



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

**Automated Plant Watering System**

**GROUP AP-02**

<b>Aqshal Ilham Samudera</b>	<b>2206829995</b>
<b>Ryan Safa Tjendana</b>	<b>2206826835</b>
<b>Irfan Yusuf Khaerullah</b>	<b>2206813290</b>
<b>Valentino Farish Adrian</b>	<b>2206825896</b>

## **PREFACE**

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa yang telah menganugerahkan banyak nikmat sehingga kami dapat menyusun laporan proyek akhir praktikum perancangan sistem digital ini dengan baik. Laporan ini berisi tentang uraian hasil pembuatan proyek akhir kami mengenai pengimplementasian kode VHDL dari Automated Plant Watering System

Laporan ini kami susun dengan bantuan dan dukungan berbagai pihak diantaranya; Bapak Yan Maraden ST.MT.M.Sc dan Bapak Ruki Harwahyu., ST., MT., M.Sc., Ph.D. selaku dosen mata kuliah perancangan sistem digital dan Bang Aldrian Raffi Wicaksono selaku asisten lab pendamping untuk proyek akhir perancangan sistem digital Kelompok AP02 . Oleh karena itu kami sampaikan terima kasih atas waktu, tenaga dan pikirannya yang telah diberikan.

Kami Menyadari dalam penyusunan laporan proyek akhir ini, hasil laporan proyek akhir ini Masih banyak kesalahan dan ketidaksempurnaan sehingga kami selaku penyusun laporan mengharapkan saran dan kritik dari pembaca, sebagai penyusun, kami terbuka untuk semua perbaikan yang mungkin. Akhir Kata dari kami , kami berharap laporan proyek akhir ini dapat memberikan manfaat terutama bagi kelompok kami, dan juga secara umum untuk para pembaca

Depok, December 23, 2023

Group AP02

## TABLE OF CONTENTS

<b>CHAPTER 1.....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 BACKGROUND.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 PROJECT DESCRIPTION.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 OBJECTIVES.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES.....</b>	<b>6</b>
<b>CHAPTER 2.....</b>	<b>7</b>
<b>IMPLEMENTATION.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 EQUIPMENT.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 IMPLEMENTATION.....</b>	<b>7</b>
<b>CHAPTER 3.....</b>	<b>9</b>
<b>TESTING AND ANALYSIS.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 TESTING.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 RESULT.....</b>	<b>9</b>
<b>3.3 ANALYSIS.....</b>	<b>10</b>
<b>CHAPTER 4.....</b>	<b>11</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>11</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>12</b>

# **CHAPTER 1**

## **INTRODUCTION**

### **1.1 BACKGROUND**

Pada awalnya kami memikirkan suatu proyek yang bermanfaat bagi lingkungan sekitar, dan kami mengidentifikasi kebutuhan dalam meningkatkan efisiensi untuk merawat tanaman. Kami menyadari bahwa masalah utama yang sering dihadapi dalam merawat tanaman pada umumnya adalah pemberian air yang tidak efektif yang diakibatkan keterbatasan waktu dan perhatian. Seringkali tanaman tidak mendapat jumlah air yang cukup karena keterlambatan dalam proses penyiraman air. Pentingnya pemberian air yang tepat sesuai jadwal untuk pertumbuhan tanaman yang optimal menjadi perhatian utama.

Oleh karena itu, untuk menyelesaikan masalah tersebut kami mencoba membuat alat yang dapat menunjang tujuan kami untuk meningkatkan kualitas tanaman dengan cara membuat alat penyiram tanaman secara otomatis yang berdasarkan suatu interval waktu dan juga sensor dari kelembaban tanah.

### **1.2 PROJECT DESCRIPTION**

Automated Plant watering system Merupakan sebuah alat yang dirancang untuk memberikan air kepada tanaman secara otomatis berdasarkan dua metode: metode waktu dan metode sensor kelembaban tanah.

