

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

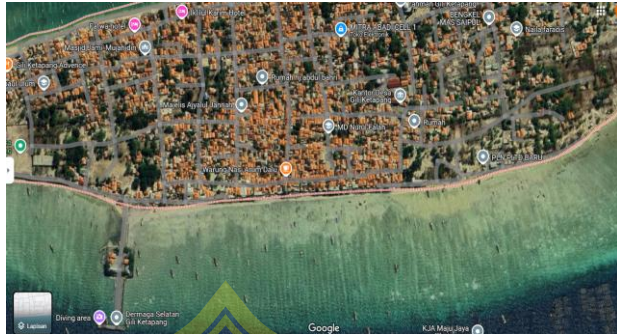
Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa (*engineering research*) yang bertujuan untuk merancang dan membangun suatu alat pengendali suhu dan kelembapan otomatis pada *current trafo*. Pendekatan yang digunakan adalah eksperimen, yaitu dengan melakukan perancangan, pembuatan, serta pengujian langsung terhadap sistem yang dikembangkan. Penelitian ini tidak hanya berfokus pada perancangan alat, tetapi juga pada pengujian kinerja sistem dalam kondisi tertentu untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat dalam menjaga suhu dan kelembapan (Sugiyono, 2020).

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PLTD Gili Ketapang sebagai lokasi studi kasus. Laboratorium/ruang kerja peneliti sebagai tempat perancangan dan pengujian alat (prototype)





Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Sumber: *Google Maps*

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam rentang waktu $\pm$ 3–6 bulan, yang meliputi tahap perancangan, pembuatan alat, pengujian, hingga analisis data.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat yang Digunakan

- Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:
- Laptop/PC (untuk pemrograman dan analisis)
- Software Arduino IDE
- Multimeter (untuk pengukuran listrik)
- Breadboard dan kabel jumper
- Obeng dan peralatan pendukung lainnya

3.3.2 Bahan/Komponen yang Digunakan

Komponen utama dalam pembuatan alat meliputi:

- Mikrokontroler (Arduino Uno atau sejenisnya)
- Sensor suhu dan kelembapan (DHT11/DHT22)
- Kipas (fan) sebagai pendingin
- Heater (opsional)
- Modul relay
- LCD (untuk menampilkan data)

- g. Catu daya (*power supply*)
- h. Box panel (simulasi ruang trafo)

3.4 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Variabel Input
 - a. Suhu lingkungan ($^{\circ}\text{C}$)
 - b. Kelembapan udara (%)
2. Variabel Proses
 - a. Pembacaan sensor suhu dan kelembapan
 - b. Pengolahan data oleh mikrokontroler
3. Variabel Output
 - a. Aktivasi kipas/heater
 - b. Tampilan data pada LCD
 - c. Kondisi suhu dan kelembapan yang terkendali

3.5 Perancangan Sistem

3.5.1 Diagram Blok Sistem

Sistem yang dirancang terdiri dari beberapa bagian utama:

- a. Input: Sensor suhu dan kelembapan (DHT11/DHT22)
- b. Proses: Mikrokontroler Arduino
- c. Output: Kipas, heater, dan LCD

Alur kerja sistem:

Sensor → Mikrokontroler → Relay → Aktuator → Output
(kondisi stabil)

3.5.2 Prinsip Kerja Sistem

Sistem bekerja dengan membaca suhu dan kelembapan dari sensor secara real-time. Data tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk dibandingkan dengan nilai batas (setpoint) yang telah ditentukan.

- a. Jika suhu melebihi batas → kipas aktif

- b. Jika kelembapan tinggi → dehumidifier/lampu pijar aktif
- c. Jika kondisi normal → sistem standby

Data kondisi lingkungan ditampilkan pada LCD sebagai monitoring.

