

Rancang Bangun Sistem Kendali Monitoring Suhu Mesin Heat Press Berbasis Arduino Uno dan Sensor LM35 pada Mansyur Jersey

M. Daffa Fahri Lubis¹, Juliandri²

Sistem Komputer, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia
¹mdaffafahri14@gmail.com*, ²andri@dosen.pancabudi.ac.id

Corresponding Author: M. Daffa Fahri Lubis

ABSTRACT

This research aims to design and develop a temperature control and monitoring system for a heat press machine using Arduino Uno, with an LM35 sensor for temperature detection, an I2C LCD for displaying information, and LED indicators and a buzzer as status indicators. This system is designed to eliminate the need for operators to constantly monitor the machine's main screen, thereby improving work efficiency. The red LED lights up during the heating phase ($<150^{\circ}\text{C}$), while the green LED and active buzzer indicate readiness when the temperature reaches 150°C . Testing results show that the system can provide real-time and accurate temperature information. However, challenges were encountered due to fluctuating temperature readings, causing rapid changes in the LCD display. To address this issue, system improvements were implemented by using Arduino's 1.1V internal reference voltage and incorporating a sensor reading averaging filter to stabilize the displayed temperature. With this system, operators can work more efficiently without the need for constant manual temperature checks. The implementation of this system is expected to enhance temperature monitoring accuracy, reduce errors in the printing process, and support smooth production operations at PT. Mansyur Jersey.

Keywords: *Arduino Uno, LM35, LCD I2C, Heat Press, Kendali Suhu, Efisiensi Kerja*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem kendali dan monitoring suhu pada mesin heat press berbasis Arduino Uno, menggunakan sensor LM35 sebagai pendeteksi suhu, LCD I2C sebagai tampilan informasi, serta LED indikator dan buzzer sebagai penanda status mesin. Sistem ini dirancang agar operator tidak perlu terus-menerus memantau layar utama mesin, sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja. LED merah menyala saat suhu masih dalam tahap pemanasan ($<150^{\circ}\text{C}$), sedangkan LED hijau dan buzzer aktif berfungsi sebagai indikator kesiapan ketika suhu telah mencapai 150°C . Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan informasi suhu secara real-time dan akurat. Namun, ditemukan kendala berupa fluktuasi pembacaan suhu yang menyebabkan tampilan pada LCD berubah-ubah secara cepat. Untuk mengatasi hal ini, dilakukan perbaikan sistem dengan menerapkan tegangan referensi internal 1.1V pada Arduino, serta menambahkan filter rata-rata pembacaan sensor agar suhu yang ditampilkan lebih stabil. Dengan adanya sistem ini, operator dapat lebih efisien dalam bekerja tanpa harus terus-menerus memeriksa suhu secara manual. Penerapan sistem ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi pemantauan suhu, mengurangi kesalahan dalam proses penyablonan, serta mendukung kelancaran produksi di PT. Mansyur Jersey.

Kata Kunci: *Arduino Uno, LM35, LCD I2C, Heat Press, Kendali Suhu, Efisiensi Kerja*

1. Pendahuluan

Pada industri konveksi, khususnya pada proses produksi pakaian dengan metode sablon menggunakan mesin heat press, suhu mesin menjadi faktor krusial yang mempengaruhi hasil akhir [1]. Mesin heat press harus mencapai suhu kerja tertentu, yaitu 150°C , untuk memastikan proses sablon berjalan optimal dan menghasilkan kualitas terbaik. Permasalahan yang sering muncul adalah operator mesin harus memantau suhu secara manual melalui layar yang tersedia pada mesin. Hal ini tidak hanya membuang waktu tetapi juga mengganggu produktivitas



operator yang seharusnya dapat melakukan pekerjaan lain sembari menunggu mesin mencapai suhu yang diinginkan [2].

Mansyur Jersey menghadapi tantangan ini dalam operasional sehari-hari. Operator sering kali harus bolak-balik memeriksa suhu, yang dapat menimbulkan ketidakefisienan waktu dan tenaga. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memberikan informasi visual secara otomatis terkait status suhu mesin. Dengan adanya indikator berupa lampu pilot, operator dapat dengan mudah mengetahui kondisi suhu tanpa harus melihat layar mesin secara terus-menerus.

Sistem yang dirancang berbasis Arduino Uno dan sensor suhu LM35 dirancang untuk mengotomatisasi proses monitoring suhu mesin heat press [3]. Sistem ini akan memberikan informasi suhu melalui dua indikator lampu pilot: lampu oranye menyala selama proses pemanasan dari suhu normal hingga mencapai 150°C, dan lampu hijau menyala saat suhu telah mencapai 150°C, menandakan bahwa mesin siap digunakan untuk proses sablon. Dengan sistem ini, operator dapat memanfaatkan waktu secara lebih efisien untuk mengerjakan tugas lainnya tanpa harus khawatir melewatkan kondisi siap pakai mesin heat press.

Pengembangan sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi kerja operator, mengurangi kesalahan akibat kelalaian manusia, serta mendukung kelancaran proses produksi di Mansyur Jersey.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Sistem Kendali

Sistem Kendali Monitoring adalah sebuah sistem yang dirancang untuk mengawasi dan mengendalikan suatu proses atau perangkat secara otomatis dengan memanfaatkan teknologi sensor, aktuator, dan perangkat pengolah data seperti mikrokontroler atau komputer [4]. Sistem ini bertujuan untuk memastikan bahwa parameter-parameter penting dalam suatu proses berada dalam kondisi yang diinginkan, serta memberikan informasi kepada pengguna tentang status operasional secara real-time.

