
**PERANCANGAN ALAT PENGISIAN OTOMATIS PUPUK SUPLEMEN BIO WALET
DENGAN SET UP ARDUINO UNO DI UMKM PUPUK SUPLEMEN**

Nur Ela¹, Viena Fahira², Wahid Pandu Mustika³, Heri Sulistyawan⁴, dan Novi Marlyana⁵

Universitas Islam Sultan Agung Semarang (UNISSULA)

Jl. Raya Kaligawe KM. 4 Semarang

novi@unissula.ac.id

Abstrak

Pengisian pupuk organik cair secara manual sering kali menghadapi kendala dalam hal akurasi, efisiensi waktu, dan konsistensi hasil. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini merancang sebuah alat pengisian otomatis berbasis *Arduino Uno* yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan UMKM Pupuk Suplemen. Proses perancangan meliputi analisis kebutuhan, desain sistem, pemilihan komponen, pengembangan perangkat lunak, pembuatan prototipe, serta pengujian dan kalibrasi. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi level cairan, motor servo untuk mengontrol mekanisme pengisian, dan antarmuka pengguna berbasis LCD. Pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu meningkatkan efisiensi waktu, akurasi pengisian, dan mengurangi kesalahan manusia. Selain itu, analisis ekonomi mengindikasikan alat ini layak digunakan dengan potensi penghematan biaya dan peningkatan produktivitas. Penelitian ini menunjukkan pentingnya teknologi otomasi dalam mendukung pertanian modern dan efisiensi operasional UMKM.

Kata kunci: *Arduino Uno*, pupuk organik cair, otomasi, efisiensi, UMKM.

Abstract

Manual filling of liquid organic fertilizer often faces challenges in terms of accuracy, time efficiency, and consistency of results. To address these issues, this study designed an automatic filling device based on Arduino Uno, tailored to meet the needs of the Supplementary Fertilizer SMEs. The design process includes needs analysis, system design, component selection, software development, prototyping, as well as testing and calibration. The system uses an ultrasonic sensor to detect liquid levels, a servo motor to control the filling mechanism, and an LCD-based user interface. Testing showed that this device can improve time efficiency, filling accuracy, and reduce human error. Additionally, economic analysis indicates that this tool is feasible for use with potential cost savings and increased productivity. This study highlights the importance of automation technology in supporting modern agriculture and operational efficiency for SMEs.

Keywords: *Arduino Uno, liquid organic fertilizer, automation, efficiency, SMEs.*

Jejak Artikel

Upload artikel : 1 Januari 2025

Revisi : 8 Januari 2025

Publish : 31 Januari 2025

1. Pendahuluan

Menurut (James S. Cangelosi, 1995) yang dimaksud dengan pengukuran (*Measurement*) adalah suatu proses

pengumpulan data melalui pengamatan empiris untuk mengumpulkan informasi yang relevan dengan tujuan yang telah ditentukan. Pengukuran merupakan kegiatan

yang sering dilakukan dan dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Bantuan alat ukur dibutuhkan untuk mengetahui nilai dari proses pengukuran. Pengukuran yang dilakukan harus dilihat secara visual mata yang memungkinkan perbedaan hasil pengukuran antara orang yang satu dengan yang lain. Pada kondisi tertentu, sebagai contohnya di dunia industri, ada proses pengisian yang membutuhkan ketelitian pengukuran, keseragaman isi dan efisiensi waktu sehingga dibutuhkan alat yang bekerja secara otomatis.

Pupuk Suplemen Bio Walet merupakan produk pupuk organik yang dirancang untuk memberikan nutrisi tambahan kepada tanaman. Produk ini biasanya berbentuk cair dan mengandung berbagai mikroorganisme dan nutrisi yang bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. Pupuk suplemen Bio Walet umumnya digunakan dalam pertanian organik untuk meningkatkan hasil panen dan kualitas tanaman dengan cara yang ramah lingkungan.

Salah satu masalah utama dalam pengisian pupuk secara manual adalah potensi kesalahan manusia, baik dalam hal pengukuran jumlah pupuk maupun ketepatan waktu aplikasi. Kesalahan ini bisa berdampak negatif pada efektivitas pupuk, serta pada kualitas dan hasil tanaman. Alat pengisian otomatis yang dirancang dengan Arduino Uno ini bertujuan untuk mengurangi kesalahan tersebut dengan memanfaatkan sensor dan program yang presisi, sehingga memastikan bahwa jumlah pupuk yang diisi sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan sebelumnya.

