



PERANCANGAN ALAT PENGANGKUT MATERIAL GEROBAK SORONG YANG ERGONOMIS UNTUK EFISIENSI DAN PENINGKATAN PRODUKTIVITAS

Aini Lostari¹, Supardi², R Yudi Hartono³, Shultoni Mahardika⁴, Kuni Nadliroh⁵

^{1,3,4}Teknik Mesin, Universitas Qomaruddin, Jln.Raya Bungah No.01, 61152,

²Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru 45 Surabaya

⁵Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri.

¹ainims31@gmail.com

Received: April 17, 2021. Accepted: Juli 28, 2022

Abstrak

Pengembangan suatu produk industri muncul dengan berbagai persoalan dan kualitas produk yang mempunyai nilai tinggi. Salah satu contoh produk yang perlu dirancang ulang adalah *wheelbarrow* atau gerobak sorong. Gerobak sorong adalah alat angkut material sederhana yang didorong dengan tangan, satu roda dan satu operator melalui *handle*. Penelitian ini bertujuan gerobak sorong yang ergonomis dan ekonomis, sehingga menghasilkan produk yang dapat bermanfaat untuk industri menengah serta dapat meningkatkan efisiensi dan peningkatan produktivitas kerja. Penelitian ini dilakukan dengan merancang ulang produk sebagai pengembangan, dimana produk ini biasanya digunakan pada salah satu bangunan yang disebut alat pengangkut material tradisianol, kemudian dilakukan perhitungan pada tegangan poros dan pedal pada gerobak sorong. Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *wheelbarrow* atau gerobak sorong, dirancang lebih ergonomis dengan beberapa perubahan diantaranya perubahan ketinggian tangkai dari tanah untuk meminimasi membungkuk pada saat akan mengangkat gerobak dorong, perubahan bentuk dan ukuran penyangga untuk mengakomodasi berbagai posisi pengangkatan, slain itu, perubahan bentuk dan ukuran bak agar saat mengangkat dan mendorong gerobak sorong, beban lebih seimbang, penambahan dongkrak untuk memudahkan pengguna saat menumpah beban dari bak, penambahan dua roda belakang untuk meringankan saat mendorong gerobak sorong, dan perubahan *handle* untuk memudahkan pengguna.

Kata Kunci : Efisiensi, Ergonomi, Produktivitas, Waktu Kerja.

Abstract

The development of an industrial product arises with various problems and product quality that has high value. One example of a product that needs to be redesigned is a wheelbarrow or handcart. The wheelbarrow is a simple material conveyance which is pushed by hand, one wheel and one operator through the handle. This research aims at an ergonomic and economical handcart, so as to produce a product that can be useful for medium-sized industries and can increase efficiency and increase work productivity. This research was carried out by redesigning the product as a development, where this product is usually used in a building called a traditional material conveying tool, then calculating the axle and pedal stress on a wheelbarrow. In this study it can be concluded that the wheelbarrow or wheelbarrow is designed more ergonomically with several changes including changes in the height of the stalk from the ground to minimize bending when lifting the wheelbarrow, changes in shape and size of the supports to accommodate various lifting positions, other things, changes in shape and the size of the body so that when lifting and pushing the

wheelbarrow, the load is more balanced, the addition of a jack to make it easier for users to spill loads from the body, the addition of two rear wheels to make it easier to push the wheelbarrow, and change the handle to make it easier for users.

Keyword: Efficiency, Ergonomics, Productivity, Working Time.

PENDAHULUAN

Pengembangan suatu produk industri muncul dengan berbagai persoalan dan kualitas produk yang mempunyai nilai tinggi. Salah satu contoh produk yang perlu dirancang ulang adalah *wheelbarrow* atau gerobak sorong. Gerobak sorong adalah alat angkut material sederhana yang didorong dengan tangan, satu roda dan satu operator melalui *handle* [1]. Gerobak roda dua lebih stabil di tanah yang datar, sedangkan satu roda hampir universal memiliki kemampuan manuver yang lebih baik dalam ruang kecil, pada papan atau ketika tanah miring yang akan mempengaruhi keseimbangan. Penggunaan satu roda juga memungkinkan kontrol yang lebih besar pada proses *unloading* atau bongkar muat [2].