Sistem ini memiliki Tiga metode utama. Metode pertama adalah berdasarkan waktu, di mana tanaman akan disiram air setiap periode waktu tertentu. Metode kedua adalah dengan menggunakan sensor kelembaban tanah yang akan mengukur tingkat kelembaban tanah. Jika kelembaban tanah turun di bawah ambang batas tertentu, sistem akan menyiram tanaman. Dan juga metode secara waktu yang random yaitu dengan menyiram air di waktu yang tertentu yang menggunakan impure function untuk meng generate random number

### **1.3 OBJECTIVES**

The objectives of this project are as follows:

1. Membuat Automated Plant Watering System dengan 2 metode yang berbeda yaitu berdasarkan Sensor Kelembaban tanah dan interval waktu dengan state masing masing
2. Dalam Metode Interval Membuat State INIT yang digunakan sebagai State awal akan memasuki mode pengaturan waktu.
3. Dalam Metode Interval Membuat State SET\_TIME yang digunakan user agar dapat mengatur waktu penyiraman. Setelah selesai akan berpindah ke state ini setelah INIT.
4. Dalam Metode Interval Membuat State WAIT\_FOR\_INTERVAL yang digunakan untuk menunggu hingga interval waktu yang ditentukan sebelum beralih ke state WATERING.
5. Dalam Metode Interval Membuat State WATERING yang digunakan untuk melakukan penyiraman tanaman dilakukan dengan waktu yang telah diatur. Setelah penyiraman selesai, sistem kembali ke state INIT.
6. Dalam Metode Sensor Membuat State INIT yang digunakan sebagai State awal akan memasuki mode untuk membaca kelembapan tanah
7. Dalam Metode Sensor Membuat State READ\_MOISTURE\_LEVEL yang digunakan sistem untuk membaca tingkat kelembaban tanah dari sensor.
8. Dalam Metode Sensor Membuat State CHECK\_THRESHOLD yang digunakan untuk mengevaluasi apakah tingkat kelembaban tanah berada di bawah limit tertentu atau tidak.
9. Dalam Metode Sensor Membuat State WATER\_PLANT yang digunakan Ketika tingkat kelembaban tanah di bawah ambang batas, sistem akan beralih ke state ini untuk melakukan penyiraman. Setelah selesai, kembali ke state INIT. Jika tingkat kelembaban cukup, langsung kembali ke INIT.
10. Membuat randomizedWatering yang digunakan untuk membuat jadwal penyiraman secara acak, memberikan variasi dalam penyiraman tanaman

#### 1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES

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

Roles	Responsibilities	Person

Role 1	wateringSystem randomizedWatering code, Main, main_tb Code	Ryan Safa Tjendana
Role 2	Laporan, Sensor, Main , Main_tb Code	Irfan Yusuf Khaerullah
Role 3	Sensor, Laporan Akhir, PPT	Aqshal Ilham Samudera
Role 4	Laporan Akhir, PPT, ReadMe	Valentino Farish Adrian

Table 1. Roles and Responsibilities

## **CHAPTER 2**

### **IMPLEMENTATION**

#### **2.1 EQUIPMENT**

The tools that are going to be used in this project are as follows:

- Visual Studio Code
- ModelSim
- DrawIo
- Quartus
- Github

#### **2.2 IMPLEMENTATION**

Program Automated Watering System menggunakan tiga modul VHDL, yaitu wateringSystem, sensor, dan randomizedWatering, yang selanjutnya diintegrasikan dalam modul main untuk membentuk sistem keseluruhan.

Pertama, dalam wateringSystem.vhd, terdapat logika untuk mengatur waktu penyiraman tanaman secara periodik. Modul ini memiliki empat keadaan (state): INIT, SET\_TIME, WAIT\_FOR\_INTERVAL, dan WATERING. Pada keadaan INIT, sistem diatur untuk memulai penghitungan waktu penyiraman. Pada SET\_TIME, waktu penyiraman diatur sesuai dengan input. Pada WAIT\_FOR\_INTERVAL, sistem menunggu hingga waktu yang telah diatur tercapai. Terakhir, pada keadaan WATERING, air disiramkan ke tanaman, dan sistem kembali ke keadaan INIT.

