

## PERANCANGAN DAN SIMULASI DESAIN KONSEPTUAL ALAT TRANSPORTASI PASCA PANEN PEDESAAN

(Conceptual Design and Simulation of Rural Post-harvest Transportation)

M. Vahringga Mandatya<sup>1,2</sup>, Taufik Rizaldi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Keteknikan Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara  
Jl. Prof.Dr. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan 20155

<sup>1</sup>Email: vmandatya@gmail.com

Diterima: 15 Januari 2019 / Disetujui 28 Februari 2019

### ABSTRACT

Transportation is a very important means to support the economy in rural area. Therefore, it's necessary to design rural post-harvest transportation that can be operated easily and simulate the design to find out the strength of the tool design. The parameters observed in the conceptual model simulation test are the stress, deformity and FoS of the tool's axle shafts and frame to determine it's capability to sustain the tool's load. The result of the static stress simulation also showed that the greatest stress value the container tub had to endure from the load was 26,89 N/mm<sup>2</sup>, with maximum deformity of 0.85 mm and 21,89 being the smallest FoS value. The greatest stress value the upper frame had to endure from the load was 38,514 N/mm<sup>2</sup>, with maximum deformity of 0.176 mm and 15,3 being the smallest FoS value. While the greatest stress value the bottom frame had to endure from the load was 8,726 N/mm<sup>2</sup>, with maximum deformity of 0.087 mm and 67,66 being the smallest FoS value. The greatest stress value the front axle shaft had to endure from the load was 7,74 N/mm<sup>2</sup>, with maximum deformity of 0.008 mm and 32,38 being the smallest FoS value. While, the greatest stress value the rear axle shaft had to endure from the load was 61,65 N/mm<sup>2</sup>, with maximum deformity of 0.29 mm and 4,05 being the smallest FoS value.

**Keywords:** Design, Transportation, Simulation.

### ABSTRAK

Transportasi merupakan sarana yang sangat penting untuk mendukung perekonomian masyarakat tak terkecuali di daerah pedesaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perancangan alat transportasi pasca panen pedesaan yang dapat dioperasikan dengan mudah dan simulasi desain alat untuk menguji kekuatan rancangan alat tersebut. Parameter yang diperhatikan saat pengujian simulasi model konseptual alat adalah tegangan, tingkat deformasi serta FoS yang terjadi pada model konseptual bak penampung, poros roda dan rangka alat untuk mengetahui ketahanannya dalam menahan beban alat. Dari hasil simulasi statis model konseptual alat, bak penampung mengalami tegangan dari pembebanan sebesar 26,89 N/mm<sup>2</sup>, dengan deformasi maksimum sebesar 0,85 mm dan nilai FoS terkecil sebesar 21,9. Rangka alat bagian atas mengalami tegangan dari pembebanan sebesar 38,514 N/mm<sup>2</sup>, dengan deformasi maksimum sebesar 0,176 mm dan nilai FoS terkecil sebesar 15,3. Sedangkan rangka alat bagian bawah mengalami tegangan dari pembebanan sebesar 8,726 N/mm<sup>2</sup>, dengan deformasi maksimum sebesar 0,087 mm dan nilai FoS terkecil sebesar 67,66. Poros roda depan mengalami tegangan dari pembebanan sebesar 7,74 N/mm<sup>2</sup>, dengan deformasi maksimum sebesar 0,008 mm dan nilai FoS terkecil sebesar 32,28. Sedangkan poros roda belakang mengalami tegangan dari pembebanan sebesar 61,65 N/mm<sup>2</sup>, dengan deformasi maksimum sebesar 0,29 mm dan nilai FoS terkecil sebesar 4,05.

**Kata kunci:** Desain, Transportasi, Simulasi

### PENDAHULUAN

Dalam bidang pertanian istilah pasca panen diartikan sebagai tindakan atau perlakuan yang diberikan pada hasil pertanian setelah panen sampai komoditas berada di tangan konsumen. Penanganan pasca panen bertujuan agar hasil pertanian tersebut dalam kondisi baik dan sesuai untuk dapat segera dikonsumsi atau sebagai

bahan baku untuk pengolahan berikutnya. Penanganan pasca panen yang baik akan menekan kehilangan (*losses*), baik dalam segi kualitas maupun kuantitas, yaitu mulai dari penurunan kualitas sampai komoditas tersebut tidak layak dikonsumsi (Ostertag dkk., 2007).

