

NASKAH PUBLIKASI
SISTEM UMPAN BALIK KENDALI CLOSE LOOP ANTENA PENJEJAK
DUA AXIS

Diajukan guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat

Strata-1 Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

RARA DWI OKTAVIANI

20150120148

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2019

SISTEM UMPAN BALIK KENDALI CLOSE LOOP ANTENA PENJEJAK DUA AXIS

Rara Dwi Oktaviani

*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Bantul, Yogyakarta
E-mail : raradwioktaviani@gmail.com*

INTISARI

Pengukuran parameter atmosphere secara vertikal dilakukan dengan menerbangkan *radio sonde* ke udara . Penjejukan muatan dilakukan dengan menggunakan antena penjejak yang diarahkan tepat pada muatan. Antena penjejak memanfaatkan sistem umpan balik kendali *close loop* untuk mengarahkan antena direksional terhadap muatan yang diterbangkan. Penggunaan sistem kendali *close loop* bertujuan agar antena dapat mengikuti pergerakan muatan secara otomatis dengan mendapatkan sudut *feedback* dari pergerakan antena. Penelitian ini menggunakan elemen umpan balik berupa sensor kompas dengan tipe HMC5883L dan sensor *rotary encoder* dengan tipe Autonics EP50S8-1024-2F-N-24. Kedua sensor ini akan diletakkan pada antena penjejak dua axis. Sensor Autonics EP50S8-1024-2F-N-24 akan mendeteksi posisi sudut elevasi dengan pergerakan vertikal pada poros antena. Sensor HMC5883L mendeteksi posisi azimuth dengan diletakkan 30cm di atas motor yang memiliki arah pergerakan pada bidang horizontal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa elemen umpan balik mampu memberikan nilai *feedback* posisi azimuth dan elevasi dengan baik. Persentase nilai selisih *error* terbesar terhadap pengukuran sudut elevasi dan busur adalah 0.6%. Sedangkan sensor pendeteksi azimuth memiliki nilai umpan balik yang lebih baik setelah dilakukan kalibrasi. Persentase nilai selisih *error* terbesar terhadap pengukuran sudut azimuth yang telah dikalibrasi dan busur adalah 0.83%.

Kata Kunci: Umpan Balik, Sensor, Elevasi, Azimuth

ABSTRACT

Measurements of atmospheric parameters vertically is done with radio sonde flew into the air. The tracking of payload is using the antenna tracker who directed squarely at the payload. The system of antenna tracker is harness the feedback system with close loop methode for directing antenna to payload. Using a close-loop control system aimed for following the movement of the payload automatically with feedback value of antenna position. The feedback elements are compass sensor with type HMC5883L and sensor Autonics rotary encoder type EP50S8-1024-2F-N-24. These sensors will be placed on a two-axis of antenna tracker. Autonics sensor EP50S8-1024-2F-N-24 will detect the position of elevation angle with vertical movement on the antenna axis. The HMC5883L sensors , detect the azimuth position with 30 cm above the motor, is placed on the field horizontally. The results showed that the feedback element is able to provide the value of the azimuth and elevation position with good value. The largest percentage of error measurement against the angle of elevation and the bow is 0.6%. The azimuth detection sensor has a better feedback after doing the calibration. The largest percentage error against the azimuth angle measurement has been calibrated and the bow are 0.83%.

Keywords: Feedback, Sensors, Elevation, Azimuth

1.PENDAHULUAN

Antenna Tracker adalah suatu sistem yang digunakan untuk menggerakkan *antenna directional* agar memperoleh sinyal terkuat. Penjeakan suatu muatan dilakukan dengan mengarahkan antena sesuai dengan keberadaan posisi muatan. Semakin tepat pengarahannya antena pada *pointer* muatan maka sinyal yang diterima akan semakin kuat. Permasalahan yang muncul adalah ketika muatan yang diterbangkan tidak terlihat lagi oleh pandangan mata sehingga antena tidak dapat diarahkan sesuai dengan keberadaan aktual muatan. Pengarahan *antenna tracker* dapat dilakukan menggunakan sistem *auto tracking*. Peningkatan akurasi yang tinggi pada sistem *auto tracking* antena membutuhkan sistem kendali *close loop* yang memiliki elemen umpan balik.

