

BAB IV PEMBUATAN ALAT

4.1 Pembuatan Perangkat Keras (Hardware)

Pembuatan perangkat keras adalah tahap awal dalam proses pengembangan sistem pengendalian suhu pada sistem pengering helm dengan kontrol PID berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Pada tahap ini, dilakukan penyusunan dan penyambungan semua komponen alat dan komponen elektikal dan mekanikal yang mendukung sistem berjalan sesuai fungsinya.

Perangkat keras ini dirancang dengan beberapa komponen utama yang telah ditentukan, yaitu mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pengendali utama, sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan, modul Relay yang digunakan untuk menghidupkan dan mematikan pemanas. Dan modul AC Light Dimmer yang mengontrol keluaran dari kipas angin dan pemanas PTC Heater dengan melalui sinyal PWM. Nilai suhu dan kelembapan yang terdeteksi serta status dari aktuator ditampilkan melalui LCD berbasis I2C, sehingga pemantauan dapat dilakukan secara *real-time*. Untuk sumber daya untuk semua komponen menggunakan power supply 12V 3A, yang kemudian diatur oleh modul buck converter LM2596 agar tegangannya sesuai dengan kebutuhan masing-masing komponen.

4.1.1 Alat dan Bahan

Pada pelaksanaan proyek tugas akhir ini, terdapat berbagai alat-alat sebagai pendukung untuk mempermudah perakitan pembuatan *prototype* box pengering helm dapat dilihat pada tabel 4-1.

Tabel 4. 1 Alat yang digunakan

No	Nama Alat	Jumlah
1	Mesin Bor	1 buah
2	Alat solder	1 buah
3	Obeng Set	1 Set
4	Gergaji	1 buah

No	Nama Alat	Jumlah
5	Gunting	1 buah
6	Multimeter	1 buah
7	Palu	1 buah
8	Meteran	1 buah
9	Tang Potong	1 buah
10	Tang Kombinasi	1 buah
11	Alat Tulis	1 Set

Pada tabel 4-2 merupakan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *prototype box* pengering helm.

Tabel 4. 2 Bahan-bahan yang digunakan

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Papa PCB	1 buah (15 X 10 cm)
2	Timah solder	1 roll
3	<i>Mikrokontroller</i> Arduino Uno	1 buah
4	Sensor suhu dan kelembapan (DHT22)	1 buah
5	Modul Relay	1 buah
6	Modul AC Light Dimmer	1 buah
7	LCD 20 X 4 I2C	1 buah
8	Modul LM2596	1 buah
9	PTC Heater	2 buah
10	Terminal Blok 2Pin	6 buah
11	Pin Header Male	2 baris
12	Baut Spaccer	13 buah
13	Resistor 1Kohm	3 buah
14	Transistor bd139	1 buah
15	Buzzer 5V	1 buah

No	Nama Bahan	Jumlah
16	Buckconverter LM2596	1 buah
17	Kabel Jumper Female to Male	1 set
18	Kabel Jumper Male to Male	1 set
19	Kabel NYYHY 1,5mm	2 meter
20	Kabel AWG	1 meter
21	Palu	1 buah
22	Akrilik bening 4mm	1 lembar (21 x 29,7 cm)
23	Papan triplek 12mm	1 lembar
24	Papan triplek 9mm	1 lembar
25	Gagang laci	2 buah
26	Engsel pintu	4 buah
27	Paku	1 ons
28	Baut 12mm	10 buah
29	Pernish	250 mili
30	Alumunium foil	2 meter
31	Pipa Alumuium	11 buah (40 cm)