Jika ditinjau dari segi struktur, alat ini dapat digunakan sebagai salah satu alat bantu untuk menunjang aktifitas produksi, sehingga perlu dilakukan pengembangan terhadap sistem gerobak sorong. Perubahan stuktur rangka untuk meningkatkan kestabilan yang dibutuhkan baik waktu bergerak maupun lama proses pembongkaran material (*unloading*) banyak dikembangkan untuk mempermudah dan kehandalan dalam pengoperasiannya [3]. Salah satunya berdasarkan penelitian desain ulang pegangan gerobak yang berbasis stakeholder agar pegangan lebih fleksibel. Selain itu, [4] untuk mempermudah dalam melakukan pengangkutan bahan material pembangunan perumahan serta tidak memakan banyak tenaga manusia dalam melakukan pengambilan material seperti: batu bata, pasir dan adukan semen.

Kapasitas angkut penggunaan gerobak sorong ini perlu diperhatikan pada volume bak dan kekuatan bahan itu sendiri. Semakin besar volume bak maka semakin banyak material yang bisa

diangkut [5]. Namun, meningkatnya jumlah beban yang diangkat mengakibatkan pengguna lebih mudah lelah dan merasa nyeri sehingga berdampak pada penurunan produktivitas kerja pengguna. Jika dibiarkan dalam jangka waktu yang lama akan menimbulkan kondisi kronis pada bagian-bagian tubuh pengguna, misalnya tulang punggung dan pangkal lengan [2].

Selain itu, gerobak sorong yang saat ini belum sesuai kaidah ergonomi dapat dilihat pada *handlenya* yang keras dapat menimbulkan cedera pada bagian telapak tangan dan proses pembongkaran material (*unloading*). Untuk *unloading* pengguna terlebih dahulu mengangkat gerobak sorong dengan kemiringan tertentu. Hal ini dapat menyebabkan pengguna harus mengeluarkan energi yang cukup besar. Oleh karena itu, perlu dilakukan rancang ulang gerobak sorong sebagai produk yang ergonomis dan ekonomis serta tidak terlalu mengeluarkan energi yang cukup besar [6].

Dalam penelitian ini dilakukan untuk merancang ulang alat angkut (*material handing*) gerobak sorong yang ergonomis dan ekonomis, sehingga menghasilkan produk yang dapat bermanfaat untuk industri menengah serta dapat meningkatkan efisiensi dan peningkatan produktivitas kerja.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan merancang ulang produk sebagai pengembangan, dimana produk ini biasanya digunakan pada salah satu bangunan yang disebut alat pengangkut material tradisional, kemudian dilakukan perhitungan pada tegangan poros dan pedal pada gerobak sorong [6]–[8]. Referensi pengembangan produk yang ada seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Referensi Produk

Pengembangan produk saat ini didasarkan keluhan dan kebutuhan industri kecil yang menginginkan suatu produk yang mampu menghasilkan kerja yang efisien. Mesin tersebut tidak menimbulkan efek samping bagi operator setelah mengoperasikannya. Beberapa pertimbangan pengembangan produk akan diwujudkan dalam suatu konsep yang akan

mengarahkan pada peningkatan efisiensi yang akhirnya bertujuan untuk menghasilkan kualitas dan kuantitas yang baik [8].

Penelitian ini produk yang akan dikembangkan adalah alat pengangkut material modern. Adapun masing-masing konsep tersebut dipaparkan pada tabel 1.

