

## HANDRYER OTOMATIS DENGAN SENSOR TINGKAT KELEMBAPAN UNTUK MENGOPTIMALKAN PENGERINGAN TANGAN

JOERDA FALANTA <sup>1</sup>, SULAIMAN <sup>2</sup>, MUHAMMAD ARIANDI <sup>3</sup>, MUHAMMAD NOVRIANDA DASMEN <sup>4</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains Teknologi, Universitas Bina Darma <sup>1234</sup>

Email: [joerdafalanta1@gmail.com](mailto:joerdafalanta1@gmail.com) <sup>1</sup>, [sulaiman@binadarma.ac.id](mailto:sulaiman@binadarma.ac.id) <sup>2</sup>,  
[muhamad\\_ariandi@binadarma.ac.id](mailto:muhamad_ariandi@binadarma.ac.id) <sup>3</sup>, [rahmat.novrianda.d@gmail.com](mailto:rahmat.novrianda.d@gmail.com) <sup>4</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v8i1.6336>

**Abstract:** Conventional hand dryers often rely on manual buttons or simple infrared sensors, which can pose risks of germ transmission and limitations in responsiveness and detection accuracy. This paper proposes an innovative solution by integrating Internet of Things (IoT) technology to develop an automated hand dryer connected online using an ESP32 microcontroller. IoT technology enables remote control and real-time monitoring, enhancing cleanliness and health by reducing direct contact with the device's surface. The study includes testing proximity sensors, thermocouples, and moisture sensors to ensure optimal performance. Proximity sensors demonstrate good responsiveness within 0-5 cm, thermocouples effectively manage temperature, and moisture sensors provide appropriate audio feedback based on hand moisture conditions. The findings indicate that the IoT-integrated automated hand dryer not only improves usage efficiency but also significantly contributes to public hygiene and health, offering potential innovation in sanitation technology.

**Keywords:** Automated Hand Dryer, Internet of Things (IoT), ESP32 Microcontroller, Proximity Sensor, Thermocouple Sensor, Moisture Sensor

**Abstrak:** Perangkat handryer konvensional sering mengandalkan tombol manual atau sensor infra merah sederhana, yang dapat menimbulkan risiko penularan kuman dan keterbatasan dalam responsivitas serta akurasi deteksi. Artikel ini mengusulkan solusi inovatif melalui penerapan teknologi Internet of Things (IoT) untuk mengembangkan handryer otomatis yang terhubung secara online menggunakan mikrokontroler ESP32. Teknologi IoT memungkinkan kontrol jarak jauh dan pemantauan real-time, meningkatkan kebersihan dan kesehatan dengan mengurangi kontak langsung dengan permukaan perangkat. Penelitian ini juga mencakup pengujian sensor proximity, thermocouple, dan kelembapan untuk memastikan performa yang optimal. Sensor proximity menunjukkan responsifitas yang baik dalam jarak 0-5 cm, sensor thermocouple secara efektif mengelola suhu, dan sensor kelembapan memberikan umpan balik suara yang sesuai berdasarkan kondisi kelembapan tangan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem handryer otomatis yang terintegrasi dengan IoT tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap kebersihan dan kesehatan masyarakat, serta menawarkan potensi inovasi dalam teknologi sanitasi.

**Kata Kunci:** Handryer Otomatis, Internet of Things (IoT), Mikrokontroler ESP32, Sensor Proximity, Sensor Thermocouple, Sensor Kelembapan

### A. Pendahuluan

Perangkat handryer konvensional seringkali menggunakan tombol manual atau sensor infra merah sederhana untuk mengaktifkan proses pengeringan tangan. Namun, dalam situasi tertentu, penggunaan tombol manual dapat menimbulkan risiko penularan kuman karena kontak langsung dengan permukaan perangkat. Di sisi lain, sensor infra merah yang digunakan dalam beberapa handryer saat ini memiliki keterbatasan dalam responsivitas dan akurasi deteksi, yang dapat mengurangi efisiensi penggunaan perangkat tersebut (Falanta et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam desain dan implementasi handryer yang dapat meningkatkan kinerja dan keamanannya.

