukan maka didapati hasil maksimal dari von mises yaitu sebesar $446765792,0 \text{ N/m}^2$, displacement maksimal $8,149 \text{ mm}$ dan nilai safety factor $1,8$.

Kata kunci : *Von mises stress, Safety fatcor, Displacement, Poros mesin pengiris.*

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara agraris, perkembangan tek-nologi diarahkan pada inovasi yang mendukung industri pertanian. Salah satunya adalah mesin-mesin yang mengolah umbi-umbian hasil pertanian yang banyak terdapat di Indonesia. Selain itu diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup para petani.

Mesin merupakan gabungan dari berbagai macam komponen yang bekerja saling mendukung dan terpadu sehingga berfungsi sebagaimana mestinya. Hasil rancangan pada prinsipnya dapat dikatakan ideal apabila seluruh energi dihasilkan dapat diubah menjadi kerja. Walaupun tidak ada yang ideal dari hasil rancangan manusia karena sebagian energi akan terbuang menjadi bentuk energi yang lain, salah satunya dalam bentuk getaran mekanik. Banyak hal yang harus diperhatikan oleh perancang dalam perancangan komponen mesin, hal tersebut antara lain komponen sesuai fungsi, keamanan, ekonomis, dan berdimensi optimum. Salah satu komponen mesin pemotong umbi-umbian yang merupakan bagian kritis dan sangat membutuhkan ketahanan kerja yang baik karena menerima beban, putaran dan getaran yang cukup tinggi adalah poros.

Untuk menghindari terjadinya kerusakan pada komponen poros, maka dilakukan analisis terlebih dahulu untuk mengetahui distribusi tegangan sebelum dilakukan eksperimen. Salah satu alternatif yang lebih mudah dan efisien adalah metode numerik menggunakan program perangkat lunak (*software*) *solid work*, agar kegagalan pada komponen ter-sebut tidak terjadi lagi

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tegangan maksimum dan faktor keamanan pada poros *mesin pengiris umbi-umbian* metode numerik menggunakan program *software solid work*.

Untuk memperjelas pokok permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, maka perlu adanya batasan masalah, yaitu :

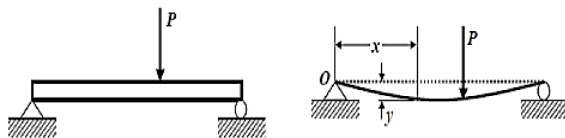
- Mesin pemotong umbi menggunakan bantalan jenis bantalan gelinding.
- Diasumsikan kerusakan hanya terjadi pada bantalan dan poros pada bagian pisau saja, komponen yang lain dianggap kondisi baik.
- Analisa beban dan tahanan pada poros menggunakan *software solidworks*.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai referensi untuk dilakukannya penelitian metode eksperimen memerlukan biaya yang sangat mahal. Dapat mempercepat

perancangan secara analitis yang memerlukan waktu sangat lama dan sangat rumit.

Defleksi dan Tegangan pada Poros

Defleksi adalah perubahan bentuk pada poros dalam arah y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada poros atau balok. Deformasi pada poros secara sangat mudah dapat dijelaskan berdasarkan defleksi poros dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. Defleksi diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi. Konfigurasi yang diasumsikan dengan deformasi permukaan netral dikenal sebagai kurva elastic dari poros.



Gambar 1(a)

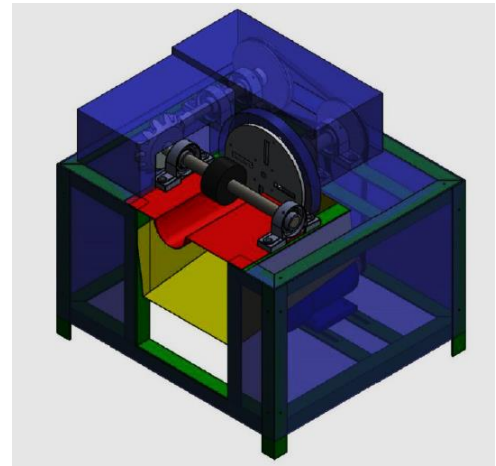
Gambar 1(b)

Gambar 1(a) memperlihatkan poros pada posisi awal sebelum terjadi deformasi dan Gambar 1(b) adalah poros dalam konfigurasi terdeformasi yang diasumsikan akibat pembebanan.

