

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA QUADRIFILAR HELIKS PADA FREKUENSI 145,825 MHz SEBAGAI PENERIMA SINYAL APRS SATELIT LAPAN-A2

DESIGN AND REALIZATION QUADRIFILAR HELIX ANTENNA 145.825 MHz FOR SIGNAL RECEIVER OF APRS LAPAN-A2 SATELLITE

Farid Nur Hammadi¹, Bambang Setia Nugroho², Agus Dwi Prasetyo³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹faridnh@students.telkomuniversity.ac.id ²bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id

³adprasetyo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

APRS Repeater yang dibawa oleh LAPAN-A2 adalah salah satu upaya cepat tanggap bencana, APRS Repeater LAPAN-A2 akan mengirimkan sinyal yang bisa berisi data lokasi, koordinat, peta, gambar, maupun suara melalui frekuensi radio amatir (144-148 MHz) kepada siapapun yang berada di dalam jaringan. Salah satu komponen penting penerima sinyal APRS di Bumi ialah antenna, diperlukan antenna yang mempunyai polarisasi sirkular dan juga punya area penangkapan (*Beam-Width*) yang lebar.

Antena Quadrifilar Heliks (AQH) adalah salah satu jenis antena yang sering digunakan untuk komunikasi satelit karena karakteristiknya sesuai dengan yang dibutuhkan, dan juga karena AQH adalah antena yang fleksibel, pola radiasi, polarisasi, impedansi, dan *gain* dari antena dapat diatur berdasarkan dimensi fisiknya. Maka dari itu pada penelitian ini dirancang Antena Quadrifilar Heliks yang bekerja pada frekuensi APRS yaitu 145,825 MHz.

Pola radiasi dari AQH realisasi adalah *uni-directional* dengan lebar *HPBW* 130° untuk azimuth dan 110° untuk elevasi, antena juga mempunyai polarisasi sirkular dengan *beam-width* $\geq 120^\circ$, serta nilai *gain* sebesar 3,97 dB. Hasil tersebut menunjukkan bahwa antena memenuhi spesifikasi untuk digunakan sebagai antena penerima sinyal APRS satelit LAPAN-A2.

Kata Kunci : LAPAN-A2, *Automatic Packet Reporting System (APRS)*, Antena Quadrifilar Heliks

Abstract

APRS Repeater brought by LAPAN-A2 is one of rapid disaster response efforts, APRS Repeater LAPAN-A2 will send a signal that could contain location data, coordinates, maps, pictures, and sound through amateur radio frequencies (144-148 MHz) to anyone inside the network. One important component of the signal receiver APRS on Earth is the antenna, the antenna is required to have circular polarization and also has wide beam-width.

Quadrifilar Helical Antenna (QHA) is one type of antenna that is often used for satellite communications because of its characteristics as required, and also because AQH is a flexible antenna, the radiation pattern, polarization, impedance, and gain of antenna can be set based on the physical dimension of antenna. Thus, this study was designed Quadrifilar Helical Antenna working on APRS frequency, 145.825 MHz.

The radiation pattern of the QHA realization is *uni-directional* with *HPBW* 130 ° and 110° for azimuth and elevation respectively, and it has a circular polarization with *beam-width* $\geq 120^\circ$, and the value of its *gain* is 3.97 dB. The results show that the antenna meets the specifications to be used as an antenna for receiving an APRS signal of LAPAN-A2.

Key Words : LAPAN-A2, *Automatic Packet Reporting System (APRS)*, *Quadrifilar Helix Antenna*

1. Pendahuluan

Perkembangan satelit pada era teknologi seperti sekarang ini sangatlah pesat, negara-negara di dunia berlomba-lomba untuk mengirimkan satelitnya ke luar angkasa dengan berbagai tujuan mulai dari mengamati cuaca, mengamati permukaan bumi (surveillance), navigasi, telekomunikasi, siaran televisi, dll.

Di Indonesia sendiri perkembangan satelit dilakukan oleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). LAPAN baru saja berhasil meluncurkan satelit keduanya yang diberi nama LAPAN-A2 pada tanggal 28 September 2015 menggunakan roket PSLV-C31 di Satish Dhawan Space Center, India [1]. Satelit LAPAN-A2 mempunyai 3 misi utama yaitu, memonitor perairan Indonesia menggunakan Automatic Identification System (AIS) , mengamati permukaan Bumi menggunakan 2 kamera ber-resolusi tinggi , serta membangun komunikasi dengan radio amatir di Indonesia untuk penanganan bencana menggunakan Automatic Packet Reporting System (APRS) Repeater [1]. Sinyal dari APRS Repeater Satelit LAPAN-A2 dapat mengirimkan koordinat, suara, dll yang akan digunakan oleh Tim SAR salah satunya untuk pencarian jalur ke lokasi bencana.