Penelitian ini menawarkan perancangan elemen umpan balik dan sistem pengiriman data *feedback* dari *antenna tracker* ke kontroler. Diharapkan pergerakan arah antena pada muatan lebih responsif dan tepat sasaran pada

muatan. elemen umpan balik yang digunakan dalam penelitian ini berupa sensor *rotary encoder* dan kompas yang mampu menentukan sudut elevasi dan azimuth serta ditambahkan GPS (*Ground Positioning System*) sebagai penentu posisi *control ground station* berada.

2.DASAR TEORI

2.1 Antena Tracker

Antenna tracker adalah sistem penjejak suatu muatan atau objek yang dapat mengikuti arah objek dengan menangkap sinyal terkuat. Untuk mengarahkan antena kepada sinyal terkuat, antena harus digeser atau dipindahkan menghadap objek pengirim. Pengarahan antena dapat dilakukan dengan menggunakan sistem manual ataupun otomatis.



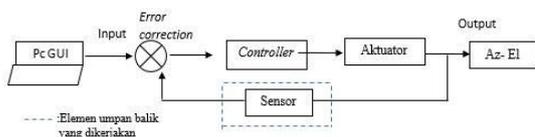
Gambar 2.1 *Antenna Tracker* Tim Mr. Cilindro UMY
2.1 Sistem Kendali

Sistem kendali adalah susunan komponen yang saling

berhubungan agar dapat mengatur, mengontrol, dan mengarahkan diri sendiri atau sistem lain untuk mendapatkan respon yang diinginkan. Komponen yang paling sering digunakan pada sistem kendali berupa sensor, kontroler ataupun motor. Setiap sistem kendali akan memiliki minimal kontroler dan aktuator.

Kontroler merupakan kecerdasan dari sistem sebagai pengendali. Masukan dari kontroler adalah *set point* yang mana sinyal akan ditujukan kepada *output* atau variabel terkontrol. Aktuator merupakan *electro-mechanical* yang melakukan konversi sinyal menjadi aksi fisik. Salah satu contoh aktuator adalah motor listrik yang digunakan untuk menggerakkan sudut azimuth dan elevasi pada antena.

2.2 Sistem Kendali Close Loop



Gambar 2.2 Diagram Sistem Kendali Close Loop

Blok diagram di 2.2 merupakan sistem umpan balik kendali *close loop* antena penjejak dua axis. Penggunaan sistem

kendali *close loop* berguna agar nilai *output* yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan. Sistem perancangan di atas berawal dari pengiriman data yang berasal dari muatan menggunakan radio telemetri.

Data yang diterima pada ground station akan diproses oleh aplikasi GUI (Graphic User Interface). Pada mulanya data koordinat posisi yang diterima oleh *receiver* dari muatan masih berbentuk data *longitude*, *latitude*, dan *altitude*. Kemudian dilakukan akuisisi data posisi ketinggian, sikap vertikal dan horizontal pada antena *ground station*. Data pada perhitungan GUI akan dijadikan sebagai nilai masukkan pada sistem kendali antena penjejak. Kemudian, dilakukan kalkulasi nilai *set point* untuk mendapatkan keluaran nilai azimuth dan elevasi.

Data keluaran yang berupa nilai azimuth dan elevasi akan masuk ke mikrokontroler untuk menggerakkan motor penggerak antena. Pada proses ini terdapat elemen umpan balik pada sistem. Elemen umpan balik pada diagram

blok di atas adalah nilai sensor. Sensor yang digunakan berupa sensor sudut untuk menentukan posisi elevasi dan azimuth antenna penjejak. Nilai umpan balik akan mempengaruhi aksi pengontrolan. Nilai umpan balik dan *set poin* akan dibandingkan secara terus-menerus menggunakan komparator untuk mendapatkan hasil *output* yang diinginkan sehingga motor akan bergerak ke arah posisi aktual muatan.

2.3 Sensor Autonics EP50S8-1024-2F-N-24 Rotary Encoder

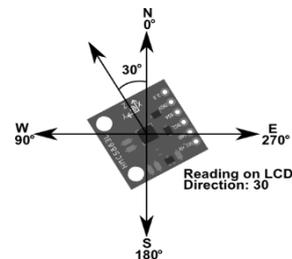


Gambar 2.2 Sensor Autonics EP50S8-1024-2F-N-24 Rotary Encoder

Sensor Autonics merupakan sensor absolute encoder yang memiliki output berupa nilai biner. Resolusi nilai biner sensor mencapai 1024 bit. Sensor ini akan berputar berlawanan dengan jarum jam. Tegangan suplai yang dibutuhkan sensor adalah 12-24 volt.