Teknologi otomasi dapat memberikan solusi untuk masalah ini dengan menawarkan metode yang lebih efisien dan konsisten dalam pengisian pupuk organik cair. Perakitan alat pengisian otomatis menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama merupakan pendekatan inovatif yang dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam aplikasi pupuk cair. Arduino Uno, dengan kemampuannya untuk mengontrol berbagai sensor dan aktuator, menawarkan fleksibilitas dan kemudahan dalam

pengembangan sistem otomasi yang terjangkau.

Alat pengisian otomatis ini dirancang untuk mengurangi kesalahan manusia dalam proses pengisian, memastikan distribusi pupuk yang tepat sesuai dengan kebutuhan tanaman, dan menghemat waktu serta tenaga petani. Selain itu, penggunaan teknologi ini dapat membantu petani untuk lebih fokus pada aspek-aspek lain dari pertanian mereka, seperti pemantauan kesehatan tanaman dan manajemen lahan.

2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, timbul berbagai permasalahan antara lain sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengurangi potensi risiko ergonomis yang dihadapi oleh operator saat menggunakan sistem pengisian otomatis ini?
2. Bagaimana Menjamin kualitas dan konsistensi pengisian pupuk sesuai dengan standar yang ditetapkan, khususnya dalam hal kadar air dan stabilitas operasional alat?
3. Bagaimana melakukan analisis biaya operasional dan pemeliharaan sistem pengisian otomatis ini dibandingkan dengan metode pengisian manual yang saat ini digunakan di UMKM?
4. Bagaimana meningkatkan efisiensi waktu dan kinerja pekerja melalui pengukuran dan desain kerja yang optimal, serta memaksimalkan produktivitas UMKM.?

3. Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah tersebut maka dirumuskan tujuan pembuatan proyek perancangan ini antara lain sebagai berikut.

1. Untuk merancang sebuah sistem yang mampu mengisi pupuk organik cair secara otomatis dengan menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama.
2. Mengidentifikasi tantangan yang muncul selama proses perakitan dan pengoperasian alat, serta menemukan solusi yang efektif untuk mengatasi tantangan tersebut.

4. Tinjauan Pustaka

a. *Arduino Uno*

Arduino IDE adalah sebuah editor yang digunakan untuk menulis program, meng compile dan mengunggah ke papan Arduino. Arduino development environment terdiri dari editor teks untuk menulis kode, area pesan, console teks, toolbar dengan tombol untuk fungsi umum, dan sederetan menu. Software yang ditulis menggunakan Arduino dinamakan sketches. Sketches ini ditulis di editor teks dan disimpan dengan file yang berekstensi .ino. Editor teks ini juga mempunyai fasilitas untuk cut dan paste dan juga search dan replace. Area pesan berisi umpan balik ketika menyimpan dan mengunggah file, dan juga menunjukkan jika terjadi error. (Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, 2018).

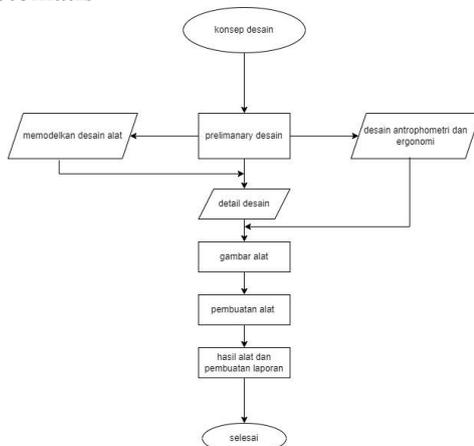
b. Pompa

Pompa adalah peralatan mekanis yang berfungsi untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi. Pompa digunakan untuk menyuplai air dari penampungan ke wadah yang akan diisi pupuk cair. Dalam penelitian ini, pompa yang digunakan adalah pompa air kolam ikan yang memiliki tekanan yang cukup besar sehingga aliran air lancar. Penggunaan pompa air kolam ini sebagai pendukung dan terhubung ke dalam sistem Mikrokontroler Arduino uno (Rio Budi Syaka 2023).

