

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi komunikasi dan informasi adalah hasil penerapan prinsip-prinsip pengetahuan dan keterampilan manusia untuk mengirimkan informasi atau pesan dari pengirim ke penerima melalui berbagai sistem dan aplikasi [1]. Teknologi yang melibatkan komunikasi informasi jarak jauh dalam dunia elektronika dapat disebut sebagai telekomunikasi [2]. Perkembangan telekomunikasi sangat berpengaruh terhadap kebutuhan manusia akan informasi tanpa terbatas jarak (global) [3]. Perangkat telekomunikasi yang memiliki peran sangat penting salah satunya ialah antenna, terutama jika berkaitan dengan *Radio Frequency* (RF) ataupun gelombang elektromagnetik [4].

Antena adalah salah satu perangkat telekomunikasi yang mengubah sinyal-sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik (*transducer*) untuk dipancarkan atau sebaliknya [5]. Kualitas antena yang digunakan berpengaruh besar terhadap kualitas gelombang beserta data di dalamnya [6]. Secara teknis lokasi dan ketepatan arah antena juga penting untuk mempermudah proses pertukaran gelombang antara pemancar (*transmitter*) dengan penerima (*receiver*) [7]. Antena memiliki berbagai bentuk rangkaian dan model, salah satunya ialah antena pengarah. Antena pengarah memiliki karakteristik bergantung pada lokasi penempatan dan sudut arah gelombang sinyal untuk mendapatkan hasil yang optimal. Antena pengarah sendiri memiliki jenis yang beragam dan salah satunya ialah antena pengarah model Yagi (Yagi-Uda). Kualitas yang mumpuni, harga terjangkau, dan sistem pengaturan yang relatif sederhana menjadikan antena ini banyak diminati dan menjadi pilihan oleh banyak pengguna/masyarakat. Antena pengarah yagi memiliki penguatan sinyal (*gain*) yang besar dan jangkauan jarak (*range*) yang jauh, menjadikan antena ini sangat cocok dalam pertukaran gelombang sinyal pada suatu titik arah tertentu (*point to point*) [8].

Antena yagi merupakan antena radio atau televisi yang diciptakan oleh Hidetsugu Yagi. Antena ini memiliki pola radisi *directional* (terarah) yang dapat menambah *gain* pada arah tertentu dengan beberapa bagian utama seperti, *driven*

atau titik catu dari kabel antena yang panjangnya setengah panjang gelombang ($0,5\lambda$) dari pancaran atau penerimaan frekuensi radio, *reflector* atau bagian belakang antena sebagai pemantul sinyal yang panjang fisiknya berkisar ($0,55\lambda$) atau lebih panjang daripada *driven*, *director* atau pengarah antena berukuran sedikit lebih pendek daripada *driven* ($0,45\lambda$), dan *boom* yang berbentuk sebatang logam atau kayu panjang digunakan sebagai peletakan elemen-elemen antena. Antena yagi, juga memiliki jarak antar elemen yang umumnya bernilai ($0,15\lambda$) berdasarkan perhitungan nilai panjang gelombang [9].

Karakteristik antena Yagi-Uda yang bersifat *directional* membutuhkan sistem kontrol untuk mengatur arah antena dan pancarannya supaya proses pengiriman dan penerimaan gelombang sinyal terjalin lebih maksimal [10]. Masalah yang ada sampai sekarang ialah masih terdapat pengguna yang kesulitan dalam mendapatkan kualitas sinyal terbaik akibat arah antena yang tidak tepat. Salah satu kasus yang masih terjadi akibat ketidaktepatan arah antena ialah seperti televisi yang kualitas visualnya buruk, delay (*buffering*), bahkan tidak mampu menampilkan siaran dari saluran tertentu meski sudah menggunakan perangkat penguat sinyal atau penambah saluran seperti *booster*. Hal tersebut menjadikan pengguna sering kali harus mengarahkan antena secara manual meskipun tingkat ketepatan arahnya masih tidak terjamin [7]. Solusi yang dapat dilakukan salah satunya dengan membuat sistem pengaturan arah antena secara otomatis. Sistem otomatis bisa memanfaatkan integrasi modul mikrokontroler dan *motor DC stepper* sebagai penggerak (aktuator) mengingat perancangannya tidak terlalu rumit serta alat bahan yang tidak akan mempengaruhi performa gerakan antena nantinya [11].

