(2025), 3 (6): 379-389 **Scientica** 3021-8209

Jurnal Ilmiah Sain dan Teknologi

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM OTOMATISASI BUDIDAYA TAUGE DALAM *BOX* KONTAINER MODIFIKASI DENGAN KONTROL PENYIRAMAN BERBASIS ARDUINO UNO

Achmad Handy Nur Hidayat
achmadhandy.21044@mhs.unesa.ac.id
Program Studi D4 Teknik Listrik, Universitas Negeri Surabaya

Abstract (English)
Mung bean sprout cultivation requires soaking and periodic watering to produce high-quality yields. This study designs a modified cultivation box prototype utilizing Arduino Uno, DHT22 temperature and humidity sensor, DS3231 RTC module, water pump, relay, Li-Ion battery, and a 16×2 LCD interface for automated watering and drainage. The testing involved evaluating the stability of a 5 V adapter during pump ON/OFF operations, endurance of a 12 V 4800 mAh battery, pump flow rate and current, DHT22 accuracy, and sprout growth performance over five days. Results showed that the adapter consistently maintained 5 V stability across 12 test cycles, the battery supplied sufficient energy until day 4, the pump consumed 0.37–0.42 A at 5 V, and the DHT22 exhibited an average error of 2.38% for temperature and 4.84% for humidity measurements. Cultivation trials produced sprouts with an average length of 11 cm on day 5. The system effectively reduced manual intervention and maintained environmental parameters conducive to sprout growth.

Article History
Submitted: 8 Oktober 2025
Accepted: 11 Oktober 2025
Published: 12 Oktober 2025

Key Words
mung bean sprout cultivation, automation, Arduino Uno, DHT22, scheduled watering.

Abstrak (Indonesia)
Budidaya tauge memerlukan proses perendaman dan penyiraman berkala untuk menghasilkan produk berkualitas. Penelitian ini merancang prototipe box budidaya modifikasi yang memanfaatkan Arduino Uno, sensor suhu & kelembaban DHT22, modul RTC DS3231, pompa air, relay, baterai Li-Ion, dan antarmuka LCD 16×2 untuk automasi penyiraman serta pembuangan air. Pengujian meliputi kestabilan tegangan adaptor 5 V saat pompa ON/OFF, ketahanan baterai 12 V 4800 mAh, debit & arus pompa, akurasi DHT22, serta hasil pertumbuhan tauge selama 5 hari. Hasil menunjukkan adaptor mampu menjaga tegangan 5 V stabil selama 12 siklus pengujian, baterai menyediakan energi yang cukup hingga hari ke-4, konsumsi pompa berkisar 0,37–0,42 A pada 5 V, dan DHT22 menunjukkan rata-rata error suhu 2,38% serta kelembaban 4,84% selama pengujian. Percobaan budidaya menghasilkan tunas rata-rata 11 cm pada hari ke-5. Sistem efektif mengurangi intervensi manual dan menjaga parameter lingkungan untuk pertumbuhan tauge.

Sejarah Artikel
Submitted: 8 Oktober 2025
Accepted: 11 Oktober 2025
Published: 12 Oktober 2025

Kata Kunci
budidaya tauge, otomatisasi, Arduino Uno, DHT22, penyiraman terjadwal.

1. Pendahuluan

Kecambah tauge (*mung bean sprout*) adalah sayuran berbahan dasar kacang hijau yang kaya nutrisi—terutama protein, serat, dan tauge mudah diperoleh dan mengandung banyak senyawa fitokimia berkhasiat yang baik bagi kesehatan serta umumnya aman.

Kecambah tauge tumbuh sangat cepat, dengan masa pertumbuhan sekitar 3 hari dan dapat dipanen pada hari keempat (Lai & Shanmugasundaram, 2001). Praktiknya, biji kacang hijau dicuci bersih dan direndam selama 8 jam. Kemudian ditanam di dalam wadah berlubang agar drainase baik dan dilakukan penyiraman setiap 4 atau 6 jam sekali (Fadhli et al., 2024). Selama periode tumbuh, penyiraman dilakukan secara berkala setiap 3–5 menit tiap kali

penyiraman guna menjaga kelembaban optimal. Kecambah tauge berkembang terbaik pada suhu sekitar 23–28°C dengan kelembapan relatif 85%–90% (Fadhli et al., 2024).