Salah satu penanganan pasca panen yang penting untuk dilakukan yaitu proses pengangkutan hasil panen. Dalam pengangkutan

hasil panen diperlukan sarana transportasi yang dapat mengangkut hasil panen tersebut dengan baik tanpa mengurangi kualitas maupun kuantitas dari hasil panen tersebut. Sarana transportasi sangat membantu dalam mendistribusikan hasil panen ke wilayah-wilayah tujuan pemasaran hasil panen. Sarana transportasi juga sangat membantu dalam proses pengangkutan sarana produksi dan alat-alat pertanian, tanpa adanya sarana transportasi maka proses pengangkutan dan distribusi akan mengalami kesulitan (Morlok, 1978).

Saat ini di daerah pedesaan masih banyak petani yang menggunakan alat transportasi tidak sesuai dengan peruntukannya, misalnya para petani padi di daerah pedesaan yang mengangkut gabah hasil panennya dengan menggunakan sepeda motor. Hal ini tentu saja tidak sesuai dikarenakan sepeda motor tidak didesain untuk mengangkut barang. Oleh karena itu, perlu dilakukan perancangan alat transportasi pasca panen pedesaan yang tepat guna dan simulasi desain alat untuk menguji perancangan alat tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk pembuatan desain alat transportasi pasca panen pedesaan dan melakukan analisis alat melalui simulasi dengan menggunakan perangkat lunak *solidworks*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam pembuatan desain alat transportasi pasca panen pedesaan ini yaitu, kertas dan data-data untuk pendukung perhitungan teknik. Sedangkan alat yang digunakan berupa laptop, perangkat lunak *solidworks*, dan kalkulator untuk menghitung.

### Prosedur penelitian

Penelitian ini terbagi dalam dua tahapan. Diawali dengan tahap perancangan kemudian dilanjutkan dengan tahap simulasi. Prosedur masing-masing tahapan dijelaskan sebagai berikut:

### Prosedur perancangan

Alat dirancang berdasarkan perhitungan teknik yang didapatkan dari literatur. Tahapan perancangan yang dilakukan ialah:

1. Pengumpulan literatur mengenai perancangan alat sebagai referensi.
2. Perancangan alat dengan menggunakan referensi yang didapat dari berbagai literatur.

### Prosedur simulasi desain konseptual

Rancangan alat yang telah didapat kemudian didesain menggunakan perangkat lunak *Solidworks*. Desain konseptual kemudian akan diuji menggunakan simulasi statik (*Static Analysis*). Simulasi statik bertujuan untuk mengetahui besar tegangan yang terjadi pada rangka alat. Tegangan yang terjadi kemudian dibandingkan dengan nilai tegangan tarik maksimum rangka (*yield strength*). Desain sesuai untuk digunakan jika tegangan dari beban lebih kecil daripada tegangan tarik maksimum. Namun, jika tegangan beban lebih besar daripada tegangan tarik maksimum, maka desain tidak dapat digunakan.

### Parameter yang di amati

Tegangan, tingkat deformasi dan FoS (*Factor of Safety*) yang terjadi pada model grafis rangka, bak penampung dan poros roda untuk mengetahui ketahanannya dalam menahan beban.

### Gambaran umum rancangan

Alat transportasi pasca panen pedesaan adalah suatu alat yang memiliki fungsi untuk mengangkut hasil panen khususnya di daerah pedesaan. Alat ini mempunyai bak terbuka dibagian belakangnya yang dapat menampung beban hingga 300 kg untuk membawa hasil panen dari lahan ke rumah petani ataupun ke tempat lain untuk pengolahan berikutnya. Alat ini menggunakan motor bakar sebagai sumber tenaga penggerak dan dapat beroperasi di jalan aspal maupun jalan berbatuan yang memang banyak terdapat di daerah pedesaan.

