

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era digital yang semakin berkembang, kebutuhan akan sistem kontrol yang canggih dan fleksibel semakin mendesak. Teknologi menjadi faktor utama dalam menciptakan sistem yang lebih efisien, aman, dan adaptif. Salah satu teknologi yang semakin relevan untuk memenuhi kebutuhan ini adalah Field Programmable Gate Array (FPGA). Field Programmable Gate Array (FPGA) merupakan perangkat semikonduktor yang dapat diprogram secara fleksibel. FPGA muncul sebagai teknologi logika sederhana yang menyediakan konektivitas terprogram antara komponen utama dimana programabilitas didasarkan pada antifuse yaitu EPROM atau SRAM[1]. Didalam FPGA terdapat komponen gerbang terprogram (programmable logic) dan sambungan terprogram. Komponen gerbang terprogram yang terdapat dalam FPGA yaitu gerbang logika dasar (AND, OR, XOR, NOT) maupun gerbang logika yang memiliki fungsi matematis dan kombinatorik lebih kompleks yaitu: decoder, adder, subtractor, multiplexer. Dimana gerbang logika tersebut dilengkapi I/O sehingga dapat dihubungkan satu sama lain melalui bahasa pemrograman verilog maupun VHDL[2]. banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk otomasi industri, telekomunikasi, dan sistem kendali seperti lampu lalu lintas.

Lampu lalu lintas merupakan salah satu solusi untuk mengurangi angka kemacetan di persimpangan jalan, namun pengaturan lalu lintas perlu diperhatikan untuk memaksimalkan fungsi dari lampu lalu lintas tersebut. Sistem lampu lalu lintas merupakan parameter yang penting dalam mengatur dan menertibkan arus kendaraan khususnya di wilayah perkotaan. [3]. Sistem ini bekerja dengan logika kontrol yang menentukan kapan lampu berubah dari hijau ke kuning lalu merah, sesuai dengan urutan yang telah ditetapkan. Namun, seiring meningkatnya jumlah kendaraan, sistem lampu lalu lintas konvensional sering kali tidak dapat mengatasi situasi dengan optimal, sehingga menyebabkan kemacetan dan ketidaknyamanan. Untuk mengatasi tantangan tersebut, teknologi yang lebih fleksibel seperti FPGA dapat menjadi solusi. FPGA memungkinkan pengembangan sistem lampu lalu lintas yang dapat beradaptasi dengan kondisi di lapangan, seperti menyesuaikan durasi lampu hijau berdasarkan volume kendaraan. Teknologi ini memberikan fleksibilitas yang tidak dapat dicapai oleh sistem konvensional. Meski begitu, pembelajaran tentang FPGA masih sangat terbatas di Indonesia. Banyak sekolah dan perguruan tinggi masih berfokus pada teknologi yang lebih umum seperti mikrokontroler, dan hanya sedikit yang mengenalkan FPGA karena dianggap lebih kompleks dan mahal.

FPGA merupakan teknologi yang potensial namun belum banyak diajarkan di institusi pendidikan di Indonesia. Sebagian besar kurikulum di sekolah dan universitas masih berpusat pada pembelajaran mikrokontroler dan mikroprosesor, sementara FPGA sering dianggap sebagai topik yang lebih sulit dan mahal untuk diimplementasikan. Kurangnya materi ajar, sumber daya, dan alat peraga membuat pembelajaran FPGA di Indonesia kurang berkembang. Akibatnya, banyak mahasiswa dan praktisi baru tidak memiliki kesempatan untuk mempelajari dan memahami teknologi ini secara mendalam. Padahal, penggunaan FPGA dalam pendidikan dapat memberikan manfaat yang besar, terutama dalam aplikasi simulasi. FPGA memungkinkan konfigurasi chip dari deskripsi awal dalam urutan langkah-langkah yang telah ditentukan sebelumnya yang dapat kita uraikan menjadi dua yaitu desain dan simulasi[4]. Misalnya, dalam simulasi lampu lalu lintas, mahasiswa dapat mempelajari logika kontrol secara lebih praktis dan interaktif, yang membantu memperkuat konsep yang dipelajari secara teori.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan simulasi sistem lampu lalu lintas menggunakan FPGA Altera Cyclone IV EP4CE6E22C8N. FPGA ini populer karena kemampuannya yang handal, fleksibel, dan hemat energi, sehingga cocok untuk berbagai kebutuhan bagi pemula yang ingin belajar tentang FPGA dan cocok digunakan untuk media pembelajaran seperti sistem kendali seperti lampu lalu lintas. Simulasi ini dirancang untuk mereplikasi cara kerja lampu lalu lintas, termasuk mengatur urutan lampu hijau, kuning, dan merah, serta merespons input dari tombol yang memprioritaskan jalan dengan volume kendaraan yang tinggi. Fitur ini diharapkan dapat membantu mengurangi kemacetan dengan mempercepat hitungan mundur lampu merah di jalan yang padat dan mengurangi durasi lampu hijau di jalan yang lebih sepi, sehingga pengaturan lalu lintas menjadi lebih efisien..