Salah satu solusi yang menjanjikan adalah memanfaatkan teknologi IoT untuk mengembangkan handryer otomatis yang terhubung secara online. Dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang memiliki kemampuan terkoneksi dengan internet. Integrasi IoT ini juga memungkinkan adanya kontrol jarak jauh dan pemantauan real-time, sehingga pengelola dapat mengoptimalkan penggunaan perangkat secara efisien dan efektif (Sukaridhoto & D. ST Ph, 2016). Selain itu, penggunaan handryer

otomatis yang terhubung dengan IoT juga dapat meningkatkan kebersihan dan kesehatan, dengan mengurangi kontak langsung dengan permukaan perangkat. Dengan adanya sensor-sensor yang lebih canggih dan responsif, handryer dapat diaktifkan secara otomatis tanpa perlu menyentuh tombol atau sensor, sehingga mengurangi potensi penularan penyakit. Selain itu, data yang dikumpulkan melalui sensor-sensor tersebut juga dapat digunakan untuk melakukan analisis dan perbaikan lebih lanjut dalam desain dan pengoperasian handryer.

Dalam konteks ini, penelitian yang menggabungkan teknologi IoT dengan pengembangan perangkat sanitasi seperti handryer memiliki potensi untuk memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan kualitas hidup dan kesehatan masyarakat (Darmana & Sya'ban, 2015). Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memiliki nilai inovasi teknologi, tetapi juga memiliki dampak sosial yang positif dalam mendukung upaya pencegahan penyakit dan pengurangan risiko kontaminasi di lingkungan publik. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumbangan yang berarti dalam pengembangan teknologi sanitasi yang lebih canggih dan berkelanjutan.

Penelitian yang dilakukan oleh **Suradi, Faridah dan A. Patala Putra** yang berjudul **“Automatic Hand Dryer Berbasis Arduino Nano”**. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Nano dan sensor ultrasonik sebagai alat kontrol pengering tangan. Menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi gerakan tangan, mendapatkan informasi dan mengirimkannya ke mikrokontroler. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Nano untuk memproses input dan menggerakkan motor AC pada pengering tangan. Pengering tangan otomatis ini bisa memberikan kemudahan pengeringan tangan basah anda sehingga bisa menghemat waktu dan tenaga. Akan tetapi pada penelitian sering kali terkena air sehingga pembacaan data sensor jadi berkurang atau bahkan sering rusak. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh **Sultan Hady, Nalis Hendrawan dan Umar Dani** dengan judul **“Rancang Bangun Alat Hand Sanitizer Otomatis Berbasis Arduino”**. Sistem ini menggunakan mikrokontroler arduino uno sebagai otak dari alat hand sanitizer. Pada penelitian ini dibangun suatu alat hand sanitizer otomatis ini menggunakan arduino uno sebagai pengendali sistem, infrared obstacle sensor sebagai pendeteksi gerakan tangan dan micro servo MG996R sebagai penggerak untuk menekan tuas botol hand sanitizer. Penelitian ini menghasilkan sebuah alat hand sanitizer otomatis yang dapat digunakan tanpa harus menyentuh langsung botol hand sanitizer. Akan tetapi kekurangan pada penelitian ini menggunakan servo yang mana feedback dari servo bisa merusak program alat.

Pada alat rancang bangun handryer otomatis menggunakan ESP32 terintegrasi Internet of Things (IoT). ESP32 lebih mudah dalam koneksi terhubung ke aplikasi android secara IoT yang mana pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan mikrokontroler arduino uno dan nano yang mana perlu modul wifi untuk terhubung secara IoT. Maka penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Handryer Otomatis dengan Sensor Tingkat Kelembapan Untuk Mengoptimalkan Pengeringan Tangan”**.

