



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

MORSE CODE DECODER & ENCODER

GROUP BP-IX

Ajriya Muhmmad Arkan	2206031826
Louis Benedict Archie	2206025224
Safia Amita Khoirunnisa	2206059420

PREFACE

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini. Penulisan laporan proyek akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan mata kuliah Perancangan Sistem Digital dan Praktikum.

Dalam penyusunan laporan akhir ini, terdapat hambatan dan kendala yang kami hadapi, tetapi berkat bantuan serta pertolongan dari berbagai pihak, maka laporan proyek akhir ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu pada, kesempatan kali ini, kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dr. Ruki Harwahyu, ST. MT. MSc., Yan Maraden, ST. MT, dan Muhammad Firdaus Syawaludin Lubis, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen kami, para asisten laboratorium digital, dan teman-teman yang telah berkontribusi dalam proses pengerjaan laporan proyek akhir ini.

Kami menyadari bahwa terdapat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman dalam pengerjaan serta penyusunan laporan proyek akhir ini. Kami mengakui adanya kekurangan yang perlu diperbaiki. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan agar dapat menjadi bahan evaluasi bagi kami ke depannya. Kami juga memohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Terima kasih atas pengertian dan dukungan yang diberikan.

Depok, 24 Desember 2022

Group BP-IX

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER 1: INRODUCTION	1
1.1 Background	2
1.2 Project Description.....	2
1.3 Objectives	2
1.4 Roles and Responsibilities	2
CHAPTER 2: IMPLEMENTATION	4
2.1 Equipment.....	5
2.2 Implementation	5
CHAPTER 3: TESTING AND ANALYSIS	4
3.1 Testing.....	5
3.2 Result	5
3.3 Analysis.....	5
CHAPTER 4: CONCLUSION.....	4
REFERENCES.....	4
APPENDICES	4
Appendix A: Project Schematic	5
Appendix B: Documentation.....	5

CHAPTER 1

INTRODUCTION

1.1 BACKGROUND

Komunikasi menjadi salah satu aspek penting dalam berbagai bidang. Morse code, sistem komunikasi yang memanfaatkan kombinasi sinyal berupa titik (.) dan garis (-) untuk merepresentasikan setiap huruf dan angka, telah ada sejak abad ke-19. Meskipun telah berlalu lebih dari satu abad, Morse code tetap memiliki nilai dan relevansi dalam beberapa aspek komunikasi, seperti dalam situasi darurat, navigasi penerbangan, dan radio amatir.

Seiring perkembangan teknologi, terdapat kebutuhan untuk mengintegrasikan Morse code ke dalam lingkungan komunikasi modern. Penerjemah atau pemecah Morse code menjadi penting untuk berbagai aplikasi, termasuk komunikasi nirkabel, Internet of Things (IoT), dan keamanan.

Oleh karena itu, kami memulai proyek Morse Code Encoder Decoder dengan tujuan menghadirkan solusi inovatif, yang mampu mengonversi teks alfabet menjadi kode Morse, dan sebaliknya. Proyek ini menggunakan VHDL (VHSIC Hardware Description Language) sebagai bahasa utama untuk merancang sirkuit terintegrasi yang efisien. Dengan pendekatan ini, proyek ini tidak hanya akan mengaktualisasikan Morse code dalam konteks modern, tetapi juga memungkinkan aplikasi yang lebih luas dalam berbagai skenario komunikasi.

1.2 PROJECT DESCRIPTION

Morse Code Encoder-Decoder merupakan proyek yang dirancang untuk mengimplementasikan sistem enkoder dan dekoder kode Morse menggunakan bahasa VHDL (VHSIC Hardware Description Language). Proyek ini melibatkan sejumlah entitas yang bekerja sama untuk merancang dan mengintegrasikan fungsi-fungsi kunci dalam proses Morse Code. Enkoder Morse code dapat menerima input berupa teks alfabet dan menghasilkan keluaran berupa kode Morse yang sesuai. Sebaliknya, dekoder Morse code akan mengonversi setiap sekuen kode Morse menjadi karakter alfabet atau angka yang sesuai. Proyek ini dirancang dengan pendekatan modular, di mana fungsi-fungsi dasar seperti encode dan decode dipecah menjadi komponen-komponen terpisah.