Proses penyiraman yang intensif menuntut petani untuk terus siaga setiap beberapa jam sekali. Jadwal penyiraman yang ketat menyulitkan petani karena bila terjadi kesalahan atau kelalaian (misalnya lupa menyiram), hal ini dapat menyebabkan tumbuhan kekurangan air atau malah membusuk dan berujung pada kegagalan panen. Kondisi ini kerap memaksa petani menggunakan tenaga ekstra atau menyewa buruh harian untuk memastikan penyiraman tepat waktu.

Untuk mengatasi kendala tersebut, penelitian ini merancang prototipe sistem otomatisasi budidaya tauge dalam box kontainer modifikasi. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor untuk memantau kondisi kecambah dan mengatur penyiraman secara terprogram. Dengan demikian, diharapkan suhu, kelembapan, dan penyiraman tetap terjaga optimal tanpa memerlukan intervensi manual yang konstan.

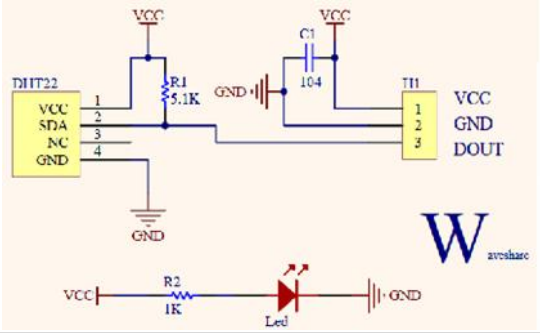
2. Kajian Pustaka

a. Arduino Uno

Arduino UNO adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Arduino UNO memiliki 14 pin input/output digital yang dapat digunakan sebagai output *Pulse Width Modulation* (PWM), 6 input analog, osilatorkristal 16MHz, antarmuka USB, konektor daya USB atau adaptor DC dengan *range* tegangan 6-20 Vdc , header ISCP, dan tombol reset. Arduino uno memiliki Bahasa pemrograman sendiri yaitu Bahasa C yang bersifat *open source* (Pradana & Wiharto, 2020; Saputra et al., n.d.). Arduino uno pada penelitian ini digunakan untuk mengontrol relay, membaca data sensor DHT22, dan mengatur tampilan pada LCD 16x2.

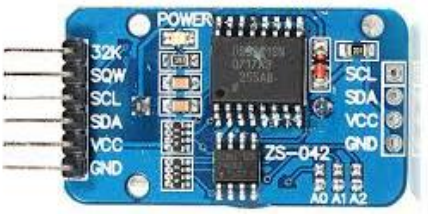
b. Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor yang mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya secara akurat dan presisi. DHT22 memiliki keluaran tegangan analog sehingga dapat diolah menggunakan mikrokontroler. Keunggulan sensor DHT22 adalah lebih responsif dalam pembacaan data dan penginderaan (Siregar et al., 2021). Pada dasarnya untuk mengukur suhu, sensor DHT22 menggunakan termistor. Termistor sendiri merupakan komponen yang resistansinya berubah sesuai suhu. Ketika suhu berubah maka resistansi termistor juga ikut berubah, perubahan resistansi ini akan diubah menjadi signal listrik yang sesuai dengan suhu. Sedangkan untuk mengukur kelembaban, sensor DHT22 menggunakan prinsip kapitansi yang mana bahan polimer yang ada pada sensor menyerap uap air dari udara yang mengubah kapitansi. Perubahan kapitansi ini diubah menjadi signal listrik yang sebanding dengan kelembaban relatif.