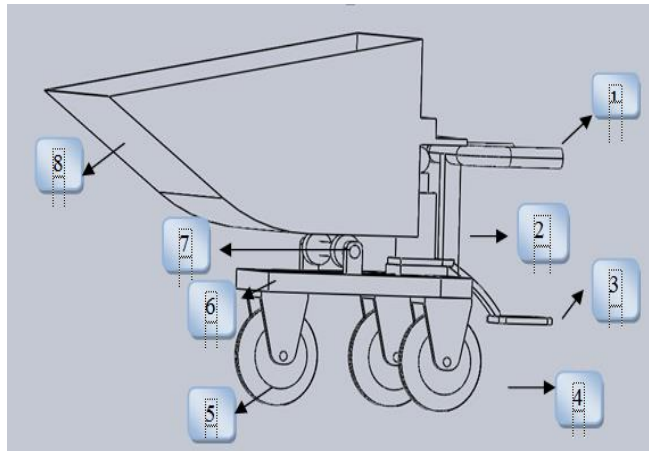
Tabel 1 Uraian konsep A dan B

Konsep A	Konsep B
Menggunakan sistem dongkrak (hidrolis)	Menggunakan sistem pneumatik (untuk bisa bolak-balik)
Sistem kontrol dengan menggunakan hidrolis	Sistem kontrol dengan menggunakan pneumatik
Tenaga penggerak menggunakan manual/ tenaga manusia	Tenaga penggerak menggunakan motor besin 4 tak
-	Tenaga penghubung dari motor penggerak ke roda belakang dengan menggunakan V-belt
Kapasitas : 100 Kg	Kapasitas : 120 kg
Lebih murah	Lebih mahal

Prinsip kerja konsep A, cara kerja alat ini: pertama proses menumpahkan muatan: tombol kontrol dongkrak diposisikan on, kemudian pedal di injak .pijakan pedal mengakibatkan gaya tekan akan diteruskan ke tabung dongkrak sehingga tekanan hidrolis pada tabung dongkrak mengakibatkan

piston bergerak keluar. Kedua proses pengembalian bak muatan pada keadaan semula: tombol kontrol pada dongkrak diposisikan off, ketika sistem hidrolis pada posisi off maka gaya tekan pada ruang hidrolis akan menurun, sehingga menurunnya gaya tekan pada ruang hidrolis mengakibatkan

kembalinya piston kedalam ruang hidrolis, berikut pada gambar 2.
gambar 2 merupakan Sketsa gerobak konsep A

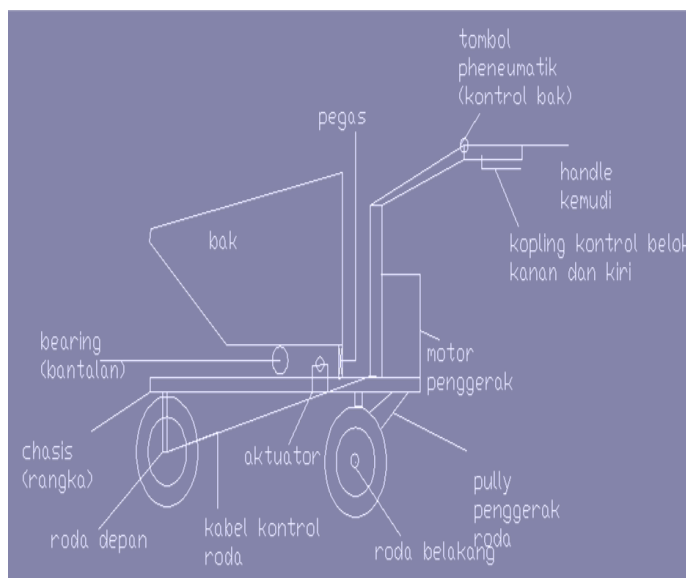


Gambar 2. Sketsa Gerobak Konsep A

Dimana : (1) Handle, (2) Dongkrak, (3) Pedal, (4) Roda Belakang, (5) Roda Depan, (6) Rangka, (7) Poros, (8) Bak

Secara umum cara kerja konsep B hampir sama dengan cara kerja konsep A yang membedakan pada konsep B menggunakan sistem penggerak motor bensin 4 tak yaitu bak diisi muatan dan sistem penggerak motor besin 4 tak dinyalakan,

setelah itu untuk menurunkan muatan sistem kontrol dengan menggunakan pneumatik yang berfungsi sebagai penggerak bak bolak-balik. Gambar 3 merupakan Sketsa Gerobak Konsep B.



Gambar 3. Sketsa Gerobak konsep B

Setelah pengembangan 2 konsep alat pengangkut perlu dilakukan pemilihan konsep dengan menggunakan model matrik keputusan berdasarkan penilaian. Seperti tabel 2. Hal ini dilakukan hanya 2

konsep yang dipilih, sehingga tidak membutuhkan langkah penyaringan konsep. Kriteria seleksi ditetapkan dari daftar kebutuhan yang sudah ditetapkan sebelumnya.

