

PEMANFAATAN ANTENA QUADRIFILAR HELIX SEBAGAI PERANGKAT PENERIMA SINYAL SATELIT BEACON UNTUK PENGUKURAN TOTAL ELECTRON CONTENT

Musthofa Lathif

Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa - LAPAN

Jl. Dr. Djundjunaan 133 Bandung 40173

mlathif@bdg.lapan.go.id

Abstrak

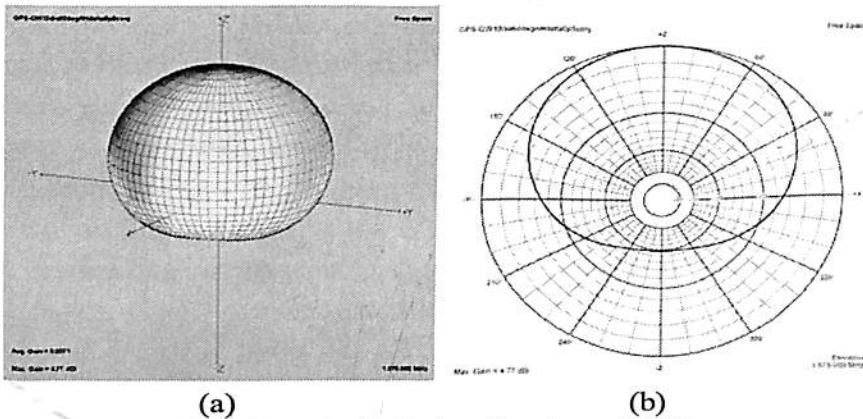
Antena quadrifilar helix (QFH) adalah sebuah antena helical yang difungsikan sebagai penerima gelombang radio dimana mempunyai polarisasi beam omnidireksional dari semua arah horisontal, vertical maupun polarisasi lingkaran searah jarum jam. Perancangan dan pembuatan antena QFH relatif sederhana dengan bahan yang murah dan mudah diperoleh dipasaran. Antena ini dirancang pada frekuensi 150 MHz dan 400 MHz untuk menerima sinyal satelit beacon pada orbit LEO, dan bertujuan untuk mendukung sistem ground-based pengukuran total electron content (TEC) pada lapisan ionosfer. Dari hasil uji lapangan antena ini bisa menerima sinyal satelit beacon dengan baik sehingga dapat diteruskan ke modul-modul selanjutnya untuk pemrosesan sinyal yang kemudian dapat menghasilkan data TEC seperti yang diharapkan.

*Kata kunci : Antena quadrifilar helix, omnidireksi
400MHz, satelit beacon.*

1. PENDAHULUAN

Secara umum antena adalah piranti untuk memancarkan gelombang elektromagnetik dan sekaligus menerima pancaran gelombang elektromagnetik. Artinya antena berfungsi untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik, dan sebaliknya. Antena akan beroperasi efektif jika dimensinya sama dengan panjang gelombang yang akan dipancarkan atau diterima. Dalam perancangan sebuah antena untuk mendukung kegiatan rancang bangun sistem penerima "ground-based" untuk pengukuran total electron content (TEC) pada lapisan ionosfer, dipilihlah sebuah antena quadrifilar helix (QFH). Antena ini difungsikan untuk menerima sinyal satelit beacon pada orbit rendah LEO dengan ketinggian sekitar 300 – 1500 km di atas permukaan bumi. Satelit beacon ini pada prinsipnya memancarkan sinyal dual band 150 MHz