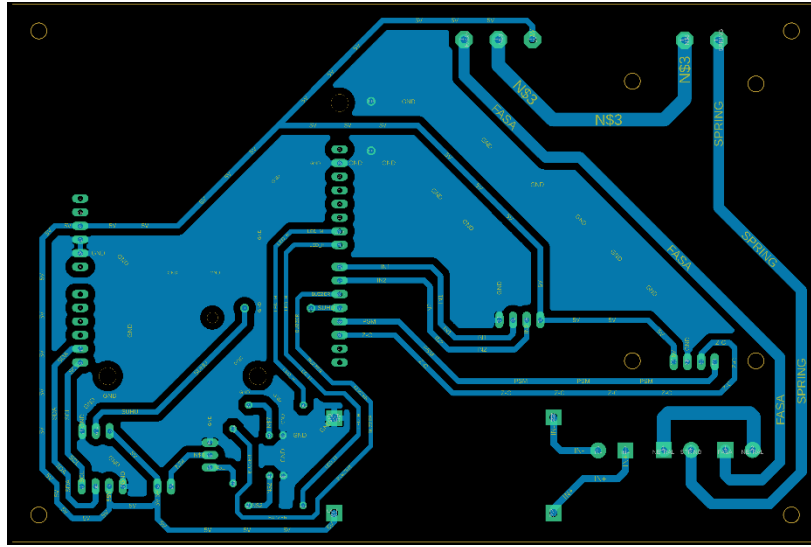
4.1.2 Pembuatan Peragkat Elektrik

Pembuatan perangkat elektrik, dilakukan perencanaan dan perakitan seluruh komponen elektroik yang bertugas mengendalikan system. Seluruh komponen elektronik ini dirangkai dalam satu sistem berbasis mikrokontroller Arduini Uno. Adapun Langkah-lagkah pembuatan perangkat elektrik adalah sebagai berikut:

1. Perancangan Skematik dan Layout PCB

Pembuatan skematik jalur da layout PCB bisa menggunakan beberapa software seperti Easy Eda, Eagle, Ki Cad, dan sebagainya. Pada pembuatan skematik kali ini menggunakan software Eagle. Software ini memiliki keunggulan yang meliputi kemudahan penggunaan dan antarmuka yag ramah pengguna, perpustakaan komponen yang luas, sinkronisasi skematik dan tata letak, serta adanya versi gratis untuk pengguna non-komersial. Skematik ini terdapat Arduino Uno, sesor DHT22,

modul relay, modul AC light dimmer, LCD I2C, modul buck converter LM2596 seperti gambar berikut. Pada proses ini kompoen disusun degan terstruktur, melakukan penempatan jalur, pengukuran papan pcb, pemberian lubang dan label konektor.

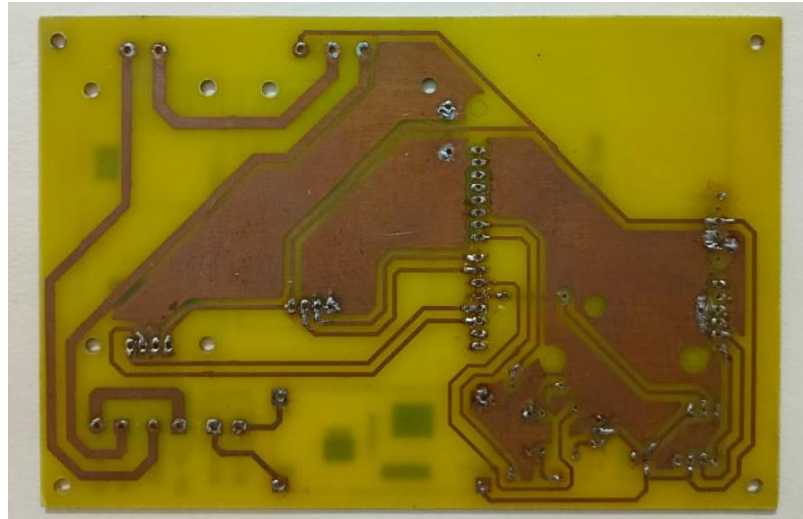


Gambar 4.1 Layout Rangkaian PCB

2. Proses Pencetakan dan Penyolderan PCB

Proses pencetakan PCB dengan metode transfer setrika diawali dengan mencetak layout jalur rangkaian hasil desain dari software Eagle menggunakan printer laser ke media kertas glossy. Papan tembaga kemudia dibersihkan secara meyeluruh untuk menghilangkan lapisan oksidasi atau kotoran. Selanjutnya, kertas hasil cetakan diletakan di atas papan tembaga , lalau disetrika menggunakan suhu tinggi selama kurang lebih lima hingga sepuluh menit hingga toner menempel sempurna pada permukaan papan. Setelah penyetrikaan selesai, papan dibersihka menggunakan air untuk memudahkan pelepasan kertas tanpa merusak pola jalur. Proses dilanjutkan dengan etching, yaitu merendam papan dalam larutan *ferric chloride* (FeCl_3) untuk melarutkan bagian tembaga yang tidak tertutup toner. Setelah selesai, jalur dibersihkan dari toner menggunakan thinner atau alcohol dan disikat secara halus,

kemudian dilakukan pengeboran menggunakan bor PCB untuk pemasangan komone nantinya.