Poros membawa beban-beban yang tegak lurus terhadap sumbunya. Beban-beban demikian ini menghasilkan momen lentur di dalam poros yang akan membangkitkan tegangan lentur. Tegangan lentur ini merupakan tegangan normal, yang dapat berupa tarik atau tekan. Tegangan lentur maksimal dalam sebuah penampang poros akan terjadi dibagian paling jauh dari sumbu netral penampang.

Mesin Perajang Umbi

Mesin perajang umbi yang dirancang termasuk pada mesin produksi makanan ringan untuk industri rumah tangga, mesin ini berfungsi untuk merajang umbi-umbian hasil pertanian seperti singkong, kentang, talas, dll dengan cepat agar menghasilkan irisan tipis dan seragam untuk membuat suatu makanan ringan yaitu keripik yang berbahan dasar dari hasil pertanian (umbi-umbian).



Gambar 2. Mesin perajang umbi.

Faktor Keamanan Dan Teori Von Mises

Kekuatan sebenarnya dari suatu struktur haruslah melebihi kekuatan yang dibutuhkan. Perbandingan dari kekuatan sebenarnya terhadap kekuatan yang dibutuhkan disebut faktor keamanan. Faktor keamanan haruslah lebih besar dari pada 1,0 jika harus dihindari kegagalan. Tergantung pada keadaan, maka faktor keamanan yang harganya sedikit di atas 1,5 hingga 2,0 yang dipergunakan.

Apabila faktor keamanan sangat rendah, maka kemungkinan kegagalan akan menjadi tinggi dan karena itu rancangan (disain) strukturnya tidak diterima. Sebaliknya bila faktor keamanan sangat besar, maka strukturnya akan memboros bahan dan mungkin tidak cocok bagi fungsinya (misalnya menjadi sangat berat).

Faktor keamanan yang digunakan pada rangka dihitung berdasarkan perbandingan : tegangan luluh (*yield strength*) pada material yang digunakan dengan tegangan von mises maksimum seperti pada persamaan (1).

$$n = \frac{S_y}{\sigma_e} \quad (1)$$

Dimana, n = faktor keamanan;

S_y = *Yield Strength*;

σ_e = Tegangan Von Mises Maksimum analisa.

Von Mises (1913) menyatakan bahwa akan terjadi luluh bilamana invarian kedua deviator tegangan J_2 melampaui harga kritis tertentu. Dengan kata lain luluh akan terjadi pada saat energi distorsi atau energi regangan

geser dari material mencapai suatu nilai kritis tertentu. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa energi distorsi adalah bagian dari energi regangan total per unit volume yang terlibat di dalam perubahan bentuk.

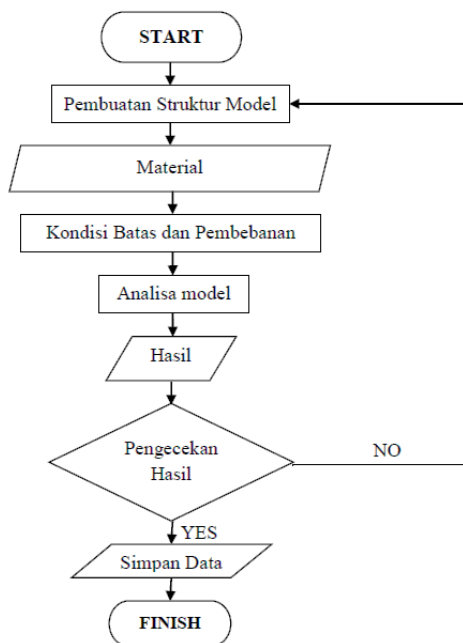
$$J_2 = k_2$$

Dalam ilmu material dan teknik, kriteria luluh *von Mises* dapat juga diformulasikan dalam *von Mises stress* atau *equivalent tensile stress*, σ_v , nilai tegangan scalar dapat dihitung dari tensor tegangan. Dalam kasus ini, material dikatakan mulai luluh ketika tegangan *von Mises* mencapai nilai kritis yang diketahui sebagai *yield strength*. Tegangan *Von Mises* digunakan untuk memprediksi tingkat keluluan material terhadap kondisi pembebanan dari hasil pengujian tarik simple uniaksial.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan Penelitian.