Komponen utama dari sistem kendali monitoring meliputi:

1. Sensor: Berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur variabel tertentu, seperti suhu, tekanan, kelembapan, atau kecepatan.
2. Mikrokontroler atau Pengolah Data: Mengolah data yang diterima dari sensor dan memberikan perintah ke aktuator berdasarkan logika yang telah diprogram.
3. Aktuator: Mengimplementasikan aksi fisik, seperti menyalakan lampu, mengaktifkan alarm, atau mengatur motor.
4. Indikator atau Interface Pengguna: Memberikan informasi kepada pengguna, misalnya melalui lampu indikator, layar LCD, atau sistem notifikasi.

Dalam monitoring suhu mesin heat press, sistem kendali monitoring berfungsi untuk:

1. Memantau perubahan suhu mesin menggunakan sensor suhu.
2. Memberikan indikator visual melalui lampu untuk menandakan status suhu mesin (misalnya, lampu oranye saat pemanasan dan lampu hijau saat suhu mencapai 150°C).
3. Membantu operator mengetahui kondisi mesin tanpa harus terus-menerus melihat layar.



Sistem kendali monitoring ini berperan penting dalam meningkatkan efisiensi, meminimalkan risiko kesalahan manusia, dan memastikan proses berjalan secara optimal sesuai kebutuhan [5].

2.2 Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah mikrokontroler berbasis chip ATmega328P yang banyak digunakan dalam berbagai proyek elektronik dan otomasi karena kemudahannya. Arduino Uno dirancang sebagai platform open-source yang memungkinkan pengguna untuk memprogram perangkat keras dengan menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE yang sederhana [6].



Gambar 1. Arduino Uno

Berikut ini adalah spesifikasi Arduino Uno yang memiliki fitur-fitur sebagai berikut:

1. Mikrokontroler: ATmega328P.
2. Input/Output Digital: 14 pin digital (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM).
3. Input Analog: 6 pin untuk membaca data sensor analog.
4. Clock Speed: 16 MHz.
5. Memori: 32 KB Flash Memory, 2 KB SRAM, dan 1 KB EEPROM.
6. Konektivitas: Menggunakan port USB untuk komunikasi dan pemrograman, serta memiliki pin UART, SPI, dan I²C untuk komunikasi antarkomponen.
7. Catu Daya: Mendukung suplai daya melalui port USB (5V) atau adaptor eksternal (7-12V).

Arduino Uno sering digunakan dalam proyek DIY (Do-It-Yourself) seperti sistem otomasi rumah, robotika, pengendalian suhu, monitoring lingkungan, dan berbagai aplikasi IoT (*Internet of Things*). Keunggulannya terletak pada desainnya yang sederhana, dokumentasi yang melimpah, dan komunitas pengguna yang besar, sehingga sangat cocok untuk pemula maupun profesional [7].

2.3 Sensor LM35

Sensor Suhu LM35 adalah sebuah sensor suhu analog yang dirancang untuk mengukur suhu dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sensor ini memiliki keluaran tegangan yang linier dan proporsional terhadap suhu dalam derajat Celcius, sehingga memudahkan pengguna untuk mengintegrasikannya dalam berbagai aplikasi pemantauan suhu [8].

Spesifikasi Utama LM35:



Lisensi
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

1. Output Linier: Setiap perubahan 1°C menghasilkan perubahan tegangan sebesar 10 mV (contoh: 150°C = 1.5V).
2. Rentang Pengukuran Suhu:
LM35 Standar: -55°C hingga 150°C.
3. Akurasi: $\pm 0.5^\circ\text{C}$ pada suhu 25°C.
4. Tegangan Operasi: 4V hingga 30V.
5. Arus Konsumsi Rendah: Sekitar 60 μA , sehingga cocok untuk perangkat hemat daya.
6. Keluaran Analog: Memudahkan pembacaan suhu menggunakan mikrokontroler seperti Arduino.

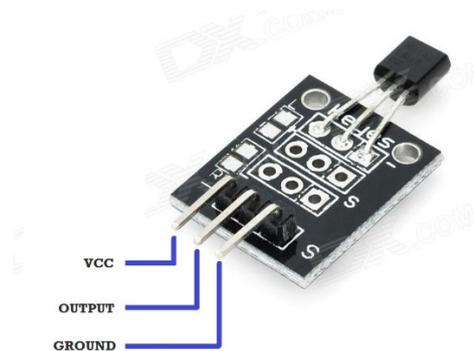
Keunggulan LM35:

1. Tidak memerlukan kalibrasi eksternal.
2. Hasil pengukuran dalam derajat Celcius langsung, tanpa perlu konversi tambahan.
3. Stabilitas tinggi dan daya konsumsi rendah.
4. Kompatibel dengan berbagai platform mikrokontroler.

Aplikasi:

1. Sistem monitoring suhu pada perangkat elektronik atau mesin.
2. Kontrol suhu otomatis di rumah pintar atau perangkat IoT.
3. Proyek DIY (Do-It-Yourself) dan pendidikan.

Pada proyek monitoring suhu mesin heat press, sensor LM35 digunakan untuk mendeteksi suhu mesin secara real-time dan memberikan data suhu ke mikrokontroler (Arduino Uno), yang kemudian mengaktifkan indikator sesuai kondisi suhu yang terdeteksi.



Gambar 2. Sensor LM35

2.4 Mansyur Jersey

Mansyur Jersey adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi dan distribusi pakaian olahraga, khususnya jersey custom, yang berlokasi di Jl. Setia Budi, Komplek Ruko Milalamas No. 24, Tj. Rejo, Kec. Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara 20122. Perusahaan ini dikenal karena menyediakan layanan pembuatan jersey berkualitas tinggi dengan desain yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan pelanggan, seperti tim olahraga, komunitas, atau acara khusus. Dengan fokus pada kualitas, ketepatan waktu, dan kepuasan pelanggan, Mansyur Jersey terus berupaya meningkatkan teknologi dan efisiensi produksinya untuk memenuhi kebutuhan pasar yang semakin berkembang.