1.3 OBJECTIVES

Tujuan dari proyek ini, antara lain:

1. Mengembangkan sistem Morse Code Decoder & Encoder yang efisien dan handal untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi konversi antara teks alfabet dan kode Morse.
2. Menerapkan Morse Code Encoder Decoder pada Field Programmable Gate Array (FPGA) menggunakan VHDL sebagai bahasa pemrograman.

1.4 ROLES AND RESPONSIBILITIES

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

Roles	Responsibilities	Person
Role 1	Merancang konsep proyek	Safia Amita, Louis Benedict
Role 2	Membuat kode program	Louis Benedict
Role 3	Pengujian dan debugging	Louis Benedict
Role 4	Menyusun laporan proyek	Safia Amita
Role 5	Menyusun PPT	Ajriya Arkan & Safia Amita

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
- Quartus Prime Lite Edition

2.2 IMPLEMENTATION

Morse Code Encoder-Decoder menggunakan VHDL sebagai bahasa pemrograman. VHDL (VHSIC Hardware Description Language) dipilih sebagai pilihan utama karena berbagai keunggulan yang dimilikinya. Pertama, VHDL dapat disimulasi dengan mudah menggunakan simulator seperti ModelSim, sehingga membantu kami untuk mendeteksi dan memperbaiki kesalahan dengan cepat. Kode yang ditulis dalam VHDL juga memiliki portabilitas tinggi. Desain yang diimplementasikan dalam VHDL dapat diubah dan digunakan pada berbagai perangkat FPGA (Field Programmable Gate Array) atau ASIC (Application-Specific Integrated Circuit), sehingga mendukung reusabilitas desain di berbagai proyek.

Morse Code Encoder-Decoder memiliki beberapa komponen utama. Pertama, terdapat Morse Code table yang terdiri dari: `morse_letter` untuk huruf dan `morse_number` untuk angka. Tabel-tabel ini digunakan untuk menerjemahkan karakter huruf dan angka dari kode Morse. dan sebaliknya. Tabel tersebut digunakan pada fungsi-fungsi dalam `MorseFunction` yang bertanggung jawab untuk melakukan operasi dekoding dan encoding.

Morse Code sebagai arsitektur utama, berisi sebuah finite state machine (FSM) yang mengatur proses dekoding dan encoding. Setiap state memanggil fungsi-fungsi dari paket `MorseFunction` untuk melakukan dekoding dan encoding sesuai dengan kondisi saat itu.

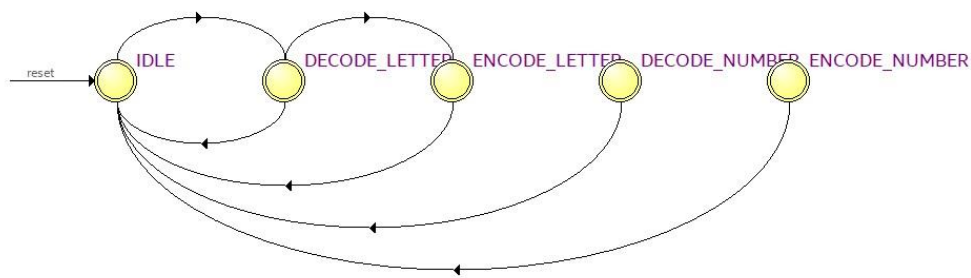


Fig 1. State Machine

Selanjutnya, ada dua blok utama yang terpisah untuk dekoder dan enkoder. LetterDecoder dan NumberDecoder bertanggung jawab untuk melakukan dekoding huruf dan angka, sementara LetterEncoder dan NumberEncoder bertugas untuk melakukan enkoding. Setiap blok ini memanfaatkan fungsi-fungsi dari paket MorseFunction untuk mencapai fungsionalitasnya.