3.5.3 Perancangan Hardware

- a. Perancangan perangkat keras meliputi:
- b. Pemasangan sensor DHT pada input mikrokontroler
- c. Koneksi relay dengan kipas dan heater
- d. Integrasi LCD sebagai display
- e. Penyusunan rangkaian dalam box panel

3.5.4 Perancangan Software

Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan:

- a. Menggunakan Arduino IDE
- b. Penulisan program untuk membaca sensor
- c. Logika kontrol ON/OFF atau eksperimen
- d. Pengiriman data ke LCD

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk memperoleh data yang akurat dan relevan terhadap kinerja alat pengendali suhu dan kelembapan otomatis pada *current trafo*. Metode yang digunakan meliputi observasi, eksperimen, dan dokumentasi, yang dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap kondisi lingkungan dan sistem kerja trafo arus di lokasi penelitian. Kegiatan observasi ini bertujuan untuk memperoleh gambaran nyata mengenai kondisi suhu dan kelembapan di sekitar trafo, serta mengetahui permasalahan yang terjadi

akibat faktor lingkungan. Dalam penelitian ini, observasi dilakukan dengan cara:

- a. Mengamati kondisi suhu dan kelembapan lingkungan di sekitar trafo secara langsung
- b. Mengidentifikasi potensi masalah seperti panas berlebih (*overheating*) dan kelembapan tinggi
- c. Mengamati kondisi fisik peralatan, seperti adanya tanda-tanda korosi atau kondensasi
- d. Mengamati sistem kerja trafo arus dalam kondisi operasional

Hasil observasi ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan sistem serta menetapkan parameter batas (*setpoint*) suhu dan kelembapan yang akan digunakan dalam perancangan alat.

2. Eksperimen

Eksperimen merupakan teknik pengumpulan data dengan cara melakukan pengujian secara langsung terhadap alat yang telah dirancang. Metode ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem dalam kondisi tertentu serta mengevaluasi apakah alat dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Dalam penelitian ini, eksperimen dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

- a. Pengujian sensor: Mengukur akurasi sensor suhu dan kelembapan dengan membandingkan hasil pembacaan dengan alat ukur standar
- b. Pengujian respon sistem: Mengamati respon alat terhadap perubahan suhu dan kelembapan, seperti kapan kipas atau aktuator aktif
- c. Pengujian stabilitas sistem: Menilai kemampuan alat dalam menjaga suhu dan kelembapan tetap dalam batas yang telah ditentukan

- d. Simulasi kondisi lingkungan: Memberikan perlakuan tertentu, seperti peningkatan suhu atau kelembapan, untuk melihat respon sistem

Data yang diperoleh dari eksperimen berupa nilai suhu dan kelembapan, waktu respon sistem, serta kondisi aktuator (aktif/tidak aktif). Data ini kemudian digunakan untuk analisis kinerja alat.

3. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mengumpulkan dan menyimpan berbagai bukti pendukung selama proses penelitian berlangsung. Dokumentasi bertujuan untuk memperkuat hasil penelitian serta mempermudah proses analisis dan pelaporan. Dalam penelitian ini, dokumentasi dilakukan dengan cara:

- a. Mengambil foto setiap tahap perancangan dan perakitan alat
- b. Mendokumentasikan hasil pengujian dalam bentuk tabel data
- c. Menyimpan hasil pembacaan sensor (log data)
- d. Mengumpulkan referensi berupa jurnal, buku, dan sumber ilmiah lainnya
- e. Mencatat hasil pengamatan selama proses eksperimen

Dokumentasi ini berfungsi sebagai bukti empiris yang mendukung hasil penelitian serta memudahkan dalam penyusunan laporan skripsi.

3.7 Teknik Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui tingkat kinerja, keakuratan, dan keandalan sistem pengendali suhu dan kelembapan yang telah dirancang. Proses pengujian dilakukan secara bertahap mulai dari komponen terkecil hingga sistem

secara keseluruhan, sehingga dapat diketahui apakah setiap bagian bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Adapun teknik pengujian alat dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap sebagai berikut:

3.7.1 Pengujian Sensor

Pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dan kestabilan pembacaan sensor suhu dan kelembapan yang digunakan dalam sistem.

Langkah-langkah pengujian sensor adalah sebagai berikut:

- a. Mengaktifkan sensor suhu dan kelembapan (DHT11/DHT22)
- b. Membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur standar, seperti termometer dan hygrometer
- c. Melakukan pengukuran secara berulang dalam rentang waktu tertentu
- d. Mencatat hasil pembacaan dari kedua alat

Parameter yang diamati:

- a. Nilai suhu ($^{\circ}\text{C}$)
- b. Nilai kelembapan (%)

Analisis dilakukan dengan menghitung selisih (error) antara sensor dengan alat standar. Sensor dikatakan baik apabila memiliki tingkat kesalahan yang kecil dan hasil pembacaan stabil.