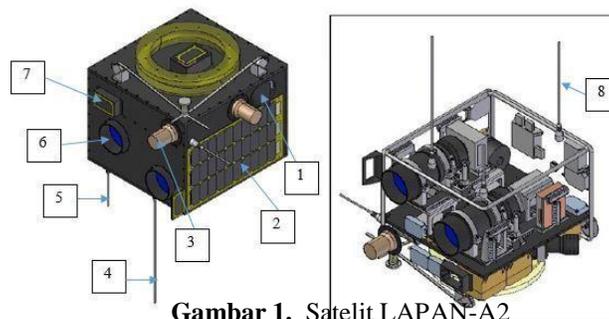
APRS Repeater yang berada di satelit LAPAN-A2 menggunakan frekuensi komunikasi radio amatir yaitu 145,825 MHz [2], berbagai macam jenis antenna dapat digunakan untuk menangkap sinyal APRS tersebut, salah satunya adalah antena Cross-Yagi yang digunakan oleh Nimit Hongyim pada penelitiannya [3]. Namun, antena Cross-Yagi mempunyai kekurangan yaitu dimensi yang besar, serta dibutuhkan rotator untuk mengarahkan antena ke satelit agar sinyal tetap dapat ditangkap dengan baik. Jenis antena lain yang bisa digunakan yaitu antena Quadrifilar Heliks seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Sultan Shoaib pada tahun 2010, antena Quadrifilar Heliks mempunyai beberapa kelebihan yaitu ringan, polarisasi sirkular, tidak memerlukan ground plane, serta mempunyai beam-width yang lebar [4].

Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan dirancang sebuah antena Quadrifilar Heliks sebagai penerima sinyal APRS satelit LAPAN-A2, dengan harapan, antena ini dapat menerima sinyal dengan baik walaupun tanpa menggunakan rotator karena mempunyai beam-width yang lebar.

2. Dasar Teori

2.1 LAPAN-A2

LAPAN-A2 adalah satelit mikro ke-2 yang berhasil diluncurkan LAPAN ke luar angkasa setelah LAPAN-TUBSAT, LAPAN-A2 yang berhasil diluncurkan pada tanggal 28 September 2015 menggunakan roket PSLV-C31 di Satish Dhawan Space Center, India ini mempunyai beberapa tujuan utama antara lain, memonitor perairan Indonesia menggunakan *Automatic Identification System (AIS)* , mengamati permukaan Bumi menggunakan 2 kamera ber-resolusi tinggi , serta membangun komunikasi dengan radio amatir di Indonesia untuk penanganan bencana menggunakan *Automatic Packet Reporting System (APRS) Repeater* [5].



Gambar 1. Satelit LAPAN-A2

Keterangan :

1. Sensor Bintang
2. Panel Surya
3. Antena pengirim data *Payload*

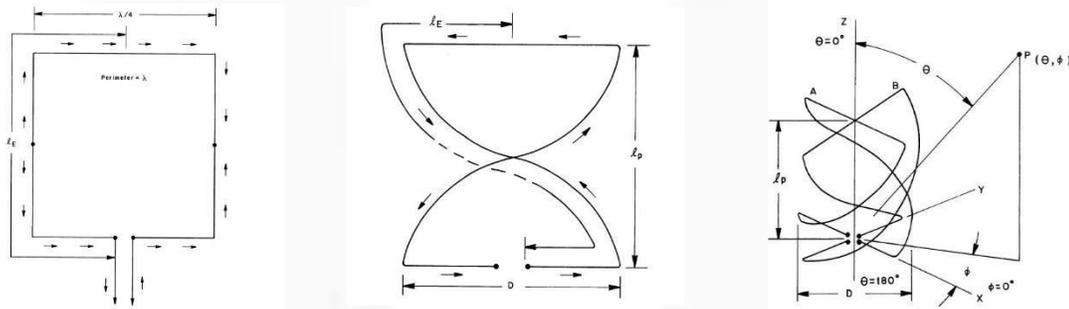
4. Antena AIS
5. Antena AIS
6. Lensa Kamera
7. Sensor Matahari
8. Antena TT&C

2.2 Automatic Packet Reporting System

APRS pertama kali diperkenalkan oleh Bob Bruniga, WB4APR, di tahun 1992 pada *TAPR/ARRL Digital Communications Conference*. Pada dasarnya, APRS adalah protokol paket komunikasi untuk menyebarkan *live data* ke semua orang yang ada di jaringan secara *real-time* [7]. Fitur yang paling terlihat pada APRS ini adalah kombinasi dari paket radio dengan jaringan *Global Positioning System (GPS)* satelit, memungkinkan radio amatir untuk menampilkan secara otomatis posisi dari stasiun radio dan objek lainnya di PC [6]. Fitur lainnya yang tidak langsung berhubungan dengan pelaporan posisi adalah antara lain, pelaporan cuaca, pencarian jalur, serta pesan.