Dua buah test bench, yaitu LetterDecoder_tb dan LetterEncoder_tb, digunakan untuk menguji blok-blok tersebut dengan memberikan input dan memantau output-nya. Test bench ini menggunakan looping construct untuk memberikan serangkaian input dan memastikan bahwa hasilnya sesuai dengan yang diharapkan.

Struktur keseluruhan program mencakup kombinasi dari gaya dataflow dan behavioral. Ada penggunaan package untuk menyimpan fungsi-fungsi dan konstanta-konstanta yang digunakan di seluruh program. Penggunaan finite state machine (FSM) juga menciptakan struktur behavioral yang jelas untuk mengatur alur program.

Keseluruhan implementasi ini menciptakan sistem Morse Code Encoder-Decoder yang modular dan terstruktur. Dengan memisahkan fungsi-fungsi ke dalam package dan menggunakan blok-blok terpisah untuk operasi dekoding dan enkoding, kode ini dapat lebih mudah dipahami. Test bench yang ada memastikan bahwa blok-blok ini beroperasi sesuai dengan yang diinginkan.

CHAPTER 3

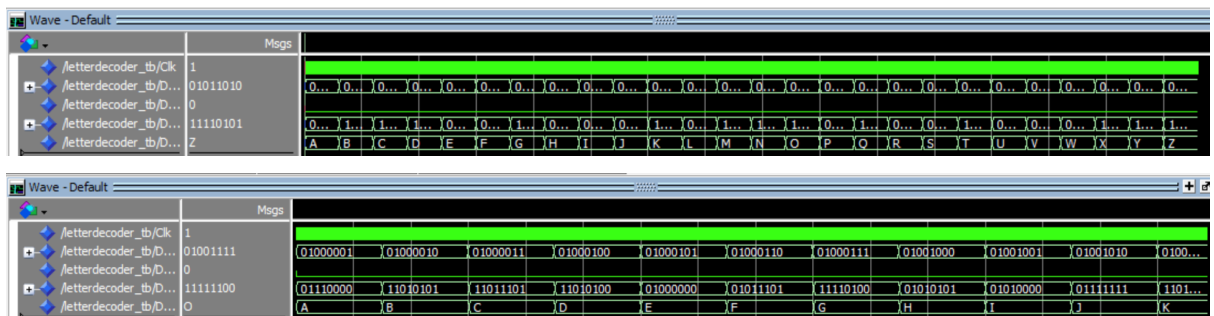
TESTING AND ANALYSIS

3.1 TESTING

Uji fungsional dilakukan melalui simulasi test bench yang dirancang untuk setiap komponen utama dalam Morse Code Encoder-Decoder. Test bench tersebut digunakan untuk memastikan bahwa Encoder dapat dengan benar mengubah karakter atau angka menjadi kode morse, dan memastikan bahwa Decoder mampu mengembalikan nilai asli dari kode morse yang diberikan. Selain itu, uji fungsional juga mencakup situasi di mana enable flag diaktifkan dan clock beroperasi, memastikan bahwa perubahan status sesuai dengan harapan.

Hasil testbench tiap komponen:

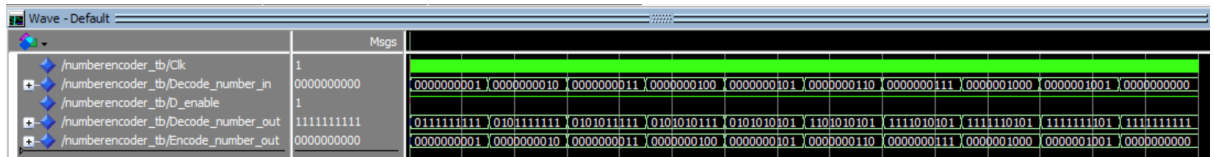
- LetterDecoder



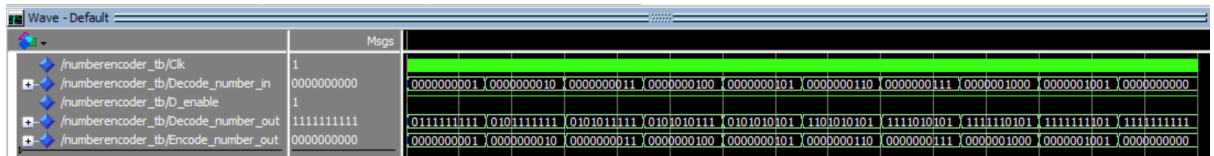
- LetterEncoder



- NumberDecoder



- NumberEncoder



3.2 RESULT

Berikut adalah hasil testing dari Morse Code Encoder-Decoder menggunakan simulasi waveform pada ModelSim.

