

# Sistem *Tracking* Orbit Satelit Lapan-A2 dengan Pendeteksi Sinyal *Beacon* Amatir Band

Eddy Triyono<sup>1</sup>, Eko Supriyanto<sup>2</sup>, Sedy Octavian Sakti<sup>3</sup>, Triyanti Dyah Pertiwi<sup>4</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang  
Jl Prof. Sudarto, SH, Tembalang Semarang, 50275

<sup>1</sup>eddytriyono@gmail.com

## Abstrak

Satelit LAPAN-A2 mempunyai frekuensi pada band amatir yang bekerja pada frekuensi VHF 145.880MHz untuk *down link*, frekuensi UHF 435.88 MHz untuk *up link*, dan frekuensi 437.425 MHz untuk sinyal *beacon*. Satelit LAPAN-A2 merupakan satelit *equatorial*, yaitu satelit yang memiliki orbit berputar mengelilingi garis ekuator bumi, sehingga untuk mendeteksi sinyal yang dipancarkan dari satelit LAPAN-A2 terdapat kesulitan karena posisi satelit LAPAN-A2 yang tidak tetap. Untuk itu dirancang sistem *tracking* orbit satelit LAPAN-A2 agar dapat mempermudah mengikuti pergerakan dari satelit LAPAN-A2 secara manual dan otomatis melalui pendeteksian sinyal *beacon* amatir band. Sistem ini menggunakan Arduino Uno sebagai kontrol sistem. Kemudian menggunakan motor DC untuk menggerakkan antena yagi VHF dan UHF yang berfungsi sebagai media untuk memancarkan dan menerima sinyal dari satelit LAPAN-A2. Antena yagi VHF dan UHF mengikuti pergerakan satelit LAPAN-A2 dengan membentuk sudut azimuth dan sudut elevasi per 10° saat mendapatkan sinyal *beacon* lebih dari 0,53 dBV. Sistem *tracking* ini menggunakan acuan pada [website www.n2yo.com](http://www.n2yo.com) untuk mengetahui posisi satelit LAPAN-A2 secara *real time*.

**Kata kunci:** Antena yagi, Satelit LAPAN A2, Tracking

## I. PENDAHULUAN

**P**ADA 28 September tahun 2015 ini LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional) meluncurkan satelit LAPAN-A2 yang memiliki tiga fungsi, salah satunya digunakan untuk komunikasi radio amatir. Penggunaan frekuensi pada band amatir tersebut bekerja pada frekuensi VHF 145.880 MHz untuk *down link*, frekuensi UHF 435.880 MHz untuk *up link*, dan 437.425 MHz untuk sinyal *beacon* [1]. Satelit LAPAN-A2 merupakan satelit *equatorial*, yaitu satelit yang memiliki orbit berputar mengelilingi garis ekuator bumi, sehingga untuk mendeteksi sinyal yang dipancarkan dari satelit LAPAN-A2 terdapat kesulitan karena posisi satelit LAPAN-A2 yang tidak tetap. Dengan adanya masalah tersebut, maka dibuat sistem *tracking* antena yang dapat bergerak mengikuti pergerakan dari satelit LAPAN-A2 secara otomatis melalui pendeteksi sinyal *beacon amateur band*.

Sistem ini dapat digunakan untuk komunikasi radio amatir untuk wilayah seluruh Indonesia saat *foot print* atau jangkauan wilayah dari transmisi satelit LAPAN-A2 pada permukaan bumi memasuki wilayah Indonesia yang berada diselatan orbit satelit LAPAN-A2. Dengan adanya sistem *tracking* ini maka antena yagi VHF dan UHF secara manual menuju arah datang satelit LAPAN-A2 hingga menerima sinyal *beacon* dari satelit

LAPAN-A2 kemudian mengaktifkan *mode* otomatis yang akan menggerakkan antena yagi VHF dan UHF secara otomatis mengikuti pergerakan satelit satelit LAPAN-A2.

#### A. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328P. Arduino Uno memiliki 14 digital pin input/output, 6 pin digunakan sebagai output PWM (*Pulse Width Modulation*), 6 pin inputanalog, 16 MHz resonator keramik, koneksi USB (*Universal Serial Bus*), jack catu daya eksternal, header ICSP (*In Circuit Serial Programming*), dan tombol *reset*. Untuk memulai menggunakan papan Arduino cukup sederhana hanya dengan menghubungkan ke komputer dengan kabel USB.