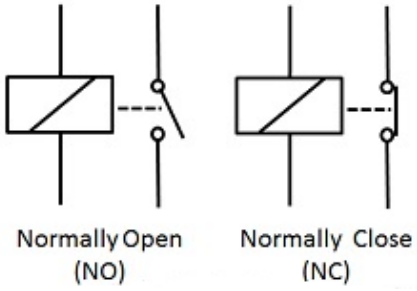
c. RTC (Real Time Clock)

RTC (*Real – Time Clock*) DS3231 adalah IC yang digunakan sebagai pengaturan waktu (Setiawan, 2020). RTC merupakan modul penunjuk waktu dengan akurasi yang tinggi berbasis kristal dan juga kompensasi suhu. RTC DS3231 mampu menyimpan waktu secara real – time bahkan ketika tidak diberi daya karena sudah dilengkapi dengan baterai cadangan.



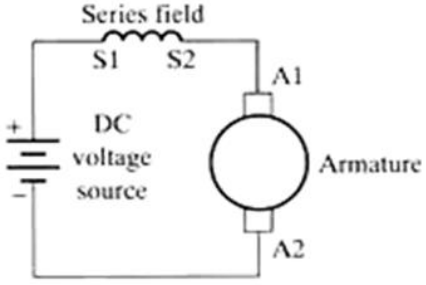
d. Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik. *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar (Endriatno, 2024). Medan magnet yang dihasilkan arus listrik selanjutnya diinduksikan ke logam ferromagnetis. Ketika ada induksi magnet dari lilitan yang membelit logam, maka logam tersebut akan menjadi magnet buatan sementara. Sifat kemagnetan pada logam ferromagnetis akan tetap ada selama kumparan yang melilitnya teraliri arus listrik dan sebaliknya jika kumparan yang melilitnya tidak teraliri listrik maka sifat kemagnetannya hilang. Relay akan dihubungkan dengan beban pompa air untuk sistem penyiraman otomatis dan sistem pembuangan air otomatis.



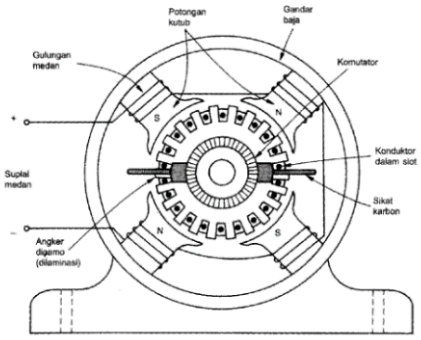
e. Pompa Air DC

Pompa air adalah alat untuk menggerakkan air dari tempat yang bertekanan rendah ke tempat yang berteknan tinggi. Pada dasarnya Pompa air adalah motor DC yang telah di packing sedemikian rupa agar bisa digunakan di air (Saputra et al., n.d.). Pada pompa DC, lilitan motor memutar rotor yang terhubung ke impeller. Berikut prinsip kerja pompa air dapat dijelaskan melalui rangkaian ekivalen pada gambar berikut:



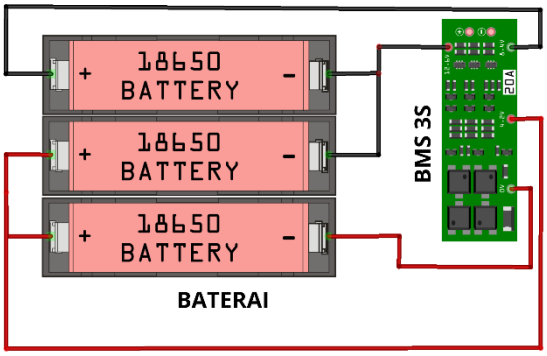
Pompa air bekerja berdasarkan prinsip kerja pengubahan energi listrik menjadi energi mekanis yang mana motor DC memindahkan fluida melalui putaran *impeller*.