## **B. Metodologi Penelitian**

### **Perencanaan Alat**

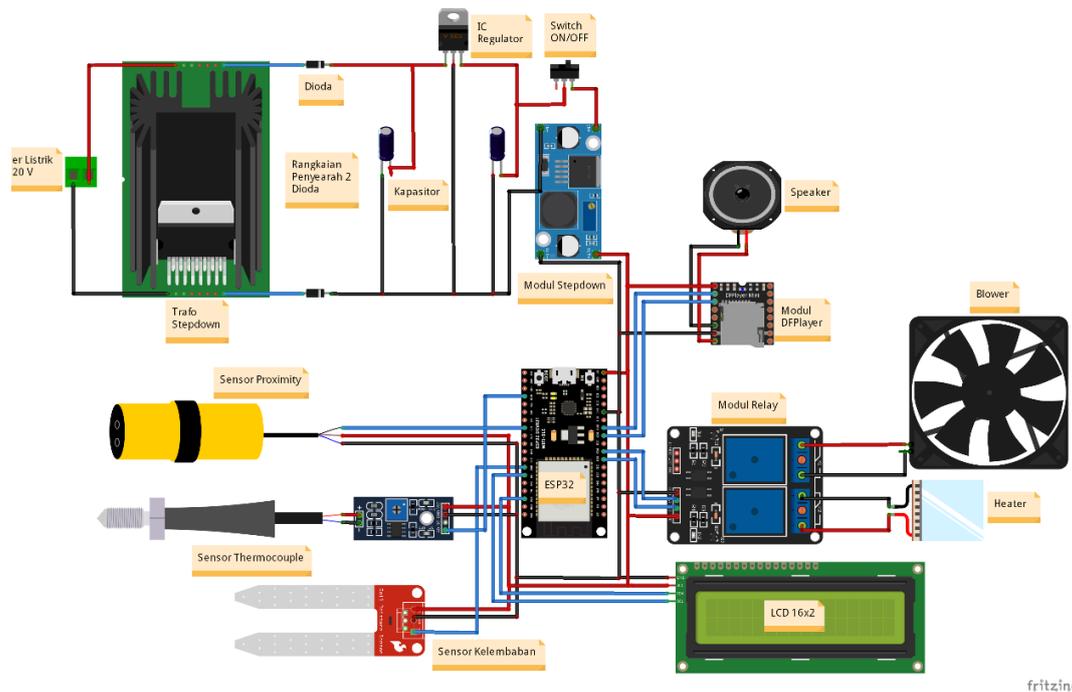
Pada tahap ini bertujuan agar pada saat proses pembuatan alat bisa berjalan dengan baik sesuai dengan apa yang diharapkan sampai akhir hingga alat tersebut bisa digunakan secara sempurna sesuai dengan keinginan. Yang pertama yaitu perencanaan hardware. Perencanaan hardware adalah dengan membuat desain alat yang bertujuan untuk menentukan tata letak komponen, agar komponen dapat dipasang secara benar dan teratur. Kemudian kedua yaitu perencanaan software dimana proses ini yang memprogram alat agar bisa berjalan atau digunakan sesuai apa yang di inginkan.

### **Perancangan Alat**

Pada tahap perancangan alat ini memiliki tujuan agar pada saat proses pembuatan alat bisa berjalan dengan baik sesuai dengan apa yang diharapkan sampai akhir hingga alat tersebut bisa digunakan secara sempurna sesuai dengan keinginan. Hal yang dilakukan saat ini yaitu membuat desain alat yang bertujuan untuk menentukan tata letak komponen, agar komponen dapat dipasang secara benar dan teratur. Selanjutnya, untuk membuat suatu rancang bangun alat ini maka dibutuhkan diagram alir (*flowchart*). Diagram alir (*flowchart*) ini bertujuan untuk merancang proses langkah-langkah dari alat ini agar bisa menghasilkan hasil yang sesuai dengan keinginan.

### Desain Alat

Desain alat yang akan digunakan pada alat Sistem rancang bangun handryer otomatis menggunakan ESP32 terintegrasi Internet of Things (IoT) akan digambarkan dengan rangkaian skematik dari alat tersebut seperti pada gambar dibawah ini:



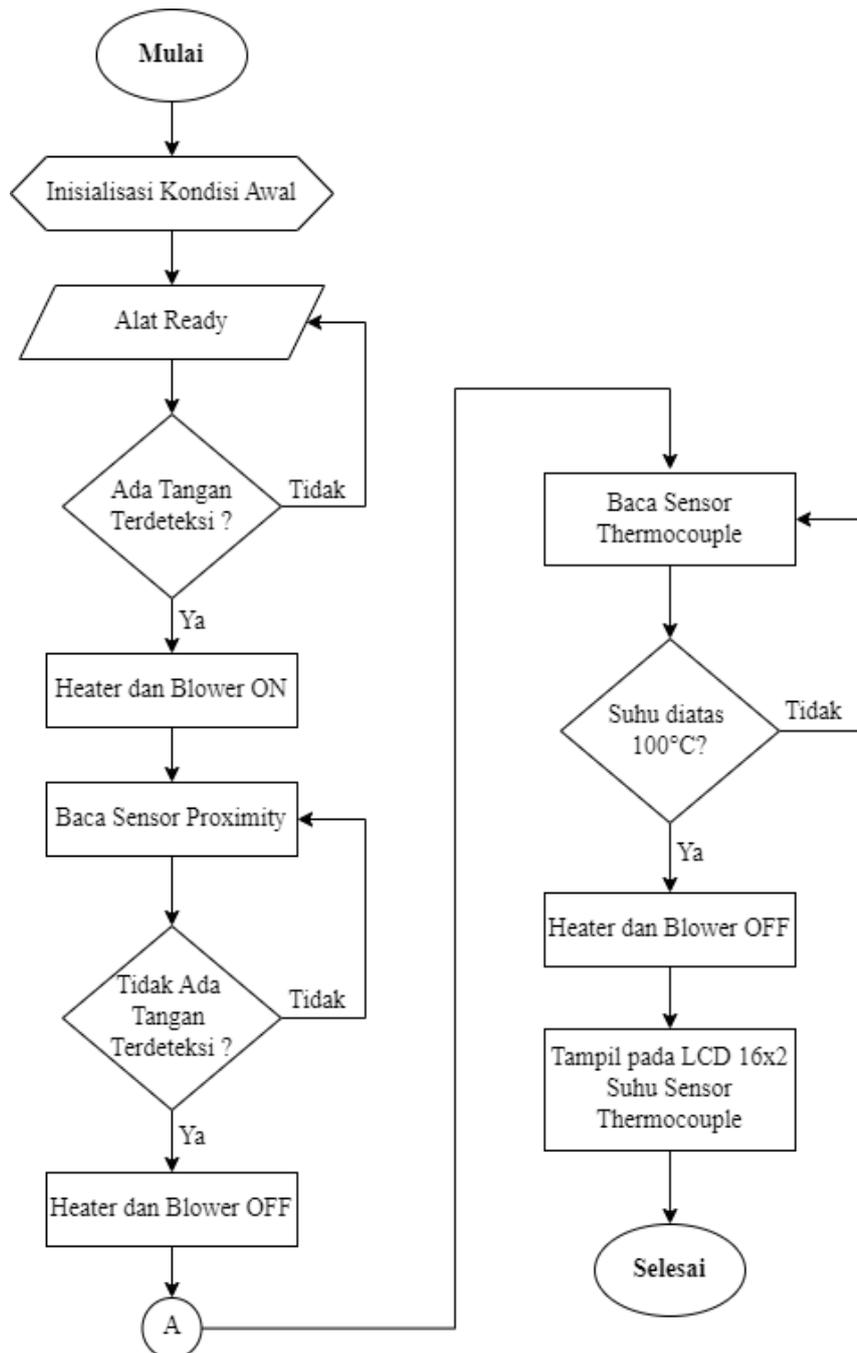
**Gambar 1.** Skematik Rangkaian  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

Pada gambar 1. Merupakan skematik rangkaian yang mana komponen-komponen yang digunakan pada penelitian ini. Berikut ini spesifikasi dan cara kerja komponen yang digunakan:

- PLN merupakan sumber daya utama yang digunakan dengan tegangan 220V.
- Catu daya 5VDC merupakan power supply yang digunakan pada penelitian ini dengan tegangan keluaran 5V DC dan arus maksimal 1A. pada power supply terdapat komponen seperti trafo, diode, kapasitor dan ic regulator.
- Modul stepdown LM2596 merupakan modul penurun tegangan dari catu daya 5VDC dan arusnya dari 3A sampai 5A, Sehingga sumber 5VDC ini akan menjadi sumber ke Tegangan 5VDC ini akan menjadi sumber ke sensor proximity, sensor thermocouple, modul relay dan LCD 16x2.
- Sensor proximity infrared yang digunakan berfungsi untuk mendeteksi adanya tangan yang akan dikeringkan.
- Sensor ultrasonik untuk mengetahui objek di depan handryer otomatis.
- ESP32 sebagai otak dari komponen yang digunakan.
- LCD 16x2 untuk menampilkan data suhu hasil pembacaan data sensor thermocouple.
- Modul Relay untuk mengaktifkan dan menonaktifkan heater dan blower.
- Modul DFPlayer sebagai driver speaker.
- Speaker sebagai indikator jika tangan masih lembab, sudah kering dan basah.