#### B. Sistem Komunikasi Satelit

Dalam menjalankan sistem komunikasi satelit terdapat dua elemen dasar yang ikut berperan yaitu Stasiun Bumi (*Ground Segment*) dan Satelit (*Space Segment*). Stasiun bumi akan mengirimkan sinyal informasi ke arah satelit dengan menggunakan frekuensi yang dinamakan frekuensi *up link* dan sebaliknya satelit sebagai *repeater* tunggal di luar angkasa akan meneruskan sinyal informasi ke arah tujuan dengan menggunakan frekuensi *down link*. Parameter – parameter yang digunakan dalam pengarah sudut antena stasiun bumi pada umumnya berupa sudut azimuth dan elevasi satelit.

#### C. Satelit LAPAN-A2

LAPAN-A2 akan beroperasi di orbit *near equatorial* dan mampu melintasi wilayah Indonesia sebanyak 14 kali setiap hari. Dengan begitu, satelit ini diharapkan mampu memantau seluruh wilayah darat dan laut Indonesia. Satelit berbobot 78 kilogram ini membawa misi pemantauan, komunikasi serta pengembangan kemampuan dan kemandirian. Satelit ini mampu observasi permukaan bumi memakai kamera video, kamera digital serta peralatan sistem identifikasi otomatis (AIS) untuk pemantauan kemaritiman. Selain itu, LAPAN-A2 dibekali sistem komunikasi untuk mitigasi bencana menggunakan radio amatir melalui voice repeater dan *Automatic Packet Reporting System* (APRS), bekerjasama dengan Organisasi Amatir Radio Indonesia (Orari). Frekuensi Satelit LAPAN-A2 yaitu:

- 437.425 MHz *telemetry beacon*
- 435.880 MHz FM voice *up link*
- 145.880 MHz FM voice *down link* (5 watts)
- 145.825 APRS *digipeater* (5 watts)

#### D. Beacon

Salah satu kegunaan untuk frekuensi beacon adalah melacak posisi satelit yang berada di orbit luar atmosfer bumi. Penting untuk mengetahui posisi satelit tersebut sedini mungkin agar bisa mengarahkan sistem berbasis ground yang ada di dalamnya [2].

#### E. Integrated Development Environment (IDE)

SArduino *Integrated Development Environment* (IDE) digunakan untuk menghubungkan ke perangkat keras Arduino dan Genuino untuk mengupload program dan berkomunikasi dengan Arduino.

#### F. Antena Yagi

Antena Yagi adalah jenis antena radio atau televisi yang diciptakan oleh Hidetsugu Yagi. Antena ini dilengkapi dengan pengarah dan pemantul yang berbentuk batang.

Antena Yagi terdiri dari 2 bagian:

- a. Elemen antenna
- b. Boom antenna

Ada tiga jenis elemen:

- a. Reflektor (REFL)
- b. Driven Elemen (DE)
- c. Direksi/Director (DIR)

#### G. Power Supply Switching

Power supply dengan regulasi switching lebih dikenal dengan nama switching power supply yang merupakan sebuah desain power supply dengan efisiensi daya yang baik yaitu sampai sekitar 83%. Tegangan regulasi dihasilkan dengan cara melakukan switching transistor seri 'on' atau 'off' (Elektro, Switching Power Supply, 2014).

#### H. Radio Rig

Radio Rig merupakan sebutan bagi radio yang tidak dapat dibawa-bawa, namun dapat ditempatkan di suatu ruangan atau di mobil. Rig VHF memiliki frekuensi yang sama dengan HT, tetapi yang membedakannya adalah daya pancar yang dimilikinya, yaitu berkisar antara 30Watt sampai dengan 100 Watt. Daya pancar sebesar ini membuat jarak jangkauan pancar Rig ini bisa mencapai 50 km *line-of-sight*.

#### I. Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Stator motor arus searah adalah badan motor atau kutub magnet (sikat-sikat), sedangkan yang termasuk rotor adalah jangkar lilitan. Pada motor, kawat penghantar listrik yang bergerak tersebut pada dasarnya merupakan lilitan yang berbentuk persegi panjang yang disebut kumparan.

#### J. DC Motor Driver

*Motor driver* merupakan suatu rangkaian khusus yang memiliki fungsi untuk mengatur arah ataupun kecepatan pada motor DC.