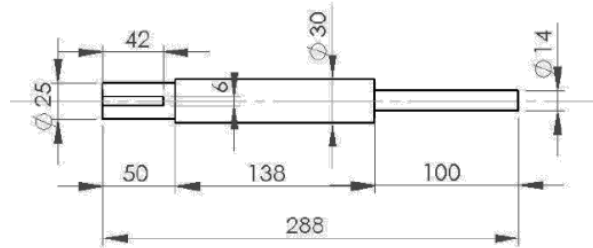
Gambar 3 merupakan tahapan penelitian yang dilakukan :



Gambar 3. Flowchart disain dan analisis

Pembuatan Struktur Model.

Data geometri poros yang digunakan dalam analisa ini mengacu pada disain yang telah direncanakan. Satuan yang dipakai untuk geometri poros utama ini adalah mm (milli meter) seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Poros utama.

Kondisi batas dan pembebanan.

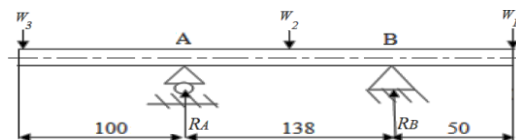
Material yang digunakan pada analisa poros mesin pengiris umbian menggunakan *software solidwork* adalah baja karbon

Karena dalam *solidwork* tidak ada material baja karbon maka diambil AISI 1045 *cold drawn* yang mendekati. Untuk mengetahui besarnya massa potong yang terjadi pada singkong dilakukan dengan pengujian empiris. Didapat hasil rata-rata massa potong sebesar 6 kg.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN.

Gaya Potong.

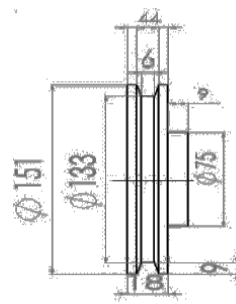
Gaya reaksi ditumpuan, adalah akibat adanya pembebanan yang terjadi pada poros mesin seperti Gambar 5.



Gambar 5. Beban pada poros.

Bebanan yang terjadi pada poros.

Beban puli (W_1)



Gambar 6. Puli.

$$\begin{aligned}
 W_1 &= m \cdot g \\
 &= (v_{\text{puli}} \cdot b_{\text{al}}) \cdot g \\
 &= (3,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot 2700 \text{ kg/m}^3) 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 &= 8,210 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Beban poros (W_2)

$$\begin{aligned}
 W_2 &= m \cdot g \\
 &= (v_{\text{poros}} \cdot b_{jfe}) \cdot g \\
 &= (1,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot 7850 \text{ kg/m}^3) 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 &= 13,092 \text{ N}
 \end{aligned}$$

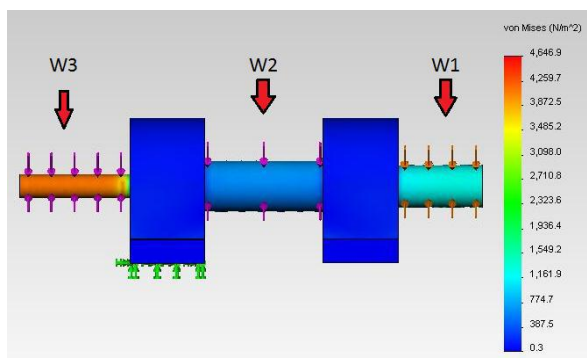
Beban pisau (W_3)

$$\begin{aligned}
 W_3 &= m \cdot g \\
 &= (v_{\text{pisau}} \cdot b_{jfe}) \cdot g \\
 &= (4,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot 2700 \text{ kg/m}^3) 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 &= 11,389 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Gaya reaksi pada tumpuan :

$$\begin{aligned}
 \Sigma M_A &= 0 \\
 R_B \cdot 0,138 - W_1 \cdot 0,188 - W_2 \cdot 0,069 + W_3 \cdot 0,100 &= 0 \\
 R_B \cdot (0,138) - 8,210 \cdot (0,188) - 13,092 \cdot (0,069) - (11,389 \cdot 0,100) &= 0 \\
 R_B &= 9,478 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma M_B &= 0 \\
 W_3 \cdot (0,238) - R_A \cdot (0,138) + W_2 \cdot (0,069) - W_1 \cdot (0,50) &= 0 \\
 11,389 \cdot (0,238) - R_A \cdot (0,138) + 13,092 \cdot (0,069) - 8,210 \cdot (0,50) &= 0 \\
 R_A &= 23,213 \text{ N}
 \end{aligned}$$

