

**OPTIMALISASI GAIN ANTENA PADA ANTENA GROUND
PLANE BERBASIS LOADING COIL PERAK**

Tesis S-2

Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik
Program Magister Teknik Elektro



Diajukan oleh :

S U Y A N T A

20601700035

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

**TESIS
OPTIMALISASI GAIN ANTENA PADA ANTENA GROUND PLANE
BERBASIS LOADING COIL PERAK**

yang dipersiapkan dan disusun oleh
SUYANTA
20601700035

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 3 Juni 2021

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



Arief Marwanto, ST.,M.Eng., Ph.D
NIDN : 0628097501

Ketua Penguji



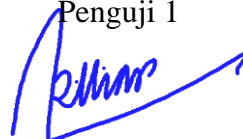
Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, M.T.
NIDN : 0618066301

Pembimbing Pendamping



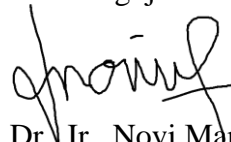
Ir. Suryani Alifah, M.T., Ph.D
NIDN : 0625036901

Penguji 1



Dr. Sri Arttini Dwi Prasetyowati, M.Si
NIDN : 0620026501

Penguji 2



Dr. Ir., Novi Marlyana, ST., MT., IPU
NIDN : 0015117601

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik.

Tanggal 10 Juni 2021




Arief Marwanto, ST.,M.Eng., Ph.D.
Ketua Program Studi Magister teknik Elektro

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Suyanta
NIM : 20601700035
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang diajukan kepada Program Studi Magister Teknik Elektro dengan Judul:

OPTIMALISASI GAIN ANTENA PADA ANTENA GROUND PLANE BERBASIS LOADING COIL PERAK'

Adalah hasil karya sendiri, judul tersebut belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) ataupun pada universitas lain serta belum pernah ditulis maupun diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu, disitasi dan ditunjuk dalam daftar pustaka. Tesis ini adalah milik saya, segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tesis ini adalah tanggung jawab saya.

Semarang, 31 Mei 2021
Penulis



S U Y A N T A
NIM: 20601700035

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun Tesis dengan judul “Optimalisasi Gain pada Antena Groun Plane Berbasis Loading Coil Perak”. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister pada Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Terwujudnya tulisan ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Yth. Bapak Arief Marwanto, ST.,M.Eng., Ph.D selaku Pembimbing Utama dan selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro, yang telah meluangkan waktu dan memberikan banyak saran, masukan serta kemudahan kepada penulis. in
2. Yth. Ibu Ir. Suryani Alifah, M.T., Ph.D, selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan memberikan banyak nasihat, masukan serta kemudahan kepada penulis.
3. Para Dosen Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Segenap Civitas Akademika Universitas Islam Sultan Agung, yang telah memberikan dorongan dan motivasi bagi penulis untuk lanjut studi ini.
5. Yth. Bapak Dr. Ir. Ircham MT., selaku Rektor Institut Teknologi Yogyakarta yang telah memberi kesempatan kepada Penulis untuk melanjutkan setudi.
6. Istri dan anak-anakku yang selalu menjadi penyemangat untuk menyelesaikan studi.
7. Teman-teman ORARI Lokal Yogyakarta yang telah membantu dalam melakukan pengukuran di lapangan
8. Rekan-rekan mahasiswa Magister Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung seperjuangan

9. Semua pihak yang telah membantu, berkontribusi dalam pembuatan tesis ini.

Harapan penulis, semoga tulisan ini dapat memberikan sumbangan pemikiran bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan dapat bermanfaat bagi masyarakat.

Akhir kata, penulis senantiasa mengharapkan kritik dan saran guna penyempurnaan bidang ilmu yang penulis dalami.

Semarang, 31 Mei 2021

Penulis

MOTTO

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

Artinya: "...Niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat..." (QS. Al-Mujadilah [58]: 11)

وَمَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

Artinya: "Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga." (HR. Muslim, no. 2699)

Berimanlah kepada Qodo dan Qodar. Semua akan indah pada saatnya, sesuai dengan usaha dan doa (By Tahan Prahara)

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------------------------------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | 2 |
| PERNYATAAN KEASLIAN TESIS | Error! Bookmark not defined. |
| KATA PENGANTAR | 2 |
| MOTTO..... | iv |
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR TABEL..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN | ix |
| ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN | x |
| ABSTRAK | xi |
| ABSTRACT..... | xii |
| BAB I | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Keaslian Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Tujuan Penelitian..... | 6 |
| 1.6 Kontribusi Penelitian..... | 6 |
| 1.7 Sistematika Penulisan..... | 6 |
| BAB II..... | 8 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 8 |
| 2.2 Landasan Teori | 9 |
| 2.2.1 <i>Loading Coil</i> | 9 |
| 2.2.2 Parameter antena..... | 11 |
| 2.2.3 Penalaan Kabel Feeder..... | 15 |
| 2.3 Hipotesis..... | 16 |
| BAB III..... | 17 |
| 3.1 Model Optimalisasi Gain Antena | 17 |
| 3.2 Bahan yang Digunakan..... | 18 |
| 3.3 Alat yang Digunakan..... | 18 |
| 3.4 Jalannya Penelitian | 19 |
| 3.4.1 Perancangan antena..... | 20 |
| 3.4.2 Pengujian antena | 23 |
| BAB IV | 25 |
| 4.1 Penalaan Resonansi Kabel Feeder..... | 25 |
| 4.2 Pengukuran Karakteristik Frekuensi Antena..... | 27 |
| 4.3 Pengukuran Gain antena..... | 33 |

