

Prototype Antena *Tracking* Telemetri Frekuensi 433 Mhz Berbasis Koordinat GPS (*Global Positioning System*)

Rachma Eprillia MR, Umi Fadlilah
Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Surakarta
Surakarta, Indonesia

Rachmaeprilliamr@gmail.com, Umi.fadlilah@ums.ac.id

Abstraksi — Kebutuhan informasi geografis dan cuaca di era globalisasi saat ini merupakan hal yang sangat diperlukan oleh masyarakat. Sehingga membutuhkan antena sebagai media transmisi, contohnya antena tracker yang mulai banyak dikembangkan yaitu jenis antena pemancar yang dapat berubah-ubah posisi terhadap antena penerima, sehingga akan sangat berpengaruh terhadap proses transmisi data. Pada penelitian ini, antena tracker akan mengamati antena penerima berupa payload, dimana payload digunakan untuk mengetahui kondisi geografis dan pantauan cuaca. Sudut azimuth dan elevasi digunakan antena tracker untuk bergerak sehingga antena tracker dan payload dapat tersinkronisasi secara optimal. GPS (Global Positioning System) pada antena tracker berfungsi untuk menentukan posisi antena pemancar, gerak motor DC Stepper, telemetri 433 Mhz, dan mikrokontroler Arduino Mega. Antena tracker akan menerima data payload yang berisi sensor-sensor, kemudian antena akan membaca data latitude dan longitude payload untuk menggerakkan antena agar mengikuti payload. Selanjutnya data-data yang diterima antena tracker akan dikirim menuju Ground Station (GS) dimana data yang menunjukkan pergerakan arah antena tracker juga akan ditampilkan pada GS dan data hasil pemantauan pada payload dapat dilihat melalui Arduino. Nilai distance (jarak horizontal payload dengan antena tracker) menunjukkan rata-rata nilai error 39.496 dengan 5 titik lokasi percobaan.

Katakunci — Antenna tracker; Azimuth, GPS; Latitude; Longitude; Payload

Abstracts — The need for geographic and weather information in the current era of globalization is very much needed by the community. So that it requires an antenna as a transmission medium, for example, tracker antennas, which are starting to be developed a lot, namely the type of transmitter antenna that can change position towards the receiving antenna, so it will greatly affect the data transmission process. In this study, the tracker antenna will observe the receiving antenna in the form of a payload, where the payload is used to determine geographical conditions and weather monitoring. The azimuth and elevation angles are used by the tracker antenna to move so that the tracker antenna and payload can be synchronized optimally. GPS (Global Positioning System) on the tracker antenna functions to determine the position of the transmitter antenna, the motion of the DC Stepper motor, 433 Mhz telemetry, and the Arduino Mega microcontroller. The tracker

antenna will receive payload data containing sensors, then the antenna will read the payload latitude and longitude data to move the antenna to follow the payload. Furthermore, the data received by the tracker antenna will be sent to the Ground Station (GS) where the data showing the movement of the tracker antenna will also be displayed on the GS and the monitoring data on the payload can be seen via Arduino. The distance value (the horizontal distance of the payload with the tracker antenna) shows an average error value of 39.496 with 5 points of the experiment location.

Keywords — Antenna tracker; Azimuth; GPS; Latitude; Longitude; Payload

I. PENDAHULUAN

Antena dalam perangkat pemancar atau penerima adalah bagian yang dirancang khusus untuk mengirim atau menerima gelombang elektromagnetik menggunakan udara sebagai propagasinya. Biasanya antena ini dibangun secara manual dengan melibatkan pengukuran akurat pada bagian komponen yang memberikan kinerja lebih besar dalam penerimaan sinyal.

Ketika antena penerima dapat menerima seluruh data yang dikirim melalui antena pemancar maka dapat dikatakan sistem peralatan yang ideal. Salah satu solusi untuk permasalahan tersebut yaitu dengan sistem *tracking* pada antena penerima, dimana antena dapat bergerak pada sudut *azimuth* dan elevasi sehingga terjadi sinkronisasi optimal. Pada penelitian ini komponen yang digunakan adalah *GPS* yang berfungsi untuk mengetahui posisi antena pemancar, penggerak motor *DC Stepper*, *Telemetry* 433 Mhz, dan mikrokontroler Arduino Mega. Dimana antena *tracker* difungsikan agar transmisi pada radiosonde, *rocket payload*, serta stasiun cuaca menjadi optimal.