(VHF) dan 400 MHz (UHF) yang digunakan untuk pengamatan lapisan ionosfer, sehingga sangat memungkinkan untuk pengukuran TEC yang digunakan untuk mengetahui koreksi ionosfer dan gangguannya bagi keperluan komunikasi dan navigasi [Yamamoto, 2008]. Beberapa satelit beacon yang memancarkan sinyal frekuensi 150 MHz dan 400 MHz dengan orbit polar yaitu satelit OSCAR 23, OSCAR 25, OSCAR 31, OSCAR 32, RADCAL, FORMOSAT-1, FORMOSAT-2, FORMOSAT-3, FORMOSAT-4, FORMOSAT-5, FORMOSAT-6, DMSP F15, COSMOS 2407, COSMOS 2414 dan COSMOS 2429. Satelit tersebut melintasi utara dan selatan bumi dari kutub ke kutub dengan sudut inklinasi 90 derajat, Sedangkan satelit dengan orbit equatorial adalah satelit C/NOFS, melintasi equatorial dengan sudut inklinasi mendekati ekuatorial. Antena QFH adalah sebuah antena jenis helix (melingkar), dimana mempunyai pola beam omnidirectional (Gambar 1a), dari semua arah horizontal, vertikal maupun polarisasi searah jarum jam (polarisasi lingkaran) (Gambar 1b) dan mempunyai transmisi bebas pandang (line of sight) [Kilgus, 1970].



(a) (b)
Gambar 1. Polarisasi antena QFH

Antena QFH mempunyai ukuran yang relatif kecil, dan sudah digunakan sebagai antena penerima satelit cuaca dengan frekuensi 137 MHz [Goodroe, 1998] maupun penerima satelit GPS frekuensi tunggal 1575 MHz dengan orbit polar [O'Neill, 2005] dan mempunyai polarisasi omnidirectional. Antena ini bersifat statis/diam sehingga dapat menerima pergerakan sinyal dari satelit.

2. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ANTENA

Dalam perancangan dan pembuatan antena quadrifilar helix dengan frekuensi 150 MHz (VHF) dan 400 MHz (UHF), menggunakan bahan-bahan sebagai berikut :

- Pipa tembaga 7 mm dengan panjang : ± 6 m
- Konektor tembaga 7 mm : 16 buah
- Pipa PVC 1.25", panjang : 2m
- Soket PVC 1.25" : 2 buah
- Plat PCB ukuran 2mm
- Mur baud 2.5 mm : 16 buah
- Kabel Coaxial : RG-58, 50 ohm : panjang 2 m
- Kabel Coaxial : 5D-FB, 50 ohm : panjang 80 m
- Konektor BNC RG-58 2 buah
- Konektor N type : 4 buah
- Adaptor konektor BNC to N type : 4 buah
- Tripot 1.5"

Ukuran antenna quadrifilar helix dihitung dengan menggunakan sebuah software dari <http://www.jcoppens.com/ant/qfh/calc.en.php> sehingga diperoleh dimensi dan ukuran antenna. Sebagai masukan dari perancangan antenna frekuensi 400 MHz dan 150 MHz dapat dilihat pada Tabel 1 berikut,

Tabel 1 Desain dan ukuran antenna pada frekuensi 400MHz dan 150MHz

Design Frequency	400 MHz	150 MHz
Length of one turn	0.5 wavelengths	0.5 wavelengths
Number of turns	1	1
Bending radius	15 mm	15 mm
Conductor diameter	7 mm	7 mm
Width/height ratio	0.44	0.44

Keluaran dari perhitungan antenna di atas, berupa dimensi dan ukuran total antenna quadrifilar helix sebagai berikut pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil perhitungan antenna pada frekuensi 400 MHz dan 150 MHz

Result Frequency	400 MHz	150 MHz
Wavelength	750 mm	2000 mm
Compensated wavelength	803.2 mm	2142 mm
Bending correction	6.4 mm	6.4 mm

Perhitungan selanjutnya menghasilkan dimensi dan ukuran antenna secara rinci untuk frekuensi 400 MHz (Tabel 3) dan frekuensi 150 MHz (Tabel 4) serta gambar rancangan yang akan dibuat (Gambar 2).

