
RANCANG BANGUN ALAT BANTU MESIN PENYEMPROT PESTISIDA

Mario Sariski Dwi Ellianto¹, Yusuf Eko Nurcahyo², Muhammad Zoni Ilham Romadhon³

¹Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik, Politeknik ATK
Yogyakarta, Jl. Prof. Dr. Wirdjono Prodjodikoro, Sewon, Bantul, Yogyakarta
55188

^{2,3}Program Studi Teknologi Manufaktur, Fakultas Vokasi, Universitas 17
Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No. 45, Sukolilo, Surabaya, Jawa
Timur 60118

Abstrak

Pupuk dan pestisida merupakan kebutuhan utama petani untuk kelangsungan kesehatan tanaman agar tetap subur dan terhindar dari penyakit tanaman. Petani pada umumnya menggunakan mesin sprayer dalam penggunaan pupuk dan pestisida. Pengembangan mesin penyemprot diharapkan dapat membantu petani dalam merawat tanaman mereka. Mesin penyemprot dikembangkan dengan penambahan sistem pendorong dan memperbesar kapasitas tangki. Dengan pengembangan ini mempermudah dalam perpindahan dan menampung pupuk dan pestisida lebih banyak serta petani tidak terlalu sering mengisi ulang. Proses perancangan ini meliputi perhitungan kecepatan semprot, daya baterai yang dibutuhkan, dan juga kekuatan rangka mesin penyemprot melalui simulasi software dengan metode *stress analysis*. Dari hasil perancangan, perhitungan dan simulasi rangka didapatkan model rangka utama berukuran 40x20x2 mm, berat rangka sebesar 25,04 kg dan hasil nilai *von mises stress* maksimum sebesar 58,8846 MPa, nilai *displacement* sebesar 0,426931 mm serta nilai *safety factor* sebesar 3,5. Adapun spesifikasi mesin penyemprot memiliki curah *flow rate nozzle* sebesar 1,75 liter/menit, lebar gawang nozzle 3 meter, kecepatan penyemprotan 30 liter/menit, dan volume yang dibutuhkan untuk penyemprotan lahan yaitu 194 liter/m².

Kata kunci: *sprayer*, pupuk, pestisida

Abstract

Fertilizers and pesticides are the main needs of farmers for the continuity of plant health so that they remain fertile and avoid plant diseases. Farmers generally use a sprayer machine in the use of fertilizers and pesticides. The development of a spraying machine is expected to help farmers in caring for their crops. The spraying machine was developed by adding a booster system and increasing the tank capacity. With this development, it is easier to move and accommodate more fertilizers and pesticides and farmers do not refill them too often. This design process includes the calculation of the spray speed, the required battery power, and also the strength of the spray machine frame through software simulation with the stress analysis method. From the results of the design, calculation, and simulation of the frame, the mainframe model is 40x20x2 mm, the frame weight is 25.04 kg, the maximum von Mises stress value is 58.8846 MPa, the displacement value is 0.426931 mm and the safety factor value is 3.5. The specifications for the spraying machine have a bulk flow rate nozzle of 1.75 liters/minute, a nozzle wicket width of 3 meters, a spraying speed of 30 liters/minute, and the volume required for land spraying is 194 liters/m².

Key words : *sprayer, fertilizer, pesticide*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sebagian besar penduduknya mengkonsumsi beras sebagai makanan pokok, namun produksi tanaman padi tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan pangan. Hama, cuaca, kualitas bibit, pupuk, dan kendala penyemprotan pupuk atau pestisida adalah faktor yang mempengaruhi produktivitas hasil panen tanaman padi. Penyemprotan adalah salah satu pemeliharaan tanaman padi yang sangat penting, pada pemeliharaan ini petani melakukan penyemprotan menggunakan *knapsack sprayer*.