3. Bahan & Metode

Penelitian ini dilakukan untuk merancang dan membangun sistem kendali monitoring suhu pada mesin heat press berbasis Arduino Uno dan sensor LM35 di Mansyur Jersey. Metode penelitian yang digunakan meliputi beberapa tahapan berikut:

3.1 Metode Pengumpulan Data

Untuk mendukung perancangan sistem dan pembuatan alat, dilakukan pengumpulan data melalui:

1. Studi Literatur: Mengkaji sumber-sumber ilmiah terkait Arduino Uno, sensor LM35, dan sistem monitoring suhu untuk memahami prinsip kerja dan penerapannya.
2. Observasi Lapangan: Mengamati langsung proses operasional mesin heat press di Mansyur Jersey, termasuk kebutuhan operator terkait pemantauan suhu.
3. Wawancara: Melakukan wawancara dengan operator mesin untuk mengetahui kendala dan kebutuhan yang spesifik.

3.2 Perancangan Sistem

Pada tahap ini, dilakukan langkah-langkah berikut:

1. Desain Perangkat Keras:
 - a. Mengintegrasikan komponen seperti Arduino Uno, sensor LM35, dan lampu indikator (pilot lamp) dengan mesin heat press.
 - b. Mengatur koneksi antar-komponen untuk memastikan data suhu dari sensor dapat diproses oleh Arduino dan ditampilkan melalui indikator lampu.
2. Desain Perangkat Lunak:
 - a. Menulis program menggunakan Arduino IDE untuk membaca data suhu dari sensor LM35, memprosesnya, dan mengaktifkan lampu indikator sesuai logika berikut:
 - Lampu oranye menyala saat suhu dalam proses pemanasan (dari suhu normal hingga 150°C).
 - Lampu hijau menyala saat suhu mencapai 150°C.

3.3 Implementasi dan Pengujian

1. Implementasi Sistem:

Sistem yang telah dirancang dipasang pada mesin heat press untuk diuji.
2. Pengujian Sistem:
 - a. Pengujian Fungsional: Memastikan bahwa sensor LM35 dapat membaca suhu dengan akurat, data diproses dengan benar oleh Arduino Uno, dan lampu indikator menyala sesuai kondisi suhu.
 - b. Pengujian Efektivitas: Mengukur tingkat efisiensi operator sebelum dan sesudah penerapan sistem.

3.4 Analisis dan Evaluasi

Setelah pengujian, data hasil kinerja sistem dianalisis untuk menilai:

1. Akurasi pembacaan suhu oleh sensor LM35.
2. Keandalan sistem dalam memberikan indikasi visual.
3. Tingkat efisiensi kerja operator setelah sistem diterapkan.

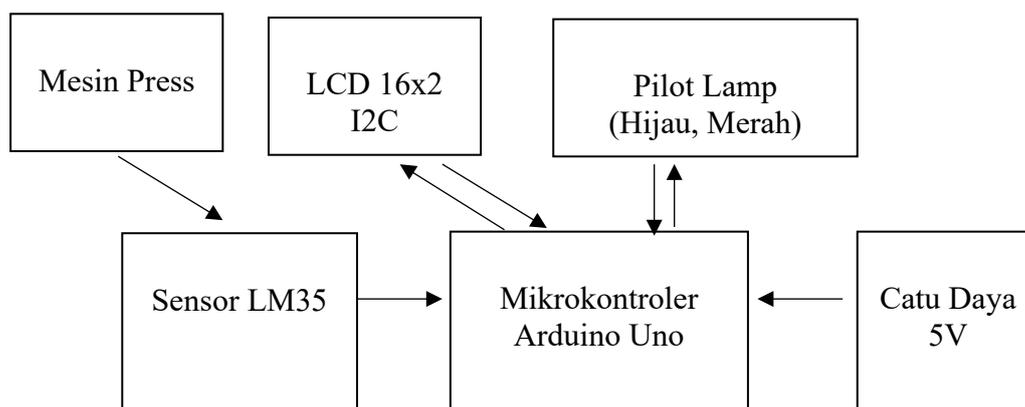


3.5 Dokumentasi dan Pelaporan

Hasil penelitian dan implementasi sistem dirangkum dalam bentuk laporan akhir, yang mencakup penjelasan desain, implementasi, pengujian, dan analisis efektivitas sistem Metode ini diharapkan dapat menghasilkan sistem kendali monitoring suhu yang efektif, efisien, dan memenuhi kebutuhan operasional di Mansyur Jersey.

3.6 Blok Diagram

Berikut adalah blok diagram sistem kendali monitoring suhu yang mencakup komponen Arduino Uno, sensor LM35, LCD I2C, lampu pilot hijau dan oranye, serta catu daya sebagai sumber tenaga. Diagram ini menunjukkan hubungan antar-komponen beserta aliran data dan daya.



Gambar 3. Blok diagram perangkat

Blok diagram sistem kendali monitoring suhu pada mesin heat press menggambarkan hubungan antara komponen utama, yaitu Power Supply, Arduino Uno, Sensor LM35, LCD I2C, dan Lampu Pilot Hijau dan Merah. Sistem ini dimulai dari Power Supply yang menyediakan daya untuk semua komponen. Sensor LM35 bertugas mengukur suhu mesin heat press dan mengirimkan data dalam bentuk tegangan analog ke Arduino Uno. Arduino Uno berfungsi sebagai pusat pengolahan data, di mana data suhu dari sensor akan diproses untuk menentukan status suhu mesin.