Tabel 3 Hasil perhitungan antenna frekuensi 400 MHz

Result Frequency	400 MHz			
	Larger loop (mm)		Small loop (mm)	
Total Length		824.1		783.1
Vertical separator		312		296.9
Total compensated length		849.8		808.9
Compensated vertical separator		282		266.9
Antenna height	H1	256.6	H2	244.2
Internal diameter	Di1	105.9	Di2	100.4
Horizontal separator	D1	112.9	D2	107.4
Compensated horiz. separator	Dc1	82.9	Dc2	77.4

Tabel 4 Hasil perhitungan antenna frekuensi 150 MHz

Result Frequency	150MHz			
	Larger loop (mm)		Small loop (mm)	
Total Length		2197.6		2088.4
Vertical separator		816.2		776.1
Total compensated length		2223.4		2114.2
Compensated vertical separator		786.2		746.1
Antenna height	H1	671.4	H2	638.4
Internal diameter	Di1		Di2	273.9
Horizontal separator	D1	295.4	D2	280.9

Compensated horiz. separator	Dc1	265.4	Dc2	250.9
------------------------------	-----	-------	-----	-------



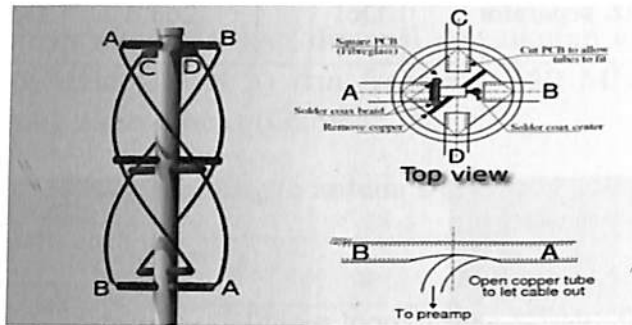
(a)

(b)

Gambar 2 (a) Larger loop antenna dan (b) Small loop antenna

Dari Gambar 2 bisa dilihat dan diukur sesuai dengan dimensi yang tertulis dari Tabel 3 dan Tabel 4. Antena QFH sangat murah dan sederhana pembuatannya, karena hanya terdiri dari 2 elemen tembaga dan pipa PVC. Elemen yang pendek merupakan driven (Gambar 2b) sedangkan elemen yang panjang merupakan reflector (Gambar 2a). Elemen tembaga tersebut dibuat 2 lengkungan vertikal yang bersudut pada sisi-sisinya, dan dipilin secara vertikal dan menyilang, hal ini mengakibatkan pola penerimaannya menjadi omni-directional dan saling menguatkan antara elemen pendek dan elemen panjang, sehingga bisa menangkap sinyal frekuensi 150 MHz dan 400 MHz dari satelit. Antena ini mempunyai karakteristik impedansi 50 ohm.

Dalam pembuatan antena QFH ini, terlebih dahulu membuat antena untuk frekuensi 400 MHz yang berukuran lebih kecil dimana nantinya akan dirangkaikan ke dalam antena 150 MHz yang berukuran yang lebih besar yang berfungsi untuk menghindari adanya variasi fasa karena gerak satelit (Gambar 4). Kedua antena ini dibuat dengan pipa tembaga berdiameter 7 mm sehingga harus hati-hati dalam membuat lengkungan pada elemen pendek maupun elemen panjang sesuai dengan ukurannya.



Gambar 3. Pemasangan kabel RG-58 pada antenna
<http://www.jcoppens.com/ant/qfh/img/v2/012.jpeg>

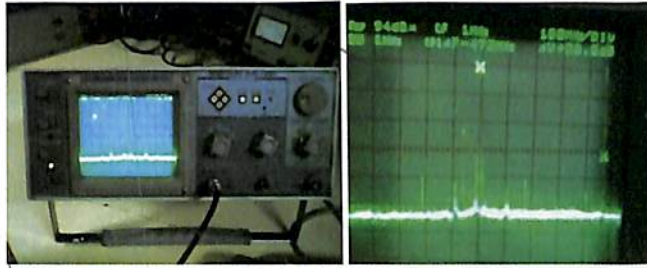
Pada pemasangan kabel RG-58 perlu diperhatikan agar koneksi antara elemen pendek (driven) dan elemen panjang (reflector) tersambung dengan benar seperti pada Gambar 3, serta perlu penyolderan yang kuat agar sambungan tidak mudah lepas, atau bisa ditambah dengan sekrup pada ujung tembaga dan ujung kabel RG-58 yang menempel pada lempengan tembaga.