Cara kerja alat menggunakan Arduino yang diletakkan pada *payload* dan Antena, dimana Arduino pada *payload* akan mengirimkan data yang diterima dari sensor dan *GPS* menuju Arduino pada antena untuk menggerakkan motor *stepper*. Semua dikendalikan secara otomatis, dimana antena

akan selalu mengikuti pergerakan arah *payload*. Data sensor pada *payload* yang diterima oleh antena dapat dilihat pada PC/Laptop.

II. METODE

Prinsip kerja pada antena *tracker* tersebut mengandalkan GPS dan alur sistem *tranceiver Telemetry 433 Mhz*. Untuk mendapatkan posisi antena terhadap *payload* menggunakan 2 metode, yaitu:

A. Mencari Nilai Azimut

Metode Sistem Koordinat Kartesius (*Cartesian coordinate system*) digunakan untuk menentukan nilai *azimuth*, dimana sumbu X sebagai nilai *latitude* dan sumbu Y sebagai nilai *longitude*. Nilai *latitude* dan *longitude* dapat diketahui dengan menggunakan GPS. Sudut *azimuth* didapat dengan menggunakan rumus trigonometri, seperti pada seperti pada Persamaan 1, 2, 3, dan 4.

$$\tan AB = \tan (a) \quad (1)$$

$$= \tan \frac{(XB-XA)}{(YB-YA)} \quad (2)$$

$$a = \arctan (\tan AB) \quad (3)$$

$$real azimuth = a + 180 \quad (4)$$

dimana:

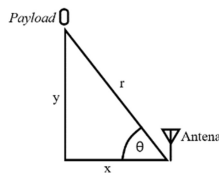
$XA = latitude A$

$XB = latitude B$

$YA = longitude A$

$YB = longitude B$ (SI MAN, 2018)

B. Mencari Nilai Elevasi



Gambar 1. Rumus perbandingan trigonometri segitiga siku-siku

Rumus perbandingan trigonometri segitiga siku-siku digunakan untuk mengetahui nilai elevasi, pada Persamaan 5, 6, 7 dan 8.

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (5)$$

$$\sin \theta = \frac{y}{r} \quad (6)$$

$$\cos \theta = \frac{x}{r} \quad (7)$$

$$\tan \theta = \frac{y}{x} \quad (8)$$

dimana:

Nilai x = lebar antar Antena dengan *Payload* yang dapat diketahui melalui GPS

Nilai y = ketinggian *Payload* yang dapat diketahui melalui sensor BMP (*Barometric Pressure*)

Nilai r = jarak antar Antena dengan *Payload* yang dapat diketahui melalui Persamaan 5 [1].

C. Perhitungan Antena Biquad

Kecepatan perambatan elektromagnetik dalam ruang hampa disimbolkan dengan c (kecepatan cahaya) yaitu 3×10^8 m/dt. Gelombang beresilasi secara periodik atau berulang-ulang, ditandai dengan adanya frekuensi (rata-rata gerakan tiap pengulangan atau banyaknya getaran tiap detik), dapat diketahui dari persamaan 9.

$$f = \frac{1}{T} \quad (9)$$

dimana:

f = frekuensi dalam hertz (Hz)

T = periode dalam detik [2]

Antena *Biquad* merupakan antena kawat berbentuk *loop* persegi dimana menggunakan 2 antena *loop* persegi yang digabungkan. Panjang elemen antena *biquad* adalah 1λ , dengan panjang gelombang dapat dicari dengan rumus pada Persamaan 10.

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ (meter)} \quad (10)$$

dimana:

λ = Panjang gelombang (meter)

c = Kecepatan gelombang cahaya (3×10^8 m/s)

f = Frekuensi gelombang kerja (Hz) [4]

Panjang *dipole* antena *biquad* yaitu $\frac{1}{4}\lambda$, sedangkan jarak elemen *dipole* dengan reflektornya sebesar $\frac{1}{8}\lambda$. Reflektornya berbentuk bujur sangkar dengan lebar sisinya lebih panjang dari elemen *dipole*nya. Untuk menghasilkan *gain* yang lebih besar pada radiasi ke arah depan yaitu dengan memperkecil jarak antara elemen *dipole* dengan elemen *dipole*nya. Ukuran reflektor dapat dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 11.