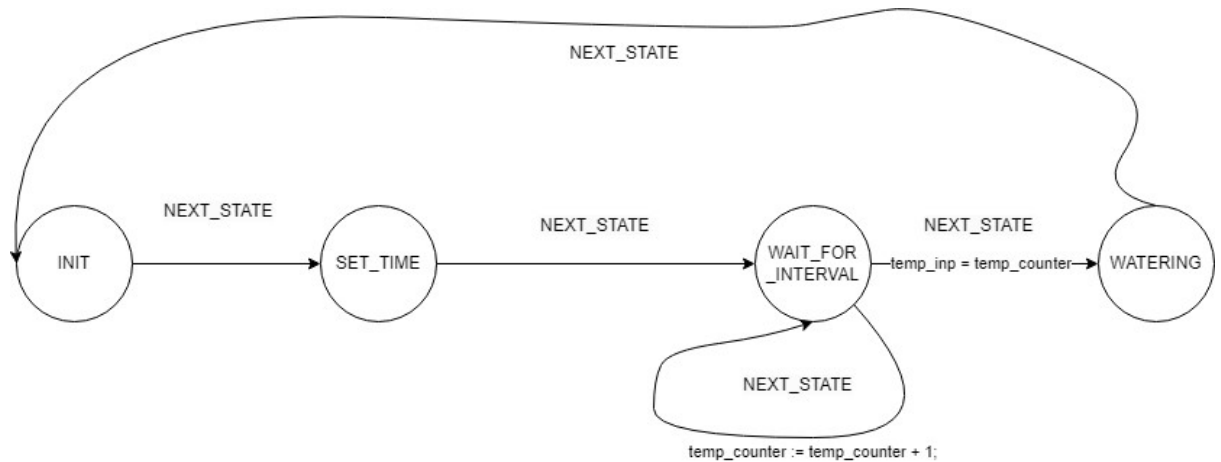


Fig 1. wateringSystem State Diagram

Selanjutnya, pada sensor.vhd, modul ini mendeteksi tingkat kelembaban tanah dan memberikan sinyal untuk menyiram tanaman jika kondisi tertentu terpenuhi. Modul ini memiliki keadaan INIT, READ\_MOISTURE\_LEVEL, CHECK\_THRESHOLD, dan WATER\_PLANT. Pada keadaan INIT, sistem disiapkan. Pada READ\_MOISTURE\_LEVEL, kelembaban tanah dibaca. Pada CHECK\_THRESHOLD, sistem memeriksa apakah kelembaban melebihi atau kurang dari ambang batas tertentu. Jika iya, maka sistem beralih ke keadaan WATER\_PLANT dan menyiram tanaman.

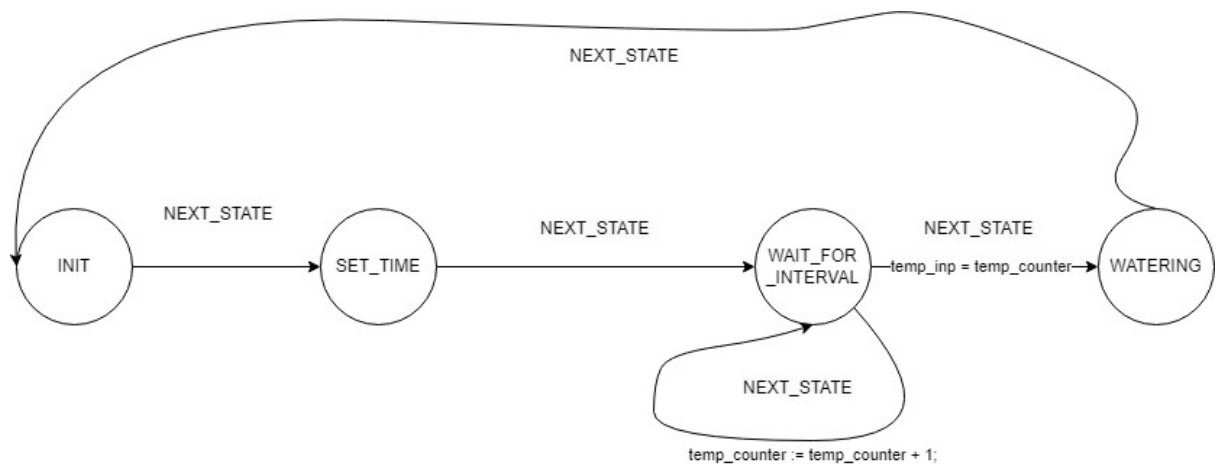


Fig 2. randomizedWatering State Diagram

Terakhir, pada randomizedWatering.vhd, modul ini mengimplementasikan penyiraman tanaman dengan waktu yang diacak. Modul ini juga memiliki keadaan INIT,



SET\_TIME, WAIT\_FOR\_INTERVAL, dan WATERING. Pada keadaan INIT, sistem diatur. Pada SET\_TIME, waktu penyiraman diatur secara acak. Pada WAIT\_FOR\_INTERVAL, sistem menunggu hingga waktu yang diatur tercapai. Terakhir, pada keadaan WATERING, air disiramkan ke tanaman, dan sistem kembali ke keadaan INIT.