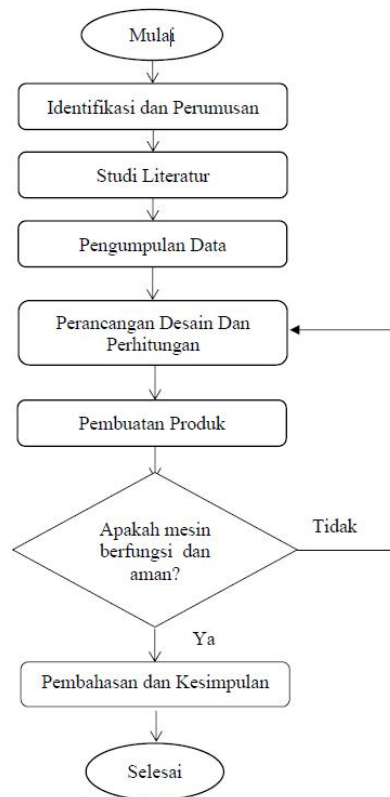
Penduduk Indonesia mayoritas masih menggunakan cara tradisional dalam menggunakan alat penyemprot tanaman untuk menghindari serangan hama dan penyakit, begitu juga mayoritas penduduk di desa plososari kecamatan puri, kabupaten Mojokerto. Untuk menjaga kualitas hasil pertaniannya, petani harus menjadwalkan penyebaran pupuk dan pestisida agar tanaman mereka tetap terjaga kualitasnya dan terhindar dari berbagai macam penyakit dan hama.

Dalam menyebarkan pupuk dan pestisida ada banyak cara yang digunakan, salah satunya dengan cara menyemprot tanaman dengan debit air seperti butiran embun agar tujuannya mengenai bagian tanaman secara merata. Alat yang paling sering di gunakan di desa plososari masih menggunakan mesin *sprayer* manual atau jenis *knapsack sprayer* yang kapasitas tangki penampung rata-rata 16 liter dan berat sekitar 7-10 kg. Alat penyemprot pestisida adalah alat yang berfungsi untuk mengeluarkan cairan pestisida yang melewati pipa/selang yang dikeluarkan dalam bentuk butiran (Priyatmoko et al., 2016). Saat ini *sprayer* memiliki jenis yang bermacam-macam yaitu *sprayer* konvensional dan *sprayer knapsack* (*sprayer* dengan pompa yang digerakkan menggunakan tenaga listrik) (Annafiyah et al., 2021). Pengembangan *sprayer* selama ini lebih kearah pemanfaatan energi motor bensin, penggunaan aki, ataupun penggunaan traktor sebagai penghasil energi untuk memompa *sprayer*. *Sprayer* gendong bermotor merupakan *sprayer* yang bertenaga motor bakar internal atau motor listrik (Marno et al., 2020). Penggunaan *sprayer* dengan bahan bakar memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode konvensional diantaranya yaitu pekerjaan lebih fleksibel, waktu penyemprotan yang singkat, dan volume penyemprotan yang rendah. Jenis *sprayer* ini juga fleksibel dalam menghasilkan butiran, dimana semakin cepat motor melakukan kompresi pada tangki maka akan semakin kecil butiran yang dihasilkan (Salahudin et al., 2017).

Knapsack sprayer merupakan jenis *sprayer* yang paling banyak digunakan oleh petani, Penggunaan *knapsack sprayer* juga terdapat beberapa permasalahan yang menyebabkan penggunaan alat ini kurang efektif, salah satunya adalah ketika digunakan untuk menyemprot tanaman cukup melelahkan, karena membutuhkan tenaga ekstra untuk menggendong dengan bobot mencapai 7-10 kg. Untuk penyemprotan pada lahan pertanian dan perkebunan yang luas maka membutuhkan waktu yang lebih lama karena daya tampung tangki yang relatif kecil yaitu 16 liter yang menyebabkan petani harus mengisi ulang beberapa kali (Salahudin et al., 2018).

Berdasarkan permasalahan tersebut maka penulis membuat penelitian dengan judul Rancang Bangun Alat Bantu Mesin Penyemprot Pestisida. Prinsip kerja dari alat bantu ini adalah dengan cara didorong dan memperbanyak kapasitas tangki penampung, kemudian untuk tenaga mesinnya menggunakan aki. Beberapa variable yang akan dirancang dan diteliti meliputi konstruksi rangka dan analisis kekuatan rangka. *Knapsack sprayer* yang telah dibuat merupakan rancangan awal dan masih membutuhkan proses penelitian selanjutnya untuk mendapatkan kondisi optimal.

METODE PELAKSANAAN



Gambar 1. Diagram Alir

Perancangan Mesin

Perancangan mesin berdasarkan data observasi serta studi literatur. Desain mesin meliputi rangka, dan sistem penggerak.