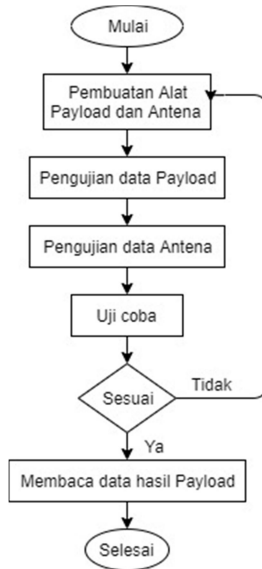
$$R = Ra + 0.1 Ra \quad (11)$$

dimana:

R = Panjang elemen reflektor (meter)

Ra = Panjang elemen *dipole* (meter) [3]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Alur Pengujian

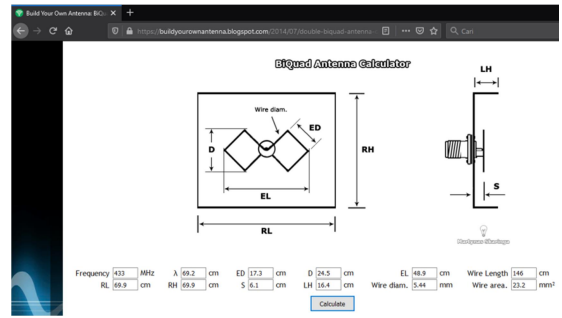
Sensor-sensor dan GPS pada *payload* akan diolah menggunakan program Arduino untuk membaca data, kemudian data tersebut disampaikan kepada antenna menggunakan *Telemetry 433 Mhz*. Pada bagan pengujian data antenna *tracker* juga menggunakan Arduino sebagai program untuk menerima data dari *payload* dan menggerakkan motor *stepper* pada antenna, sehingga antenna dapat mengikuti pergerakan arah *payload*.

A. Data Hasil Pembuatan Antena Biquad

Antena *biquad* dirancang dengan letak reflektor tidak jauh dari *dipolennya* untuk mengurangi radiasi ke arah belakang dan menghasilkan *gain* yang lebih besar pada radiasi ke arah depan. Jika jarak reflector dan *dipolennya* jauh, *gain* yang diperoleh akan semakin kecil, namun, *bandwidthnya* akan semakin besar. Sedangkan pola radiasi antenna *biquad* pada umumnya berbentuk *lobe*. Pemilihan antenna jenis *biquad* dikarenakan beberapa faktor, yaitu:

- Bentuk fisiknya yang ringkas tidak seperti antenna kawat panjang yang lainnya.
- Memiliki nilai *gain* yang lebih besar ke arah depan.
- Dapat meningkatkan sistem kerja *transmitter* yang sederhana [7].

Pada penelitian ini menggunakan pembandingan sebagai acuan perhitungan yaitu kalkulator *online* yang ada pada [webSite](http://webSiteURL) dengan URL <http://buildyourownantenna.blogspot.com>.



Gambar 3. Biquad Antenna Calculator Online [6]

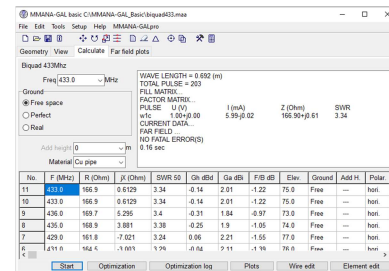
Biquad antenna calculator online cukup mudah digunakan, hanya dengan memasukkan nilai frekuensi pada kolom *Frequency* lalu memilih *Calculate*, maka akan secara otomatis terhitung. Pada kalkulator *online* ini elemen-elemen antenanya adalah nilai λ (*lamda*), *ED* (panjang elemen dipole), *RL* dan *RH* sebagai panjang dan lebar reflektor, dan *S* (jarak elemen *dipole* dengan reflektor).



Gambar 4. Bentuk fisik antenna *biquad*

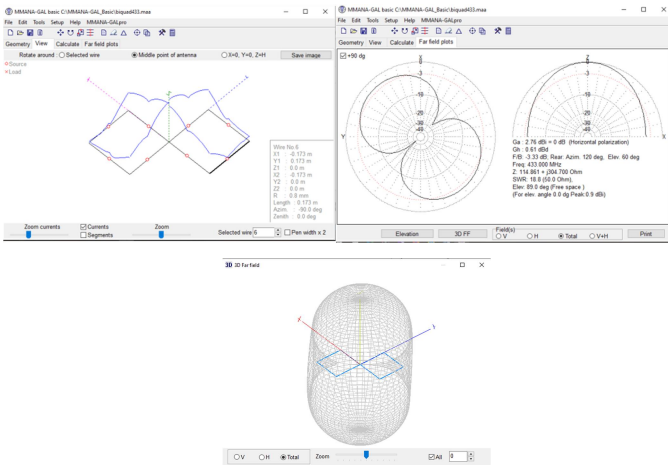
Bentuk fisik antenna *biquad* memiliki dimensi panjang total 75, 5 cm dan lebar 70 cm yang dimana itu merupakan panjang dan lebar dari reflektor antenna *biquad*.