Simulasi sistem lampu lalu lintas berbasis FPGA tidak hanya bertujuan untuk menampilkan cara kerja lampu lalu lintas, tetapi juga untuk memberikan pemahaman mendalam tentang bagaimana FPGA dapat diprogram untuk menjalankan logika kontrol yang kompleks. Melalui simulasi ini, mahasiswa dan praktisi baru dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang desain dan implementasi logika kontrol tentang lampu lalu lintas yang berbasis pada FPGA. Dalam konteks pembelajaran, simulasi ini menawarkan beberapa kemungkinan, yang nantinya memungkinkan pengguna untuk melakukan eksperimen dengan menguji berbagai skenario yang akan terjadi pada sistem kontrol lampu lalu lintas. Misalnya, pengguna dapat mengubah durasi lampu hijau atau merah, menambahkan prioritas jalur mana yang terlihat ramai, atau memodifikasi urutan lampu, sambil langsung mengamati bagaimana perubahan dalam program FPGA mempengaruhi perilaku sistem secara keseluruhan. Ini

memberikan pengalaman praktis yang sangat berharga, yang mana alat dapat digunakan simulasi sebagai alat bantu pengajaran yang lebih menarik bagi mahasiswa.

Lebih dari sekedar alat ajar, simulasi yang dikembangkan juga berfungsi sebagai sumber daya penting dalam pengajaran dan pelatihan di bidang rekayasa perangkat keras. Mahasiswa dapat memanfaatkan simulasi ini untuk melakukan eksperimen yang tidak hanya memperdalam pemahaman mereka tentang FPGA tetapi juga meningkatkan keterampilan praktis yang diperlukan dalam dunia kerja. Simulasi ini membantu mengisi kekosongan dalam pendidikan teknologi, di mana pemahaman tentang FPGA dan aplikasinya dalam sistem kontrol sering kali masih terbatas bahkan tidak diajarkan dalam perkuliahan. Dalam hal ini, simulasi ini memiliki potensi untuk menjadi landasan bagi penelitian lebih lanjut dalam pengembangan sistem lampu lalu lintas yang lebih cerdas dan adaptif. Dengan memanfaatkan teknologi FPGA, peneliti dapat mengembangkan solusi yang lebih efisien dan efektif, baik dalam konteks lampu lalu lintas maupun aplikasi lain yang memerlukan logika kontrol adaptif. Dengan demikian, simulasi ini diharapkan dapat mendorong pengembangan sistem yang dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan dan kebutuhan masyarakat yang terus berkembang.

Pengembangan simulasi sistem lampu lalu lintas berbasis FPGA ini diharapkan dapat menjadi alat pembelajaran yang efektif, khususnya di Indonesia di mana pembelajaran FPGA masih terbatas. Simulasi ini memberikan pengalaman langsung dalam mendesain dan mengimplementasikan sistem kontrol menggunakan FPGA, yang membantu menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik dalam pembelajaran teknologi digital. Simulasi ini bukan hanya bermanfaat dalam konteks pendidikan tetapi juga dapat berkontribusi pada pengembangan solusi kontrol yang lebih modern dan responsif. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperkaya materi pembelajaran tetapi juga membuka jalan bagi inovasi lebih lanjut di bidang sistem kendali berbasis FPGA. Selain itu, dengan memperkenalkan teknologi FPGA melalui simulasi sistem lampu lalu lintas, diharapkan mahasiswa akan lebih termotivasi untuk mendalami konsep-konsep teknologi digital yang lebih kompleks. Melalui pengalaman praktis ini, mereka dapat memahami bagaimana FPGA dapat diterapkan dalam berbagai bidang, mulai dari otomasi industri hingga aplikasi di dunia nyata lainnya. Inovasi dalam pendidikan teknologi ini juga akan membantu menciptakan generasi insinyur dan teknisi yang lebih siap menghadapi tantangan di era digital. Pada akhirnya, pengembangan ini tidak hanya akan menghasilkan produk yang bermanfaat tetapi juga mempersiapkan tenaga kerja yang kompeten dalam menghadapi kebutuhan industri yang terus berkembang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dijelaskan di atas, maka perumusan masalah yang dapat diambil yaitu:

- Bagaimana cara mensimulasikan sistem lampu lalu lintas menggunakan FPGA?
- Bagaimana cara mengimplementasikan tombol yang memprioritaskan jalan dengan volume kendaraan yang tinggi dalam simulasi sistem lampu lalu lintas berbasis FPGA?
- Bagaimana cara agar LCD 16x2 bisa menampilkan hitungan mundur untuk lampu lalu lintas disetiap jalannya?