3.7.2 Pengujian Sistem Kontrol

Pengujian sistem kontrol bertujuan untuk mengetahui kemampuan mikrokontroler dalam memproses data dan memberikan respon terhadap perubahan kondisi suhu dan kelembapan.

Langkah-langkah pengujian:

- a. Menentukan nilai batas (setpoint), misalnya:

- Suhu maksimum: 30°C
- Kelembapan maksimum: 70%
- b. Mengubah kondisi lingkungan secara bertahap (misalnya dengan sumber panas atau uap air)
- c. Mengamati respon sistem terhadap perubahan tersebut

Parameter yang diamati:

- a. Waktu respon sistem (delay)
- b. Ketepatan sistem dalam mengaktifkan aktuator
- c. Kesesuaian respon dengan logika program

Sistem dikatakan bekerja dengan baik apabila mampu merespon perubahan kondisi secara cepat dan sesuai dengan setpoint yang telah ditentukan.

3.7.3 Pengujian Aktuator

Pengujian aktuator bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat output seperti kipas dan heater dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perintah dari mikrokontroler.

Langkah-langkah pengujian:

- a. Memberikan kondisi tertentu (misalnya suhu tinggi) untuk memicu aktuator
- b. Mengamati apakah kipas atau heater aktif sesuai kondisi
- c. Menguji relay sebagai penghubung antara mikrokontroler dan aktuator

Parameter yang diamati:

- a. Kondisi ON/OFF aktuator
- b. Waktu respon aktuator
- c. Kestabilan kerja aktuator

Aktuator dikatakan berfungsi dengan baik apabila dapat bekerja secara otomatis dan sesuai dengan kondisi yang diberikan tanpa gangguan.

3.7.4 Pengujian Keseluruhan Sistem (Integrasi)

Pengujian keseluruhan sistem bertujuan untuk mengetahui kinerja alat secara menyeluruh setelah semua komponen terintegrasi.

Langkah-langkah pengujian:

- a. Menjalankan sistem secara penuh dalam kondisi normal
- b. Memberikan variasi kondisi suhu dan kelembapan
- c. Mengamati interaksi antara sensor, mikrokontroler, dan aktuator
- d. Mencatat perubahan kondisi sebelum dan sesudah sistem bekerja

Parameter yang diamati:

- a. Stabilitas suhu dan kelembapan
- b. Konsistensi kerja sistem
- c. Keandalan sistem dalam jangka waktu tertentu

Hasil pengujian ini akan menunjukkan apakah sistem mampu menjaga kondisi lingkungan sesuai dengan batas yang telah ditentukan secara otomatis.

3.7.5 Kriteria Keberhasilan Pengujian

Sistem dikatakan berhasil apabila:

- a. Sensor mampu membaca suhu dan kelembapan dengan akurat
- b. Sistem kontrol merespon perubahan kondisi dengan cepat dan tepat
- c. Aktuator bekerja sesuai dengan perintah sistem
- d. Sistem mampu menjaga suhu dan kelembapan dalam batas aman secara stabil

Dengan dilakukan pengujian secara bertahap dan menyeluruh, diharapkan alat yang dirancang memiliki tingkat keandalan yang tinggi serta dapat diaplikasikan secara nyata pada lingkungan

PLTD, khususnya dalam menjaga kondisi *current trafo* agar tetap optimal.

3.8 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif, yaitu dengan:

1. Membandingkan nilai suhu dan kelembapan sebelum dan sesudah sistem bekerja
2. Menghitung tingkat kestabilan sistem
3. Menganalisis respon waktu sistem terhadap perubahan kondisi
4. Menentukan efektivitas alat dalam menjaga kondisi lingkungan

Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah interpretasi.

3.9 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam perancangan alat pengendali suhu dan kelembapan otomatis pada *current trafo* dilakukan secara sistematis dan terstruktur agar tujuan penelitian dapat tercapai dengan optimal. Setiap tahapan saling berkaitan dan dilaksanakan secara berurutan, mulai dari identifikasi masalah hingga penarikan kesimpulan. Adapun tahapan penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Tahap awal penelitian adalah mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di lapangan, khususnya terkait kondisi suhu dan kelembapan pada *current trafo* di lingkungan PLTD.

