

DAFTAR TABEL

Tabel III-1 Data Spesifikasi Arduino nano[10].....	16
Tabel III-2 Spesifikasi TSOP 1738[13].....	17
Tabel III- 3 spesifikasi TSL252[12]	17
Tabel III-4 spesifikasi LM358[11].	18
Tabel IV-1 Data pengukuran jarak dan tegangan pada <i>Photomodule</i>	27
Tabel IV- 3 Hasil sudut tanpa penguatan.....	44
Tabel IV- 4 sudut menggunakan penguatan.....	44

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini berkembang dengan sangat pesat, dalam dunia komunikasi, dimana kita biasa mengirim data dengan menggunakan *radio frequency* dan *infrared*, namun saat ini telah banyak terobosan-terobosan baru dibidang komunikasi menggunakan cahaya tampak, atau biasa disebut *Visible Light Communication* (VLC) adalah salah satu alternatif komunikasi nirkabel selain radio. VLC menggunakan cahaya tampak dengan panjang gelombang 375 hingga 780 nm sebagai medium komunikasi, VLC memiliki beberapa keunggulan dari *radio frequency* dan *infrared* yakni *cost-effective*, bebas lisensi, lebih aman (*secure*), *highest speed*, dan tidak memiliki interferensi elektromagnetik. Komunikasi cahaya tampak dapat dilakukan dengan memanfaatkan lampu LED sebagai *transmitter* dan *photodetector* (PD) sebagai *receiver*. *Transmitter* mengkonversi sinyal listrik menjadi sinyal optik dan sebaliknya *receiver/detector* mengkonversi daya optik menjadi arus listrik. Transmisi data dapat dilakukan dengan mengubah-ubah level iluminasi LED pada sisi *Transmitter* (*Intensity Modulation*). Lalu photodiode pada sisi *receiver* membangkitkan pulsa listrik yang linier terhadap level iluminasi yang diterima (*Direct Detection*) cahaya dari lampu jenis LED bisa digunakan sebagai media transmisi kecepatan tinggi. Dengan adanya sistem komunikasi ini dimungkinkan pemanfaatan lampu untuk mentransmisikan data[1].

Dalam topik tugas akhir ini, penulis merancang sistem *filter* dan *amplifier* karena dalam ruang *indoor* terdapat banyak *noise* yang di sebabkan oleh lampu lain dan juga cahaya matahari maka dari itu dibutuhkan untuk merancang sistem *filter* dan *amplifier* untuk melewatkan sinyal frekuensi yang diinginkan dan menahan sinyal frekuensi yang tidak dikehendaki serta untuk memperkecil pengaruh interferensi atau sinyal pengganggu lainnya pada suatu sinyal frekuensi yang dikehendaki dan menguatkan tegangan keluaran dari sensor *photodetector* pada produk lampu (*Visible Light communication*). Perangkat ini dirancang menggunakan *filter analog* atau optik dibuat dengan menggunakan

rangkaian elektronika yang terdiri dari komponen-komponen seperti resistor, kapasitor dan *op-amp*, dan menggunakan komunikasi cahaya tampak sebagai inti dari perangkat ini, yang menjadi media transmisi dan menkonversikan sinyal analog ke digital. Penggunaan cahaya tampak sebagai media komunikasi adalah sebagai satu langkah maju untuk menciptakan konsep “*Green Communication*”. VLC juga menjadi solusi terhadap permasalahan larangan penggunaan radio dirumah sakit, *bandwidth* yang disediakan oleh cahaya tampak adalah ~ 400 THz yang tak berlisensi dan bersifat *secure* dengan perkiraan 1000 kali lebih lebar *bandwidth*-nya dibandingkan kapasitas. *Radio frequency* yang selama ini digunakan untuk sarana komunikasi [1].

Terdapat beberapa penelitian yang telah dipublikasikan di bidang *visible light communication*, diantaranya; Penelitian Adiono dengan judul Studi awal rancangan *bidirectional multiuser* dalam ruangan (*Indoor*). Institut Teknologi Bandung” yang mampu merancang *visible light communication* untuk *bidirectional multiuser* dalam ruangan [1]. Penelitian Arsyad [2] dari Institut Teknologi Bandung dengan judul “Implementasi Sistem Komunikasi Video Menggunakan *Visible Light Communication* (VLC)” yang mengirimkan informasi berupa video dengan *Gain Transceiver* rata-rata 7,78 dB dan delay pembacaan frekuensi 17,49 μ s. [2].

