

Perancangan Mesin Penyemprot Pestisida Kapasitas 44 Liter

Dhidik Mahandika^{1*}, Hendri Sukma¹, Rahmad Fikri¹, Bambang Sulaksono¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

*Email Corresponding Author: dhidik_mahandika@univpancasila.ac.id, hendrisukma@gmail.com,
rahmadfikri27@gmail.com

ABSTRAK

Sejarah munculnya ilmu pengetahuan dibidang teknik pertanian dipicu oleh adanya kebutuhan untuk membuka dan mengolah lahan pertanian secara besar-besaran. Bidang teknik pertanian meliputi kajian tentang alat dan mesin pertanian serta penggunaan, pemeliharaan, dan pengembangannya. Tujuan utama perancangan mesin penyemprot pestisida adalah untuk membantu petani membasmi hama agar lebih efisien dalam menyemprot cairan pestisida pada sawah dan memiliki mobilitas yang tinggi. Perancangan mesin penyemprot menggunakan metode *Pahl & Beitz*. Metode penelitian dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan, melakukan pengembangan dan perencanaan konsep sampai pemilihan konsep menghasilkan varian 1 menggunakan sumber tenaga penggerak pompa dinamo air dan penerus daya *inverter* dan aki yang disambung melalui *adapter*. Varian 2 menggunakan sumber tenaga penggerak motor listrik dan penerus daya menggunakan *pulley* dan *belt*. Varian 3 menggunakan sumber tenaga penggerak dengan manual dan sumber penurus daya menggunakan tuas engkol yang dapat digerakan. Sehingga dihasilkan varian 1 sebagai varian terpilih dengan pembobotan nilai sebesar 5. Hasil rancangan mesin penyemprot pestisida digunakan untuk sawah seluas 5600 m². Dimensi tangki penyimpanan pestisida dibuat berbentuk balok yang direncanakan dengan ukuran 650×270×250 mm. Tangki penyimpanan pestisida berkapasitas 44 liter sehingga sawah membutuhkan 7 kali penyemprotan. Analisis rangka mesin penyemprot pestisida dengan beban diterima rangka sebesar 587,065 N menghasilkan rangka *stress (von misses)* sebesar 4833510,5 N/m², sedangkan *yield strength* dengan material pipa *galvanis* sebesar 203943242,60 N/m² sehingga rangka mesin penyemprot pestisida tersebut aman digunakan.

Kata kunci: *pestisida, Pahl & Beitz, sprayer*

ABSTRACT

The history of the emergence of science in the field of agricultural engineering was triggered by the need to open and cultivate agricultural land on a large scale. The field of agricultural engineering includes the study of agricultural tools and machines and their use, maintenance, and development. The main purpose of designing a pesticide spraying machine is to help farmers eradicate pests to be more efficient in spraying pesticide liquids on rice fields and have high mobility. The design of the spraying machine uses the Pahl & Beitz method. The research method begins with identifying problems, developing and planning concepts until the selection of concepts produces variant 1 using a water dynamo pump as the driving power source and an inverter and battery power supply connected via an adapter. Variant 2 uses an electric motor as the driving power source and a power supply using a pulley and belt. Variant 3 uses a manual driving power source and a power supply using a movable crank lever. So that variant 1 is produced as the selected variant with a value weighting of 5. The results of the pesticide spraying machine design are used for rice fields covering an area of 5600 m². The dimensions of the pesticide storage tank are made in the form of a block planned with a size of 650×270×250 mm. The pesticide storage tank has a capacity of 44 liters so that the rice field requires 7 sprayings. Analysis of the pesticide spraying machine frame with a load received by the frame with galvanized pipe material of 587,065 N which produces a stress frame (von misses) of 4833510,5 N/m², while the yield strength with galvanized pipe material is 203943242,60 N/m² so that the pesticide spraying machine frame is safe to use.

Keywords: *design, Pahl & Beitz, sprayer*

PENDAHULUAN

Sejarah munculnya ilmu pengetahuan di bidang teknik pertanian dipicu oleh adanya kebutuhan untuk membuka dan mengolah lahan pertanian secara besar-besaran. Bidang teknik pertanian meliputi studi tentang alat dan mesin pertanian serta penggunaan, pemeliharaan, dan pengembangannya. Tujuan utama

perancangan mesin penyemprot pestisida adalah untuk membantu petani membasmi hama agar lebih efisien dalam menyemprot cairan pestisida pada sawah dan memiliki mobilitas yang tinggi [1]. Indonesia merupakan negara yang mayoritas masyarakatnya mengkonsumsi nasi sebagai makanan pokoknya, namun produksi beras tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan pangan. Hama, cuaca, benih,