#### K. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD berfungsi untuk menampilkan karakter angka, huruf ataupun simbol dengan lebih baik dan dengan konsumsi arus yang rendah. LCD terdiri dari bagian penampil karakter (LCD) yang berfungsi menampilkan karakter dan bagian sistem prosesor LCD merupakan bentuk modul dengan mikrokontroler yang diletakkan dibagian belakang LCD tersebut yang berfungsi untuk mengatur tampilan LCD sertamengatur komunikasi antara LCD dengan mikrokontroler yang digunakan modul LCD tersebut.

#### L. Signal Conditioning

*Signal Conditioning* adalah operasi untuk mengkonversi sinyal ke dalam bentuk yang cocok untuk *interface* dengan elemen lain dalam sistem control

Sistem *tracking* orbit satelit LAPAN-A2 ini dibagi menjadi dua cara, yaitu cara manual dan cara otomatis. Cara manual dilakukan dengan mengaktifkan tombol manual kemudian mengarahkan antena yang VHF dan UHF sesuai dengan posisi yang dikehendaki dengan cara menekan tombol navigasi yang tersedia. Untuk mengetahui posisi dari satelit LAPAN-A2 dapat dilihat pada *website* [www.n2yo.com](http://www.n2yo.com) sebagai acuan.

Tombol navigasi yang disediakan yaitu tombol *up*, *down*, *right*, dan *left*. Tombol navigasi ini menjadimasukan yang terhubung dengan mikrokontroler arduino. Mikrokontroler arduino akan membaca kondisi dari tombol navigasi tersebut dan mengolah hasil pembacaannya untuk menggerakkan antena yang VHF dan UHF. Apabila tombol navigasi *up* ditekan maka sudut elevasi pada antena yang VHF dan UHF akan bergerak secara *counter up* membentuk sudut searah jarum jam. Kemudian apabila tombol navigasi *down* ditekan maka sudut elevasi antena yang VHF dan UHF akan bergerak secara *counter down* membentuk sudut berlawanan arah jarum jam. Sedangkan jika tombol navigasi *right* ditekan maka sudut azimuth antena yang

VHF dan UHF akan bergerak secara *counter up* membentuk sudut searah jarum jam. Kemudian apabila tombol navigasi *left* ditekan maka sudut azimuth antena yang VHF dan UHF akan bergerak secara *counter down* membentuk sudut berlawanan dengan arah jarum jam.

Untuk cara otomatis dilakukan dengan cara menonaktifkan tombol manual kemudian antena yang VHF dan UHF akan bergerak berdasarkan kuat sinyal yang diterima. Kuat sinyal dari satelit LAPAN-A2 diterima oleh antena yang VHF dan UHF yang kemudian masuk ke dalam radio Rig. Di dalam radio Rig ini kuat sinyal berupa sinyal analog yang kemudian menjadi masukan untuk rangkaian *signal conditioning* yang mempunyai keluaran berupa sinyal DC 0 Volt hingga 5 Volt. Kuat sinyal inilah yang kemudian menjadi masukan pada mikrokontroler arduino yang diolah sebagai acuan untuk pergerakan antena yang VHF dan UHF.

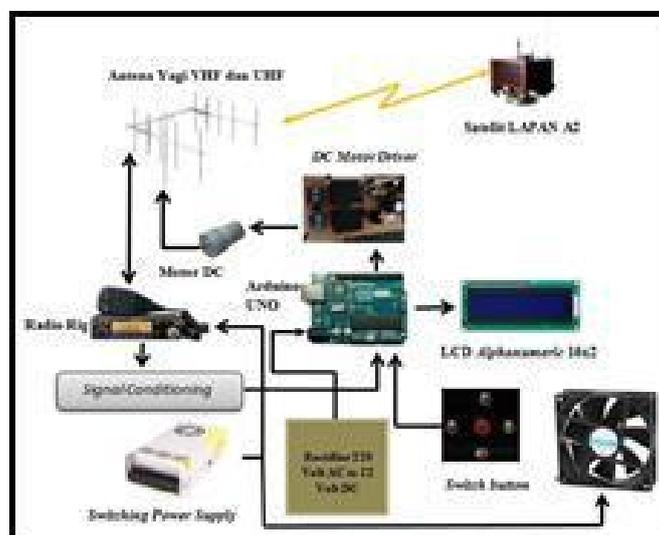
## II. METODE PENELITIAN

### A. Perancangan

Perancangan sistem meliputi:

1) *Perancangan Hardware (Perangkat Keras)*: Ketika sistem berjalan secara otomatis, posisi terakhir antena yang VHF dan UHF dari sistem manual akan menjadi nilai awal posisi antena yang VHF dan UHF pada sistem otomatis. Pada sistem otomatis ini apabila kuat sinyal *beacon* yang diterima pada kisaran 1,02 dBV hingga 9,89 dBV maka antena VHF dan UHF akan bergerak searah jarum jam membentuk sudut azimuth dan sudut elevasi sebesar 10° secara bergantian. Apabila sudut azimuth telah mencapai 318°, maka antena yang VHF dan UHF akan berputar kembali ke sudut azimuth 0°. Kemudian antena yang VHF dan UHF akan bergerak searah jarum jam hingga 90° membentuk sudut azimuth dan elevasi akan bergerak *counter down*. Kemudian apabila antena yang VHF dan UHF pada posisi sudut azimuth antara 45° hingga 90°, antena yang VHF dan UHF akan kembali ke posisi saat mendapatkan sinyal kuat dari satelit LAPAN-A2. Lalu saat antena yang VHF dan UHF mendapat kuat sinyal dengan kisaran 1,02 dBV hingga 9,89 dBV akan kembali memulai *tracking*. Semua nilai sudut azimuth, sudut elevasi dan kuat sinyal akan ditampilkan pada LCD *Alphanumeric* 16x2.

Untuk jelasnya diperlihatkan gambar berikut:

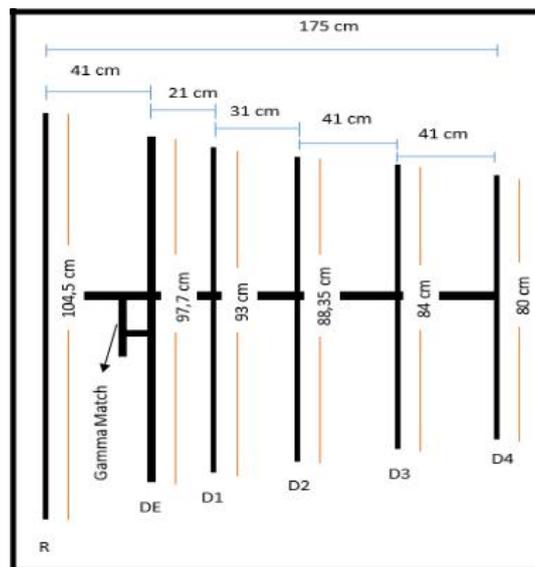


Gambar 1. Rangkaian Keseluruhan Sistem Tracking Orbit Satelit LAPAN-A2

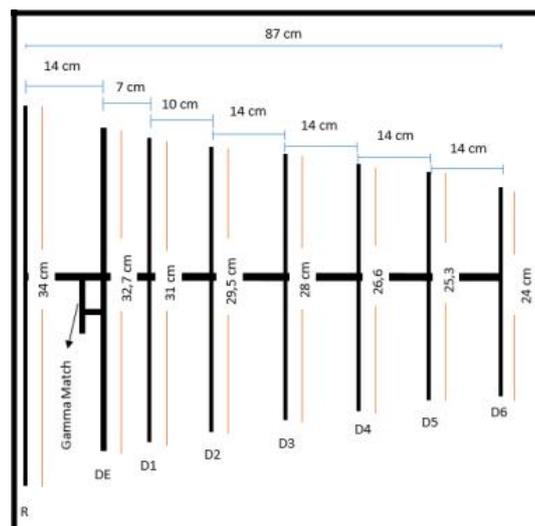
Ketika sistem berjalan secara otomatis, posisi terakhir antena yang VHF dan UHF dari sistem manual akan menjadi nilai awal posisi antena yang VHF dan UHF pada sistem otomatis. Pada sistem otomatis ini apabila kuat sinyal *beacon* yang diterima pada kisaran 1,02 dBV hingga 9,89 dBV maka antena VHF dan UHF akan bergerak searah jarum jam membentuk sudut azimuth dan sudut elevasi sebesar 10° secara bergantian.

Apabila sudut azimuth telah mencapai  $318^\circ$ , maka antenna yagi VHF dan UHF akan berputar kembali ke sudut azimuth  $0^\circ$ . Kemudian antenna yagi VHF dan UHF akan bergerak searah jarum jam hingga  $90^\circ$  membentuk sudut azimuth dan elevasi akan bergerak *counter down*. Kemudian apabila antenna yagi VHF dan UHF pada posisi sudut azimuth antara  $45^\circ$  hingga  $90^\circ$ , antenna yagi VHF dan UHF akan kembali ke posisi saat mendapatkan sinyal kuat dari satelit LAPAN-A2. Lalu saat antenna yagi VHF dan UHF mendapat kuat sinyal dengan kisaran 1,02 dBV hingga 9,89 dBV akan kembali memulai *tracking*. Semua nilai sudut azimuth, sudut elevasi dan kuat sinyal akan ditampilkan pada LCD *Alphanumeric* 16x2.

2) *Perancangan Antena Yagi VHF dan UHF*: Perancangan antenna yagi VHF dan UHF ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Desain antenna yagi VHF frekuensi 145.880 MHz



Gambar 3. Desain antenna yagi UHF frekuensi 435.880 MHz

3) *Perancangan Desain Menara Antena Yagi*: Hasil perancangan desain menara antena yagi ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Menara antena yagi

### III. HASIL PENELITIAN

#### A. Pengujian Antena Yagi VHF dan UHF

1) *Pengukuran SWR Antena VHF dan UHF*: Hasil pengukuran SWR dan Power antena yagi VHF dan UHF menggunakan SWR dan Power meter ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL I  
 HASIL PENGUKURAN SWR DAN POWER ANTENA YAGI VHF DAN UHF

Antena Yagi VHF				Antena Yagi UHF			
145.420 MHz		145.880 MHz		435.880 MHz		437.425 MHz	
SWR	Power (Watt)	SWR	Power (Watt)	SWR	Power (Watt)	SWR	Power (Watt)
1,2	60	1,4	5,8	1,22	4	1,4	4

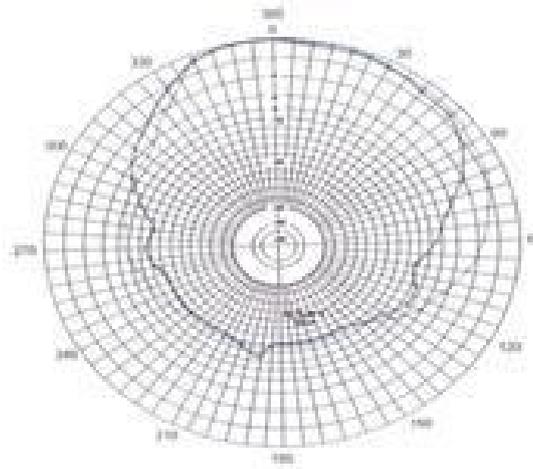
2) *Pengukuran Gain Antena Yagi VHF dan UHF*: Hasil pengukuran gain antena yagi VHF dan UHF ditunjukkan pada Tabel 2.

TABEL II  
 HASIL PENGUKURAN GAIN ANTENA YAGI VHF DAN UHF

Frekuensi (MHz)	Pin (mW)	Pout (mW)	Gain (dB)
145.425	13	425	15.14
145.880	13	454	14.43
435.880	4	80	13.01
437.425	4	72	12.55

**B. Pengujian Pola Radiasi Antena Yagi VHF dan UHF**

Hasil pengujian pola radiasi antena yagi VHF dan UHF ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pola Radiasi Antena Yagi VHF dan UHF

**C. Pengujian Sistem Secara Manual**

Hasil pengujian sistem secara manual ditunjukkan pada Tabel 3.

TABEL III  
 HASIL PENGUJIAN SISTEM SECARA MANUAL

Tampilan LCD		Tampilan Website www.n2yo.com		Kuat Sinyal (dBV)	Konversi Kuat Sinyal (0 – 5 Volt)
Azimuth (°)	Elevasi (°)	Azimuth (°)	Elevasi (°)		
309	45	306	46,4	1,76	1,96
309	45	308,3	47,2	2,07	2,03
318	49	309	48	2,48	2,13
318	58	242	57,4	3,59	2,42
318	58	349	58	3,81	2,48
318	59	354	58,1	3,63	2,43
42	49	42,6	46,9	1,94	2,00
45	49	44	45,9	3,98	2,53
45	46	47	44	4,89	2,81
45	45	48	43	4,48	2,68
49	43	49,6	42	4,54	2,70
52	43	51	41	4,18	2,59
52	40	52,3	40	5,43	2,99
52	40	53,8	38,6	3,98	2,53
57	38	55,9	38,6	3,15	2,3
57	36	56,9	35,7	5,16	2,9
61	36	59	33,3	4,86	2,8
61	32	60,6	31,6	2,36	2,1
61	29	61,5	30,5	5,4	2,98
66	29	63	28,2	0,53	1,7
66	26	66	23,5	4,38	2,65
66	17	69	18	3,15	2,3
66	17	70	17	1,02	1,8

D. Pengujian Sistem Secara Otomatis

Hasil pengujian sistem secara otomatis ditunjukkan pada Tabel 4.

