



**FUNDAMENTAL OF DIGITAL SYSTEM FINAL PROJECT REPORT
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
UNIVERSITAS INDONESIA**

Automated Smart Home Controller

GROUP PA-17

Muhammad Rifat Faqih	2306250762
Ruben Kristanto	2306214624
Fadhlureza Sebastian	2306161971
Adrian Dika Darmawan	2306250711

PREFACE

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah memungkinkan kami untuk menyelesaikan proyek ini dengan baik. Laporan ini disusun sebagai bagian dari final project dalam mata kuliah Perancangan Sistem Digital, yang kami beri nama *Automated Smart Home Controller*.

Proyek ini kami rancang untuk mengembangkan sistem yang dapat mengontrol perangkat rumah tangga seperti lampu, pendingin, dan alarm, serta memungkinkan otomatisasi berdasarkan kondisi lingkungan seperti suhu dan waktu. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan kemampuan pemantauan perangkat melalui sensor untuk memastikan kinerja yang optimal. Sistem ini melibatkan berbagai komponen yang saling terintegrasi, antara lain pengontrol perangkat, sistem pemantauan status, modul pemantauan lingkungan, dan modul otomatisasi.

Pembuatan sistem ini sepenuhnya dilakukan oleh anggota kelompok kami, dengan dukungan referensi dari sumber-sumber kredibel. Kami berharap laporan ini dapat memberikan pemahaman yang jelas mengenai konsep dan implementasi *Smart Home Controller*, serta manfaat dari penerapan sistem otomatisasi dan pemantauan perangkat berbasis sensor. Kami menyadari bahwa laporan ini masih dapat diperbaiki, dan oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik serta saran konstruktif untuk pengembangan lebih lanjut di masa yang akan datang.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih atas kesempatan untuk mengerjakan proyek ini dan berharap hasilnya dapat bermanfaat serta memberikan kontribusi positif.

Depok, December 12, 2024

Group PA-17

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER 1: INRODUCTION

- 1.1 Background
- 1.2 Project Description
- 1.3 Objectives
- 1.4 Roles and Responsibilities

CHAPTER 2: IMPLEMENTATION

- 2.1 Equipment
- 2.2 Implementation

CHAPTER 3: TESTING AND ANALYSIS

- 3.1 Testing
- 3.2 Result
- 3.3 Analysis

CHAPTER 4: CONCLUSION

REFERENCES

APPENDICES

- Appendix A: Project Schematic
- Appendix B: Documentation

CHAPTER 1

INTRODUCTION

1.1 BACKGROUND

Konsep rumah pintar atau *smart home* semakin populer dan banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan sistem *smart home*, kita bisa mengontrol berbagai perangkat di rumah, seperti lampu, pendingin ruangan, dan alarm, secara otomatis dan lebih efisien. Hal ini tentunya memberikan kenyamanan bagi penghuninya, serta memungkinkan pengelolaan energi yang lebih baik.

Namun, meskipun sudah ada banyak produk *smart home* yang tersedia di pasaran, kebanyakan dari mereka masih mengandalkan pengaturan manual atau tidak terlalu fleksibel dalam mengatur perangkat sesuai dengan kondisi lingkungan. Misalnya, banyak sistem yang hanya bisa dikendalikan lewat aplikasi atau remote, tanpa mempertimbangkan faktor-faktor seperti suhu, waktu, atau cahaya yang bisa mempengaruhi kinerja perangkat.

Oleh karena itu, kami merancang *Automated Smart Home Controller* untuk menjawab masalah tersebut. Sistem ini dirancang agar bisa mengontrol perangkat rumah tangga secara terintegrasi dan otomatis berdasarkan kondisi lingkungan, seperti suhu dan waktu. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan fitur pemantauan perangkat melalui sensor, sehingga pengguna bisa memonitor perangkat secara langsung dan memastikan semuanya berfungsi dengan baik.

Dengan adanya sistem otomatisasi dan pemantauan berbasis sensor ini, kami berharap bisa membantu pengguna mengelola perangkat rumah tangga dengan lebih efisien, menghemat energi, dan tentunya meningkatkan kenyamanan penghuni rumah. Sistem ini juga memberikan fleksibilitas dalam pengaturan, sehingga pengguna bisa menyesuaikan perangkat dengan kebutuhannya masing-masing.