Tabel 2. Daftar Skor Penilaian Konsep

Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep					
		Konsep A		Konsep B		Referensi	
		Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot
Bisa digunakan segala kebutuhan	20 %	3	0,6	3	0,6	3	0,6
Kuat dan aman	20 %	4	0,8	3	0,6	3	0,6
Berat	10 %	3	0,3	3	0,3	3	0,3
Ergonomis	10 %	3	0,3	4	0,3	3	0,3
Perawatan	10 %	4	0,4	3	0,4	3	0,45
Manufaktur dan perakitan	15 %	4	0,6	3	0,45	3	0,3
Biaya dan harga	10 %	3	0,3	3	0,3	3	0,3
Nilai Absolut			3,3		2,95		2,85
Nilai Relatif			36,3%		32,4%		31,3%

Dari analisa yang dilakukan, seperti yang diajukan pada tabel 2, didapatkan konsep terpilih A dengan nilai relative terbesar yaitu 36,3% dibandingkan konsep B 32,4% dan konsep referensi 31,3%. Oleh karena itu konsep A dipilih untuk dikembangkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Detail Perancangan dengan memasukkan metode (faktor) DFM dan DFA

Metode perancangan untuk manufaktur sebagai upaya dalam menurunkan biaya produksi sebuah produk [9]. Sedangkan metode perancangan perakitan, sebagai upaya mengurangi jumlah komponen yang dirakit, sehingga hemat biaya dan memudahkan dalam penyusunannya atau penyatuannya [10]. Dengan mempertimbangkan kualitas, biaya dan waktu produksi selama perancangan produk.

Adapun detail perancangan yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut.

1. Proses pengelasan pembuatan bak dengan model seperti pada gambar dibawah ini, dikarenakan

untuk mempermudah menumpahkan muatan yang ada di bak.

2. Membubut poros bertingkat, bertujuan untuk mengurangi beban puntiran dari bearing. Kanan kiri poros sehingga mempermudah proses penggantian bearing jika terjadi kerusakan pada bearing. diberi pengunci dengan sistem sambungan tidak tetap (baut dan mur). Bearing yang digunakan adalah nomor 6004 dengan dimensi lebar (B)12 mm dan diameter luar (D) 42 mm serta diameter dalam (d) 20mm. Dengan kemampuan menahan beban dinamis spesifik 100 kg.
3. Sambungan rangka dilas dan digerinda, supaya kuat dan aman. Menghindari sudut lancip dan kekasaran permukaan sambungan pengelasan.
4. Proses pengelasan pembentukan handle dengan model lengkungan seperti pada gambar dibawah ini, agar menghindari sudut lancip dan kekasaran permukaan sambungan pengelasan. Selain itu, diberi busa tambahan yang lebih lembut pada handle.

Tabel 3. Desain Untuk Munufaktur (DFM)

No.	Nama Komponen	Material	Proses Manufaktur
1	Handle	ASTM A36 Steel	Pengelasan
2	Stang	Al 6061	Pengelasan
3	Bak	Plat- 2mm	Pembentukan dan keling

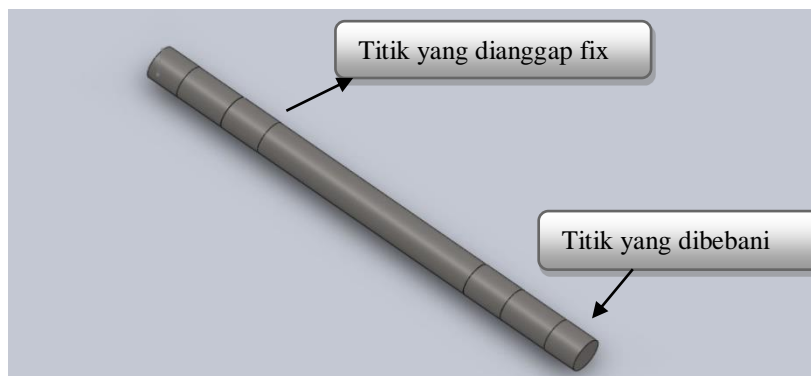
4	Rangka	Rectangular pipe 30 x 30 mm	Pengelasan
5	Poros	AISI 321 Annealed Stainless Steel	Pengelasan
6	Bearing	6004	Pengelasan
7	Roda	Nylon Medium Duty 3 in	Beli jadi
8	Pedal	ASTM A36 Steel	pengelasan
9	dongkrak	Hidrolis	Beli jadi