| | |
|----------------------|----|
| BAB V..... | 38 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 38 |
| 5.2. Saran..... | 39 |
| DAFTAR PUSTAKA | 40 |
| LAMPIRAN..... | 44 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tabel 2.1. | Hambatan jenis berbagai logam [37] | 10 |
| Tabel 4.1. | Hasil Penalaan Kabel | 25 |
| Table 4.2. | Nilai perbandingan pengukuran parameter antara CLC dan SLC .. | 31 |
| Table 4.3. | Kinerja hasil pengukuran drive test of CLC and SLC | 34 |
| Tabel 4.4. | Pengukuran daya penerimaan | 36 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------------|--|----|
| Gambar 2.1. | Loading coil [30] | 9 |
| Gambar 3.1. | Arsitektur model Optimalisasi Gain Antena Ground Plane | 17 |
| Gambar 3.2. | Disain loading coil..... | 20 |
| Gambar 3.3. | Diagram alir jalannya penelitian | 21 |
| Gambar 3.4. | Disain antenna model telex | 22 |
| Gambar 3.5. | Pengujian kabel <i>feeder</i> | 23 |
| Gambar 3.6. | Pengujian karakteristik frekuensi antenna..... | 24 |
| Gambar 3.7. | Pengujian kuat medan antenna | 24 |
| Gambar 4.1. | Grafik hasil penalaan kabel feeder | 26 |
| Gambar 4.2. | Karakteristik frekuensi antenna 1 | 27 |
| Gambar 4.3. | Frekuensi batas bawah antenna 1 | 28 |
| Gambar 4.4. | Frekuensi batas atas antenna 1 | 28 |
| Gambar 4.5. | Karakteristik frekuensi Antenna 2..... | 29 |
| Gambar 4.6. | Frekuensi batas bawah antenna 2 | 30 |
| Gambar 4.7. | Frekuensi batas atas antenna 2 | 31 |
| Gambar 4.8. | Hasil pengukuran ERP antenna 1 | 34 |
| Gambar 4.9. | Hasil pengukuran ERP antenna 2..... | 34 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Lembar Data kabel feeder..... | 45 |
| Lampiran 2. Pengukuran antena 1 (CLC) | 47 |
| Lampiran 3. Pengukuran antena 2 (SLC)..... | 48 |
| Lampiran 4. Bukti Submit Jurnal | 49 |
| Lampiran 5. Naskah Jurnal | 50 |
| Lampiran 6. Keterangan Bebas Plagiasi | 59 |
| Lampiran 7. Log Book Bimbingan Thesis..... | 61 |

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Loading Coil : kumparan beban pada antena ground plane yang digunakan untuk membuat resonansi antena menjadi pendek secara elektrik pada frekuensi kerjanya.

CLC : Copper Loading Coil, kumparan beban yang menggunakan bahan logam tembaga

SLC : Silver Loading Coil, kumparan beban yang menggunakan bahan logam perak.

ABSTRAK

Untuk mengatasi redaman akibat distorsi sinyal pada pemancar dengan antenna model telex, maka pengaruh bahan *loading coil* tembaga dan perak terhadap Gain telah diujicobakan pada antena *ground plane* model telex. Untuk mendapatkan analisis yang mendalam pada bahan *loading coil* ini, ada tiga variable yang diukur sebagai outcome performance yaitu, gain, lebar pita frekuensi dan factor kualitas. Percobaan skala real di lapangan telah menggunakan dua bahan sebagai material *loading coil*, yaitu tembaga dan perak murni. Pada experiment ini, kabel feeder coaxial dengan impedansi karakteristik 50Ω dan frekuensi operasi 144,280 MHz digunakan. Untuk mencapai nilai maksimum pada frekuensi resonansi, kabel feeder di tuning untuk mendekati resistif murni dengan impedansi yang minimum.

Lebih lanjut, antena di seting pada nilai SWR ≈ 1 dan dilakukan pengukuran parameter impedansi antena (Z_L), *return loss* (RL), koefisien refleksi (ρ) untuk menghitung lebar pita frekuensi (BW) dan faktor kualitas (Q) untuk masing-masing antena. Untuk pengukuran kuat medan (ERP), antena difungsikan sebagai pemancar ditempat terbuka dengan 4 lokasi titik pengukuran disepertaran antena dengan jarak yang berbeda, selanjutnya dilakukan perhitungan gain antena

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa lebar pita frekuensi BW=5,166 MHz dan faktor kualitas Q= 27,929 untuk antena dengan *loading coil* tembaga sedangkan untuk antena dengan *loading coil* perak diperoleh lebar pita BW=4,500 MHz dan faktor kualitas Q=32,062. Dengan Demikian bahan *loading coil* perak dapat memberikan pengurangan redaman yang baik terhadap distorsi sinyal pada saat terjadi radiasi sinyal dari antena ke udara.

Kata kunci: bahan *loading coil*, antena telex, faktor kualitas, lebar bidang frekuensi, gain.

ABSTRACT

To overcome the attenuation due to signal distortion in the telex model antenna transmitter, the copper and silver coil loading materials for gain have been tested on the ground plane antenna with telex model. To get an in-depth analysis of the loading coil material, there are three variables that are measured as the performance outcome, namely, gain, bandwidth and quality factor. Real-scale experiments in the field have used two materials as loading coil materials, namely pure copper and silver. In this experiment, a coaxial feeder cable with a characteristic impedance of 50Ω and an operating frequency of 144.280 MHz was used. To achieve a maximum value at the resonant frequency, the feeder cable is tuned to approximate pure resistive with minimum impedance.

Furthermore, the antenna is set at a SWR value ≈ 1 and measurements of the antenna impedance (ZL), return loss (RL), reflection coefficient (ρ) are measured to calculate the bandwidth (BW) and quality factor (Q) for each. antenna. For the measurement of field strength (ERP), the antenna functions as a transmitter in an open area with 4 measurement points around the antenna with different distances, then calculate the antenna gain.