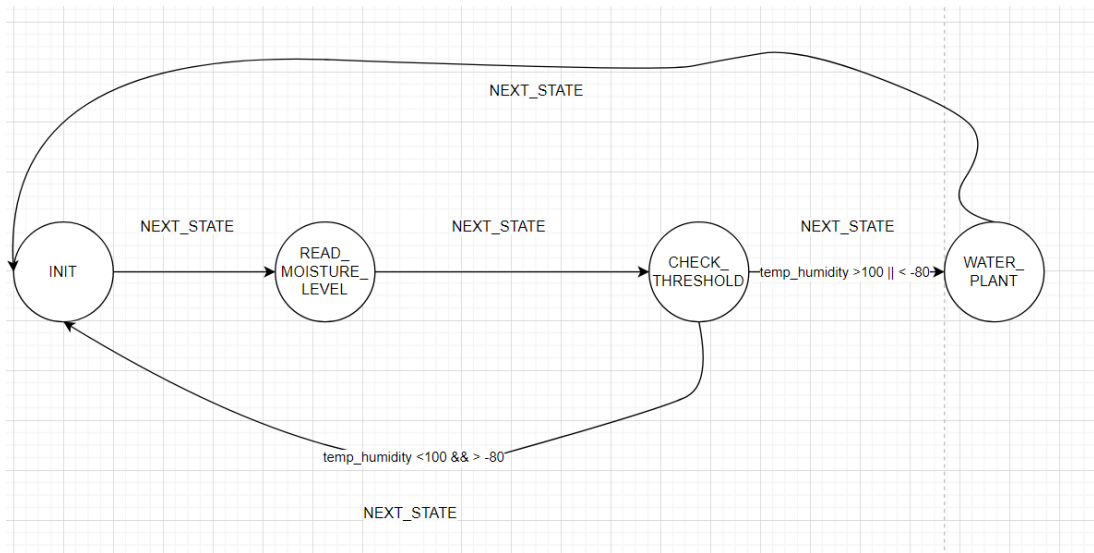


Fig 3. sensorState Diagram

Kemudian, pada main.vhd, ketiga modul tersebut diintegrasikan. Modul main menghubungkan modul-modul tersebut dan mengatur aliran data antara sensor, wateringSystem, dan randomizedWatering. Ini menciptakan sistem penyiraman otomatis yang responsif terhadap kelembaban tanah dan dapat diatur dengan waktu yang diacak atau terjadwal. Dengan demikian, implementasi Automated Watering System menggunakan VHDL memanfaatkan tiga modul berbeda yang bekerja bersama-sama untuk menyediakan fungsionalitas penyiraman tanaman yang otomatis dan efisien.

## CHAPTER 3

### TESTING AND ANALYSIS

#### 3.1 TESTING

Ketika pertama kali dijalankan, Automated plant watering system masuk ke state INIT, kemudian akan terdapat 3 Metode yang berbeda, Yaitu Metode wateringSystem merupakan metode yang disesuaikan Dengan Interval waktu dimana mode ini akan melakukan penyiraman dengan kondisi “waterTime” Memiliki Nilai “0000011”, dan counter time akan dimulai dari “0000000” dan state akan memasuki state INIT dan kondisi next state adalah SET\_TIME. Dari SET\_TIME kondisi state selanjutnya adalah WAIT\_FOR\_INTERVAL. Saat Present state Adalah WAIT\_FOR\_INTERVAL maka next state selanjutnya adalah WATERING yang berarti proses penyiraman tanaman dilakukan Kondisi counterTime akan berubah menjadi “0000011” ketika state sudah sampai WATERING. Lalu pada State Terakhir Dari WATERING next statenya adalah kembali ke INIT dan counterTime akan reset kembali Menjadi “0000000”