### Rancangan fungsional

Alat ini memiliki komponen-komponen yang bekerja dengan fungsi yang berbeda-beda. Fungsi-fungsi tersebut dapat dikategorikan sebagai berikut : fungsi penampungan hasil panen dan fungsi penggerak. Adapun bagian dari rancangan ini yaitu:

1. Bak penampung

Berfungsi untuk menampung hasil panen yang akan dibawa oleh alat transportasi pasca panen pedesaan. Ketebalan plat besi dasar bak penampung adalah sebesar 7 mm yang dicari dengan menggunakan persamaan:

$$T_{\text{tarik}} = \frac{M_{\text{max}} \times \frac{1}{2} h}{I} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan:

$M_{\text{max}}$  = momen maksimum (kgcm)

$I$  = momen inersia (cm)

$h$  = tebal plat (cm<sup>4</sup>)

(Rudiansyah, 2012).

2. Motor penggerak  
Berfungsi untuk menghasilkan daya atau tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan alat transportasi pasca panen pedesaan. Tenaga yang dibutuhkan dicari dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Tenaga} = \frac{V \times W \times Crr}{75 \times n} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

V = kecepatan maksimum (m/s)

W = berat alat (kg)

Crr = koefisien tahanan gelinding

n = efisiensi penerusan daya

(Rizaldi, 2006).

### Rancangan struktural

Untuk mendukung tercapainya fungsi utama dari rancangan alat yang memberikan bentuk dari alat dan tempat menempelnya komponen-komponen lainnya, seperti:

1. Rangka  
Sebagai pemberi bentuk dari alat yang dirancang dan tempat menempelnya komponen lainnya.
2. Gearbox  
Berfungsi untuk mengubah torsi dan kecepatan putaran dari mesin menjadi torsi dan kecepatan yang berbeda-beda untuk diteruskan ke roda.
3. Sistem kemudi  
Berfungsi untuk mengatur arah laju alat transportasi pasca panen pedesaan sesuai dengan yang diinginkan dengan cara membelokkan roda depan.
4. Kabin operator  
Ukuran kabin operator yang dirancang harus sesuai dengan ukuran tubuh operator. Adapun ukuran tubuh operator yang menjadi dasar dalam penentuan dimensi kabin adalah operator yang memiliki ukuran tinggi badan sebesar 1723 mm (Nurmianto, 1991).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Rancangan Alat

Model grafis alat hasil rancangan berdasarkan data dari literatur dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan model grafis rangka dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Model grafis alat.

Keterangan:

1. Bak penampung
2. Poros roda
3. Rangka
4. Kabin operator
5. Sistem kemudi
6. Motor penggerak

### Bagian-Bagian Penyusun Alat dan Fungsinya

1. Rangka  
Berfungsi sebagai penopang atau tempat menempelnya komponen yang lain. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan persamaan 1, didapatkan panjang rangka sebesar 2085 mm dan lebar 1000 mm.



Gambar 2. Model grafis rangka

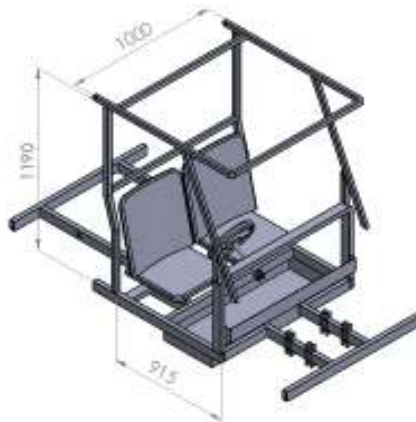
2. Bak penampung  
Berdasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan persamaan 1, bak penampung memiliki tinggi 975 mm, panjang 1000 mm dan lebar 700 mm. Bak penampung berfungsi untuk menampung hasil panen yang akan dibawa oleh alat transportasi pasca panen pedesaan (Gambar 3).