The calculation results show that the bandwidth of the frequency is $BW = 5.166 \text{ MHz}$ and the quality factor $Q = 27.929$ for the antenna with copper coil loading, while for the antenna with the silver coil loading the bandwidth is obtained $BW = 4.500 \text{ MHz}$ and the quality factor $Q = 32.062$. Thus the silver loading coil (SLC) material can provide a good reduction in attenuation of signal distortion when signal radiation occurs from the antenna to the air.

Keywords: loading coils Materials, antenna telex, Quality Factor, Gain, Frequency Bandwidth

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Antena adalah suatu piranti transisi antara saluran transmisi dengan ruang bebas dan sebaliknya. Antena terbuat dari bahan logam yang berbentuk batang atau kawat dan berfungsi untuk memancarkan atau menerima gelombang radio [1]–[6]. Antena memiliki berbagai bentuk rangkaian dan model, apabila sebuah antenna dipakai ia memiliki dua kegunaan yaitu memancarkan sinyal gelombang elektromagnetik, dan menerima sinyal gelombang elektromagnetik. Gelombang pemandu berjalan sepanjang saluran transmisi, kemudian diradiasikan menjadi gelombang ruang bebas [1], [2], [7]. Untuk mengatasi redaman akibat jarak yang panjang dan distorsi sinyal yang besar, maka loading coils telah digunakan selama beberapa decade [8], [9], [10], [11]. *Loading coils* atau kumparan beban adalah induktor yang dimasukkan ke dalam rangkaian elektronik untuk meningkatkan induktansinya yang digunakan untuk mencegah distorsi sinyal pada kabel transmisi telegraf jarak jauh. Digunakan juga dalam antena radio, atau antara antena dan saluran umpannya (feeder), untuk membuat resonansi antena menjadi pendek secara elektrik pada frekuensi operasinya [12].

Dalam system telekomunikasi radio, antena sangat penting dan memerlukan penanganan yang lebih karena banyak faktor yang dapat mempengaruhi tingkat penerimaan maupun pancaran, diantaranya adalah nilai SWR (*Voltage Standing Wave Ratio*), jenis/model antena, dimensi fisik antena, efektifitas atau gain antena, perarahan dll [13]. Pancaran dikatakan bagus jika daya keluaran radio seminimal mungkin dapat mencapai jarak pancar sejauh mungkin sehingga akan menghemat pemakaian energy listrik disamping itu perangkat radio juga akan lebih awet [14], [15].

Loading coil didalam antenna dapat mempengaruhi nilai redaman, dengan menaikkan nilai induktansi pada *loading coil* akan mengurangi redaman, sehingga penguatannya juga semakin besar. Semakin besar jumlah *loading coil* dalam antenna semakin besar nilai induktansinya. Masalahnya karena kabel tembaga

(*cooper loading coils/CLC*) ini memiliki tingkat redaman yang sangat tinggi, meskipun dapat diperkecil dengan memperbanyak jumlah coil, tetapi cara ini sangat tidak efektif dan berpengaruh terhadap impedansi antenna. [12],[16].

Untuk mengatasi hal ini, kajian bahan loading coil perlu dilakukan untuk mengurangi tingkat redaman pada sistem pemancar. Pada penelitian ini, jenis bahan perak (*silver loading coils/SLC*) digunakan untuk mengetahui perbedaan karakteristik redaman terutama mengacu pada parameter lebar pita frekuensi, factor kualitas, jarak pancaran dari antenna dengan mengacu pada jumlah lilitan, ukuran kawat, spasi antar lilitan dan semua ukuran batang antenna sama termasuk nilai dari SWR nya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan yaitu:

- a. Bagaimana meningkatkan efektifitas atau gain dari antenna dengan loading coil bahan tembaga agar diperoleh peningkatan jarak pancaran antenna sehingga akan menghemat pemakaian energy listrik dan dimungkinkan perangkat radio juga akan lebih awet.
- b. Bagaimana analisis pengaruh berbagai logam bahan kawat *loading coil* terhadap gain antenna untuk rancangan *loading coil* yang sama.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan tersebut diberikan beberapa batasan karena banyaknya metode untuk menciptakan suatu antenna yang baik dilihat dari dimensi fisik dan kemampuannya. Batasan–batasan masalah antara lain.

- a. Membuat antenna *ground plane* model telex dan pada bagian *loading coil* yang umumnya menggunakan kawat bahan tembaga (CLC) diganti dengan kawat bahan perak (SLC).
- b. Ukuran kawat, jumlah lilitan, spasi antar lilitan dan semua ukuran batang antenna berukuran sama tanpa dilakukan perubahan termasuk nilai SWR, termasuk juga daya keluaran radio dan kabel feeder yang digunakan untuk pengujian.

- c. Antena referensi Telex produksi Gazden (CLC)
- d. Frekuensi kerja antenna 144,280 MHz