pupuk, dan pestisida merupakan permasalahan penggunaan pupuk yang mempengaruhi produktivitas padi. Penyemprotan adalah salah satu aspek terpenting dalam perawatan padi. Untuk pengobatan ini, petani menggunakan alat penyemprot yang digendong (*knapsack sprayer*) untuk mengaplikasikan produknya. Mayoritas masyarakat Indonesia masih menggunakan cara tradisional dalam menyemprot tanaman untuk mencegah penyebaran hama dan penyakit [2]. Untuk menjaga kualitas tanaman, pupuk dan pestisida diterapkan secara sistematis untuk menjaga kualitas tanaman dan melindunginya dari berbagai penyakit dan hama. Perlindungan pestisida terhadap tanaman terhadap serangan hama dan penyakit, khususnya di Indonesia, terus digunakan secara berlebihan tanpa pengendalian dosis yang tepat. Penggunaan pestisida sintetik meningkat pesat karena dianggap sebagai cara paling efektif untuk memerangi masalah hama. Namun penggunaannya ternyata sangat berbahaya bagi manusia sehingga menimbulkan kerugian seperti hama, infestasi kembali hama, kematian musuh alami, dan masalah pencemaran lingkungan[3].

Penggunaan cairan pestisida dilakukan dengan menyemprot tanaman dengan air yang keluar berupa embun, dan tujuannya agar mengenai bagian-bagian tanaman secara merata. Peralatan yang paling umum digunakan biasanya berupa *hand sprayer* atau *backpack sprayer* dengan kapasitas tangki rata-rata 16 liter dan berat kurang lebih 7-10 kg. Sehingga penyemprotan memerlukan waktu dan petani harus melakukan penyemprotan berkali-kali. Mesin penyemprot pestisida adalah mesin yang mengeluarkan cairan pestisida melalui pipa/selang dan mengeluarkannya dalam bentuk butiran. Saat ini, terdapat berbagai jenis penyemprot: penyemprot *konvensional* dan penyemprot yang digendong (*knapsack sprayer*)[4].

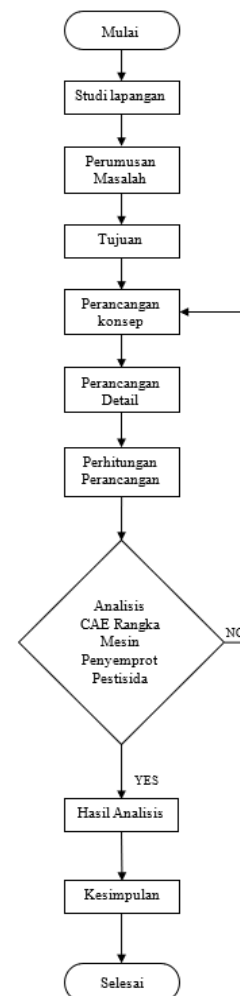
Perkembangan alat penyemprot sebelumnya berpusat pada penggunaan energi dari motor bensin, pengguna baterai, atau pengguna traktor sebagai generator untuk memompa alat penyemprot. Alat penyemprot listrik adalah alat penyemprot yang digerakkan oleh mesin pembakaran dalam atau motor listrik. Dalam pengendalian hama, alat penyemprot dianggap efektif jika dapat mengurangi hama pada lahan. Demikian pula, alat penyemprot dianggap lebih efisien jika waktu penyemprotannya lebih singkat. Menggunakan alat penyemprot dengan baterai *konvensional* menawarkan beberapa keuntungan, seperti pekerjaan yang lebih fleksibel, waktu penyemprotan yang lebih singkat, dan volume penyemprotan yang lebih rendah. Alat penyemprot jenis ini juga fleksibel untuk produksi butiran. Semakin cepat motor mengompres tangki maka semakin kecil pula butiran yang dihasilkan. Menurut Harry, kemampuan keluaran merupakan fungsi dari laju aliran nosel dan kecepatan alat penyemprot. Namun alat penyemprot dan traktor motor bensin tidak dapat

digunakan oleh petani kecil karena faktor harga dan biaya operasional yang tinggi.[5].

Oleh karena itu, dibutuhkan mesin penyemprot pestisida yang dapat digunakan pada pematang sawah dan memungkinkan penggunaannya dapat menyemprot area yang lebih luas dengan kapasitas tangki yang lebih besar sehingga dirancanglah mesin penyemprot pestisida berkapasitas 44 liter dengan menggunakan baterai untuk menggerakkan pompa mengalirkan cairan pestisida dari tangki penampung menuju sprayer untuk melakukan penyemprotan.