Kemudian aplikasi *MMANA-GAL Basic* digunakan dalam pembuatan fisik antenna, untuk mempermudah mengetahui polarisasi antenna.



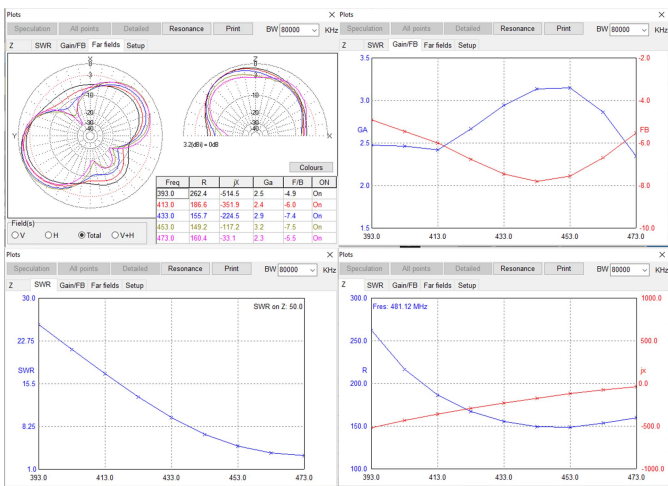
Gambar 5. Perhitungan antenna *biquad* pada *MMANA-GAL*

Aplikasi *MMANA-GAL* akan menghitung dan memplot pola radiasi medan jauh vertikal dan horizontal antenna dimana aplikasi ini juga memiliki fitur *Wire edit* dan *Element edit* yang memudahkan untuk membuat antenna yang diinginkan.



Gambar 6. View biquad antenna MMANA-GAL

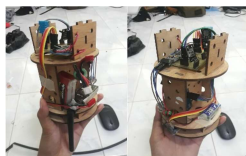
Gambar 6 merupakan hasil simulasi pada antenna *biquad* frekuensi 433 Mhz menggunakan *MMANA-GAL* meliputi bentuk 2D elemen *dipole*, polarisasi dalam bentuk 2D dan 3D



Gambar 7. MMANA-GAL plots antenna biquad 433 Mhz

Pada *MMANA-GAL Plots* antenna *biquad* frekuensi 433 Mhz menunjukkan nilai *gain* yang tinggi pada frekuensi kurang dari 413 Mhz dan mengalami kenaikan mulai dari frekuensi 433 Mhz. Nilai *SWR* (*Standing Wave Ratio*) mengalami penurunan ketika nilai frekuensi lebih dari 433 Mhz, dan Z atau nilai Impedansi R juga menunjukkan grafik yang sama dengan grafik *SWR* akan tetapi nilai *jx* mulai meningkat secara perlahan seiring bertambahnya nilai frekuensinya.

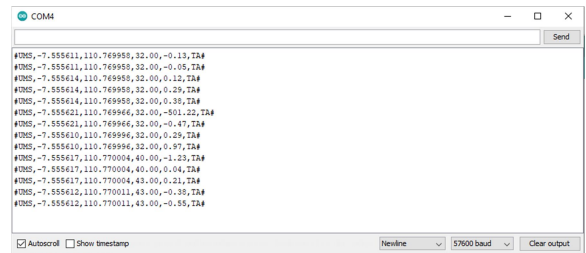
B. Data Hasil Pengujian Data Payload



Gambar 8. Bentuk fisik *payload*

Bentuk fisik *payload* dengan tinggi 15 cm, diameter 10 cm dan berat 150 gram, dirancang dalam bentuk yang ringkas seperti Gambar 8, agar mudah untuk diletakkan sebagai muatan balon atmosfer, roket atau *drone* untuk memantau kondisi lingkungan yang diinginkan.