Tabel 4. Desain Untuk Perakitan (DFA)

No.	Nama Komponen	Sistem perakitan	Sub part
1	Handle	Pengelasan	Rangka
2	Stang	Pengelasan	Rangka
3	Bak	Pengelasan	Rangka
4	Rangka	Pengelasan	Rangka
5	Poros	Pengelasan	Rangka
6	Bearing	Pengelasan	Rangka
7	Roda	Baut-mur	Rangka
8	Pedal	Baut-mur	Dongkrak
9	Dongkrak	Baut-mur	Rangka

Analisa Teknik dengan Tegangan Manual

1. Analisa tegangan (kegagalan static) pada poros



Gambar 4. Analisa tegangan pada poros

Gaya $F = 937,5 \text{ N}$ dan panjang lengan momen $L = 42,5 \times 10^{-3} \text{ m}$

Akibat gaya F , pada titik A yang dianggap fix terjadi momen sebesar

$$M_y = F \times L = 937,5 \times 42,5 \times 10^{-3} = 2,156 \text{ N.m}$$

Sehingga besar tegangan normal pada arah z

$$\sigma_z = \frac{32M_y}{\pi(d)^3} = \frac{32(2,156)}{\pi(20 \times 10^{-3})^3} = 50,751 \times 10^{-9} \text{ MPa}$$

Tegangan geser diakibatkan F :

$$\tau_{xy} = \frac{F}{A} = \frac{937,5}{(10^{-2})^2} = 29,8565 \text{ MPa}$$

Analisa kegagalan berdasarkan teori Von Mises (MDET) pada poros kemungkinan pada titik A yang diasumsikan fixed:

Bahan yang digunakan: AISI 321 Annealed Stainless Steel dengan nilai $S_y = 23,442 \text{ MPa}$

$$\text{tensor tegangan } \sigma_{ij} = \begin{vmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{xz} & \sigma_{zz} \end{vmatrix} =$$

$$\begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 50,751 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} \sigma_\theta &= (\sigma_z^2 + 3\sigma_{yz}^2)^{1/2} \\ &= ((50,751 \times 10^{-9})^2 \\ &\quad + 329,8565^2)^{1/2} \\ &= 51,0144 \times 10^{-9} \text{ MPa} \end{aligned}$$

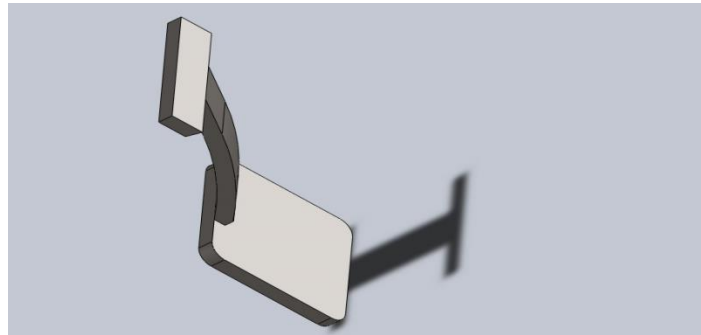
Syarat agar tidak terjadi kegagalan: $\sigma_\theta \leq \frac{S_y}{SF}$

Jadi nilai $\sigma_\theta = 51,0144 \times 10^{-9} \text{ MPa}$ dan nilai $S_y = 23,442 \text{ MPa}$

Maka nilai σ_{θ} kurang dari $\frac{23,442 \text{ MPa}}{1} = \text{AMAN}$ (dengan asumsi sf =1).