METODE PENELITIAN

Metode *Pahl and Beitz* adalah metode perancangan sistem yang terstruktur dan sistematis. Dalam merancang mesin penyemprot pestisida mengikuti tahapan-tahapan metode pahl and beitz yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Flow Chart

A. Studi Lapangan :

Yang dimaksud dengan studi lapangan ialah proses pengumpulan data langsung dari sumbernya, baik itu observasi langsung,

wawancara, atau pengamatan langsung lainnya. Laporan dari studi lapangan biasanya mencakup deskripsi hasil pengamatan, analisis data yang diperoleh, dan kesimpulan atau rekomendasi berdasarkan temuan tersebut

B. Perumusan Masalah

Konsep dari perancangan mesin penyemprot pestisida ini dapat meringankan beban petani dalam membasmi hama dan dapat memodifikasi dan merakit alat penyemprotan pestisida.

C. Tujuan

Tujuan penelitian ini berdasarkan perumusan masalah adalah dapat mengendalikan hama, gulma atau penyakit yang dapat merusak tanaman pertanian dan dapat mengurangi hasil panen.

D. Perancangan Konsep

Mesin penyemprot pestisida ini berdasarkan rumusan masalah dan tujuannya adalah memecahkan masalah yang telah diteliti dengan mengembangkan konsep yang ada dan pemilihan ide yang terbaik dalam mengatasi masalah untuk menggunakan konsep dari varian yang terpilih.

E. Perancangan Detail

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan serta perancangan konsep yang telah diteliti maka perancangan detail dari mesin penyemprot pestisida melibatkan pengembangan setiap komponen dan elemen mesin dengan sangat rinci. Perancangan detail mesin penyemprot pestisida harus mempertimbangkan beberapa faktor seperti jenis pestisida yang akan digunakan, luas lahan yang akan disemprot, jenis tanaman, serta efisiensi dan keamanan penggunaan. Perancangan detail dibuat berdasarkan varian terpilih pada perancangan konsep varian sebelumnya.

F. Perhitungan Perancangan

Perhitungan perancangan merujuk pada proses menghitung dan menganalisis berbagai parameter atau faktor yang terlibat dalam merancang suatu sistem, produk, atau proyek. Tujuan dari perhitungan perancangan adalah untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan memenuhi persyaratan teknis, keandalan, efisiensi, dan keamanan yang diinginkan.

Perhitungan perancangan dapat ditentukan melalui rumus:

Perhitungan kebutuhan dosis pestisida:
kebutuhan pestisida = konsentrasi pestisida × luas lahan (1)

Untuk mengetahui rumus dari mesin pompa dinamo air adalah [6]:

$$v = \frac{Q}{A} \quad (2)$$

Ketereangan:

v = Kecepatan aliran fluida (m/s)

Q = Kapasitas (m³/s)

A = Luas permukaan (m²)

Untuk mengetahui besarnya tegangan perpindahan DC ke AC dapat diketahui menggunakan perhitungan daya listrik dengan rumus sebagai berikut [7]:

$$\text{Rumus dasar : } P = V \times I \quad (3)$$

Keterangan:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Rumus dasar tekanan hidrostatik

$$P = \rho \times g \times h \quad (4)$$

Keterangan:

P = tekanan hidrostatik (Pa).

ρ = massa jenis zat cair (kg/m³).

g = percepatan gravitasi (m/s²).

h = kedalaman benda dalam cairan (m).

Rumus dasar gaya beban berat benda

$$W = m \times g \quad (5)$$

Rumus dasar massa jenis air

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (6)$$

Keterangan :

W = berat benda (N).

m = massa benda (kg).

g = percepatan gravitasi (m/s²).

ρ = massa jenis zat cair (kg/m³).

V = volume (m³).

G. Analisis *Computer Aided Engineering* (CAE) Rangka Mesin Penyemprot Pestisida

Melibatkan penggunaan perangkat lunak simulasi untuk memodelkan dan menganalisis berbagai aspek dari rangka mesin tersebut.

H. Hasil Analisis

Membuat hasil analisis berdasarkan dari hasil simulasi.

I. Kesimpulan

Menjawab tujuan penelitian berdasarkan studi literatur, tujuan penelitian dan analisis yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan konsep

1) Identifikasi kebutuhan

Dilakukan Identifikasi kebutuhan berdasarkan hasil observasi yang kemudian dilakukan perumusan dan diidentifikasi kebutuhannya berdasarkan tingkat kepentingannya.

Tabel 1 Identifikasi Kebutuhan

Pernyataan Kebutuhan	Tingkat Kepentingan
Alat tersebut aman dalam pengoperasiannya	☆☆
Mudah dalam pengoperasiannya	☆☆☆
Materialnya tahan karat	☆☆
Komponen pengganti pada alat tersebut mudah didapatkan	☆☆
Umur pakai alat tersebut tahan lama	☆☆☆
Dimensi komponen keseluruhan tidak terlalu besar	☆☆
Mudah dalam perawatannya	☆☆☆
Harga alat tersebut terjangkau	☆☆

Keterangan :

- ☆☆☆ = Tingkat Kepentingan Tinggi
- ☆☆ = Tingkat Kepentingan Sedang
- ☆ = Tingkat Kepentingan Rendah

Setelah dilakukan identifikasi kebutuhan, langkah selanjutnya yaitu mengumpulkan kebutuhan *demand* yang merupakan suatu keharusan dalam sebuah produk atau *whishes* yang merupakan keinginan dari suatu produk yang telah direncanakan.