Hasil pengolahan data dari Arduino Uno kemudian ditampilkan melalui LCD I2C untuk memberikan informasi suhu secara real-time kepada operator. Selain itu, Arduino juga mengontrol nyala dua lampu pilot sebagai indikator visual. Lampu oranye menyala selama proses pemanasan dari suhu awal hingga 150°C, sementara lampu hijau menyala ketika suhu mencapai 150°C sebagai tanda bahwa mesin siap digunakan. Dengan indikator ini, operator tidak perlu terus-menerus memantau suhu di layar, sehingga waktu dapat digunakan untuk tugas lain selama menunggu.



Sistem ini dirancang untuk bekerja secara otomatis, memanfaatkan sensor dan logika pemrograman yang terintegrasi dengan Arduino Uno. Hubungan antar-komponen memastikan bahwa data suhu dapat dipantau dengan akurat, sementara indikator visual memberikan kemudahan dalam pengoperasian mesin heat press, meningkatkan efisiensi kerja operator di Mansyur Jersey.

Berikut adalah penjelasan alur kerja blok diagram sistem kendali monitoring suhu berbasis Arduino Uno:

1. **Catu Daya 5V**
Sistem ini mendapatkan daya listrik sebesar 5V yang berasal dari sumber seperti USB komputer, adaptor, atau baterai 9V yang melalui regulator internal pada Arduino Uno. Catu daya ini memastikan semua komponen sistem, termasuk Arduino Uno, LCD I2C, pilot lamp, dan sensor LM35, dapat beroperasi.
2. **Sensor LM35**
Sensor LM35 berfungsi untuk mengukur suhu mesin heat press. Sensor ini menghasilkan tegangan analog yang proporsional dengan suhu, di mana 10 mV mewakili peningkatan suhu sebesar 1°C. Output dari sensor ini kemudian dikirim ke pin analog pada Arduino Uno untuk diproses.
3. **Mikrokontroler Arduino Uno**
Arduino Uno merupakan pusat pengolahan data dalam sistem ini. Arduino membaca tegangan analog dari sensor LM35 melalui pin analog (misalnya, A0) menggunakan fungsi `analogRead()`. Tegangan ini dikonversi menjadi nilai suhu dalam derajat Celsius melalui perhitungan matematis. Setelah suhu dihitung, Arduino menentukan kondisi suhu sebagai berikut:
 - a. Jika suhu di bawah 150°C, Arduino akan mengaktifkan pilot lamp merah sebagai indikator bahwa mesin belum siap digunakan.
 - b. Jika suhu mencapai atau melebihi 150°C, Arduino akan mematikan pilot lamp merah dan mengaktifkan pilot lamp hijau untuk menunjukkan bahwa mesin siap digunakan.
4. **Pilot Lamp**
Pilot lamp terdiri dari dua warna: merah dan hijau.
 - a. Merah: Menyala saat suhu mesin heat press masih di bawah 150°C, menunjukkan bahwa mesin belum siap digunakan.
 - b. Hijau: Menyala saat suhu mesin mencapai 150°C atau lebih, menunjukkan bahwa mesin sudah siap digunakan untuk proses sablon.
5. **LCD 16x2 I2C**
LCD I2C berfungsi untuk menampilkan informasi suhu secara real-time dalam format yang mudah dibaca, seperti "Suhu: 150°C". LCD ini terhubung ke Arduino melalui komunikasi I2C menggunakan pin SDA dan SCL. Arduino terus memperbarui tampilan suhu setiap detik untuk memudahkan operator memantau perkembangan suhu.

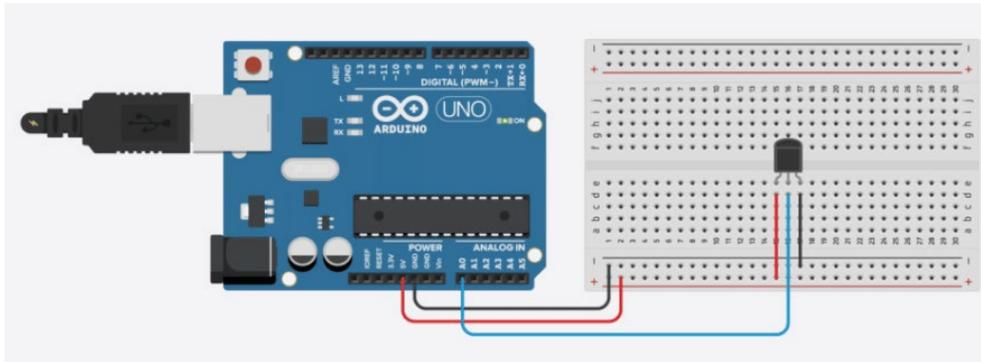
4. Hasil

4.1 Skema Rangkaian

Pada tulisan ini, penulis akan memaparkan dua metode dalam pembuatan sensor suhu pada Arduino menggunakan sensor LM35. Metode pertama menggunakan tegangan referensi default sebesar 5 volt, yang merupakan tegangan standar yang biasa digunakan pada banyak



aplikasi Arduino. Dengan menggunakan tegangan referensi ini, pembacaan suhu dari sensor LM35 dapat dilakukan dengan cara yang sederhana dan mudah diimplementasikan. Metode kedua memanfaatkan tegangan referensi internal sebesar 1.1 volt yang tersedia pada mikrokontroler Arduino. Penggunaan tegangan referensi internal ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi pembacaan suhu dengan mengurangi ketergantungan pada fluktuasi tegangan eksternal yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Kedua metode ini akan dibandingkan untuk melihat perbedaan akurasi dan stabilitas hasil pengukuran suhu yang diperoleh dari sensor LM35 pada Arduino, serta implikasi penggunaan masing-masing tegangan referensi dalam aplikasi pengukuran suhu yang lebih presisi.