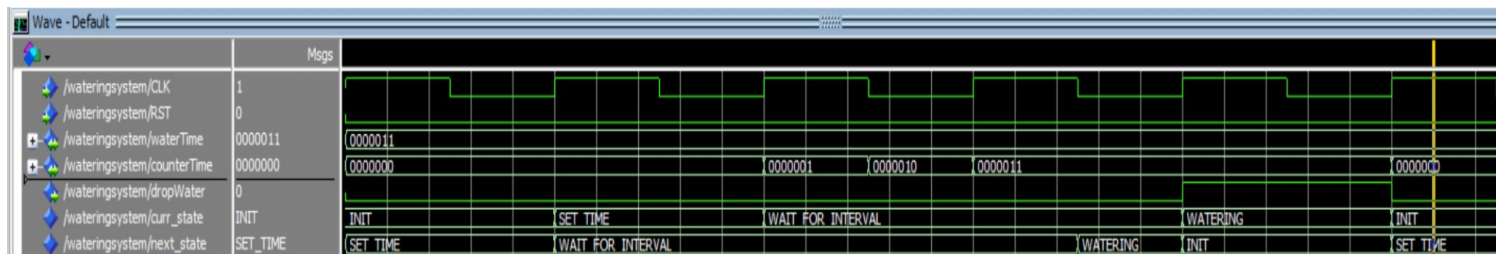


Fig 4. wateringSystem Simulation

Pada Mode randomizedWatering merupakan metode yang melakukan penyiraman secara waktu yang random / acak agar memberikan variasi waktu terhadap penyiraman. state akan dimulai dengan INIT dan Next Statenya adalah SET\_TIME, pada saat state SET\_TIME maka waterTime akan berubah secara random ke angka biner dalam 7 bit, dan Counter time akan increment hingga state berubah menjadi state yang paling terakhir yaitu WATERING, setelah SET\_TIME maka next

statenya adalah WAIT\_FOR\_INTERVAL yaitu menunggu hingga interval waktu yang ditentukan secara random sebelum beralih ke next STATE selanjutnya yaitu WATERING dan akan berpindah ke next state ke awal yaitu INIT dan untuk langkah selanjutnya akan sama seperti penjelasan atas tetapi untuk waktu yang didapatkan akan selalu random dan counterTime akan direset setiap kali selesai melakukan watering.