Gambar 3. Bak penampung

### 3. Kabin operator

Sebagai tempat operator pada saat mengoperasikan alat transportasi pasca panen pedesaan. Ukuran kabin operator yang dirancang disesuaikan dengan lebar bahu operator, tinggi badan pada posisi duduk, dan jarak gengaman tangan ke punggung pada posisi tangan ke depan (Nurmianto, 1991). Kabin operator memiliki tinggi sebesar 1190 mm, lebar 1000 mm dan panjang 915 mm (Gambar 4).



Gambar 4. Kabin operator

### 4. Sistem Kemudi

Berfungsi untuk mengatur arah laju alat transportasi pasca panen pedesaan sesuai dengan yang diinginkan dengan cara membelokkan roda depan (Gambar 5).



Gambar 5. Sistem kemudi

### 5. Motor penggerak

Sebagai sumber tenaga untuk menjalankan alat transportasi pasca panen pedesaan. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan menggunakan persamaan 2, didapatkan tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan alat adalah sebesar 3,75 hp.

### Simulasi statis

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan maka didapat total berat beban yang dibebankan pada rangka yaitu 493,53 kg, beban total yang dibebankan pada bak penampung sebesar 300 kg dan beban total yang dibebankan pada poros depan adalah 144,68 kg.

Pengujian yang dilakukan yaitu: uji *stress*, *displacement*, dan *factor of safety*. Berikut adalah hasil simulasi statik yang telah dilakukan untuk mengetahui ketahanan rangka, bak penampung dan poros roda terhadap pembebanan.

#### 1. Uji tegangan (*stress*)

Uji tegangan statik dilakukan untuk menunjukkan besar tegangan yang diakibatkan oleh pembebanan.

##### a. Rangka atas

Tegangan terbesar terjadi pada rangka atas yaitu 38,514 N/mm<sup>2</sup> yang ditunjukkan oleh gambar yang berwarna merah, dan tegangan yang terkecil yaitu  $3,2 \times 10^{-6}$  N/mm<sup>2</sup> yang ditunjukkan pada Gambar 6 berwarna biru.



Gambar 6. Uji tegangan rangka atas

## b. Rangka bawah

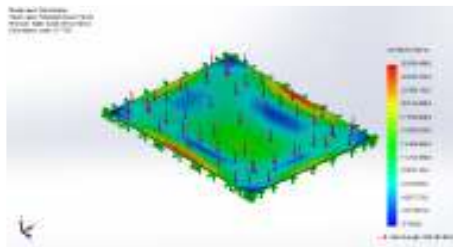
Tegangan terbesar yang terjadi pada rangka yaitu  $8,726 \text{ N/mm}^2$  yang ditunjukkan oleh gambar yang berwarna merah, dan tegangan yang terkecil yaitu  $1,1 \times 10^{-6} \text{ N/mm}^2$  yang ditunjukkan pada Gambar 7 berwarna biru.



Gambar 7. Uji tegangan rangka bawah

## c. Bak Penampung

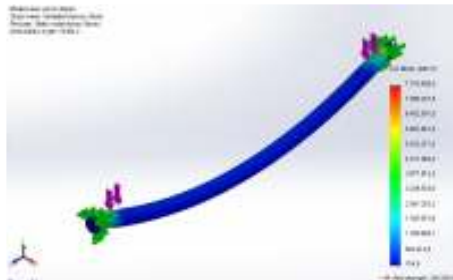
Tegangan terbesar yang terjadi pada bak penampung yaitu  $26,895 \text{ N/mm}^2$  yang ditunjukkan oleh gambar yang berwarna merah, dan tegangan yang terkecil yaitu  $37,428 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$  yang ditunjukkan pada Gambar 8 berwarna biru.