Ketika tegangan 5V diterapkan, arus mengalir melalui kumparan medan dan kumparan jangkar yang terhubung secara seri di dalam motor. Hal ini menciptakan tarik - menarik dan interaksi medan magnet ini menghasilkan torsi pada motor sehingga membuat poros motor berputar dengan cepat. Pada poros terpasang *impeller* yang berfungsi untuk mendorong air menuju saluran keluar.



f. Baterai

Baterai adalah suatu sel elektrokimia yang mengubah dari energi kimia menjadi energi listrik. Baterai dengan bahan dasar *lithium-ion* adalah jenis baterai sekunder atau *rechargeable battery*, yaitu salah satu jenis baterai yang dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan. Baterai yang dilengkapi dengan BMS ini akan mensuplai daya untuk sistem pembuagan air otomatis pada *box* budidaya. Tujuan penggunaan BMS (*Battery Management System*) adalah untuk menjaga keamanan baterai agar dapat digunakan pada perangkat elektronik. Sehingga baterai akan bekerja dalam keadaan ideal karena dilengkapi sistem proteksi dan tidak bekerja dalam keadaan *over voltage, over current, over heat* ketika proses pengisian (Hilal et al., 2023).



3. Metodelogi Penelitian

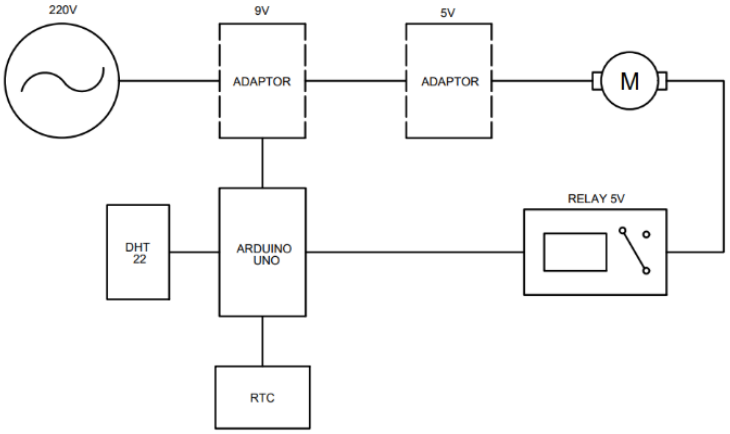
Metodelogi Penelitian merupakan tahapan yang harus dilakukan sebelum melakukan pemecahan masalah.

a. Pengumpulan Data

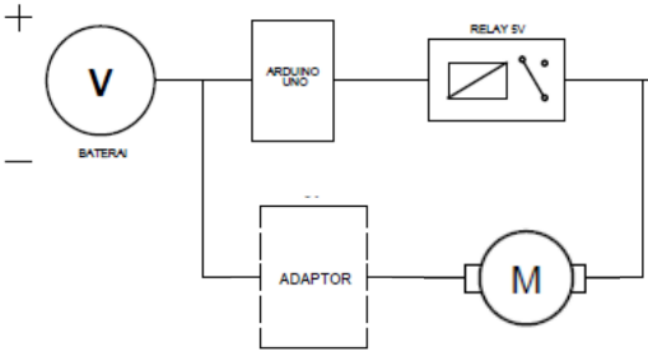
Tahapan ini dilakukan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan dan menyelesaikan perancangan. Adapun komponen – komponen yang dibutuhkan sebagai berikut :

1). Arduino Uno
2). Pompa Air DC 5V
3). Relay 5V
4). DHT22
5). RTC
6). LCD 16x2
7). Baterai Lithium Ion