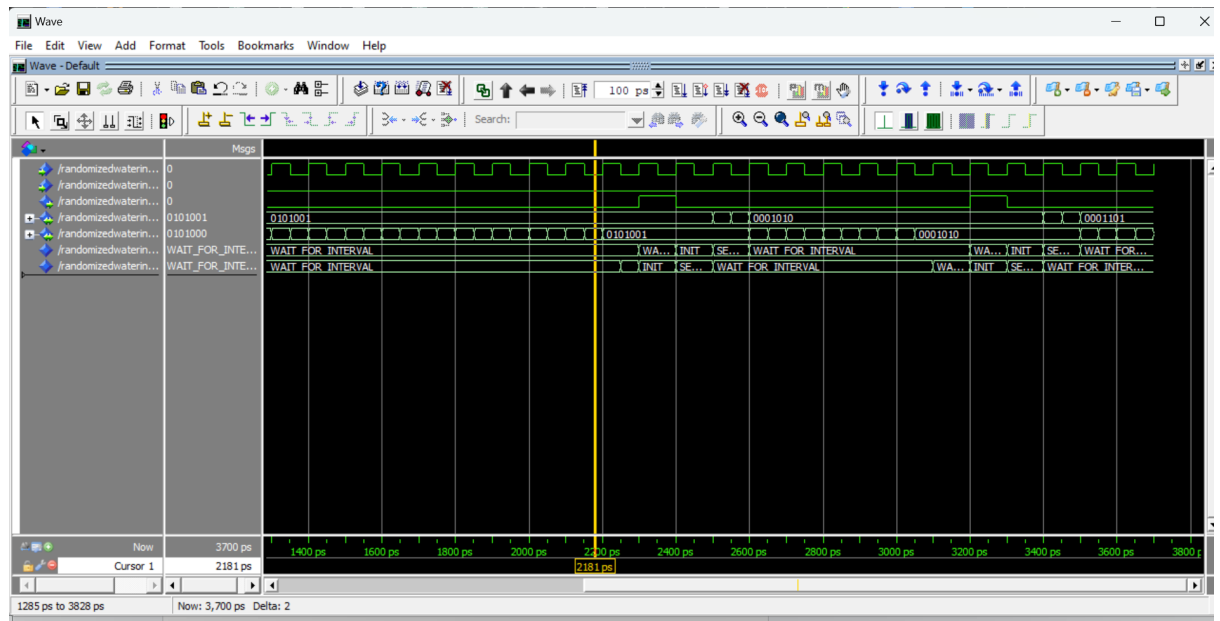


Fig 5. randomizedWatering simulation

pada mode sensor merupakan metode yang melakukan penyiraman berdasarkan sensor kelembaban tanah. dimana air akan disiramkan ketika nilai dari kelembaban tanah melebihi atau kurang dari nilai yang seharusnya, State Ini akan Dimulai dengan INIT dengan next state nya adalah READ\_MOISTURE\_LEVEL dimana pada state ini nilai dari kelembaban ditampung dan next state adalah CHECK\_THRESHOLD Akan mengecek nilai dari kelembaban tanah yang ditampung di READ\_MOISTURE\_LEVEL jika nilai kelembaban tanah kurang dari 100 dan lebih besar dari -80 maka state akan berpindah ke state awal yaitu INIT sedangkan ketika nilai kelembaban tanah lebih besar dari 100 dan lebih kecil dari -80 maka state akan berpindah ke WATER\_PLANT, Lalu dari state WATER\_PLANT akan berpindah kembali lagi ke State INIT Dan akan nilai dari waterCount akan bertambah yang menandakan jumlah air yang sudah diberikan

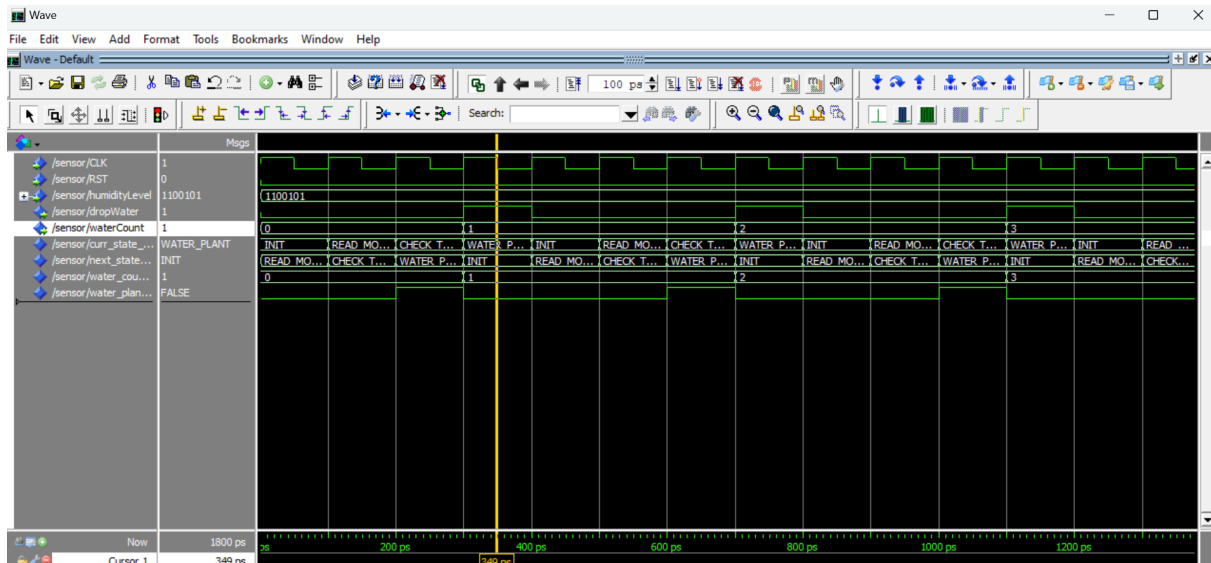


Fig 6. sensor Simulation

### 3.2 RESULT

Setelah membuat semua code modenya kita membentuk test bench dan menyatukan code dari tiap modenya dan di dapat hasil dari test bench kita sebagai berikut