Pada penelitian ini sensor *rotary encoder* digunakan untuk menentukan sudut elevasi. *Output* sensor yang berupa nilai biner akan dikonversikan menjadi nilai desimal dalam satuan derajat. Nilai derajat yang dihasilkan dari sensor ini akan dibandingkan dengan nilai derajat pada busur.

2.4 Sensor HMC5883L

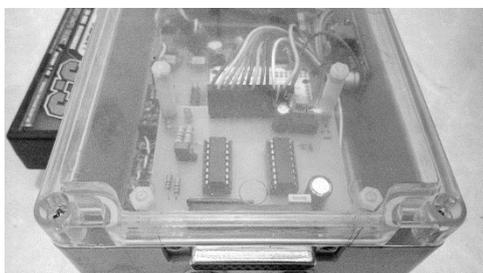


Gambar 2.3 Sensor HMC5883L

Sensor HMC5883L adalah sensor kompas yang digunakan untuk menunjukkan arah medan magnet bumi. Penelitian ini menggunakan sensor HMC5883L untuk menentukan sudut azimuth dalam satuan derajat. Gambar 2.3 adalah sensor kompas berjenis HMC5883L. Sensor ini memiliki 3 sumbu X, Y dan Z. Nilai X, Y dan Z adalah nilai *magnetic vector* yang akan dikonversi menjadi nilai sudut dalam satuan derajat.

Sensor HMC5883L menggunakan antarmuka I2C dalam komunikasi data. Selain itu sensor ini memiliki keunggulan dengan menggunakan teknologi *Anisotropic Magnetoresistive* (AMR). Teknologi Anisotropik ini adalah Teknologi dengan sensor *directional* memiliki kepekaan presisi dalam sumbu dan linearitas. Kepekaan sensor ini memiliki akurasi heading hingga 1-2 derajat. Kecepatan data *rate* pada sensor mencapai hingga 160HZ. Sensor ini juga memiliki tegangan operasi yang rendah hanya 2.16 hingga 3.6V dan konsumsi daya yang rendah.

2.5 Rangkaian Level Shifter



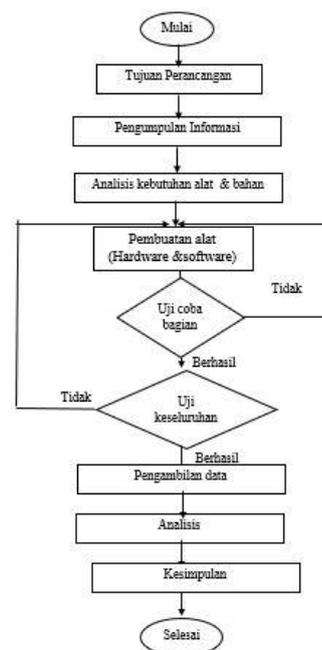
Gambar 2.3 Rangkaian *Level Shifter*

Rangkaian *level shifter* merupakan rangkaian pengkondisi sinyal. Rangkaian ini berfungsi sebagai penerjemah antara

tegangan yang lebih tinggi ke tegangan rendah. Besarnya tegangan *input* dan *output* yang dibutuhkan oleh sensor *rotary encoder* dapat menyebabkan kerusakan pada mikrokontroler. Hal ini disebabkan oleh tegangan rekomendasi input mikrokontroler hanya 5V sehingga dibutuhkan rangkaian pengkondisi sinyal yang dapat menyelaraskan kedua komponen tersebut.

3.RANCANG BANGUN

3.1 Metodologi Penelitian

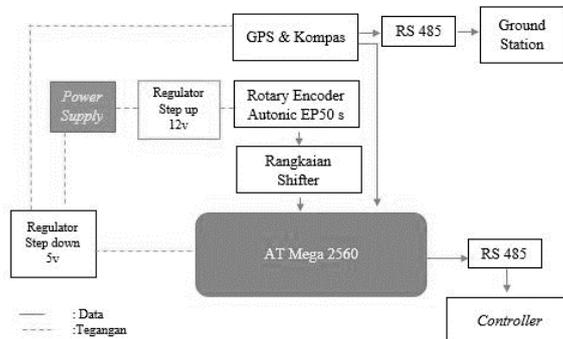


Gambar 3.1 Metodologi Penelitian

Gambar 3.1 merupakan flowchart yang menunjukkan

tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian.

