

RANCANG BANGUN ANTENA QUAD LOOP BERBENTUK BELAH KETUPAT 1λ PADA FREKUENSI 452,5 MHZ

Slamet Purwo Santosa¹, Puji wiharto²

Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana Jakarta

slametpurwosantosa@unkris.ac.id, pujiwihartop@gmail.com

ABSTRAK- Dengan perkembangan teknologi dan aplikasi nirkabel, bermunculan pula berbagai jenis antena yang dirancang dengan karakter-karakternya yang berbeda-beda. Dalam menentukan karakteristik sebuah antena terdapat beberapa besaran-besaran penting yang menjadi parameter dalam spesifikasi sebuah antenna, yang harus dipenuhi dalam proses perancangannya. Salah satu struktur antena sederhana adalah menggunakan antena loop berbentuk belah ketupat 1λ .

Dalam merancang antena loop berbentuk belah ketupat 1λ , kami menggunakan bahan logam stainless yang berdiameter 0,5 cm yang bekerja pada frekuensi 452.50 MHz dengan total panjang fisik antena sebesar 63 cm dengan masing-masing panjang $\frac{1}{4}\lambda$ -nya adalah 16,5 cm untuk 2 sisi atas dan 15 cm untuk 2 sisi bawah. Pengukuran karakteristik antena dilakukan dengan menggunakan Sistem Pemancar UHF (Ultra High Frequency) yang terdiri dari beberapa modul alat ukur. Nilai VSWR yg didapat dari hasil pengukuran daya keluaran pemancar UHF pada posisi stub tuner 1 cm adalah 1,4 dengan daya yang dipancarkannya (P_{FWD}) sebesar 0,4 Watt dan daya pantulnya (P_{REV}) 0,1 Watt. Dari hasil pengukuran didapatkan bentuk pola radiasi dari antena quad loop berbentuk 1λ yang bekerja pada frekuensi 452,5 Mhz yaitu pola radiasi dengan polarisasi vertikal dan pola radiasi dengan polarisasi horizontal.

Katakunci : Antena loop, Frekuensi, VSWR, UHF, pola radiasi.

With the development of technology and wireless applications, various types of antennas that are designed with different characters have emerged. In determining the characteristics of an antenna there are several important quantities that are parameters in the specifications of an antenna, which must be met in the design process. One simple antenna structure is to use a 1λ rhombus loop antenna.

In designing a 1λ rhombus loop antenna, we used a 0.5 cm diameter stainless metal that worked at a frequency of 452.50 MHz with a total antenna physical length of 63 cm with each $\frac{1}{4}\lambda$ length of 16.5 cm for 2 top side and 15 cm for 2 bottom sides. Antenna characteristic measurements are carried out using a UHF (Ultra High Frequency) Transmitter System which consists of several measuring instrument modules. The VSWR value obtained from the measurement of the UHF transmitter output power at the stub tuner position of 1 cm is 1.4 with the emitted power (P_{FWD}) of 0.4 Watt and the reflectance (P_{REV}) of 0.1 Watt. From the measurement results obtained form the radiation pattern of the quad-loop antenna shaped 1λ that works at a frequency of 452.5 Mhz which is a radiation pattern with vertical polarization and radiation pattern with horizontal polarization.

KEYWORDS:: Antena loop, Frekuensi, VSWR, UHF, pola radiasi.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada sistem komunikasi nirkabel membutuhkan suatu alat atau komponen pemancar yang bisa mentransmisikan data dari sumber ke tujuan dengan tanpa kabel. Antena pada sebuah pemancar berfungsi sebagai pengubah gelombang yang tertuntun di rangkaian elektronika menjadi gelombang yang merambat bebas di udara, dan sebaliknya juga pada antena penerima. Tugas bagi perancang antena adalah membuat transisi ini se-efisien mungkin, yaitu gelombang dari pemancar yang dihasilkan oleh komponen-komponen elektronika ini harus diubah semaksimal mungkin menjadi gelombang bebas.

Dengan perkembangan teknologi dan aplikasi nirkabel, bermunculan pula berbagai jenis antena yang dirancang dengan karakter-karakternya yang berbeda-beda. Dalam menentukan karakteristik sebuah antena terdapat beberapa besaran-besaran penting yang menjadi parameter dalam spesifikasi sebuah antena, yang harus dipenuhi dalam proses perancangannya. Salah satu struktur antena sederhana adalah menggunakan jenis antena dipol dan antena loop Hertz. Namun dari dua jenis antena tersebut, penulis akan mencoba melakukan perancangan antena loop yang lebih aplikatif terutama diterapkan pada aplikasi nirkabel.