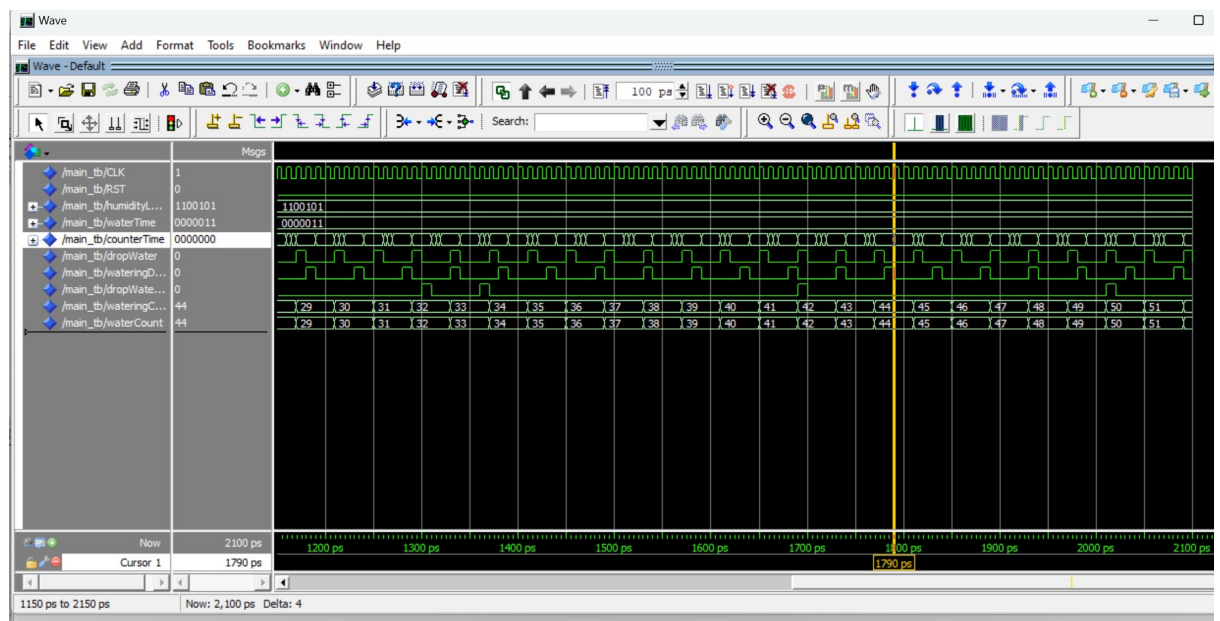


Fig 7. Main Testbench

dapat dilihat bahwa hasilnya sudah sesuai dengan yang kita mau dan automated plant watering system yang kita buat telah berfungsi dengan baik. Testbench sendiri merupakan alat yang penting untuk validasi desain sebelum implementasi perangkat

keras, yang dimana mencakup semua bagian skenario pengujian untuk memastikan bahwa sistem beroperasi dengan benar di semua kondisi yang diharapkan.

### 3.3 ANALYSIS

Dari praktikum ini kita mendapat beberapa mode yang kita buat untuk automated plant watering system kita. berikut mode-modenya :

#### a. wateringSystem Mode:

Dalam mode ini, sistem secara otomatis menyirami tanaman berdasarkan interval waktu yang telah ditetapkan. Seperti yang ditunjukkan dalam simulasi (Fig 4), sistem memulai dari state INIT dan kemudian berpindah ke state SET\_TIME, di mana `waterTime` diatur ke "0000011". Setelah itu, sistem masuk ke state WAIT\_FOR\_INTERVAL, menunggu sampai `counterTime` mencapai nilai yang sama dengan `waterTime`, yang menandakan bahwa saatnya untuk penyiraman telah tiba. Saat state berubah menjadi WATERING, `counterTime` juga diatur ke "0000011", menandakan bahwa penyiraman sedang berlangsung. Setelah selesai, sistem kembali ke state INIT dan `counterTime` di-reset ke "0000000", siap untuk siklus penyiraman berikutnya.

#### b. randomizedWatering Mode:

Dalam mode randomizedWatering (Fig 5), sistem menyirami tanaman pada interval waktu yang acak untuk memberikan variasi pada jadwal penyiraman. Sistem memulai dari state INIT dan berpindah ke SET\_TIME, di mana `waterTime` berubah secara acak. `CounterTime` akan bertambah secara bertahap hingga mencapai nilai `waterTime`. Ketika sistem mencapai state WATERING, ini menandakan bahwa penyiraman telah dilakukan, dan setelah itu, sistem kembali ke state INIT. `CounterTime` di-reset setelah setiap siklus penyiraman, dan proses yang sama terulang dengan nilai `waterTime` acak untuk interval selanjutnya.

#### c. sensor Mode:

Mode sensor (Fig 6) ini bekerja berdasarkan pembacaan kelembaban tanah. Penyiraman diaktifkan berdasarkan nilai kelembaban relatif terhadap threshold yang ditetapkan. Dari state INIT, sistem bergerak ke state READ\_MOISTURE\_LEVEL, di mana ia membaca tingkat kelembaban. Selanjutnya, di state CHECK\_THRESHOLD, sistem menentukan apakah penyiraman diperlukan berdasarkan nilai kelembaban yang dibaca. Jika nilai kelembaban tanah berada di bawah threshold yang ditentukan (kurang dari 100 dan lebih

besar dari -80), sistem akan kembali ke state INIT tanpa menyirami. Namun, jika nilai kelembaban tanah melebihi threshold (lebih besar dari 100 dan kurang dari -80), maka sistem akan berpindah ke state WATER\_PLANT, di mana penyiraman dilakukan, sebelum kembali ke state INIT. `WaterCount` akan bertambah setiap kali penyiraman terjadi, mencatat total volume air yang telah digunakan.