Tabel 2 Daftar Persyaratan

No	Aspek Perancangan	Persyaratan	Tingkat kebutuhan	
			D	W
1	Keamanan	Alat tersebut aman dalam pengoperasiannya		✓
2	Ergonomi	Mudah dalam pengoperasiannya	✓	
3	Material	Materialnya tahan karat		✓
4	Geometri	Dimensi komponen keseluruhan tidak terlalu besar		✓
5	Pengaplikasian	Umur pakai alat tersebut tahan lama	✓	
		Harga alat tersebut terjangkau		✓
6	Perawatan	Komponen pengganti pada alat tersebut mudah didapatkan		✓
		Mudah dalam perawatannya	✓	

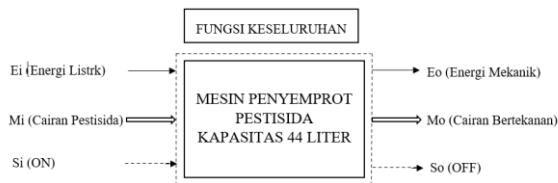
Keterangan :

- Demand* = Tuntutan (kebutuhan)
- Whishes* = Keinginan atau Harapan

2) Diagram Fungsi

Pada fungsi keseluruhan dari mesin penyemprot pestisida adalah untuk mengaplikasikan pestisida secara efisien dan presisi pada tanaman atau area tertentu. Pada proses input terdapat energi yang masuk berupa energi listrik (aki konvensional) yang akan menghasilkan output berupa Bergeraknya mekanisme sebagai transmisi. Kemudian material yang masuk berupa cairan pestida yang

akan menghasilkan output Akhir berupa cairan penyemprot dari *nozzle*.



Gambar 2 Diagram Fungsi

3) Kombinasi Prinsip Solusi

Langkah selanjutnya adalah menentukan prinsip – prinsip solusi untuk memenuhi sub fungsi pada mesin penyemprot pestisida. Metode yang digunakan dalam mencari prinsip solusi adalah metode kombinasi.

Tabel 3 Kombinasi Prinsip Solusi

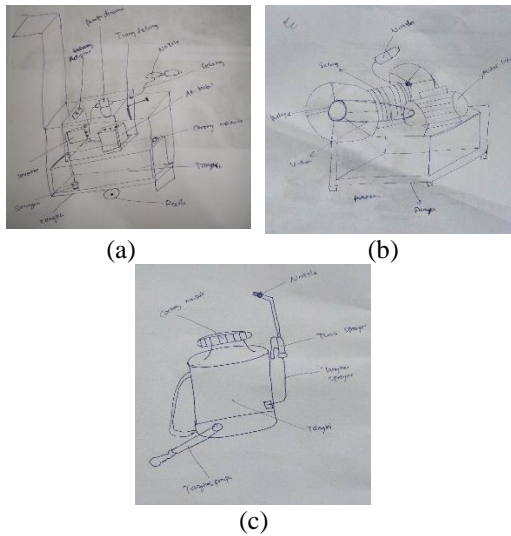
No	Sub Fungsi	Alternatif Prinsip Solusi		
		1	2	3
1	Sumber Tenaga Penggerak			
		Pompa Dinamo	Motor Listrik	Tabung Bertekanan
2	Sumber Penerus Daya			
		Baterai (Aki)	Pulley dan belt	Pompa
3	Proses Penyemprot Saluran			
		Sprayer	Selang	Pipa panjang
4	Profil Pendukung Rangka			
		Besi Galvanis	Besi Siku	Tidak Berangka
5	Saklar			
		Switch	Tombol	Tuas

Keterangan Tabel:

- : Varian 1
- : Varian 2
- : Varian 3

Dari hasil kombinasi tabel prinsip solusi yang dihasilkan kombinasi berikut:

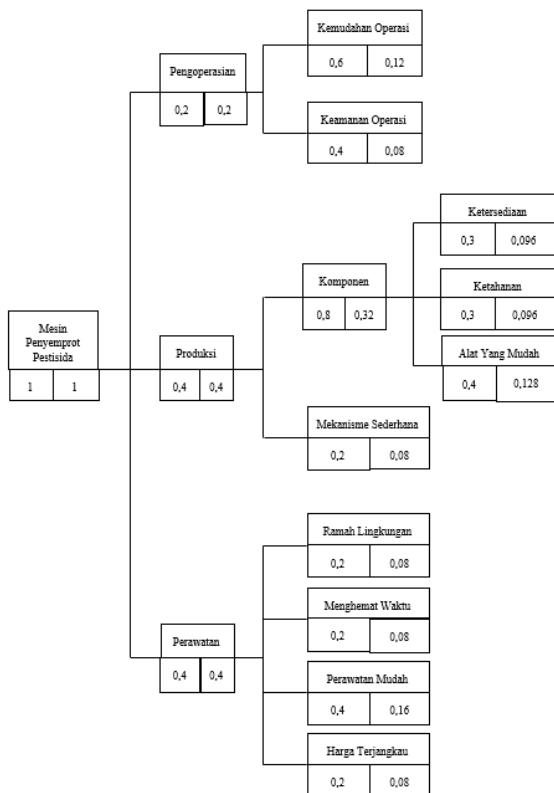
1. Varian 1: (1.1) (2.1) (3.1) (4.1) (5.1)
2. Varian 2: (1.2) (2.2) (3.2) (4.2) (5.2)
3. Varian 3: (1.3) (2.3) (3.3) (4.3) (5.3)



Gambar 3 (a) Varian 1 (b) Varian 2 (c) Varian 3

4) Pembobotan Nilai Konsep Varian

Setelah mendapatkan konsep varian terpilih, digunakan pohon keputusan untuk membandingkan point evaluasi setiap varian konsep. Pohon keputusan ini memodifikasi yang ada pada mesin penyemprot pestisida, untuk diubah menjadi serangkaian solusi yang mempunyai nilai positif terhadap permasalahan tersebut.



Gambar 4 Pohon Keputusan

Setelah adanya pohon kriteria pembobotan, selanjutnya dilakukan pembobotan tiap varian yang ada.

Tabel 4 Pembobotan Nilai Varian

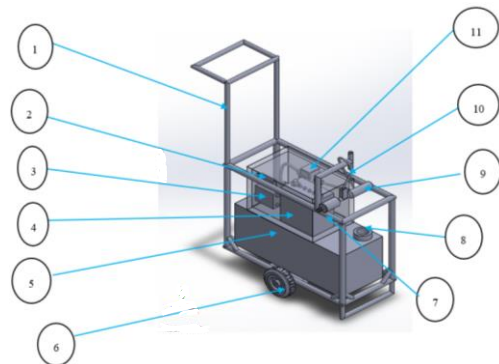
No	Kriteria Evaluasi	B	Parameter	Varian 1			Varian 2			Varian 3		
				H	M	BM	H	M	BM	H	M	BM
1	Kemudahan Operasi	0,12	Alat yang mudah	Sangat Baik	5	0,6	Baik	4	0,48	Cukup Baik	3	0,36
2	Keamanan Operasi	0,08	Alat yang aman digunakan	Sangat Baik	5	0,4	Cukup Baik	3	0,24	Cukup Baik	3	0,24
3	Mekansisme Sederhana	0,08	Cara kerja alat mudah dipilau	Sangat Baik	5	0,4	Baik	4	0,32	Cukup Baik	3	0,24
4	Ketersediaan Komponen	0,096	Alat yang mudah ditemukan	Sangat Baik	5	0,48	Cukup Baik	3	0,288	Cukup Baik	3	0,288
5	Ketahanan Komponen	0,096	Hasil pengujian sesuai dengan yang diungkan	Sangat Baik	5	0,48	Cukup Baik	3	0,288	Cukup Baik	3	0,288
6	Harga Terjangkau	0,08	Harga komponen murah	Sangat Baik	5	0,4	Baik	4	0,32	Cukup Baik	3	0,24
7	Ramah Lingkungan	0,08	Alat yang ramah lingkungan	Sangat Baik	5	0,4	Baik	4	0,32	Cukup Baik	3	0,24
8	Komponen Alat Yang Cukup Mudah	0,128	Komponen yang mudah didapatkan	Sangat Baik	5	0,64	Cukup Baik	3	0,384	Cukup Baik	3	0,384
9	Menghemat Waktu	0,08	Memburuhkan waktu yang sedikit untuk hasil dari pengujian	Sangat Baik	5	0,4	Cukup Baik	3	0,24	Cukup Baik	3	0,24
10	Perawatan Mudah	0,16	Komponen mesin mudah dirakit	Sangat Baik	5	0,8	Baik	4	0,64	Cukup Baik	3	0,48
Jumlah						5,00			3,52			3,00

5) Varian Terpilih

Dari hasil data kuisisioner varian yang telah dibagikan sebelumnya kepada responden, dan pembobotan nilai terhadap ketiga konsep varian desain, terdapat satu konsep varian desain yang terpilih yaitu varian 1 dengan nilai 5,00.