Dalam pengerjaannya penulis merancang alat yang memanfaatkan cahaya tampak sebagai media dalam komunikasi antar perangkat dan mengembangkan konsep dari *Green Communication* dan diimplementasikan terhadap rumah sakit. Guna untuk memudahkan menyampaikan informasi, dan pada tugas akhir ini penulis membuat *filter* dan *amplifier* untuk mengurangi eksternal *noise* dan menguatkan data agar data yang dikirimkan oleh *transmitter* sesuai dengan apa yang diterima oleh *receiver*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka pokok permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah bagaimana merancang *filter* dan *amplifier* untuk produk lampu VLC (*Visible Light Communication*) yang akan diimplementasikan dirumah sakit.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam permasalahan dari tugas akhir ini adalah :

1. Mengurangi eksternal *noise* agar data yang dikirimkan oleh *transmitter* sesuai dengan apa yang diterima oleh *receiver*.
2. Memperkuat tegangan agar data yang akan dikirimkan diterima dengan baik oleh *receiver*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa di dapat dari penelitian ini adalah :

1. Mampu menyeleksi data yang diterima oleh *receiver*
2. Mampu mengurangi *noise*
3. Membantu untuk mengoptimalkan penyampaian informasi dari *transmitter* ke *receiver*

1.5 Batasan Masalah

Untuk mempermudah dan membatasi pembahasan masalah pada tugas akhir ini maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Sumber cahaya yang digunakan adalah lampu LED
2. Menggunakan *filter* analog
3. Diterapkan dirumah sakit
4. *Filter* yang dirancang untuk *indoor* atau dalam ruangan

1.6 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir ini melalui beberapa tahapan untuk mengimplementasikan alat yang akan dirancang sebagai berikut:

1. Konsultasi atas proses pengerjaan proyek akhir kepada dosen pembimbing
2. Studi literatur, pencarian dan pengumpulan literature dan kajian – kajian yang lain yang berkaitan dengan masalah – masalah yang ada dalam proyek akhir baik berupa artikel, buku referensi, internet maupun sumber – sumber yang lain.

3. Analisis masalah, menganalisis permasalahan berdasarkan sumber – sumber dari hasil studi literature.
4. Perancangan dan realisasi, membuat perancangan alat dan merealisasikan berdasarkan parameter – parameter yang diinginkan

Pengujian dan pengukuran, melakukan serangkaian pengujian dan pengukuran berdasarkan parameter-parameter tertentu sesuai dengan spesifikasi rangkaian yang telah dibuat.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab dengan masing-masing bab berisi sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada BAB I ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada BAB II diuraikan mengenai dasar teori, penelitian terkait, dan penjelasan sistem yang mendukung penulisan tugas akhir ini.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

BAB III menjelaskan mengenai skenario perancangan dan pengujian juga spesifikasi dari alat yang digunakan dalam tugas akhir ini.

BAB IV PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISIS

Pada BAB IV membahas dan menjelaskan hasil dari pengujian dari implementasi sistem secara keseluruhan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

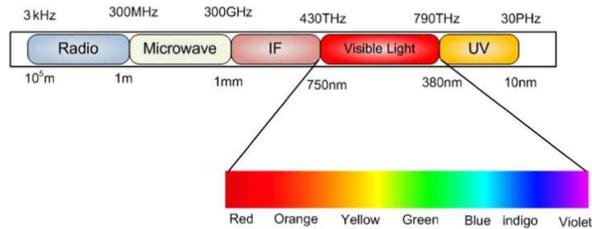
BAB ini menjelaskan kesimpulan dari tugas akhir untuk menyelesaikan masalah yang telah dijelaskan pada latar belakang tugas akhir, serta berisi saran yang dapat menunjang untuk penelitian berikutnya sebagai bahan referensi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Visible Light Communication

Komunikasi cahaya tampak (VLC) adalah nama yang diberikan untuk sistem komunikasi nirkabel optik yang membawa informasi dengan memodulasi cahaya dalam spektrum yang terlihat (400-700 nm) yang biasa digunakan untuk penerangan.