1.3 Tujuan dan Manfaat

A. Tujuan

Tujuan yang diharapkan dengan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Merancang dan membangun sistem pengendali lampu lalu lintas untuk empat persimpangan berbasis FPGA dengan menggunakan bahasa VHDL.
- Mengimplementasikan tombol prioritas yang memungkinkan penambahan durasi lampu hijau pada salah satu jalan melalui input tombol eksternal.
- Mengintegrasikan layar LCD untuk menampilkan informasi waktu hitung mundur pada setiap jalannya.

B. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dengan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Membantu belajar bagaimana cara menggabungkan beberapa bagian berbeda (logika lampu, tombol, dan tampilan LCD) agar bisa bekerja sama sebagai satu sistem.
- Penelitian ini dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran yang efektif untuk memahami bagaimana FPGA bekerja dalam mengendalikan atau mensimulasikan sistem kontrol, seperti lampu lalu lintas.
- Mengenalkan teknologi FPGA, yang saat ini masih jarang digunakan.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian membatasi masalah penelitian sebagai berikut:

- Penelitian menggunakan FPGA Cyclone EP4CE6E22C8N.
- Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman VHDL.
- Tombol proritas hanya bisa diterapkan pada salah satu jalan.

1.5 Metodologi Penulisan Skripsi

Metodologi pengerjaan skripsi yang akan dikerjakan memiliki 5 tahap utama. Kelima tahap tersebut antara lain: tahap persiapan, tahap perancangan, pengumpulan dan analisa data, tahap evaluasi dan pembuatan laporan akhir.

1. Tahap persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal penting yang harus segera dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan waktu dan pekerjaan. Tahap persiapan ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut: menentukan judul skripsi, pembuatan proposal penyusunan skripsi, studi pustaka terhadap materi desain untuk menentukan garis besarnya, dan menentukan kebutuhan data. Perencanaan jadwal pembuatan desain persiapan di atas harus dilakukan secara cermat untuk menghindari pekerjaan yang berulang, sehingga tahap pengumpulan data menjadi lebih optimal.

2. Tahap perencanaan

Tahap ini merupakan tahapan utama setelah proposal skripsi disetujui, yaitu perencanaan sistem skripsi, sistem tersebut direncanakan dan dirancang berdasarkan gambaran awal ketika tahap persiapan.

3. Tahap perancangan alat

Setelah perancangan sistem dilakukan perancangan alat yang akan dibuat yang nantinya digunakan dalam penelitian atau skripsi.

4. Tahap validasi alat dan pembuatan laporan

Tahap akhir merupakan evaluasi dari hasil uji coba sistem secara keseluruhan. Ketika semua tujuan dari penelitian tercapai maka dilakukan proses pembuatan laporan akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika tulisan ini secara singkat dapat diuraikan pada sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metodologi penulisan skripsi, dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI PENUNJANG

Bab ini membahas tentang teori dasar yang mendukung dalam penyusunan skripsi ini, menjelaskan pengertian dari sistem lampu lalu lintas, FPGA (*Field Programmable Gate Array*) beserta komponen apa saja yang ada didalamnya, USB Blaster, LED (*Light Emitting Diode*), LCD 16x2, dan Bahasa Pemrograman VHDL.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Berisi perancangan sistem tentang penelitian yang akan dibuat, sistem kerja dari alat yang akan dibuat, serta menjelaskan bahan atau komponen apa yang akan digunakan dalam penelitian ini.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

Bab ini berisi tentang analisa sistem, implementasi dan pengujian alat yang sedang diteliti.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang sudah diteliti dan saran yang dapat digunakan sebagai masukan untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

1.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Tabel 1. 1 Pelaksanaan penelitian

No.	Kegiatan	Bulan					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Studi Literatur						
2	Seminar Proposal Skripsi						
3	Pelaksanaan Penelitian						
4	Penyusunan Laporan Skripsi						
5	Pemeriksaan Laporan Skripsi						
6	Sidang Skripsi						