### Perancangan Software

Pada tahap ini, pembuatan *flowchart* dilakukan dengan merancang algoritma sederhana berupa diagram alur untuk memudahkan dalam pembuatan alat. Agar pembuatan alat dapat dilakukan dengan lancar, maka algoritma pada alat digambarkan dengan diagram alur terlebih dahulu seperti pada Gambar 2.



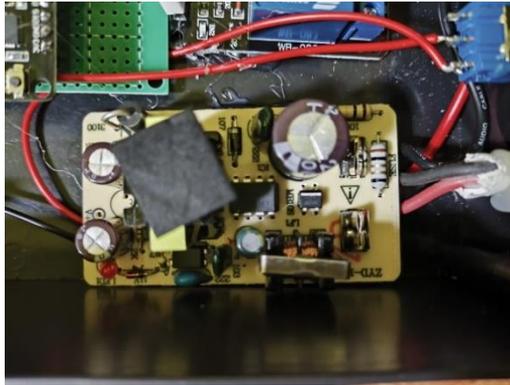
**Gambar 3. Flowchart**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

### Proses Pembuatan Alat

Pada bagian ini adalah proses pemasangan komponen **Rancang Bangun Handryer Otomatis Menggunakan Esp32 Terintegrasi Internet Of Things (IoT)** sebagai berikut:

#### a. Pemasangan Power Supply

Pada bagian ini yaitu pemasangan komponen-komponen yang digunakan dalam pemasangan power supply. Hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 3. Pemasangan Power Supply**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

**b. Pemasangan ESP32**

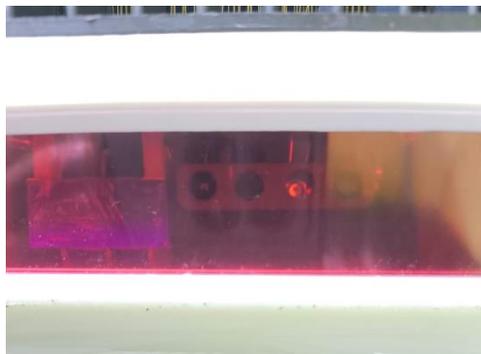
Pada bagian ini yaitu pemasangan esp32 yang digunakan dalam penelitian ini. Hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 4. ESP32**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

**c. Pemasangan Sensor Proximity**

Pada bagian ini yaitu pemasangan komponen-komponen yang digunakan yakni pemasangan sensor proximity. Hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 5. Pemasangan Sensor Proximity**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

**d. Pemasangan Sensor Kelembaban**

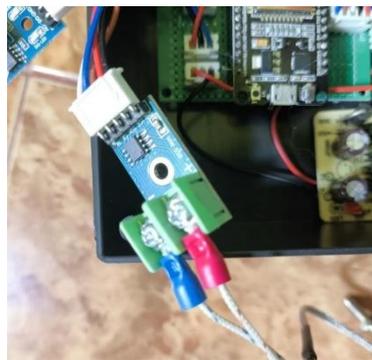
Pada bagian ini yaitu pemasangan komponen-komponen yang digunakan yakni pemasangan sensor kelembaban. Hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 6. Pemasangan Sensor Kelembaban**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

**e. Pemasangan Sensor Thermocouple**

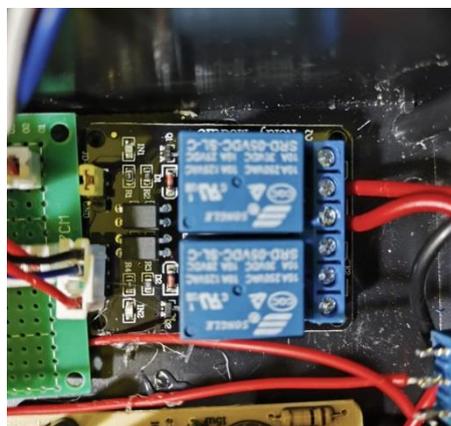
Pada bagian ini yaitu pemasangan komponen-komponen yang digunakan yakni pemasangan sensor thermocouple. Hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 7. Pemasangan Sensor Thermocouple**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