Gambar II-1 Spectrum cahaya tampak

Visible Light Communication (VLC) mengacu pada teknologi komunikasi yang memanfaatkan sumber cahaya dengan gelombang tampak sebagai *transmitter*, udara sebagai media transmisi, dan photodetector sebagai *receiver* yang dapat diimplementasikan diruangan *indoor* maupun *outdoor*. Banyak masyarakat menghabiskan sebagian besar waktu mereka di dalam ruangan, sehingga kepraktisan teknologi VLC terbukti dengan sendirinya. Akan sangat mudah untuk menambah kapasitas ekstra ke infrastruktur yang ada dengan memasang sistem VLC di kantor atau tempat tinggal. Perkembangan VLC bisa dibilang cukup cepat dibandingkan dengan teknologi yang lain. Hal ini diakibatkan sejak ditemukannya LED, LED langsung bisa mengisi fungsi komunikasi dan iluminasi secara bersamaan. LED dipercaya akan bisa menggantikan sumber-sumber penerangan konvensional seperti bola lampu pijar dan lampu *fluorescent* disebabkan oleh karakteristik – karakteristik LED seperti bebas merkuri, tahan lama, kemampuan color mixing, *fast switching*, dan lain sebagainya. [3].

VLC menawarkan alternatif energi yang efisien dan bersih untuk teknologi RF, memungkinkan pengembangan sistem komunikasi nirkabel optik yang memanfaatkan infrastruktur pencahayaan yang ada. *Visible Light*

Communication dapat bekerja dengan memanfaatkan cahaya tampak dari *Light Emitting Diode* (LED) sebagai *Transmitter* untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal optik dan sensor cahaya/*photodetector* sebagai *receiver* untuk mengubah sinyal optik menjadi sinyal listrik. LED yang banyak digunakan dalam komunikasi VLC adalah LED yang menghasilkan cahaya putih[3].

2.2 Amplifier

Amplifier adalah rangkaian elektronika yang dipakai untuk menguatkan daya atau tenaga secara umum, dengan level tertentu sesuai kebutuhan yang diinginkan. VLC membutuhkan *amplifier* sebagai rangkaian untuk memperkuat signal, untuk mengoptimalkan sinyal yang dikirimkan dari *Transmitter* ke *Receiver*. Cahaya yang diperoleh *Receiver* dari *Light Emitting Diode* (LED) kemudian masuk ke rangkaian penguat awal yaitu rangkaian *preamplifier*. *Preamplifier* berfungsi sebagai penyesuai level dari sinyal *input* sebelum dimasukkan ke penguat sinyal. Hal ini bertujuan agar saat proses penguat sinyal tidak terjadi kesalahan karena pembebanan. Kemudian diteruskan ke rangkaian power *amplifier* sebagai penguat akhir. Fungsinya adalah untuk menguatkan sinyal yang sudah diolah di *preamplifier* untuk diteruskan ke bagian *output*. [4].

2.3 Transistor

Transistor merupakan suatu komponen aktif yang dibuat dari bahan semikonduktor. Ada dua macam transistor yang dibagi berdasarkan fungsi, yaitu transistor dwikutub (*Bipolar Junction Transistor-BJT*) dan transistor efek medan (*Field Effect Transistor-FET*). Semikonduktor sendiri terdiri dari dua tipe, yaitu tipe p dan tipe n. Ada dua buah bahan penyusun transistor, yang sesuai dengan jenis semikonduktor, yaitu germanium dan silikon[5]. Transistor memiliki kegunaan untuk memperkuat sinyal masukan yang lemah, agar sinyal keluaran yang didapatkan memiliki nilai yang lebih besar, selain itu juga dapat berfungsi sebagai saklar[6].