B. Perancangan Detail

Mesin penyemprot Pestisida yang terpilih dengan prinsip kerja dari mesin penyemprot pestisida ini adalah menggunakan sumber tenaga penggerak nya berupa pompa dinamo air yang cara kerjanya mengalir cairan pestisida melalui corong masuk dari tangki penampung yang kemudian ditarik dari pompa dinamo yang lalu dikeluarkan melalui nozzle yang dapat diatur tekanan dari nozzle tersebut. Untuk fungsi penerus dayanya yaitu inverter yang kemudian disambungkan dengan aki mobil dan adapter.



Gambar 5 Komponen Mesin Penyemprot Pestisida

Keterangan komponen:

- 1. Rangka
- 2. Adapter
- 3. Inverter
- 7. Kotak komponen
- 8. Corong masuk
- 9. Nozzle

- 4. Akumulator (aki mobil)
- 5. Tangki Penampung
- 6. Roda
- 10. Selang
- 11. Pompa dinamo air

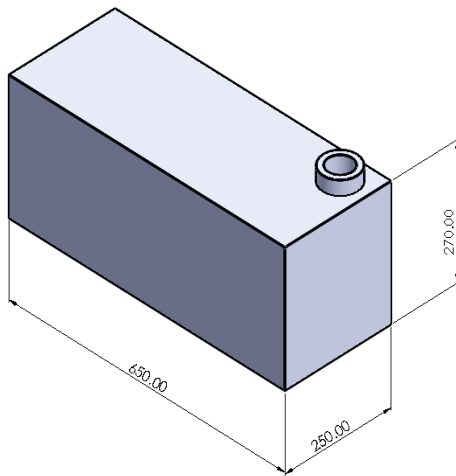
C. Perhitungan Perancangan

Kapasitas Lahan yang tersedia memiliki panjang 80 m dan lebar 70 m, sehingga dapat diketahui luas lahan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{luas lahan} &= p \times l \\ &= 80 \text{ m} \times 70 \text{ m} \\ &= 5600 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan Tangki yang akan direncanakan berbentuk balok yang memiliki panjang 650 mm lebar 250 mm dan mempunyai tinggi dari tangkinya 270 mm. Sehingga volume dari tangki dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} V &= p \times l \times t \\ &= 650 \text{ mm} \times 250 \text{ mm} \times 270 \text{ mm} \\ &= 43875000 \text{ mm}^3 \\ &= 0,043875 \text{ m}^3 \\ &= 43,875 \text{ dm}^3 \\ &= 43,875 \text{ liter} \\ &\approx 44 \text{ liter} \end{aligned}$$



Gambar 6 Tangki Penampung

Volume penyemprot kapasitas 44 liter. Pestisida yang digunakan *insektisida BASSA 500 EC* dengan konsentrasi 1 liter/ha dengan luas pertanian sawah dengan 5600 m² sehingga dapat dihitung kebutuhan pestisida dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{kebutuhan pestisida} = \text{konsentrasi pestisida} \times \text{luas lahan}$$

$$\begin{aligned} &= 1 \frac{\text{liter pestisida}}{\text{ha}} \times 5600 \text{ m}^2 \\ &= 1 \frac{\text{liter pestisida}}{\text{ha}} \times 0,56 \text{ ha} \\ &= 0,56 \text{ liter pestisida} \end{aligned}$$

Konsentrasi pestisida yang disarankan dari dosis pestisida ke padi walang sangit adalah 0,002 liter pestisida/liter air sehingga kebutuhan air dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{kebutuhan volume semprot} &= \frac{\text{kebutuhan pestisida}}{\text{konsentrasi pestisida}} \\ &= \frac{0,56 \text{ liter pestisida}}{0,002 \frac{\text{liter pestisida}}{\text{liter air}}} \\ &= 280 \text{ liter air} \end{aligned}$$

Jumlah penyemprotan tangki dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penyemprotan} &= \frac{\text{kebutuhan volume semprot}}{\text{kapasitas tangki}} \\ &= \frac{280 \text{ liter}}{44 \text{ liter}} \\ &= 6,36 \\ &= 7 \end{aligned}$$

Jadi, untuk membasmi hama pada lahan pertanian padi seluas 5600 m² membutuhkan 7 kali penyemprotan pestisida.