2. Analisa tegangan (kegagalan static) pada pedal

Berikut merupakan analisa tegangan (kegagalan static) pada pedal ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Analisa Tegangan (Kegagalan Static) Pada Pedal

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa:

Asumsi gaya $F= 50 \text{ N}$ dan panjang lengan momen $L=164,5 \times 10^{-3} \text{ m}$. Akibat gaya F , pada titik A yang dianggap fix terjadi momen sebesar $M_y = F \times L = 50 \times 164,5 \times 10^{-3} = 8,225 \text{ N.m}$

Sehingga besar tegangan normal pada arah z;

$$\sigma_z = \frac{M_y}{I} xC = \frac{8,225 \times 10^{-3}}{\frac{1}{12} x b^3 x h} = \frac{8,225 \times 10^{-3}}{\frac{1}{12} x (90 \times 10^{-3})^3} = 67,69547 \text{ N/m}^2$$

Tegangan geser diakibatkan F:

$$\tau_{xy} = \frac{F}{A} = \frac{50}{900 \times 10^{-6}} = 55555,55 \text{ N/m}^2$$

Analisa kegagalan berdasarkan teori Von Mises (MDET) pada pedal kemungkinan pada titik A yang diasumsikan fixed:

Bahan yang digunakan ASTM A36 steel dengan nilai $S_y= 250 \text{ MPa}$

$$\text{tensor tegangan } \sigma_{ij} = \begin{vmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{xz} & \sigma_{zz} \end{vmatrix} =$$

$$\begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 67,69547 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\theta} &= (\sigma_z^2 + 3\sigma_{yz}^2)^{1/2} \\ &= ((67,69547)^2 \\ &\quad + 3(55555,55)^2)^{1/2} \\ &= 117651,75 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

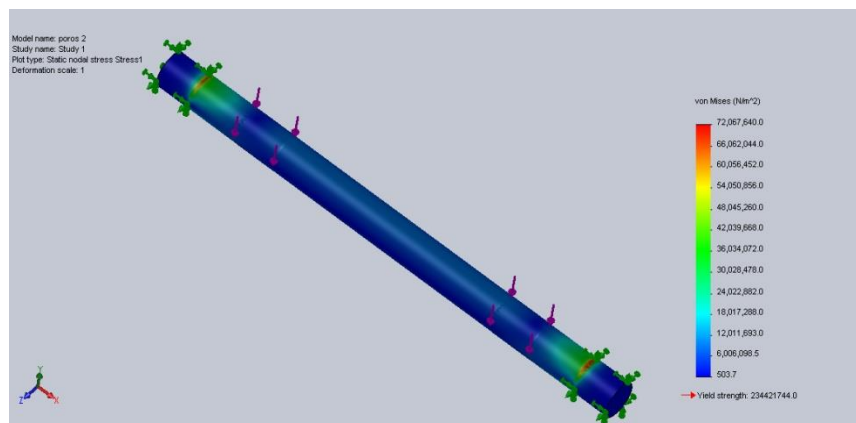
Syarat agar tidak terjadi kegagalan: $\sigma_{\theta} \leq \frac{S_y}{SF}$

Jadi nilai $\sigma_{\theta} = 117651,75 \text{ N/m}^2$ dan nilai $S_y = 250 \text{ MPa}$

Maka nilai σ_{θ} kurang dari $\frac{250 \text{ MPa}}{1} = \text{AMAN}$ (dengan asumsi sf =1).

