

RANCANG BANGUN SISTEM PEMELIHARAAN KENTANG AEROPONIK

Aditya Taufiq¹, M.Ibrahim Ashari², Bima Romadhon Parada Dian Palevi³

Teknik Elektro S1, ITN Malang, Malang Indonesia

urayaditya177@gmail.com¹, ibrahim_ashari@lecturer.itn.ac.id², bimarpd@lecturer.itn.ac.id³

Abstrak— Penelitian ini mengembangkan sistem pemeliharaan kentang aeroponik yang diotomatisasi menggunakan berbagai sensor untuk memantau dan mengontrol kondisi lingkungan. Sistem ini menggunakan sensor DHT-11 untuk mengukur suhu dan kelembapan, sensor BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya, dan sensor TDS Water Quality untuk mengukur kualitas air. Data dari sensor-sensor tersebut diproses oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560 untuk mengontrol pompa air, kipas, dan lampu melalui relay. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat mempertahankan kondisi optimal untuk pertumbuhan kentang dengan kesalahan rata-rata deteksi sensor yang cukup rendah: 0,14% untuk DHT-11, 0,43% untuk BH1750, dan 2,08% untuk TDS Water Quality. Sistem kontrol berhasil mengaktifkan pompa air ketika kelembapan di bawah 90% dan kadar pupuk dalam air antara 900-1500 ppm. Kipas aktif pada suhu di atas 25°C, dan lampu menyala ketika intensitas cahaya di bawah 6000 lux. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem otomatis ini efektif untuk mendukung pertumbuhan tanaman kentang secara aeroponik, meminimalkan intervensi manual, dan meningkatkan produktivitas pertanian.

Kata Kunci: *Arduino Mega 2560, Kentang Aeroponik, Sensor BH1750, Sensor DHT-11, Sensor TDS Water Quality*

I. PENDAHULUAN

Peningkatan perkembangan perekonomian dan pertumbuhan jumlah penduduk sejalan dengan meningkatnya kebutuhan akan lahan. Persaingan antara penduduk untuk mengakses sumber daya lahan semakin intens, yang mendorong perubahan penggunaan lahan dari pertanian menjadi non-pertanian. Lahan pertanian menjadi pilihan utama untuk diubah fungsi karena seringkali memiliki topografi datar dan terletak dekat dengan permukiman penduduk. Kondisi ini memberikan tantangan tersendiri bagi petani, terutama bagi mereka yang menanam tanaman hortikultura seperti kentang. Kentang (*Solanum tuberosum*) adalah tanaman jenis dikotil dalam keluarga Solanaceae yang memiliki umbi batang yang dapat dikonsumsi. Warna umbi kentang bervariasi, dengan berbagai nuansa hijau, merah, atau bahkan ungu tua, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti

usia tanaman dan kondisi lingkungan tempat pertumbuhan kentang.[1]

Kentang, setelah padi, gandum, dan jagung, menjadi salah satu tanaman pangan utama. Di Indonesia, jenis kentang yang ditanam adalah varietas Granola yang memiliki mutu yang sangat baik. Kentang varietas Granola memiliki keunggulan dalam ketahanan terhadap penyakit dan dapat dipanen dalam rentang waktu 100-110 hari.[2]

Kondisi iklim yang optimal untuk pertumbuhan tanaman kentang melibatkan suhu udara yang berkisar antara 15 hingga 25 derajat Celsius, serta kelembapan udara mencapai kisaran antara 70 hingga 90 persen.[3]

Aeroponik adalah gabungan dari kata “Aero” yang merujuk pada udara dan “ponics” yang mengacu pada cara menanam. Sistem Aeroponik adalah metode bercocok tanam dimana akar tanaman berada di lingkungan udara. Dalam sistem aeroponik air dengan kualitas yang baik disemprotkan ke akar tanaman dalam bentuk kabut. Proses aeroponik yang melibatkan penyemprotan larutan nutrisi membantu tanaman memperoleh air, oksigen, dan nutrisi secara bersamaan.[4]

Pertumbuhan optimal kentang dalam sistem aeroponik, diperlukan cahaya minimal 10000 lux. Di rumah kaca, intensitas alami berkisar 9000-10000 lux, namun kabut sering mengurangnya. Saat cahaya turun di bawah 10000 lux, pencahayaan tambahan diperlukan. Dengan intensitas minimal 15000 lux, umbi yang dihasilkan mencapai 25-30 per tanaman, sementara di bawah 15000 lux, produksi turun drastis menjadi kurang dari 10 umbi per tanaman.[5]

Telah dilakukan penelitian sebelumnya oleh Andika Wahyu Wicaksono pada tahun 2017 melakukan pengembangan kontrol pH air. Dimana pada penelitian ini sensor pH digunakan untuk mengukur pH air pada penyiraman air bersih, kemudian hasil pengukuran sensor dikirimkan ke sms menggunakan modul nRF24L01. Namun pada penelitian ini hanya terbatas untuk pengukuran pH air dan data tersebut di kirimkan ke monitoring.[6]

Penelitian selanjutnya oleh Mella Geovanie pada tahun 2012 telah mengembangkan sistem kendali dan pemantauan kentang aeroponik berbasis IoT, pada penelitian ini lebih di

fokuskan pada kendali dan pemantauan yang bisa diakses dengan IoT, sensor yang di pakai pada penelitian ini berupa sensor DHT-11, sensor TDS meter.[7]

Juga pada penelitian selanjutnya oleh Eko Budi Raharjo pada tahun 2021 dengan menggunakan waterpump sebagai output-nya yang digunakan untuk melakukan penyiraman tanaman kentang agar kelembapan tanaman tetap terjaga dan nilai kelembapan tersebut di tampilkan pada monitoring smartphone.[8]

Pada pemaparan penelitian terdahulu terdapat beberapa kekurangan diantaranya tidak adanya sistem untuk mempertahankan cahaya untuk tanaman kentang dan kualitas air untuk penyemprotan akar tanaman tidak terjaga dengan baik.