3.2 Blok Diagram Sistem



Gambar 3.2 Blok Diagram

Gambar 3.2 merupakan diagram blok tentang perancangan perangkat keras sistem umpan balik kendali *close loop* yang akan dibuat. Pada sensor kompas terdapat sensor lain yang berupa sensor GPS. Sensor GPS ini digunakan sebagai penentu titik *Ground Control station* berada. Data sensor GPS tidak diolah dengan mikrokontroler melainkan langsung dikirimkan secara serial ke *ground control station* menggunakan RS485. Data pada GPS akan diumpankan pada sebuah aplikasi untuk mendapatkan nilai latitude, longitude dan altitude.

Pada sensor *rotary encoder* sebelum data diolah oleh mikrokontroler terdapat rangkaian *shifter*. Selain itu terdapat regulator yang dipasang sebelum mikrokontroler. Hal itu bertujuan untuk menurunkan tegangan input dari 7.2 V menjadi 5V. Tegangan 5V merupakan tegangan operasi arduino mega sedangkan 7.2V merupakan tegangan dari baterai.

Data yang telah berhasil dikonversi dalam derajat akan dikirimkan kepada kontroler. Data akan dikirimkan secara serial menggunakan komponen RS485.

3.3 Flowchart Perangkat Lunak



Gambar 3.3 Flowchart Perangkat Lunak

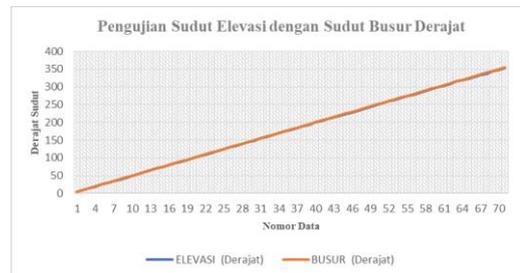
Diagram alir pada gambar 3.3 merupakan diagram alir pembuatan program sensor pendeteksi posisi elevasi dan azimuth. Tahap utama dalam pembuatan program adalah dengan memasukkan library dan mendeklarasikan variabel. Pada tahap utama dilakukan juga *setting* konfigurasi pada program. Selanjutnya kompas akan melakukan kalibrasi. Nilai kalibrasi tersebut akan dimasukkan kedalam program agar sensor dapat bekerja dengan baik.. Nilai pembacaan sensor dalam satuan mG dikonversikan menjadi nilai sudut dalam satuan derajat.

Setelah pembacaan nilai kompas, nilai *sensor rotary encoder* dibaca. Sensor memiliki nilai output berupa nilai biner. Nilai biner tersebut akan dikonversikan menjadi nilai sudut dalam satuan derajat. Kedua nilai sensor yang telah dikonversi akan ditampilkan pada LCD dan serial monitor. Data kedua sensor akan dikirimkan ke kontroler secara serial. Program ini akan bekerja secara berulang.

4.HASIL DAN ANALISIS

4.1 Pengujian Sudut Sensor

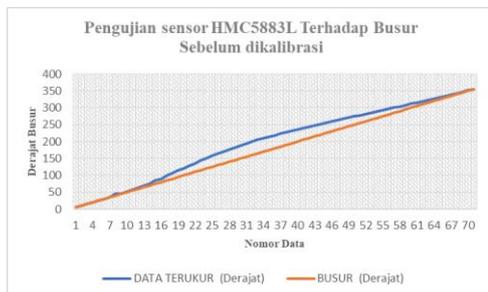
Elevasi EP50S8-1024-2F-N-24



Gambar 4.1 Grafik Sudut Elevasi

Berdasarkan gambar 4.1 didapatkan kurva hasil pengukuran elevasi dan busur. Kurva berwarna biru menunjukkan perhitungan sudut elevasi dan jingga menunjukkan sudut busur. Kurva menunjukkan bahwa nilai perhitungan busur mendekati linear dengan pengukuran elevasi. Dari 72 data terukur, terdapat 10 data pengukuran yang mengalami *error* dengan persentase 0.6%. Berdasarkan data sudut elevasi diatas, nilai yang dihasilkan sensor cukup baik untuk diimplementasikan dalam sistem kendali umpan balik.