1.4 Keaslian Penelitian

- a. Desain dan implentasi antena telex $2 \times 5/8$ untuk aplikasi sistem penyiaran radio FM [8]. Melakukan perancangan antena Telex $2 \times 5/8\lambda$ yang di tujukan untuk aplikasi penyiaran radio FM yang bekerja pada rentang frekuensi 88-108 MHz. Perancangan menggunakan software CST STUDIO SUITE 2011 Free Evaluation untuk mengetahui parameter antena yakni VSWR dB dan pola radiasinya. Perancangan antena Telex $2 \times 5/8\lambda$ beroperasi pada frekuensi 98 MHz dan menghasilkan $S_{11} = -16,62$ dan $VSWR = 1,346$ untuk hasil simulasi, sedangkan pada hasil pengukuran menggunakan alat ukur VNWA, antena beroperasi pada frekuensi 99 MHz dengan $S_{11} = -19,28$ dan $VSWR = 1,24$. Gain tertinggi antena yang didapatkan adalah sebesar 5,10 dBi pada frekuensi 97 MHz sedangkan pada frekuensi kerja antena di frekuensi 99 MHz hanya sebesar 4 dBi
- b. Perancangan Antena *Telex* Frekuensi 142,000 Mhz Untuk Aplikasi Komunikasi Radio Antar Penduduk Indonesia [17]. Tujuannya untuk mendukung komunikasi antar anggota RAPI dirancang Antena Telex. Antena didesain untuk mendapatkan parameter antena yang memiliki nilai $1 \leq VSWR \leq 2$, $gain \geq 3dB$ dan pola radiasi yang bersifat omnidirectional. Antena Telex memiliki dua elemen vertikal berupa batang konduktor aluminium dengan panjang $5/8\lambda = 2$ m, keduanya tersambung dengan Balun (Balance Unbalance) yang berfungsi untuk matching. Bagian bawah antena terdapat ground plane sebanyak 8 batang konduktor dengan panjang masing-masing yaitu $1/4\lambda = 50$ cm. antena Telex menghasilkan $RL = -24$ dB dan $VSWR = 1,13$. Gain antena sebesar 3,10 dB pada Range frekuensi 142-143.6 MHz. Berpola radiasi omni directional. Hasil pancaran antena yang dirancang dapat diterima dengan baik.
- c. Perbaikan Performansi Antena Telex 2 M-Band pada frekuensi 140 – 150 MHz dengan Modifikasi Sudut Ground Plane Kerucut [18]. Melakukan

modifikasi pada bidang ground plane menggunakan plat aluminium berbentuk kerucut, untuk memperoleh bandwidth yang lebar, gain tinggi dan pola radiasi omnidirectional. Memperoleh hasil VSWR < 2 , bandwidth lebar, gain tertinggi yaitu 1 dB terhadap antena telex biasa dan pola radiasi omnidirectional.

- d. Analisa Karakteristik Emisi Antena Telex Susunan Vertikal (Vertikal Array) Dan Susunan Horizontal (Horizontal Array) [19]. Melakukan penggabungan 2 buah antena telex untuk memperoleh gain > 6 dB. Dengan susunan 2 buah antena dalam bentuk vertikal dan horizontal dan menganalisa jarak efisien antara bidang ground antena. Memperoleh hasil VSWR < 2 , gain 5 dB dari antena susunan vertikal, dan 5.45 pada antena susunan horizontal dan pola radiasi yang bersifat omnidirectional pada antena susunan horizontal.
- e. Pembuatan Antena $5/8 \lambda$ Pada Band VHF (30-300 Mhz). Dengan Sistem Polarisasi Circular[20]. Melakukan rancang bangun suatu antena yang berpolarisasi circular dengan tujuan hasil pancaran dapat diterima dengan baik oleh penerima dengan polarisasi vertikal maupun horizontal, kemudian melakukan pengujian nilai-nilai parameter yang sudah ditentukan menggunakan alat ukur Signal Generator Hewlett Packard 8656B sebagai Pemancar dan Modulation Analyzer Hewlett Packard 8901A sebagai penerima. Penelitian ini memperoleh hasil perancangan yang dapat bekerja dengan baik pada frekuensi yang telah ditentukan yaitu 144 MHz, berpola radiasi omnidirectional dan VSWR adalah 1,09.
- f. Perancangan antena monopole 900 MHz pada Modul ARF 7429B [21]. Melakukan perancangan antena monopole menggunakan teknologi komunikasi nirkabel ARF 7429B yang merupakan modul transceiver pada frekuensi 900MHz. Tujuan perancangan antena ini adalah dedasarkan pada kemudahan untuk mendapatkan bahan dan perancangan serta pola radiasi yang bersifat omnidirectional. Perancangan antena ini menggunakan software Antena Magus 1.0.2 Professional. Hasil pengukuran antena hasil fabrikasi diperoleh nilai return loss -17.69 dB, VSWR sebesar 1.3 pada

frekuensi kerja 135 MHz, dan pola radiasi lingkaran pada bidang horizontal.

- g. Efek Diameter Coil, Perbandingan Jumlah Lilitan, Jenis Coil, Pada Transmitter Receiver Terhadap Efisiensi Energi Transfer Wireless Transfer Electricity Dengan Metode Desain Of Experiment (DOE) [22], dinyatakan bahwa faktor yang digunakan seperti Perbandingan jumlah lilitan, diameter coil, dan jenis coil transmitter receiver memberikan pengaruh secara nyata terhadap hasil efisiensi energy transfer dari daya listrik yang dihasilkan. Hal ini sudah sesuai dengan yang diinginkan bahwa dalam mengatur efisiensi energy transfer pada konsep Wireless power transfer (penyaluran daya listrik tanpa hubungan fisik dengan kabel) harus memperhatikan perbandingan jumlah lilitan transmitter receiver, diameter coil dan Jenis Coil Transmitter Receiver.
- h. Pengaruh Loading Coil terhadap Redaman Kabel Tembaga [12], dinyatakan bahwa untuk mengurangi nilai redaman dapat dilakukan dengan cara menaikkan nilai induktansi, Agar nilai tersebut dapat diperoleh maka biasanya saluran kabel akan ditambahkan loading coil agar nilai dari induktansi dapat diperbesar sehingga saluran kabel dapat memiliki nilai distorsi yang kecil dan memiliki nilai redaman yang kecil agar saluran tersebut dapat meningkat kualitasnya. Penelitian ini menggunakan kabel yang memiliki redaman bernilai 0.091 nepper. Setelah ditambahkan loading coil yaitu 0.052 nepper maka didapatkan nilai redaman menjadi semakin kecil yaitu 0.039 nepper (penguatan). Sehingga didapatkan bahwa menggunakan loading coil dapat memperbaiki redaman pada kabel tembaga.