Data hasil uji *payload* meliputi *longitude*, *latitude*, suhu dalam derajat celsius, dan ketinggian *payload*, dimana pengujian dilakukan tanpa terhubung dengan antenna. Arduino akan memrogram sensor-sensor pada *payload* yang akan mendeteksi kondisi lingkungan dan ditampilkan pada *serial monitor*.

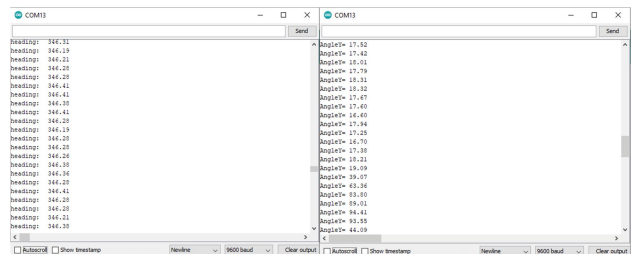


Gambar 9. Data hasil uji *Payload*

Hasil uji *payload* yang ditampilkan pada *Serial monitor* secara urut berupa data UMS (Universitas Muhammadiyah Surakarta) sebagai ID, *latitude*, *longitude*, suhu, ketinggian dan data akhir yaitu TA (Tugas Akhir).

C. Data Hasil Pengujian Data Antena Tracker

Data yang dihasilkan berupa data kompas dan *pitch* dimana pengujian antenna *tracker* dilakukan tanpa terhubung dengan *payload*. Data kompas digunakan untuk kalibrasi antenna (antena menghadap selatan) dan data *pitch* diperoleh dari sensor *gyro*.

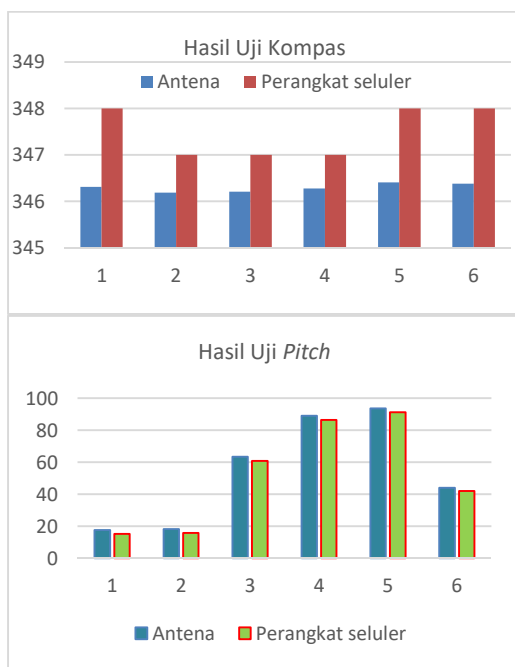


Gambar 10. Data hasil uji kompas dan *pitch*

Data hasil uji kompas dan *pitch* yang ditampilkan melalui *serial monitor*. *Heading* merupakan kompas dengan nilai berupa besaran sudut, sedangkan *AngleY* adalah nilai *pitch* dengan satuan derajat.

TABEL I. HASIL UJI KOMPAS DAN *PITCH*

Ket.	Hasil Uji	
	Antena	Perangkat seluler
Kompas	346.31	348
	346.19	347
	346.21	347
	346.28	347
	346.41	348
	346.38	348
<i>Pitch</i>	17.52	15.11
	18.21	15.81
	63.36	60.91
	89.01	86.51
	93.55	91.25
	44.09	41.99



Gambar 11. Grafik hasil uji kompas dan *pitch*

Data hasil pengujian *pitch* jika dibandingkan dengan dengan sensor pada perangkat seluler juga menunjukkan selisih dua poin. Dan data hasil pengujian kompas pada antena jika dibandingkan dengan sensor pada perangkat seluler menunjukkan selisih yang tidak terlalu jauh hanya berkisar diangka satu poin.