Perancangan antena Loop berbentuk antena belah ketupat 1λ dibuat dengan menggunakan bahan logam stainless yang berdiameter 0,5 cm dan antena ini bekerja pada frekuensi 452.50 MHz yang berfungsi sebagai penerima ataupun pemancar. Antena Loop berbentuk belah ketupat 1λ merupakan antena rangkaian tertutup yang memiliki satu putaran dengan

panjang gelombang sinyal. Oleh karena hambatan radiasi antena simpal saat resonansi dan tidak sama dengan karakteristik impedansi saluran dan sifatnya seimbang, maka diperlukan penyepadanan impedansi sekaligus mengubah sifat tak seimbang (*unbalance*) menjadi bersifat seimbang (*balance*). Untuk keperluan tersebut maka diperlukan penyepadanan impedansi sekaligus mengubah menjadi seimbang.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka ada beberapa identifikasi permasalahannya, yaitu:

1. Bagaimana disain jenis antenna quad loop 1λ .
2. Pemilihan bahan untuk pembuatan antena loop.
3. Frekuensi kerja antenna quad loop 1λ .
4. Besaran daya pancar antenna quad loop 1λ .
5. Polarisasi gelombang antenna quad loop 1λ .

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, maka dapat dirumuskan permasalahan yang merupakan bagian dari penelian, yaitu, "Bagaimana merancang bangun antena quad loop 1λ bentuk belah ketupat yang bekerja pada frekuensi 452.50 MHz ?"

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan sebagai berikut :

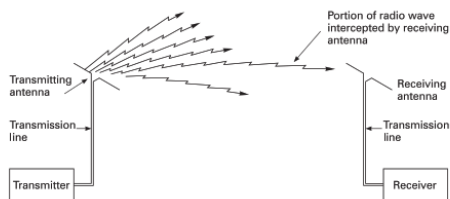
1. Memahami prinsip kerja antena
2. Memahami konsep antena Quad Loop
3. Membangun antena Loop berbentuk belah ketupat 1λ menggunakan bahan tabung stainless yang bekerja pada frekuensi 452.50 MHz
4. Menganalisa karekteristik antena loop berbentuk belah ketupat 1λ ,

seperti: nilai VSWR, Return Loss dan Bandwidth.

II. TEORI DASAR

2.1 Prinsip Antena

Antena adalah sebuah komponen atau perangkat yang dirancang untuk bisa memancarkan dan atau menerima gelombang elektromagnetika. Antena sebagai alat pemancar (*transmitting antenna*) adalah sebuah pengubah (*transducer*) elektromagnetis yang digunakan untuk mengubah gelombang tertuntun di dalam saluran transmisi kabel, menjadi gelombang yang merambat di ruang bebas, dan sebagai alat penerima (*receiving antenna*) mengubah gelombang ruang bebas menjadi gelombang tertuntun [1],[5].



Gambar 1. Perjalanan gelombang radio dari pemancar ke antenna penerima [10].

Dengan definisi diatas adalah suatu kepastian bahwa setiap komunikasi tanpa kabel terdapat komponen yang bisa mengubah gelombang ruang bebas dan kebalikannya dan komponen ini adalah antena.

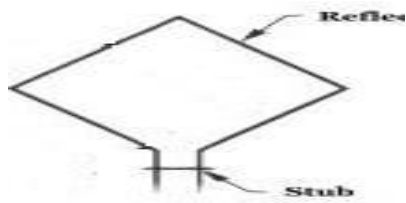
Pada sistem komunikasi tanpa kabel modern, sebuah antena harus berfungsi sebagai antena yang bisa memancarkan dan menerima gelombang dengan baik untuk suatu arah tertentu. Sejarah berkembangnya antena dirunut balik pada konsep yang dikembangkan oleh James Clerk Maxwell, yang menyatukan teori listrik dan magnet menjadi teori elektromagnetika, yang dirangkum

dalam sebuah sistem persamaan yang kemudian dinamakan dengan nama persamaan-persamaan Maxwell. Dengan persamaan yang diturunkan tahun 1873 ini ia meramalkan adanya medan listrik dan medan magnet yang merambat di ruang bebas tanpa kabel. Medan listrik dan medan magnet yang berubah dengan waktu ini dan merambat di udara disebut juga gelombang elektromagnetika.