Gambar 4. Skema rangkaian Arduino Uno dan Sensor LM35

Input analog pada Arduino merupakan hasil pembagian nilai tegangan menjadi 1024 tingkatan, yang diwakili oleh nilai cacahan dari 0 hingga 1023. Secara teknis, nilai 0 merepresentasikan 0 volt, sedangkan nilai 1023 merepresentasikan 5 volt. Pada dasarnya, tegangan adalah data analog atau data kontinu yang memiliki jumlah angka tak terbatas di belakang koma. Misalnya, dalam rentang 0 hingga 5 volt, terdapat nilai-nilai seperti 0.1, 0.2, 0.21, 0.211, 0.2111, dan seterusnya, yang secara teoritis tidak terbatas.

Mikrokontroler, seperti yang terdapat pada Arduino, memiliki memori terbatas sehingga kemampuannya untuk memecah data juga terbatas. Oleh karena itu, pada Arduino, data analog dari 0 hingga 5 volt dibagi menjadi 1024 tingkatan atau langkah, dengan setiap langkah memiliki resolusi sebesar $5/1024$ volt atau sekitar 4.883 mV. Resolusi ini menunjukkan bahwa perubahan sekecil apa pun dalam input tegangan analog akan diubah menjadi langkah digital dengan nilai sebesar 4.883 mV. Dengan pendekatan ini, Arduino mampu mengkonversi tegangan analog menjadi data digital yang dapat diproses lebih lanjut dalam berbagai aplikasi, termasuk pengukuran suhu menggunakan sensor LM35.

4.2 LCD I2C

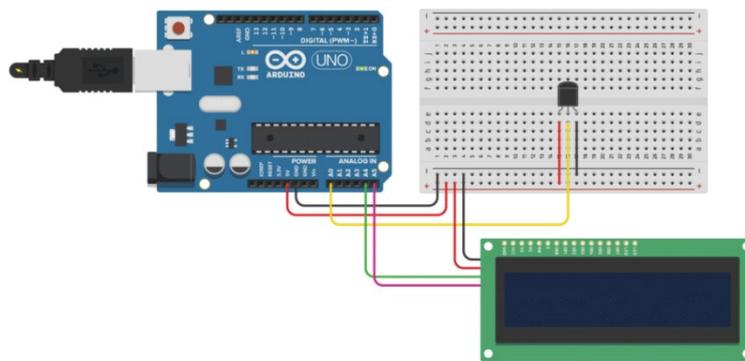
Sistem pengukuran suhu berbasis Arduino Uno dengan sensor LM35 dan LCD I2C dirancang untuk mempermudah monitoring suhu secara real-time. Sensor LM35 digunakan untuk mendeteksi suhu lingkungan dengan output berupa tegangan analog, di mana setiap 10 mV



mewakili 1°C. Sensor ini dihubungkan ke Arduino Uno melalui pin analog, misalnya A0. Tegangan yang diterima Arduino dari sensor akan diproses untuk dihitung menjadi nilai suhu dalam derajat Celsius menggunakan rumus konversi yang sederhana.

Hasil perhitungan suhu ditampilkan pada LCD I2C yang terhubung ke Arduino melalui komunikasi dua jalur, yaitu SDA dan SCL. Modul I2C dipilih karena lebih efisien, mengurangi jumlah kabel yang diperlukan dibandingkan dengan LCD konvensional. Selain itu, LCD I2C ini juga memungkinkan pengaturan tampilan yang lebih fleksibel, seperti menampilkan informasi "Suhu: XX°C" di layar.

Pada sisi pemrograman, Arduino diprogram untuk membaca data dari sensor LM35 melalui perintah `analogRead()`, yang kemudian dikonversi ke tegangan dan suhu. Data suhu ini selanjutnya ditampilkan pada LCD menggunakan library `LiquidCrystal_I2C.h`. Tegangan referensi pada Arduino dapat disesuaikan untuk meningkatkan akurasi pengukuran, misalnya dengan memanfaatkan tegangan referensi internal 1.1 V jika diperlukan. Sistem ini memastikan pengukuran suhu yang akurat dan mudah dipantau oleh operator.



Gambar 5. Skema rangkaian Arduino Uno, Sensor LM35 dan LCD I2C

4.3 Proses Perakitan

Proses perakitan dimulai dengan menyiapkan seluruh komponen utama, yaitu Arduino Uno, sensor suhu LM35, LCD 16x2 I2C, LED indikator merah dan hijau, serta buzzer aktif 5V. Selanjutnya, Arduino Uno dipasang ke dalam kotak proyek berukuran 12,5 cm x 8,5 cm x 5 cm, yang akan menjadi tempat utama bagi rangkaian elektronik agar lebih rapi dan aman.

Pertama, sensor LM35 dihubungkan ke Arduino menggunakan kabel jumper. Pin VCC sensor terhubung ke 5V Arduino, GND ke GND Arduino, dan output sensor ke pin A0 sebagai input analog. Sensor ini nantinya akan membaca suhu dari permukaan mesin heat press. Untuk memastikan kestabilan pengukuran, sensor ditempatkan sedekat mungkin dengan plat pemanas, namun tidak langsung bersentuhan dengan permukaan logam yang terlalu panas.