Transistor dwikutub akan mengatur arus dan mempunyai biasanya impedansi masukan yang kecil, sedangkan transistor efek medan akan mengatur tegangan dan mempunyai impedansi masukan yang tinggi[5]. Diberikan nama transistor dwikutub karena bekerja dengan lebih melibatkan dua muatan yang

berbeda, yaitu elektron sebagai pembawa muatan negatif dan hole yang berperan sebagai pembawa muatan positif. Transistor memiliki tiga buah kaki, yaitu emitor, basis, kolektor. Emitor berfungsi untuk menyalurkan muatan, basis sebagai tumpuan transistor, dan kolektor akan mengumpulkan muatan yang mengalir[7].

2.4 Penguatan Operasional (OP-AMP)

Penguat Operasional adalah suatu penguat berpenguatan tinggi yang terintegrasi dalam sebuah chip IC yang memiliki dua *input* inverting dan non-inverting dengan sebuah terminal *output*, dimana rangkaian umpan balik dapat ditambahkan untuk mengendalikan karakteristik tanggapan keseluruhan pada operasional *amplifier* (Op-Amp). Pada dasarnya operasional *amplifier* (Op-Amp) merupakan suatu penguat diferensial yang memiliki 2 *input* dan 1 *output*. Op-amp ini digunakan untuk membentuk fungsi-fungsi linier yang bermacam-macam atau dapat juga digunakan untuk operasi-operasi tak linier, dan seringkali disebut sebagai rangkaian terpadu linier dasar.

Penguat operasional (Op-Amp) merupakan komponen elektronika analog yang berfungsi sebagai *amplifier* multiguna dalam bentuk IC dan memiliki simbol sebagai berikut : Simbol Operasional *Amplifier* (Op-Amp) simbol Op Amp, simbol penguat operasional, simbol operasional *amplifier*, prinsip kerja op-amp, karakteristik op-amp, fungsi op-amp. Prinsip kerja sebuah operasional *amplifier* (Op-Amp) adalah membandingkan nilai kedua *input* (*input* inverting dan *input* non-inverting), apabila kedua *input* bernilai sama maka *output* Op-amp tidak ada (nol) dan apabila terdapat perbedaan nilai *input* keduanya maka *output* Op-amp akan memberikan tegangan *output*.

Operasional *amplifier* (Op-Amp) dibuat dari penguat diferensial dengan 2 *input*. Sebagai penguat operasional ideal, operasional *amplifier* (Op-Amp) memiliki karakteristik sebagai berikut : Impedansi *Input* (Z_i) besar = ∞ impedansi *output* (Z_o) kecil = 0 Penguatan Tegangan (A_v) tinggi = ∞ *Band Width* respon frekuensi lebar = ∞ $V_0 = 0$ apabila $V_1 = V_2$ dan tidak tergantung pada besarnya V_1 . Karakteristik operasional *amplifier* (Op-Amp) tidak tergantung temperatur / suhu[8].

2.5 Penguatan non inverting

Penguat Tak Membalik adalah rangkaian penguat operasional dasar lainnya. Ia menggunakan umpan dasar untuk menstabilkan perolehan tegangan keseluruhan. Dengan jenis penguat ini, umpan balik negatif juga menaikkan impedansi masukan dan menurunkan impedansi keluaran.

Sebuah tegangan masukan v_1 menggerakkan masukan nonpembalikan. Tegangan masukan ini diperkuat untuk menghasilkan tegangan keluaran in-phase seperti yang ditunjukkan. Bagian dari tegangan keluaran diumpan balik ke masukan melalui pembagi tegangan. Tegangan pada R_1 adalah tegangan umpan balik yang diberikan ke masukan pembalik. Tegangan umpan balik ini besarnya hampir sama dengan tegangan masukan. Karena perolehan tegangan kalangterbuka yang tinggi, perbedaan antara v_1 dan v_2 menjadi sangat kecil. Karena tegangan umpan balik berlawanan dengan tegangan masukan, kita memperoleh umpan balik negatif.