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dan hasil review beberapa penelitian tentang antena dan loading coil, tesis dengan judul “OPTIMALISASI GAIN ANTENA PADA ANTENA GROUND PLANE BERBASIS LOADING COIL PERAK” ini dimaksud untuk memodifikasi antena model telex dibagian *loading coil* dengan membandingkan kawat bahan tembaga dengan bahan lain untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik antena terutama gain dan

jarak pancaran dari antena. Ukuran kawat, jumlah lilitan, spasi antar lilitan dan semua ukuran batang antena sama tanpa dilakukan perubahan termasuk nilai SWR.

1.5 Tujuan Penelitian

- a. Menentukan panjang kabel feeder agar beresonansi pada frekuensi kerja antena.
- b. Menguji dan menganalisis bahan kawat loading coil pada antena ground plane terhadap bandwidth, faktor kualitas dan gain antena
- c. Tujuan utama penelitian yaitu mendapatkan antena dengan efektifitas atau gain yang tinggi sehingga penggunaan daya radio yang sama besar akan diperoleh sinyal pancaran lebih kuat, selanjutnya akan lebih menghemat pemakaian energi listrik.

1.6 Kontribusi Penelitian

Analysis yang mendalam tentang karakteristik loading coil berbasis silver pada antena ground plane mampu meningkatkan faktor kualitas (Q) atau menurunkan bandwidth dan sekaligus meningkatkan efektifitas (gain) antena. Dengan demikian bila antena ini diaplikasikan dalam sistem radio, akan menghemat pemakaian energi listrik karena dengan daya yang sama akan diperoleh jarak pancaran yang lebih besar bila dibandingkan dengan antena sejenis dengan loading coil bahan tembaga.

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan tesis ini dilakukan dengan sistematika sebagai berikut.

Bab I merupakan pendahuluan yang berisi tentang latar belakang permasalahan, perumusan masalah, batasan masalah, keaslian penelitian, tujuan penelitian dan sistematika penulisannya.

Bab II merupakan kajian pustaka dan teori yang melandasi penelitian ini. Berisi tentang hasil telaah pustaka dari peneliti terdahulu dan beberapa teori

tentang antena, parameter antena dan bagian penting antena yaitu *loading coil*.
Penjelasan tentang hipotesis dan juga rencana penelitian

Bab III merupakan metode dalam melaksanakan penelitian meliputi penjelasan tentang alat dan bahan yang digunakan, uraian langkah perancangan pembuatan bagian-bagian antena, langkah-langkah cara pengambilan data pengukuran dan kesulitan-kesulitan dalam penelitian.

Bab IV merupakan pembahasan dari data-data pengukuran yang sudah dilakukan, berisi tentang penyajian data yang diperoleh tersebut dan menganalisa data untuk mendapatkan kesimpulan sebagai hasil akhir dari tesis ini

Bab V berisi tentang kesimpulan dan saran untuk pengembangan dan lebih sempurnanya penelitian selanjutnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Antena *ground plane*, model telex termasuk jenis antenna yang banyak dipakai dalam telekomunikasi radio di komunitas radio amatir, Kepolisian, Palang Merah Indonesia, badan penanggulangan bencana, para relawan, dll. Frekuensi kerja biasanya pada band HF (*High Frequency*), VHF (*Very High Frequency*) dan UHF (*Ultra High Frequency*). Konstruksi antenna ini terdiri atas 2 batang ukuran $5/8 \lambda$ diantara *loading coil* dan 2 kelompok susunan radial bertingkat (ground semu) masing-masing terdiri dari 4 buah batang ukuran $1/4 \lambda$. Bahan batang biasanya menggunakan alumunium dan untuk *loading coil* menggunakan kawat tembaga. *Loading coil* dengan sistem DC ground dipasang konektor sebagai titik masukan daya dari penguat pemancar melalui kabel feeder coaxial [23]–[25].

Pengembangan antenna telex telah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya adalah [8], [9], [23]. Beberapa penelitian yang berkaitan dengan bahan antenna sudah dilakukan oleh [26]–[28], dengan membuat antenna yagi 3 elemen menggunakan berbagai bahan seperti besi, kuningan, tembaga dan alumunium dengan tujuan untuk mendapatkan bahan dasar yang paling maksimal untuk pentransmisi gelombang radio. Namun, bahan alumunium dan tembaga menghasilkan nilai SWR yang lebih kecil dibanding bahan yang lain dan untuk proses pembuatannya alumunium lebih mudah dibentuk dan lebih ringan bobotnya

Beberapa penelitian tentang antenna *ground plane* juga sudah banyak dilakukan diantaranya oleh [8], [30]–[33], dalam penelitiannya telah dirancang dan dibuat antenna *ground plane* $2 \times 5/8(\lambda)$ yang menggunakan bahan *loading coil* tembaga dan radial ground berjumlah 8 buah. Antena ini sangat cocok untuk wilayah dan kondisi berbukit-bukit atau area dengan banyak gedung dan lebih kuat di bandingkan antenna yang berjenis *ground plane* $1 \times 1/4 \lambda$, atau antenna vertikal $1 \times 1/8\lambda$. Peneliti [34] telah melakukan penelitian yaitu dengan membuat antenna *ground plane* $3 \times 5/8 \lambda$ yang berbasis antenna telex dan menghasilkan kuat

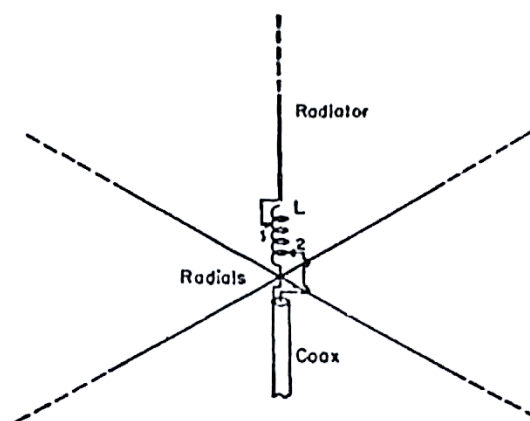
pancaran yang lebih besar namun ukuran fisiknya menjadi jauh lebih panjang dibanding antenna telex biasa.