2.3 Antena Quadrifilar Heliks

Antena Quadrifilar Heliks (AQH) pertama kali dikembangkan oleh Dr C. C. Kilgus dari Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University pada tahun 1968. AQH sering digunakan untuk komunikasi satelit, baik sebagai pemancar atau penerima, selain itu, antena ini sering digunakan untuk menerima gambar dari satelit cuaca. Alasan banyaknya AQH dipakai untuk komunikasi satelit adalah karena spesifikasinya yaitu pola radiasi dari AQH hampir omnidirectional, yaitu berbentuk *hemispherical* serta polarisasinya sirkular dimanapun arahnya, sehingga sinyal tetap dapat diterima hampir di sepanjang horizon, dan walaupun berpolarisasi vertikal atau horizontal [7].



Gambar 2. (kiri) Bifilar Heliks *zero turn*, (tengah) Bifilar Heliks *1/2 turn*, (kanan) Quadrifilar Heliks *1/2 turn*

Agar Antena Quadrifilar Heliks (AQH) memberikan performa yang optimal, maka kedua bifilar heliks harus dicatu dengan fasa yang berbeda 90°. Pada metode *Self-Phased Quadrature Feed* kedua bifilar heliks yang saling *ortogonal* memiliki panjang resonan yang berbeda dan akan dicatu secara paralel, bifilar heliks pertama dibuat lebih panjang dari panjang resonan frekuensi dan menjadikannya bersifat induktif, sementara bifilar heliks kedua dibuat lebih kecil dari panjang resonan frekuensi dan menjadikannya bersifat kapasitif. Bifilar heliks yang lebih besar didisain agar mempunyai nilai impedansi imajiner X_L sama dengan nilai komponen resistansi, begitu juga dengan bifilar heliks yang lebih kecil, dibuat agar mempunyai nilai impedansi imajiner X_C sama dengan resistansi [8].

Tabel 1. Perhitungan Dimensi Antena Quadrifilar Heliks [8]

Bifilar Heliks	Diameter (D)	Panjang Aksial (len_p°)	Keliling
Besar	0,173 λ	0,260 λ	1,120 λ
Kecil	0,156 λ	0,238 λ	1,016 λ

3. Perancangan

3.1 Spesifikasi APRS LAPAN-A2

Untuk perancangan, perlu diketahui terlebih dahulu spesifikasi APRS Repeater LAPAN-A2,

Tabel 2. Spesifikasi APRS Repeater LAPAN-A2

Frekuensi	145,825 MHz
Bitrate	1200 bps
Modulasi	AFSK
Power Output satelit	3,5 W (5,44 dB)
Pola Radiasi Antena	Omnidirectional
Polarisasi Antena	Linier
Gain Antena	0 dB

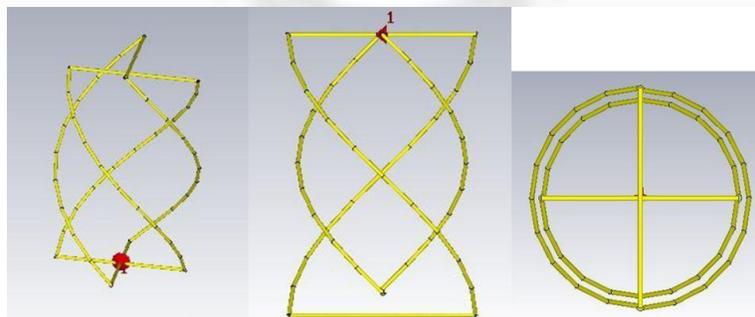
3.2 Spesifikasi Antena quadrifilar Heliks

Adapun spesifikasi antena yang diinginkan adalah sebagai berikut :