Berikut ini adalah bagaimana umpan balik negatif menstabilkan perolehan tegangan keseluruhan. Jika perolehan tegangan kalang-terbuka AOL bertambah karena suatu hal, tegangan keseluruhan akan naik dan mengumpanbalikkan lebih banyak tegangan ke tegangan masukan. Tegangan umpan balik yang berlawanan ini mengurangi tegangan masukan. Tegangan umpan balik yang berlawanan ini mengurangi tegangan masukan bersih v_1-v_2 . Karena itu, meskipun AOL bertambah, tetapi v_1-v_2 turun, dan keluaran akhir naik seperti jika tidak ada umpan balik negatif. Hasil keseluruhan pertambahan yang sangat kecil pada tegangan keluaran. Berikut ini menunjukkan rangkaian ekuivalen AC sebuah penguat nonpembalikan[9].

2.6 Filter

Filter adalah sebuah rangkaian yang dirancang agar mengalirkan suatu pita frekuensi tertentu dan menghilangkan frekuensi yang berbeda dengan pita ini. Istilah lain dari *Filter* adalah rangkaian yang dapat memilih frekuensi agar dapat mengalirkan frekuensi yang diinginkan dan menahan, atau membuang frekuensi yang lain. Jaringan *filter* bisa bersifat aktif maupun pasif. Perbedaan dari komponen aktif dan pasif adalah pada komponen aktif dibutuhkan sumber agar dapat bekerja (op-amp dan transistor membutuhkan sumber lagi agar dapat

bekerja/digunakan), sedangkan komponen pasif tidak membutuhkan sumber lagi untuk digunakan atau bekerja [10].

2.4.1 Teknik *Filter*

A. *Filter* Aktif

Filter aktif adalah rangkaian *filter* dengan menggunakan komponen-komponen elektronik aktif. Komponen penyusunnya terdiri dari op-amp, transistor, dan komponen lainnya. Oleh karena itu *filter* dapat dibuat dengan performansi bagus dengan komponen yang relatif sederhana. Induktor yang akan menjadi mahal pada frekuensi audio, tidak diperlukan karena unsur aktifnya, yaitu penguat operasi, dapat dipakai untuk mensimulasi reaktansi induktif induktor. Kelebihan dari rangkaian *filter* aktif ini adalah ukurannya lebih kecil, ringan, lebih murah, dan lebih fleksibel dalam perancangannya. Sedangkan kerugiannya adalah pada komponen dihasilkan panas, terdapatnya pembatasan frekuensi dari komponen yang digunakan sehingga pengaplikasian untuk frekuensi tinggi terbatas.

B. *Filter* Pasif

Filter Pasif adalah rangkaian *filter* yang menggunakan komponen-komponen elektronik pasif saja. Dimana komponen pasif itu adalah induktor, kapasitor, dan resistor. Kelebihan dari rangkaian *filter* pasif ini adalah dapat tidak begitu banyak *noise* (sinyal gangguan yang tidak diinginkan) karena tidak ada penguatan, dan digunakan untuk frekuensi tinggi. Sedangkan kerugiannya adalah tidak dapat menguatkan sinyal, sulit untuk merancang *filter* yang kualitasnya/responnya baik [10].

2.4.2 Berdasarkan Daerah Frekuensi Yang Dilewatkan

Dibidang elektronika khususnya untuk elektronika analog. *Filter* sering digunakan untuk meloloskan frekuensi yang dikehendaki atau menahan frekuensi yang tidak dikehendaki [11]. *Filter* yang digunakan biasanya terdiri dari tiga macam konfigurasi yang dapat dibagi sebagai berikut :

1. Low Pass *Filter* (LPF)

Low Pass *Filter* adalah jenis *filter* yang melewatkan frekuensi rendah serta meredam/menahan frekuensi tinggi. Bentuk respon LPF seperti ditunjukkan gambar di bawah ini.

2. High Pass *Filter* (HPF)

High Pass *Filter* yaitu jenis *filter* yang melewatkan frekuensi tinggi serta meredam/menahan frekuensi rendah

3. Band Pass *Filter* (BPF)

Band Pass *Filter* adalah *filter* yang melewatkan suatu range frekuensi.