Selanjutnya, LCD 16x2 I2C dipasang dengan menghubungkan VCC ke 5V, GND ke GND, serta SDA dan SCL masing-masing ke pin A4 dan A5 Arduino Uno. LCD ini akan

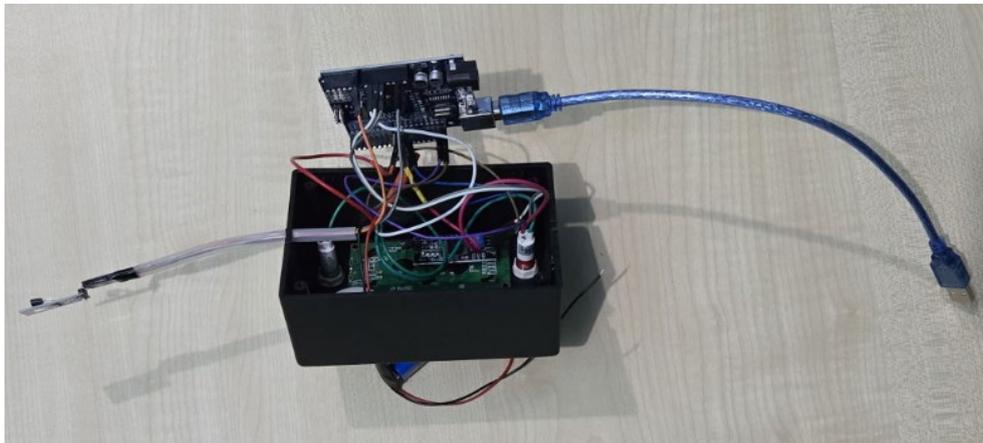


menampilkan suhu real-time yang dibaca oleh sensor.

Kemudian, LED indikator merah dan hijau dipasang untuk memberikan tanda visual kepada operator. LED merah disambungkan ke pin 8 Arduino, sedangkan LED hijau ke pin 9. Buzzer aktif 5V, yang akan berbunyi saat suhu mencapai 150°C, dihubungkan ke pin 10 Arduino.

Setelah semua komponen terhubung dengan benar, sistem diuji dengan menghidupkan catu daya 5V yang berasal dari USB komputer, adaptor, atau baterai 9V. Arduino mulai membaca suhu melalui LM35, menampilkan nilainya di LCD, dan mengaktifkan LED serta buzzer sesuai dengan kondisi suhu. Jika suhu di bawah 150°C, LED merah menyala menandakan mesin belum siap digunakan. Jika suhu mencapai 150°C atau lebih, LED hijau menyala dan buzzer berbunyi untuk memberi tahu operator bahwa mesin siap digunakan.

Terakhir, setelah pengujian berjalan dengan baik, seluruh rangkaian dirapikan di dalam kotak proyek, dengan kabel jumper tertata rapi agar tidak mengganggu sirkuit. Sistem ini memastikan operator tidak perlu terus-menerus melihat layar mesin, sehingga dapat melakukan pekerjaan lain sambil menunggu mesin heat press mencapai suhu yang diinginkan.



Gambar 6. Hasil perakitan alat

Tabel berikut menyajikan koneksi pin dari setiap komponen ke Arduino Uno dalam sistem kendali monitoring suhu mesin heat press. Setiap komponen memiliki peran spesifik dalam sistem, sehingga penyambungan yang benar sangat penting untuk memastikan fungsionalitas yang optimal.

Tabel 1. Koneksi pin pada Arduino Uno



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Komponen	Pin pada Komponen	Terhubung ke Pin Arduino Uno
Sensor LM35	VCC	5V
	GND	GND
	OUT	A0 (Analog)
LCD 16x2 I2C	VCC	5V
	GND	GND
	SDA	A4 (I2C Data)
	SCL	A5 (I2C Clock)
LED Merah	Anoda (+)	Pin 8 (Digital)
	Katoda (-)	GND
LED Hijau	Anoda (+)	Pin 9 (Digital)
	Katoda (-)	GND
Buzzer Aktif 5V	Positif (+)	Pin 10 (Digital)
	Negatif (-)	GND
Catu Daya	VCC	5V dari USB/adaptor/baterai
	GND	GND

Sensor LM35 digunakan untuk membaca suhu dan mengirimkan data dalam bentuk tegangan analog ke pin A0 Arduino, yang kemudian dikonversi menjadi nilai suhu dalam derajat Celcius. LCD 16x2 I2C berfungsi untuk menampilkan suhu yang diukur secara real-time. LCD ini menggunakan komunikasi I2C, dengan pin SDA dan SCL yang terhubung ke pin A4 dan A5 Arduino.

Selain tampilan pada LCD, indikator LED merah dan hijau digunakan untuk memberikan informasi visual kepada operator. LED merah menyala saat suhu masih di bawah 150°C, sedangkan LED hijau menyala saat suhu telah mencapai atau melebihi 150°C, menandakan bahwa mesin siap digunakan. Buzzer aktif 5V juga akan berbunyi bersamaan dengan LED hijau sebagai notifikasi tambahan.

Seluruh sistem ini mendapatkan catu daya dari Arduino Uno, yang dapat dihubungkan melalui USB komputer, adaptor 5V, atau baterai 9V. Penyusunan kabel dan koneksi harus dilakukan dengan hati-hati agar sistem dapat bekerja secara stabil dan akurat.

4.4 Pengukuran Suhu

Berdasarkan referensi pada dataset sensor LM35, output maksimum dari sensor ini tidak akan mencapai 5 V (5000 mV), yang setara dengan 500°C, karena setiap 10 mV mewakili 1°C. Jika sensor LM35 hanya mampu mengukur suhu hingga 150°C, maka output maksimum dari kaki sensor hanya berkisar antara 0 hingga 1.5 V (0 - 1500 mV), dengan batas minimal pada 0°C. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan referensi default sebesar 5 V pada input analog Arduino terlalu besar dibandingkan dengan jangkauan output sensor.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Dengan tegangan referensi sebesar 5 V dan resolusi 4.883 mV per cacahan, output maksimum sensor (1500 mV) hanya akan menghasilkan nilai input analog sekitar 307 cacahan (1500 mV / 4.883 mV). Artinya, sebagian besar kapasitas input analog Arduino tidak digunakan secara optimal, sehingga akurasi pembacaan suhu menjadi kurang presisi.