Gambar 4.2 Hasil Papan PCB

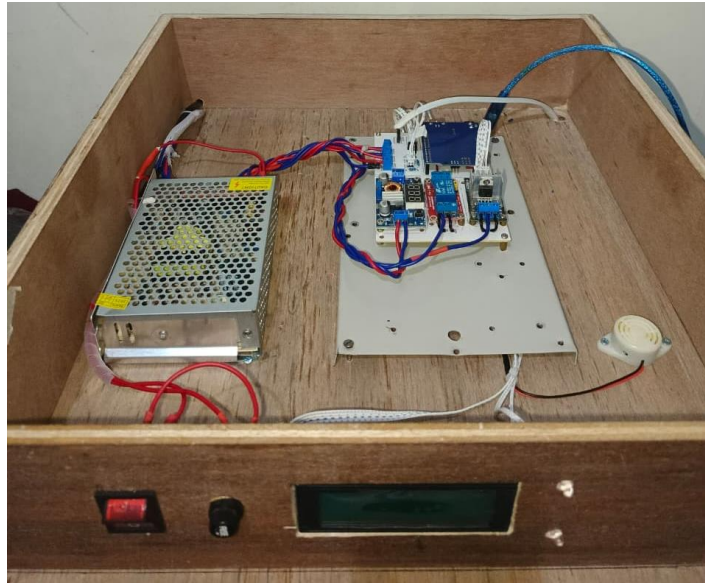
Proses selanjutnya setelah dilakukan pengeboran pada papan PCB yang sudah dicetak sesuai gambar yang tersusun, tahap berikutnya adalah penyolderan kompoen-komponen elektronik dengan menempatkan setiap komponen sesuai dengan layout jalur pada PCB. Kemudian kaki-kaki pada komponen disolder menggunakan timah solder dan *soldering iron* (alat solder). Komponen seperti modul AC Light Dimmer, modul Relay, LCD IC, sensor DHT22, lampu LED, dan buzzer tidak akan disolder secara langsung ke PCB melainkan akan dipasang pin header dan terminal blok 2pin. Setelah kompone terpasang lakukan pemeriksaan ulang terhadap sambungan solder menggunakan multimeter untuk memastikan tidak ada kesalahan atau sambungan longgar.



Gambar 4.3 Hasil perakita komponen pada papan PCB

3. Perakitan Komponen kedalam Panel Box

Pada perakitan komponen kedalam box dialaskan sebuah potongan papan panel yang dipisahkan oleh baut spacer untuk menghindari hubung pendek (nge-short), dan agar tersusun rapi pada box dan tetap stabil saat sistem berjalan papan panel direkatkan menggunakan mur. Kemudian pasang seluruh komponen pada box sesuai pada tempat yang telah ditentukan dan hubungkan menjadi satu kesatuan menggunakan kabel. Selanjutnya rapikan kabel-kabel penghubung dengan rapih supaya enak dipandang dan mempermudah perbaikan apabila terjadi kerusakan.



Gambar 4.4 Hasil Penggabungan Komponen ke dalam box

4.1.3 Pembuatan Perangkat Mekanik

Perangkat mekaik pada rancang bangun sistem pengering helm dirancang sebagai pendukung proses berjalanya sistem dan terintegrasi dengan elektronik. Seluruh bagian mekanik dibuat secara manual dengan bahan utama papa triplek dan perintilan lainnya untuk menyokong berdirinya alat. Berikut adalah langkah-langkah pembuatan perangkat mekanik:

1. Pemotongan dan Perakitan Bahan

Tahap awal proses pembuatan peragkat mekanik yaitu dengan menentukan ukuran box yang akan digunakan sesuai dengan model yang telah ditentukan. Gambar ukuran yang diinginkan pada papan triplek sesuai kebutuhan, kemudian potong triplek mengikuti gambar garis yang telah dibuat menggunakan gergaji.