TABEL IV  
 HASIL PENGUJIAN SISTEM SECARA OTOMATIS

Tampilan LCD		Tampilan Website <a href="http://www.n2yo.com">www.n2yo.com</a>		Kuat Sinyal (dBV)	Konversi Kuat Sinyal (0-5V)
Azimuth (°)	Elevasi (°)	Azimuth (°)	Elevasi (°)		
291	48	290,5	51,3	2,99	2,26
308	49	292,6	53,7	2,60	2,16
309	53	294,2	55,3	1,02	1,8
318	53	296,5	57,4	1,76	1,96
318	59	299,2	59,5	0,53	1,7
318	59	310,7	61,2	2,52	2,14
280	59	303	62	3,45	2,38
243	59	305,3	63,3	3,63	2,43
203	59	306,9	64,1	2,44	2,12
128	59	311,5	66,1	0,53	1,7
88	59	316	67,6	2,44	2,12
16	59	322,4	69,4	1,49	1,9
0	59	333,5	71,4	1,21	1,84
29	55	25,8	70,6	2,28	2,08
29	49	28,9	70,1	3,88	2,50
35	49	33,2	69,1	4,08	2,56
45	48	39,5	67,3	4,54	2,70
45,6	44,6	48	63	1,26	1,85
63	37	58	57,4	1,07	1,81
73	37	59,4	56,2	2,52	2,14
81	31	63,4	52,1	6,75	3,48
95	25	70,7	41,5	1,67	1,94

IV. PEMBAHASAN

Dari pengujian SWR antenna VHF dan UHF dihasilkan baik atau rendah diharapkan sinyal dari satelit dapat diterima. Sedangkan pengujian pola radiasi antenna dihasilkan baik *main lobe* dan *frontlobe*.

Untuk pengujian kuat sinyal penerimaan secara manual dan otomatis dihasilkan kuat sinyal penerimaan paling kecil 0,53 dBV dan paling besar 5,43 dBV.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem *tracking* orbit satelit LAPAN A2 maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sinyal *beacon* satelit LAPAN-A2 dapat terdeteksi oleh radio Rig melalui antenna yagi UHF dengan kuat sinyal yang diterima antara 0,53 dBV hingga 6,75 dBV.
2. Pengontrolan gerakan antenna yagi VHF dan UHF menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengancara membentuk sudut azimuth dan sudut elevasi bertambah per 10°hinggasedutazimuth318°kemudian sudutazimuthkembali keposisi0°selanjutnya sudut azimuth bertambahkembali per 10° dan sudut elevasi berkurangper 10° hingga sudut azimuth mencapai 90°, kemudian antenna yagiVHFdanUHF kembali ke posisi saat pertama mendapatkan kuat sinyal *beacon*.
3. Pengaturan *tracking* antenna yagi VHF dan UHF untuk dapat mengikuti gerakan satelit LAPAN-A2 dilakukan dengan cara manual dan otomatis.

B. Saran

Untuk selanjutnya dapat dilakukan penelitian komunikasi menggunakan satelit LAPAN A2.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Noname, (2015). <http://pusteksat.lapan.go.id/index.php/subblog/pages/2014/38/Spesifikasi-eknis-Satelit-LAPAN-A2> diakses 24 Mei 2018
- [2] Jacobovitz. (2014). *Radio Frequency Beacon* Reference#: P01510. <http://www.jhuapl.edu/ott/technologies/technology/articles/P01510.asp> diakses 24 Mei 2018
- [3] Sonny Dwi Harsono. (2016). *Tracking Satelit Lapan-A2 menggunakan program open source*. Seminar Nasional IPTEK Penerbangan dan Antariksa XX-2016
- [4] Virna P Setyorini, (2015), *Satelit Lapan A2 mulai mengorbit*,. Senin, 28 September 2015. <http://www.antaranews.com/berita/520464/satelit-lapan-a2-mulai-mengorbit>. Diakses 26 Mei 2018
- [5] M Zaid Wahyudi. (2015). *Satelit LAPAN A2/ORARI, Asli Buatan Indonesia*. Kamis 3 September 2015. <http://nationalgeographic.co.id/berita/2015/09/satelit-lapan-a2-orari-asli-buatan-indonesia>. Diakses 26 Mei 2017