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan mengimplementasikan penunjuk arah antena secara otomatis terhadap kendali antena pengarah Yagi-Uda menggunakan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras diimplementasikan pada integrasi mikrokontroler ESP-32 dengan modul pendeteksi gelombang RF (*detector RF*) dan modul kompas untuk mencari dan menetapkan posisi sinyal dengan kualitas baik. Pemutaran posisi antena memanfaatkan fungsi dari *motor DC stepper* yang dilengkapi *gearbox* untuk meningkatkan torsi motor dan mengurangi kecepatan rotator antena. Diharapkan,

penelitian ini dapat menghasilkan produk antena pengarah Yagi-Uda dengan penunjuk arah otomatis berbasis *detector RF* dan modul kompas, sehingga mampu menyesuaikan orientasi antena terhadap sinyal gelombang untuk meningkatkan kualitas yang lebih efektif.

1.2. Kajian Penelitian

Dalam memeriksa penelitian sebelumnya untuk memvalidasi validitas penelitian yang akan dilakukan dan membantu meningkatkan literasi diskusi, Tabel 1.1 merupakan cantuman referensi utama dengan penelitian terkait.

Tabel 1.1. Kajian penelitian.

No.	Judul	Peneliti	Tahun
1.	Rancang Bangun Antena Yagi 2400 MHz 15 Elemen Untuk <i>Receiver</i> Komunikasi Wifi	Gusni Amini Siagian dkk [12].	2021
2.	Perancangan dan Analisis Antena Yagi-Uda pada Frekuensi 433 Mhz untuk Sistem Komunikasi Radiosonde dan <i>Ground Control Station (GCS)</i>	Ica Khoerunnisa, dkk [13].	2021
3.	Perancangan Kontroler <i>Pointing</i> Antena Yagi Pada Frekuensi Radio Berbasis Mikrokontroler	Ronald Alexander Yosefhan & Susilo Wibowo [14].	2021
4.	<i>Wirelessly Pattern Reconfigurable Yagi Antenna Based on Radio Frequency Identification</i>	Chuankui Shen dkk [15].	2024
5.	<i>Self-steering Yagi-Uda antenna positioning system for television</i>	John Joshua Federis Montanez, dkk [16].	2024

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai perancangan dan implementasi antena Yagi untuk digunakan sebagai *receiver* komunikasi WiFi oleh Gusni Amini Siagian dan kawan-kawan pada tahun 2021. Penelitian ini menggunakan Antena Yagi karena memiliki pola radiasi *directional* (terarah), yang berarti dapat memperkuat sinyal dari satu arah tertentu, sehingga menjadi pilihan yang optimal untuk meningkatkan penerimaan sinyal jarak jauh. Dalam proses perancangannya, digunakan perangkat lunak (*software*) *Yagi Calculator* untuk menentukan ukuran elemen seperti *reflector*, *driven*, *director*, dan balun, serta melakukan simulasi menggunakan MMANA-GAL untuk mendapatkan parameter antena yang lebih akurat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa antena Yagi yang dirancang memiliki *Standing Wave Ratio* (SWR) sebesar 1,16 dan gain sebesar 14,59 dB, yang menunjukkan efisiensi tinggi dalam menangkap sinyal. Pengujian juga dilakukan untuk menganalisis kualitas sinyal yang diterima, serta *speed test* untuk mengukur kecepatan *download* dan *upload* jaringan. Hasil uji menunjukkan bahwa sistem ini mampu menangkap sinyal dengan *signal strength* -42 dBm, serta kecepatan *download* sebesar 1,65 Mbps dan *upload* 0,70 Mbps, dengan *ping* sebesar 63 ms. Penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan antena Yagi dengan desain yang tepat dapat meningkatkan kinerja jaringan, terutama dalam menjangkau area dengan sinyal yang lemah [12].

Pada penelitian sebelumnya juga terdapat penelitian yang membahas perancangan dan analisis antena Yagi-Uda pada frekuensi 433 MHz untuk komunikasi antara radiosonde dan *Ground Control Station* (GCS) oleh Ica Khoerunnisa dan kawan-kawan pada tahun 2021. Penelitian ini menjelaskan komunikasi GCS yang membutuhkan antena dengan gain tinggi dan pola radiasi *directional*. Penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa antena yang dirancang mampu menjamin komunikasi yang stabil dan memiliki performa optimal. Parameter utama yang diperhatikan dalam desain ini adalah *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), *return loss*, *gain*, dan pola radiasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa antena memiliki *gain* sebesar 11,09 dBi, VSWR 1,46, dan *return loss* -14,442 dB, sementara hasil pengukuran setelah realisasi antena

menunjukkan gain meningkat menjadi 13,63 dBi, dengan VSWR dan *return loss* yang tetap sesuai dengan hasil simulasi. Selain itu, uji lapangan membuktikan bahwa antenna yang dirancang dapat mencapai jarak komunikasi hingga 6 km dalam kondisi optimal. Studi ini menunjukkan bahwa desain antenna Yagi-Uda dapat dioptimalkan dengan perhitungan dan simulasi yang baik, serta validasi melalui pengukuran nyata yang menunjukkan peningkatan performa dibandingkan dengan hasil teoritis [13].

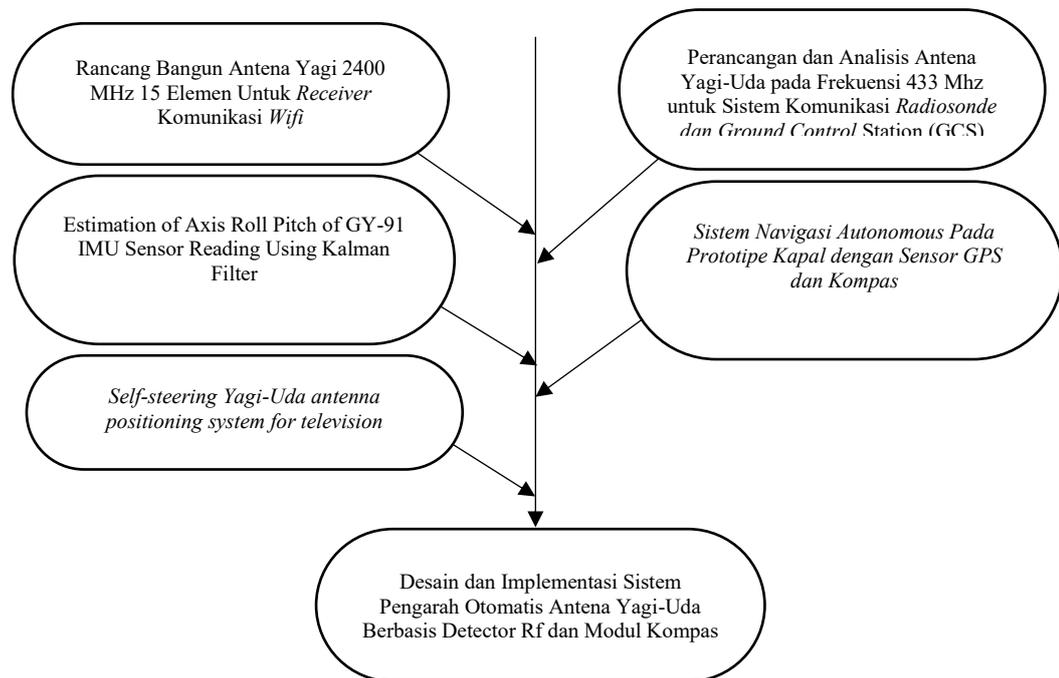
Penelitian sebelumnya juga membahas tentang perancangan kontroler *pointing* antenna yagi pada frekuensi radio berbasis mikrokontroler untuk meningkatkan akurasi pengarah antenna dalam sistem komunikasi nirkabel. Penelitian ini bertujuan mengatasi masalah penyimpangan arah antenna yang dapat menurunkan kualitas komunikasi dengan cara merancang sistem *pointing* otomatis menggunakan input koordinat geografis dan nilai tekanan udara untuk menentukan azimut dan elevasi target. Pengujian dilakukan melalui analisis gerak kontroler dan pengukuran sinyal daya terima yang mana hasilnya menunjukkan *error rate* gerak azimut sebesar 1° dan kekuatan sinyal terbaik sebesar -88 dB . Sistem ini juga menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengarahkan antenna secara akurat terhadap target meskipun terdapat sedikit variasi pada nilai *Received Signal Strength Indicator* (RSSI). Penelitian ini merekomendasikan penggunaan metode manual lebih presisi untuk meningkatkan hasil penerimaan sinyal khususnya pada jarak komunikasi yang lebih jauh [14].

Penelitian sebelumnya membahas tentang pengembangan antenna Yagi-Uda dengan pola radiasi yang dapat dikonfigurasi secara nirkabel menggunakan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) untuk meningkatkan fleksibilitas sistem komunikasi. Penelitian ini bertujuan mengatasi masalah ketidakstabilan pola radiasi dan kerugian *return loss* yang disebabkan oleh penggunaan kabel kontrol konvensional dengan menggantinya menggunakan kontrol jarak jauh berbasis RFID. Implementasi melibatkan penggunaan saklar SPDT pada resonator pasif memungkinkan perubahan fungsi antara *director* dan *reflector* secara nirkabel hingga jarak 25 meter. Pengujian menunjukkan bahwa antenna ini mampu mencapai bandwidth impedansi sebesar 4,2%, *gain* sebesar 7 dBi pada frekuensi 2,41 GHz,

dan konsumsi daya yang sangat rendah hanya $12 \mu W$. Penelitian ini merekomendasikan penerapan konsep antena ini untuk aplikasi komunikasi jarak jauh dan sistem relay nirkabel karena keunggulannya dalam stabilitas pola, efisiensi daya, dan biaya yang rendah [15].

Penelitian sebelumnya yang lain juga terdapat penelitian yang membahas tentang sistem penunjuk otomatis antena Yagi-Uda untuk televisi, yang dirancang untuk secara otomatis menyesuaikan posisi antena menggunakan mikrokontroler dan *motor stepper* agar memperoleh penerimaan sinyal terbaik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe antena otomatis yang dapat meningkatkan efisiensi penerimaan sinyal dengan mengoptimalkan pola radiasi antena. Sistem ini bekerja dengan melakukan pemindaian sudut antena setiap 1.8° untuk menentukan posisi optimal dengan sinyal terbaik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan dalam kualitas gambar televisi pada setiap sudut yang diuji, yang dianalisis menggunakan uji statistik Z-test dengan nilai $Z = 1.76$ yang lebih kecil dari nilai kritis 1.96 pada tingkat kepercayaan 95%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu secara konsisten mengarahkan antena ke posisi optimal tanpa penurunan kualitas yang signifikan. Studi ini juga menyoroti bahwa *interferensi multipath* dan refleksi sinyal dari bangunan dapat mempengaruhi hasil penerimaan, sehingga pengujian dalam kondisi luar ruangan lebih representatif dibandingkan di dalam ruangan [16].

Berdasarkan uraian di atas, berbagai penelitian mengenai sistem pengarahan otomatis Antena Yagi-Uda ataupun penelitian berbasis *detector RF* dan modul kompas telah banyak dilakukan. Penelitian yang diusulkan memiliki hubungan dengan penelitian-penelitian sebelumnya seperti dalam Gambar 1.1. Penelitian tugas akhir ini akan menekankan pada desain dan implementasi sistem pengarahan otomatis Antena Yagi-Uda berbasis *detector RF* dan modul kompas. Fokus penelitian ini adalah mengintegrasikan *detector RF* dan modul kompas untuk menentukan posisi arah frekuensi sinyal gelombang yang optimal.



Gambar 1.1. Hubungan penelitian.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan, rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana desain dan implementasi sistem pengarah otomatis antena Yagi-Uda berbasis *detector RF* dan modul kompas?
2. Bagaimana kinerja sistem pengarah otomatis antena Yagi-Uda berbasis *detector RF* dan modul kompas?

1.4. Tujuan dan Manfaat

1.4.1. Tujuan

Adapun tujuan dalam pelaksanaan penelitian ini berfokus pada:

1. Mendesain dan mengimplementasikan sistem pengarah otomatis pada antena Yagi-Uda berbasis *detector RF* dan modul kompas.
2. Menganalisis sistem pengarah otomatis pada antena Yagi-Uda berbasis *detector RF* dan modul kompas.

1.4.2. Manfaat

Pada penelitian ini diharapkan dapat memperoleh beberapa manfaat berupa:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini bertujuan memberikan pemahaman tentang sistem pengarah otomatis pada antena, khususnya Antena-Yagi Uda dengan integrasi modul mikrokontroler. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi pada pengembangan dunia telekomunikasi, khususnya pengaruh posisi arah antena terhadap kualitas penerimaan atau pengiriman gelombang sinyal.

2. Manfaat Praktis

Penggunaan sistem pengarah otomatis khususnya pada Antena Yagi-Uda untuk memaksimalkan kualitas penerimaan atau pengiriman gelombang sinyal yang bersifat terarah (*directional*).

1.5. Batasan Masalah

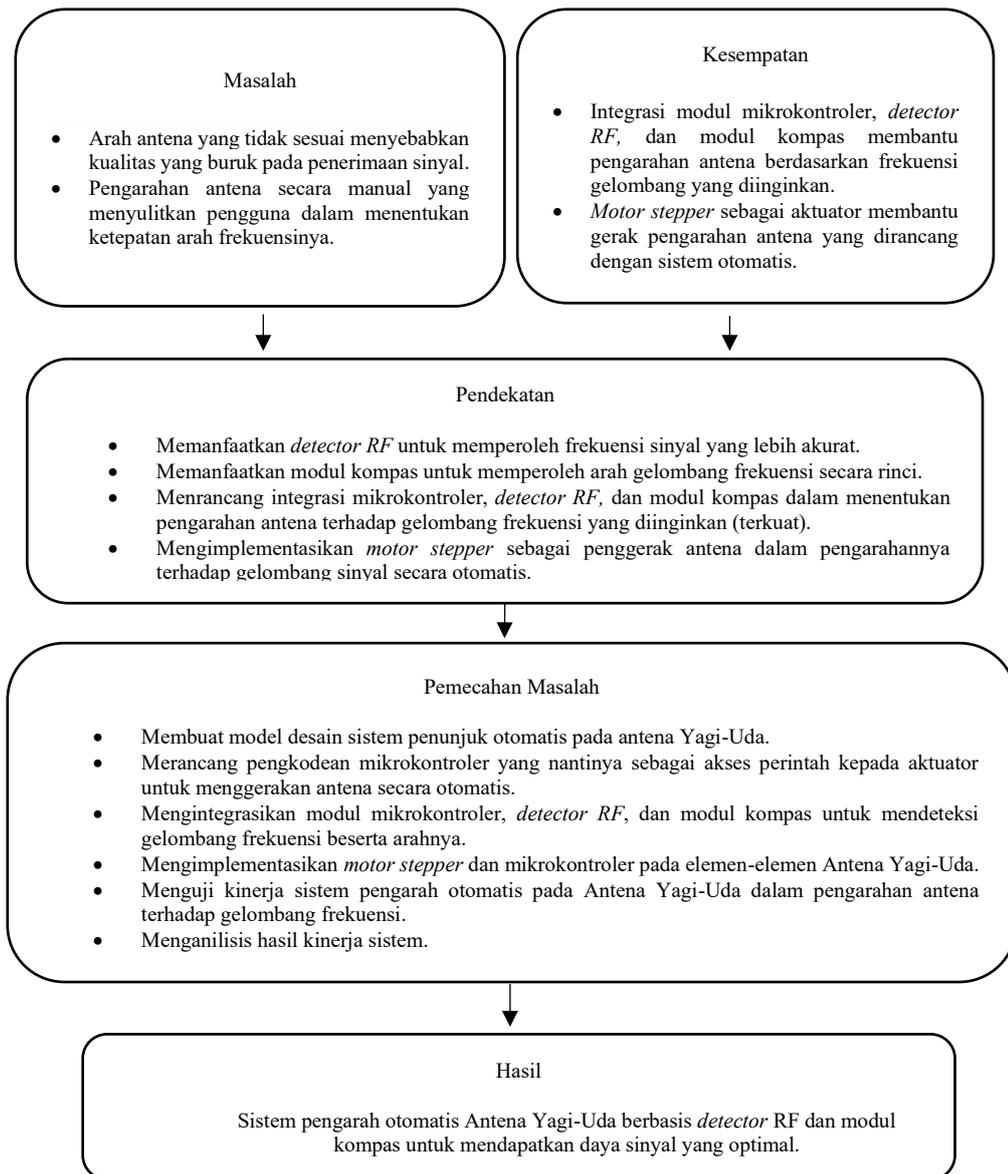
Masalah yang berhubungan dengan fokus penelitian ini sangat luas, oleh karena itu penulis membatasi metode masalah berupa:

1. Fokus penelitian ini ialah sistem pengarah otomatis pada antena Yagi-Uda.
2. Penelitian ini memanfaatkan integrasi antara mikrokontroler ESP-32 sebagai *Microcontroller Unit* (MCU), *detector RF*, modul kompas GY-91, antena Yagi-Uda, dan *motor stepper* sebagai aktuator.
3. Sinyal yang dideteksi berfokus pada frekuensi paling kuat dengan rentang frekuensi 30 MHz (Mega Hertz) - 3 GHz (Giga Hertz) Very High Frequency (VHF) dan Ultra High Frequency (UHF).
4. Penelitian ini hanya menggunakan *motor DC stepper* sebagai aktuator.
5. Penelitian ini tidak berfokus pada ketahanan fisik perangkat keras terhadap gangguan mekanik dan lingkungan.
6. Penelitian ini hanya menggunakan jenis antena *outdoor* dari turunan Yagi-Uda.

1.6. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir berisi suatu alur pemikiran yang merepresentasikan hubungan antara konsep-konsep dan variabel yang akan diteliti. Isi dan muatan

kerangka berpikir seperti ditunjukkan pada Gambar 1.2 menjadi landasan dalam melakukan penulisan ilmiah ini. Kerangka ini membantu peneliti menguraikan perumusan masalah kemudian memperkerikan penyelesaiannya secara sistematis.



Gambar 1.2. Kerangka berpikir.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan adalah pedoman tahap susunan penulisan demi menghasilkan penulisan yang baik dan benar. Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan susunan awal dari penyusunan proposal penelitian. Pada Bab ini terkandung hal-hal pokok awal sebuah tulisan, yaitu : latar belakang, kajian penelitian, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka pemikiran, dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini berisikan tentang berbagai dasar-dasar teori relevan yang berkaitan dengan penelitian. Bab ini bertujuan untuk memberikan landasan ilmiah serta mendukung argumentasi dan metodologi yang digunakan dalam penelitian.

BAB III METODELOGI DAN JADWAL PENELITIAN

Bab ini berisi uraian metode dan tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian mencakup studi literatur, identifikasi masalah, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan analisis hasil. Pada bab ini juga berisikan jadwal penelitian , dimulai dari studi literatur hingga penyelesaian tugas akhir.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini, diuraikan tentang proses perancangan penelitian mencakup tahapan perancangan sistem hingga implementasinya. Bagian ini juga memberikan hasil sistem yang sudah diintegrasikan secara keseluruhan.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bagian ini membahas tentang pengujian dan analisis untuk memberikan hasil kinerja sistem yang telah dirangkai dan diimplementasikan, pada penerapan sistem pengarah antena otomatis pada antena yagi Intra INT-555 DGT menggunakan *detetctor* RF dan modul kompas GY-91.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini membahas tentang kesimpulan dari penelitian dan juga berisikan saran yang digunakan sebagai acuan untuk pengembangan penelitian lanjutan.