D. Data Hasil Pengujian Payload dengan GCS

Nilai azimuth diketahui dengan dua titik lokasi GPS yaitu *GCS* dan *payload*, dimana data *GPS* pada *GCS* bernilai (-7.5564209,110.7697773) berada di POS Satpam Pintu Masuk Kampus 2, seperti pada Persamaan 12-18 dan data *GPS payload* bernilai (-7.555552,110.770103) berada di Gedung F Kampus 2 UMS.

$$\tan AB = \tan (a) \tag{12}$$

$$= \tan \frac{(-7.5564209 - (-7.555552))}{(110.7697773 - 110.770103)} \tag{13}$$

$$= 2.667792447 \tag{14}$$

$$a = \arctan (2.667792447) \tag{15}$$

$$= 69.4519041964 = 69.45 \tag{16}$$

$$\text{real azimuth} = 69.45 + 180 \tag{17}$$

$$= 249.45^\circ \tag{18}$$

Antena telah diseting awal agar menghadap ke arah selatan (180°) sehingga nilai *real azimuth* harus dikurangi 180° maka antena secara otomatis akan berputar ke arah 69° (mutar ke arah kanan). Nilai elevasi pada pengujian yang sama dengan nilai *x* atau lebar antena *payload* dengan *GCS* yaitu 103 meter dan ketinggian 0.12 meter didapatkan hasil seperti pada Persamaan 19-22.

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \tag{19}$$

$$= \sqrt{103^2 + 0.12^2} = 103 \tag{20}$$

$$\sin \theta = \frac{0.12}{103} = 0.0011650485 \tag{21}$$

$$\theta = 0.066^\circ \tag{22}$$

Komunikasi *payload* dengan antena *tracker* menggunakan Telemetry frekuensi 433 Mhz, kemudian antena *tracker* mengirim data yang diterima menuju *GCS* dengan kabel mikro *USB* dan ditampilkan melalui *serial monitor* pada *PC/Laptop*.



Gambar 12. Bentuk fisik antena *tracker*

Bentuk fisik antena *tracker* dengan tinggi 2,3 meter dan lebar 70 cm yang sudah terpasang antena *biquad*, dengan dua motor *stepper* yang satu terpasang disisi badan/wadah dari antena untuk menggerakkan antena secara vertikal dan satu di badan/wadah antena itu sendiri untuk menggerakkan antena secara horizontal.



Gambar 13. Google satellite maps pada software mission planner

Dalam menampilkan *view GPS* menggunakan *software Mission Planner* sebagai bantuan untuk mendapatkan nilai *distance (Dist)* dan *azimuth (AZ)*. *WAYPOINT 1* merupakan *home point* atau tempat antena diletakkan dan *WAYPOINT 2* merupakan titik dimana *payload* berada.

TABEL II. HASIL PENGUJIAN *PAYLOAD* DENGAN *GCS*

Pengujian		1	2	3	4	5
Lokasi Payload	Latitude	-7.556.343	-7.556.191	-7.556.027	-7.555.216	-7.556.621
	Longitude	110.769.804	110.769.980	110.771.182	110.771.228	110.769.846
Data Mission Planner	Dist (m)	130.7	119.3	173.1	176.1	151.5
	AZ	193	179	109	73	187
Data Payload	Dist (m)	84.39	65.34	144.98	144.6	113.91
	AZ	192.67	179.26	109.48	72.57	187.21
Error	Dist (m)	46.31	53.96	28.12	31.5	37.59
	AZ	0.33	-0.26	-0.48	0.43	-0.21

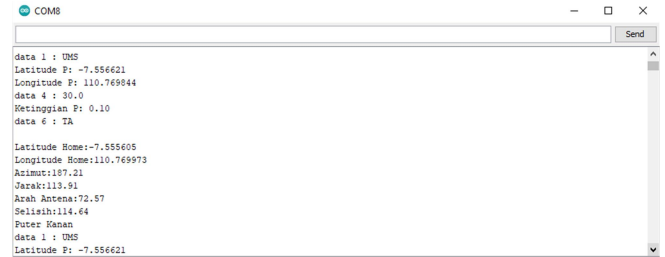
Hasil pengujian *payload* dengan *GCS* yang berada pada titik lokasi *GPS* -7.555605, 110.769973. Nilai *error* didapat dari hasil pengurangan Data *Mission Planner* dan Data *Payload*, dimana nilai *error distance (Dist)* cukup besar yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya pembacaan sensor *GPS* pada *payload* atau *antenna tracker* kurang akurat.

TABEL III. ARAH PUTAR ANTENA *TRACKER*

No.	Azimuth/Arah Antena	Azimuth Payload	Pembandingan	Arah Putar
1	176.76	192.67	15.91	Kanan
2	192.67	179.26	-13.41	Kiri
3	179.26	109.48	-69.52	Kiri
4	109.48	72.57	-36.43	Kiri
5	72.57	187.21	114.69	Kanan

Antena *tracker* saat dikalibrasi awal menghadap ke arah selatan pada sudut 176.76°, ketika *payload* berada pada sudut 192,67° maka antena akan berputar kearah kanan sejauh 15.91° yang ditunjukkan pada baris pembandingan, jika baris

pembandingan bernilai negative, maka arah putar antena bergerak ke kiri dan begitu seterusnya.