5. Metodologi Penelitian

5.1 Diagram Alir Proses Perancangan

Berikut ini merupakan diagram alir proses perancangan pada alat pengisian pupuk otomatis



Gambar 1 Diagram Alir Proses

5.2 Langkah-langkah Perancangan

Proses perancangan alat pengisian otomatis pupuk suplemen Bio Walet dilakukan melalui beberapa langkah yang sistematis sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan: Langkah awal ini bertujuan untuk memahami kebutuhan spesifik UMKM Pupuk Suplemen. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi, kebutuhan utama yang harus dipenuhi oleh alat meliputi efisiensi waktu, akurasi pengisian, dan kemudahan penggunaan.
2. Perancangan Sistem: Sistem alat dirancang dengan mengacu pada kebutuhan yang telah diidentifikasi. Desain awal mencakup diagram blok yang menunjukkan integrasi antara Arduino Uno, sensor ultrasonik, motor servo, dan relay. Desain ini memastikan setiap komponen dapat berfungsi sesuai perannya.
3. Pemilihan Komponen: Berdasarkan kebutuhan teknis, komponen-komponen dipilih dengan mempertimbangkan spesifikasi yang sesuai. Arduino Uno dipilih sebagai mikrokontroler utama karena kompatibilitasnya dengan berbagai sensor dan aktuator, serta kemudahan pemrogramannya.
4. Desain Rangkaian Elektronik: Setelah pemilihan komponen, dibuatlah skema rangkaian elektronik untuk integrasi seluruh komponen. Rangkaian ini kemudian disimulasikan untuk menguji aliran data dan komunikasi antar komponen.
5. Pengembangan Perangkat Lunak: Program dikembangkan menggunakan Arduino IDE untuk mengatur logika operasi alat. Program ini mencakup fungsi membaca data dari sensor, mengendalikan motor servo, dan mengaktifkan relay berdasarkan kondisi yang terdeteksi oleh sensor.
6. Pembuatan Prototipe: Prototipe alat dirakit berdasarkan desain rangkaian dan perangkat lunak yang telah dikembangkan. Prototipe ini kemudian diuji untuk memastikan semua komponen bekerja sesuai dengan yang diharapkan.
7. Pengujian dan Kalibrasi: Pengujian dilakukan untuk menilai kinerja alat

dalam kondisi nyata. Alat diuji untuk memastikan akurasi dan kecepatan pengisian, serta dilakukan kalibrasi untuk menyesuaikan parameter yang dibutuhkan.

5.3 Konsep Desain

Konsep desain alat pengisian otomatis pupuk suplemen Bio Walet ini berfokus pada menciptakan solusi yang efisien, akurat, dan mudah digunakan untuk meningkatkan produktivitas UMKM Pupuk Suplemen. Beberapa aspek utama dalam konsep desain ini meliputi:

1. Fungsi Utama Alat: Alat ini dirancang untuk secara otomatis mengisi pupuk suplemen ke dalam wadah penyimpanan dengan menggunakan sistem sensorik dan aktuator yang dikendalikan oleh Arduino Uno. Fungsi ini bertujuan untuk menggantikan metode manual yang tidak efisien.
2. Arsitektur Sistem: Sistem ini menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama, dengan sensor ultrasonik yang mendeteksi level pupuk dan motor servo yang mengendalikan katup pengisian. Diagram blok sistem menunjukkan bagaimana data dari sensor diproses oleh Arduino untuk mengendalikan motor servo.
3. Desain Mekanisme Pengisian: Mekanisme pengisian dikendalikan oleh motor servo yang membuka dan menutup katup berdasarkan data dari sensor ultrasonik. Mekanisme ini dirancang untuk memberikan akurasi tinggi dan meminimalkan kebocoran atau pengisian berlebih.
4. Antarmuka Pengguna: Antarmuka pengguna terdiri dari tombol untuk kontrol dasar dan layar LCD yang menampilkan informasi penting, seperti status pengisian dan volume pupuk. Desain antarmuka ini dibuat sederhana agar mudah dioperasikan oleh pengguna dengan berbagai latar belakang.
5. Keamanan dan Keandalan: Alat ini dilengkapi dengan fitur keamanan seperti relay untuk pengendalian daya dan fusible link untuk melindungi komponen elektronik dari kerusakan akibat lonjakan arus. Desain ini

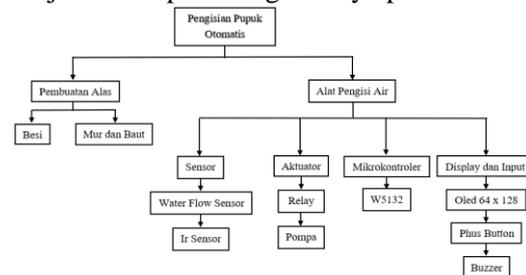
memastikan alat dapat beroperasi dengan andal dalam berbagai kondisi.

6. Skalabilitas dan Modularitas: Desain alat memungkinkan penambahan modul tambahan atau penggantian komponen tertentu tanpa mempengaruhi seluruh sistem. Ini memungkinkan alat untuk berkembang sesuai kebutuhan di masa depan.
7. Estetika dan Ergonomi: Alat dirancang dengan mempertimbangkan tampilan yang rapi dan profesional serta ergonomi untuk kenyamanan penggunaan. Dimensi alat dibuat kompak sehingga mudah ditempatkan dan digunakan dalam berbagai lingkungan kerja.