2.2 Landasan Teori

Sebagai salah satu elemen penting pada komunikasi radio, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, yang akan menjadi karakteristik dari antenna. Antena pada prinsipnya adalah transformator antara gelombang transmisi ke ruang bebas atau sebaliknya sehingga mempunyai dua fungsi sebagai pemancar dan penerima. Fungsi antena sebagai pemancar adalah untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik ke udara atau ruang bebas, sedangkan fungsi antena sebagai penerima, adalah untuk menerima sinyal elektromagnetik dari ruang bebas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik.

2.2.1 Loading Coil

Loading coil antena adalah sebuah kumparan pemuatan antena yaitu induktor yang ditempatkan secara seri pada elemen antena untuk menurunkan frekuensi resonansi antena dan untuk penyesuaian impedansi [35]. Desain kumparan yang digunakan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Loading coil [30]

Bahan kawat loading coil yang biasa digunakan adalah logam tembaga yang merupakan konduktor dengan daya hantar listrik yang sangat baik dibawah

logam perak [36]. Daya hantar listrik didapat dari banyaknya elektron-elektron bebas yang terkandung dalam bahan konduktor. Meskipun sebagian besar elektron yang dimiliki konduktor terikat kuat pada inti atomnya, ada sebagian kecil yang dapat bergerak bebas dari satu atom ke atom yang lain. Elektron-elektron inilah yang memungkinkan terjadinya arus listrik pada konduktor. Besar dari daya hantar listrik konduktor adalah sangat dipengaruhi oleh besar hambatan jenis yang dimiliki oleh bahan konduktor. Hambatan suatu konduktor dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan (2.1) [37].

$$R = \rho \left(\frac{l}{A} \right) \quad (2.1)$$

Keterangan :

R = hambatan (Ω)

ρ = hambatan jenis ($\Omega \cdot m$)

l = panjang penghantar (meter)

A = luas penampang kawat (m^2)

Setiap bahan konduktor mempunyai hambatan jenis yang beragam. Tabel 2.1 ditunjukkan beberapa bahan konduktor yang sering digunakan dengan nilai hambatan jenisnya.

Tabel 2.1. Hambatan jenis berbagai logam [37]

| Bahan Konduktor | Hambatan Jenis (Ohm m) |
|-----------------|------------------------|
| Perak | $1,59 \times 10^{-8}$ |
| Tembaga | $1,68 \times 10^{-8}$ |
| Emas | $2,44 \times 10^{-8}$ |
| Alumunium | $2,65 \times 10^{-8}$ |
| Tungsten | $5,60 \times 10^{-8}$ |
| Besi | $9,71 \times 10^{-8}$ |
| Platina | $10,6 \times 10^{-8}$ |
| Air raksa | 98×10^{-8} |

Dari Tabel 2.1. terlihat bahwa hambatan jenis terkecil dimiliki oleh logam perak, kemudian tembaga, emas, aluminium dan seterusnya. Semakin kecil hambatan jenis suatu bahan, maka semakin baik nilai konduktivitasnya. Konduktivitas merupakan ukuran kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Dikatakan bahwa konduktor terbaik berdasar hambatan jenisnya dimiliki oleh logam perak karena memiliki hambatan terkecil dengan dimensi fisik yang sama dengan logam lain.

2.2.2 Parameter antena

Beberapa karakteristik antena yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan jenis antena, adalah pola radiasi, *gain*, *bandwidth*, *VSWR*, dan faktor kualitas. Setiap antena umumnya mempunyai karakteristik yang sama jika sebagai pemancar maupun penerima.

2.2.2.1 Impedansi dan Efisiensi Antena

Pada suatu terminal, impedansi antena bisa didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan terhadap arus pada terminal tersebut [8], [9], [12], [25], [38],[39], sesuai persamaan (2.2) dan (2.3).

$$Z_A = \frac{(V)}{(I)} = R_A + jX_A \quad (2.2)$$

$$R_A = R_{\text{loss}} + R_{\text{rad}} \quad (2.3)$$

Keterangan:

Z_A = Impedansi Antena

V = Beda potensial terminal

I = arus terminal

R_A = Resistansi Antena

X_A = Reaktansi Antena

R_{loss} = Resistansi rugi

R_{rad} = Resistansi Radiasi

R_{rad} adalah resistansi khayal yang bila dialiri arus pada keadaan antenna memancar, akan menghabiskan daya yang sama besarnya seperti yang dipancarkan. Sebagian daya akan disebar dalam antenna sebagai panas, dan daya yang dihabiskan dalam R_{loss} bila dialiri arus yang sama seperti pada R_{rad} , akan memberikan daya yang hilang dengan cara ini. Karena itu R_{loss} merepresentasikan rugi-rugi dalam antenna. Dengan adanya rugi-rugi dalam antenna, maka efisiensi antenna dirumuskan seperti pada persamaan (2.4) [39]

$$\eta = \frac{R_{rad}}{R_A} \quad (2.4)$$

Impedansi merupakan hal yang penting dalam perancangan antenna karena sebenarnya antenna itu sendiri berfungsi sebagai penyesuai impedansi antenna tersebut dengan impedansi saluran. Penyesuaian ini perlu dilakukan supaya terjadi transfer daya maksimum dari sumber oleh ukuran, konstruksi fisik dan bahan serta frekuensi kerja antenna tersebut.