**f. Pemasangan Modul Relay**

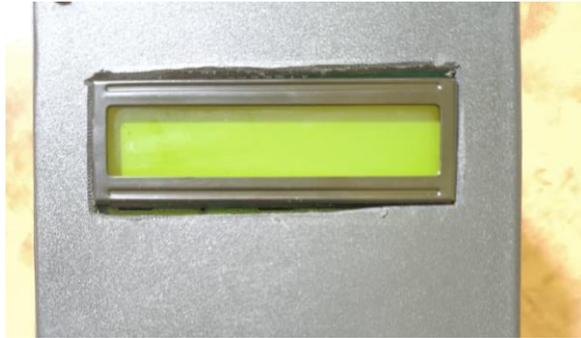
Pada bagian ini yaitu pemasangan komponen-komponen yang digunakan yakni pemasangan modul *relay*. Hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 8. Pemasangan Modul Relay**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

**g. Pemasangan LCD**

Pada bagian ini yaitu pemasangan komponen-komponen yang digunakan yakni pemasangan LCD. Hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 4. Pemasangan LCD**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

#### **h. Pemasangan Heater**

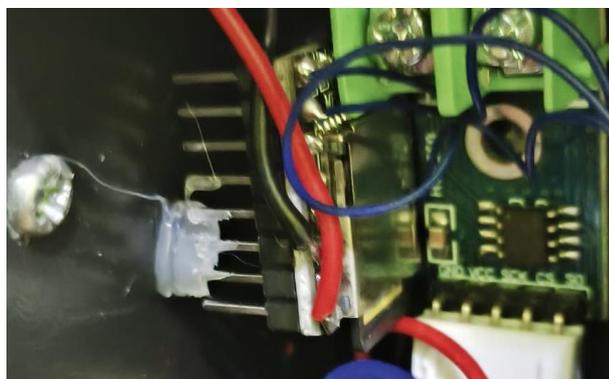
Pada bagian ini yaitu pemasangan komponen-komponen yang digunakan yakni pemasangan heater. Hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 5. Pemasangan Heater**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

#### **i. Pemasangan Modul DFPlayer**

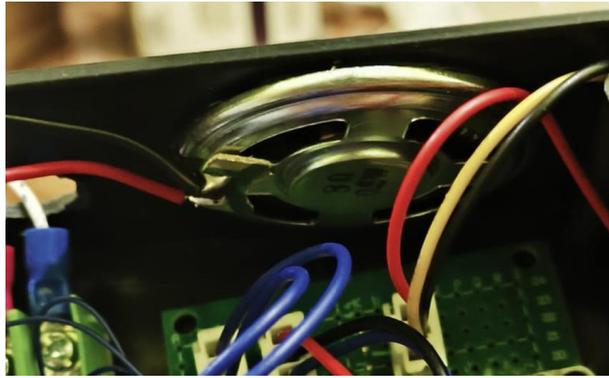
Pada bagian ini yaitu pemasangan komponen-komponen yang digunakan yakni pemasangan modul dfplayer. Hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 6. Pemasangan Modul DFPlayer**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

#### **j. Pemasangan Speaker**

Pada bagian ini yaitu pemasangan komponen-komponen yang digunakan yakni pemasangan spaker. Hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 7. Pemasangan Speaker**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

#### k. Proses Pengerjaan Alat

Pada bagian ini yaitu pemasangan progress pengerjaan alat. Hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 8. Proses Pengerjaan Alat**  
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

#### Cara Kerja Alat

Cara kerja alat penelitian ini, pertama alat dihubungkan ke sumber PLN 220V, Kemudian hidupkan switch ON/OFF yang digunakan. Setelah alat mendapatkan sumber power dari catu daya maka sensor dan komponen yang lain digunakan akan *ready* yang menandakan komponen sudah siap membaca perintah yang telah dibuat.

Pengujian alatnya, pertama letakkan tangan dibawah handryer maka apabila sensor proximity mendeteksi adanya tangan maka heater dan blower on, Kemudian jika sensor proximity tidak mendeteksi adanya tangan lagi maka heater dan blower off. Sensor thermocouple berfungsi untuk mendeteksi suhu pada handryer atau heater yang mana apabila suhu sudah diatas 100°C maka heater dan blower akan off. Data suhu sensot thermocouple akan tampil di LCD 16x2 beserta aplikasi android.