5.4 Arsitektur Produk

1. BOM (Bill Of Material)

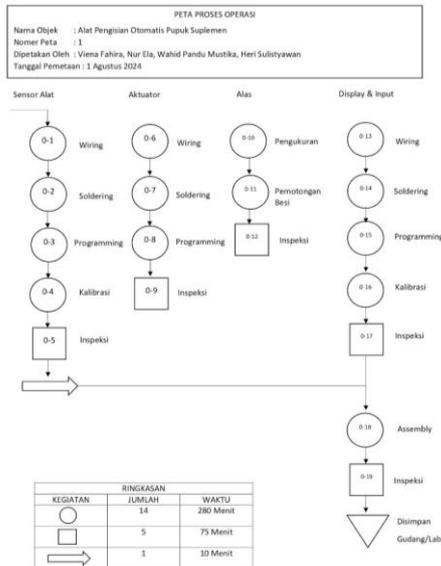
Bill of Material (BOM) merupakan daftar dari semua material, *parts*, dan *sub assemblies*, serta kualitas dari masing-masing yang dibutuhkan untuk memproduksi satu *unit* produk atau *parent assembly*. Definisi lain dari BOM adalah cara komponen itu tergabung ke dalam satu produk selama proses produksi. BOM juga dapat digunakan sebagai standar susunan komponen produk untuk digunakan lebih lanjut dalam perhitungan biaya produk.



Gambar 2 BOM (Bill Of Material)

2. Operation Process Chart

Operation Process Chart adalah diagram atau peta yang menggambarkan langkah-langkah proses pengerjaan material, mulai dari bahan baku (material) hingga menjadi komponen atau produk jadi. OPC memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisis lebih lanjut. Waktu yang dihabiskan material yang digunakan dan tempat atau mesin yang dipakai untuk memproses material. Berikut merupakan peta proses operasi dari pembuatan alat pengisian pupuk otomatis :



Gambar 3 Operation Process Chart

6. Hasil Dan Pembahasan

6.1 Data Antropometri

Dalam perancangan alat pengisian otomatis pupuk suplemen Bio Walet, data antropometri digunakan untuk menentukan dimensi alat agar sesuai dengan kenyamanan dan jangkauan operator yang bekerja di UMKM Pupuk Suplemen. Tiga parameter utama yang digunakan adalah jangkauan tangan ke depan, jangkauan tangan ke samping, dan tinggi pusat saat berdiri.

1. Jangkauan Tangan ke Depan: Jangkauan tangan ke depan diukur untuk menentukan lebar alat, sehingga operator dapat dengan mudah mengakses bagian depan alat tanpa perlu menjulurkan tangan terlalu jauh.
2. Jangkauan Tangan ke Samping: Jangkauan tangan ke samping diukur untuk menentukan panjang alat, agar operator dapat mengakses sisi-sisi alat tanpa harus berpindah posisi secara signifikan.
3. Tinggi Pusat Berdiri: Tinggi pusat saat berdiri diukur untuk menentukan tinggi alat dari lantai, sehingga alat dapat dioperasikan tanpa membuat operator harus membungkuk atau menjangkau terlalu tinggi.
4. Tinggi Lutut Berdiri: Mengukur tinggi lutut berdiri penting untuk menentukan ketinggian optimal dari alat pengisian otomatis agar ergonomis saat digunakan. Ini membantu memastikan bahwa pengguna (misalnya, petani) tidak perlu

membungkuk atau meregangkan tubuh secara berlebihan ketika mengoperasikan alat, yang dapat mengurangi risiko cedera atau kelelahan.

5. Lebar Jari Telunjuk: Lebar jari telunjuk digunakan untuk menentukan dimensi bagian kontrol alat, seperti tombol atau tuas, agar sesuai dengan ukuran rata-rata jari pengguna. Hal ini penting untuk kenyamanan dan efisiensi dalam pengoperasian alat, memastikan bahwa tombol atau tuas mudah diakses dan dioperasikan.
6. Lebar Genggam: Pengukuran lebar genggam digunakan untuk menentukan ukuran pegangan atau *handle* pada alat pengisian otomatis. Pegangan harus cukup nyaman dan sesuai dengan ukuran tangan pengguna untuk memberikan kontrol yang baik dan mengurangi kelelahan tangan selama penggunaan yang berkepanjangan.