b. *Single Line* Diagram

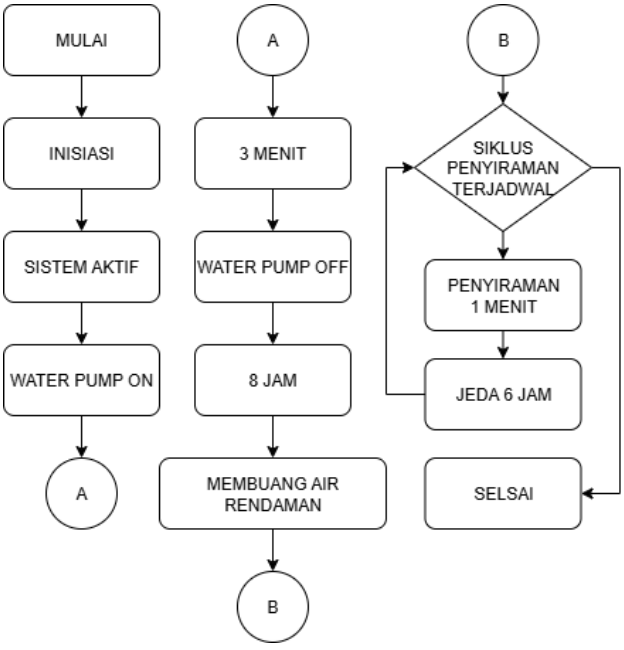


Single Line Diagram Sistem Penyiraman Otomatis



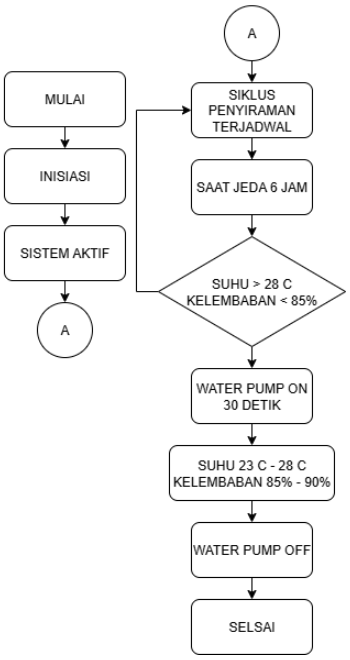
Single Line Diagram Sistem Pembuangan Air Otomatis

c. *Flowchart*



Flowchart Metode Utama

Ketika sistem pertama kali diaktifkan maka pompa air akan aktif untuk memompa air sebagai awal mula budidaya tauge yaitu fase perendaman biji kacang hijau dengan durasi aktif selama 3 menit. Setelah itu biji kacang hijau akan melalui fase perendaman selama 8 jam. Selanjutnya air rendaman akan dibuang setelah 8 jam dan mulai siklus penyiraman terjadwal dengan durasi penyiraman 1 menit dengan jeda 6 jam. Siklus penyiraman terjadwal akan berulang – ulang selama 4 hari setelah itu sistem akan otomatis nonaktif.



Flowchart Metode Cadangan

Saat siklus penyiraman terjadwal memasuki fase jeda 6 jam, DHT22 akan mengambil data suhu dan kelembaban sekali. Ketika suhu dan kelembaban berada diluar *set* yang sudah ditetapkan maka DHT22 akan mengirim data ke arduino uno. Setelah itu arduino uno akan memproses data tersebut dan mengirimkan sinyal untuk mengatur *relay* agar mengaktifkan pompa air selama 30 detik. Kemudian DHT22 akan mengambil data terbaru, jika suhu atau kelembaban sudah berada pada nilai sesuai dengan *set* maka *relay* tidak akan diaktifkan kembali. Sedangkan apabila ketika jeda 6 jam DHT22 mengambil data suhu dan kelembaban ternyata nilainya sudah berada di batas aman, maka pompa air tidak akan diaktifkan.

4. Hasil dan Pembahasan

a. Pengujian Baterai

NO.	Energi Terpakai (Wh)	Kapasitas Baterai (Wh)	SOC (%)
1.	15,654	57,6	100%
2.	14,368	41,946	72,85%
3.	14,368	27,578	47,90%
4.	14,368	13,21	22,94%

Dari hasil pengujian, diketahui bahwa pada percobaan pertama dengan kapasitas baterai sebesar 57,6 Wh, sistem mampu menggunakan energi sebesar 15,654 Wh dengan *State of Charge* (SOC) sebesar 100%. Pada percobaan kedua, kapasitas baterai dikurangi menjadi 41,946 Wh dan menghasilkan SOC sebesar 72,85% untuk energi terpakai 14,368 Wh. Percobaan ketiga dengan kapasitas baterai lebih kecil, yaitu 27,578 Wh, menghasilkan SOC sebesar 47,90% untuk energi terpakai yang sama, yaitu 14,368 Wh. Terakhir, pada percobaan

keempat, kapasitas baterai hanya 13,21 Wh dan menghasilkan SOC sebesar 22,94% untuk energi terpakai sebesar 14,368 Wh.