Gambar 4 5 Pemotongan papan



Gambar 4. 6 Perakitan papan menjadi box

Kemudian proses perakitan papan triplek menjadi sebuah box berbentuk kubus yang kokoh, kerangka ini berguna sebagai penopang utama dari keseluruhan sistem

perangkat. Pada bagian atas box terdapat sekat untuk ruang kosong sebagai tempat meletakkan komponen kontrol seperti Arduino Uno, Modul Relay, Modul AC Light Dimmer, Power supply dan LCD pada box. Untuk bagian depan box akan dipasang pintu sebagai akses keluar masuk helm nantinya, pada bagian pintu juga terdapat akrilik bening yang berfungsi untuk memudahkan kita melihat keadaan helm di dalam box tanpa harus membukanya. Untuk perakitan setiap potongan papan triplek menggunakan paku karna lebih ekonomis, mudah digunakan, lebih efisien waktu dan hasil yang diperoleh kokoh dan tahan lama.

2. Penyempurnaan box

Setelah kerangka box selesai dibuat, dilakukan pemasangan beberapa part untuk mendukung kinerja sistem bekerja dengan baik. Pada tahap ini dilakukan pemasangan pipa aluminium sebagaiudukan helm pada dalam box, sehingga panas dari PTC Heater tidak mengenai helm secara langsung karena bisa merusak busa helm tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan pemasangan kertas aluminium foil pada seluruh bagian dinding box untuk melindungi papan dari paparan panas dan juga sebagai pemantul panas sehingga panas yang telah dihasilkan tidak keluar dan tetap berada di dalam box. Untuk melindungi papan box dari serangan rayap maka dilakukan pelapisan menggunakan pernis, selain untuk melindungi pernis juga berfungsi untuk menambah nilai estetika box tersebut.

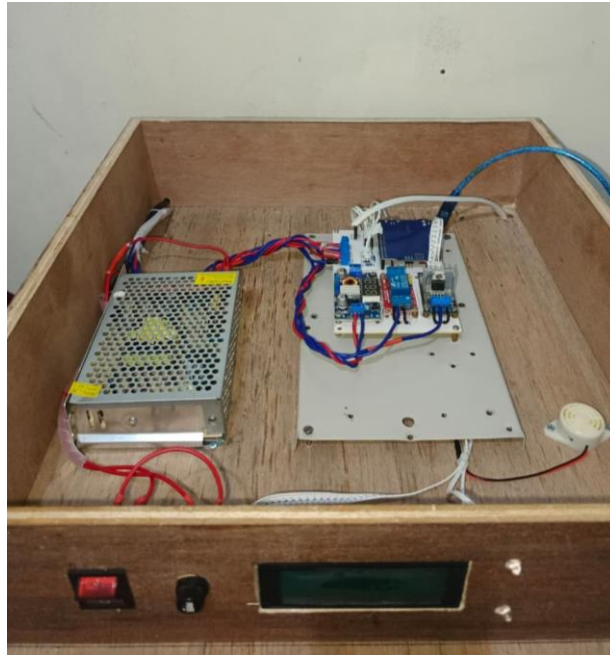


Gambar 4. 7 Proses Pemasangan Alumunium Foil dalam Box

3. Perakitan

Tahapan perakitan perangkat dilakukan setelah seluruh komponen elektroik dan mekanik tersedia. Proses dimulai dengan pemasangan modul-modul utama seperti Arduino Uno, LCD 20x4, sensor DHT22, power supply, dan PTC Heater ke dalam box menggunakan dudukan yang telah disiapkan.

Setelah itu, LCD diposisikan dan dikencangka pada bagian depan box sesuai dengan lubang yang dibuat, diikuti pemasangan sensor DHT22 dan PTC Heater pada dalam box. Untuk pemasangan sensor diletakan sedikit menonjol pada bagian pipa alumunium yang berfungsi untuk menopang helm, sedangkan PTC Heater diletakan pada bawah pipa alumunium agar panas yang dihasilkan pemanas tidak langsung mengenai busa karena adanya jarak anantara pemanas dan helm sehingga helm lebih aman.