Berdasarkan masalah diatas, penulis ingin membuat Rancang Bangun Sistem Pemeliharaan Kentang Aeroponik untuk mengembangkan penelitian terdahulu, pengembangan berupa penambahan kontrol cahaya untuk pemeliharaan tanaman kentang dan control kualitas dan suhu air bersih untuk tanaman kentang aeroponik.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Tanaman Kentang



Gambar 1. Tanaman Kentang

(Sumber : <https://alamtani.com/budidaya-kentang/>)

Tanaman kentang, atau *Solanum tuberosum*, memiliki potensi besar sebagai komoditas sayuran yang dapat dikembangkan untuk pasar dalam negeri maupun ekspor. Selain mendukung diversifikasi pangan, kentang juga memiliki kandungan nutrisi yang sangat baik. Umbinya mengandung protein berkualitas tinggi, asam amino esensial, vitamin C, berbagai vitamin B, serta mineral penting seperti fosfor, magnesium, dan kalium. Pertanian kentang juga berpotensi meningkatkan pendapatan petani dan menjadi bahan baku industri. Untuk meningkatkan produktivitas, perlu diterapkan teknologi pertanian yang lebih baik, pemilihan varietas unggul, dan pengelolaan tanaman yang tepat.[9]

B. Maintenance

Maintenance, atau pemeliharaan, adalah serangkaian tindakan rutin untuk menjaga atau memperbaiki suatu objek atau sistem agar tetap berfungsi optimal. Tindakan ini meliputi perawatan rutin, perbaikan, pemeriksaan berkala, dan perawatan preventif. Tujuannya adalah menjaga kondisi optimal, mengurangi risiko kerusakan, dan memperpanjang umur pakai atau kinerja. Kontrol juga penting dalam

maintenance, termasuk pemantauan kondisi dan tindakan korektif saat ada ketidaknormalan. Dengan pemantauan rutin, kerusakan dapat diidentifikasi dan diperbaiki sejak dini, menjaga keandalan dan efisiensi sistem. Kontrol yang baik memastikan bahwa sistem atau objek tetap beroperasi dengan optimal. [10]

C. Arduino Mega 2560



Gambar 2. Arduino Mega 2560

(Sumber : <https://www.electroschematics.com/arduino-mega-2560-pinout/>)

Mikrokontroler ATmega2560 adalah anggota dari keluarga AVR, dengan kapasitas memori flash sebesar 256 KB. AVR (Alf and Vegard's Risc Processor) merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit yang diproduksi oleh ATMEL Inc. Board Arduino Mega 2560 adalah salah satu board Arduino yang menggunakan IC Mikrokontroler ATmega2560. Board ini menawarkan jumlah pin I/O yang cukup banyak, yaitu 54 digital input/output, dengan 15 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM. Selain itu, terdapat juga 16 input analog dan 4 UART.[11]

D. Sensor BH1750

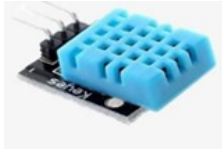


Gambar 3. Sensor BH1750

(Sumber : <https://kunkune.co.uk/shop/arduino-sensors/gy-302-bh1750-light-intensity-digital-sensor-3-5v/>)

BH1750 adalah sensor cahaya digital yang mengukur intensitas cahaya lingkungan dengan akurasi tinggi dalam satuan lux. Menggunakan teknologi fotodioda sensitif dan antarmuka I2C, sensor ini mudah berkomunikasi dengan mikrokontroler. Cocok untuk aplikasi seperti sistem pencahayaan otomatis dan pengontrol lingkungan, BH1750 dapat mengukur cahaya dari 1 lux hingga 65535 lux, mulai dari kondisi gelap hingga sinar matahari langsung.[12]

E. Sensor DHT-11



Gambar 4. Sensor DHT-11

(Sumber : <https://www.kuonshun-ks.com/uno/uno-sensor/dht11-temperature-and-humidity-sensor-module-with.html>)

Sensor DHT11 adalah sensor populer untuk mengukur suhu dan kelembaban, sering digunakan dalam proyek elektronika. Desainnya sederhana dan mudah digunakan, cocok untuk pemula maupun yang berpengalaman. DHT11 mengukur suhu dari 0°C hingga 50°C dengan akurasi $\pm 2^\circ\text{C}$ dan kelembaban dari 20% hingga 90% dengan akurasi $\pm 5\%$. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi perubahan resistansi yang dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban. Keunggulannya adalah kemudahan penggunaan, hanya memerlukan satu pin data untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, dan harganya terjangkau. Library khusus tersedia untuk berbagai platform seperti Arduino dan Raspberry Pi, memudahkan pengguna dalam membaca data.[13]

F. Sensor TDS Water Quality



Gambar 5. Sensor TDS Water Quality

(Sumber : <https://how2electronics.com/tds-sensor-arduino-interfacing-water-quality-monitoring/>)

Sensor TDS (Total Dissolved Solids) adalah alat penting untuk memantau kualitas air dengan mengukur jumlah padatan terlarut. Sensor ini menggunakan prinsip konduktivitas listrik untuk menentukan konsentrasi padatan dalam air, yang mempengaruhi kesehatan, pertumbuhan tanaman, dan kinerja peralatan. Sensor TDS biasanya memiliki dua elektroda yang mengalirkan arus listrik melalui air untuk mengukur konduktivitas dan menghasilkan nilai TDS.[14]

G. Pompa Sinleader SL-3500



Gambar 6. Waterpump Sinleader SL-3500

(Sumber :

<https://www.cnsinleader.com/shengshi/product.html?a=16>)

Pompa air 12V dengan tekanan 80 psi adalah perangkat yang sangat berguna untuk berbagai kebutuhan, mulai dari

sistem irigasi pertanian hingga aplikasi industri yang memerlukan tekanan tinggi. Pompa ini mampu menghasilkan aliran air yang kuat dan stabil, serta beroperasi dengan daya listrik rendah, yaitu 12 volt, sehingga mudah diintegrasikan dengan sistem yang menggunakan baterai atau sumber daya portabel lainnya.[15]

H. Relay



Gambar 7. Relay

(Sumber : <https://microcontrollerslab.com/5v-single-channel-relay-module-pinout-working-interfacing-applications-datasheet/>)

Relay merupakan komponen krusial dalam sistem listrik yang menggunakan sinyal kontrol untuk mengatur aliran arus. Input relay biasanya berupa tegangan DC atau AC dengan rentang 5 hingga 24 volt, yang mengaktifkan kumparan elektromagnetik dalam relay dan menciptakan medan magnet untuk menggerakkan sakelar atau kontak. Jenis relay, seperti elektromagnetik, mengontrol arus dalam sirkuit utama dengan kemampuan menangani daya dari beberapa milliamper hingga beberapa ampere, tergantung pada rating daya yang ditentukan. Selain tegangan dan arus, faktor lain seperti resistansi kontak, waktu respons, dan siklus hidup relay juga berperan penting dalam keefektifan dan keamanan sistem listrik.[16]

I. Fitting Lampu



Gambar 8. Fitting Lampu

(Sumber :

<https://siplah.eurekabookhouse.co.id/satdik/product/1003815/1819323-1819323-fitting-lampu--/>)

Fitting lampu merupakan komponen krusial dalam sistem instalasi listrik, berfungsi menghubungkan lampu dengan sumber daya listrik. Proses pemilihan fitting lampu harus mempertimbangkan jenis lampu yang akan digunakan, tegangan listrik yang sesuai, dan daya lampu untuk memastikan kompatibilitasnya. [17]

J. Fan 12V



Gambar 9. Fan 12 V

(Sumber : <https://store.fut-electronics.com/products/brushless-dc-fan-60x60mm-12v>)

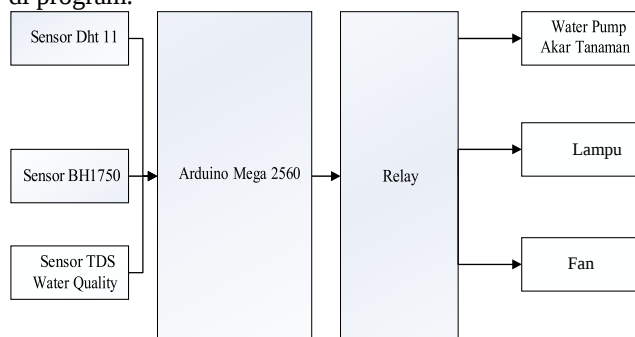
Fan 12V adalah bagian penting dalam elektronik yang bekerja pada tegangan 12 volt. Fungsinya adalah menghasilkan aliran udara untuk mendinginkan komponen elektronik yang bisa terlalu panas. Fan ini sering digunakan dalam perangkat seperti komputer, router, dan perangkat elektronik lainnya untuk menjaga suhu komponen tetap stabil dan bekerja dengan baik. Dalam aplikasi elektronik, fan 12V membantu menjaga suhu komponen yang sensitif terhadap panas.[18]

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab III ini, diuraikan tahapan-tahapan dalam merancang sistem pemeliharaan kentang aeroponik. Proses penulisan dan perancangan sistem ini dibagi menjadi dua bagian inti, yaitu Perancangan Perangkat Keras dan Perancangan Perangkat Lunak

A. Perancangan Perangkat Keras

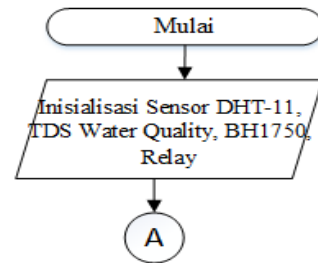
Pada blok diagram dibawah saya membahas input dan output dari judul saya yaitu “Rancang Bangun Sistem Pemeliharaan Kentang Aeroponik” yang dimana setiap sensor memiliki output sendiri sesuai dengan program yang telah dibuat. Pada diagram blok ditandai dengan kotak bergaris putus-putus yang menandakan pengembangan sensor yang ditambahkan pada alat sebelumnya. Prinsip kerjanya setelah semua sensor mendapatkan nilai yang sesuai maka mikrokontroller akan melakukan inisiasi ke output yang telah di program.



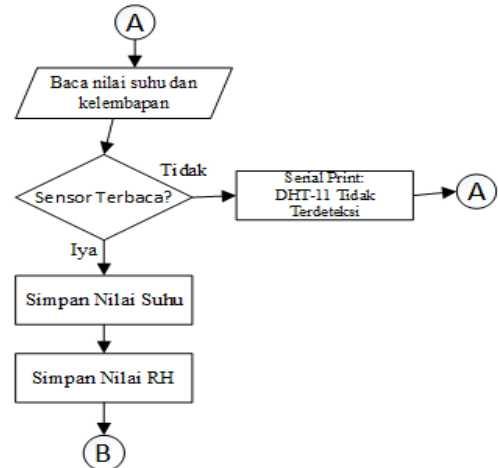
Gambar 10. Blok Perancangan

B. Perancangan Perangkat Lunak

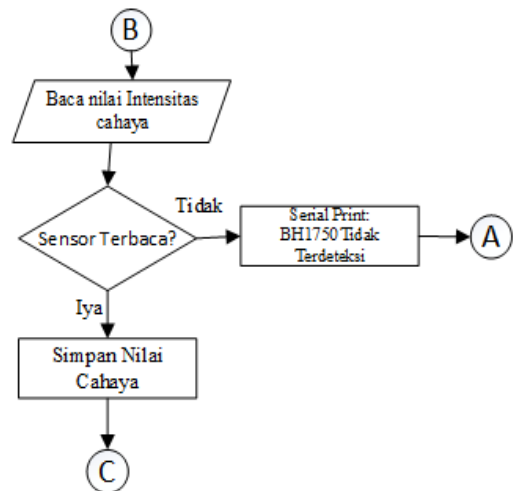
Flowchart berikut menjelaskan alur kerja dari perangkat lunak yang akan diimplementasikan:



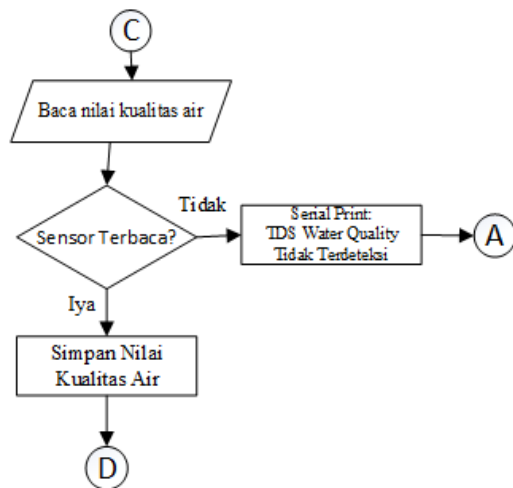
Gambar 11. Inisialisasi sensor



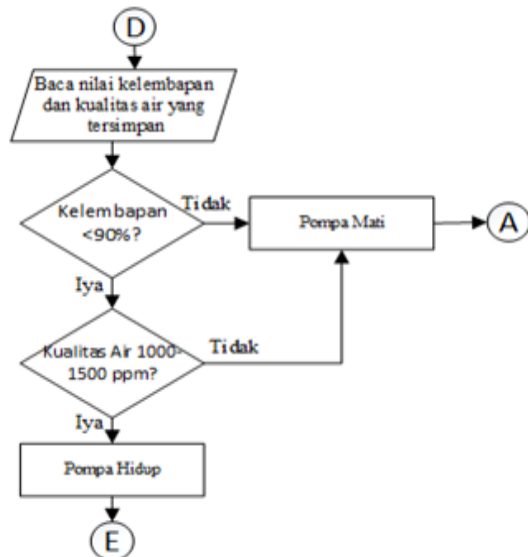
Gambar 12. Pembacaan sensor suhu dan kelembapan



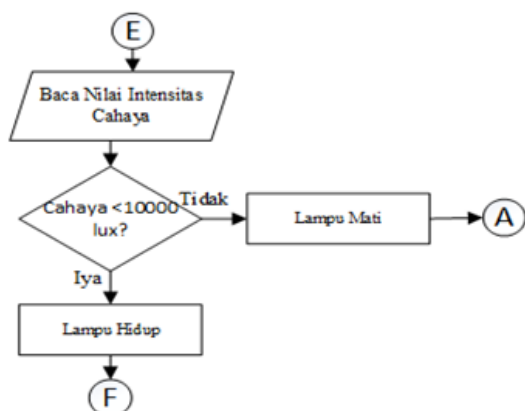
Gambar 13. Pembacaan sensor cahaya



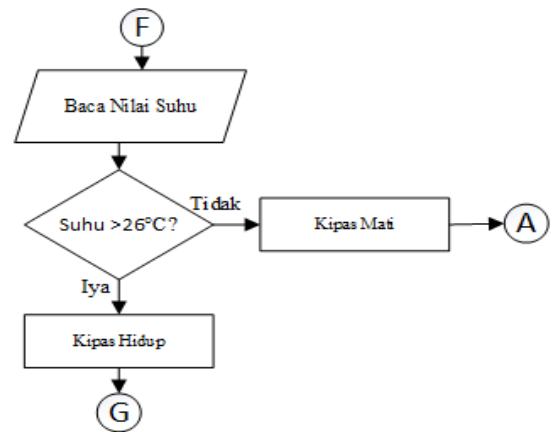
Gambar 14. Pembacaan sensor kualitas air



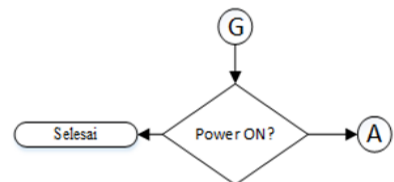
Gambar 15. Proses output dari kualitas air dan kelembapan



Gambar 16. Proses output dari nilai cahaya



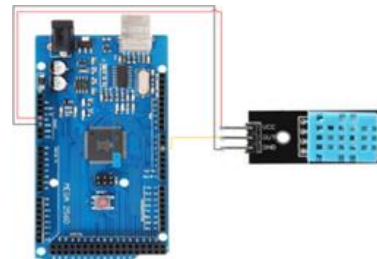
Gambar 17. Proses output dari nilai suhu



Gambar 18. Proses loop sistem

C. Perancangan Sensor Suhu dan Kelembapan

Agar tanaman kentang tetap sehat pada usia 2 hingga 4 minggu, suhu udara dan kelembapan lingkungan harus dijaga antara 22 hingga 25°C dan 90 hingga 100%. Untuk memantau suhu dan kelembapan ini, diperlukan sensor yang dapat mengukur secara akurat dalam rentang 15 hingga 35°C dan 50 hingga 95%. Sensor suhu DHT-11 dipilih karena sesuai dengan spesifikasi teknis yang diperlukan. berikut adalah desain dari perancangan sensor DHT- 11 pada Arduino Mega 2560 pada gambar 13.



Gambar 19. Wiring DHT-11

Ketika menghubungkan DHT-11 dengan Arduino, penting untuk memperhatikan karakteristik kelistrikan dari DHT-11. Dengan memahami karakteristik ini, kebutuhan daya DHT-11 yang harus disuplai oleh Arduino dapat diidentifikasi.

Perhitungan Kapasitas Daya untuk Sensor DHT-11:

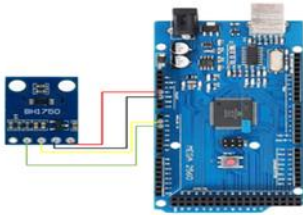
- Kondisi Minimum
Tegangan (V) = 3.3V
Arus (I) = 0.3mA (atau 0.0003A)
Daya (P): $3.3V \times 0.0003A = 0.00099W = 0.99mW$
- Kondisi Normatif
Tegangan (V) = 5V
Arus (I) = 0.3mA (atau 0.0003A)
Daya (P): $5V \times 0.0003A = 0.0015W = 1.5mW$

- Kondisi Maksimum
Tegangan (V) = 5.5V
Arus (I) = 0.3mA (atau 0.0003A)
Daya (P): $5.5V \times 0.0003A = 0.00165W = 1.65mW$.

Sensor DHT-11 membutuhkan daya sebesar 0.99mW pada kondisi minimum, 1.5mW pada kondisi normatif, dan 1.65mW pada kondisi maksimum.

D. Perancangan Sensor Cahaya

Untuk menjaga kesehatan tanaman kentang pada usia 2 hingga 4 minggu, intensitas cahaya di lingkungan harus berada dalam kisaran 10.000 hingga 40.000 lux. Agar kondisi cahaya ini dapat dipantau dengan akurat, diperlukan sensor yang mampu mengukur dalam rentang 0 hingga 40.000 lux. Modul sensor cahaya BH1750 telah dipilih karena sesuai dengan spesifikasi teknis yang diperlukan. Berikut adalah desain dari perancangan sensor DHT-11 pada Arduino Mega 2560 pada gambar 14.



Gambar 20. Wiring BH1750

Hal yang perlu diperhatikan saat menghubungkan antara BH1750 dan Arduino adalah karakteristik kelistrikan dari BH1750. Sehingga dapat diketahui berapa kebutuhan daya dari BH1750 dari Arduino.

Perhitungan Kapasitas Daya untuk Sensor BH1750:

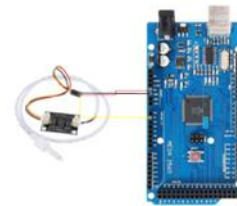
- Kondisi Minimum:
Tegangan (V) = 2.4V
Arus (I) = 0.12mA (atau 0.00012A)
Daya (P): $2.4V \times 0.00012A = 0.000288W$
- Kondisi Normatif:
Tegangan (V) = 3.0V
Arus (I) = 0.2mA (atau 0.0002A)
Daya (P): $3.0V \times 0.0002A = 0.0006W = 0.6mW$
- Kondisi Maksimum:
Tegangan (V) = 3.6V
Arus (I) = 0.5mA (atau 0.0005A)
Daya (P): $3.6V \times 0.0005A = 0.0018W = 1.8mW$.

Sensor BH1750 membutuhkan daya sebesar 0.288mW pada kondisi minimum, 0.6mW pada kondisi normatif, dan 1.8mW pada kondisi maksimum

E. Perancangan Sensor Kualitas Air

Agar tanaman kentang tetap sehat pada usia 2 hingga 4 minggu, tingkat nutrisi dalam air penyiraman harus dipertahankan dalam kisaran 1000 hingga 1500 ppm. Untuk mengawasi kualitas nutrisi ini, diperlukan sensor yang dapat mengukur secara akurat dalam rentang 0 hingga 2000 ppm. Sensor TDS Water Quality dipilih karena sesuai dengan spesifikasi teknis yang diperlukan. Berikut adalah desain dari

perancangan sensor TDS Water Quality pada Arduino Mega 2560 pada gambar 15.



Gambar 21. Wiring TDS Water Quality

Saat menghubungkan sensor TDS Water Quality dengan Arduino, penting untuk memperhatikan karakteristik kelistrikan sensor tersebut agar kebutuhan daya yang diperlukan dari Arduino bisa diketahui dengan jelas.

Perhitungan Kapasitas Daya untuk Sensor TDS Water Quality:

- Kondisi Minimum:
Tegangan (V) = 3.3V
Arus (I) = 3mA (atau 0.003A)
Daya (P): $3.3V \times 0.003A = 0.0099W = 9.9mW$
- Kondisi Normatif:
Tegangan (V) = 5V
Arus (I) = 5mA (atau 0.005A)
Daya (P): $5V \times 0.005A = 0.025W = 25mW$
- Kondisi Maksimum:
Tegangan (V) = 5.5V
Arus (I) = 6mA (atau 0.006A)
Daya (P): $5.5V \times 0.006A = 0.033W = 33mW$.

Sensor TDS Water Quality membutuhkan daya sebesar 9.9mW pada kondisi minimum, 25mW pada kondisi normatif, dan 33mW pada kondisi maksimum.

F. Perancangan Kapasitas Pompa

Agar sistem penyiraman tanaman kentang tetap berfungsi dengan baik, diperlukan pompa air yang dapat mengalirkan air sesuai kebutuhan. Pompa air SINLEADER SL-3500 dipilih karena sesuai dengan spesifikasi teknis yang diperlukan dan dapat dikendalikan menggunakan relay 5V yang terhubung ke Arduino Mega 2560. Berikut adalah desain dari perancangan sistem yang menghubungkan pompa air SINLEADER SL-3500 dengan Arduino Mega 2560 melalui relay 5V pada gambar 16.



Gambar 22. Wiring TDS Water Quality

Saat menghubungkan pompa air SINLEADER SL-3500 dengan Arduino melalui relay 5V, penting untuk memperhatikan karakteristik kelistrikan baik pada pompa maupun relay tersebut.

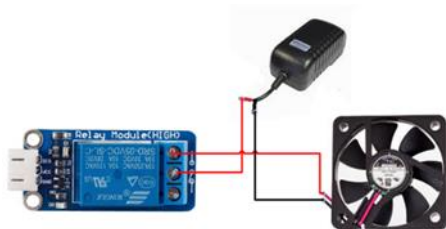
Perhitungan Kapasitas Daya untuk Pompa Air SINLEADER SL-3500:

- Kondisi Minimum:
Tegangan (V) = 12V
Arus (I) = 3A (atau 3.0A)
Daya (P): $12V \times 3.0A = 36W$
- Kondisi Normatif:
Tegangan (V) = 12V
Arus (I) = 3.2A (atau 3.2A)
Daya (P): $12V \times 3.2A = 38.4W$
- Kondisi Maksimum:
Tegangan (V) = 12V
Arus (I) = 3.33A (atau 3.33A)
Daya (P): $12V \times 3.33A = 39.96W \approx 40W$.

Pompa air SINLEADER SL-3500 membutuhkan daya sebesar 36W pada kondisi minimum, 38.4W pada kondisi normatif, dan 40W pada kondisi maksimum.

G. Perancangan Kapasitas Kipas

Untuk memastikan sirkulasi udara yang efisien dalam sistem, diperlukan kipas yang dapat beroperasi sesuai dengan kebutuhan. Kipas 12V dipilih karena memenuhi spesifikasi teknis yang diperlukan dan dapat dikendalikan melalui relay 5V yang terhubung ke Arduino Mega 2560, dengan dukungan catu daya tambahan sebesar 12V. Berikut adalah desain dari perancangan sistem yang menghubungkan kipas 12V dengan Arduino Mega 2560 melalui relay 5V dan catu daya tambahan 12V, pada gambar 17.



Gambar 23. Wiring BH1750

Hal yang perlu diperhatikan saat menghubungkan kipas 12V dengan Arduino melalui relay 5V adalah karakteristik kelistrikan dari kipas dan relay tersebut.

Perhitungan Kapasitas Daya untuk Kipas 12V:

- Kondisi Minimum:
Tegangan (V) = 12V
Arus (I) = 1.5A
Daya (P): $12V \times 1.5A = 18WP = 12V \times 1.5A = 18W$
- Kondisi Normatif:
Tegangan (V) = 12V
Arus (I) = 1.8A
Daya(P): $12V \times 1.8A = 21.6WP = 12V \times 1.8A = 21.6W$
- Kondisi Maksimum:
Tegangan (V) = 12V
Arus (I) = 2A
Daya (P): $12V \times 2A = 24WP = 12V \times 2A = 24W$

Kipas 12V membutuhkan daya sebesar 18W pada kondisi minimum, 21.6W pada kondisi normatif, dan 24W pada kondisi maksimum.

H. Perancangan Kapasitas Lampu

Untuk memastikan sistem pencahayaan pada tanaman berfungsi dengan baik, diperlukan lampu UVA/UVB yang dapat memancarkan spektrum cahaya yang sesuai. Lampu UVA/UVB 220V dipilih karena memenuhi spesifikasi teknis yang diperlukan dan dapat dikendalikan melalui relay 5V yang terhubung ke Arduino Mega 2560. Berikut adalah desain dari perancangan sistem yang menghubungkan lampu dengan Arduino Mega 2560 melalui relay 5V dan catu daya tambahan 220V, pada gambar 18.



Gambar 24. Wiring TDS Water Quality

Saat menghubungkan lampu UVA/UVB 220V dengan Arduino melalui relay 5V, penting untuk memperhatikan karakteristik kelistrikan dari lampu, relay, dan catu daya tambahan.

Kondisi Operasional:

Tegangan (V): 220V

Arus (I): 0.23A

Daya (P): $P = 220V \times 0.23A = 50.6W \approx 50W$

lampu UVA/UVB 220V membutuhkan daya sebesar 50W.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas hasil pengujian yang dilakukan terhadap alat, mulai dari hardware hingga software, dengan analisis terhadap setiap komponen yang diuji. Selain itu, pengujian gabungan antara software dan hardware juga akan dilakukan. Hasil dari pengujian ini akan menjadi dasar untuk menarik kesimpulan dan mengidentifikasi kekurangan yang perlu diperbaiki agar sistem dapat berfungsi sesuai dengan desain yang telah direncanakan.

1. Pengujian Sensor DHT-11

Pada pengujian ini penulis akan menguji apakah sensor dapat melakukan pengiriman data suhu dan kelembapan secara real-time. Dengan menggunakan thermometer sebagai tolak ukur perhitungan, sedangkan alat ukur sensor menggunakan fitur serial monitor yang ada pada Arduino IDE.

Tabel 1. Pengujian DHT-11

input	jarak sensor terhadap aplilin (cm)	Suhu terukur pada sensor DHT-11	Suhu terukur pada termometer	%Error	Rata-rata %Error
Suhu	10	37,2 °C	37 °C	0,54%	0,60%
	15	35,1 °C	35 °C	0,29%	
	20	33,3 °C	33°C	0,91%	
	25	33,1 °C	33 °C	0,30%	
	30	31,3 °C	31 °C	0,97%	

Dari tabel 1 hasil pengujian sensor DHT-11 dan thermometer pengukuran nilai suhu, diketahui bahwa persentase rata-rata error dari hasil pengukuran sebesar 0,6%. Berdasarkan nilai rata-rata error menunjukkan bahwa sensor DHT-11 mempunyai kemampuan deteksi terhadap suhu yang cukup baik sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi suhu pada keperluan proyek akhir ini.

2. Pengujian Sensor BH1750

Pada pengujian ini penulis akan menguji apakah sensor dapat melakukan pengiriman data intensitas cahaya secara real-time. Dengan data intensitas cahaya yang telah ditentukan dari intensitas optimal dengan menggunakan smartphone yang memiliki sensor intensitas cahaya sebagai tolak ukur perhitungan, sedangkan alat ukur sensor menggunakan fitur serial monitor yang ada pada Arduino IDE.

Tabel 2. Pengujian BH1750

input	Kondisi cuaca	Nilai pada sensor BH1750 (lux)	Nilai pada alat ukur (lux)	%Error	Rata-rata %Error
Cahaya	cerah	39152.9	41430	5,81%	4,9%
	mendung	112.00	116	3,44%	
	gelap	4.23	4	5,44%	

Dari tabel 2 hasil pengujian sensor BH1750 dan alat ukur dalam mengukur nilai cahaya, diketahui bahwa persentase rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 4,9%. Setelah dilakukan kalibrasi, nilai pengukuran sensor BH1750 menjadi lebih mendekati hasil pengukuran dari alat ukur. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor BH1750 memiliki kemampuan deteksi cahaya yang cukup baik dan dapat digunakan untuk mendeteksi cahaya dalam proyek akhir ini.

3. Pengujian Sensor TDS Water Quality

Pada pengujian ini penulis akan menguji apakah sensor dapat melakukan pengiriman data nilai TDS pada air secara real-time. Dengan data nilai TDS air yang telah ditentukan dari nilai optimal pada nilai, dengan menggunakan larutan kalibrasi TDS sebagai tolak ukur perhitungan, sedangkan alat ukur sensor menggunakan fitur serial monitor yang ada pada Arduino IDE.

Tabel 3. Pengujian TDS Water Quality

input	Jenis cairan pupuk	Nilai terukur pada sensor TDS Water Quality	Nilai pada alat ukur TDS	%Error	Rata-rata %Error
pupuk cair	Cairan A	647 ppm	656 ppm	1,37%	1,08%
	Cairan B	801 ppm	811 ppm	1,23%	
	Cairan A&B	1085 ppm	1092 ppm	0,64%	

Dari tabel 3 hasil pengujian sensor TDS Water Quality dan TDS meter pengukuran nilai ppm, diketahui bahwa persentase rata-rata error dari hasil pengukuran sebesar 1,08%. Setelah dilakukan kalibrasi, nilai pengukuran sensor BH1750 menjadi lebih mendekati hasil pengukuran dari alat ukur. Berdasarkan nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor TDS Water Quality mempunyai kemampuan deteksi terhadap jumlah ppm yang cukup baik sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi nilai ppm pada keperluan proyek akhir ini.

4. Pengujian Output Pompa

Pada pengujian ini penulis akan menguji apakah water pump dapat bekerja jika mendapatkan data yang sesuai secara real-time. Delay yang terjadi pada saat data sensor kelembapan dan sensor TDS Water Quality telah mencapai nilainya.

Tabel 4. Pengujian kondisi pompa

Nilai output kelembapan	Nilai output ppm	Kondisi Pompa
73%	1000 ppm	ON
93%	1000 ppm	OFF
91%	500 ppm	OFF
80%	500 ppm	OFF

Dari tabel 4 menunjukkan bahwa pompa akan bekerja jika sudah memenuhi dari 2 nilai yang telah ditentukan apabila salah satu nilai ataupun semua nilai yang dikeluarkan memiliki kondisi yang kurang cukup maka pompa tidak akan menyala.

5. Pengujian Output Lampu

Pada pengujian ini penulis akan menguji apakah lampu pada dapat bekerja jika mendapatkan data yang sesuai secara real-time. Delay yang terjadi pada saat data sensor BH1750 telah mencapai nilainya.

Tabel 5. Pengujian kondisi lampu

input	Nilai output BH1750	Kondisi lampu
Cahaya	42000	OFF
	36000	OFF
	5700	ON
	4	ON

Tabel pengujian 5 ini menunjukkan bagaimana sensor cahaya BH1750 yang terhubung dengan Arduino digunakan untuk mengontrol kondisi lampu UVA dan UVB berdasarkan intensitas cahaya yang terdeteksi. Pada intensitas cahaya 42.000 lux dan 36.000 lux, lampu tetap mati (OFF) karena cahaya di lingkungan cukup terang, jadi tidak memerlukan cahaya tambahan dari lampu. Ketika intensitas cahaya turun menjadi 5.700 lux, lampu dinyalakan (ON) karena cahaya dianggap cukup redup, memerlukan pencahayaan tambahan. Saat intensitas cahaya sangat rendah, yaitu 4 lux, lampu tetap menyala untuk memastikan pencahayaan UVA dan UVB yang memadai. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem pengendalian lampu UVA dan UVB ini dirancang untuk menyalakan lampu ketika intensitas cahaya turun di bawah ambang batas tertentu, sementara lampu tetap mati saat cahaya di lingkungan masih cukup terang.

6. Pengujian Output Kipas

Pada pengujian ini penulis akan menguji apakah fan 12V dapat bekerja jika mendapatkan data yang sesuai secara real-time. Delay yang terjadi pada saat data sensor suhu telah mencapai nilainya.

Tabel 6. Pengujian kondisi kipas

input	Nilai output suhu DHT-11	Kondisi kipas
Suhu	28°C	ON
	27°C	ON
	26°C	OFF
	31°C	ON

Tabel pengujian 6 ini menunjukkan bagaimana sensor suhu DHT-11 yang terhubung dengan Arduino digunakan untuk mengontrol kondisi kipas berdasarkan suhu yang terdeteksi. Pada suhu 28°C, kipas dinyalakan untuk membantu menurunkan suhu. Saat suhu turun sedikit ke 27°C, kipas tetap menyala, menunjukkan bahwa sistem mempertahankan kipas dalam keadaan aktif pada suhu ini. Namun, ketika suhu mencapai 26°C, kipas dimatikan karena suhu dianggap cukup rendah sehingga tidak perlu pendinginan lebih lanjut. Sebaliknya, saat suhu naik hingga 31°C, kipas kembali dinyalakan untuk menurunkan suhu. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa sistem pengendalian kipas dirancang untuk menjaga suhu dalam batas tertentu, dengan kipas aktif ketika suhu mencapai atau melebihi ambang batas tertentu (di atas 26°C) dan mati ketika suhu turun di bawah ambang batas tersebut.

7. Pengujian Seluruh Sistem

Pada pengujian ini penulis akan menguji seluruh sistem yang dari rancang bangun sistem pemeliharaan kentang aeroponik jika input data dari sensor yang digunakan sesuai maka output yang telah ditetapkan akan melakukan kontrol untuk sistem tersebut.

Tabel 7. Pengujian kondisi sistem

Kondisi Humandity	Kondisi PPM	Kondisi Cahaya	Kondisi Suhu	Output Waterpump	Output Lampu	Output Kipas
77%	1203	41423	25 °C	ON	OFF	ON
75%	224	25321	27 °C	OFF	OFF	ON
91%	670	21489	31 °C	OFF	OFF	ON
83%	1117	3421	29 °C	ON	ON	ON
88%	975	4	23 °C	ON	ON	OFF
93%	1421	7819	25 °C	OFF	ON	OFF
96%	953	34131	26 °C	OFF	OFF	ON
81%	1163	3211	28 °C	ON	ON	ON
76%	532	43984	29 °C	OFF	OFF	ON
75%	1002	730398	30 °C	ON	OFF	ON

Dari table 7 menunjukkan bahwa output waterpump akan bekerja jika sudah memenuhi nilai dari 2 parameter humandity kurang dari 90% dan juga kondisi ppm yang berada pada nilai 950-1500 ppm, untuk output Fan 12V akan bekerja jika nilai kondisi suhu berada pada nilai >26°C, dan untuk output lampu akan menyala jika kondisi cahaya berada pada nilai <10000 lux, warna merah pada table menunjukkan input data dari waterpump adalah kelembaban dan kondisi air, warna kuning menunjukkan bahwa input data dari lampu adalah intensitas cahaya, dan warna hijau adalah input data dari fan 12V adalah suhu.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan menggunakan sensor DHT-11, sensor BH1750 dan sensor TDS Water Quality diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Apabila sensor DHT-11 mendeteksi kelembapan mendeteksi humandity <90% maka sistem kontrol akan melakukan tindakan mengaktifkan waterpump Sinleader SL-3500 untuk menjaga kestabilan kelembapan pada sistem.
2. Pada sensor TDS Water Quality jika mendeteksi kadar cairan pupuk dibawah 900 ppm atau diatas 1500 ppm maka waterpump tidak akan aktif.
3. Untuk menjaga kestabilan dan kesehatan sistem tanaman maka kelembapan harus tetap berada di atas 90% dan zat pupuk cair berada di nilai 900-1100 ppm maka dari itu untuk mengaktifkan waterpump 2 parameter ini dibutuhkan.
4. Saat sensor BH1750 mendeteksi nilai cahaya untuk perkembangan sistem berada dibawah 6000 lux maka akan mengaktifkan lampu sebagai kontrol untuk cahaya tetap berada diatas nilai 6000 lux.
5. Ketika sensor DHT-11 mendeteksi suhu pada sistem > 25°C maka sistem kontrol akan melakukan tindakan mengaktifkan Fan 12V untuk menjaga kestabilan suhu pada sistem.