Perencanaan dan perhitungan

Bertujuan untuk mendapatkan mekanisme kerja mesin yang optimal dengan melihat data yang ada pada studi literatur. Mesin yang akan dirancang adalah mesin penyemprot dengan sistem elektrik dan pendorong.

Pembuatan Produk

Proses perakitan dilakukan untuk menyatukan elemen-elemen yang sudah dipilih untuk membuat mesin yang utuh.

Pengujian Mesin

Setelah perakitan selesai dilakukan pengujian dengan menjalankan atau mengoperasikan mesin tersebut, dalam pengujian dicatat dan dibandingkan waktu yang diperlukan untuk penyemprotan pestisida.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan volume penyemprotan (V)

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui proses kalibrasi dari mesin penyemprot yang dibuat. Kalibrasi tersebut bertujuan untuk mengukur berapa banyak air yang dikeluarkan oleh mesin penyemprot sehingga dapat mengetahui berapa banyak yang disemprotkan pada setiap satuan lahan perkebunan. Untuk menghitung sebuah volume penyemprotan diperlukan data sebagai berikut :

- Curah (Flow rate) dari *nozzle* yang digunakan (C; liter/menit)
 $C = 1,75$ liter/menit

Data ini didapat dengan langsung mengukur secara manual. caranya dengan mengisi tanki dengan air, buka kran dan semprotkan cairan kedalam gelas ukur, catat waktu yang dihabiskan untuk menyemprot (menit)

- Lebar gawang penyemprotan (G; meter)
 $G = 3$ meter

Data ini didapat dengan cara menyemprotkan dengan tegangan yang kita inginkan, kemudian kita ukur menggunakan meteran

- Kecepatan penyemprotan (K; meter/menit)
 $K = 30$ meter/menit

Data ini didapat dengan cara membawa mesin penyemprot dengan berjalan sambil menyemprotkan cairan, kemudian kita ukur jarak yang bisa kita tempuh dan melakukan timer dengan satuan menit.

- Volume aplikasi (V; liter/hektar)

Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui berapa liter cairan yang dikeluarkan untuk sebuah lahan. caranya dengan memasukkan rumus berikut:

$$V = \frac{10000C}{G \cdot K}$$
$$V = \frac{10000 \times 1,75 \text{ liter/menit}}{3 \text{ meter} \times 30 \text{ meter/menit}}$$
$$V = \frac{10000 \times 1,75}{3 \times 30} = 194 \text{ ltr/m}^2$$

Perhitungan kecepatan penyemprotan (K)

$$K = \frac{10000C}{G \cdot V} = \frac{10000 \times 1,75}{3 \times 194} = 30 \text{ meter/menit}$$

Perhitungan beban tangki

Perhitungan beban tangki dengan metode menimbang tangki yang berisi air penuh, tangki dengan volume 30 ltr diisi air penuh kemudian ditimbang dan menghasilkan berat total tangki dan air sebesar 38,85Kg.

Pengujian Performa baterai

Pengujian performa baterai dilakukan untuk mengetahui seberapa lama baterai untuk melayani beban, yaitu pompa DC. Untuk mendapatkan hal tersebut diperlukan data spesifikasi baterai aki maupun pompa DC dan dari data tersebut dapat diketahui daya (P) masing-masing alat,

- Pengujian baterai aki
 V baterai aki = 12
 I baterai aki = 7
 $P = 12 \times 7 = 84$ watt
- Pengujian Pompa DC
 V Pompa DC = 12
 I Pompa DC = 4
 $P = V \times I = 12 \times 4 = 48$ watt

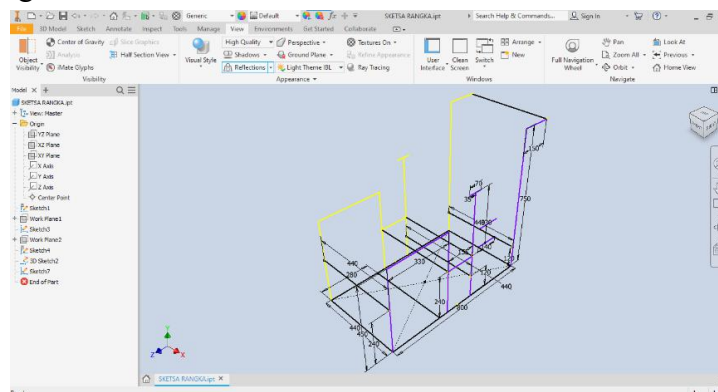
Perhitungan Kekuatan Rangka

Dalam perancangan mesin penyemprot ini, perhitungan kekuatan pada rangka mesin penyemprot menggunakan *software* desain dengan metode FEA dan *stress analysis*, Adapun tahapan perhitungan kekuatan rangka mesin penyemprot sebagai berikut :