Analisa Teknik dengan Simulasi

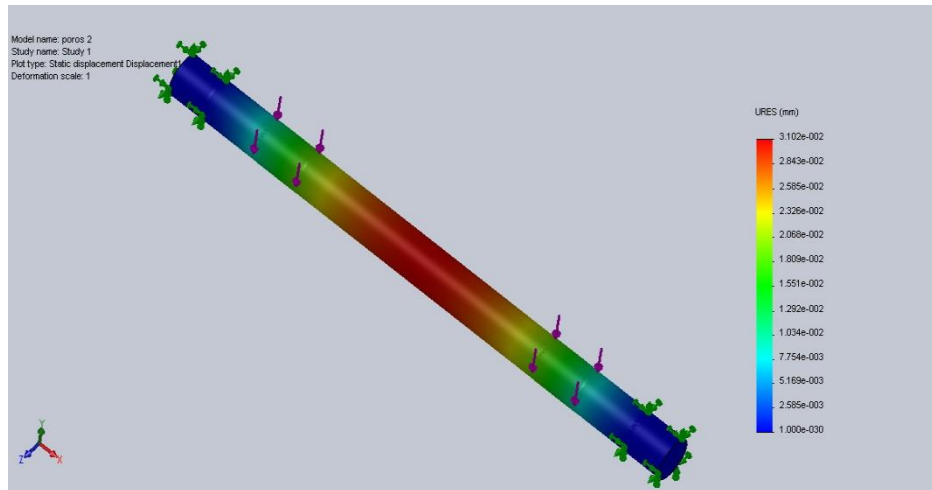
1. Analisa tegangan (kegagalan static) pada poros



Gambar 6. Analisa tegangan (kegagalan static) dan deformasi pada poros

Dari gambar 6 dapat dilihat hasil dari analisa kegagalan *static* dengan menggunakan *software solid work*, bahwa tegangan yang terjadi disepanjang elemen kurang dari tegangan *yielding* material AISI 321 *Annealed Stainless Steel*,

sehingga bisa ditarik kesimpulan bahwa material aman atau tidak terjadi kegagalan. Untuk dapat melihat *displacement* simulasinya dilihat pada gambar 7.

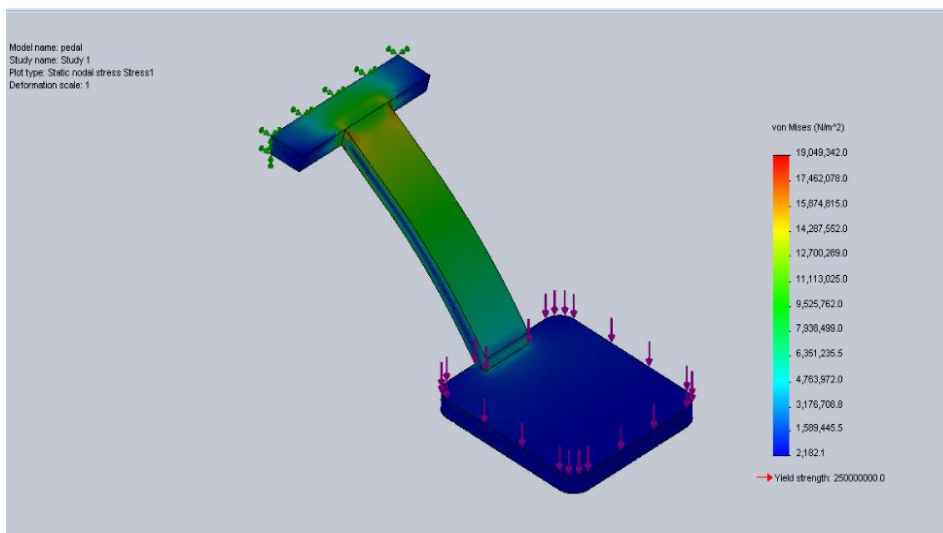


Gambar 7. Analisa *displacement* pada poros

Pada simulasi menggunakan *soft ware solid work* juga dapat di lihat deformasi yang terjadi diseluruh bagian elemen, dari gambar terlihat bahwa

deformasi terbesar yang terjadi hanya sebesar 0,03102 mm.

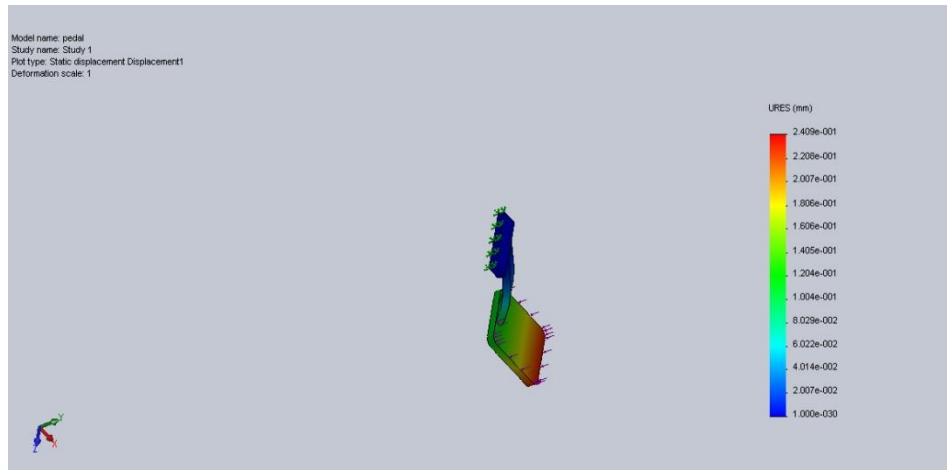
2. Analisa tegangan (kegagalan static) dan deformasi pada pedal