#### C. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian peralatan menunjukkan bahwa sistem memiliki waktu respon yang cepat, dengan heater menyala atau mati dalam waktu kurang dari setengah detik setelah suhu melintasi ambang batas 50°C. Misalnya, pada suhu 49°C, heater tetap menyala, tetapi ketika suhu naik menjadi 51°C, heater segera mati. Begitu suhu kembali turun di bawah 50°C, heater kembali menyala, menunjukkan bahwa sistem ini memiliki mekanisme kontrol suhu yang responsif dan efektif.

Pembahasan dari pengujian ini menunjukkan bahwa sistem handryer ini dirancang dengan baik untuk mengelola suhu secara otomatis, sehingga memberikan pengalaman pengguna yang aman dan

nyaman. Dengan mematikan heater pada suhu di atas 50°C, sistem tidak hanya melindungi komponen dari kerusakan akibat panas berlebih tetapi juga meningkatkan efisiensi energi. Secara keseluruhan, pengujian ini menegaskan bahwa sensor thermocouple bekerja dengan akurat dan konsisten, memastikan bahwa sistem handryer otomatis dapat memberikan performa optimal dalam kondisi yang berbeda.

Pengujian sensor kelembapan seperti pada table 4.5 menunjukkan hasil yang efektif dalam mengelola proses pengeringan tangan berdasarkan nilai analog kelembapan. Pada kondisi tangan yang sangat basah, dengan nilai analog di atas 2700, sistem secara tepat mengeluarkan suara melalui DFPlayer speaker. Ini berfungsi sebagai peringatan bagi pengguna bahwa pengeringan masih diperlukan, memastikan bahwa tangan tidak ditinggal dalam keadaan basah. Sebaliknya, pada kondisi lembab, yang ditunjukkan oleh nilai analog di bawah 2000, sistem juga mengeluarkan suara. Hal ini menandakan bahwa meskipun tangan hampir kering, pengeringan lebih lanjut masih diperlukan untuk mencapai tingkat kekeringan yang optimal.

Ketika nilai analog menunjukkan rentang antara 2000 hingga 2500, tangan dikategorikan sebagai "Kering". Dalam kondisi ini, sistem tetap mengeluarkan suara, memberikan konfirmasi bahwa pengeringan telah berhasil dilakukan. Umpan balik suara ini memastikan bahwa pengguna mendapatkan indikasi yang jelas bahwa tangan sudah kering dan siap digunakan. Pada kondisi normal, dengan nilai analog antara 2500 hingga 2700, sistem tidak mengeluarkan suara. Ini menunjukkan bahwa tangan berada dalam keadaan stabil dan tidak memerlukan pengeringan tambahan, menghindari gangguan yang tidak perlu dan memastikan bahwa suara hanya diberikan saat pengeringan benar-benar diperlukan.

Secara keseluruhan, sistem handryer otomatis menunjukkan performa yang baik dengan memberikan umpan balik suara yang sesuai pada kondisi tangan yang berbeda. Penggunaan sensor kelembapan dan modul DFPlayer speaker yang responsif memastikan bahwa sistem tidak hanya efektif dalam proses pengeringan tetapi juga meningkatkan kenyamanan pengguna dengan memberikan informasi yang tepat sesuai dengan kebutuhan pengeringan tangan.

#### D. Penutup

##### Kesimpulan

1. Sensor proximity dalam sistem *handryer* otomatis berfungsi dengan sangat baik dalam mendeteksi keberadaan tangan pada jarak 0 hingga 5 cm. Dengan waktu respon yang cepat, antara 0,2 hingga 0,45 detik, sensor ini memastikan blower menyala segera saat tangan berada di bawahnya. Sensor ini memiliki batas deteksi yang optimal, yaitu hingga 5 cm, yang membantu mencegah aktifnya blower saat tangan tidak berada di area yang diinginkan, sehingga mendukung efisiensi energi.
2. Sensor kelembapan dan modul DFPlayer speaker bekerja efektif dalam memberikan umpan balik suara berdasarkan kondisi kelembapan tangan. Sistem mengeluarkan suara pada kondisi tangan basah, lembab, dan kering, serta tidak mengeluarkan suara saat tangan dalam kondisi normal. Ini memastikan proses pengeringan tangan yang optimal dengan indikasi yang jelas, meningkatkan kenyamanan dan keefektifan penggunaan.