b. Pengujian DHT22

Hari	Sensor DHT22 (suhu)	Pengukuran Konvesional (suhu)	Selisih Hasil	Error %	Akurasi
1	29,4℃	28,9℃	0,5	1,7%	98,27%
2	30,6℃	29,2℃	1,4	4,7%	95,21%
3	30℃	29,3℃	0,7	2,3%	97,61%
4	29,7℃	29,2℃	0,5	1,7%	98,29%
5	32,30 ℃	31,8 ℃	0,5	1,5%	98,43%
Rata – rata				2,38%	2,44%
Hari	**Sensor DHT22 (kelembaban)**	**Pengukuran Konvesional (kelembaban)**	**Selisih Hasil**	**Error %**	**Akurasi**
1	78,70%	75%	3,7	4,93%	95,07%
2	78,40%	74%	4,4	5,95%	94,04%
3	78,20%	74%	4,2	5,68%	94,32%
4	78,70%	75%	3,7	4,93%	95,07%
5	74%	72%	2	2,7%	97,22%
Rata – rata				4,84%	4,85%

Setelah melakukan pengujian pada DHT22, maka selanjutnya dilakukan pengujian DHT22 untuk kontrol pompa air aktif berdasarkan kondisi suhu dan kelembaban yang diinginkan.

No	DHT22		Pompa Air	
	Suhu	Kelembaban	Status	Tegangan
1	Error	Error	OFF	0V
2	30,6°C	89,2%	OFF	0V
3	33,5°C	72,2%	ON	5V
4	35°C	70%	ON	5V
5	Error	Error	OFF	0V
6	36°C	61,7%	ON	5V
7	31°C	85,6%	OFF	0V
8	Error	Error	OFF	0V
9	30°C	89,5%	OFF	0V
10	28°C	90%	OFF	0V

Tabel tersebut menampilkan data pengukuran dari sensor DHT22 (suhu dan kelembaban) serta status pompa air beserta tegangan yang diberikan dalam 10 sampel pengamatan. Terdapat beberapa kondisi di mana sensor DHT22 mengalami kegagalan pembacaan *(Error)*, yaitu pada pengukuran pertama, kelima, dan kedelapan. Kegagalan ini diduga disebabkan oleh gangguan *Electromagnetic Interference* (EMI) atau lonjakan arus dari pompa air atau sumber tegangan yang mengganggu sinyal komunikasi digital antara sensor dan mikrokontroler. Saat *error* terjadi, pompa air secara otomatis berada dalam kondisi OFF dengan tegangan 0V, menunjukkan bahwa sistem tidak menerima data dari DHT22 ketika sensor tidak memberikan data yang valid.

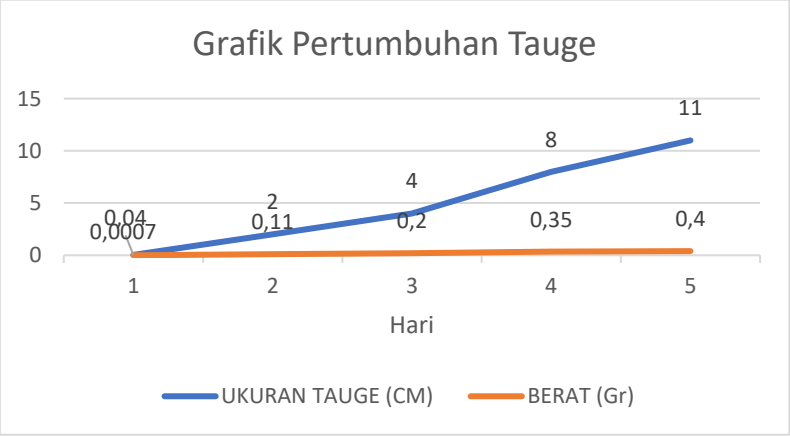
Pada pengukuran kedua, ketujuh, kesembilan, dan kesepuluh, suhu lingkungan terukur relatif rendah (28°C–31°C) dengan kelembaban tinggi (85,6%–90%), dan pompa air OFF. Sebaliknya, pada pengukuran ketiga, keempat, dan keenam, suhu meningkat menjadi 33,5°C–36°C dengan kelembaban lebih rendah (61,7%–72,2%), dan pompa air aktif (ON) dengan tegangan 5V. Ini menunjukkan bahwa sistem mengaktifkan pompa ketika suhu tinggi dan kelembaban turun.