Gambar 4 Antena QFH 400 MHz dan 150 MHz

3. PENGUJIAN ANTENA

Pengujian antenna dilakukan dengan pengukuran awal menggunakan sinyal generator untuk mengkalibrasi frekuensi kerja di 150 MHz dan 400 MHz. Kemudian menggunakan transceiver VHF, untuk mensimulasikan sinyal pada frekuensi 150 MHz, yang dihubungkan dengan frekuensi counter. Hal ini dilakukan untuk mengukur frekuensi kerja dari simulasi frekuensi. Hasil pengukuran ditampilkan oleh spectrum analyzer, seperti Gambar 5 berikut.



Gambar 5 Pengukuran menggunakan spektrum analyzer

Dari Gambar 5 terlihat respon frekuensi dari antenna telah bekerja pada 150 MHz dan 400 MHz bahwa ada sinyal yang diterima oleh antenna. Sinyal tersebut sangat lemah terdeteksi oleh spektrum analyzer sehingga perlu penguatan antenna yaitu pre-amplifier maupun amplifier.

Pengujian lapangan dilakukan untuk mendeteksi dan menerima sinyal satelit beacon dan 150 MHz dan 400 MHz yang kemudian diproses untuk mendapatkan nilai TEC pada lapisan ionosfer. Pengujian dilakukan dengan menempatkan antenna QFH yang dirangkaikan dengan modul preamplifier yang berada di luar gedung (Gambar 6) dan perangkat sistem receiver gnu-radio, yang terdiri dari modul bandpass filter, amplifier LNA, universal software radio peripheral (usrp) dan pc sebagai software controller ditempatkan di dalam gedung (Gambar 7).



Gambar 6 Antena QFH

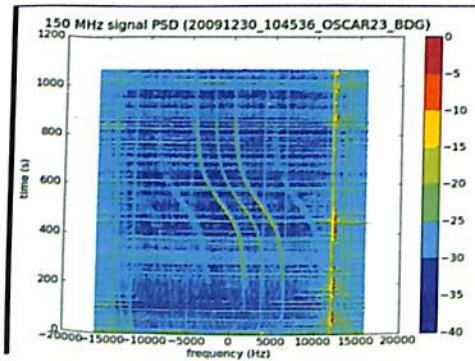


Gambar 7 BPF, LNA, USRP dan PC

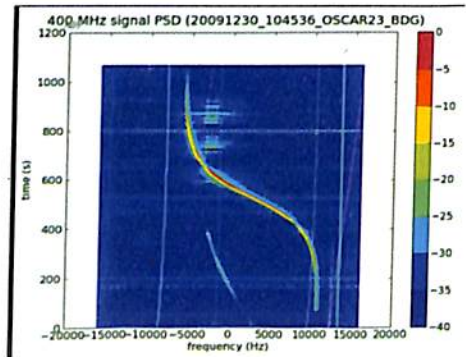
4. HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

Dari pengamatan uji lapangan yang dilakukan di Lapan bandung dari bulan November 2009 sampai dengan Februari 2010, terlihat instrumen

pengamatan TEC cukup stabil, termasuk antenna quadrifilar helix sebagai penerima sinyal frekuensi 150 MHz dan 400 MHz satelit beacon. Berikut contoh cuplikan dari data hasil pengamatan dari satelit OSCAR23 pada tanggal 30 Desember 2009, pukul 10:45:36 UT,



Gambar 8 Plot data frekuensi doppler shift 150MHz



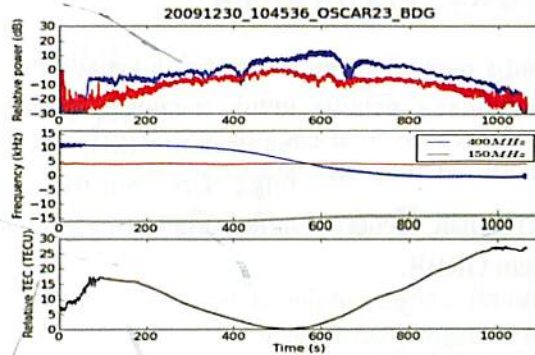
Gambar 9 Plot data frekuensi doppler shift 400MHz