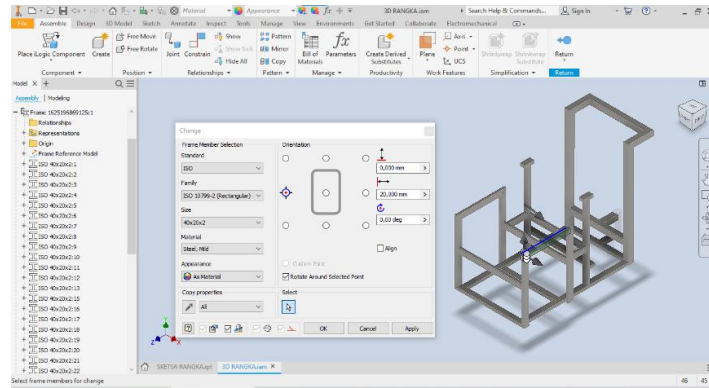
Desain Rangka

Desain rangka dengan hasil sketch 2D dibuat menjadi 3D dengan menggunakan fasilitas *frame generator* pada menu *software* desain, pemilihan model 3D frame generator berdasarkan sesuai dengan referensi rangka yang ada pada lingkungan sekitar, dan rancangan awal desain mesin penyemprot pestisida kemudian dicocokkan dengan sumber rangka pada fitur *Frame Generator* dengan detail rangka sebagai berikut:

- a. Frame Material Steel Galvanized
- b. Ukuran rangka 40x20x2 mm
- c. Ukuran rangka 40x40x2 mm



Gambar 2. Sketsa rangka 2D dengan *software*

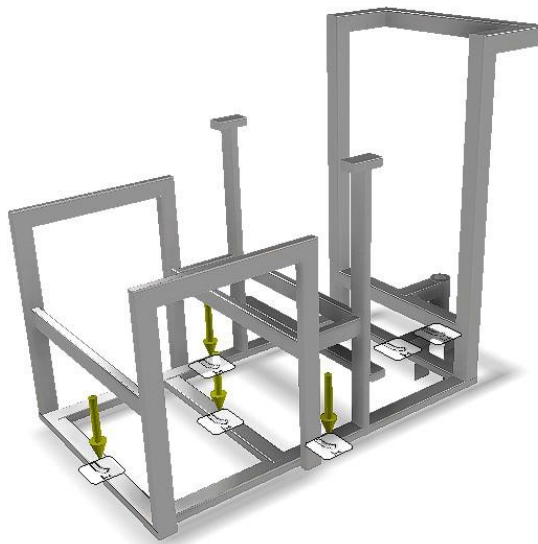


Gambar 3. Frame generator rangka

Validasi Kekuatan Rangka

Proses validasi kekuatan rangka mesin penyemprot pada *software* dilakukan dengan menggunakan metode *stress analysis* pada *software* tersebut. Metode *stress analysis* hingga membagi desain 3D rangka menjadi geometri yang kecil dan tetap terhubung, disebut *meshing*. Geometri ini diberi beban sesuai dengan parameter pengujian. Beban yang dimaksud adalah beban tangki yang menumpu rangka dengan perhitungan beban sebagai berikut:

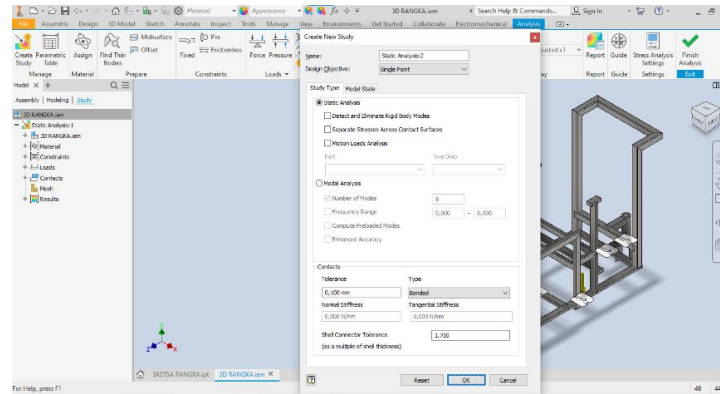
$$\begin{aligned} F &= (\text{massa tangki penuh}) \times g \\ &= 38,85 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 381,1185 \text{ Kg m / s}^2 \\ &= 381,1185 \text{ N} \end{aligned}$$