Gambar 14. Data yang diterima *GCS* dari *payload*

Data yang diterima adalah data yang dikirim dari *payload* berupa *UMS* sebagai *ID*, data *GPS (latitude dan longitude)*, suhu, ketinggian (meter) dan *TA* sebagai *pass*. Data *Latitude Home* hingga *Putar Kanan* merupakan data *tracking* yang dilakukan oleh antena itu sendiri.

IV. KESIMPULAN

- Desain antena *tracker* masih sangat sederhana, sehingga konstruksi antena terasa tidak kokoh.
- Nilai sensor kompas pada antena cukup besar jika dibandingkan dengan sensor pada perangkat seluler, hal ini diakibatkan medan magnet dari motor dan antena *biquad* mempengaruhi nilai sudut kompas. Nilai sensor *gyro* pada antena *tracker* memiliki selisih 2 jika dibandingkan sensor *gyro* pada perangkat seluler.
- Nilai *distance* (jarak horizontal *payload* dengan antena *tracker*) pada *Mission Planner* dan pembacaan sensor *GPS* memiliki rata-rata nilai *error* 39.496 dengan 5 titik lokasi percobaan. Nilai *error* yang cukup besar dapat disebabkan dari pembacaan sensor *GPS* pada *payload* dan antena *tracker* yang kurang akurat.
- Antena *biquad* yang cukup mudah dalam pembuatannya, miliki polarisasi menjauh ke arah depan dapat dengan baik dalam komunikasi.
- Motor *stepper* NEMA 23 yang menggerakkan antena secara horizontal dan vertical memiliki torsi yang kuat untuk menampung beban antena tersebut, NEMA 23 juga memiliki sudut rotasi motor yang lebih mudah diatur.

PERSANTUNAN

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Penelitian ini juga tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terimakasih kepada; Ayah dan Ibu sebagai sumber semangat, cinta dan kasih sayang penulis dalam menyelesaikan penelitian ini; Bapak Umar, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta dan seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta; AEROBO UMS yang menjadi tempat selama proses penelitian dan bersedia memberikan alat dan prasaran untuk mendukung penulis dalam proses penelitian; Seluruh teman-teman Teknik Elektro UMS yang telah membantu dalam pembuatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aries, S. (2012, 02). TRIGONOMETRI : Sudut elevasi dan sudut depresi. Retrieved from Svarisgunawan.blogspot.com: <http://svarisgunawan.blogspot.com/2012/02/trigonometri-sudut-elevasi-dan-sudut.html>
- [2] Fadlilah, U. (2011). Simulasi pola radiasi antena dipole tunggal. Retrieved from academia: https://www.academia.edu/6633515/simulasi_pola_radiasi_antena_dipole_tunggal
- [3] Fakhriana Dhaifina, Bambang Setia Nugroho, & M. Irfan Maulana. (2017). Perancangan dan realisasi antena biquad yagi dan antena biquad omnidirectional sebagai repeater pasif. e-Proceeding of Engineering : Vol.4, No.3, 3365.
- [4] Gede Saindra Santyadiputra, I Wayan Sutaya, I Gede Mahendra Darmawiguna, & Ketut Udy Ariawan. (2017). Rancangan antena telemetri biquad 5.800 mhz wahana terbang fotogrametri. ISSN Online : 2541-3058, 4.
- [5] SI MAN. (2018, Mei 15). Cara mudah menghitung azimuth dengan gleason map. Retrieved from SI MAN Web Site: <https://siman850132068.wordpress.com/2018/05/15/cara-mudah-menghitung-azimuth-dengan-gleason-map/>
- [6] Skaringa, M. (2014, 07 12). Build Your Own Antenna. Retrieved from Buildyourownantenna.blogspot.com: <https://buildyourownantenna.blogspot.com/2014/07/double-biquad-antenna-calculator.html>
- [7] Subroto P, Y. H., Roza, E., & Cahyasiwi, D. A. (2016). Rancang bangun antena biquad pada frekuensi kerja LTE (Long Term Evolution) 710 MHz. ISBN: 978-602-73919-0-1 Seminar Nasional TEKNOKA_FT UHAMKA., 113-114.