- Frekuensi kerja : 145,825 MHz
- VSWR : ≤ 1.5
- Gain : ≥ 3 dBi
- Impedansi : 50Ω
- Beamwidth : $\geq 127^\circ$
- Polarisasi : Sirkular (LHCP / RHCP)
- Pola Radiasi : Unidireksional
- Axial Ratio : ≤ 3 dB

3.3 Desain Antena

Antena Quadrifilar Heliks yang dirancang adalah antena dengan $\frac{1}{2}$ turn, dan rasio diameter/tinggi 0,44



Gambar 3. Desain Antena Quadrifilar Helix

Tabel 3. Parameter Dimensi Antena

Bifilar Heliks	Diameter (D)	Tinggi (len_p)	Keliling (Perimeter)
Besar	29,5 cm	68,5 cm	224,19 cm
Kecil	27,5 cm	64,5 cm	210,06 cm

3.4 Realisasi Antena

Setelah didapatkan dimensi yang sesuai, antena direalisasikan dengan menggunakan bahan pipa tembaga dengan diameter 0,8mm.



Gambar 4. Realisasi Antena Quadrifilar Heliks

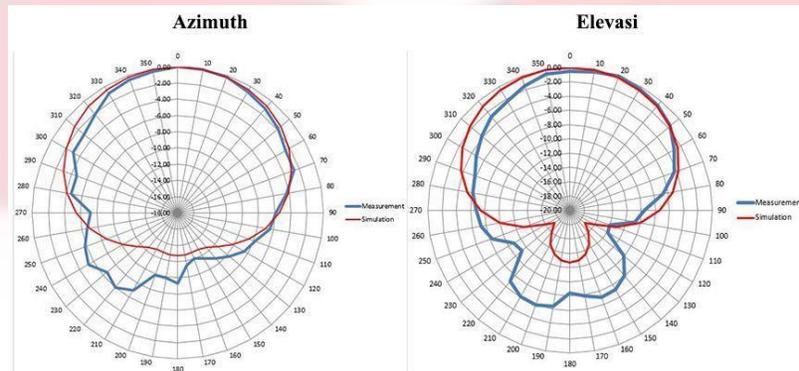
4. Pengukuran dan Analisis

Setelah mendesain Antena Quadrifilar Heliks pada bab sebelumnya, perlu dilakukan pengukuran realisasi antenna untuk mengetahui apakah sesuai dengan hasil simulasi, pengukuran tersebut dibagi kedalam dua jenis, yaitu pengukuran parameter dalam yaitu frekuensi tengah, *return loss*, impedansi, *VSWR*, dan pengukuran parameter luar yaitu pola radiasi, *HPBW*, *gain*, polarisasi.

Tabel 4. Perbandingan Parameter Dalam antara Spesifikasi, Simulasi, dan Realisasi

Parameter	Spesifikasi	Simulasi	Realisasi
Frekuensi Tengah	145,825 MHz	145,8 MHz	144,437 MHz
<i>Return Loss</i>	≤ -14 dB	-20,543 dB	-18,931 dB
Impedansi	$\pm 50 \Omega$	$42,416 - j4,246 \Omega$	$50,56 + j11,45 \Omega$
<i>VSWR</i>	$\leq 1,5$	1,207	1,258

Seluruh pengukuran parameter luar telah dilakukan, ada beberapa parameter yang mempunyai hasil yang berbeda dengan simulasi, salah satunya adalah *HPBW*. Untuk *HPBW* azimuth, terdapat selisih 9,7° antara hasil simulasi dan pengukuran, namun masih memenuhi spesifikasi, namun perbedaan yang cukup signifikan terjadi antara nilai *HPBW* elevasi dari hasil pengukuran dengan hasil simulasi, pada simulasi, *HPBW* elevasi yang didapat adalah 127,9° sedangkan pada pengukuran, hanya didapat 110°, berselisih 17,9°, hasil tersebut juga menunjukkan bahwa *HPBW* elevasi hasil pengukuran lebih rendah dari spesifikasi. Pada parameter *gain*, hasil yang didapat lebih rendah 0,61 dB dari hasil simulasi dan lebih rendah 0,03 dB dari spesifikasi awal.