Untuk hasil aktif pompa air berdasarkan waktu adalah sebagai berikut ;

Pompa Air		
Waktu	Arus	Status
09.00	0,39 A	ON
15.00	0,38 A	ON
21.00	0,36 A	ON
03.00	0,36 A	ON
09.00	0,35 A	ON

Berdasarkan data pada tabel pemakaian arus Water Pump, diketahui bahwa pompa air aktif secara berkala setiap enam jam sekali, yaitu pada pukul 09.00, 15.00, 21.00, dan 03.00. Nilai arus yang tercatat selama pompa aktif menunjukkan sedikit variasi, mulai dari 0,39 A hingga 0,35 A. Arus tertinggi tercatat pada pukul 09.00 sebesar 0,39 A, sedangkan arus terendah sebesar 0,35 A pada pukul 09.00 di hari berikutnya. Perbedaan arus ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti tegangan input yang sedikit berubah, atau fluktuasi beban mekanis pada pompa. Namun, secara keseluruhan, nilai arus tetap berada dalam kisaran yang wajar dan menunjukkan bahwa sistem pompa air bekerja dengan stabil dan sesuai dengan kebutuhan penyiraman otomatis yang telah dirancang. Pola kerja pompa yang konsisten juga menunjukkan bahwa pengaturan waktu berjalan dengan baik, mendukung sistem irigasi yang efisien.

Berdasarkan data pengamatan selama 5 hari, pertumbuhan tauge menunjukkan perkembangan yang signifikan dari hari ke hari.



Hasil budidaya tauge selama lima hari pengamatan menunjukkan bahwa sistem otomatisasi yang dirancang telah berhasil.

	Hari 1
	Hari 3
	Hari 4

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Prototipe sistem otomatisasi budidaya tauge berbasis Arduino Uno berhasil meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga petani dengan menggantikan proses penyiraman manual yang membutuhkan intervensi setiap 4-6 jam menjadi sistem otomatis berbasis waktu dan sensor.

2. Sensor DHT22 menunjukkan akurasi yang baik dengan rata-rata error suhu 2,38% dan kelembaban 4,84%.
3. Adaptor mampu menjaga kestabilan tegangan keluaran (5V) meskipun pompa air aktif/nonaktif.
4. Baterai Li-Ion 12V 4800 mAh mampu menyuplai daya selama 4 hari budidaya sebelum perlu diisi ulang.
5. Tauge yang dihasilkan mencapai panjang optimal 11 cm dalam 5 hari dengan kondisi sehat, menunjukkan bahwa parameter lingkungan (suhu 23-28°C, kelembaban 85-90%) terjaga dengan baik oleh sistem.
6. Ekonomi: Sistem ini mengurangi biaya tenaga kerja hingga Rp350.000 per siklus dan mulai menghemat biaya operasional setelah dua siklus penggunaan.