Gambar 4. Asumsi letak titik pembebanan rangka

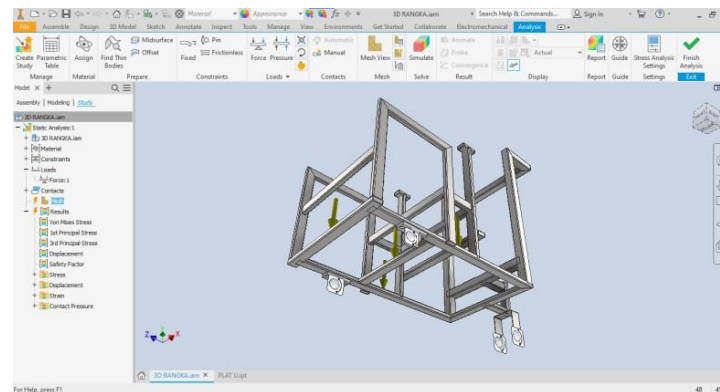
Proses Analisis Rangka

1. Langkah awal pada analisis desain rangka mesin penyemprot. Klik tab environment – *stress analysis* – create study – static analysis – ok



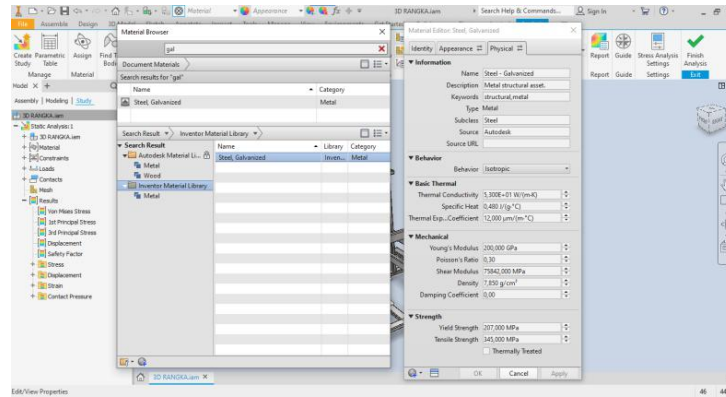
Gambar 5. Study analysis pada Stress analysis

- Menentukan titik tumpu tetap (constrain).
Penentuan titik tumpu diasumsikan pada bagian bawah rangka mesin dengan asumsi pembebanan tangki air sebesar 38,8 Kg



Gambar 6. Letak titik tumpu rangka pada software

- Input Material Rangka (*Steel galvanized*)
Material yang digunakan pada desain rangka mesin penyemprot pada proses simulasi *stress analysis* dalam software desain yaitu *steel galvanized* sesuai dengan material yang ada dipasaran. Pada proses ini berfungsi untuk menyelaraskan desain 3D rangka sesuai material yang ada. Langkah input material yaitu *stress analysis* – klik menu *Assign* – lalu pilih material sesuai kebutuhan