Gambar 4. 8 Perakitan Komponen ke dalam Box

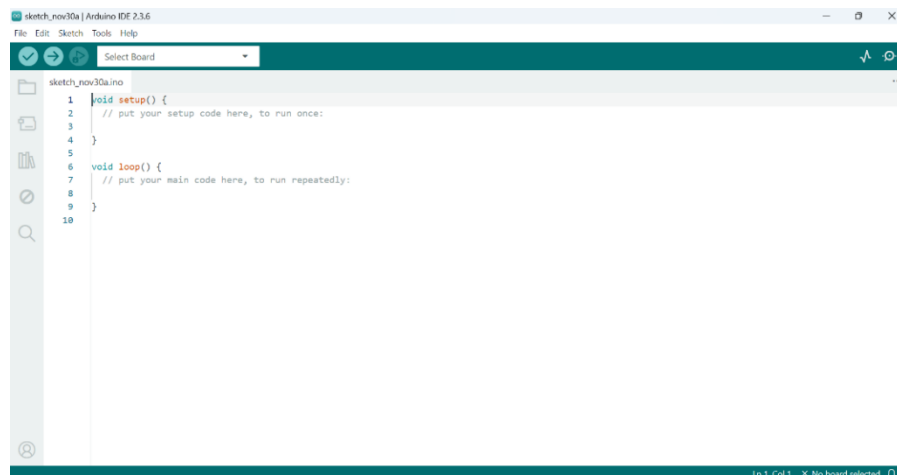


Gambar 4. 9 Perakitan Komponen ke dalam Box

4.2 Pembuatan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dirancang untuk mengatur komunikasi antara mikrokontroler Arduino Uno, sensor, serta tampilan display LCD. Pembuatan program dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman C++ pada lingkungan Arduino IDE. Pembuatannya dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu perancangan algoritma kendali, penyusunan kode program, proses kompilasi (compiling), hingga pemrograman perangkat keras. Setiap tahapan bertujuan memastikan bahwa instruksi logika yang dirancang dapat dijalankan secara tepat oleh sistem, untuk mengatur pengendalian suhu pada box pengering helm menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan kontrol PID. Pembuatan Program ini memiliki beberapa langkah-langkah sebagai berikut:

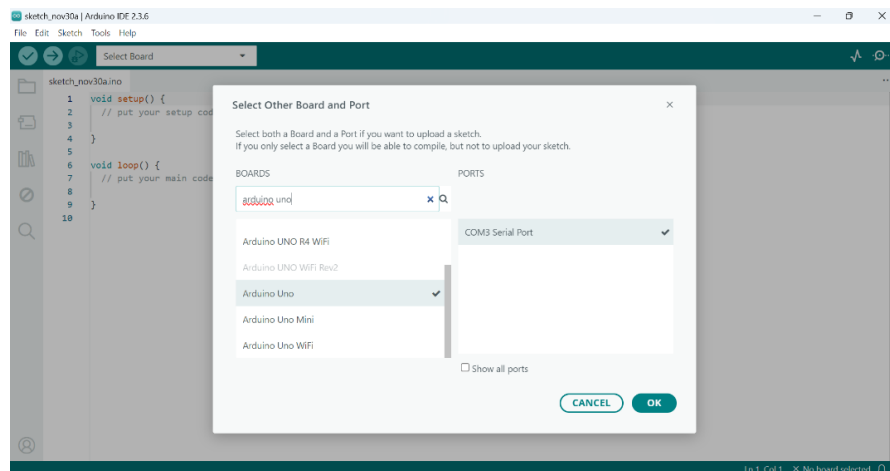
1. Konekting Arduino Uno



Gambar 4. 10 Tampilan awal Arduino IDE

Gambar 4.10 merupakan tampilan display awal dari software Arduino IDE yang akan berfungsi sebagai platform utama untuk penulisan, kompilasi, dan pengunggahan (uploading) kode program (sketch) ke mikrokontroler. Tahap pertama yang harus dilakukan adalah menghubungkan mikrokontroler arduino uno dengan laptop menggunakan kabel USB, pastikan laptop dan arduino uno tertancap dengan benar agar perangkat terdeteksi dan mendapatkan suplai daya. Lalu buka aplikasi Arduino IDE yang akan kita gunakan untuk pembuatan program ini.