## CHAPTER 4

### CONCLUSION

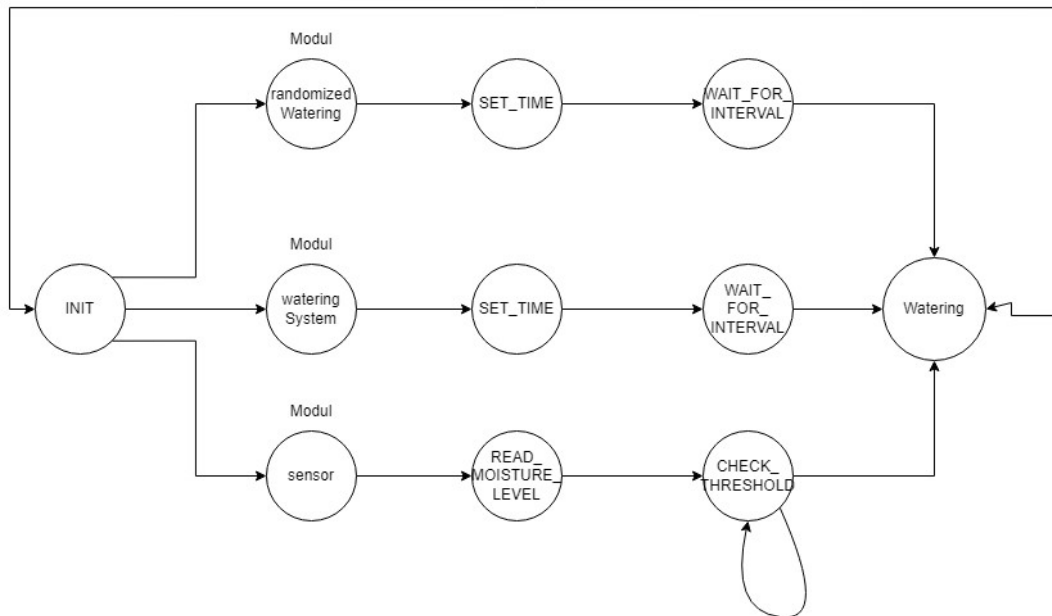
Dari praktikum kali ini bisa diambil kesimpulan bahwa sistem penyiraman otomatis/ *automated plant watering system* yang telah dirancang oleh kami dapat berfungsi sesuai dengan desain, dengan kemampuan untuk beroperasi berdasarkan interval waktu yang tetap, interval acak, atau berdasarkan bacaan sensor kelembaban. Setiap mode memiliki pola operasi yang konsisten dan kembali ke kondisi awal setelah operasi selesai, siap untuk siklus berikutnya. Ini menunjukkan bahwa sistem dapat diandalkan dalam menjaga kelembaban tanah pada level yang diinginkan dengan menggunakan metode penyiraman yang berbeda sesuai dengan kebutuhan pengguna atau kondisi lingkungan. dan juga banyak penerapan dari tiap modul yang telah kita implementasikan pada praktikum kali ini.

### REFERENCES

- [1] Digilab “Modul 2 Perancangan Sistem Digital Dataflow Style” [accessed: 24-DEC-2023]
- [2] Digilab “Modul 3 Perancangan Sistem Digital Behavioral Style ” [accessed: 24-DEC-2023]
- [3] Digilab “Modul 4 Perancangan Sistem Digital Testbench ” [accessed: 24-DEC-2023]
- [4] Digilab “Modul 5 Perancangan Sistem Digital Structural Style ” [accessed: 24-DEC-2023]
- [5] Digilab “Modul 6 Perancangan Sistem Digital Looping Construct” [accessed: 24-DEC-2023]
- [6] Digilab “Modul 7 Perancangan Sistem Digital Procedure, Function and Impure Function ” [accessed: 24-DEC-2023]
- [7] Digilab “Modul 8 Perancangan Sistem Digital Finite State Machine ” [accessed: 24-DEC-2023]

## APPENDICES

### Appendix A: Project Schematic



### Appendix B: Documentation