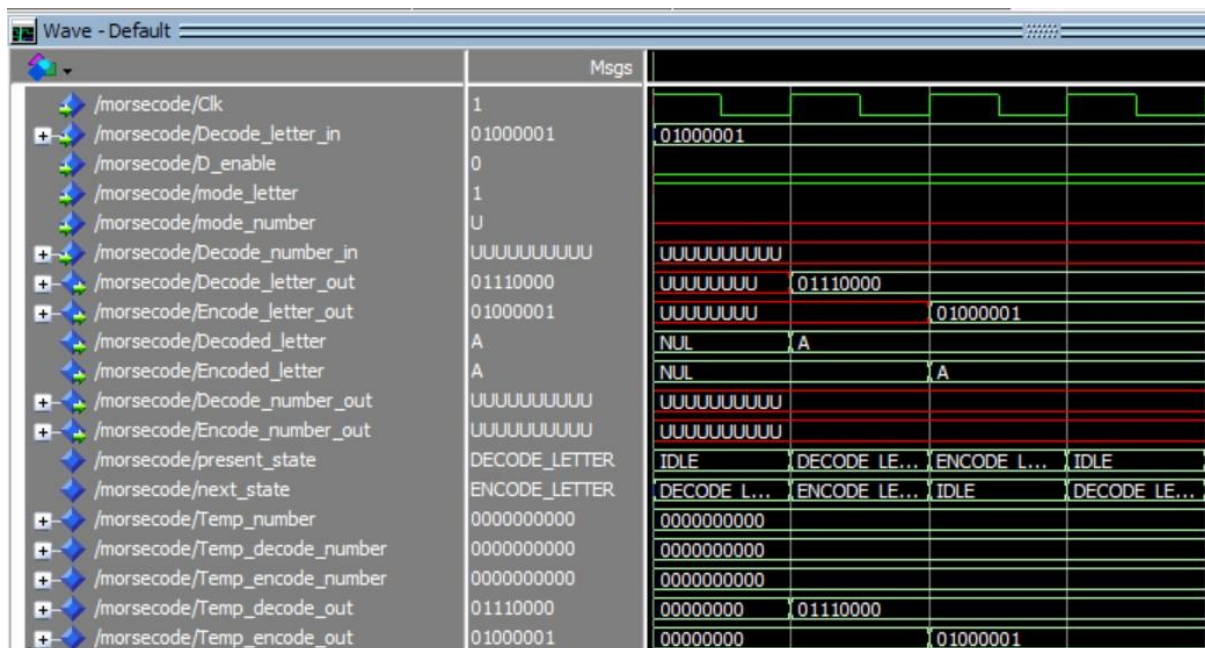


Fig 2. Testing Result

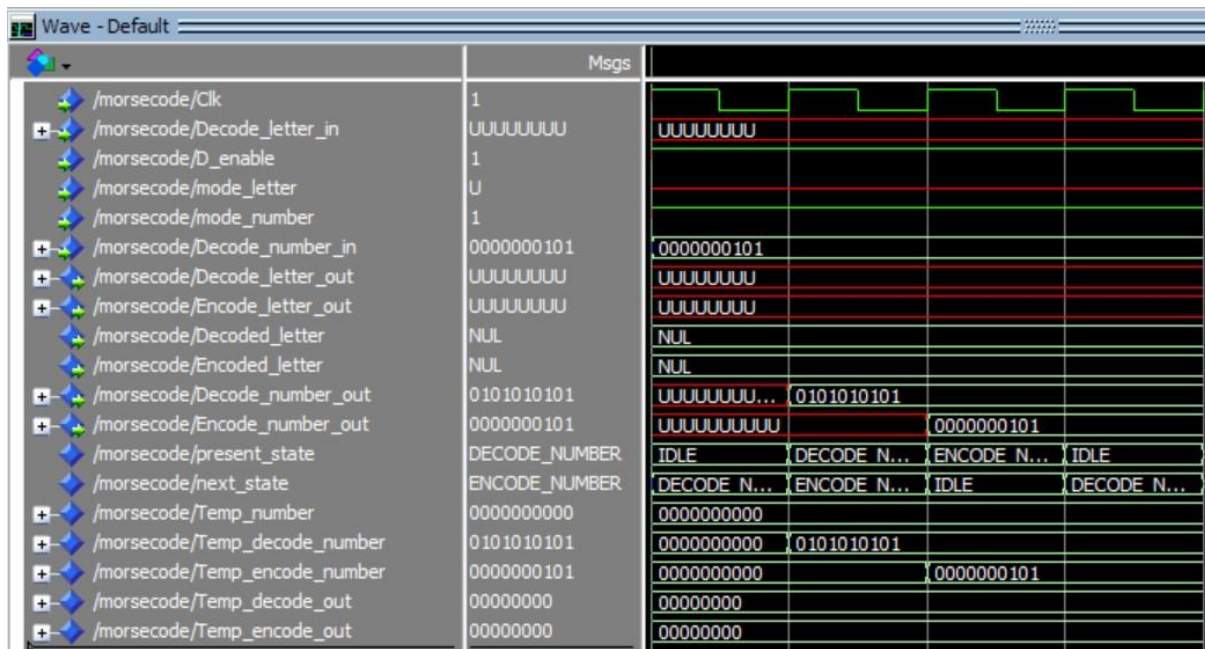


Fig 3. Testing Result (cont)

3.3 ANALYSIS

Program ini beroperasi dengan menggunakan modul MorseTable yang berisi kumpulan array untuk huruf dan angka. Untuk mengubah kode Morse menjadi biner, titik direpresentasikan dengan 01 dan dash dengan 11. Sebagai contoh, kode Morse A direpresentasikan dalam bentuk biner sebagai 01110000, dan kode Morse 1 direpresentasikan dalam bentuk biner sebagai 0111111111. Dalam MorseTable, terdapat total 4 array: 2 tabel digunakan untuk mencocokkan nilai ASCII dengan huruf dalam kode Morse, dan 2 tabel lainnya digunakan untuk mencocokkan nilai biner dengan angka dalam kode Morse.

Ketika pengguna memasukkan huruf atau angka, program menjalani proses decode menggunakan fungsi `decode_morse_letter` untuk decode huruf dan `decode_morse_number` untuk angka. Fungsi-fungsi ini mengandung perulangan yang bertujuan untuk mencocokkan input dengan nilai kode Morse dalam tabel. Ketika nilai yang cocok ditemukan, program mengembalikan nilai tersebut untuk dioutput.