2.2.2.2 SWR (*Standing Wave Ratio*)

Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan ke antenna (V_{o+}) dan tegangan yang dipantulkan (V_{o-}). Perbandingan antara tegangan yang dipantulkankan dengan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ), yang ditunjukkan pada persamaan (2.5). Z_A adalah impedansi antenna dan Z_0 adalah impedansi karakteristik saluran *feeder*. Koefisien refleksi tegangan (Γ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitude dan fasa refleksi, [9], [36],[37].

$$\Gamma = \frac{V_{o-}}{V_{o+}} = \frac{Z_A - Z_0}{Z_A + Z_0} \quad (2.5)$$

Adapun nilai *SWR* diperoleh menggunakan persamaan (2.6) [9], [38],[39].

$$SWR = \frac{V|_{\max}}{V|_{\min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2.6)$$

Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari Γ adalah nol, maka :

- a. $\Gamma = -1$: refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat
- b. $\Gamma = 0$: tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matched* sempurna.
- c. $\Gamma = +1$: refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Kondisi yang paling baik adalah ketika *SWR* bernilai 1 yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu, nilai standar *SWR* yang diijinkan untuk fabrikasi antena adalah $SWR < 1,5$.

2.2.2.3 Rugi-rugi balik

Rugi-rugi balik, *RL* (*return loss*) atau rugi-rugi refleksi (*reflection loss*) adalah kehilangan kekuatan sinyal karena adanya refleksi balik yang disebabkan adanya diskontinuitas dalam suatu saluran transmisi telekomunikasi baik konvensional maupun serat optik. Diskontinuitas ini dapat terjadi karena adanya ketidakcocokan dengan kondisi beban atau dengan perangkat peralatan pada pengguna. Keadaan ini biasanya dinyatakan sebagai rasio dalam decibel (dB), dimana untuk rugi-rugi balik diberikan oleh persamaan (2.7) [8], [38], [39].

$$RL(\text{dB}) = 10 \log -20 \log |\Gamma| \quad (2.7)$$

di mana *RL*(dB) adalah kehilangan balik dalam dB, P_i adalah kekuatan sinyal yang terjadi dan P_r adalah kekuatan sinyal yang direfleksikan. Semakin tinggi kehilangan balik suatu peralatan maka semakin baik peralatan tersebut.

2.2.2.4 Bandwidth (BW)

Bandwidth atau lebar pita frekuensi dari suatu antena adalah daerah frekuensi kerja antena yang dibatasi oleh *VSWR* tertentu. Biasanya *bandwidth* dibatasi pada $VSWR \leq 2,0$. Pada antena pita lebar atau *broadband*, *bandwidth* merupakan selisih antara frekuensi atas dengan frekuensi bawah. Pada antena *broadband*, *bandwidth* merupakan selisih antara frekuensi atas (f_H) dengan frekuensi bawah (f_L) [39].

$$BW = f_H - f_L \quad (2.8)$$

2.2.2.5 Faktor kualitas

Faktor kualitas, Q , merupakan ukuran selektivitas rangkaian resonator dimana rangkaian resonator merupakan rangkaian filter BPF (*Band Pass Filter*) dengan *bandwidth* sempit. Merupakan perbandingan antara energi maksimum yang disimpan dan energi yang didisipasikan per siklusnya. Faktor kualitas juga didefinisikan sebagai perbandingan tegangan induktif dan tegangan resistif pada keadaan resonansi, seperti dalam persamaan (2.9) [39].

$$Q = \frac{V_L}{V_R} = \frac{\omega L}{R} = \frac{2\pi f_0 L}{R} \quad (2.9)$$

Keterangan:

V_L = Tegangan induktif pada coil

V_R = Tegangan resistif pada coil

R = Resistansi coil

L = Induktansi coil

f_0 = Frekuensi resonansi

Impedansi bisa mencapai minimum atau maksimum karena adanya resonansi, yaitu kondisi dimana rangkaian dieksitasi dengan frekuensi naturalnya dan frekuensi yang menyebabkan kondisi tersebut terjadi disebut dengan frekuensi resonansi (f_0). Faktor kualitas juga dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara frekuensi resonansi terhadap *bandwidth*, seperti yang ditunjukkan persamaan 2.10 [39].

$$Q = \frac{f_0}{BW} \quad (2.10)$$

2.2.2.6 Field strength

Field strength atau disebut juga *field intensity*, secara umum mempunyai pengertian sebagai kuat medan dari suatu gelombang elektrik, magnetik atau suatu elektromagnetik dari suatu titik tertentu. Secara khusus kuat medan dapat diartikan sebagai kuat medan yang diterima oleh antenna penerima radio dari energi listrik elektromagnetik yang dipancarkan oleh pemancar radio pada suatu frekuensi tertentu. Dalam hal ini kuat medan gelombang elektromagnetik mempunyai besaran $\text{dB } \mu\text{v/m}$. Energi gelombang elektromagnetik terbagi dalam

bentuk medan magnet dan medan listrik, sehingga energi gelombang elektromagnetik (U) sama dengan penjumlahan dari energi medan listrik (U_E) dan medan magnet (U_M). Energi gelombang elektromagnetik (U) inilah yang akan dipancarkan dan diterima oleh antena. Pada titik pengukuran kuat medan, *field strength meter* akan mendeteksi beberapa kekuatan energi gelombang elektromagnetik (U) dalam $\text{dB}\mu\text{V/m}$. [39]