DAFTAR PUSTAKA

- jaufani, M. B., Hariyanto, N., & Saodah, S. (2015). Perancangan dan realisasi kebutuhan kapasitas baterai untuk beban pompa air 125 watt menggunakan pembangkit listrik tenaga surya. Reka Elkomika, 3(2).
- Endriatno, N. (2024). Rekayasa prototype keran elektronik berbasis sensor infrared untuk penghematan air. Seminar Nasional Teknik Elektro (SEMNASTEK 2024), 1, 9–13.
- Fadhli, M., Iman, T. R. C., & Rose, M. M. (2024). Rancang bangun sistem budidaya taoge cerdas berbasis LoRa dan IoT. TELISKA — Jurnal Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya, 17(II), 16–22.
- Hilal, M. N. (2020). Rancang bangun battery management system active balancing pada baterai Li-Ion 12V 2,5Ah (Skripsi). Universitas Islam Indonesia.
- Hilal, Y. N., Muliandhi, P., & Ardina, E. N. (2023). Analisa balancing BMS (Battery Management System) pada pengisian baterai lithium-ion tipe INR 18650 dengan metode cut off. Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer, 14(2), 367–374.
- Idkham, M., & Dhafir, M. (2023). Peningkatan omset melalui perbaikan teknologi produksi petani tauge (Vigna radiata) skala home industry dengan sistem penyiraman otomatis berbasis timer. Jurnal Pengabdian Pembangunan Pertanian dan Lingkungan (JP3L), 1(1), 63–67.
- Lubudi, M. N. H. (2020). Rancang bangun battery management system active balancing pada baterai Li-Ion 12V 2,5Ah [PERLU LENGKAP — jenis dokumen & institusi].
- Missa, I. K., Lapono, L. A. S., & Wahid, A. (2018). Rancang bangun alat pasang surut air laut berbasis Arduino Uno dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya, 3(2), 102–105.
- Oktivira, A. L., & Kholis, N. U. R. (2020). Prototype sistem pengusir hama burung dengan catu daya hybrid berbasis IoT. Jurnal Teknik Elektro, 9(1).
- Prabowo, M. C. A., Kusumastuti, S., Busono, F. A., & Wardani, E. P. (2024). Rancang bangun sistem kontrol dan monitoring budidaya jangkrik menggunakan protokol ESP-NOW berbasis Internet of Things. Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial, 20(1), 52–59.
- Pradana, V., & Wiharto, H. L. (2020). Rancang bangun smart locker menggunakan RFID berbasis Arduino Uno. Jurnal EL Sains, P-ISSN 2527, 63–? [PERLU LENGKAP—halaman/volume].
- Prana, H., Nataliningsih, N., & Permana, N. S. (2021). Analisis efisiensi agroindustri tauge (Vigna radiata) (Studi kasus di agroindustri tauge di Desa Cileles Kecamatan Jatinangor Kabupaten Sumedang). OrchidAgri, 1(2), 33–41.
- Purwanti, S., Nurlina, N., & Gunawan, B. (2019). Implementasi teknologi kreatif dalam mewujudkan UMKM produktif melalui program kemitraan masyarakat (PKM)

(Kelurahan Kertajaya, Kecamatan Gubeng Kota Surabaya). JPM17: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 4(1).
- Putra, G. S. A., Nabila, A., & Pulungan, A. B. (2020). Power supply variabel berbasis Arduino. JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia, 1(2), 139–143.
- Vallejo-S, D., & Gutiérrez, J. (2022). Smart Irrigation Systems in Agriculture: A Systematic Review. Agronomy, 13(2), 342. https://doi.org/10.3390/agronomy13020342. MDPI
- Saad, M., & Susanto, I. (2021). Monitoring Mung Bean's Growth using Arduino. Procedia Computer Science / ScienceDirect (2021). (contoh paper monitoring yang relevan untuk budidaya kecambah). ScienceDirect
- Ahmad, A., et al. (2021). On the Evaluation of DHT22 Temperature Sensor for IoT Application. Conference/Proceedings — (evaluasi karakteristik sensor DHT22). ResearchGate
- Sutanto, R., & Prasetyo, Y. (2024). Performance of Automatic Watering System for Bean Sprout Based on Microcontroller (Jurnal FP Unila). Jurnal Teknologi dan Pertanian (2024). Lampung Agronomy Journal
- Brown, K., & Nguyen, M. (2021). Performance Analysis Comparison of DHT11, DHT22 and DS18B20 as Temperature Measurement. Atlantis Press / Conference Proceedings. Atlantis Press
- Rajak, A., et al. (2023). The IoT and AI in Agriculture: The Time Is Now—A Systematic Review. Sensors/Fronts (review overview). PMC
- DeGeyter, S. (2025). 12 Volt Battery Run Time Calculator (technical guide). BatteryStuff.com — panduan praktis sizing baterai & contoh perhitungan. Battery Stuff
- Anyadike, E., et al. (2021). Design and Construction of a Portable Solar Water Pump. ScitePress (paper on pump sizing / battery / PV). SciTePress