Untuk meningkatkan presisi pengukuran, lebih ideal jika tegangan referensi disesuaikan dengan jangkauan output sensor, yaitu 1.5 V. Arduino juga menyediakan opsi tegangan referensi internal sebesar 1.1 V. Dengan menggunakan tegangan referensi ini, pembacaan suhu dapat dilakukan dengan lebih presisi karena resolusi pengukuran menjadi lebih tinggi dan lebih sesuai dengan kemampuan sensor LM35.



Gambar 7. Pengukuran suhu

5. Pembahasan

Pada penelitian ini, sistem kendali monitoring suhu berbasis Arduino Uno dengan sensor LM35, pilot lamp, dan LCD I2C telah diuji untuk memverifikasi fungsionalitasnya dalam mendeteksi suhu dan memberikan notifikasi visual yang sesuai. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa pilot lamp dan tampilan LCD bekerja secara akurat dalam mendukung pengoperasian mesin heat press.

5.1 Hasil Pengujian Suhu

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi perubahan suhu secara real-time melalui sensor LM35. Saat suhu mesin berada di bawah 150°C, sistem mengaktifkan pilot lamp merah sebagai indikator bahwa mesin masih dalam proses pemanasan. Pilot lamp merah menyala stabil pada rentang suhu mulai dari suhu awal hingga 149°C. Setelah suhu mencapai 150°C, pilot lamp merah mati, dan secara otomatis pilot lamp hijau menyala, menandakan bahwa mesin telah mencapai suhu kerja optimal untuk proses sablon.

5.2 Tampilan pada LCD

Suhu yang terdeteksi oleh sensor juga ditampilkan pada layar LCD I2C. Tampilan pada LCD menunjukkan suhu dalam format "Suhu: XX°C," yang diperbarui setiap detik. Pengujian menunjukkan bahwa pembacaan suhu pada LCD konsisten dengan perubahan suhu yang dideteksi oleh sensor LM35. Ketika suhu mendekati 150°C, layar LCD menampilkan angka seperti "Suhu: 149°C", dan segera berubah menjadi "Suhu: 150°C" ketika mesin mencapai suhu



optimal. Tampilan LCD juga menampilkan status operasi mesin, yaitu "Status: Heating" ketika suhu masih di bawah 150°C, yang menandakan bahwa proses pemanasan masih berlangsung. Setelah suhu mencapai atau melebihi 150°C, status berubah menjadi "Status: Ready", yang menandakan bahwa mesin telah mencapai suhu yang optimal dan siap digunakan. Sistem juga dilengkapi dengan buzzer aktif yang akan berbunyi ketika mesin mencapai status "Ready", sebagai peringatan tambahan bagi operator. Dengan adanya fitur ini, operator tidak perlu terus-menerus melihat layar LCD atau indikator lampu, karena suara buzzer akan memberikan sinyal bahwa mesin sudah siap digunakan. Hal ini meningkatkan efisiensi kerja dan memastikan operator dapat fokus pada tugas lain saat menunggu mesin mencapai suhu optimal.

5.3 Keandalan dan Perbaikan Sistem

Salah satu kendala utama yang terjadi dalam sistem ini adalah pembacaan suhu yang selalu berubah-ubah dan terkadang tidak akurat. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya:

1. Fluktuasi Tegangan Sensor
Sensor LM35 mengubah suhu menjadi tegangan analog yang kemudian dikonversi menjadi nilai digital oleh ADC (Analog-to-Digital Converter) di Arduino. Jika ada fluktuasi tegangan dari sumber daya (misalnya USB komputer atau adaptor), maka hasil pembacaan suhu dapat menjadi tidak stabil.
2. Resolusi ADC Arduino
Arduino Uno memiliki resolusi ADC sebesar 10-bit, yang berarti nilai pembacaan berkisar antara 0 hingga 1023. Dengan referensi tegangan 5V, resolusi per langkahnya adalah sekitar 4,88 mV. Karena sensor LM35 memiliki sensitivitas 10 mV per derajat Celsius, perubahan kecil pada tegangan dapat menyebabkan lonjakan atau ketidakstabilan dalam nilai suhu yang ditampilkan.
3. Gangguan dari Lingkungan Sekitar
Jika sistem digunakan di ruangan dengan sirkulasi udara yang tidak stabil atau terdapat sumber panas lain di sekitar sensor, maka suhu yang terbaca bisa bervariasi karena sensor ikut menangkap perubahan suhu udara di sekitarnya.
4. Penempatan Sensor pada Mesin Press
Sensor LM35 dirancang untuk mendeteksi suhu dengan kontak langsung pada permukaan benda. Jika sensor ditempatkan terlalu dekat dengan elemen pemanas mesin press, suhu yang terbaca bisa meningkat drastis dan tidak mencerminkan suhu sebenarnya. Sebaliknya, jika sensor tidak menempel dengan baik pada permukaan mesin, pembacaan suhu bisa lebih rendah dari yang seharusnya.
5. Waktu Respon Sensor
LM35 memiliki waktu respon tertentu dalam mendeteksi perubahan suhu. Jika suhu berubah terlalu cepat, pembacaan bisa sedikit tertinggal atau menunjukkan nilai yang berfluktuasi sebelum stabil pada suhu yang sebenarnya.