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini meliputi:

- a. Mengamati kondisi lingkungan sekitar trafo arus
- b. Mengidentifikasi potensi permasalahan seperti suhu tinggi (overheating) dan kelembapan berlebih

- c. Menganalisis dampak kondisi lingkungan terhadap kinerja dan umur trafo
 - d. Menentukan kebutuhan sistem pengendalian otomatis
- Hasil dari tahap ini berupa rumusan masalah yang menjadi dasar dalam penelitian.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengkajian berbagai sumber teori yang relevan dengan penelitian.

Kegiatan yang dilakukan:

- a. Mengkaji teori tentang PLTD, trafo arus, suhu, dan kelembapan
- b. Mempelajari sensor suhu dan kelembapan (DHT11/DHT22)
- c. Mengkaji konsep mikrokontroler dan sistem kendali otomatis
- d. Menganalisis penelitian terdahulu yang relevan

Tujuan dari tahap ini adalah untuk memperkuat dasar teori serta menemukan celah (research gap) yang dapat dikembangkan dalam penelitian.

3. Perancangan Sistem

Tahap ini merupakan proses perencanaan sistem yang akan dibuat, baik dari sisi perangkat keras (hardware) maupun perangkat lunak (software).

Kegiatan yang dilakukan:

- a. Membuat diagram blok sistem
- b. Menentukan komponen yang digunakan (sensor, mikrokontroler, aktuator)
- c. Merancang rangkaian elektronik
- d. Menyusun algoritma dan flowchart sistem
- e. Menentukan nilai setpoint suhu dan kelembapan

Hasil dari tahap ini berupa desain sistem yang siap untuk direalisasikan.

4. Pembuatan Alat

Pada tahap ini dilakukan realisasi dari desain yang telah dibuat menjadi sebuah alat atau prototype.

Kegiatan yang dilakukan:

- Merakit komponen elektronik sesuai dengan rangkaian
- Menghubungkan sensor, mikrokontroler, dan aktuator
- Menginstal dan mengunggah program ke mikrokontroler
- Menyusun alat dalam bentuk panel atau box

Tahap ini menghasilkan alat pengendali suhu dan kelembapan yang siap diuji.

5. Pengujian Alat

Setelah alat selesai dibuat, dilakukan pengujian untuk mengetahui kinerja sistem.

Kegiatan yang dilakukan:

- Menguji sensor suhu dan kelembapan
- Menguji respon sistem terhadap perubahan kondisi
- Menguji kerja aktuator (kipas/heater)
- Menguji sistem secara keseluruhan

Tujuan tahap ini adalah untuk memastikan bahwa alat bekerja sesuai dengan desain dan fungsi yang diharapkan.

6. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui performa sistem.

Kegiatan yang dilakukan:

- Mengolah data hasil pengukuran suhu dan kelembapan
- Membandingkan kondisi sebelum dan sesudah sistem bekerja
- Menganalisis keakuratan sensor dan respon sistem
- Menilai efektivitas alat dalam menjaga kondisi lingkungan

Hasil analisis ini digunakan sebagai dasar dalam pembahasan penelitian.