Kebutuhan Daya dapat diketahui dengan menghitung pemakaian dari Dinamo Pompa. Pompa Dinamo yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 5 Spesifikasi Dinamo Pompa

Merk	DP537
Voltase	12 V
Ampere	5,5 A
Flow	4 liter/min
Pressure	0,5 MPa
Diameter Input	25,4 mm
Diameter Output	25,4 mm
Berat	0,85 kg

Luas selang dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi}{4} \times d^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 25,4^2 \text{ mm} \\ &= \frac{3,14}{4} \times 0,0254^2 \text{ m} \\ &= 0,785 \times 0,000625 \text{ m}^2 \\ &= 0,000490625 \text{ m}^2 \\ A &= 4,91 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kecepatan Aliran Fluida dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} v &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{4 \frac{\text{liter}}{\text{menit}}}{4,91 \times 10^{-4} \text{ m}^2} \end{aligned}$$

$$= \frac{6,67 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}}{4,91 \times 10^{-4} \frac{m^2}{s}} = 0,135 \frac{m^3}{s \cdot m^2} = 0,135 \frac{m}{s}$$

Daya yang dibutuhkan dari Dinamo Pompa dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$P = I_{pompa \max} \times V_{pompa} = 5,5 A \times 12 V = 66 W$$

Setelah diketahui Daya Dinamo Pompa, dapat dihitung kapasitas pemakaian Daya Dinamo pompa dengan lama pemakaian 5 jam dengan persamaan sebagai berikut

$$Wh = P \times h = 66 W \times 5 h = 330 Wh$$

Kebutuhan kapasitas baterai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Ah = \frac{Wh}{V} = \frac{330 Wh}{12 V} = 27,5 Ah$$

Baterai yang tersedia dipasaran adalah 30 Ah, sehingga dipilih baterai dengan spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 6 Spesifikasi Baterai

Merk	Yuasa MF 34B19R
Kapasitas	30 Ah
Tegangan	12 V
Berat	8 kg

Kapasitas Inverter yang digunakan dihitung dengan persamaan sebagai berikut dengan safety factor diperhitungkan adalah 1,25.

$$C_{lv} = Wh \times Sf = 330 W \times 1,25 = 412,5 W$$

Inverter yang tersedia dipasaran adalah 500 W dengan spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 7 Spesifikasi Inverter

Merk	VIO-500W
Power	500 W
Input	12 V
Output	220 V

Berat	0,5 kg
-------	--------

Rangka mesin penyemprot pestisida digunakan untuk menahan beban dari komponen mesin penyemprot pestisida. Beban air dalam tangki dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$m_{air} = \rho_{air} \times V_{tangki} = 1000 \frac{kg}{m^3} \times 0,043875 m^3 = 43,875 kg$$

Beban yang diterima keseluruhan rangka dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Beban Komponen

No	Beban Komponen	Berat (kg)	Gaya Berat (N)
1	Tangki	10,65	104,37
2	Air Dalam Tangki	43,875	429,975
3	Inverter	0,5	4,9
4	Adapter	0,06	0,59
5	Pompa	0,85	8,3
6	Selang Nozzle	0,35	3,43
7	Kotak Komponen	6,27	61,47
8	Aki	8	78,4
Total		70,555	587,065

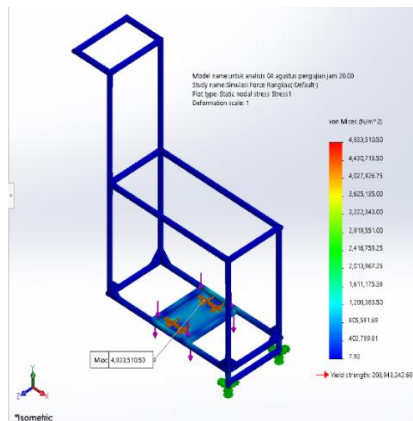
D. Analisis Computer Aided Engineering (CAE) Rangka Mesin Penyemprot Pestisida

Analisis kekuatan rangka dilakukan dengan menggunakan software solidworks, analisis ini dilakukan untuk mengetahui nilai *von messis stress* dan *yield strength* pada Mesin Penyemprot Pestisida.

➤ Hasil Simulasi *Stress (Von Misses)*

Dari hasil analisis statik dihasilkan bahwa tegangan analisis *stress (von misses)* terbesar adalah 4833510,5 N/m².

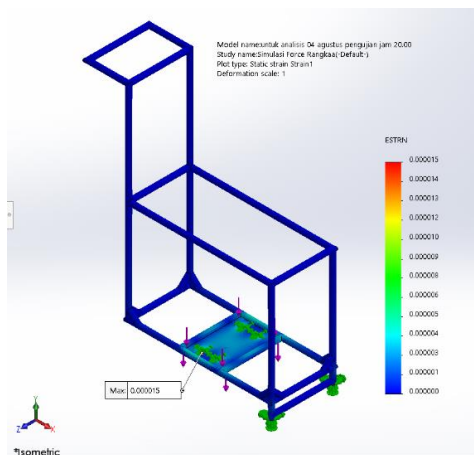
Berdasarkan analisis *stress (von misses)* yang telah dilakukan menggunakan material Pipa Besi Galvanis berdiamater 25,4 mm bahwa beban tegangan terbesar *yield strength* (tegangan normal) maka rangka ini aman dan tidak mengalami *deformasi plastis*. Tegangan dari *yield strength* Pipa Besi Galvanis adalah 203943242,60 N/m², tidak melebihi tegangan tarik yang diterima rangka sebesar 4833510,5 N/m².