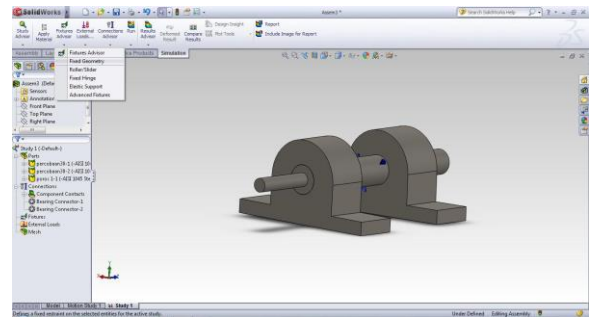
**Gambar 7. Hasil analisa beban pada poros****Gaya potong pisau.**

Gaya potong adalah gaya yang dibutuhkan pada waktu pemotongan, dimana massa umbian adalah 6 kg dan gravitasinya adalah 9.81 m/s^2 maka :

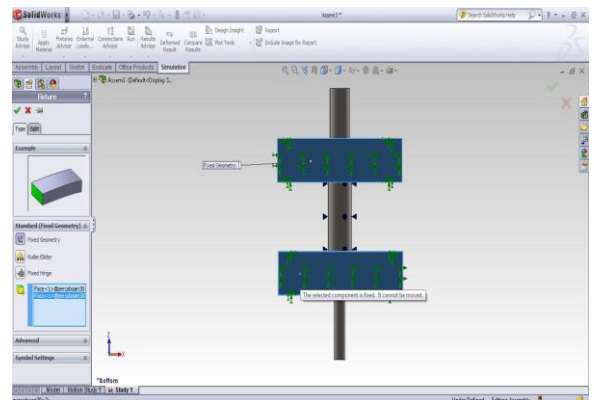
$$\begin{aligned}
 F &= m \cdot g \\
 &= 6 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \\
 &= 58.86 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Tahapan Analisa Gaya.

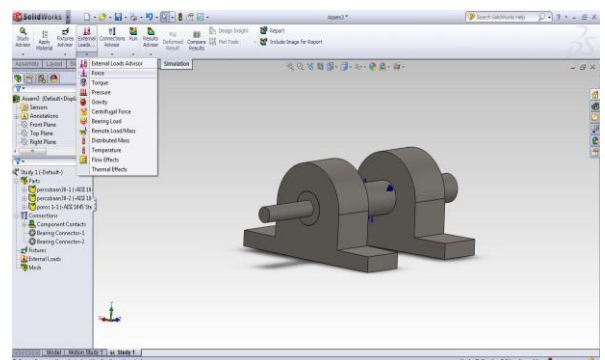
Pertama adalah pemberian *fixed geometry* (tumpuan mati).

**Gambar 8. Hasil Pemberian *fixed geometry*.**

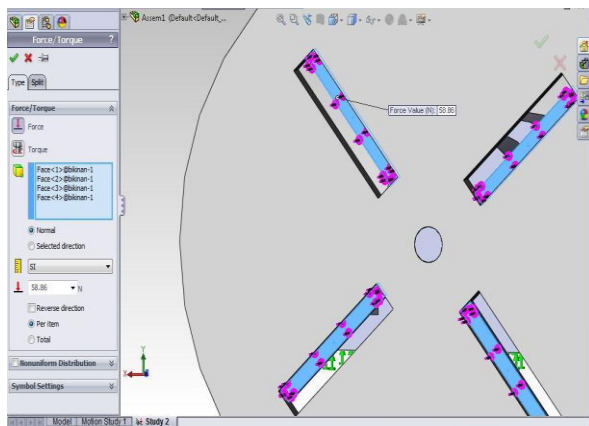
Fixed geometry adalah bagian dimana kita memberikan beban tumpuan mati atau tidak bergerak. Karena pada bagian ini yang tidak bergerak adalah bagian bantalan bearing (*pillow block*), maka pemberian tumpuan mati akan dikenakan pada bagian bawah bantalan bearing seperti pada Gambar 9.