Untuk mengatasi masalah ketidakstabilan pembacaan suhu pada sensor LM35, beberapa solusi dapat diterapkan agar hasil pengukuran lebih akurat dan konsisten. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menggunakan tegangan referensi yang lebih stabil. Arduino secara default menggunakan referensi tegangan 5V, tetapi untuk meningkatkan ketelitian, dapat digunakan referensi internal 1.1V, terutama jika suhu maksimum yang diukur tidak lebih dari 110°C. Dengan menggunakan tegangan referensi yang lebih rendah, resolusi pembacaan meningkat sehingga perubahan kecil pada suhu dapat terdeteksi lebih baik.



Selain itu, menambahkan filter rata-rata (moving average) juga dapat membantu dalam mengurangi fluktuasi pembacaan. Teknik ini bekerja dengan mengambil beberapa sampel pembacaan suhu dalam selang waktu tertentu, kemudian menghitung nilai rata-ratanya sebelum menampilkannya di LCD. Dengan demikian, nilai yang ditampilkan lebih stabil dan tidak terlalu dipengaruhi oleh lonjakan sesaat yang mungkin terjadi karena gangguan lingkungan atau noise pada sensor.

Penempatan sensor LM35 juga harus diperhatikan agar hasil pengukuran lebih akurat. Sensor sebaiknya ditempelkan langsung pada permukaan mesin press dengan thermal paste atau perekat penghantar panas untuk memastikan transfer suhu yang lebih efektif. Jika sensor hanya ditempatkan di udara sekitar tanpa kontak langsung dengan permukaan yang diukur, suhu yang terbaca bisa lebih rendah dari yang sebenarnya.

Selanjutnya, menyesuaikan interval pembacaan suhu juga dapat membantu dalam mendapatkan hasil yang lebih stabil. Jika pembacaan dilakukan terlalu cepat, misalnya setiap 100 ms, nilai yang ditampilkan bisa berubah-ubah secara drastis. Dengan mengatur interval pembacaan sekitar 500 ms hingga 1 detik, sensor memiliki cukup waktu untuk memberikan pembacaan yang lebih akurat sebelum data diperbarui pada tampilan LCD.

Dengan menerapkan solusi-solusi ini, sistem monitoring suhu dapat berfungsi lebih optimal, memberikan informasi yang lebih akurat kepada operator, serta meningkatkan efisiensi dalam proses penyablonan menggunakan mesin press.

6. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem kendali dan monitoring suhu mesin heat press berbasis Arduino Uno, sensor LM35, dan LCD I2C mampu membantu operator dalam memantau suhu dengan lebih efektif. Indikator LED merah sebagai tanda pemanasan (suhu di bawah 150°C) dan LED hijau sebagai tanda kesiapan (suhu mencapai 150°C) memberikan kemudahan dalam mengetahui status mesin tanpa harus terus-menerus melihat layar utama. Selain itu, buzzer aktif yang berbunyi saat suhu telah mencapai 150°C semakin meningkatkan efisiensi kerja operator dengan memberikan sinyal audio yang jelas. Dalam implementasi sistem ini, ditemukan beberapa kendala, seperti fluktuasi pembacaan suhu yang dapat menyebabkan ketidakstabilan tampilan pada LCD. Untuk mengatasi hal ini, solusi seperti menggunakan tegangan referensi internal 1.1V, menerapkan filter rata-rata, serta mengoptimalkan penempatan sensor LM35 telah diterapkan agar hasil pengukuran lebih akurat dan stabil. Dengan adanya sistem ini, operator dapat lebih fokus pada pekerjaan lain selama proses pemanasan berlangsung tanpa harus terus mengawasi suhu mesin secara manual. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pemantauan suhu mesin heat press, sehingga dapat mendukung kelancaran produksi di PT. Mansyur Jersey.

REFERENSI

- [1] F. E. Nakula and A. M. Sakti, "Rancang Bangun Mesin Cetak Hot Press Pneumatik," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 1, no. 2, pp. 6–10, 2013.
- [2] J. Junaidi, "Pengembangan Alat Kempa Panas (Hot Press) Penekanan Dongkrak



- Hidrolik untuk Pembuatan Papan Komposit ukuran 25 cm x 25 cm,” *J. Tek. Mesin*, vol. 13, no. 1, pp. 25–31, Jul. 2020, doi: 10.30630/jtm.13.1.266.
- [3] B. P. Julandra, A. Rufai, and M. Saputra, “Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu pada Mesin Heat Press Sublim Menggunakan Smartphone Berbasis IoT dengan Metode Prototyping di Perusahaan CV Curva Kreatif Sportindo,” *J. Ilm. Sain dan Teknol.*, vol. 2, no. 12, pp. 951–971, 2024.
- [4] P. Handoko, “Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3,” *J. Univ. Muhammadiyah Jakarta*, vol. 1, no. 2, pp. 1–11, 2017.
- [5] P. Handoko, H. Hermawan, and M. Nasucha, “Pengembangan Sistem Kendali Alat Elektronika Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3 dan Ethernet Shield dengan Antarmuka Berbasis Android,” *J. Ilm. Din. Rekayasa*, vol. 14, no. 2, pp. 92–103, 2018.
- [6] A. P. U. Siahaan *et al.*, “Arduino Uno-based Water Turbidity Meter using LDR and LED Sensors,” *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 4, pp. 2113–2117, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i4.14020.
- [7] Febrianto, “Apa itu Arduino Uno?,” *Referensi Teknologi dan Elektronika Indonesia*, 2018. <http://ndoware.com/apa-itu-arduino-uno.html> (accessed Jun. 01, 2018).
- [8] I. K. A. S. Sawita, I. W. Supardi, and I. G. A. Putra Adnyana, “Alat Monitoring Suhu Melalui Aplikasi Android Menggunakan Sensor LM35 dan Modul SIM800L Berbasis Mikrokontroler ATmega16,” *Bul. Fis.*, vol. 18, no. 2, p. 58, Oct. 2017, doi: 10.24843/BF.2017.v18.i02.p03.