Pembuatan konsep “ALAT PENGISIAN OTOMATIS PUPUK SUPLEMEN” dengan menggunakan data antropometri yang ada dengan memilih yang sesuai dengan apa yang dibutuhkan, contohnya untuk produk kami banyak yang mencakup tentang Antropometri tubuh. Berikut adalah konsep produk kami berdasarkan data Antropometri menggunakan P95 sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Ukuran Rancangan

No	Data Antropometri	Ukuran	Allowance	Total
1	Jangkauan tangan depan	77	2	79
2	Jangkauan tangan samping	77	2	79
3	Tinggi pusat berdiri	116	2	118
4	Lebar jari telunjuk	3	2	5
5	Lebar	10	2	12

	genggam			
--	---------	--	--	--

6.2 Quality & Reliability Engineering

Quality & Reliability Engineering dalam perancangan alat pengisian otomatis pupuk suplemen Bio Walet dengan setup Arduino Uno di UMKM Pupuk Suplemen melibatkan serangkaian aktivitas yang dirancang untuk memastikan bahwa alat yang dikembangkan memenuhi standar kualitas dan keandalan yang tinggi. Berikut adalah penjelasan rinci mengenai aspek ini:

1. Quality Engineering (Rekayasa Kualitas):

Tujuan utama dari rekayasa kualitas adalah untuk memastikan bahwa alat pengisian otomatis ini berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan, memberikan hasil yang konsisten, dan memenuhi kebutuhan pengguna.

Komponen Utama:

- Penetapan Standar Kualitas
- Desain untuk Kualitas
- Pengendalian Kualitas (*Quality Control*)
- Pengujian dan Validasi:

2. Reliability Engineering (Rekayasa Keandalan)

Tujuan: Rekayasa keandalan bertujuan untuk memastikan bahwa alat pengisian otomatis ini dapat berfungsi dengan baik dan konsisten dalam jangka waktu yang lama, serta mampu bertahan dalam berbagai kondisi operasional yang mungkin dihadapi di UMKM Pupuk Suplemen.

Komponen Utama:

- Desain untuk Keandalan (*Design for Reliability*)
- Analisis Kegagalan (*Failure Mode and Effects Analysis - FMEA*)
- Pengujian Keandalan
- Pemeliharaan dan Dukungan

6.3 Engineering Economic Analysis

Engineering Economics (Ekonomi Teknik) adalah bidang pengetahuan khusus tentang ekonomi yang berfokus pada proyek-proyek teknik (*engineering projects*). Berdasar BoK yang kami rancang pada alat pengisian pupuk secara otomatis memiliki tujuan untuk melihat dan memantau tentang naik turunnya harga

pupuk di pasaran saat itu juga. Adapun yang termasuk dalam *Engineering Economics Analysis* antara lain adalah :

1. Kelayakan Teknis

a. Desain Sistem:

Alat ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama untuk mengontrol sensor dan aktuator seperti sensor ultrasonik (untuk mendeteksi ketinggian pupuk), sensor infra merah (untuk mendeteksi keberadaan wadah), sensor berat (load cell) untuk memeriksa jumlah pupuk yang terisi, dan servo motor untuk mengoperasikan katup pengisian.

b. Kompatibilitas dan Integrasi

Arduino Uno kompatibel dengan berbagai sensor dan motor yang diperlukan untuk sistem ini. Penggunaan *Arduino Uno* memungkinkan integrasi yang mudah dengan modul komunikasi tambahan, seperti modul *Wi-Fi* atau *Bluetooth*, untuk memantau dan mengontrol sistem dari jarak jauh.

c. Kemudahan Implementasi

Arduino Uno memiliki dokumentasi yang luas dan didukung oleh komunitas besar, sehingga memudahkan pemrograman dan pengembangan sistem. Alat ini relatif mudah untuk dipasang dan dikonfigurasi oleh operator dengan pelatihan dasar.

2. Kelayakan Ekonomi

Untuk menghitung kelayakan ekonomi alat pengisian pupuk cair otomatis berbasis *Arduino Uno* dibandingkan dengan pengisian manual, saya akan menggunakan dua metode: *Net Present Value (NPV)* dan *Payback Period*. Berikut adalah perhitungan berdasarkan asumsi yang telah kami buat.