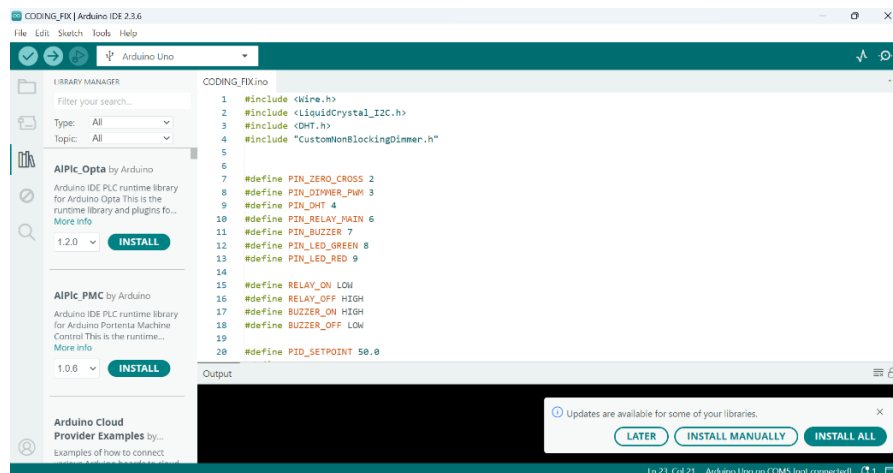
2. Pemilihan Ports dan Board



Gambar 4. 11 Memilih Board Arduino Uno

Gambar 4.11 menunjukkan langkah selanjutnya yaitu melakukan setting untuk board arduino uno, dengan cara klik menu tools lalu pilih arduino uno sesuai dengan kebutuhan. Setelah memilih board dilanjutkan dengan memilih ports sesuai dengan lubang USB yang digunakan, jika bingung menggunakan ports berapa bisa dicek ke device manager lalu buka pada bagian Ports (COM & LPT).

3. Menginstal Library Komponen



Gambar 4. 12 Tampilan Library Komponen

Gambar 4.12 menunjukkan bagian sebelah kiri dari tampilan software Arduino IDE terdapat Library Manager yang berfungsi untuk mencari dan menginstal library dari komponen yang digunakan sesuai dengan spesifikasinya. Lalu cara untuk

menginstalnya melalui Library Manager (Sketch > Include Library > Manage Libraries) dengan mencari nama library dan mengklik install. Library ini digunakan untuk memudahkan pemrograman dengan menyediakan kumpulan kode (fungsi, definisi, kelas) siap pakai untuk mengontrol berbagai komponen eksternal. Dengan menggunakan library, kita dapat menghemat waktu, meningkatkan produktifitas, dan membuat proyek menjadi lebih kompleks dan efisien karena tidak perlu menulis ulang kode dari awal.

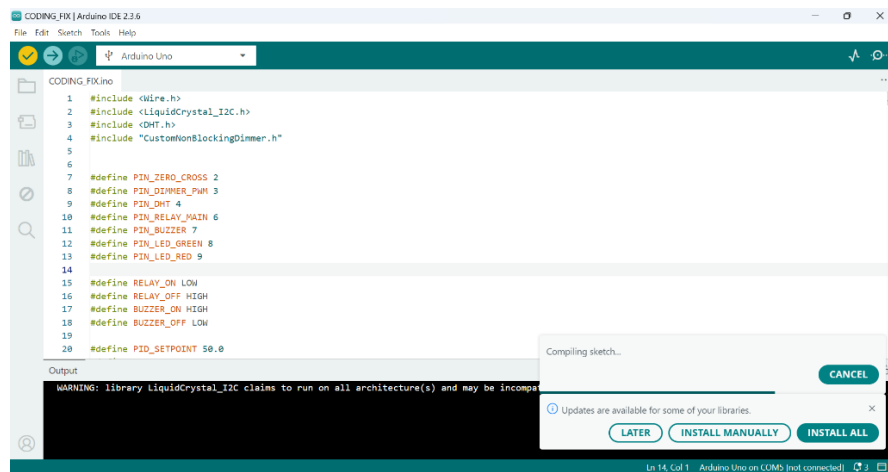
4. Membuat Program Mikrokontroler Arduino Uno