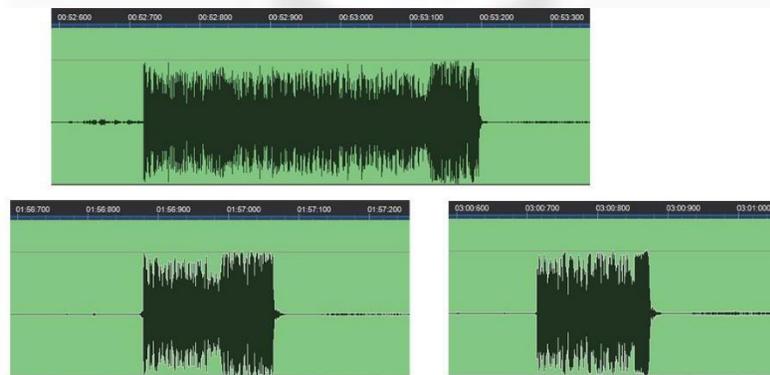


Gambar 5. Perbandingan Pola Radiasi pada pengukuran dan simulasi

Tabel 5. Perbandingan Parameter Luar antara Spesifikasi, Simulasi, dan Realisasi

Parameter	Spesifikasi	Simulasi	Realisasi
<i>HPBW</i> Azimuth	$\geq 127,6^\circ$	139,7°	130°
<i>HPBW</i> Elevasi	$\geq 127,6^\circ$	127,9°	110°
<i>Gain</i>	≥ 3 dB	4,64 dB	3,97 dB
<i>Beam-Width</i> Polarisasi Sirkular	$\geq 127,6^\circ$	156°	$\geq 120^\circ$

Adapun percobaan untuk menerima sinyal APRS satelit LAPAN-A2 dilakukan dengan cara memasang antena pada *Handy Talkie* pada saat satelit melintas. Sinyal yang didapat *Handy Talkie* adalah sinyal suara, oleh karena itu, diperlukan alat perekam suara agar sinyal dapat dilihat dalam bentuk grafik. Pada percobaan ini, telah direkam suara selama 5 menit, dan pada beberapa bagian, terdapat sinyal suara dari satelit.



Gambar 6. Sinyal APRS Satelit LAPAN-A2 yang diterima

5. Kesimpulan

Setelah melakukan seluruh proses mulai dari perancangan sampai dengan realisasi, dapat diambil kesimpulan yaitu pertama, Antena Quadrifilar Heliks dapat digunakan sebagai penerima sinyal APRS satelit LAPAN-A2, kedua jumlah *turn* dan rasio diameter/tinggi dari Antena Quadrifilar Heliks berbanding terbalik dengan lebar *HPBW* dan berbanding lurus dengan *gain*, semakin banyak jumlah *turn* dan semakin besar rasio diameter/tinggi, semakin sempit *HPBW* dan semakin besar *gain*, begitu juga sebaliknya, ketiga jenis Antena Quadrifilar Heliks $\frac{1}{2}$ *turn* dan rasio diameter/tinggi 0,44 adalah jenis yang paling sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan, keempat antena mempunyai pola radiasi *uni-directional* dengan lebar *HPBW* masing-masing 130° dan 110° untuk arah azimuth dan elevasi, serta mempunyai polarisasi sirkular dengan *beam-width* $\geq 120^\circ$, kelima *gain* yang diperoleh antena adalah sebesar 3,97 dB, disebabkan adanya *back-lobe* yang cukup besar pada pola radiasi, namun sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan *link budget* APRS satelit LAPAN-A2..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://pusteksat.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2015/90/PERJALANAN-SATELIT-LAPAN-A2ORARI-MENUJU-ORBIT> (diakses pada 17 Mei 2015)
- [2] <http://www.arrl.org/news/lapan-a2-fm-and-aprs-satellite-launched> (diakses pada 17 Mei 2015)
- [3] Hongyim, Nimit. 2015. Building Automatic Antenna Tracking System for Low Earth Orbit (LEO) Satellite Communications. Thailand. [2015 International Computer Science and Engineering Conference \(ICSEC\)](#)
- [4] Shoaib, Sultan. 2010. Design and Implementation of Quadrifilar Helix Antenna for Satellite Communication. Pakistan. [Emerging Technologies \(ICET\), 2010 6th International Conference](#)
- [5] Triharjanto, Robertus Heru; Mukhayadi, M; Hardhienata, Soewarto. 2011. LAPAN-A2 : Indonesian Near-Equatorial Surveillance Satellite. the 18th Asia-Pacific Regional Space Agency Forum (APRSAP), Singapore, 2011.
- [6] Ian Wade, G3NRW, ed. (August 29, 2000). "APRS Protocol Reference" (PDF). Tucson Amateur Packet Radio.
- [7] Kilgus, Charles C. 1970. Resonant Quadrifilar Helix Design. Microwave Journal
- [8] M.W.Maxwell, Chapter 22 "The Quadrifilar Helix Antenna" in ARRL-book "Reflections", 1991, ISBN 0.087259-299-5.