Dari gambar di atas terlihat sinyal frekuensi 150 MHz dan 400 MHz diterima dengan baik oleh antenna quadrifilar helix yang digabungkan dengan seperangkat modul receiver. Gambar 8 menunjukkan power sinyal satelit OSCAR23 (perubahan frekuensi doppler shift terhadap waktu) yang mengindikasikan pergerakan satelit. Saat frekuensi bernilai negatif, satelit mendekati penerima. Sedangkan saat frekuensi bernilai positif, satelit menjauhi penerima. Frekuensi tengahnya adalah 150 MHz (pada posisi nol Hz) dengan bandwidth dari -2 KHz sampai +5 KHz. Begitu juga dengan Gambar 9, dengan frekuensi tengah 400 MHz (pada posisi nol Hz) serta bandwidth dari -5 KHz sampai +10 KHz.

Pergerakan satelit juga terlihat pada Gambar 10 dengan sudut elevasi mendekati 90° yang berarti bahwa satelit OSCAR23 dengan orbit polar hampir melewati di atas receiver, satelit bergerak dari arah utara pada pukul 10:45:36 UT menuju ke arah selatan yang berakhir pukul 11:03:23 UT.



Gambar 10. Plot trajectory
Satelit OSCAR23 yang
melintasi receiver



Gambar 11. Plot data relative power, frekuensi
doppler shift 150MHz dan 400 MHz serta plot
nilai TEC

Data awal berupa sinyal power frekuensi 150 MHz dan 400 MHz berupa raw data yang diterima receiver kemudian diolah dan diproses dengan menggunakan free software gnu radio yang diinstall dalam sebuah PC berbasis ubuntu linux. Hasil pemrosesan data tersebut menghasilkan data akhir berupa total electron content (dalam TECU) seperti pada Gambar 11.

5. KESIMPULAN

Antena QFH adalah antenna dengan polarisasi omnidireksional (segala arah) sehingga bisa digunakan sebagai penerima sinyal satelit beacon pada orbit LEO pada frekuensi 150 MHz dan 400 MHz. Spesifikasi antenna ini relatif sederhana, murah dan mudah dalam pembuatannya karena menggunakan bahan yang ada dipasaran. Dari hasil uji laboratorium dan uji lapangan terlihat antenna ini bekerja dengan baik sehingga sinyal yang diterima dapat diteruskan ke modul-modul selanjutnya untuk pemrosesan sinyal yang kemudian melalui software gnu-radio diproses untuk menghasilkan data TEC seperti yang diharapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Mamoru Yamamoto yang telah mengundang penulis untuk mempelajari dan berdiskusi sistem GNU Radio Beacon Receiver di laboratorium RISH, Kyoto University, Jepang, dan juga Ir. Timbul Manik, M. Eng., Drs. Sunardi, Drs. Nolly A.H., Rizal, Taufiq Kurrohman, Hendro, Didik, serta Mario, yang telah membantu dalam pembuatan sistem GRBR.

DAFTAR RUJUKAN

Goodroe, George, 1998. A Quadrifilar Helix Antenna for 137 MHz
<http://www.qsl.net/kf4cpj/qha/>, diakses Maret 2009.

[Http://id.wikipedia.org/wiki/Antena](http://id.wikipedia.org/wiki/Antena), diakses Januari 2009.

Milligan, Thomas A., 2005. Modern Antenna Design, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, USA, 264-284.

O'Neill, Greg, 2005. GPS Quadrifilar Antenna Designs for Portable Devices,
[http://www.skycross.com/Technology/Whitepapers/GPS
Antennas_for_Portables.pdf](http://www.skycross.com/Technology/Whitepapers/GPS_Antennas_for_Portables.pdf), diakses Maret 2009.

Quadrifilar Helix Antenna, <http://www.jcoppens.com/ant/qfh>, diakses Januari 2009.

The PHQFH Quadrifilar Helix Antenna : Construction Manual
<http://web.ukonline.co.uk/phqfh/qfh.pdf>, diakses Maret 2009.

Yamamoto, Mamoru 2008. Digital Beacon Receiver For Ionospheric TEC Measurement, Earth Planets Space, 60 e21-e24.