1.2 PROJECT DESCRIPTION

Proyek ini bertujuan untuk merancang sistem *Smart Home Controller* yang tidak hanya mengontrol perangkat rumah tangga, seperti lampu, kipas angin, pendingin ruangan, dan

alarm, tetapi juga mengotomatisasi pengaturannya berdasarkan kondisi lingkungan. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan fitur pemantauan perangkat berbasis sensor, yang memungkinkan pengguna untuk memantau status perangkat secara langsung.

Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja saling terintegrasi, yaitu:

1. Device Control Module: Modul ini bertanggung jawab untuk mengontrol perangkat rumah tangga berdasarkan logika tertentu. Pendekatan yang digunakan adalah behavioral style untuk memastikan fleksibilitas dalam pengaturan perangkat.
2. State Monitoring System: Menggunakan FSM (Finite State Machine) untuk memantau status perangkat (ON/OFF) dan mengambil tindakan berdasarkan kondisi yang terdeteksi.
3. Environment Monitoring Module: Modul ini bertugas memproses data dari sensor (seperti suhu, cahaya, dan kelembaban) dan mengubahnya menjadi sinyal kontrol untuk perangkat.
4. Automation Module: Menyusun otomatisasi berdasarkan kondisi tertentu, misalnya mematikan kipas ketika suhu turun di bawah batas yang telah ditentukan.
5. Alarm System: Mengatur alarm berdasarkan waktu atau kondisi tertentu, seperti deteksi gerakan, menggunakan prosedur dan fungsi dalam VHDL.
6. Display System: Menampilkan status perangkat dan sensor pada display LED atau 7-segment untuk memberikan informasi langsung kepada pengguna.
7. Testbench: Digunakan untuk menguji semua komponen sistem, memastikan bahwa kontrol manual, otomatisasi, dan alarm bekerja dengan baik.

1.3 OBJECTIVES

Proyek ini bertujuan untuk:

1. Menerapkan Konsep Behavioral dan Dataflow Style
Mengintegrasikan pendekatan *behavioral* dan *dataflow* dalam desain modul untuk memastikan fleksibilitas kontrol perangkat dan pengolahan data sensor yang efisien.
2. Membangun Sistem Pemantauan Berbasis FSM
Menggunakan FSM untuk memantau status perangkat dan memastikan transisi state yang akurat berdasarkan input sensor.

3. Mengimplementasikan Logika Otomatisasi dengan Looping Construct
Menyusun sistem otomatisasi yang memanfaatkan *looping construct* untuk memantau kondisi lingkungan dan mengatur perangkat secara real-time.
4. Mengembangkan Sistem Alarm yang Fleksibel
Menggunakan prosedur dan fungsi untuk mendesain alarm berbasis waktu dan kondisi tertentu dengan tingkat presisi tinggi.
5. Menguji Desain dengan Testbench
Menggunakan *testbench* untuk mensimulasikan dan memverifikasi seluruh komponen, termasuk kontrol manual, otomatisasi, dan alarm, guna memastikan sistem berfungsi dengan optimal.
6. Mengaplikasikan VHDL untuk Desain Modular
Merancang sistem dengan pendekatan modular menggunakan VHDL agar desain mudah dikembangkan.

1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES

The roles and responsibilities assigned to the group members are as follows:

Person	Responsibilities
Adrian	Membuat kodingan VHDL, membuat README, pencetus ide proyek
Rifat	Documentation(PPT, Laporan), Testbench, membantu coding
Reza	Penyusun laporan, penyusun link GitHub, membantu coding
Ruben	Membuat kodingan VHDL, membuat hasil waveform

Table 1. Roles and Responsibilities

CHAPTER 2

IMPLEMENTATION

2.1 EQUIPMENT

Alat yang digunakan berupa sebagai berikut:

- ModelSim
- Quartus
- Visual Studio Code
- Github

2.2 IMPLEMENTATION

2.2.1 Pendekatan Desain dan Pemilihan Gaya VHDL

Dalam proses implementasi, desain proyek ini memanfaatkan pendekatan gaya VHDL yang relevan dengan fungsi masing-masing modul. Berikut adalah pendekatan yang diterapkan:

1. Behavioral Style

Digunakan untuk *Device Control Module*, yang memungkinkan fleksibilitas dalam mendeskripsikan logika operasi perangkat seperti lampu, kipas, dan alarm.