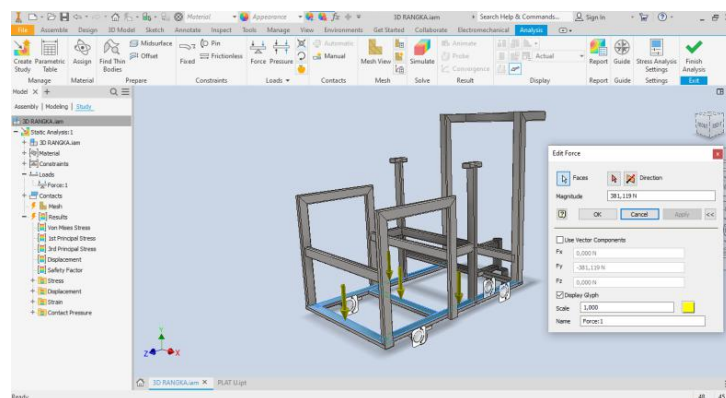


Gambar 7. Input material properties pada *stress analysis*

Tabel 1. Material Properties *Steel galvanized*

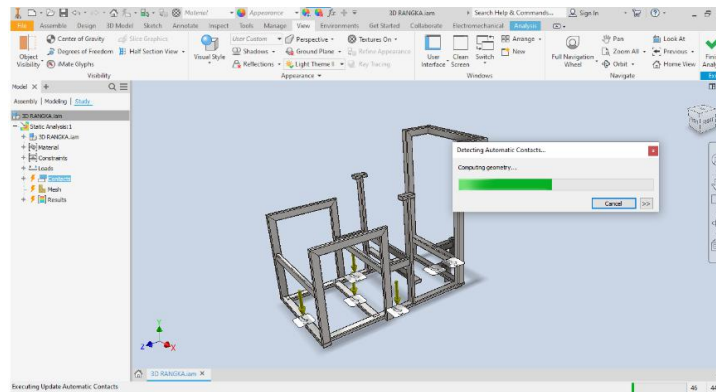
Name	Steel, Galvanized
Mass Density	7,85 g/cm ³
Yield Strength	207 MPa
Ultimate Tensile Strength	345 MPa
Young's Modulus	200 GPa
Shear Modulus	76,9231 GPa

- Menentukan loads, yaitu pembebanan yang diasumsikan rangka menerima beban dari beban tangki. Dalam simulasi kekuatan rangka mesin penyemprot, letak titik pembebanan diasumsikan pada konstruksi tangki air dimana titik – titik pembebanan tersebut menyebar pada permukaan tanda panah yang ditunjuk pada gambar di bawah. Pembebanan yang diasumsikan sebesar 38,85 Kg (381,1185 N).



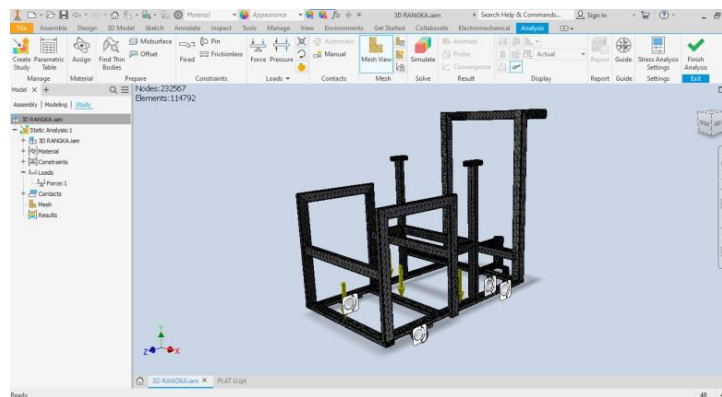
Gambar 8. Input pembebanan simulasi *software*

- Melakukan *automatic contact*, dengan mendeteksi model desain yang terjadi kontak antar model. Proses ini mendeteksi kontak otomatis yang dihasilkan untuk memverifikasi bahwa part – part atau komponen rangka yang digabungkan (*assembly*) mewakili interaksi fisik model yang sebenarnya secara akurat.



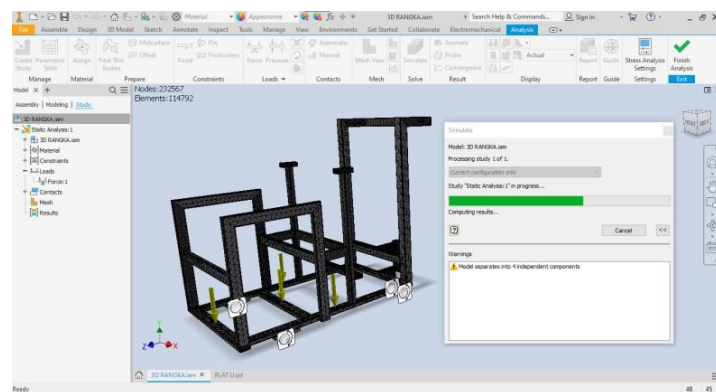
Gambar 9. Proses *Automatic contact* simulasi *software*

6. Struktur rangka dilakukan *meshing* dengan element dan node yang sudah ditentukan. Pengaturan *meshing* yang digunakan adalah default *meshing*. Proses *meshing*, dimana sistem kontinu benda yang akan dianalisis didiskritisasi sehingga struktur utama menjadi elemen-elemen yang memiliki ukuran lebih kecil dan berjumlah tertentu dan berhingga,



