

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PEMUTAR ANTENA YAGI BERBASIS MIKROKONTROLER DALAM MENGATUR ARAH PENERIMAAN SINYAL TELEVISI

Mohammad Yusuf¹, I Kadek Aditya Kerta Putrawan¹, Nyoman Pramaita², I Gusti Agung Diafari Djuni Hartawan², I Gusti Agung Putu Raka Agung², I Made Oka Widyantara²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Kab. Badung, Bali 80361

mhyusuf682@gmail.com¹, adityakerta123@gmail.com¹, pramaita@unud.ac.id², igakdiafari@unud.ac.id², rakaagung@unud.ac.id², oka.widyantara@unud.ac.id²

ABSTRAK

Televisi memerlukan antenna untuk menangkap sinyal, antenna yang banyak digunakan adalah antenna Yagi, yang harus diputar untuk menyesuaikan arah tangkapan sinyal agar kualitas gambar dan suara yang diterima menjadi lebih baik. Pada rancang bangun ini, pengguna hanya perlu menekan tombol yang terintegrasi dalam sistem *wireless* untuk jarak jauh, dan *push button* untuk jarak dekat guna mengarahkan posisi antenna ke sudut putar kanan atau kiri menyesuaikan dengan arah sinyal yang ingin diterima. Pada sistem *push button*, terdapat lima *push button* sebagai masukan, yang merespons perintah yang telah diprogram. Sedangkan pada sistem *wireless*, diperlukan inisialisasi pin yang terhubung dengan ESP32 dan terhubung ke aplikasi Blynk serta koneksi Internet. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem kendali menggunakan *push button*, terdapat kesesuaian putaran sudut tiang antenna antara tampilan LCD dan tampilan fisik busur derajat kertas, dengan rata – rata tingkat kesalahan 0,74%. Pengujian pada sistem kendali *wireless* dengan aplikasi Blynk menggunakan konsep IoT juga mendapatkan kesesuaian antara hasil pengujian rangkaian sistem kendali *wireless* dan putaran sudut tiang antenna antara tampilan pada aplikasi Blynk dan tampilan fisik busur derajat, dengan tingkat persentase kesalahan rata – rata 0,73%.

Kata Kunci: Antena Yagi, Push Button, ESP32, Wireless, Blynk

ABSTRACT

Television generally requires an antenna to capture. The commonly used is the Yagi antenna. This type of antenna needs to be rotated to adjust the direction of signal reception to improve image and sound quality. In this design, users simply need to press a button integrated into two systems: a wireless system for remote control and a push-button system for close-range control. These systems adjust the antenna's position to the right or left, according to the direction of the desired signal. The push-button system features five push buttons as inputs, which respond to pre-programmed commands, and the wireless system requires pin initialization connected to the ESP32, which links to the Blynk application and the Internet. Blynk displays the current angle sensor measurements uploaded to the database by the ESP32. Testing of the push-button control system showed a consistent match between the antenna mast's angle rotation on the LCD display and the physical degree arc, with an average error rate of 0.74%. Testing of the wireless control system using the Blynk application with IoT concepts also demonstrated consistency between the test results of the wireless control circuit and the antenna mast's angle rotation, with an average error rate of 0.73%.

Key Words : Yagi Antenna, Push Button, ESP32, Wireless, Blynk

1. PENDAHULUAN

Industri hiburan merupakan salah satu industri yang paling diminati oleh masyarakat luas. Salah satu hiburan yang masih diminati oleh masyarakat dari berbagai kalangan usia adalah media televisi[1]. Televisi pada umumnya memerlukan antena untuk menangkap sinyal radio yang dipancarkan stasiun televisi, yang kemudian diolah menjadi suara dan gambar. Semakin tepat arah antena terhadap arah datangnya sinyal, maka semakin baik kualitas gambar dan suara yang dihasilkan.

Jenis antena yang sering dipakai sebagai antena televisi adalah antena Yagi. Antena jenis ini termasuk tipe antena radio ataupun televisi yang diciptakan oleh Hidetsugu Yagi. Antena ini memiliki pola pancaran lurus dan direksional[2]. Dalam pengaplikasiannya, apabila kualitas gambar dan suara yang dihasilkan televisi tidak maksimal, antena Yagi perlu diputar untuk menyesuaikan arah tangkapan sinyal, guna memperoleh gambar dan suara yang lebih jernih.

Pemutaran antena secara manual dinilai merepotkan oleh sebagian orang, karena posisi antena yang berada di luar rumah dan seringkali berada di bagian tertinggi rumah, di mana untuk mencapai posisi ini, pengguna harus berjalan cukup jauh ataupun menaiki tangga agar bisa mencapai lokasi diletakkannya antena. Hal ini bisa menjadi lebih merepotkan dan beresiko apabila antena harus diputar pada saat cuaca buruk. Maka dari itu, dibutuhkan suatu sistem kontrol pemutar antena yang dapat menggerakkan antena ke arah yang tepat untuk memperoleh sinyal dengan akurasi yang tinggi [3].

Studi terdahulu[3], menjelaskan bahwa alat rotasi antena televisi yang dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan memanfaatkan Aplikasi *Smartphone Bluetooth RC Controller*, Arduino Uno dan *Bluetooth HC-05* dapat bekerja dengan baik, namun memiliki kekurangan yaitu, terputusnya koneksi *bluetooth* apabila sinyal terhalang sesuatu pada jarak >15 m.

Penelitian yang dilakukan oleh [4] juga memanfaatkan aplikasi android yang dibuat sendiri menggunakan *eclipse*, untuk mengontrol perputaran antena jarak jauh menggunakan *bluetooth*. Namun, jarak efektifitas koneksi *bluetooth* antara alat dan aplikasi tidak diketahui dengan pasti.

Dari kondisi yang telah dijelaskan, dibutuhkan alternatif lain yang lebih efisien, sehingga dapat mengatasi permasalahan tersebut, yaitu dengan penggunaan sistem Kontrol Pemutar Antena Yagi berbasis mikrokontroler dalam mengatur arah penerimaan sinyal televisi. Pada rancangan ini, pengguna hanya perlu menekan tombol yang terintegrasi dalam dua sistem, yaitu sistem *wireless* menggunakan konsep *Internet of Things* untuk jarak jauh dan *push button* untuk jarak dekat, yang berfungsi untuk mengarahkan posisi antena ke sudut putar kanan atau kiri menyesuaikan dengan arah yang ingin diterima. Cara ini dinilai memiliki kelebihan, yaitu menghemat waktu dan tenaga pengguna dalam mengatur arah antena pada saat berkurangnya kualitas gambar dan suara televisi. Selain itu, sistem ini juga bisa meminimalisir resiko yang terjadi apabila pengguna memutar antena secara manual pada saat cuaca buruk.

Dalam proses pengembangan alat pemutar antena untuk pengambilan data yang akurat dan presisi, pendekatan yang digunakan melibatkan dua kontroler: Arduino UNO sebagai pusat kendali jarak dekat dan ESP32 sebagai kendali *wireless* yang terhubung melalui *Wi-Fi* dan dikendalikan melalui aplikasi Blynk pada Android. Selain itu, alat ini juga dapat dikendalikan secara manual melalui tombol yang terpasang pada alat itu sendiri. Ketika tombol kanan ditekan, motor dapat memutar antena ke arah kanan sejauh 10°; sebaliknya, jika tombol kiri ditekan, motor dapat memutar antena ke arah kiri sejauh -10°. Jika tombol reset ditekan, motor dapat kembali ke posisi semula, yaitu 0°.

Dengan penerapan hasil rancang bangun ini, diharapkan dapat memenuhi dua tujuan utama penelitian, yaitu merancang rangkaian elektronik sistem kendali *push*

button untuk pemutar antena yang memungkinkan pengendalian manual yang efektif dan akurat, serta merancang sistem kendali *wireless* berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan aplikasi Android yang terhubung melalui ESP32, untuk memfasilitasi pengendalian pemutar antena secara *wireless* yang dinilai dapat menawarkan solusi untuk pengendalian yang praktis dan dapat diakses melalui perangkat seluler menggunakan aplikasi Blynk yang terhubung dengan ESP32.

Sistem ini memberikan fleksibilitas kepada pengguna dalam mengontrol pemutar antena baik melalui kendali langsung dengan tombol maupun melalui kendali *wireless* menggunakan aplikasi Blynk. Diharapkan sistem ini menawarkan solusi praktis untuk pengendalian yang lebih mudah dan dapat diakses melalui perangkat seluler, meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam pengambilan data yang presisi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Antena Yagi

Antena Yagi-Uda adalah jenis antena *directional* yang sering digunakan untuk komunikasi radio dan televisi. Antena Yagi dinamai sesuai dengan nama penemunya, Prof. Hidetsugu Yagi, seorang ilmuwan Jepang, dan asistennya, Shintaro Uda. Antena ini dirancang dengan struktur berbentuk panjang dan memiliki elemen-elemen berbentuk batang (disebut elemen radiator) yang diatur sejajar satu sama lain dan dipasang pada sebuah rangka [5].

2.2 Arduino Uno

Arduino merupakan sebuah sistem elektronik yang bersifat *open source*, dengan komponen utama berupa mikrokontroler jenis AVR. Mikrokontroler pada Arduino Uno adalah sebuah chip atau IC yang bisa diprogram melalui komputer. Sebagai pusat pengendali dalam rangkaian elektronik, mikrokontroler ini berperan untuk mengatur semua proses, mulai dari *input*, pemrosesan, hingga *output*. Arduino memiliki kemampuan untuk mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis

sensor, dengan fitur ini, Arduino dapat digunakan dalam *project* interaktif [6].

2.3. Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau yang biasa atau dikenal dengan IoT merupakan suatu teknologi yang mampu mengontrol peralatan elektronik dan peralatan listrik dari jarak jauh dengan menggunakan media internet sehingga mampu bertukar informasi dan dapat mengurangi interaksi manusia.

Konsep IoT yang mencakup 3 bagian utama, yaitu perangkat keras atau barang fisik, jaringan internet, dan pusat data pada server untuk menyimpan data ataupun informasi. Penggunaan benda fisik yang terhubung dengan internet akan menampung data yang kemudian terkumpul menjadi *big data* yang siap untuk diolah, maupun dianalisis, sehingga dapat dimanfaatkan untuk kepentingan individu ataupun perusahaan [7].

2.4. ESP32

ESP32 adalah sebuah sistem mikrokontroler (*microcontroller system on chip* atau SoC). ESP32 ini merupakan chip tunggal yang menggabungkan berbagai komponen seperti CPU, memori, antarmuka komunikasi, dan modul *Wi-Fi/Bluetooth* ke dalam satu paket. ESP32 dirancang khusus untuk aplikasi yang memerlukan kemampuan mikrokontroler dengan konektivitas nirkabel. Dapat digunakan untuk perangkat seluler, perangkat elektronik yang dibutuhkan, dan juga dapat digunakan untuk aplikasi IoT [8].

2.5. MPU-6050

Sensor MPU-6050 adalah sebuah sensor yang memiliki kemampuan untuk membaca sudut kemiringan berdasarkan data dari *accelerometer* dan *gyroscope*. Sensor ini memiliki sensor suhu yang dapat dipakai untuk mengukur suhu di area tempat alat berada. Sensor ini menggunakan jalur data I2C untuk komunikasi. Modul sensor MPU-6050 ini memiliki regulator tegangan internal sebesar 3,3 V, sehingga dapat dihubungkan langsung dengan tegangan maksimal 5 V [9].

2.6. Driver TB6600

TB6600 merupakan *Driver Motor Stepper* yang mudah digunakan oleh pemula maupun profesional, yang dapat mengontrol *motor stepping* dua fase, empat fase, *hybrid motor stepper*. Ini kompatibel dengan Arduino dan lainnya mikrokontroler yang bisa memproduksi sinyal pulsa digital sebesar 5 V. *Driver Motor Stepper* TB6600 memiliki jangkauan daya yang luas masukan, membutuhkan catu daya 9~42 VDC. *Driver stepper* ini mampu menghasilkan 4 A arus puncak, yang cukup untuk sebagian besar *motor stepper* [10].

2.7. Motor Stepper NEMA 23HS5628

Motor Stepper adalah tipe motor listrik khusus yang memungkinkan gerakan pada rotornya dikendalikan oleh pulsa-pulsa dari mikroprosesor. Berbeda dengan motor AC dan DC konvensional yang berputar terus menerus, *Motor Stepper* bergerak secara langkah per Langkah. Gerakan *motor stepper* tergantung pada jumlah pulsa digital yang diterima sebagai masukan. *Motor stepper* sering dipakai pada aplikasi industri seperti lengan robot, CNC, printer, *scanner* dan yang terbaru adalah 3D printer, karena kehandalan dan kemampuan kontrol *pen loop* [11].

2.8. Push Button (Tactile Switch)

Push button (tactile switch) adalah jenis saklar atau tombol yang dirancang untuk memberikan umpan balik taktis atau respon yang jelas saat ditekan. Saklar ini sering digunakan dalam perangkat elektronik, seperti *keyboard*, *remote control*, dan perangkat elektronik lainnya [12].

2.9. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah salah satu jenis sensor yang bekerja berdasarkan pada prinsip pantulan gelombang suara yang dapat dipakai untuk mendeteksi keberadaan suatu objek dengan frekuensi kerja 20 kHz sampai 2 MHz [13].

2.10. Gearbox 10:1

Gearbox adalah komponen dari suatu mesin yang terdiri dari rumah untuk roda gigi. *Gearbox* yang dipakai memiliki

konfigurasi putaran 10:1 dengan bagian atas berputar 10 kali untuk menghasilkan putaran 1 di bagian samping, agar bisa memutar beban yang lebih besar dari kekuatan motor dipakai. Fungsi *Gearbox* adalah memperlambat kecepatan putaran yang dihasilkan dari perputaran dinamo motor atau mesin diesel dan yang kedua adalah untuk memperkuat tenaga putaran yang dihasilkan oleh dinamo atau diesel [14].

2.11. Arduino IDE

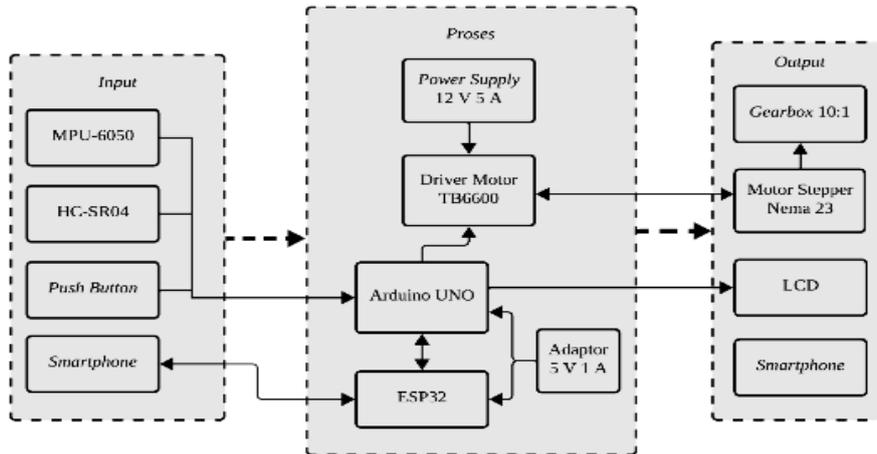
Arduino IDE adalah perangkat lunak yang dipakai untuk membuat program serta melakukan *upload program* ke *arduino board*. *arduino IDE* bersifat *multiplatform* yang dapat dioperasikan di berbagai jenis OS (*Operating System*), seperti Windows, Mac OS X, dan Linux. Bahasa yang digunakan pada *Arduino IDE* untuk membuat program merupakan bahasa yang memiliki kemiripan *syntax* dengan bahasa pemrograman C [15].

2.12. Blynk IoT

Software Blynk merupakan sebuah media yang memungkinkan penggunaannya untuk membangun suatu *interface* untuk mengendalikan dan memantau sebuah perangkat melalui ponsel pintar dengan sistem operasi Android dan iOS. *Blynk* sangat cocok untuk *interface* proyek-proyek sederhana berbasis IoT seperti pemantauan suhu atau menyalakan lampu [16].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sistem Telekomunikasi Program Studi Teknik Elektro, Kampus Bukit, Jimbaran, Universitas Udayana. Pelaksanaan penelitian ini dimulai dari bulan Juni 2023 hingga bulan Juli 2024. Di mana rancang bangun sistem kontrol pemutar antena yang berbasis mikrokontroler dalam mengatur arah penerimaan sinyal televisi dibagi menjadi sistem kendali menggunakan *push button* dan sistem kendali *wireless*. Integrasi sistem kendali pada sistem kontrol pemutar antena dengan aplikasi *Arduino IDE* yang ditunjukkan pada Gambar 1.

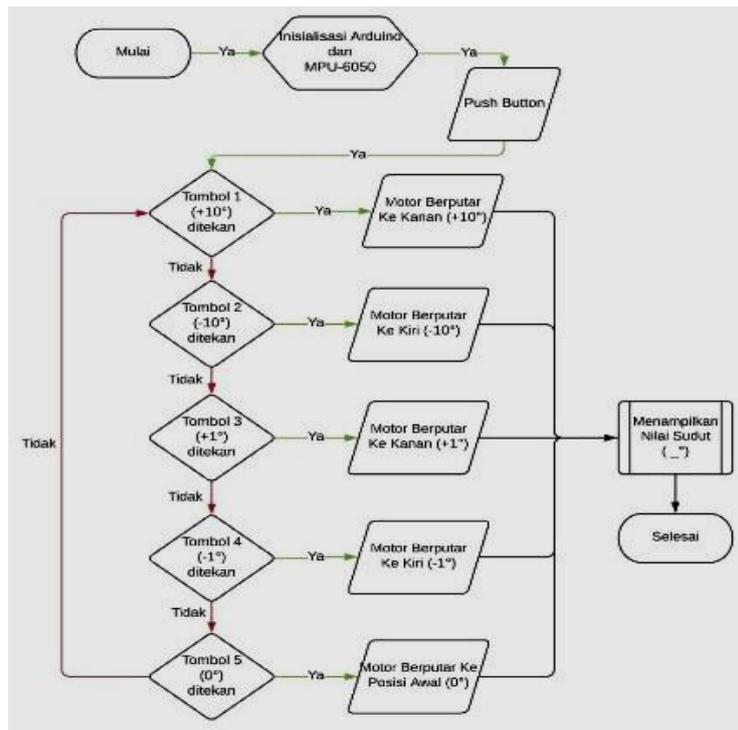


Gambar 1. Diagram Blok Hardware Sistem Kontrol Pemutar Antena

3.1. Perancangan Rangkaian Elektronik Sistem Kendali Menggunakan *Push Button*

Alur kerja sistem melibatkan Arduino UNO dan MPU-6050, di mana dilakukan inialisasi dan pengaturan awal untuk memastikan komponen terhubung dengan benar. Terdapat lima *push button* sebagai masukan, yang merespons perintah yang telah diprogram sebelumnya. Misalnya, jika *push button* 1 ditekan, Arduino UNO

menggerakkan motor stepper dengan sudut putaran $+10^\circ$. Setelah merespons perintah, nilai sudut motor ditampilkan pada LCD I2C, memungkinkan pengguna memantau perubahan sudut secara *real-time*. Program akan berhenti setelah menyelesaikan satu perintah dan menunggu perintah selanjutnya yang diberikan melalui *push button*. Proses ini berlangsung terus-menerus, memberikan kontrol dan fleksibilitas terhadap sistem.

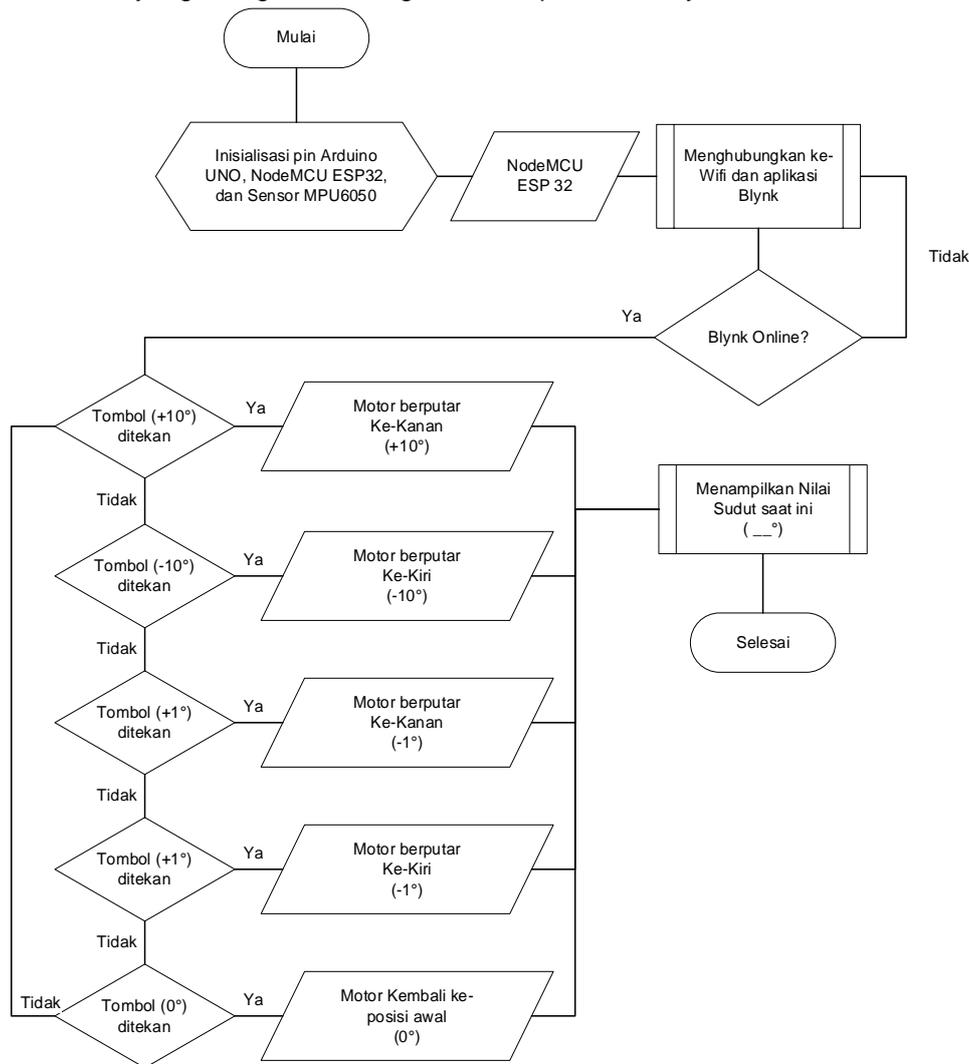


Gambar 2. Flowchart Integrasi Sistem Kendali Menggunakan *Push Button*

3.2. Perancangan Rangkaian Elektronik Sistem Kendali *Wireless*

Langkah awal dalam menjalankan sistem kendali *wireless* adalah melakukan inialisasi pin yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler ini terhubung ke aplikasi Blynk melalui koneksi *Wi-Fi*/Internet. Setelah aplikasi Blynk terhubung dengan internet, aplikasi menampilkan hasil pengukuran sensor berupa sudut saat ini yang sebelumnya diunggah ke *database* oleh ESP32. Selanjutnya, pengguna memilih arah putaran antenna yang diinginkan dengan

menekan tombol-tombol yang tersedia pada aplikasi Android. Misalnya, jika pengguna menekan tombol (+10°), motor memutar antenna sejauh 10° ke arah kanan dan nilai sudut saat ini ditampilkan di layar Android. Hal yang sama berlaku sebaliknya jika pengguna menekan tombol (-10°), motor memutar antenna sejauh 10° ke arah kiri. Tombol (+1°) dan (-1°) dapat digunakan untuk memutar motor sejauh 1° ke kanan atau kiri, serta menampilkan nilai sensor MPU-6050 pada aplikasi Android. Jika tombol (0°) ditekan, antenna kembali ke posisi awal, yaitu 0°.



Gambar 3. Flowchart Perancangan Sistem Kendali *Wireless*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Realisasi Rancang Bangun

Realisasi Rancang Bangun Sistem Kontrol Pemutar Antena Yagi Berbasis

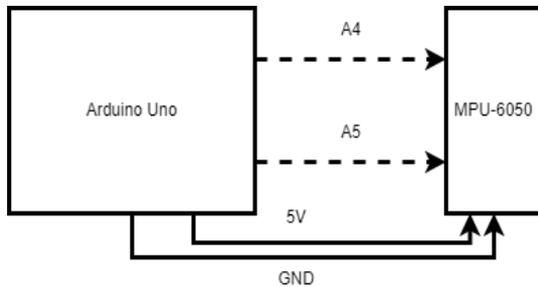
Mikrokontroler dalam Mengatur Arah Penerimaan Sinyal Televisi, dapat ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Utama Pada *Box Controller*, Bagian Dalam dan Dimensi Tampak Depan Pemutar Antena

4.2. Hasil Pengujian dan Pembahasan Modul MPU-6050

MPU-6050 dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan posisi dan rotasi antena. Diagram blok pengujian modul MPU-6050 dapat ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram blok pengujian modul MPU-6050

Tabel 1. Hubungan Pin Arduino UNO dan MPU-6050

No.	Arduino UNO	MPU-6050
1.	5 VDC (+)	VCC
2.	GND (-)	GND
3.	A4	SDA
4.	A5	SCL

Pengujian sensor MPU-6050 dilakukan dengan menggunakan busur derajat yang di mana posisi sensor ditekan pada bidang datar dan stabil, kemudian membandingkan sudut posisi sensor MPU-6050 yang berada di tengah penggaris busur derajat dengan hasil tampilan serial monitor pada aplikasi Arduino IDE. Adapun beberapa kategori sudut yang digunakan adalah 0°, 10°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 160°, 170°, 180°. Pengujian modul MPU-6050 dikatakan berhasil jika data yang diterima dari sensor

sesuai dengan kategori yang telah ditentukan.

Hasil pengujian berdasarkan sudut yang dibaca oleh sensor MPU-6050 dan berdasarkan pengukuran secara manual menggunakan busur derajat ini dirangkum menjadi tabulasi yang bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Modul MPU-6050

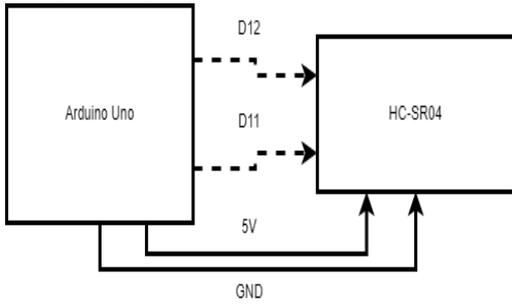
No	Parameter Sudut	Hasil Pengukuran Busur Derajat	Hasil Pengukuran Sensor MPU-6050	Persentase Kesalahan (%)
1	0°	0°	0.01°	0%
2	10°	10°	10.02°	0.19%
3	30°	30°	28.88°	3.88%
4	60°	60°	58.96°	1.76%
5	90°	90°	88.76°	1.39%
6	120°	120°	119.17°	0.69%
7	150°	150°	149.24°	0.50%
8	160°	160°	158.71°	0.81%
9	170°	170°	168.36°	0.97%
10	180°	180°	179.35°	0.36%

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh tingkat persentase kesalahan terkecil dari modul sensor MPU-6050 adalah 0%, sedangkan tingkat persentase kesalahan terbesar adalah 3,88 %. Jika dihitung, rata-rata persentase kesalahan dari pengukuran sensor MPU-6050 adalah sebesar 1,055 %.

4.3. Hasil Pengujian dan Pembahasan Modul Sensor HC – SR04

Modul sensor HC-SR04 dipasang pada tempatnya, sementara objek pantulnya dipasang pada tiang antena yang berputar bersamaan. Modul sensor HC-SR04 terhubung dengan Arduino UNO yang terletak di dalam *box panel*. Diagram blok

pengujian modul sensor HC-SR04 dapat ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram blok pengujian modul HC-SR04

Tabel 3. Hubungan Pin Arduino UNO dan HC-SR04

No.	Arduino UNO	HC-SR04
1.	5 VDC (+)	VCC
2.	GND (-)	GND
3.	D12	TRIG
4.	D11	ECHO

Pengujian dilakukan dengan meletakkan sensor pada bidang datar dan stabil, lalu mengukur jarak antara sensor dan objek menggunakan penggaris. Pengujian dilakukan dengan jarak parameter 2 cm, 5 cm, 8 cm, 10 cm, 13 cm, 15 cm, 20 cm, 23 cm, 25 cm, 30 cm. Data pengukuran yang sesuai dengan parameter ditampilkan melalui serial monitor di Arduino IDE.

Tabel 4. Hasil Pengujian Modul Sensor HC-SR04

No	Parameter Jarak (cm)	Hasil Pengukuran Penggaris (cm)	Hasil Pengukuran Sensor HC-SR04 (cm)	%Kesalahan
1.	2	2	2	0%
2.	5	5	5	0%
3.	8	8	8	0%
4.	10	10	10	0%
5.	13	13	13	0%
6.	15	15	15	0%
7.	20	20	20	0%
8.	23	23	23	0%
9.	25	25	25	0%
10.	30	30	30	0%

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian HC-SR04, di mana hasil pengujian modul HC-SR04 menunjukkan konsistensi dengan fungsi yang diharapkan. Tidak ada kesalahan yang terdeteksi pada rangkaian atau kode (*library*) yang dituliskan pada Arduino UNO

4.4. Hasil dan Pembahasan Rangkaian Elektronik Sistem Kendali Menggunakan Push Button

Pengujian dilakukan dengan sudut putar antenna pada tampilan LCD kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur, yaitu busur derajat yang digantikan dengan kertas busur derajat yang berada pada posisi tengah tiang antenna. Sudut yang digunakan yaitu sudut: 10°, 15°, 60°, 90° 180°, dan memutar antenna ke posisi semula (0°).

Tabel 5. Hasil Pengujian Rangkaian Sistem Kendali Push Button

No	Perintah Aplikasi	Tampilan LCD	Tampilan Fisik	Hasil	%Kesalahan
1	Putar ke arah 10°			9.58°	0.43%
2	Putar ke arah 15°			14.93°	0.46%
3	Putar ke arah 60°			59.32°	1.14%
4	Putar ke arah 90°			88.66°	1.51%
5	Putar ke arah 180°			178.30°	0.95%
6	Kembali ke posisi 0°			0.33°	0%

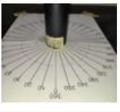
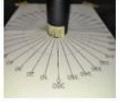
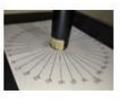
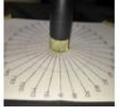
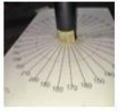
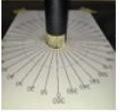
Hasil pengujian menunjukkan bahwa rangkaian sistem kendali menggunakan Push Button dapat dikatakan berhasil. Hal ini dikarenakan putaran sudut tiang antenna menampilkan hasil pengukuran yang mendekati kesamaan antara tampilan LCD dan tampilan fisik pada busur derajat kertas, namun masih terdapat penyimpangan pengukuran dari sensor, dikarenakan sensitifitas modul sangat tinggi. Tingkat persentase kesalahan terkecil adalah 0 %, sedangkan tingkat persentase kesalahan terbesar adalah 1,51 %. Jika dihitung, rata-rata persentase kesalahan dari pengukuran sensor MPU-6050 adalah sebesar 0,74 %.

4.5. Hasil dan Pembahasan Rangkaian Elektronik Sistem Kendali *Wireless* Menggunakan Konsep IoT

Pengujian dilakukan dengan memberikan perintah untuk memutar arah antenna melalui aplikasi Android Blynk. Sudut putar antenna pada tampilan aplikasi kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur, yaitu busur derajat yang digantikan dengan kertas busur derajat. Pengujian dikatakan berhasil jika sistem kendali *wireless* dapat memberikan perintah dan memutar beban antenna sesuai dengan perintah pada aplikasi Android.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa macam perintah, mulai dari perintah untuk memutar antenna ke arah atau sudut 10°, 15°, 60°, 90°, 180°, dan tertentu perintah untuk memutar antenna ke posisi semula (0°).

Tabel 6. Hasil Pengujian Rangkaian Elektronik Sistem Kendali *Wireless* IoT menggunakan internet data *smartphone* tanpa ada kendala

No	Perintah Aplikasi	Tampilan Aplikasi	Tampilan Fisik	Hasil Pengukuran	% Kesalahan
1	Eutar ke arah 10°			9.57°	0.43%
2	Eutar ke arah 15°			14.93°	0.46%
3	Eutar ke arah 60°			59.31°	1.16%
4	Eutar ke arah 90°			88.67°	1.49%
5	Eutar ke arah 180°			178.41°	0.89%
6	Kembali ke posisi 0°			0.33°	0%

Hasil pengujian pada Tabel 6 menunjukkan bahwa, rangkaian sistem

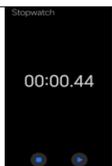
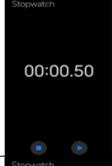
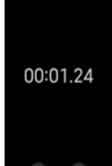
kendali *wireless* dapat bekerja sesuai dengan rancangan. Hal ini dikarenakan putaran sudut tiang antenna menampilkan hasil pengukuran yang mendekati kesamaan antara tampilan pada aplikasi Blynk dan tampilan fisik pada busur derajat kertas, namun masih terdapat penyimpangan pengukuran dari sensor, dikarenakan sensitifitas modul sangat tinggi. Tingkat persentase kesalahan terkecil adalah 0 %, sedangkan tingkat persentase kesalahan terbesar adalah 1,49 %. Jika dihitung, rata-rata persentase kesalahan dari pengukuran adalah sebesar 0,73 %.

Kinerja sistem *wireless* ini bergantung pada kekuatan sinyal yang digunakan untuk koneksi. Selain itu, stabilitas koneksi juga merupakan faktor penting dalam menentukan efektivitas keseluruhan sistem, terutama dalam pengujian ini di mana tidak ada halangan atau *Line of Sight (LOS)* antara pemancar dan penerima dikarenakan pengujian dilakukan dalam ruangan dan menggunakan internet data *smartphone* tanpa ada kendala.

4.6. Pengujian dan pembahasan *Line of Sight (LOS)* pada Sistem Kendali *Wireless*

Proses pengujian ini melibatkan beberapa tahapan, dimulai dengan penempatan *hotspot* HP sebagai pemancar sinyal *WiFi* dan pengaturan ESP32 sebagai penerima sinyal sekaligus melakukan kendali antenna. Proses pengujian mencakup pengukuran jarak antara pemancar dan penerima pada jarak 5m, 10m, 15m, dan lebih dari 20m sembari melakukan perintah pemutaran antenna secara bertahap, dan menghitung waktu *delay* dalam merespon perintah pemutaran antenna, serta momen terjadinya *Line of Sight* yang diterima oleh ESP32 (*Feedback*) pada setiap jarak tersebut.

Tabel 7. Hasil Pengujian *Line of Sight (LOS)* pada sistem kendali *wireless*

No	Jarak (meter)	Tampilan Pengukuran	Hasil Pengukuran	Keterangan
1	5		Delay : 0.44 detik	Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespon perintah pemutaran antenna dengan catatan: terdapat delay sebanyak 0.44 detik dalam merespon perintah.
2	10		Delay : 0.50 detik	Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespon perintah pemutaran antenna dengan catatan: terdapat delay sebanyak 0.50 detik dalam merespon perintah.
3	15		Delay : 1.24 detik	Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespon perintah pemutaran antenna dengan catatan: terdapat delay sebanyak 1.24 detik dalam merespon perintah.
4	20+	Notification : Device Offline	Notification : Device Offline	Pengujian menunjukkan bahwa sistem tidak dapat menerima sinyal dari pemancar (hotspot HP), mengakibatkan putusnya konektivitas (LOS) antara ESP32 dan pemancar dan Pada Aplikasi Blynk memberi feedback berupa notifikasi : Device Offline

Berdasarkan Tabel 7, hasil pengujian jarak, sistem *wireless* menunjukkan performa yang baik pada jarak 5m, 10m, dan 15m. Pada jarak-jarak ini, sistem dapat mempertahankan konektivitas yang stabil antara pemancar (*hotspot* HP) dan penerima (ESP32), serta merespons perintah pemutaran antenna tanpa adanya *delay* yang signifikan. Meskipun pada beberapa kasus terdapat sedikit *delay* dalam merespon perintah, hal ini tidak berdampak secara signifikan terhadap kinerja keseluruhan sistem. Namun, saat jarak diperluas menjadi lebih dari 20m, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mengalami *Line of sight (LOS)* dan menghasilkan *feedback* berupa notifikasi dari aplikasi blynk yaitu *Device Offline*. Dalam kondisi LOS, konektivitas terputus sehingga sistem tidak dapat menjalankan fungsi kendali antenna dengan efektif.

4.7. Hasil Pengujian dan Pembahasan Data Visual Pada Penerimaan Sinyal Televisi

Proses pengujian mencakup pengukuran kekuatan sinyal yang ditangkap oleh antenna. Pengujian juga melibatkan pengamatan terhadap kekuatan sinyal dan kualitas gambar pada televisi dari setiap variasi sudut antenna yang dicatat pada saat momen terjadinya gangguan atau melemahnya sinyal pada layar televisi.

Tabel 8. Pengujian Pengambilan Data Kekuatan Sinyal Televisi

No	Sudut	Kekuatan Sinyal	Arah Antena	Keterangan
1	0°	86 %	Utara	Pengujian dilakukan dengan arah antenna menghadap Utara dengan sudut 0° menghasilkan kekuatan sinyal 86%
2	40°	90 %	Timur Laut	Pengujian dilakukan dengan arah antenna menghadap Utara dengan sudut 40° menghasilkan kekuatan sinyal 90%
3	90°	95 %	Timur	Pengujian dilakukan dengan arah antenna menghadap Utara dengan sudut 90° menghasilkan kekuatan sinyal 96%
4	110°	97 %	Tenggara	Pengujian dilakukan dengan arah antenna menghadap Utara dengan sudut 110° menghasilkan kekuatan sinyal 97%
5	130°	98 %	Tenggara	Pengujian dilakukan dengan arah antenna menghadap Utara dengan sudut 130° menghasilkan kekuatan sinyal 98%
6	138°	100 %	Tenggara	Pengujian dilakukan dengan arah antenna menghadap Utara dengan sudut 138° menghasilkan kekuatan sinyal 100%

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa posisi sudut dari antenna mempengaruhi signifikan terhadap kekuatan penerimaan sinyal visual pada televisi. Semakin antenna tidak mengarah pemancar maka semakin besar kemungkinan terjadinya penurunan kekuatan sinyal dan kualitas gambar, seperti munculnya noise dan gambar tidak berjalan atau putus-putus. Berdasarkan tabel 8, sudut dari antenna juga mempengaruhi tangkapan kekuatan sinyal, di mana sudut antenna 0°, hingga 130° menghasilkan kekuatan sinyal secara berurutan 86%, 90%, 95%, 97%, 98%. Sedangkan disudut 138° menerima kekuatan sinyal sangat bagus sebesar 100%, mengakibatkan kualitas dari tampilan pada televisi sangat jernih dan tidak mengalami gambar putus-putus.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis rancang bangun sistem kontrol pemutar antenna Yagi berbasis mikrokontroler, dapat diambil beberapa

kesimpulan, yaitu sistem kendali *push button* untuk pemutar antena berfungsi dengan baik, terbukti dari kesesuaian antara putaran sudut antena yang ditampilkan pada LCD dan busur derajat kertas. Persentase kesalahan berkisar antara 0% hingga 1,51%, dengan rata-rata 0,74%.

Begitu juga dengan sistem kendali *wireless* menunjukkan kinerja yang sesuai dengan rancangan, dengan kesamaan pengukuran sudut antena antara aplikasi Blynk dan busur derajat kertas. Meskipun terdapat sedikit penyimpangan akibat sensitivitas modul MPU-6050, persentase kesalahan rata-rata adalah 0,73%, dengan kesalahan terkecil 0% dan terbesar 1,49%. Akurasi tinggi dicapai berkat presisi modul MPU-6050. Sistem beroperasi secara optimal pada jarak 5-15 meter, mengalami *delay* pada 15-20 meter, dan kehilangan sinyal pada jarak di atas 20 meter.

6. Daftar Pustaka

- [1] Watupongoh, S., Kalesaran, E. R., & Kalangi, J. S. (2021). Tanggapan Masyarakat Pada Program Acara Hotman Paris Show I News Tv Kelurahan Bitung Kecamatan Amurang Minahasa Selatan. *Acta Diurna Komunikasi*, 3(2).
- [2] Yagi, Hidetsugu; Uda, Shintaro. 1926. "Projector of Sharpest Beam of Electric Waves". *Proceeding of the Imperial Academy* (dalam Bahasa Inggris). 2 (2): 49 – 52. doi:10.2183/pjab1912.2.49. ISSN 0369-9846.
- [3] Shofiyullah, M., & Sulistiyanto, S. 2020. Perancangan Sistem Kontrol Rotasi Antena TV dengan Arduino. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, 7(1), 28-36.
- [4] Saputra, H.T.B, 2017. Pengendali Posisi Antena-Pengarah Berbasis Mikrokontroler AVR Atmega8 Menggunakan *Smartphone Android*. *Jurnal Mahasiswa Informatika*, 1 (2), 73 – 78.
- [5] Setiyawan, J. 2018. Pengaruh Penggunaan 4 Model Reflektor Terhadap Penguatan Sinyal Pada Antena Yagi Studi Kasus Pada Wifi 2.4 Ghz. *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 6(1).
- [6] Arduino. 2019. *Arduino IDE*. [Online] Tersedia dalam: <https://www.arduino.cc/>
- [7] Setiadi, D. & Muhaemin, M. N. A. 2018. Penerapan *Internet of Things (IoT)* Pada Sistem *Monitoring* Irigasi (*Smart Irigasi*). *Jurnal Infotronik*, 3(2), pp. 95-102.
- [8] E.A. Prasty, 2019. Arsitektur dan Fitur ESP32 (*Module ESP32*) IoT. [Online]. Tersedia dalam: <https://www.edukasi-elektronika.com/2019/07/arsitektur-dan-fitur-ESP32-module-ESP32.html>
- [9] Seifert, Kurt., Camacho Oscar. 2007, Implementing Positioning Algorithms Using Accelerometers, *freescale Semiconductor*, Rev 0.
- [10] Thompson, M. A., & Lee, R. 2021. *Performance Analysis of TB6600 Stepper Motor Driver in CNC Applications*. *International Journal of Automation and Control*, 8(2), 88-94.
- [11] Putra, W. 2011. Sistem Kendali *Motor Stepper* Sebagai Penggerak Horizontal dan Vertikal. *Tugas Akhir*. Jakarta: Sekolah Tinggi Teknik PLN.
- [12] Smith, J. 2018. *Tactile Switches and Their Applications in Modern Electronics*. *Electronics Journal*, 14(3), 56-61.
- [13] Arasada, B. & Suprianto, B., 2017. Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*, VI(02), pp. 137-245
- [14] Ikhsan, K., Mawardi, M., Jannifar, A., & Zaimahwati. (2018). Rancang Bangun Alat Simulator Gearbox untuk Pengujian Kinerja Minyak Pelumas. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 2(2), Agustus. e-ISSN: 2597-9140.
- [15] Arduino. 2019. *Arduino IDE*. [Online] Tersedia dalam: <https://www.arduino.cc/>
- [16] Arafat. 2016. Sistem Pengaman Pintu Rumah Berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan ESP8266. *Technologia*. 7(4): 263-265.