Pada dunia telekomunikasi telah banyak dicetuskan berbagai ide tentang kemajuan teknologi. Salah satunya pada sistem transmisi telekomunikasi radio. Pada aplikasinya kita mengenal perangkat transmitter dan receiver. Perangkat yang menjalankan sistem dan ini disebut antena. Antena biasanya didefinisikan sebagai struktur yang terkait dengan wilayah transisi antara gelombang terpancung dan gelombang ruang bebas atau sebaliknya. Ruang kosong dalam praktiknya selalu berinteraksi dengan sekitarnya. Pada transmisi, antena dari jalur transmisi memancarkan ke angkasa dan pada penerima antena mengumpulkan energi dari gelombang kejadian dan mengirimkannya ke angkasa [8].

2.2 Antena Quad Loop

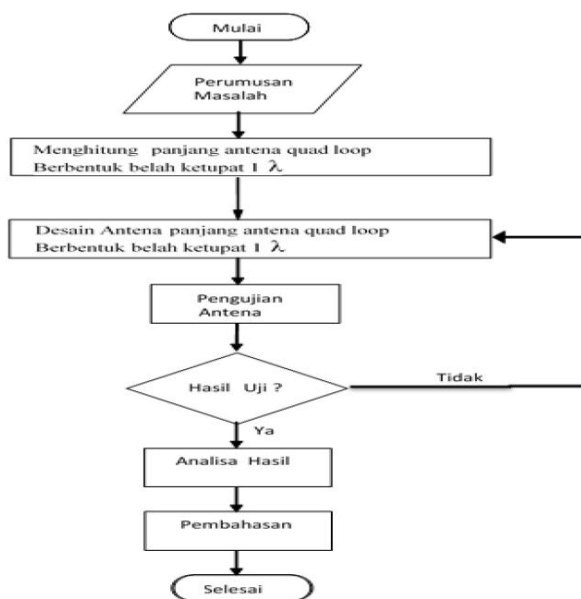
Antena quad loop merupakan antena sederhana, Antena quad loop terdiri dari satu buah kawat yang di bentuk menjadi segi empat, yang pada fungsinya sebagai antena pemancar akan dihubungkan dengan sumber tegangan dan pada fungsi sebagai antena penerima akan dihubungkan dengan beban. Antena quad loop dianggap berfungsi secara resiprok, artinya karakteristik dari antena sama apakah dipakai sebagai antena pemancar ataupun sebagai antena penerima.



Gambar 2 Antena quad loop bentuk belah ketupat [10].

Antena quad loop bersifat *omnidireksional*, artinya antenna ini memancarkan energinya pada suatu potongan bidang tertentu, sama rata ke semua arah. Tidak ada arah yang diprioritaskan dalam penyuplaian energinya. Tipe antena direksional digunakan pada aplikasi *TV / radio broadcast*, pemancar terletak di tengah-tengah wilayah pensuplaian. Dalam penerimaan sinyal, antena omnidireksional juga akan mendeteksi sinyal dari semua arah di bidang potongan tersebut. Sehingga antena jenis ini digunakan oleh sebuah alat penerima jika tidak diketahui dari arah mana sinyal radio datang [1].

III. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3. Diagram Alur Penelitian

3.1 Langkah-langkah Penelitian

Antena quad loop berbentuk belah ketupat 1λ / simpal 1λ merupakan rangkaian antena tertutup yang memiliki ukuran satu putaran yang lebih kecil dibandingkan dengan panjang gelombang sinyal. Antena simpal ada 2 macam yaitu antena simpal $1/2\lambda$ dan antena simpal 1λ . Penguatan dan karakteristik impedansi kedua macam antena tersebut berbeda, untuk antena simpal 1λ memiliki penguatan (gain) sekitar 2 db diatas antena open dipol, dan memiliki karakteristik impedansi pada saat resonansi sekitar 100Ω . Oleh karena hambatan radiasi antena simpal saat resonansi tidak sama dengan karakteristik impedansi saluran dan sifatnya seimbang, maka diperlukan penyepadan impedansi sekaligus mengubah sifat tak seimbang (*unbalance*) menjadi bersifat seimbang (*balance*).

Prosedur penelitian dalam merancang bangun sebuah antena quad loop berbentuk belah ketupat 1λ yang bekerja pada frekuensi 452.50 MHz ditunjukan dalam diagram alur seperti pada gambar 3.