Gambar 7 Hasil Analisis Stress

➤ Hasil Simulasi *Strain (Equivalent)*

Pada analisis yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa strain (*equivalent*) pada rangka yang digunakan yaitu senilai 0,000015



Gambar 8 Hasil Analisis Strain

Setelah dilakukan analisis statik von misses stress dihasilkan bahwa rangka mesin penyemprot pestisida aman digunakan.

KESIMPULAN

Pada proses perancangan pada alat ini adalah menggunakan metode *Pahl and Beitz*. Dalam perancangan konsep varian ke 1 dengan nilai pembobotan 5 yang mendapatkan bobot nilai terbesar diantara varian lainnya. Sehingga varian ke 1 merupakan varian terpilih yang akan dirancang. Pada varian 1 dari mesin penyemprot pestisida ini adalah untuk menambah kapasitas tangki penampung, dan menggunakan baterai konvensional untuk menggerakkan motornya.

Hasil rancangan mesin penyemprot pestisida mempunyai 5 komponen utama yaitu: Rangka yang terbuat dari pipa galvanis ukuran 25,4 mm dan tangki penyimpanan pestisida dibuat dari plat besi berbentuk balok dengan ukuran panjang 650 mm, lebar 250 mm

tinggi 270 mm dengan volume kebutuhan semprot 280 liter serta membasmi hama walang dipertanian sawah membutuhkan 7 kali semprot. Sumber tenaga pompa dinamo air dengan sumber listrik aki yang memiliki daya 30 Ah. Tenaga motor dari pompa dinamo memiliki 66 Watt dengan kecepatan aliran fluidanya 0,135 m/s, serta daya inverter yang digunakan adalah 500 Watt.

Hasil simulasi rangka mesin penyemprot pestisida dengan beban sebesar 587,065 N (tangki penampung berisi air, inverter, pompa dinamo air, aki mobil, adapter, nozzle dan kotak komponen) menghasilkan stress (*von misses*) terbesar 4833510,5 N/m², sedangkan *yield strength* dengan material pipa galvanis sebesar 203943242,60 N/m², sehingga rangka ini aman digunakan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Usrah Yulia Murti, Iqbal Iqbal, And Daniel Useng, "Uji Kinerja Dan Analisis Biaya Traktor Roda 4 Model At 6504 Dengan Bajak Piring (Disk Plow) Pada Pengolahan Tanah," *Agritechno*, Vol. 9, No. 1, 2016.
- [2] Mario Sariski Dwi Ellianto, Yusuf Eko Nurcahyo, And Muhammad Zoni Ilham Romadhon, "Rancang Bangun Alat Bantu Mesin Penyemprot Pestisida," *Journal Mechanical And Manufacture Technology*, Vol. 3, No. 1, 2022.
- [3] Muhammad Rizal, "Desain Dan Pengujian Prototipe Sistem Kontrol Mesin Sprayer Dosis Variabel Untuk Aplikasi Penyemprotan Pertanian Presisi," *Keteknikan Pertanian*, Vol. 4, No. 2, Pp. 131–138, 2016.
- [4] Annafiyah, Soffatul Anam, And Misbakhul Fatah, "Rancang Bangun Sprayer Pestisida Menggunakan Pompa Air Dc 12 V Dan Panjang Batang Penyemprot 6 Meter," *Rekayasa Mesin*, Vol. 16, No. 01, Pp. 90–99, 2021.
- [5] M. Marno, S. Abadi, E. Widiyanto, U. U. Utomo, N. Fauji, And R. Hanifi, "Modifikasi Dan Pengujian Sistem Penyemprot Padi Dengan Penambahan Pompa Elektrik," *Jrst (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, Vol. 4, No. 1, P. 1, 2020.
- [6] Jalaluddin, Saiful Akmal, Nasrul Za, and Ishak, "Analisa Profil Aliran Fluida Cair dan Pressure Drop pada Pipa L menggunakan Metode Simulasi Computational Fluid Dynamic," *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, vol. 8, no. 2, pp. 53–72, 2019.

- [7] Mas Andar Syururi, Bambang Sri Kaloko, And Widya Cahyadi, "Design And Build A 600 Watt Inverter With Sinusoidal Pulse Width Modulationmethodrancang Bangun Inverter 600watt Dengan Metode Sinusoidal Pulse Width Modulation," *Teknik Elektro Dan Komputer*, Vol. 11, No. 3, Pp. 147–154, 2022.