2. Dataflow Style

Diterapkan pada *Environment Monitoring Module* untuk memproses data sensor secara efisien dan menghasilkan sinyal kontrol yang sesuai dengan kondisi lingkungan.

3. Structural Style

Dipilih untuk *Display System*, yang menampilkan informasi status perangkat dan sensor. Gaya ini memfasilitasi pengintegrasian dengan modul lainnya.

4. FSM (Finite State Machine)

Mengatur *State Monitoring System* untuk memantau status perangkat dan melakukan transisi berdasarkan kondisi lingkungan atau perintah pengguna.

5. Procedure, Function, dan Impure Function
Digunakan pada *Alarm System* untuk modularitas dan kemudahan dalam mendefinisikan fungsi alarm berdasarkan waktu atau kondisi tertentu.
6. Looping Construct
Dimanfaatkan pada *Automation Module* untuk mengecek kondisi lingkungan secara berulang dan melakukan kontrol perangkat secara otomatis.

2.2.2 Implementasi Tiap Komponen

1. Device Control Module
Modul ini bertanggung jawab untuk mengontrol status perangkat seperti lampu, kipas, dan alarm. Pendekatan *behavioral* digunakan untuk mendesain logika operasi perangkat yang dapat diatur secara manual maupun otomatis.
2. State Monitoring System
Menggunakan FSM untuk memantau status perangkat (ON/OFF) dan menentukan transisi state berdasarkan kondisi lingkungan yang diterima dari modul pemantauan.
3. Environment Monitoring Module
Modul ini memproses data dari sensor lingkungan seperti suhu dan cahaya. Data ini diolah untuk menghasilkan sinyal kontrol yang digunakan oleh modul lainnya.
4. Automation Module
Modul ini bertugas untuk mengatur otomatisasi perangkat berdasarkan data sensor dan waktu. Dengan menggunakan *looping construct*, sistem dapat terus memantau kondisi dan merespons perubahan secara real-time.
5. Alarm System
Berfungsi untuk mengatur alarm berdasarkan waktu atau kondisi tertentu, seperti deteksi gerakan. Modul ini dirancang menggunakan fungsi untuk meningkatkan modularitas dan efisiensi desain.
6. Display System
Modul ini bertanggung jawab untuk menampilkan informasi status perangkat dan sensor. Menggunakan pendekatan *structural style*, modul ini dirancang agar dapat dengan mudah dihubungkan dengan komponen lainnya.

2.2.3 Testbench

1. Desain Testbench

Testbench dirancang untuk menguji setiap modul secara terpisah sebelum diintegrasikan ke dalam sistem utama. Fokus pengujian adalah memverifikasi fungsionalitas sesuai spesifikasi desain.

2. Skenario Pengujian

- Mengontrol perangkat secara manual (ON/OFF).
- Memastikan transisi FSM berjalan sesuai kondisi lingkungan.
- Menguji otomatisasi perangkat, seperti mematikan pendingin
- Mengaktifkan alarm berdasarkan waktu atau kondisi sensor.

3. Integrasi dan Hasil Pengujian

Setelah pengujian setiap modul selesai, seluruh komponen diintegrasikan untuk membentuk sistem lengkap. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang, baik dalam kontrol manual, otomatisasi, maupun alarm.

TESTING AND ANALYSIS

Percobaan melibatkan variasi input sensor suhu dan cahaya untuk memastikan sistem dapat memproses data dengan benar dan mengirimkan sinyal kontrol yang sesuai. Pada *State Monitoring System*, pengujian berfokus pada transisi antar-state dalam *Finite State Machine* (FSM) sesuai dengan kondisi lingkungan. Sementara itu, *Automation Module* diuji dengan skenario perubahan suhu yang berulang untuk memvalidasi kemampuan sistem dalam menyesuaikan pengaturan perangkat secara real-time. Alarm juga diuji untuk memastikan respons yang tepat terhadap waktu tertentu atau deteksi gerakan.