4.2 Pengujian Data Sudut Sensor HMC5883L Sebelum dikalibrasi

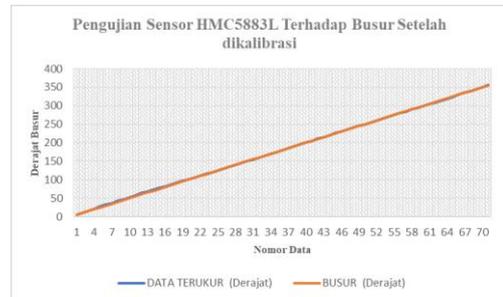


Gambar 4.2 Grafik Sudut Azimuth Sebelum di Kalibrasi

Gambar 4.2 diatas menunjukkan perbandingan sudut pengukuran dan sudut busur. Grafik data pengukuran dilambangkan dengan warna biru dan data busur dilambangkan dengan warna jingga. Berdasarkan garis grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai pengukuran sensor kompas tidak mendekati linear dengan sudut busur. Pergeseran pengukuran sudut azimuth yang cukup besar terdapat pada sudut 80° - 300° sudut busur. Walaupun demikian, nilai pada grafik tetap bertambah tanpa adanya fluktuasi. Penggunaan sensor kompas sebelum dikalibrasi dapat diterapkan dalam sistem umpan balik tetapi dengan nilai

pergeseran sudut yang cukup besar.

4.3 Pengujian Data Sudut Sensor HMC5883L Sesudah dikalibrasi

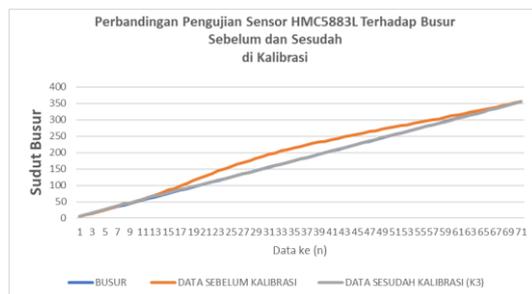


Gambar 4.3 Grafik Sudut Azimuth Sesudah dikalibrasi

Pada grafik pengukuran 4.3 diatas merupakan grafik hasil pengukuran nilai azimuth setelah dikalibrasi. Nilai sensor terukur ditandai dengan warna biru dan data pada busur ditandai dengan warna jingga. Berdasarkan grafik tersebut bahwa nilai pengukuran pada sudut azimuth hampir memiliki nilai yang linear dengan sudut busur setelah dikalibrasi. Nilai yang tidak linear pada grafik disebabkan adanya nilai error $\pm 1\%$ pada data pengukuran. Nilai *error* pada pengukuran yang dikalibrasi memiliki nilai yang baik karena masih berada dalam nilai toleransi. Dapat dikatakan bahwa nilai sensor setelah kalibrasi

memiliki nilai pergeseran sudut yang kecil.

4.4 Perbandingan Data Sudut Sensor HMC5883L Sebelum dan Sesudah dikalibrasi



Gambar 4.4 Perbandingan Grafik Sudut Azimuth Sebelum dan Sesudah dikalibrasi

Grafik 4.4 menjelaskan tentang perbandingan pengukuran data sensor azimuth. Sumbu X menyatakan nilai hasil derajat dan sumbu Y menyatakan nilai data ke (n). Pada grafik terdapat tiga buah garis data. Data sebelum dikalibrasi ditandai dengan warna jingga, setelah kalibrasi ditandai dengan warna abu-abu, dan data sensor ditandai dengan warna biru. Berdasarkan grafik dijelaskan bahwa data sensor yang paling mendekati dengan data busur adalah grafik yang ditandai dengan warna abu-abu. Oleh sebab itu dapat disimpulkan pengukuran yang baik untuk

diterapkan pada sistem umpan balik adalah pengukuran yang telah dilakukan kalibrasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem umpan balik kendali *close loop* maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil perancangan elemen umpan balik pada sistem menggunakan sensor Autonics EP50S8-1024-2F-N-24 dan sensor kompas HMC5883L. Sensor mampu memberikan nilai umpan balik antena penjejak yang cukup baik. Nilai resolusi sensor elevasi yang digunakan adalah 1.4° dan resolusi azimuth adalah 1° .
2. Pengujian yang dilakukan dengan membandingkan nilai sudut elevasi dan sudut busur menghasilkan persentase nilai selisih terbesar 0.6%. Pengujian pada sudut azimuth sebelum

dikalibrasi memiliki persentase nilai selisih terbesar 10,83% dan setelah dikalibrasi nilai selisih terbesar memiliki persentase 0.83%.