**Gambar 9. Tumpuan mati pada bagian bawah bantalan bearing**

Tahap berikutnya adalah tahap *force* atau tahap pemberian gaya pada poros. *Force* adalah penentuan untuk memberikan besarnya gaya yang diterima oleh bagian poros yang menerima gaya.

**Gambar 10. Tahap awal analisa *Force*.**

Force adalah pemberian arah gaya, arah gaya yang diberikan pada poros ini adalah pada bagian ujung poros karena letak pisau berada dibagian mata pisau

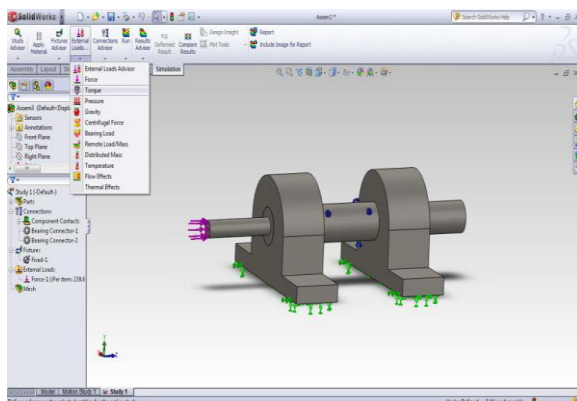


Gambar 11. Penentuan arah pemberian gaya pada poros

Torsi yang didapat oleh poros pisau pemotong adalah sebesar 5,886 Nm dengan arah putaran berlawanan jarum jam.

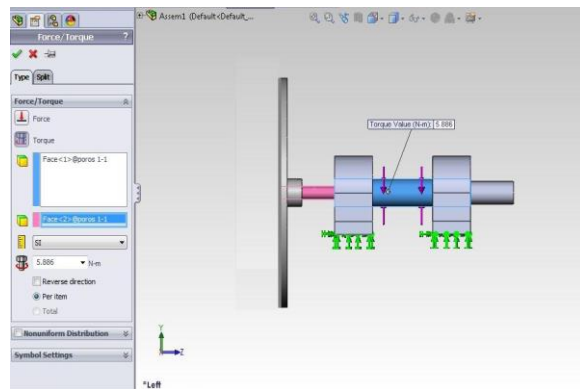
Tahapan Analisa Torsi.

Torsi adalah gaya pada gerak translasi. Torsi menunjukkan kemampuan sebuah gaya untuk membuat benda melakukan gerak rotasi. Sebuah benda akan berputar bila dikenakan torsi. Dalam *software solidworks* tahap yang akan dilakukan untuk menganalisa torsi adalah sebagai berikut.



Gambar 12. Tahap awal analisa Torsi.

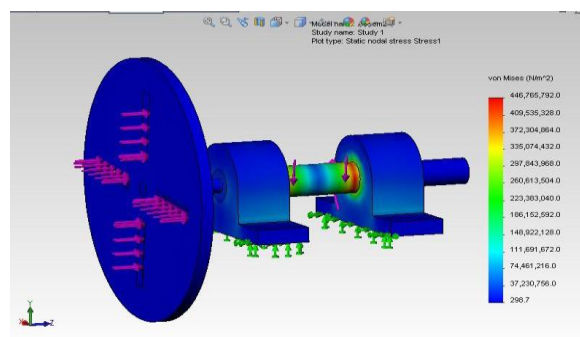
Pada *toolbar* pilih *external loads advisor* lalu pilih *Torque*. Arah putaran yang diberikan adalah putaran berlawanan dengan jarum jam. Bagian yang diterima oleh beban ini adalah pada bagian poros dengan diameter 30 mm, dan tumpuan kedua diberikan pada bagian poros berdiameter 14 mm.