Gambar 4. 13 Kode Program Arduino Uno

Gambar 4.13 menunjukkan tahap awal pengembangan perangkat lunak dimulai dengan penyusunan instruksi pemrograman menggunakan Arduino IDE dengan basis bahasa C/C++. Program ini dirancang untuk menjalankan fungsi utama sistem: memproses data feedback dari sensor DHT22 dan menerima nilai set point suhu dari keypad. Inti dari program ini adalah implementasi algoritma kontrol PID yang bertugas secara adaptif mengatur kerja aktuator (PTC Heater dan kipas angin). Selain fungsi kontrol, firmware juga dirancang untuk mengelola antarmuka visual dengan menampilkan hasil pengukuran suhu dan kelembapan secara real-time melalui tampilan LCD 20x4.

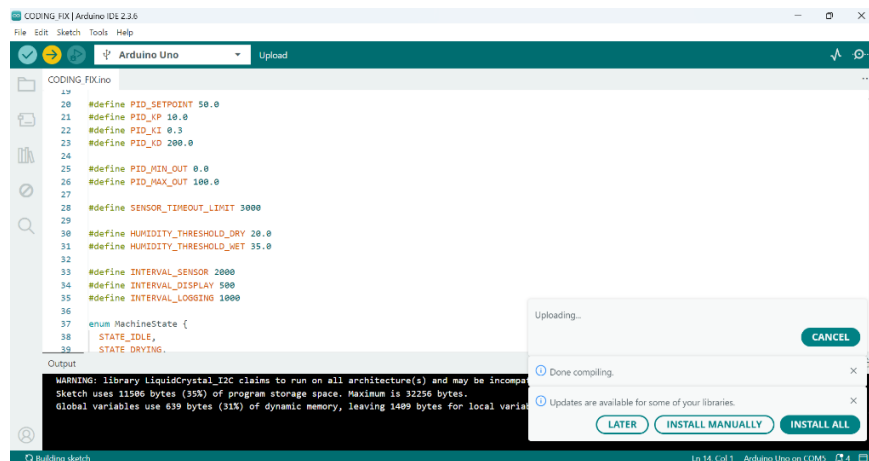
5. Melakukan Verify Program



Gambar 4. 14 Tampilan saat Compiling

Gambar 4.14 menampilkan fungsi Verify pada Arduino IDE sebagai alat kompilasi yang bertugas menerjemahkan kode program menjadi kode mesin. Pada saat yang sama, ia akan memeriksa seluruh sketch terhadap kesalahan sintaks dan logika. Jika error terdeteksi, IDE akan menampilkan notifikasi error agar dapat diperbaiki sebelum proses upload dilakukan.

6. Upload Program Mikrokontroler Arduino Uno



Gambar 4. 15 Tampilan saat Upload Perograman

Gambar 4.15 menampilkan proses setelah kompilasi sketch program berhasil dan tidak ditemukan kesalahan, firmware siap untuk diupload ke board mikrokontroler. Upload dilakukan dari Arduino IDE melalui kabel USB, di mana IDE secara otomatis mengirimkan data program yang telah dikompilasi ke dalam chip melalui komunikasi serial.

Segara setelah proses upload selesai, mikrokontroler Arduino Uno akan secara instan menjalankan program yang telah tertanam. Dalam mode operasional, mikrokontroler akan memulai fungsinya dengan membaca data suhu dan kelembapan secara real-time dari sensor DHT22. Data feedback ini kemudian digunakan untuk menghitung respons kendali PID berdasarkan nilai setpoint yang telah ditentukan. Hasil perhitungan kontrol PID selanjutnya diaplikasikan untuk mengatur kerja pemanas dan kipas angin melalui sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*). Seluruh aktivitas dan status sistem mulai dari pembacaan sensor hingga status aktuator ditampilkan secara real-time melalui LCD, berfungsi sebagai antarmuka umpan balik utama bagi pengguna.