Tabel 2 Komponen yang Dibuat dan Dibeli

No	Komponen	Ukuran	Jumlah	Harga	Buat/Beli
1	Esp32 dev module	25.5 mm x 18.0 mm x 2.8 mm	1	Rp 55.000	Beli
2	Relay modul	50 mm x 26	1	Rp 5.000	Beli

	e single channel 1	mm × 18.5 mm		00	
3	Motor pompa 5v	7.5 mm x 5.0 mm x 5.0 mm	1	Rp 10.000	Beli
4	Water flow sensor	1/2 inch	1	Rp 26.000	Beli
5	Ir sensor	3.1 cm x 1.5 cm	1	Rp 14.000	Beli
6	Oled 64x120	2.7 cm x 2.7 cm	1	Rp 35.000	Beli
7	Buzzer	12 mm	1	Rp 2.000	Beli
8	Push button	12 mm	2	Rp 3.000	Beli
9	LCD 16x2 (I2C Modul e)	80 mm x 35 mm x 11 mm	1	Rp 30.000	Beli
10	Mur Baut	6 x 10	10	Rp 10.000	Beli
11	Plat Besi	40 cm x 30 cm x 2 cm	1	Rp 20.000	Beli
12	Kayu	40 cm	2	Rp 10.000	Beli
13	Silikon Tubing	3 x 5 mm	1	Rp 30.000	Beli

				00	
14	Keypad Timbul	6.5 cm x 6.5 cm	1	Rp 50.000	Beli
15	Wadah Pupuk	46 x 44 35 cm	1	Rp 50.000	Beli

Biaya awal mencakup seluruh biaya yang dikeluarkan untuk membeli komponen, merakit, dan menginstal alat. Ini termasuk biaya komponen elektronik (Arduino, pompa, sensor, dll.), biaya perakitan, dan biaya instalasi.

a. Biaya Awal (*Initial Cost*) untuk membuat unit alat pengisian pupuk cair otomatis berbasis Arduino Uno.

- Biaya Komponen : Rp 350.000
 - Biaya Pemasangan & Instalasi : Rp 300.000
 - Biaya pengiriman : Rp 50.000
1. Biaya Awal (*IC*) = Total biaya komponen + Biaya perakitan + Biaya instalasi
 $= \text{Rp } 350.000 + \text{Rp } 300.000 + \text{Rp } 50.000 = \text{Rp } 700.000$
 2. Keuntungan pada perancangan alat ini diperoleh dari 10% dari jumlah semua biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk membuat produk per unitnya.
 Keuntungan per produk = 10% (biaya komponen + biaya Pemasangan & Instalasi + biaya pengiriman)
 $= 10\% (\text{Rp } 350.000 + \text{Rp } 300.000 + \text{Rp } 50.000)$
 $= 10\% \times \text{Rp } 700.000 = \text{Rp } 70.000$
 3. Harga jual untuk 1 unit alat pengisian pupuk otomatis suplemen bio walet arduino uno
 Harga jual = Biaya yang dikeluarkan + keuntungan
 $= \text{Rp } 700.000 + \text{Rp } 70.000 = \text{Rp } 770.000$

b. Biaya Operasional dan Pemeliharaan (*Operating and Maintenance Cost*)

Biaya ini mencakup semua biaya yang terkait dengan operasional sehari-hari, seperti listrik, dan biaya pemeliharaan rutin untuk memastikan alat tetap berfungsi dengan baik. Jika ada bagian yang memerlukan penggantian secara berkala (misalnya, tubing silikon atau pompa peristaltik), biaya tersebut juga harus diperhitungkan.

Asumsi :

1. Waktu Operasional Alat : 8 jam per hari
2. Jumlah Hari Operasional : 26 hari per bulan
3. Biaya Listrik : Rp1.500 per kWh
4. Penggantian Komponen :
 - Pompa Peristaltik : Setiap 6 bulan
 - Sensor Ultrasonik : Setiap 12 bulan
 - Tubing Silicone : Setiap 3 bulan
 - Arduino Uno & Relay Module : Umur teknis 5 tahun (diasumsikan tidak ada penggantian selama tahun pertama)
5. Biaya Pemeliharaan Rutin : Rp100.000 per bulan (misalnya untuk kalibrasi atau pemeriksaan komponen)
6. Biaya Tak Terduga: 10% dari total biaya pemeliharaan

a. Biaya Listrik

- Daya Listrik Komponen:
 - Pompa Peristaltik: 10W
 - Arduino Uno + Sensor + Relay: 2W
 - Total Daya: 12W = 0,012 kW
- Konsumsi Listrik Per Hari:
 - $0,012 \text{ kW} \times 8 \text{ jam} = 0,096 \text{ kWh}$
- Konsumsi Listrik Per Bulan:
 - $0,096 \text{ kWh} \times 26 \text{ hari} = 2,496 \text{ kWh}$
- Biaya Listrik Per Bulan:
 - $2,496 \text{ kWh} \times \text{Rp}1.500/\text{kWh} = \text{Rp}3.744$

b. Biaya Penggantian Komponen

- Pompa Peristaltik:
 - Harga : Rp300.000
 - Umur : 6 bulan
 - Biaya bulanan : $\text{Rp}300.000 \div 6 \text{ bulan} = \text{Rp}50.000$ per bulan
- Sensor Ultrasonik:

- Harga : Rp25.000
- Umur : 12 bulan
- Biaya bulanan: $\text{Rp}25.000 \div 12 \text{ bulan} = \text{Rp}2.083$ per bulan

- Tubing Silicone:
 - Harga: Rp20.000 per meter
 - Umur: 3 bulan
 - Biaya bulanan: $\text{Rp}20.000 \div 3 \text{ bulan} = \text{Rp}6.667$ per bulan

- Total Biaya Penggantian Komponen Per Bulan:
 $\text{Rp}50.000 + \text{Rp}2.083 + \text{Rp}6.667 = \text{Rp}58.750$

c. Biaya Pemeliharaan Rutin

- Kalibrasi dan Pemeriksaan Komponen:
 - Biaya bulanan: Rp100.000

d. Total Biaya Operasional dan Pemeliharaan (OMC) Per Bulan

- Biaya Listrik: Rp3.744
 - Biaya Penggantian Komponen: Rp58.750
 - Biaya Pemeliharaan Rutin: Rp100.000
- Total OMC per bulan = $\text{Rp} 3.744 + \text{Rp} 58.750 + \text{Rp} 100.000 = \text{Rp} 162.494$

3. Umur Ekonomis

Umur ekonomis adalah periode dimana total penghematan atau pendapatan yang dihasilkan oleh alat melebihi biaya operasional dan pemeliharaan, dan alat tersebut masih berfungsi dengan baik tanpa biaya pemeliharaan yang berlebihan.

Langkah ini dapat dilakukan dengan menghitung *Net Present Value* (NPV) atau *Payback Period*:

- Biaya Investasi Awal = Rp 10.000.000
- Laba Bersih/unit = Rp 70.000
- Laba Bersih/tahun, dengan asumsi penjualan 6 unit/bulan = Rp 5.040.000
- Arus Kas Masuk per bulan = Rp 4.620.000
- Arus Kas Bersih Per Bulan = $4.620.000 - 4.200.000 = \text{Rp} 420.000$
- Arus Kas Masuk Pertahun = Rp 55.440.000

- Arus Kas Bersih Per Tahun = Rp 5.040.000
- Suku Bunga atau Discount Cost = 10%
- Periode yang akan dihitung = 5 tahun

a. Perhitungan Net Present Value (NPV)

$$NPV = \frac{Rp\ 5.040.000}{(1+0,1)^1} + \frac{Rp\ 5.040.000}{(1+0,1)^2} + \frac{Rp\ 5.040.000}{(1+0,1)^3} + \frac{Rp\ 5.040.000}{(1+0,1)^4} + \frac{Rp\ 5.040.000}{(1+0,1)^5} - Rp\ 10.000.000$$

$$NPV = Rp\ 4.581.818 + Rp\ 4.165.289 + Rp\ 3.786.626 + Rp\ 3.442.388 + Rp\ 3.129.443 - Rp\ 10.000.000 = Rp\ 9.105.564$$

b. Perhitungan Payback Period

$$Payback\ Period = \frac{Rp\ 10.000.000}{Rp\ 5.040.000} = 1,98\ tahun$$

c. Penghematan Akibat Kerugian Jika Menggunakan Pengisian Alat Manual:

Asumsi:

- Harga pupuk cair : Rp10.000 per liter
- Volume jerigen : 5 liter
- Waktu kerja per hari : 8 jam (480 menit)
- Jumlah pengisian jerigen per jam : 30 kali (setiap 2 menit)
- Penggunaan alat manual:
 - Tumpahan pupuk cair: 3% dari total volume per pengisian
 - Volume berlebih (karena tidak akurat) : 1% dari total volume per pengisian
 - Waktu pengisian per jerigen: 2 menit (termasuk waktu tumpahan dan volume berlebih)
- Jumlah pengisian jerigen per hari:
 - 30 pengisian per jam × 8 jam = 240 pengisian jerigen per hari
- Volume pupuk per hari:
 - 5 liter × 240 pengisian = 1200 liter per hari
- Tumpahan pupuk per hari:
 - 3% dari 1200 liter = 36 liter

- Kerugian tumpahan per hari: 36 liter × Rp10.000 = Rp 360.000

- Volume berlebih per hari:
 - 1% dari 1200 liter = 12 liter
 - Kerugian volume berlebih per hari: 12 liter × Rp10.000 = Rp 120.000