3.2 RESULT



3.3 ANALYSIS

Hasil simulasi yang diamati melalui *waveform* menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai dengan desain. Pada modul *Device Control*, terlihat bahwa sinyal *fan_control* berubah menjadi '1' saat suhu (*temperature*) pada *waveform* melampaui 25°C, dan kembali menjadi '0' ketika suhu turun. Sinyal *light_control* aktif ('1') ketika nilai sensor cahaya rendah dan berubah menjadi '0' saat intensitas cahaya meningkat.

Modul *State Monitoring* menunjukkan transisi *state* yang jelas di *waveform*. Ketika perangkat diaktifkan, sinyal *current_state* berubah menjadi "ON", dan kembali ke "OFF" saat perangkat dinonaktifkan, mengikuti pola input dengan stabil. Pada modul *Environment Monitoring*, perubahan pada nilai *temperature* dan *light_sensor* langsung memengaruhi sinyal *fan_signal* dan *light_signal*, menunjukkan pemrosesan real-time yang akurat.

Modul *Automation* menunjukkan looping yang stabil di mana kipas mati secara otomatis (*fan_signal* = '0') saat suhu turun di bawah ambang batas, sesuai pola perubahan suhu di *waveform*. Modul *Alarm System* juga terpantau aktif (*alarm_active* = '1') ketika kondisi pemicu, seperti waktu tertentu, terpenuhi dan dinonaktifkan ketika pemicu berakhir.

Pada modul *Display System*, *waveform* menunjukkan sinyal tampilan yang sesuai dengan status perangkat, seperti perubahan nilai pada *fan_state* dan *light_state*. Pola ini memastikan bahwa semua status perangkat tersampaikan dengan benar pada tampilan. Semua sinyal pada *waveform* menunjukkan bahwa sistem telah terintegrasi dengan baik dan responsif terhadap perubahan kondisi input.

CHAPTER 4

CONCLUSION

Implementasi dari proyek *Smart Home Controller dengan Monitoring dan Automation* menunjukkan penerapan yang efektif dari konsep-konsep dalam menggunakan VHDL. Kami berhasil merancang dan mengintegrasikan berbagai modul yang bekerja secara harmonis untuk mengontrol perangkat rumah tangga seperti lampu, kipas, dan alarm, serta mengotomatisasi fungsinya berdasarkan kondisi lingkungan seperti suhu dan cahaya.

Dalam hal implementasi, penggunaan *behavioral style* dalam *Device Control Module* memungkinkan fleksibilitas dalam pengendalian perangkat, sementara penerapan *dataflow* dalam *Environment Monitoring Module* memastikan aliran data sensor yang efisien. Penggunaan *Finite State Machine* (FSM) di modul *State Monitoring System* memungkinkan pemantauan status perangkat dengan akurat, serta transisi kondisi yang stabil sesuai dengan input yang diterima. Di sisi lain, *Automation Module* yang menggunakan teknik *looping construct* berhasil mengotomatisasi proses, seperti mematikan kipas saat suhu turun di bawah ambang batas, tanpa intervensi manual.

Pembuatan *testbench* untuk menguji seluruh sistem untuk memverifikasi kebenaran setiap modul dan memastikan integrasi antar modul berjalan dengan baik. Pengujian ini memperlihatkan bahwa sistem mampu merespon perubahan input secara real-time, serta menampilkan status perangkat dengan tepat melalui *Display System*.

REFERENCES

- [1] "Digital System Design," *DigiLab DTE*. [Online]. Available: <https://learn.digilabdte.com/books/digital-system-design>. [Accessed: 8-Dec-2024].
- [2] "Integration of AI and IoT for Smart Home Automation," *ResearchGate*, 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/381111082_Integration_of_Ai_and_Iot_for_Smart_Home_Automation. [Accessed: 8-Dec-2024].

APPENDICES

Appendix A: Project Schematic

Appendix B: Documentation