##### Saran

1. Untuk meningkatkan fleksibilitas sistem, pertimbangkan penyesuaian sensitivitas sensor proximity. Jika diperlukan, sensitivitas dapat diperluas untuk mendeteksi tangan pada jarak lebih jauh, atau dipersempit untuk meningkatkan ketepatan deteksi pada jarak lebih dekat. Penyesuaian ini dapat membantu menyesuaikan sistem dengan berbagai kebutuhan operasional dan lingkungan pengguna.
2. Meskipun sistem sudah efektif dalam mengelola suhu, pertimbangkan penambahan fitur pengaturan suhu yang lebih detail atau mode pemanasan yang berbeda untuk menyesuaikan dengan kondisi lingkungan yang bervariasi. Ini dapat membantu meningkatkan kenyamanan pengguna lebih lanjut dan mengadaptasi sistem pada berbagai situasi penggunaan.
3. Untuk meningkatkan pengalaman pengguna, tambahkan opsi umpan balik suara yang bervariasi, seperti suara yang berbeda untuk kondisi kelembapan yang berbeda. Ini akan memberikan indikasi yang lebih jelas tentang status pengeringan tangan dan meningkatkan interaksi pengguna dengan sistem. Selain itu, pastikan bahwa volume suara dapat diatur agar sesuai dengan lingkungan penggunaan.

**Daftar Pustaka**

- Anandya, G. R. "Rancang Bangun Lengan Robot Penjepit Pcb 3 Dof Berbasis Arduino untuk Proses Etching PCB Otomatis". Surabaya: ITS. 2019.
- Andi publisher Rafiuddin Syam., 2019, Dasar Dasar Teknik Sensor, Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Andrianto Heri, 2019, Belajar cepat dan Pemrograman Arduino: IF
- Buntarto, M.Pd, 2020, Dasar – Dasar sistem kontrol pada kendaraan: PB
- Immerra Lab. "Pengertian Proxy Sensor, jenis-jenis, dan prinsip kerja". 2021.
- Jaya, Hendra. "Desain dan Implementasi Sistem Robotika Berbasis Mikrokontroler". Makassar: Edukasi Mitra Grafika.2019.
- J. Billingsley and J. Billingsley. "Inverse Kinematics. Essentials Dyn". Vib. pp. 95–98. 2019.
- Kadir Abdul, 2022, Simulasi Arduino: Flex Media komputindo
- Kadir Abdul., 2023, Panduan praktis mempelajari aplikasi mikrokontroler dan programnya menggunakan arduino: Andi publisher
- M. Khorasani."Design and Kinematics Modeling of a Novel Haptic Device". 5th RSI Int. Conf. Robot. Mechatronics, no. IcRoM, pp. 421–425. 2019.
- M. Mustafa, R. Misuari, and H. Daniyal. Forward Kinematics of 3 Degree of Freedom Delta Robot. no. December, pp.3–6, 2020.
- PB Kadir Abdul, 2021, Simulasi Arduino: Flex Media komputindo Kadir Abdul., 2019, Panduan praktis mempelajari aplikasi mikrokontroler dan programnya menggunakan arduino
- Prabowo & Mahardika. D. "Analisis Pengaruh Kecepatan dan Massa Beban pada Conveyor Belt terhadap Kualitas Pengemasan Dan Kebutuhan Daya dan Arus Listrik di Bagian Produksi PT Indopintan Sukses Mandiri Semarang". undergraduate Thesis. Semarang: universitas Muhammadiyah Semarang 2019.
- Rafiuddin Syam., 2023, Dasar Dasar Teknik Sensor, Makassar: Universitas Hasanuddin
- Rusmad Dedy. 2019, Seri Elektronika Digital Dan Rangkaian, Bandung; CV .Pioner Jaya.
- Rusmad Dedy. 2021, Seri Elektronika Digital dan Rangkaian, Bandung; CV .Pioner Jaya
- Setiawan, Iwan. Buku Ajar Sensor Dan Transduser. Yogyakarta. 2019.
- Sumanto.Motor Arus Bolak Balik (Motor AC), Yogyakarta: Andi Offset.