4. Band Stop *Filter* (BSF)

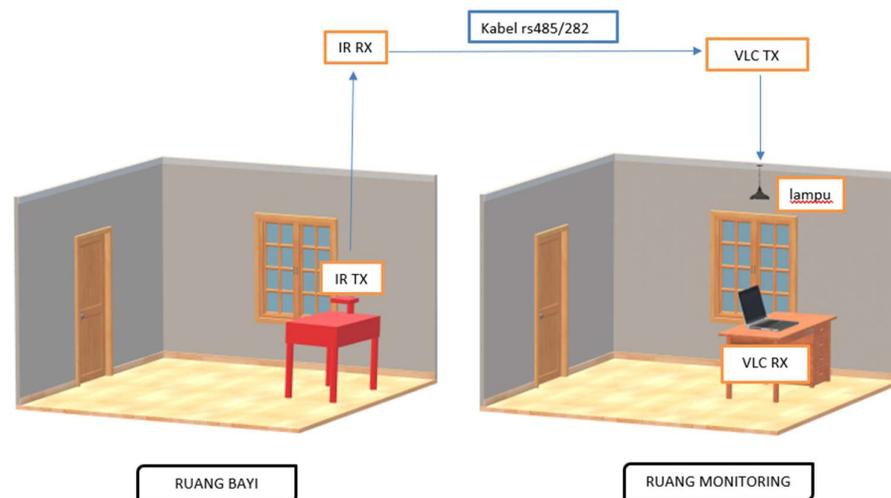
Band stop *Filter* adalah ntuk menahan sinyal dengan range frekuensi diatas frekuensi batas bawah (f_L) dan dibawah range frekuensi batas atas (f_H).

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

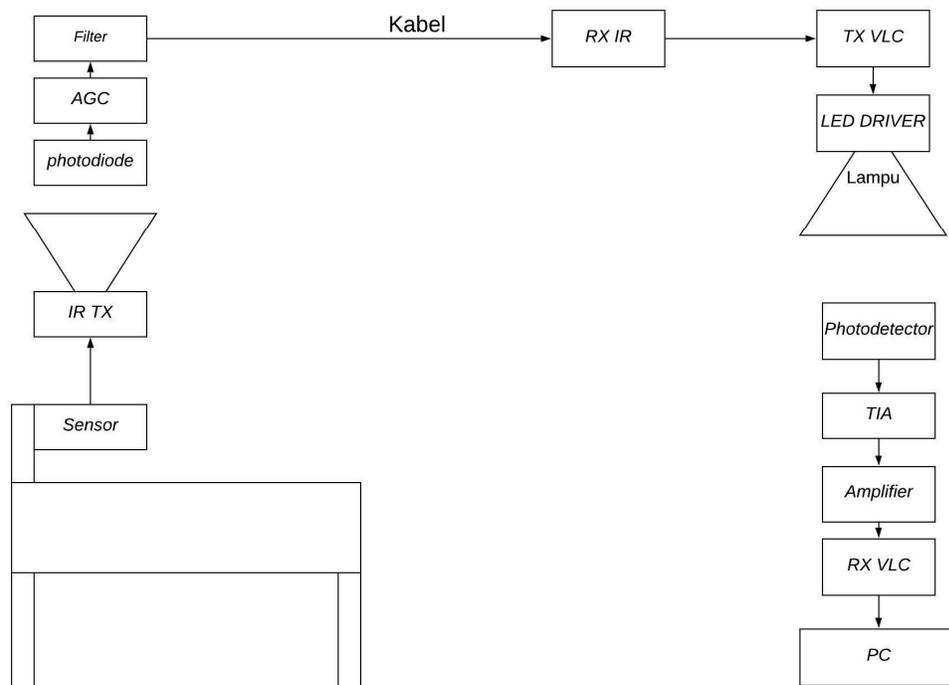
3.1 Desain Umum Sistem

Gambaran umum tentang desain sistem yang akan dirancang pada tugas akhir ini berupa perancangan sistem untuk produk lampu VLC (*Visible Light Communication*) yang akan diimplementasikan dirumah sakit khususnya untuk ruangan bayi, pada perancangan tugas akhir ini, digunakan sebanyak dua ruangan yang berbeda,, ruangan pertama adalah ruang bayi yang digunakan sebagai daerah *transmitter* dan ruangan kedua adalah ruang monitoring sebagai daerah *receiver*. Cara kerja dari produk lampu VLC (*Visible Light Communication*) dimulai dari pengambilan data diruang bayi yang berupa suhu tubuh, suhu ruangan ,kelembaban dan suara yang dikirimkan melalui *infrared*, dan VLC (*Visible Light Communication*). Pada ruangan bayi data tersebut dikirimkan melalui *infrared* sebagai uplink data, lalu di lanjutkan melalui VLC (*Visible Light Communication*) sebagai downstream yang disimpan diruang monitoring.