Gambar 10. Hasil proses *meshing* menggunakan *software*

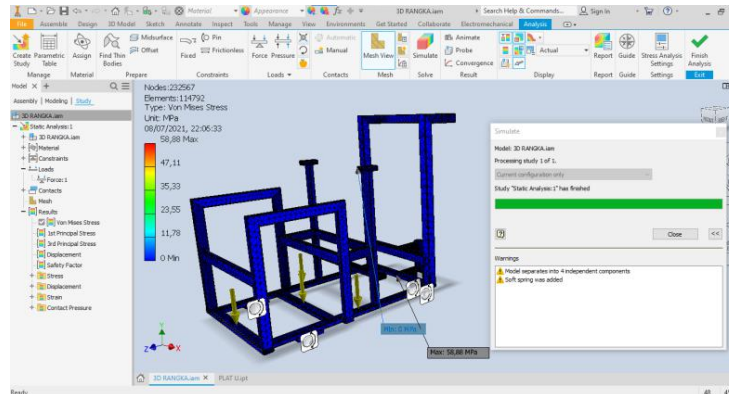
7. *Running simulation*, proses running berjalan dengan menggunakan metode *stress analysis*. Proses *running* program dilakukan setelah seluruh proses pra-analisa dan *meshing* dilakukan.



Gambar 11. *Run simulation process stress analysis*

8. *Export Hasil kekuatan Rangka*

Pada proses ini secara otomatis *software* simulasi menampilkan output dari hasil simulasi stress analysis yaitu nilai *von mises stress*, nilai *displacement* dan nilai *safety factor*.



Gambar 12. *Proses export hasil stress analysis software*

9. Hasil *Report Kekuatan Rangka*

Hasil report proses sebelumnya didapatkan beberapa seperti berat rangka, tegangan maksimum dan minimum pada rangka, pergeseran posisi rangka (*displacement*) dan juga nilai keamanan sebuah rangka (*safety factor*) yang terjadi setelah diberi pembebanan pada simulasi *software*. Sesuai dengan dasar teori bahwa rangka mesin penyemprot termasuk dalam kategori aman, karena nilai *safety factor* yang didapat 3,51 (*safety factor* yang diijinkan yaitu beban statis : 1,25 – 2).

Tabel 2. Hasil *report* kekuatan rangka mesin penyemprot

Result	Min	Max
Massa Rangka	25,0424 kg	
Volume Rangka	3190110 mm ²	
<i>Von mises stress</i>	0 MPa	58,8846 MPa
1st Principal Stress	-8,5361 MPa	46,8452 MPa
3rd Principal Stress	-60,6991 MPa	5,93226 MPa
<i>Displacement</i>	0 mm	0,426931 mm

Pemilihan pompa

Pompa yang digunakan dalam mesin penyemprot adalah Pompa DC 12 Volt dengan tekanan 125 Psi dengan dinamo 4 A. Pemilihan pompa sprayer ini dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan.

Pemilihan Tangki Air

Pada perancangan alat pendorong untuk mesin penyemprot memakai tangki air dengan kapasitas 30 liter. Dengan berat air terisi penuh sekitar 38,85 kg dan berat kosongnya 1,5 kg.

Cara Kerja Mesin Penyemprot

Cara kerja mesin penyemprot ini dengan cara menggunakan mesin pompa DC 12 volt dengan menggunakan tenaga baterai 7 A untuk menyemprotkan pupuk dan pestisida, dengan mekanisme alat dorong untuk menggerakkan mesin tersebut, menggunakan 2 roda depan berdiameter 37 cm dan satu roda belakang berdiameter 22 cm. Memiliki panjang selang 8 meter untuk menyemprot.

Proses Pengujian

Proses pengujian dilakukan di area perkebunan buah jeruk. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali dengan target pengujian yaitu :

- Laju air saat penyemprotan
- Mekanisme mesin pompa beserta baterainya
- Mekanisme penggulungan selang
- Sambungan selang air
- Kelancaran mesin penyemprot pestisida dan pupuk saat melintasi area perkebunan

Hasil pengujian :

- Pengujian pertama yaitu kebocoran di beberapa sambungan selang, terutama dibagian sambungan tangki air dan stik sprayer.
- Pengujian kedua yaitu masalah di bagian selang pada saat penggulungan selang menjadi terbelit. Setelah dua kali pengujian dan perbaikan, di pengujian alat yang ketiga mesin lancar, Sambungan selang saluran air sudah tidak bocor dan dibagian penggulungan selang lancar, untuk roda jalannya lancar dan rangka tidak menyentuh tanah saat di area perkebunan.