3. Nilai sudut yang dihasilkan sensor HMC5883L memiliki nilai pengukuran yang lebih baik setelah dilakukan kalibrasi. Nilai kalibrasi sensor azimuth yang digunakan X *Offset*:38.86, Y *offset* :141.66 dan Z *offset*:116.84
4. Sensor Autonics EP50S8-1024-2F-N-24 diletakkan dibawah poros antena untuk mendeteksi sudut perputaran poros antena penjejak secara langsung.
5. Untuk menghindari interferensi magnetik, sensor HMC5883L diletakkan 30 cm diatas motor.

5.2 Saran

Dalam perancangan pembuatan “Sistem Umpan Balik Kendali Close

Loop Antena Penjejak Dua Axis” masih terdapat beberapa kekurangan diantaranya adalah:

1. Arah sensor HMC5883L memiliki arah pada *magnetic north* sedangkan arah pada sensor GPS adalah *True North*. Sebaiknya dilakukan penggeseran *magnetic north* terhadap *True north* agar GPS dan kompas memiliki arah utara yang sama.
2. Dibuatkan dudukan yang lebih baik untuk sensor azimuth dengan dimensi yang lebih kecil dan bentuk yang proporsional.
3. Untuk menentukan sudut elevasi dengan baik, perlu digunakan sensor dengan resolusi tinggi

Daftar Pustaka

- [1] D. Sirat, M. Asvial, A. D. Diponegoro, and H. Sidharta, “RANCANG BANGUN PERANGKAT LUNAK SISTEM AUTO TRACKING

- SATELLITE ANTENNA MOBILE MENGGUNAKAN METODE AZIMUT-ELEVASI DAN KOREKSI MODEM,” *MAKARA Technol. Ser.*, vol. 14, no. 1, Oct. 2010.
- [2] D. Oleh and H. A. Hamidi, “LAPORAN PROYEK AKHIR PERANCANGAN PROGRAM PENGENDALI SERVO ANTENA TRACKER BERBASIS GPS DENGAN ARDUINO UNO DI PUSAT TEKNOLOGI PENERBANGAN LAPAN (LEMBAGA PENERBANGAN DAN ANTARIKSA NASIONAL),” 2015, p. 1.
- [3] R. O. Wiyagi and T. A. Agus, “High Altitude Balloon Payload Design for Atmospheric Observations,” vol. 1, no. 1, p. 8, 2017.
- [4] S. H. Suroso and P. W. Rusimamto, “PENGENDALIAN POSISI AZIMUT ANTENA TRACKER BERBASIS GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) DENGAN KENDALI PD FUZZY,” vol. 7, p. 10, 2018.
- [5] T. Wisjhnuadji and S. Sugandi, “AUTO TRACKING DAN SATELLITE FINDER UNTUK ANTENA PARABOLA DENGAN MENGGUNAKAN KOMPAS HMC5883L DAN BLUETOOTH HC05 BERBASIS ANDROID,” 2018, p. 8.
- [6] O. A. Basuki, “Analisis Link Budget dengan Perbedaan Sudut Azimuth dan Elevasi pada Proses Pointing Menggunakan Two Line Elements dan Perhitungan Matematis pada Satelit Telkom-1 dan Telkom-2,” vol. 10, no. 1, p. 6, 2016.
- [7] S. Riyadi and B. E. Purnama, “SISTEM PENGENDALIAN KEAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS SMS (SHORT MESSAGE SERVICE) MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 8535,” vol. 2, no. 4, p. 5, 2013.
- [8] Car. Joseph J, *Hand Book Antenna, Fourth Edition*, New York Chicago; Mc Graw Hill, 2001.

- [9] Car. Joseph J, *Hand Book Antenna, Fourth Edition*, New York Chicago; Mc Graw Hill, 2001.
- [10] Killmar, *Modern Control Technology: Component and Systems*, 2nd edition; Delmar, 2001.