Gambar III-1 ilustrasi sistem secara umum

Pada (gambar III-1) yang telah dirancang secara umum terdapat dua bagian sistem, yaitu sistem komunikasi infrared dan sistem komunikasi VLC (*Visible Light Communication*).



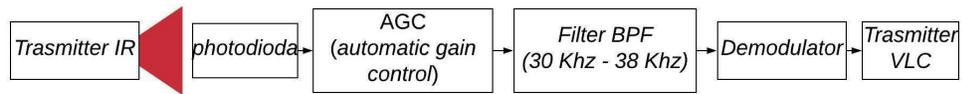
Gambar III-2 Blok diagram sistem secara umum

Pada bagian *Transmitter* infra merah data dikirimkan menggunakan LED infra merah dan diterima oleh *photodetector* (*receiver* infra merah) lalu data ditransmisikan kembali melalui sistem VLC dan diterima oleh *photodetector* (*VLC Receiver*) yang dipasang pada ruangan monitoring untuk ditampilkan datanya melalui *PC user*.

Cahaya yang diterima kemudian diubah oleh *receiver* menjadi sinyal tegangan kembali. *Receiver* VLC menggunakan *photodetector* berjenis *photodiode*. Cahaya yang telah diubah menjadi arus oleh *photodetector* kemudian dikuatkan menggunakan *transimpedance amplifier* (*TIA*) untuk mengubah arus menjadi tegangan.

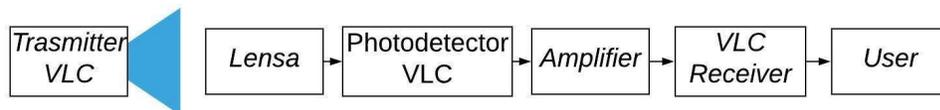
3.2 Diagram Blok

Fokus pada tugas akhir ini adalah membuat design *filter* dan *amplifier* serta membuat analisis sistem *filter* dan *amplifier* yang terdapat pada produk lampu VLC (*visible light communication*). Diagram blok pada *Transmitter* dan *receiver* infra merah ditunjukkan pada gambar III-3, sedangkan gambar III-4 untuk *transmitter* dan *receiver* pada VLC (*Visible Light Communication*).



Gambar III-3 Diagram Blok *Transmitter* dan *receiver* pada infra merah.

Pada gambar III-3 diagram blok *Transmitter* infra merah, *input* berawal dari sensor. Berupa data pengukuran suhu tubuh, dan suhu ruangan, data tersebut masuk *microcontroller* untuk diproses agar data dapat ditransmisikan oleh infra merah LED yang selanjutnya akan diterima oleh photodiode, lalu masuk ke bagian AGC (*Automatic Gain Control*) yang berfungsi untuk menjaga kestabilan signal, pada block BPF (*Band Pass Filter*) signal infra merah yang diterima akan difilter dari *noise*, Demodulator memiliki tujuan yang sama yaitu mendeteksi adanya frekuensi modulasi (*frekuensi carrier*).



Gambar III-4 Diagram Blok *Transmitter* dan *Receiver* pada VLC

Pada diagram blok *transmitter* VLC data *input* didapat dari *receiver* IR yang diterima oleh *photodetector* infra merah lalu masuk ke *microcontroller* VLC dilanjutkan ke LED *driver* sebagai pengatur *on-off* dari LED. Lalu pada bagian *receiver* VLC data tersebut ditransmisikan oleh cahaya tampak dan diterima oleh *photodetector* VLC kemudian masuk ke *microcontroller* untuk mengubah cahaya yang diterima menjadi sebuah informasi, yang kemudian dapat muncul pada PC user untuk menonitoring ruang bayi.