Gambar 8. Uji tegangan bak penampung

## d. Poros roda depan

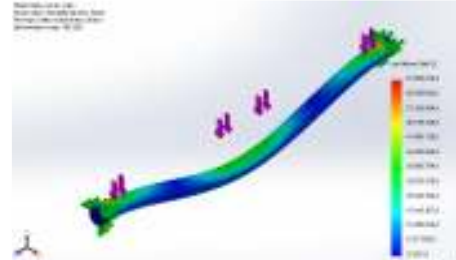
Tegangan terbesar yang terjadi pada poros roda yaitu  $7,74 \text{ N/mm}^2$  yang ditunjukkan oleh gambar yang berwarna merah, dan tegangan yang terkecil yaitu  $1,3 \times 10^{-5} \text{ N/mm}^2$  yang ditunjukkan pada Gambar 9 berwarna biru.



Gambar 9. Uji tegangan poros roda depan

## e. Poros roda belakang

Tegangan terbesar yang terjadi pada poros roda yaitu  $61,5 \text{ N/mm}^2$  yang ditunjukkan oleh gambar yang berwarna merah, dan tegangan yang terkecil yaitu  $2,76 \times 10^{-4} \text{ N/mm}^2$  yang ditunjukkan pada Gambar 10 berwarna biru.



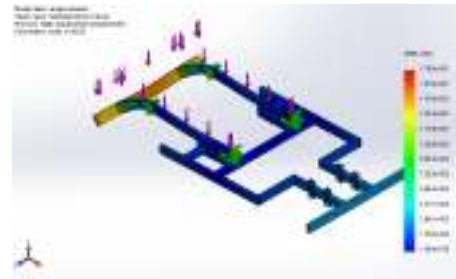
Gambar 10. Uji tegangan poros roda belakang

## 2. Uji displacement

Uji displacement dilakukan untuk mengetahui besar perubahan bentuk model akibat tegangan oleh beban.

## a. Rangka atas

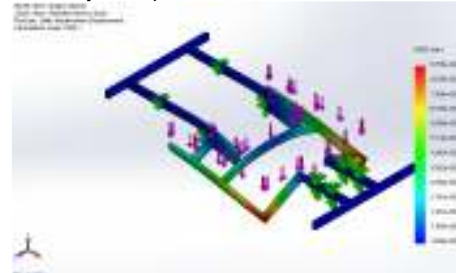
Deformasi maksimum yang terjadi pada rangka atas yaitu  $0,179 \text{ mm}$  yang ditunjukkan oleh warna merah, sedangkan perubahan rangka yang terkecil yaitu  $1 \times 10^{-30} \text{ mm}$  yang ditunjukkan pada Gambar 11 oleh warna biru.



Gambar 11. Uji displacement rangka atas

## b. Rangka bawah

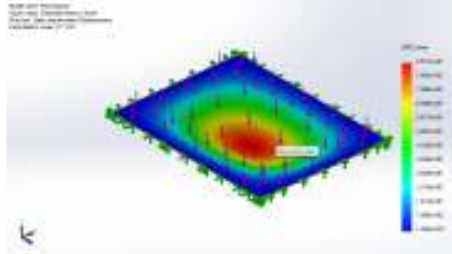
Deformasi maksimum yang terjadi pada rangka yaitu  $0,087 \text{ mm}$  yang ditunjukkan oleh warna merah, sedangkan perubahan rangka yang terkecil yaitu  $1 \times 10^{-30} \text{ mm}$  yang ditunjukkan pada Gambar 12 oleh warna biru.



Gambar 12. Uji *displacement* rangka bawah

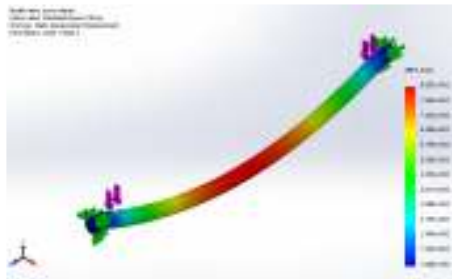
## c. Bak penampung

Deformasi maksimum yang terjadi pada bak penampung yaitu 0,85 mm yang ditunjukkan oleh warna merah, sedangkan perubahan rangka yang terkecil yaitu  $1 \times 10^{-30}$  mm yang ditunjukkan pada Gambar 13 oleh warna biru.