- Total kerugian per hari (manual):
 - Rp 360.000 (tumpahan) + Rp 120.000 (volume berlebih) = Rp 480.000

- Total kerugian per bulan (manual, 26 hari kerja):
 - Rp 480.000 × 26 hari = Rp 12.480.000

7. Kesimpulan dan Saran

7.1 Kesimpulan

Dalam laporan perakitan alat pengisian otomatis pupuk organik cair dengan setup Arduino Uno, telah diuraikan secara mendalam mengenai proses perancangan, pengembangan, dan implementasi alat tersebut. Berdasarkan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan beberapa poin utama:

1. Pentingnya Inovasi Teknologi dalam Pertanian: Penggunaan teknologi seperti Arduino Uno dalam pengembangan alat pertanian dapat membantu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan produktivitas dalam penggunaan pupuk organik cair.
2. Fungsionalitas Alat: Alat pengisian otomatis ini memiliki beberapa fungsi penting, termasuk deteksi level cairan, pengendalian pompa, antarmuka pengguna, dan indikasi status, yang dapat membantu petani dalam melakukan aplikasi pupuk secara efisien.
3. Kebutuhan Fungsional dan Non-Fungsional: Telah diidentifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang harus dipenuhi oleh alat ini agar dapat berfungsi dengan baik dan memenuhi harapan pengguna.
4. Target Luaran: Target luaran telah ditetapkan dengan jelas, termasuk prototipe fungsional, dokumentasi

teknis, hasil pengujian dan validasi, ketersediaan material, dukungan pelatihan, dan kepatuhan terhadap standar keselamatan.

7.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah disampaikan, beberapa saran dapat diajukan untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Pengujian Lebih Lanjut: Melakukan pengujian lebih lanjut terhadap prototipe alat dalam berbagai kondisi lingkungan dan skala aplikasi yang berbeda untuk memastikan kinerja yang optimal.
2. Peningkatan Antarmuka Pengguna: Memperbaiki antarmuka pengguna agar lebih intuitif dan mudah

digunakan, serta menyediakan fitur-fitur tambahan yang dapat membantu pengguna dalam mengoperasikan alat dengan lebih efektif.

3. Pengembangan Versi Lanjutan: Mengembangkan versi lanjutan dari alat ini dengan fitur-fitur tambahan, seperti integrasi dengan sistem pertanian cerdas lainnya atau pemantauan jarak jauh melalui koneksi internet.
4. Pelatihan Pengguna: Menyediakan pelatihan yang komprehensif kepada pengguna potensial, termasuk petani dan teknisi, untuk memastikan

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Adriansyah, & Oka Hidyatama. (2013). RANCANG BANGUN PROTOTIPE ELEVATOR MENGGUNAKAN MICROCONTR OLLER ARDUINO ATMEGA 328P. *Teknologi Elektro*, 4 No.3.
- Anggara, A., Rahman, A., & Mufti, A. (2018). *Rancang Bangun Sistem Pengatur Pengisian Air Galon Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328P*. 3(2), 90–97.
- Daniel Alexander Octavianus Turang. (2015). PENGEMBANGAN SISTEM RELAY PENGENDALIAN DAN PENGHEMATAN PEMAKAIAN LAMPU BERBASIS MOBILE. *Seminar Nasional Informatika*.
- Dany Riupassa, R., Rafli, H., Studi Informatika, P., Pengkajian Sistem dan Teknologi Pengawasan Instalasi dan Bahan Nuklir Badan Pengawas Tenaga Nuklir, P., & Keilmuan Fisika Teoritik Energi Tinggi dan Instrumentasi Sekolah Tinggi Teknologi Bandung, K. (n.d.). *OPTIMASI NILAI KONSTANTA KALIBRASI PADA WATER FLOW SENSOR YF-S201*.
- James S. Cangelosi. (1995). *Design Test for evaluating student achievement*.
- Rio Budi Syaka, D., Gama Yoga, N., Wahyudin, H., & Rafa Putra Lubis, M. (n.d.). MENINGKATKAN KEMANDIRIAN MASYARAKAT PANTAI MELALUI PELATIHAN PERAWATAN POMPA AIR. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat, 2023*, 2023. <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/snppm>
- Rocky Triady. (2015). PROTOTIPE SISTEM KERAN AIR OTOMATIS BERBASIS SENSOR FLOWMETER PADA GEDUNG BERTINGKAT . *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, 3.
- Setiawan, H. A., & Rijanto, T. (n.d.). Rancang Bangun Sistem Kontrol Pengisian Air Minum Dalam Kemasan Menggunakan *Arduino Uno* Dengan *Sensor Load Cell*. www.labelektronika.com