Gambar 8. Analisa Tegangan (Kegagalan Static) Pada Pedal

Dari gambar 8 dapat dilihat hasil dari analisa kegagalan static dengan menggunakan software *solid work*, bahwa tegangan yang terjadi disepanjang elemen kurang dari tegangan *yielding*

material ASTM A36 *steel*, sehingga bisa ditarik kesimpulan bahwa material aman atau tidak terjadi kegagalan. Untuk dapat melihat *displacement* simulasinya dapat dilihat gambar 9.



Gambar 9. Analisa *Displacement* Pada Pedal

Pada simulasi menggunakan *software solid work* juga dapat di lihat deformasi yang terjadi diseluruh bagian elemen, dari gambar terlihat bahwa deformasi terbesar yang terjadi hanya sebesar 0,02409 mm.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *wheelbarrow* atau gerobak sorong, dirancang lebih ergonomis dengan beberapa perubahan diantaranya perubahan ketinggian tangkai dari tanah untuk meminimasi membungkuk pada saat akan mengangkat gerobak dorong, perubahan bentuk dan ukuran penyangga untuk mengakomodasi berbagai posisi pengangkatan, selain itu, perubahan bentuk dan ukuran bak agar saat mengangkat dan mendorong gerobak sorong, beban lebih seimbang, penambahan dongkrak untuk memudahkan pengguna saat menumpah beban dari bak, penambahan dua roda belakang untuk meringankan saat mendorong gerobak sorong, dan perubahan *handle* untuk memudahkan pengguna.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] M. P. Groover, *Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes, and systems*. John Wiley & Sons, 2020.
- [2] R. Juliarman, "Redesign Handle Wheelbarrow Untuk Mengurangi Keluhan Musculoskeletal Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD) di Perkebunan Kelapa Sawit Bagan Jaya Kab. Indragiri Hilir, Riau," *Rona Tek. Pertan.*, vol. 8, no. 2, pp. 111–115, 2015.
- [3] A. P. Irawan, *Perancangan dan Pengembangan Produk Manufaktur*. Penerbit Andi, 2017.
- [4] A. R. SAPUTRA, "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN GEROBAK DENGAN PENGGERAK MOTOR BAKAR PENGANGKUT MATERIAL." 021008 Universitas Tridianti Palembang, 2022.
- [5] R. L. Mott, "Machine Element in Mechanical Design(fourth)," *Up. Saddle River, New Jersey Columbus, Uhio Pearson*, 2004.
- [6] A. Ramadhan, "Representasi Gerobak

- Sepeda sebagai Alat Pengangkut Barang Bekas,” *Narada J. Desain Seni*, vol. 5, pp. 37–62, 2018.
- [7] A. Wibowo, “Analisa Hubungan Tegangan-Regangan Pada Kolom Beton Bertulang Mutu Tinggi,” *Rekayasa Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 70–81, 2016.
- [8] R. S. Khurmi and J. K. Gupta, *A textbook of machine design*. S. Chand publishing, 2005.
- [9] B. Kristyanto, “MEMPERBAIKI DAYA SAING PRODUK MELALUI PERBAIKAN EFISIENSI RANCANGAN PERAKITAN.”
- [10] M. R. Firdaus and A. Suryadi, “Pengembangan Produk Alat Pengemas Padi Kering dengan Metode Design For Assembly (DFA),” *JUMINTEN*, vol. 2, no. 5, pp. 133–144, 2021.