Hasil dan Desain

Dari perancangan, proses permesinan dan perakitan maka diperoleh desain mesin penyemprot pestisida yaitu :



Gambar 13 Desain mesin penyemprot pestisida

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian serta pembuatan mesin yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan dan pengujian dari mesin penyemprot pestisida dengan tenaga pompa DC 12V dan tekanan 125 Psi menghasilkan flow rate dari nozzle 1,75 liter/menit dengan lebar gawang penyemprotan 3 meter, kecepatan penyemprotan 30 meter/menit atau setara dengan 194 liter/m³.
2. Hasil perhitungan rangka mesin penyemprot pestisida dengan simulasi *software* mendapatkan hasil berat frame sebesar 25,04 kg dengan total volume rangka 3190110 mm³ dengan pembebanan tangki sebesar 381,1185 N menghasilkan *von mises stress* maksimum sebesar 58,8846 MPa, nilai *displacement* sebesar 0,426931 mm dan *safety factor* sebesar 3,51.

DAFTAR PUSTAKA

- Annafiyah, A., Anam, S., & Fatah, M. (2021). Rancang Bangun Sprayer Pestisida Menggunakan Pompa Air DC 12 V dan Panjang Batang Penyemprot 6 Meter. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(1), 90. <https://doi.org/10.32497/jrm.v16i1.2195>
- Findiastuti, W. (2009). Rancang Bangun Ergonomis Alat Semprot Pestisida Jenis Gendong. *Rekayasa*, 2(1), 30–43.
- Marno, M., Abadi, S., Widiyanto, E., Utomo, U. U., Fauji, N., & Hanifi, R. (2020). Modifikasi dan Pengujian Sistem Penyemprot Padi dengan Penambahan Pompa Elektrik. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.30595/jrst.v4i1.3658>
- Priyatmoko, A., Widodo, S., & Salahudin, X. (2016). Analisis Tekanan Tangki Sprayer dengan Variasi Besar Diameter Roda dan panjang Tuas Engkol Peluncur dengan

-
- Menggunakan Satu Pompa Pada Sprayer Semi Otomatis. *Jurnal Wahana Ilmuwan*, 1(1), 33–54.
- Rahman, M., & Yamin, M. (2014). Modifikasi Nosel pada Sistem Penyemprotan untuk Pengendalian Gulma Menggunakan Sprayer Gendong Elektrik. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 2(1), 21957. <https://doi.org/10.19028/jtep.02.1>.
- Rizal, M., Subrata, I. D. M., & Setiawan, R. P. A. (2016). Desain dan Pengujian Prototipe Sistem Kontrol Mesin Sprayer Dosis Variabel untuk Aplikasi Penyemprotan Pertanian Presisi. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 4(2), 131–138.
- Salahudin, X., Widodo, S., Khoir, M., & Priyatmoko, A. (2017). Analisis Tekanan Pemompaan Mesin Sprayer Dorong Dengan Variasi Panjang Engkol Pompa dan Diameter Roda. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1(1), 23–30.
- Salahudin, X., Widodo, S., Priyatmoko, A., & Khoir, M. (2018). Pengaruh Variasi Jumlah Pompa Terhadap Performa Mesin Sprayer Dorong. *Journal of Mechanical Engineering*, 2(1). <https://doi.org/10.31002/jom.v2i1.805>
- Sularso, & Suga, K. (1994). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Pradnya Paramitha.
- Yuliyanto, Kesuma, N. W., & Sinuraya, R. (2017). Efektivitas Dan Efisiensi Penggunaan Knapsack Sprayer Dan Knapsack Motor Pada Penyemprotan Gulma Di Perkebunan Kelapa Sawit. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 9(1), 80–92.
- Zulpayatun, Catur Edi Margana, C., & Mahardhian Dwi Putra, G. (2017). Performansi Traktor Tangan Roda Dua Modifikasi Menjadi Roda Empat Multifungsi (Pengolahan Dan Penyiangan) Untuk Kacang Tanah Di Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 5(1), 296–302. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v5i1.40>