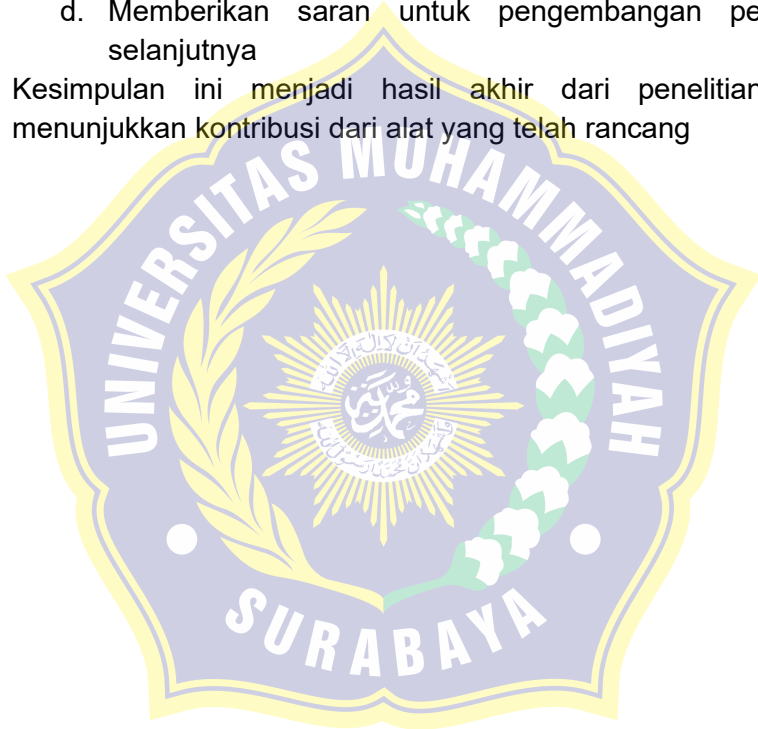
7. Penarikan Kesimpulan

Tahap terakhir adalah menyusun kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

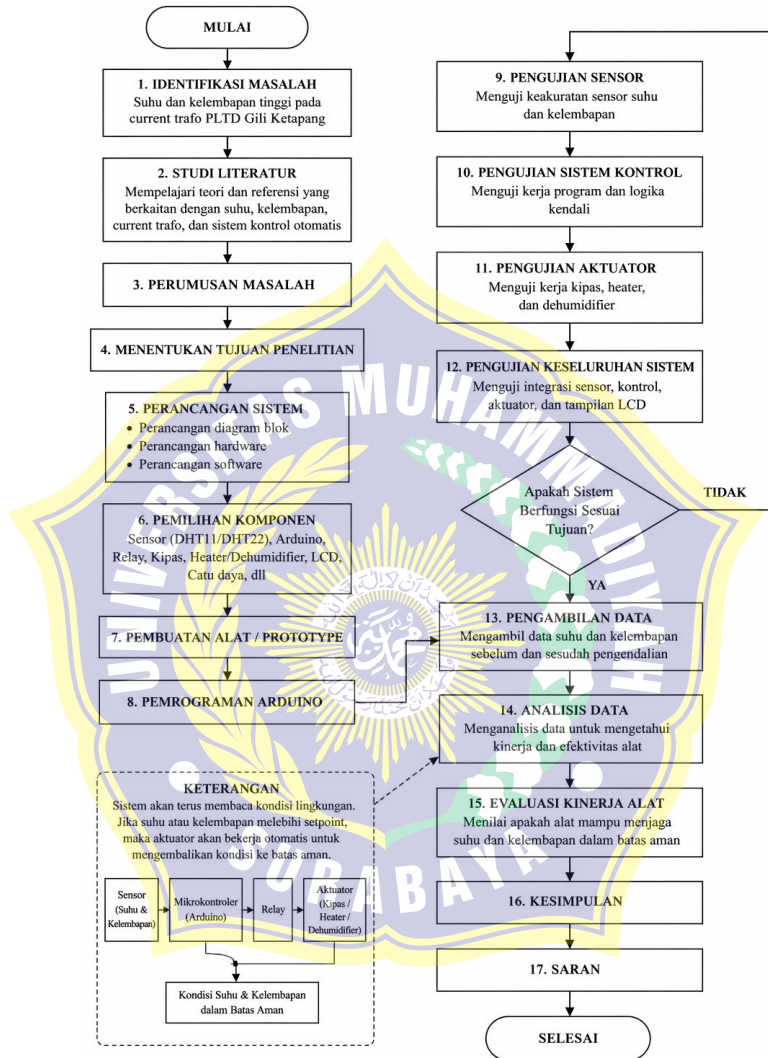
Kegiatan yang dilakukan:

- a. Menyimpulkan hasil penelitian sesuai dengan tujuan
- b. Menjawab rumusan masalah
- c. Menilai keberhasilan sistem yang dibuat
- d. Memberikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya

Kesimpulan ini menjadi hasil akhir dari penelitian yang menunjukkan kontribusi dari alat yang telah dirancang



3.10 Kerangka Berpikir



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian