



RANCANGAN ANTENA TELEMETRI BIQUAD 5.800 MHZ WAHANA TERBANG FOTOGRAMETRI

Gede Saindra Santyadiputra¹, I Wayan Sutaya², I Gede Mahendra Darmawiguna³, Ketut Udy Ariawan⁴

^{1,3}Jurusan Pendidikan Teknik Informatika FTK UNDIKSHA; ^{2,4}Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FTK UNDIKSHA
Email: gsaindras@undiksha.ac.id

ABSTRACT

Photogrammetry is used to map agricultural, plantation and mining areas that are used as a reference in conducting advanced surveys and analysis. Photogrammetry can be done through the process of recording, measuring, and interpretation of photographic images. One of the implementation is to use a flying vehicle equipped with a camera. There are three main components in this implementation, (1) the technology for obtaining spatial information is the vehicle itself, (2) the application to unify the spatial image into a whole image that typically uses special software, and (3) ground station which is the place for perform communication control between the first and second components. The focus of this research is to solve the problems that arise when communication control weakens due to the object of observation that is too broad. The result of initial observation shows weakening the control of communication sourced from the lack of antenna signal coverage from the ground station to the vehicle. The objective of this research is to analyze and produce antenna design for flying vehicle in photogrammetry process. Research stages include literature study, analysis, and design. Based on the results of the literature study, analysis and design, the antenna is built following the biquad antenna model. Field analysis shows the need for antennas with a frequency of 5.800 MHz for remote monitoring of video. The antenna is designed for distance of 1 kilo meters. The design test used the 4NEC2 simulator tool to obtain visualization of the geometric and radiation patterns of the designed antenna.

Keywords: *photogrammetry, telemetry, biquad antenna*

ABSTRAK

Fotogrametri dipergunakan untuk memetakan lahan pertanian, perkebunan, dan pertambangan yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan survei dan analisis tahap lanjut. Fotogrametri dapat dilakukan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik. Salah satu implementasinya adalah menggunakan wahana terbang yang dilengkapi dengan kamera. Terdapat tiga komponen utama dalam implementasi ini yakni, (1) teknologi untuk mendapatkan informasi spasial yaitu wahana itu sendiri, (2) aplikasi untuk menyatukan gambar spasial menjadi gambar utuh yang biasanya menggunakan perangkat lunak khusus, dan (3) *ground station* yang merupakan tempat untuk melakukan kontrol komunikasi antara komponen pertama dan kedua. Fokus dari penelitian ini adalah memecahkan permasalahan yang muncul ketika kontrol komunikasi melemah dikarenakan objek pengamatan yang terlalu luas. Hasil observasi awal di lapangan menunjukkan, melemahnya kontrol komunikasi bersumber dari kurangnya jangkauan sinyal antena dari ground station ke wahana. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan menghasilkan rancangan antena untuk wahana terbang pada proses fotogrametri. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, analisis, dan perancangan. Berdasarkan hasil dari studi literatur, analisis dan perancangan, antena yang dibangun mengikuti model antena *biquad*. Analisis lapangan menunjukkan kebutuhan terhadap antena dengan frekuensi 5.800 MHz untuk pemantauan jarak jauh berupa video. Hasil penelitian berupa rancangan antena biquad untuk jarak jangkauan 1 kilo meter. Pengujian hasil rancangan menggunakan perangkat simulator 4NEC2 untuk memperoleh visualisasi mengenai rancangan geometris dan pola radiasi dari antena biquad.

Kata kunci: fotogrametri, telemetri, antena biquad



PENDAHULUAN

Teknologi yang terus berkembang tentunya semakin memudahkan manusia untuk mendapatkan informasi secara cepat, dan terpercaya. Perkembangan tersebut juga telah merambah ke bidang pemetaan fotogrametri. Fotogrametri dipergunakan untuk mendapatkan informasi spasial berupa foto udara dengan cakupan area yang luas. Fotogrametri adalah seni, ilmu, dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang obyek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik, dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam (Hadi, 2007). Fotogrametri dipergunakan untuk memetakan lahan pertanian, perkebunan, dan pertambangan yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan survei dan analisis. Sebagian besar peta-peta topografi yang ada saat ini dibuat dengan menggunakan fotogrametri, yang dibantu dengan pendekatan SIG (Sistem Informasi Geografis) terutama dalam pembaharuan dan pengumpulan basis data (Tao, 2002). Dalam implementasinya, fotogrametri membutuhkan sistem untuk dapat menyelesaikan tugasnya. Komponen-komponen dari sistem tersebut umumnya terdiri dari 3 hal. Pertama, teknologi untuk mendapatkan informasi spasial yang biasanya berupa suatu wahana yang dilengkapi kamera. Kedua, aplikasi untuk menyatukan gambar spasial menjadi gambar utuh. Ketiga, ground station yang merupakan tempat untuk melakukan kontrol komunikasi antara komponen pertama dan kedua (Wolf, 1993). Salah satu teknologi untuk mendapatkan informasi spasial berupa foto udara adalah dengan menggunakan

sebuah pesawat tanpa awak atau yang biasa disebut UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) fotogrametri. UAV fotogrametri merupakan teknologi yang menggabungkan antara informasi suatu keadaan lokasi tertentu dengan tingkat jelajah tinggi yaitu melalui udara dengan wahana terbang tanpa awak (Wijaya, 2015). Wahana yang dimaksud dapat mampu terbang sesuai perencanaan terbang terprogram (*autopilot*) dan juga dapat melakukan pemotretan foto udara yang dilakukan secara otomatis (*autonomous*). Wahana yang dipergunakan untuk pengambilan data foto udara selanjutnya akan diproses secara fotogrametri. Wahana ini memungkinkan untuk melakukan pelacakan posisi dan orientasi dari sensor yang diimplementasikan dalam sistem lokal atau koordinat global (Eisenbeiss, 2008). Sistem *autopilot* berfungsi dengan cara mengikuti titik koordinat dari peralatan *Global Positioning System* (GPS) yang sudah dikirim ke mikroprosesor. Pengiriman tersebut membutuhkan teknologi pemantauan jarak jauh yang disebut telemetri. Telemetri dipergunakan untuk memancarkan sinyal ke *ground station*. Sinyal yang dikirimkan digunakan untuk mengetahui titik koordinat dan pemantauan jarak jauh berupa video dari wahana yang sedang terbang (Yulistiyanto, 2013). Oleh karena wilayah pemetaan sangat luas maka kekuatan sinyal telemetri haruslah kuat. Kalau tidak, wahana tidak dapat berkomunikasi dan hal tersebut dapat menggagalkan misi untuk proses fotogrametri dan pemetaan. Pancaran sinyal telemetri standar biasanya mencapai 1 kilometer, dan jarak tersebut sangat kurang jika digunakan untuk proses pemetaan pada lahan yang umumnya berjarak puluhan



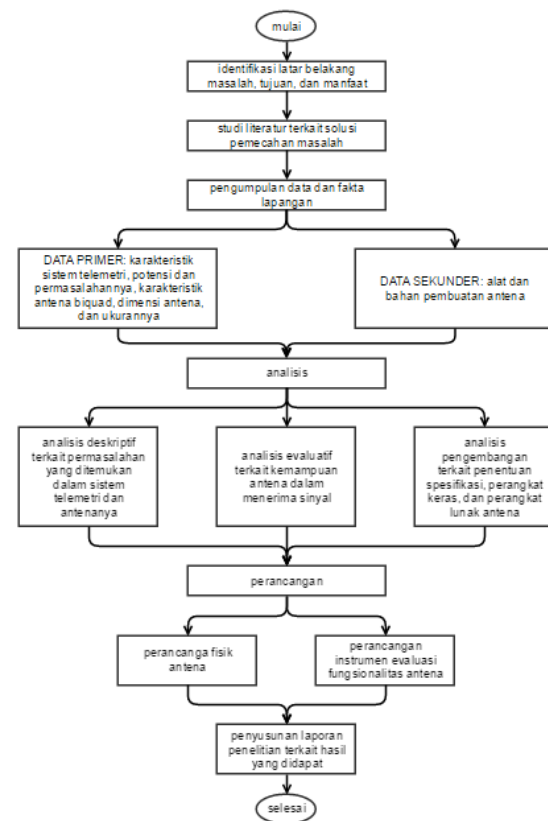
kilometer. Seharusnya, telemetri memiliki jangkauan yang lebih luas agar misi fotogrametri tidak terkendala hanya karena jarak jelajah yang minim (Park, 2015). Observasi awal menunjukkan terdapat kendala di lapangan akibat lemahnya peralatan komunikasi, seperti antena. Dampaknya, wahana tidak dapat mengirimkan data spasial ke ground station. Hal ini menimbulkan kerugian dari sisi materi dan waktu. Betapa tidak, sistem yang dibangun tidak dapat menghasilkan luaran dikarenakan misi yang gagal. Oleh karena itu, antena merupakan suatu komponen yang sangat krusial. Hasil studi literatur menunjukkan salah satu solusi untuk memperkuat sinyal antena adalah dengan membangun sebuah *high gain antenna*. Solusi yang ditawarkan adalah merancang teknologi antena telemetri yang dapat menjangkau jarak lebih dari 1 kilometer.

METODE

Penelitian ini menggunakan tahapan seperti (1) studi literatur, mengumpulkan teori-teori yang implementatif terkait sistem komunikasi perangkat telemetri video serta identifikasi permasalahan yang sering terjadi. Tahapan ini menghasilkan data penyebab terjadinya masalah beserta solusi-solusi pemecahannya, (2) analisis data, tahapan ini menghasilkan olahan data dan fakta yang bermuara pada analisis kebutuhan perangkat keras antena telemetri, dan (3) perancangan atau desain antena telemetri, perancangan ini menghasilkan gambaran sebuah antena yang siap dikembangkan dan diimplementasikan.

Rancangan penelitian mengacu pada bagan alir Gambar 1. Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi latar belakang sehingga

mendapatkan beberapa rumusan masalah, identifikasi tujuan penelitian, dan manfaatnya. Kemudian, dari permasalahan yang muncul dilakukan studi literatur terkait solusi-solusi yang berpotensi menyelesaikan masalah. Kemudian dilakukan pengumpulan data dan fakta di lapangan terkait permasalahan dan kemungkinan solusinya. Data tersebut selanjutnya dianalisis lebih mendalam menggunakan analisis deskriptif. Hasil analisis berupa rancangan meliputi perancangan fisik antena.

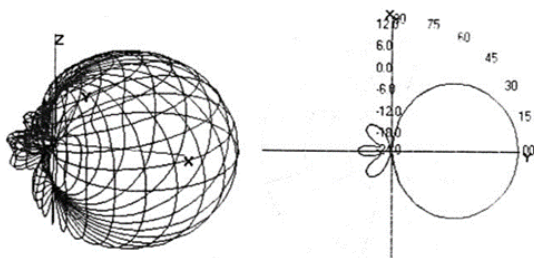


Gambar 1. Alur metode penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil studi literatur menunjukkan permasalahan antena di lapangan dapat diatasi dengan merancang antena *high gain* menggunakan frekuensi 5.800 MHz berjenis antena biquad. Antena Biquad merupakan antena kawat dipole loop berbentuk kubus

ganda dengan reflektornya berbentuk sebuah flat panel (*large flat sheet*) dengan lebar sisi yang sedikit lebih panjang daripada rangkaian dipolnya sehingga bertindak seolah-olah sebagai bidang yang tak berhingga luasnya. Letak reflektor tidak jauh dari dipolnya yang bertujuan untuk mengurangi radiasi ke arah belakang. Dengan jarak yang kecil antara antena dengan reflektornya, maka susunan ini juga menghasilkan gain yang lebih besar pada radiasinya ke arah depan. Gain yang dihasilkan oleh antena $\frac{1}{2}$ dengan *large flat sheet* reflektor relatif tergantung dari jarak dipolnya. Semakin jauh jarak dipolnya, gain yang diperoleh akan semakin kecil namun bandwidthnya akan semakin besar. Sedangkan pola radiasi antena biquad pada umumnya berbentuk globe seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola Radiasi Antena Biquad
 (Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id>)

Antena biquad merupakan perpaduan 2 antena quad yang dirancang dalam 1 elemen. Panjang elemen driven antena biquad adalah 1λ yang mana nilai panjang gelombangnya (λ) yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

dengan,

Tabel 1. Hasil Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

No.	Nama	Spesifikasi
1.	Telemetry Tranceiver 433mhz	<ul style="list-style-type: none"> Supply voltage: 3.7-6 VDC (from USB or DF13 connector) Transmit current: 100 mA at 20 dBm Receive current: 25 mA

λ = panjang gelombang (m)

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

f = frekuensi kerja antena (Hz)

Untuk rancangan dipole antena biquad didapat dari panjang gelombang $1/2\lambda$ yang dibentuk menjadi dipole lipat sehingga panjang masing-masing sisinya menjadi $1/4\lambda$. Jarak dipole biquad yang digunakan sejauh $1/8\lambda$ dari reflektornya. Reflektor antena biquad berbentuk bujur sangkar dengan lebar sisi yang sedikit lebih panjang daripada rangkaian dipolnya, dengan ukuran dapat dirumuskan sebagai berikut:

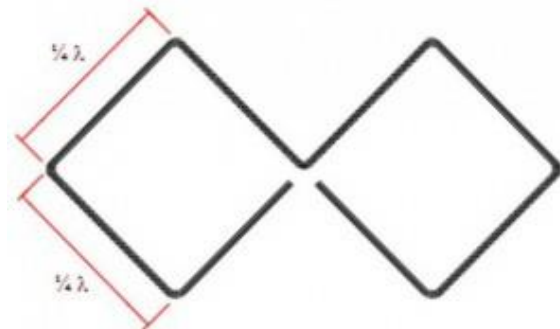
$$R = R_a + 0,1R_a$$

dengan,

R = panjang elemen reflektor (m)

R_a = panjang elemen dipolnya (m).

Ukuran desain antena biquad dapat digambarkan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan ukuran desain antena Biquad. (Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id>)

Selanjutnya, hasil analisis menunjukkan perangkat keras yang dibutuhkan dalam membangun antena adalah seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1.



2. GPS + Compass Ublox

- Serial interface: 3.3 V UART
- Size: 25.5x 53x11 mm (without antenna)
- Weight: 11.5g (without antenna)
- Included:
- Two radio modules with antennas 433Mhz
- Micro-USB cable
- Android OTG adapter cable
- 6-wire Pixhawk connector cable
- 6-to-5-position APM and PX4 connector cable
- Ublox Neo-M8N module
- Industry leading -167 dBm navigation sensitivity
- Navigation update rate up to 10 Hz
- Cold starts: 26s
- LNA MAX2659ELT+
- 25 x 25 x 4 mm ceramic patch antenna
- Rechargeable 3V lithium backup battery
- Low noise 3.3V regulator
- Power and fix indicator LEDs
- Protective case
- 30cm Pixhawk2.4 compatible 6-pin and APM compatible 5-pin 2 types cable included
- Diameter 60mm total size, 32 grams with case.

3. Pixhawk Flight Controller

- Size: 81x44x15mm
- Weight: 33.1g
- Microprocessor:
- 32-bit STM32F427 Cortex M4 core with FPU
- 168 MHz/256 KB RAM/2 MB Flash
- 32 bit STM32F103 failsafe co-processor
- Sensors:
- ST Micro L3GD20 3-axis 16-bit gyroscope
- ST Micro LSM303D 3-axis 14-bit accelerometer / magnetometer
- Invensense MPU 6000 3-axis accelerometer/gyroscope
- MEAS MS5611 barometer
- Interfaces:
- 5x UART (serial ports), one high-power capable, 2x with HW flow control
- 2x CAN
- Spektrum DSM / DSM2 / DSM-X® Satellite compatible input up to DX8 (DX9 and above not supported)
- Futaba S.BUS® compatible input and output
- PPM sum signal
- RSSI (PWM or voltage) input
- I2C®
- SPI



4. Video Transmitter and Receiver
 - 3.3 and 6.6V ADC inputs
 - External microUSB port
 - Power input: 12V
 - Working current: 200mA max
 - Antenna impedance: 50
 - Antenna gain: 2db
 - Video impedance: 75
 - Video format: NTSC/PAL auto
 - Dimension: 80x 65 x15mm
 - Weight: 85g
 - Antenna connection: SMA
 - TX TS832 specs
 - Power input: 7.4-16V (3S Lipo / ~12v suggested)
 - Outputs 12v (matches input voltage)
 - Transmitting power: 600mA
 - Antenna gain: 2db
 - Working current: 220mA at 12V
 - Video bandwidth: 8M/li>
 - Audio bandwidth : 6.5M
 - No audio input on Tx (will not work with antenna trackers)
 - Weight: 22g
 - Dimension: 54x 32x 10mm (excluding antenna)
 - Video format supported: NTSC/PAL
 - Antenna connection: SMA (not RP-SMA)
5. PCB Polos
6. Connector Panel SMA-F (Female) 2 Lubang/Hole (Solder)
 - Single layer ukuran 20cm x 30cm tebal 1.6mm.
 - Attachment Method : Solder
 - Impedance : 50 ohm
 - frequency Range : 0 - 12 Ghz
 - V.S.W.R : Straight 1.3 @ 2 Ghz
 - Insertion Loss : Straight 0.3db @ 1 Ghz
 - Body, Metal Part : Brass/Stainless Steel : Nickel
 - Insulation : PTFE
 - Temperature Range : -65C to +165C

Telemetry tranceiver adalah modem radio jarak menengah. Radio ini memiliki dua tipe berdasarkan frekuensi yaitu 915 MHz dan 433MHz yang mempunyai kisaran jarak 1,5 kilo meter. Terdapat dua modul yaitu modul transmitter (TX) dan receiver (RX). Alat bekerja pada catu daya 5V. Dengan menggunakan 3DR Radio Config, alat dapat diatur berdasarkan kebutuhan pemakai, seperti merubah baud rate, air speed, TX

power. Beberapa fitur yang terdapat di radio telemetri ini yaitu:

- a. Kemampuan receiver (menerima) -121 dBm.
- b. Kemampuan transmit (mengirim) +20 dBm.
- c. Kemampuan data di udara 250 kbps.
- d. Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)
- e. Kemampuan adaptif Time Division Multiplexing (TDM)

f. Menggunakan protokol komunikasi MAVLink



Gambar 4. Telemetry Tranceiver 433 Mhz

Global positioning system atau disingkat GPS seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 adalah sistem untuk meletakkan letak di permukaan bumi dengan bantuan penyelarasan (*synchronization*) sinyal satelit. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke bumi. Sinyal ini diterima oleh alat dipermukaan dan digunakan untuk menentukan letak, kecepatan, arah dan waktu.



Gambar 5. GPS dan Kompas Ublox M8N

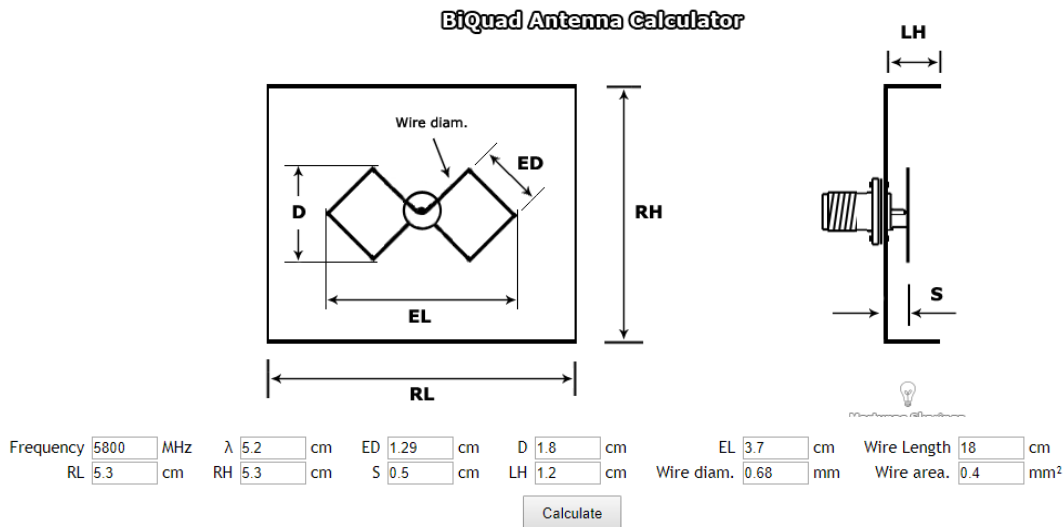
Flight Controller (FC) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 digunakan untuk menjaga wahana tetap seimbang dan dapat terkendali dan agar tetap terkoneksi dengan antenna dengan memanfaatkan koordinat GPS.



Gambar 6. Flight Control Pixhawk

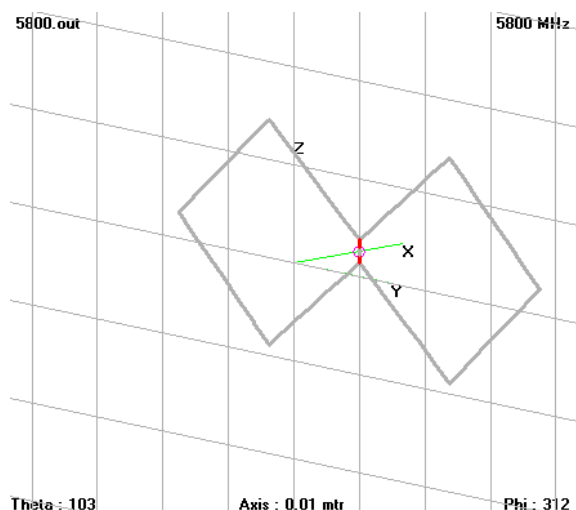
Video sender digunakan sebagai alat bantu untuk mengirimkan audio dan video dari UAV menuju GCS (*Ground Control System*). Alat ini menggunakan frekuensi 2.4 GHZ modulation. Terdiri dari 2 unit, yaitu Transmitter (pemancar) dan Receiver (penerima). Perangkat ini mengirimkan video yang ditangkap oleh camera UAV dan ditampilkan pada layar monitor pada Perangkat GCS.

Hasil rancangan antenna biquad 5.800 MHz menggunakan kalkulator biquad seperti ditunjukkan pada Gambar 7.

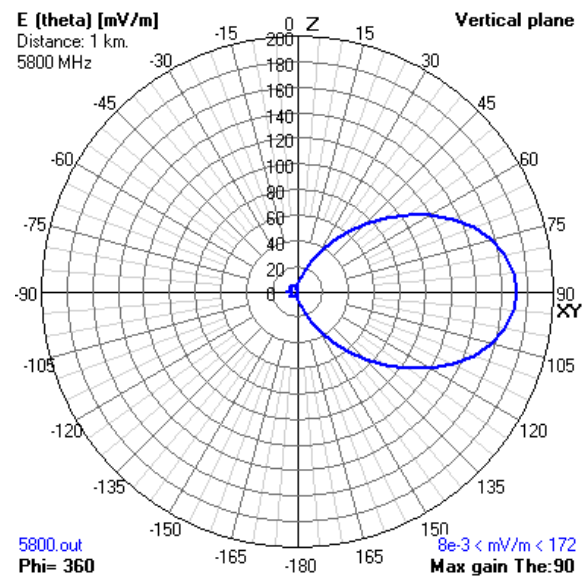


Gambar 7. Hasil perhitungan menggunakan kalkulator biquad jangkauan mencapai 1 kilo meter dengan gain sebesar 9,92 dB.

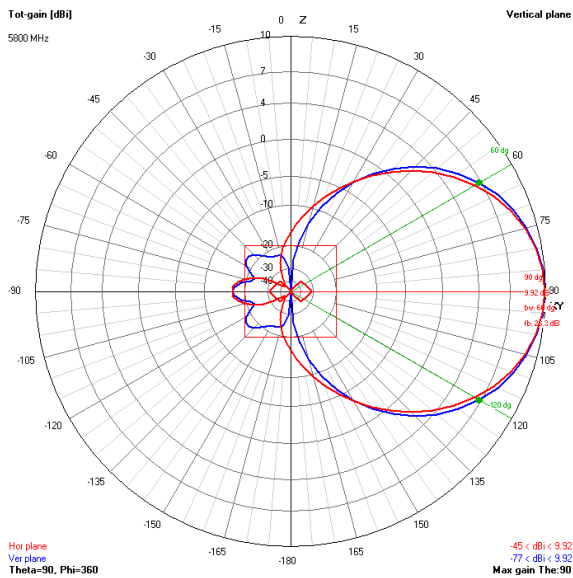
Hasil perhitungan menunjukkan ukuran yang dijadikan acuan untuk membangun antenna biquad dengan frekuensi 5.800 MHz. Sebelum diimplementasikan ke perangkat sebenarnya, dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak 4NEC2 untuk mengetahui luaran dari antenna. Gambar 8 merupakan rancangan antenna biquad 5.800 MHz yang dihasilkan oleh 4NEC2.



Gambar 8. Hasil rancangan antenna

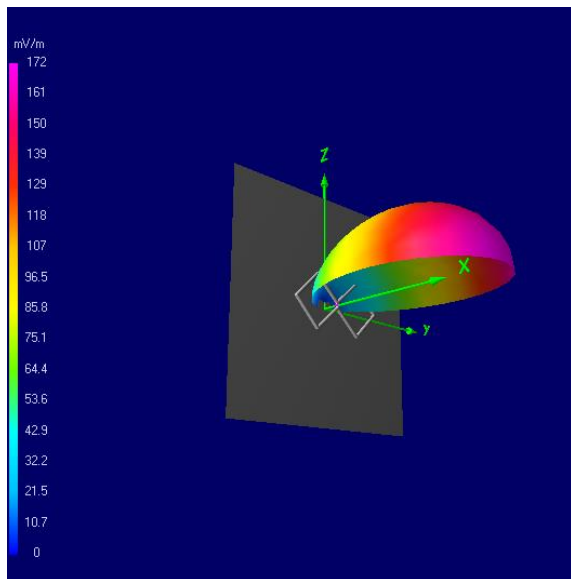


Adapun pola radiasi dan jarak jangkauan ditunjukkan pada Gambar 9. Jarak



Gambar 9. Pola radiasi antenna

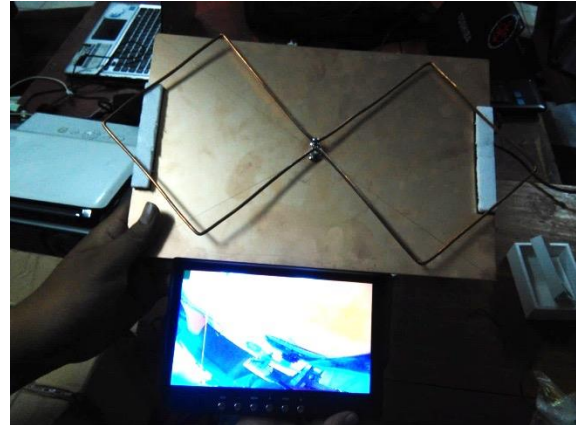
Untuk melihat visualisasi pola radiasi dari antenna yang dirancang, digunakan tampilan 3D seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Visualisasi pola radiasi antenna dalam 3D

Hasil jarak jangkauan antenna ketika dilakukan percobaan lapangan pada area ground dengan sudut elevasi 0 derajat baru menyentuh angka 100 meter. Hal ini disebabkan pengaruh jarak antenna ke ground yang terlalu dekat. Selanjutnya dilakukan percobaan menggunakan wahana terbang

untuk mencapai jarak maksimal. Hasil yang didapat antenna ini mampu mengirimkan sinyal sampai radius 1 kilo meter. Gambar 10 adalah hasil implementasi dari rancangan antenna biquad.



Gambar 11. Hasil implementasi rancangan antenna biquad

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Penelitian telah menghasilkan analisis kebutuhan perangkat keras terhadap solusi dari permasalahan yakni antenna dengan tipe biquad yang memiliki frekuensi 5.800 MHz.
2. Telah dihasilkannya rancangan terhadap antenna biquad 5.800 MHz dengan hasil pengujian berupa simulasi jarak jangkauan dan pola radiasi.
3. Rancangan telah diujicobakan di lapangan dengan menunjukkan jarak jangkauan 1 kilo meter.

Adapun saran untuk penelitian kedepannya adalah mengoptimalkan rancangan agar dapat mencapai jangkauan lebih dari 1 kilo meter dengan menggunakan perhitungan yang lebih presisi serta mengembangkan dan mengimplementasikan hasil rancangan untuk diujicobakan secara riil di lapangan.



DAFTAR RUJUKAN

- Eisenbeiss, H. (2009). UAV Photogrammetry. Zürich ETH: Zürich.
- Fadila, D. K. (2010). Antena Biquad untuk WLAN 2,4 GHz. Jurnal EECCIS, IV(2), 51-56.
- Hadi, B.S. (2007). Dasar-dasar Fotogrametri. Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta.
- Park, J. (2015). Development of Automatic shooting and telemetry system for UAV photogrammetry.
- Perbani, N. M. R. R. C. (2014). Pembangunan Sistem Penentuan Posisi dan Navigasi Berbasiskan Sistem Unmanned Surface Vehicle (USV) untuk Survei Batimetri. Jurnal Itenas Rekayasa, XVIII(1), 9-22.
- Tao, C.V. (2002). Digital Photogrammetry The Future of Spatial Data Collection.
- Wijaya, A. P, (2015). Perancangan Self Balancing Pitch Control Dengan Metode Kontrol Fuzzy Pada Unmanned Aerial Vehicle Fixed Wing. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro: Semarang.
- Wolf, P. R. (1993). Elemen Fotogrametri. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.