B. Saran

Proyek akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan yang dapat menjadi saran untuk pengembangan proyek akhir ke depannya, yaitu:

1. Saat ini alat proyek akhir hanya menggunakan output lampu yang mana nilai cahaya dari lampu selalu sama. Maka dari itu untuk hasil yang lebih baik pada proyek selanjutnya bisa

menambahkan sistem untuk kontrol intensitas cahaya pada tanamannya secara langsung.

2. Proyek akhir ini memiliki kekurangan pada monitoring secara offline untuk itu pada tahap selanjutnya dapat menambahkan monitoring secara online maupun kontrol secara online.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Geovanie et al., "Sistem Pemantauan dan Kendali Tanaman Kentang Media Aeroponik Berbasis Internet of Things," *Jurnal Ilmiah CESS (Computing, Engineering, and Science)*, vol. 4, no. 2, pp. 235-249, Januari 2023. [Online]. Available: www.jurnal.unimed.ac.id.
- [2] Hidayah, P., Izzati, M., & Parman, S. (2017). "Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L. var. Granola) pada Sistem Budidaya yang Berbeda." *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, vol. 2, no. 2, pp. 218-225, Agustus 2017. [Online]. Available: www.jurnal.unimed.ac.id
- [3] B. Hidayati et al., "Analisis Kelembaban Udara pada Proses Dehumidifikasi Kentang Menggunakan Sistem Refrigerasi," *Jurnal Austenit*, vol. 12, no. 1, 2020.
- [4] N. Wina Sumiar, "Pengembangan Sistem Pengaturan Larutan Nutrisi Otomatis Pada Budidaya Kentang Aeroponik Development of Automatic Nutrient Solution Regulatory System in Aeroponic Potato Cultivation", [Online]. Available: <http://journal.ipb.ac.id/index>.
- [5] A. Subandi and M. Widodo, "Rancang Bangun Sistem Aeroponik Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler," p. 2016.
- [6] Samuel Siregar, "Monitoring dan Kontrol Sistem Penyemprotan Air untuk Budidaya Aeroponik Menggunakan NodeMCU ESP8266", vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2018.
- [7] A. W. Wicaksono, E. R. Widasari, and F. Utaminigrum, "Implementasi Sistem Kontrol dan Monitoring pH pada Tanaman Kentang Aeroponik secara Wireless," 2017. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [8] M. Geovanie et al., "Sistem Pemantauan dan Kendali Tanaman Kentang Media Aeroponik Berbasis Internet of Things," *Jurnal Ilmiah CESS (Computing, Engineering, and Science)*, vol. 4, no. 2, pp. 235-249, Januari 2023. [Online]. Available: www.jurnal.unimed.ac.id.
- [9] E. Budiraharjo, T. Ujianto, R. I. Fitria, A. Sofyan, and R. Prasetya, "Sistem Pemantauan dan Penyiraman Otomatis Di Penanaman Kentang Berbasis IoT", [Online]. Available: <http://kentang.makers.vip/>.
- [10] A. W. Saputro, H. Rianto, and A. Suprpto, "Hasil Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*, L. var. Granola L. (G1)) pada Berbagai Konsentrasi *Trichoderma* sp. dan Media Tanam," 2019.
- [11] S. Panjaitan, Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Banjarbaru, J. A. Yani Km, and L. Ulin Banjarbaru Kalimantan Selatan, "Pengaruh Pemeliharaan Terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Permudaan Alam dalam Sistem Silvikultur Tebang Rumpang," 2021.
- [12] C. Yohana Windra, "Penerapan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai Monitoring pada Pembacaan Arus 3 Fasa di Gardu Induk 150 kV Lubuk Alung," vol. 10, no. 1, p. 2021, doi: 10.21063/JTE.2021.31331007
- [13] Desnanjaya, I. G. M. N., Ariana, A. A. G. B., & Nugraha, I. M. A., "Room Monitoring Uses ESP-12E Based DHT22 and BH1750 Sensors," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 3, no. 2, pp. 205, March 2022. [Online]. Available: <http://journal.umy.ac.id/index.php/jrc>.
- [14] H. Jurnal, Y. Nur, I. Fathulrohman, A. Saepuloh, and M. Kom, "Jurnal Manajemen dan Teknik Informatika Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan Arduino Uno," *Jumantaka*, vol. 2, pp. 1, 2018. [Online]. Available: www.jurnal.unim.ac.id.
- [15] Sulistiyanto, Setyobudi, R., & Tijaniyah, "Utilization of TDS Sensors for Water Quality Monitoring and Water Filtering of Carp Pools Using IoT," *EUREKA: Physics and Engineering*, no. 669, pp. 1-10, 2023. [Online]. Available: www.jurnal.unimed.ac.id.
- [16] Mohammad Noviansyah and H. Saiyar, "Perancangan Alat Kontrol Relay Lampu Rumah Via Mobile," 2019.
- [17] S. Indah Purnama and Y. Sonatha, "Fitting(Tempat Lampu) Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Arduino." [Online]. Available: <http://jurnal-itsi.org>.
- [18] M. Saad, "Automatic Fan Speed Control System using Microcontroller," 2014. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/321319101>.

VII. BIODATA PENULIS



Aditya Taufiq, lahir di Malang pada tanggal 16 Juni 2000, Penulis menyelesaikan Sekolah Menengah Kejuruan Al-Madani Pontianak pada tahun 2018. Selanjutnya melakukan pendidikan di perguruan tinggi Institut Teknologi Nasional Malang dengan memilih program studi Teknik Elektro S-1 konsentrasi Elektronika. Selama kuliah penulis memiliki kegiatan menjadi asisten laboratorium embedded. Akhir kata dari penulis mengucapkan terimakasih dan rasa syukur yang sebanyak-banyaknya atas selesainya penelitian ini dengan judul "Rancang Bangun Sistem Pemeliharaan Kentang Aeroponik".