Adapun langkah-langkah penelitian secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Menghitung panjang antena secara teoritis berdasarkan frekuensi kerja
- Mendisain dimensi antena
- Merealisasikan bentuk antena
- Melakukan pengujian dengan mengukur karakteristik antena

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengukuran yang didapatkan dari modul alat ukur antena, yaitu *UHF Antenna System*. Sistem antena UHF ini terdiri dari beberapa modul, yaitu:

1. Unit pemancar / *UHF Transmitter*
2. SWR & Power Meter
3. Dummy load 50 ohm
4. Pemutar antenna pemancar / *TX antenna rotator unit*

3.3 Perancangan Antena quad loop berbentuk belah ketupat 1 λ

Sebelum pembuatan disain fisik antena quad loop berbentuk belah ketupat 1λ dibuat terlebih dahulu dilakukan beberapa proses tahapan perhitungan untuk menentukan panjang antena. Adapun tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Menentukan frekuensi kerja antena
2. Pita frekuensi yang digunakan untuk kinerja antena quad loop berbentuk belah ketupat 1λ ini adalah 452.50 MHz. Pemilihan dan penentuan nilai pita frekuensi ini disesuaikan dengan nilai yang disetting dalam praktikum pengukuran antena quad loop 1λ tersebut.

1. Menghitung panjang gelombang
2. Panjang gelombang antena dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300 \times 10^6}{452.5 \times 10^6} \cong 0,6629 \text{ m} = 66,29 \text{ cm}$$

4. Menghitung panjang antena

Untuk menentukan panjang fisik total antena quad loop 1λ agar dapat beresonansi, maka digunakan rumus berikut:

$$l = 1 \times 0,95 \times \lambda$$

$$= 1 \times 0,95 \times 66,29 \text{ cm} = 62,9755 \text{ cm}$$

Jadi untuk antena $\frac{1}{4}\lambda$ didapat nilai sebesar:

$$l = \frac{1}{4} \times 1\lambda = 0,25 \times 62,9755 = 15,743 \text{ cm}$$

IV. PENGUKURAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran Daya Pemancar RF

Dari hasil pengukuran untuk antena quad loop bentuk belah ketupat 1 λ dengan panjang 2 sisi atas 16,5 cm dan panjang 2 sisi bawah 15 cm didapatkan nilai daya yang ditransmisikan sebesar 0,5 watt dengan daya pantul nya sebesar 0,1 watt. Dan diperoleh juga nilai VSWR nya sebesar 1,4 seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 4.1. Pengukuran daya keluaran Pemancar UHF

| Frekuensi = 452,50 MHz | Posisi Sub Tuner (cm) | P-FWD (watt) | P-REV (watt) | SWR | Keterangan |
|---|-----------------------|--------------|--------------|-----|------------|
| Antena = Quad loop berbentuk belah ketupat 1λ | 0 | 0,5 | 0,1 | 2,2 | |
| | 1 | 0,4 | 0,1 | 1,4 | |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | |
| | 7 | 0 | 0 | 0 | |
| | 8 | 0 | 0 | 0 | |
| | 9 | 0 | 0 | 0 | |
| | 10 | 0 | 0 | 0 | |

Dengan besaran hasil yang didapatkan, hal ini menunjukkan bahwa antena quad loop bentuk belah ketupat 1 λ tidak cukup baik untuk kinerja dan fungsi sebuah antena. Daya sebesar 0,1 watt yang dipantulkan juga rendah sehingga sinyal daya yang diterima terserap lebih banyak.

Besaran nilai VSWR yang diperoleh sebesar 1,4, nilai ini juga cukup baik bila mengacu pada standar dan spesifikasi antena yang diaplikasikan untuk kebutuhan industri, dimana nilai VSWR-nya lebih kecil (<) dari 2.

4.2 Hasil Pengukuran Sinyal RF

Pengukuran untuk mendapatkan tegangan sinyal RF dilakukan dua kali metode pengukuran dengan memutar selama satu putaran (360°) secara vertikal dan secara horisontal posisi diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan 40 posisi yang bisa mewakili kondisi antena tersebut untuk

mendapatkan sinyal RF yang diradiasikan.

Adapun hasil pengukurannya adalah seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 4.2. Pengukuran sinyal RF secara vertikal

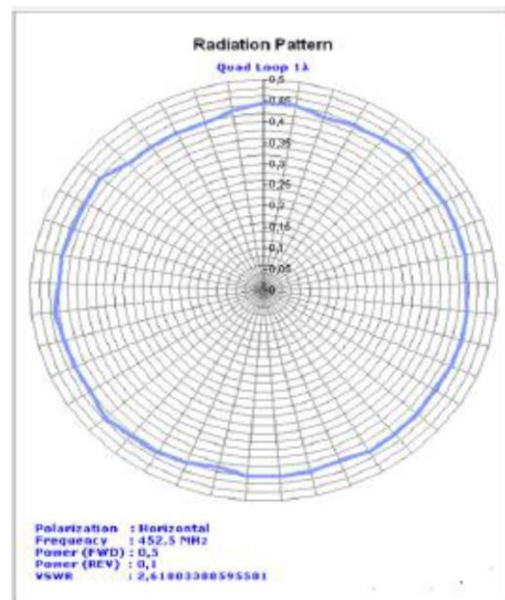
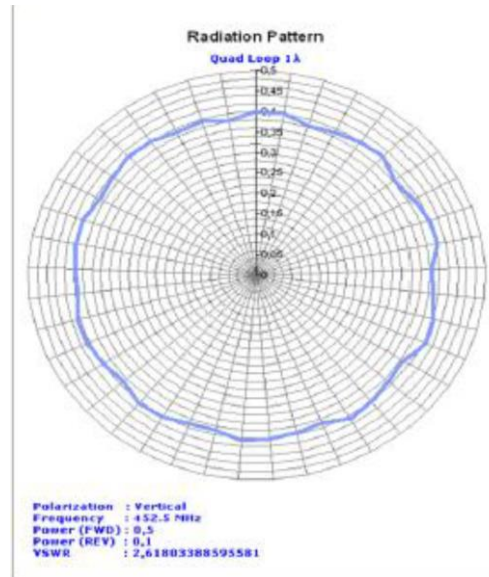
| No | Posisi | Nilai (Vdc) | No | Posisi | Nilai (Vdc) | No | Posisi | Nilai (Vdc) |
|----|--------|-------------|----|--------|-------------|----|--------|-------------|
| 1 | 0 | 0.382 | 15 | 126 | 0.405 | 29 | 252 | 0.385 |
| 2 | 9 | 0 | 16 | 135 | 0.398 | 30 | 261 | 0.405 |
| 3 | 18 | 0.382 | 17 | 144 | 0.39 | 31 | 270 | 0.4 |
| 4 | 27 | 0.395 | 18 | 153 | 0.405 | 32 | 279 | 0.39 |
| 5 | 36 | 0.39 | 19 | 162 | 0.403 | 33 | 288 | 0.382 |
| 6 | 45 | 0.4 | 20 | 171 | 0.39 | 34 | 297 | 0.403 |
| 7 | 54 | 0.403 | 21 | 180 | 0.387 | 35 | 306 | 0.4 |
| 8 | 63 | 0.395 | 22 | 189 | 0.405 | 36 | 315 | 0.36 |
| 9 | 72 | 0.39 | 23 | 198 | 0.4 | 37 | 324 | 0.382 |
| 10 | 81 | 0.403 | 24 | 207 | 0.395 | 38 | 333 | 0.403 |
| 11 | 90 | 0.403 | 25 | 216 | 0.387 | 39 | 342 | 0.398 |
| 12 | 99 | 0.398 | 26 | 225 | 0.385 | 40 | 351 | 0.39 |
| 13 | 108 | 0.393 | 27 | 234 | 0.4 | 41 | 360 | 0.382 |
| 14 | 117 | 0.407 | 28 | 243 | 0.39 | | | |

Karena antenna quad loop 1λ bersifat omnidireksional, maka tegangan yang diperoleh pada tiap-tiap sinyal rata-rata memiliki besaran nilai hampir sama, yaitu berkisar dari 0,382 V_{DC} sampai 0,407 V_{DC} .

4.3 Hasil Pengukuran Diagram / Pola Radiasi

Untuk mendapatkan hasil diagram / pola radiasi antenna quad loop berbentuk belah ketupat 1λ digunakan aplikasi *UHF Antenna Radiation Pattern* yang sudah terinstal di PC / laptop.

Dari hasil pengukuran didapatkan dua bentuk pola radiasi untuk antenna quad loop bentuk belah ketupat 1λ yang bekerja pada frekuensi 452.50 MHz, yaitu polarisasi vertikal dan polarisasi horisontal. Adapun untuk pola radiasi dengan polarisasi vertikal divisualisasikan seperti pada gambar 4.



Dari gambar di atas, pola radiasi ini diperoleh dengan beberapa parameter input sebagai berikut:

1. Daya pancar yang ditransmisikan sebesar 0,5 Watt
 2. Besaran frekuensi
 3. Bentuk polarisasi
 4. Daya pantul yang diterima sebesar 0,1 Watt
 5. Nilai VSWR nya sebesar 2,618
- Dari nilai VSWR yang diperoleh, maka didapatkan nilai koefisien refleksi

dengan menggunakan perhitungan rumus berikut:

$$|\bar{\Gamma}| = \frac{SWR-1}{SWR+1} = \frac{2,618-1}{2,618+1} = \frac{1,618}{3,618} = 0,447$$

Secara keseluruhan hasil perancangan antena quad loop bentuk belah ketupat 1λ yang bekerja pada frekuensi 452,5 MHz dengan menggunakan BALUN, memiliki besaran nilai v_{swr} 2,618 tidak baik dan sudah sesuai dengan spesifikasi parameter antena-nya, dan nilai v_{swr} yang terlalu tinggi ($v_{swr} > 2$) akan membuat RF linier amplifier mengalami saturasi, yang biasanya terasa 'over heating' dan bila dibiarkan terus-menerus akan membuat komponen akhir akan mengalami kerusakan. Sehingga bisa dikatakan bahwa antena hasil perancangan ini memiliki performansi dan fungsi yang baik pula bila digunakan sebagai pemancar atau penerima pada sistem komunikasi wireless / nirkabel, terutama penerapannya pada sistem *broadcasting*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh dan mengacu pada landasan teorinya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut, yaitu bahwa:

1. Nilai VSWR sebesar 2,618 yang didapat dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa antena quad loop berbentuk belah ketupat 1λ ini tidak cocok atau tidak sesuai dengan spesifikasi antena yang ada dan tidak cocok dengan kebutuhan industri, karena nilai VSWRnya lebih besar (>) dari 2.
2. Nilai daya pantul sebesar 0,1 watt yang relatif kecil dibandingkan dengan daya yang dipancarkan sebesar 1,5 watt. Hal ini menandakan bahwa sinyal yang ditransmisikan oleh pemancar sebagian besar telah terserap oleh penerima.
3. Antena loop bentuk belah ketupat dengan panjang gelombang 1λ merupakan jenis antena omni direksional, seperti terlihat pada hasil pola radiasinya yang menunjukkan besar tegangan yang hampir sama besar yang dipancarkan ke segala arah, yaitu dari rentang 0,83 Volt DC sampai dengan 2,56 Volt DC.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan besaran nilai yang lebih baik lagi, sebaiknya pengukuran bisa dilakukan secara berulang.

Hasil pengukuran akan mendapatkan nilai yang lebih presisi bila setiap modul atau panel dari alat ukur yang digunakan dilakukan kalibrasi secara lebih lengkap dan terperinci..

Perhitungan dan pembuatan dari hasil perancangan panjang fisik antena dengan mengikuti perhitungan teoritis secara cermat akan mendapatkan besaran nilai parameter antena yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Mudrik Alaydrus. 2011. Antena: Prinsip dan Aplikasi. Edisi *Pertama*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2]. John D, Kraus. 2006. *Antennas: For All Applications, Third Edition*. New Delhi: TATA McGraw-Hill.
- [3]. J.Dunlop & D. G. Smith. 2000. *Telecommunications Engineering, Third Edition*. London: Chapman & Hall.
- [4]. Balanis A. Constantine. 1997. *Antenna Theory: Analysis and Design. Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- [5]. Pudak Scientific. 2018. Panduan Percobaan: UHF Antenna System Demonstrator Trainer. Bandung: Pudak Scientific.
- [6]. Teten Dian Hakim. 2019. Rancang bangun antena kaleng di frekuensi 2,4 Ghz untuk memperkuat sinyal wi-fi. *Elektrokrisna Vol.7, No.3*.
- [7]. Slamet Purwo Santoso. 2019. Rancang bangun antena yagi 7 elemen lingkaran penguat sinyal wi-fi. *Elektrokrisna Vol.7, No.3*.
- [8]. *Antenna Engineering Handbook Third Edition* Richard C. Johnson.
- [9]. Monopole Antennas Melvin M. Weiner.
- [10]. Car J, J. *Antenna toolkit (2nd. Ed)*.
- [11]. Ujang Wiharja. (2013). Perancangan Antena Untuk Aplikasi Satelit. *Elektrokrisna ISSN : 2302-4712. Vol.3 No.1, 2013*