Gambar 13. Pemberian beban arah putar pada poros

Von Mises

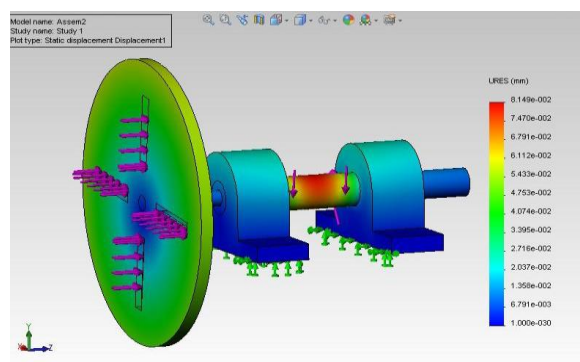
Stress atau tegangan yang telah dianalisa menunjukkan bahwa nilai tertinggi merupakan daerah yang rentan jika diberikan beban yang besar bernilai 446765792,0 N/m². Titik tegangan teraman dari poros memiliki nilai 298.7 N/m²



Gambar 14. Hasil analisa Stress

Displacement.

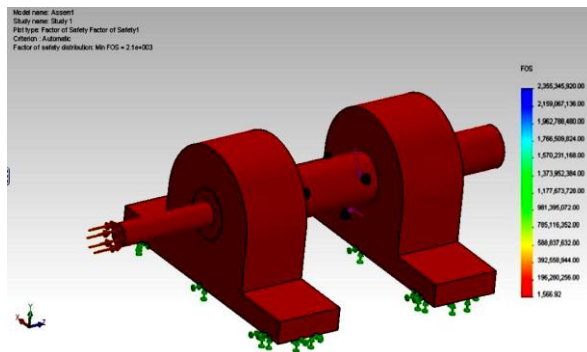
Displacement atau pergerakan yang terjadi akibat beban yang terdapat pada pisau, atau yang biasa disebut sebagai lendutan. Dari hasil analisa didapati nilai tertinggi adalah 8,15 mm dengan nilai terendah adalah 1,00 mm.



Gambar 15. Hasil analisa Displacement

Safety Factor

Faktor keamanan dipilih untuk memastikan tegangan geser yang diijinkan tidak melebihi ukuran batas tegangan untuk material, tetapi pertimbangan secara umum akan dipengaruhi nilai faktor keamanan tersebut.



Gambar 16. Hasil analisa *safety factor*

Dalam analisa ini berbeda dengan hasil analisa yang lain dimana warna biru dinyatakan aman, dalam analisa *safety factor* warna merah yang menunjukkan daerah tersebut memiliki nilai *safety factor* yang paling rendah, warna merah dengan nilai terendah sebesar 1,5 maka poros dinyatakan aman dengan *safety factor* tersebut.

Dari hasil analisa dengan material poros yang digunakan *AISI 1045 Steel Cold Drawn* yang memiliki *yield strength* sebesar 530000 N/m² dan angka maksimal *von mises* sebesar 446765792,0 N/m², dan didapatkan nilai *safety factor* untuk poros mesin pemotong umbi sebesar 1,5 maka poros dinyatakan aman.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis tegangan *Von Mises* pada poros mesin pemotong umbi menggunakan *software solid-works*, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Nilai *Von mises* maksimal pada poros adalah sebesar 446765792.0 Nm², displacement sebesar 8.149 mm dengan nilai minimal 1.00 mm dan faktor keamanan 1,8.

- Dengan material yang digunakan untuk menganalisa poros ini adalah *AISI 1045 Steel, Cold Draw* dengan *yield strength* 530 000 000 N/m² maka poros mesin pemotong umbi dinyatakan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Mott. Robert L., 2009, *Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis* (buku 1), Andi Publisher, Yogyakarta.
- Shigley, Joseph E. dan Larry D. Mitchell, 1986, *Perencanaan Teknik Mesin*, alih bahasa Gandhi Harahap, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Khurmi, R.s dan Gupta, JK, 1980, *A Text Book Of Machine Design*, Publishing house, New Delhi Eurasia.
- Sularso dan Kiyokatsu Suga, 1997, *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.
- Agung Prabowo, Sigit, 2010, *Easy To Use Solidworks 2009*, Penerbit Andi Publisher, Yogyakarta.
- Budiyanto, 2012, *Perancangan Mesin Perajang Singkong*, Proyek Akhir, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Zainuri , Achmad, Sujita dan Alam Lawe Popo, 2010, Tegangan Aksium dan Faktor Keamanan Pada Poros Engkol Daihatsu Zebra Espass Berdasarkan Metode Numerik, Jurnal Momentum, Vol. 6, No 2 Oktober 2010 : 42 – 47.