Hasil simulasi dari test bench menunjukkan bahwa fungsi dasar dari Morse Code Encoder-Decoder berjalan sesuai harapan. Encoder mampu mengonversi karakter dan angka ke kode morse, sementara Decoder dapat mengembalikan nilai asli dari kode morse yang diberikan. Hal ini terlihat dari laporan simulasi yang menunjukkan bahwa karakter atau angka

yang diinput menghasilkan kode Morse yang benar, dan hal ini terjadi untuk semua karakter dan angka yang diuji

CHAPTER 4

CONCLUSION

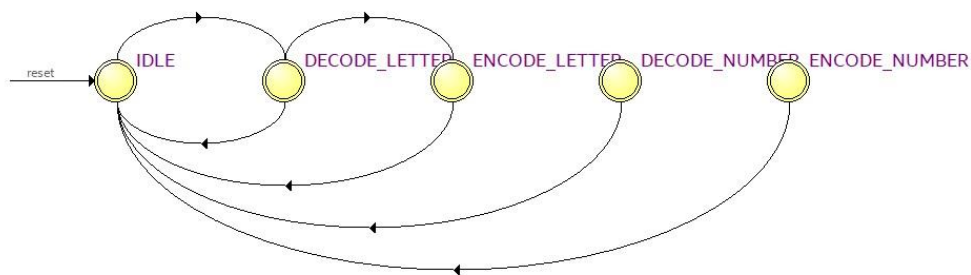
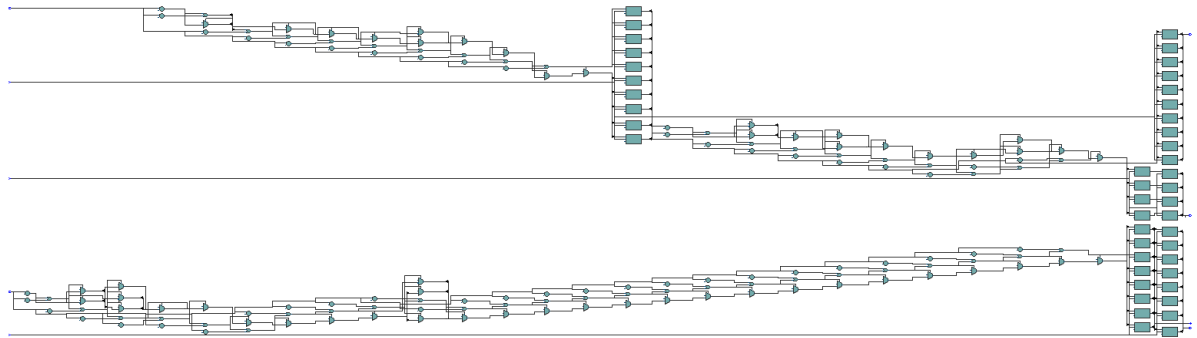
Program Morse Code Decoder & Encoder yang kelompok kami buat telah berhasil dalam melakukan proses decode dan encode. Program dibuat dengan menggunakan 2 modul utama yaitu MorseTable dan MorseFunction. Untuk merepresentasikan Kode Morse ke dalam bilangan biner, dot dapat direpresentasikan dengan 01 dan dash dengan 11. Sehingga Kode Morse untuk huruf memiliki panjang 8-bit. Sementara untuk angka, Kode Morse memiliki Panjang 10-bit. Untuk melakukan proses decode dan encode, dapat digunakan function yang digunakan untuk mencocokkan input dengan kode morse yang ada dalam tabel. Kemudian, untuk memastikan hasil decode dan encode memiliki output yang sesuai, dilakukan testbench untuk tiap komponen seperti LetterDecoder, LetterEncoder, NumberDecoder, dan NumberEncoder.

REFERENCES

- [1] The Editors of Encyclopedia Britannica, “Morse Code | Invention, History, & Systems,” Encyclopædia Britannica. Oct. 25, 2018. Available: <https://www.britannica.com/topic/Morse-Code>
- [2] “Morse Code Decoder,” denethor.wlu.ca. <http://denethor.wlu.ca/pc300/pc319projects/morse/morsecode.htm> (accessed Dec. 24, 2023).
- [3] Mark Mancini, “How Morse Code Works and Still Lives On in the Digital Age,” HowStuffWorks, Jan. 15, 2020. <https://science.howstuffworks.com/innovation/inventions/morse-code.htm>

APPENDICES

Appendix A: Project Schematic



Appendix B: Documentation