Gambar 13. Uji *displacement* bak penampung

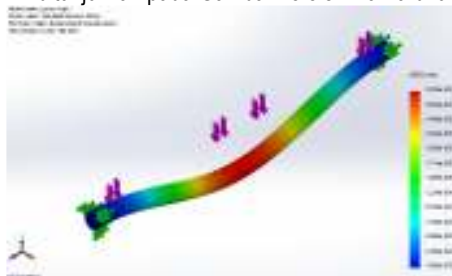
## d. Poros roda depan

Deformasi maksimum yang terjadi poros roda yaitu 0,008 mm yang ditunjukkan oleh warna merah, sedangkan perubahan poros yang terkecil yaitu  $1 \times 10^{-30}$  mm yang ditunjukkan pada Gambar 14 oleh warna biru.

Gambar 14. Uji *displacement* poros roda depan

## e. Poros roda belakang

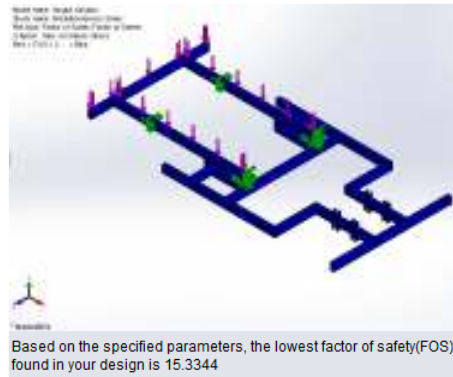
Deformasi maksimum yang terjadi pada poros roda yaitu 0,29 mm yang ditunjukkan oleh warna merah, sedangkan perubahan poros yang terkecil yaitu  $1 \times 10^{-30}$  mm yang ditunjukkan pada Gambar 15 oleh warna biru.

Gambar 15. Uji *displacement* poros roda belakang3. Uji *factor of safety* (fos)

Bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan desain dalam menahan beban sehingga desain tersebut dikatakan aman untuk digunakan (Gambar 16).

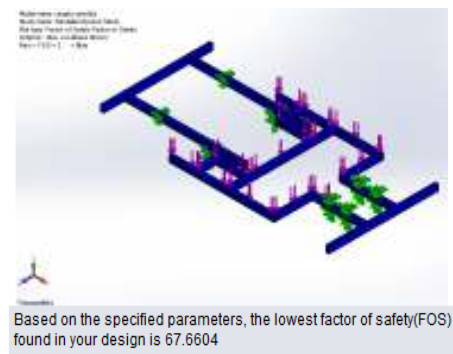
## a. Rangka atas

Berdasarkan uji simulasi yang dilakukan, diketahui nilai FoS terkecil pada rangka atas adalah 15,33. Maka dapat disimpulkan bahwa desain rangka atas aman untuk digunakan.

Gambar 16. Uji *factor of safety*

## b. Rangka bawah

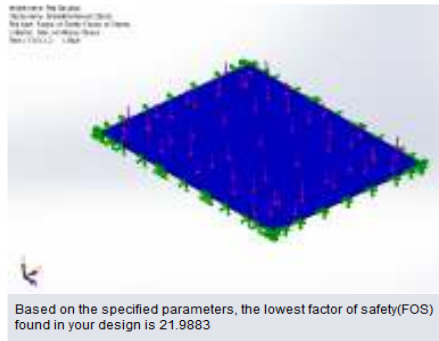
Hasil uji simulasi pada rangka bawah (Gambar 17) menunjukkan bahwa nilai FoS terkecil yang terdapat pada desain adalah 67,66. Oleh karena itu, desain rangka bawah aman untuk digunakan karena nilai FoS rangka bawah lebih dari 2.

