

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan telekomunikasi saat ini telah berkembang pesat. Yang pada awalnya kita hanya bisa melakukan komunikasi hanya dengan mengirimkan pesan berupa gambar dari pengirim ke penerima dengan menggunakan jaringan nirkabel maupun kabel, namun kini kita bisa melakukan komunikasi dengan melakukan pengiriman data berupa gambar juga[1]. Namun kini, seiring kemajuan teknologi informasi dan komunikasi, kemampuan dalam hal pengiriman data juga semakin kompleks. Tidak hanya gambar, data dalam bentuk lain seperti teks, audio, hingga video pun dapat dikirimkan. Hal ini mendorong munculnya berbagai inovasi di bidang komunikasi digital, termasuk pengembangan sistem komunikasi berbasis cahaya.

Visible light communication (VLC) adalah transmisi data menggunakan sumber Cahaya (yang dalam hal adalah LED) yang mana dalam prosesnya menumpangkan transmisi data pada sumber cahaya tersebut[2]. Cahaya tampak tidak lagi hanya digunakan sebagai penerangan, tetapi juga dapat digunakan sebagai media penyampaian informasi. Teknologi ini memiliki keunggulan berupa pemanfaatan spektrum cahaya tampak yang belum digunakan secara luas dalam sistem komunikasi konvensional. VLC menjadi alternatif potensial karena tidak memanfaatkan frekuensi radio, sehingga bebas dari interferensi elektromagnetik. Selain itu, penggunaan cahaya tampak memungkinkan komunikasi yang lebih aman di area terbatas karena cahaya tidak dapat menembus dinding.

Pada penelitian yang berjudul "*Mengirim data berupa video melalui cahaya tampak (visible light communication) berbasis Arduino uno*" berfokus pada pengembangan sistem komunikasi yang menggunakan cahaya tampak untuk mengirim data berupa video. Sistem ini menggunakan arduino uno sebagai perangkat utama untuk pengelolaan data dan pengendalian pengiriman sinyal cahaya[3]. Penelitian ini menunjukkan bahwa perangkat keras sederhana dapat dimanfaatkan untuk membangun sistem komunikasi berbasis cahaya dengan hasil yang cukup baik. Namun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas dan performa sistem. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi dasar pengembangan untuk tugas akhir dengan memperluas lingkup pengujian dan menambahkan parameter baru seperti sudut pengiriman cahaya, jenis data yang dikirim (teks, gambar dan audio), dan mengoptimalkan sistem untuk meningkatkan kecepatan data.

Dalam tugas akhir ini, dikembangkan sistem komunikasi berbasis cahaya tampak yang mampu mengirimkan berbagai jenis data, khususnya teks, dari komputer A ke komputer B. Sistem ini menggunakan FPGA DE0-Nano sebagai pemancar, sedangkan penerima menggunakan mikrokontroler dengan antarmuka UART. Pengujian dilakukan dengan jarak pengiriman hingga 20 cm, mencakup keberhasilan transmisi berbagai karakter (huruf, angka, dan simbol) serta variasi sudut pancaran cahaya sebesar 0°, 5°, 10°, dan 15°. Selain itu, dilakukan pengukuran bit rate untuk mengetahui performa sistem pada kondisi yang berbeda. Dengan pendekatan ini, diharapkan tercipta sistem komunikasi jarak pendek yang efisien, aman, dan dapat berkontribusi pada perkembangan teknologi komunikasi berbasis cahaya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem komunikasi LED IR–photodiode berbasis FPGA untuk mengirim dan menerima data teks?
2. Pada sudut minimal berapa alat ini dapat mengirim teks?
3. Pada jarak berapa alat ini dapat mengirimkan teks?
4. Menggunakan bit *rate* berapa saja yang dapat mengirimkan teks?

1.3 Tujuan

1. Merancang sistem komunikasi LED-ke-LED berbasis FPGA untuk mengirimkan data berupa teks.
2. Mengimplementasikan sistem komunikasi LED-ke-LED untuk pengiriman teks antar 2 komputer / laptop.
3. Menguji performa sistem komunikasi LED-ke-LED dalam berbagai kondisi operasional, seperti jarak, sudut dan bit *rate* penerimaan.

1.4 Cakupan Pengerjaan

Cakupan pengerjaan Tugas Akhir ini mencakup beberapa aspek sebagai berikut:

1. Perancangan dan implementasi sistem pemancar (transmitter) menggunakan papan FPGA DE0-Nano, yang berfungsi untuk mengonversi data teks dari komputer menjadi sinyal digital melalui protokol UART, kemudian dikendalikan untuk mengaktifkan LED inframerah sebagai media transmisi data berbasis cahaya.
2. Pengembangan sistem komunikasi UART dalam FPGA, yang dirancang menggunakan bahasa pemrograman Verilog HDL. Modul ini memastikan pengkodean dan sinkronisasi data berjalan dengan tepat untuk keperluan pengiriman sinyal cahaya digital.
3. Perancangan sistem penerima (receiver) yang terdiri atas LED photodiode sebagai sensor cahaya inframerah dan rangkaian penguat berbasis op-amp

LM358. Sinyal cahaya yang diterima oleh photodiode diubah menjadi sinyal listrik dan diperkuat.

4. Implementasi mikrokontroler ESP8266 sebagai unit pemroses data di sisi penerima. Mikrokontroler ini membaca data digital dari output penguat dan menampilkannya melalui komunikasi serial di komputer untuk memverifikasi keberhasilan transmisi data.
5. Pengujian kinerja sistem berdasarkan beberapa parameter utama, yaitu jarak antara pemancar dan penerima, sudut orientasi antara LED IR dan LED photodiode, serta kecepatan transmisi data (bit rate).

1.5 Tahapan Pengerjaan

1. Studi literatur dan perumusan konsep sistem, yang mencakup pengumpulan referensi mengenai prinsip kerja komunikasi berbasis cahaya inframerah, karakteristik LED dan photodiode, serta metode penguatan sinyal dan pemrosesan data menggunakan FPGA dan mikrokontroler.
2. Perancangan sistem transmitter, yaitu merancang logika pengiriman data berbasis UART pada FPGA DE0-Nano menggunakan bahasa Verilog HDL. Sistem ini dirancang untuk membaca input teks dari komputer dan mengendalikan LED IR agar berkedip sesuai pola data digital.
3. Perancangan sistem receiver, yang mencakup penyusunan rangkaian photodiode dan penguat berbasis op-amp LM358. Sinyal analog dari photodiode diperkuat untuk kemudian diubah menjadi sinyal digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler ESP8266.
4. Implementasi komunikasi serial pada ESP8266, yaitu mengembangkan program pada mikrokontroler untuk menerima data digital dari penguat sinyal dan menampilkannya melalui komunikasi serial ke komputer untuk keperluan pemantauan hasil.
5. Pengujian sistem secara menyeluruh, termasuk pengujian jarak efektif transmisi, pengaruh sudut orientasi antara LED dan photodiode, serta pengujian bit rate untuk mengetahui batas kemampuan sistem dalam mentransmisikan data dengan akurat.
6. Analisis hasil pengujian, dilakukan dengan membandingkan data yang dikirim dan diterima pada berbagai kondisi untuk menilai performa sistem, mengidentifikasi batas-batas teknis, serta mengetahui pengaruh lingkungan terhadap kualitas komunikasi.
7. Penyusunan laporan dan dokumentasi, meliputi pembuatan laporan Tugas Akhir secara lengkap, pendokumentasian rangkaian, kode program, serta hasil pengujian sebagai bukti validitas dan keberhasilan implementasi siste