Gambar 17. Uji *factor of safety*

## c. Bak penampung

Dari simulasi *Factor of Safety* yang dilakukan pada bak penampung, didapatkan nilai FoS sebesar 21,98. Nilai FoS tersebut

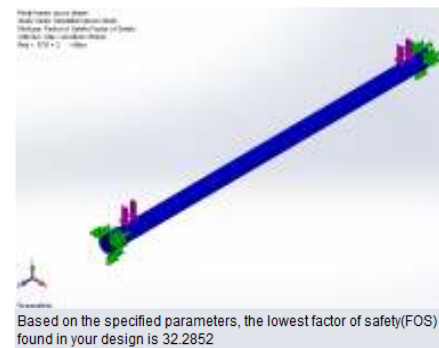
lebih besar dari 2 sehingga desain bak penampung aman untuk digunakan. Hasil simulasi FoS bak penampung dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Uji *factor of safety*

d. Poros roda depan

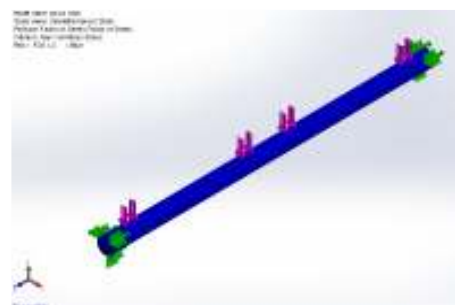
Simulasi yang dilakukan pada poros roda depan (Gambar 19) menunjukkan nilai FoS sebesar 48,3 sehingga dapat disimpulkan desain poros roda depan aman untuk digunakan.



Gambar 19. Uji *factor of safety* poros roda depan

e. Poros roda belakang

Berdasarkan simulasi yang dilakukan pada model grafis poros roda depan (Gambar 20), disimpulkan poros belakang aman untuk digunakan. Hal ini disebabkan nilai *Factor of Safety* lebih besar dari 2, yaitu sebesar 6,06.



Based on the specified parameters, the lowest factor of safety(FOS) found in your design is 4.05911

Gambar 20. Uji *factor of safety* poros roda belakang

## KESIMPULAN

Berdasarkan uji simulasi model grafis alat yang dilakukan, rancangan alat transportasi pasca panen pedesaan dapat disimpulkan tepat guna dan dapat dilanjutkan ke tahap perangkaian. Hasil uji simulasi yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Tegangan maksimum bahan bak penampung adalah 590 N/mm<sup>2</sup>. Dari hasil simulasi statis model grafis alat, bak penampung mengalami tegangan dari pembebanan sebesar 26,89 N/mm<sup>2</sup>. Karena besar tegangan yang terjadi pada bak penampung lebih kecil dibandingkan dengan tegangan maksimum bahan bak penampung, maka bak penampung dapat menahan beban dengan baik
2. Tegangan maksimum bahan rangka adalah 590 N/mm<sup>2</sup>. Dari hasil simulasi statis model grafis alat, rangka alat bagian atas mengalami tegangan dari pembebanan sebesar 38,514 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan rangka alat bagian bawah mengalami tegangan dari pembebanan sebesar 8,726 N/mm<sup>2</sup>. Karena besar tegangan yang terjadi pada rangka lebih kecil dibandingkan dengan tegangan maksimum bahan rangka, maka rangka dapat menahan beban dengan baik.
3. Tegangan maksimum bahan poros roda adalah 250 N/mm<sup>2</sup>. Dari hasil simulasi statis model grafis alat, poros roda depan mengalami tegangan dari pembebanan sebesar 7,74 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan poros roda belakang mengalami tegangan dari pembebanan sebesar 61,65 N/mm<sup>2</sup>. Karena besar tegangan yang terjadi pada poros roda lebih kecil dibandingkan dengan tegangan maksimum bahan poros roda, maka poros roda dapat menahan beban dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Morlok, E. K. 1978. *Introduction to Transportation Engineering and Planning*. Mc. Graw-Hill Kogakusha, Tokyo.
- Nurmianto, E. 1991. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Prima Printing, Surabaya
- Ostertag, C., M. Lundy, M. Gottret dan Ferris. 2007. *Identifying Market Opportunities for*

- Rural Smallholder Producers. International Center for Tropical Agricultural, Bogota.
- Rizaldi, T. 2006. Mesin Peralatan. Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rudiansyah, A., R. 2012. Desain Transporter Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit Tipe Trek Kayu.[Skripsi] Institut Pertanian Bogor, Bogor.