2.2.2.7 Gain dan Effective Radiated Power (ERP) antenna

Antena yang mempunyai sifat pengarahan (termasuk dipole) dikatakan memiliki penguatan. Dan pengukuran penguatannya dilakukan dengan cara membandingkannya terhadap antena isotropis. Antena isotropis diasumsikan tidak memiliki penguatan karena radiasinya sama ke segala arah. Antena dipole mempunyai efektivitas $\pm 2,1$ dBi terhadap antena isotropis. Efektivitas selalu diartikan sebagai pembanding terhadap referensi. Efektivitas antena G dinyatakan dengan dB, karena dB sangat praktis dalam pengukuran perbandingan daya [38]. Perhitungan ERP dimulai dengan output daya pemancar (TPO: *Transmitter Power Output*). (Ini diasumsikan sebagai output dari tahap amplifikasi daya akhir jika power amplifier eksternal digunakan.) Kemudian penguatan sistem dari keseluruhan sistem antena termasuk antena, saluran transmisi, dan semua komponen saluran transmisi diterapkan ke TPO untuk menghitung daya output seluruh stasiun, dituliskan pada persamaan (2.11) [35].

Gain Sistem = Rugi Saluran Transmisi – rugi Komponen Transmisi + Gain Antena

$$\text{ERP} = \text{TPO} \times \text{System Gain}$$

$$\text{ERP (dBm)} = \text{TPO (dBm)} + \text{System Gain (dB)} \quad (2.11)$$

Dalam eksperimen, vector network antenna analyzer digunakan untuk mengukur semua parameter tersebut.

2.2.3 Penalaan Kabel Feeder

Pengetahuan tentang karakteristik kabel coaxial yang digunakan sebagai feeder ke antena sangat diperlukan karena pengaruhnya sangat besar terhadap

daya pancar transciever yang digunakan. Setiap tipe kabel akan memiliki karakteristik yang berbeda, semakin panjang kabel coaxial semakin besar redamannya dan semakin tinggi ferkwensi semakin besar pula kerugian (biasanya dikenal dengan *matched loss*), tidak matchingnya impedansi kabel dan impedansi antenna pada frekuensi yang dipergunakan juga mengakibatkan kerugian.[38]

Untuk memaksimalkan penyaluran daya antar transciever dan antenna, kabel harus ditala agar berosansi pada frekuensi kerja yang sudah ditetapkan (menala kabel tersebut agar matching di frekuensi dimana akan bekerja). Ada dua cara menala kabel koaksial yaitu;

- a. Mengukur panjang kabel berdasarkan kelipatan genap dari $1/4\lambda$ atau kelipatan $1/2\lambda$, karena nilai SWR berulang tiap kelipatan tersebut dimana λ adalah panjang gelombang di kabel coaxial yang nilainya pada persamaan (2.12) [39], [40].

$$\lambda = \lambda_0 \times vf ; \quad \lambda_0 = \frac{c}{f} \quad (2.12)$$

Keterangan:

λ_0 = panjang gelombang diudara

c = cepat rambat gelombang elektromagnet di udara

f = frekuensi kerja

vf = faktor perambatan kabel

- b. Melakukan pengukuran pada kabel koaksial berbeban 50Ω (dummy load) dengan panjang tertentu sampai diperoleh nilai $SWR \approx 1$.

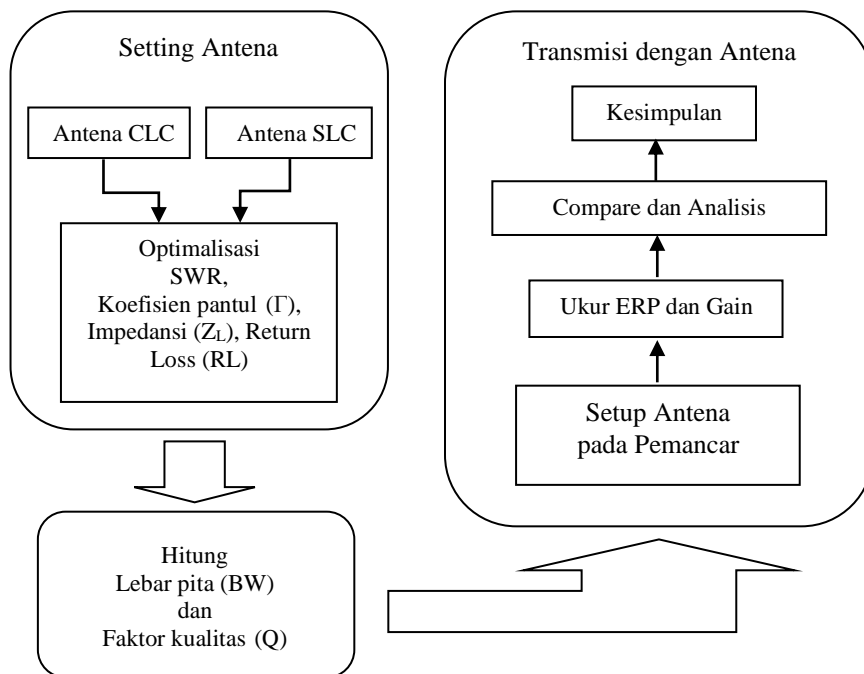
2.3 Hipotesis

Berdasarkan kajian pustaka dan landasan teori, maka dapat diambil praduga sementara bahwa mengganti *loading coil* yang aslinya tembaga dengan perak diharapkan *gain* dari pada antenna tersebut akan semakin besar, karena semakin besar factor kualitasnya lebar bidangnya akan semakin menyempit sehingga efisiensi dari antenna tersebut akan meningkat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Model Optimalisasi Gain Antena

Untuk mencari optimalisasi pengaruh bahan loading coil, maka pada Gambar 3.1 mengilustrasikan arsitektur model untuk peningkatan gain antenna *ground plane*. Diawali dengan melakukan penyetelan Antena 1 yang menggunakan loding coil bahan tembaga (CLC) dan Antena 2 yang menggunakan loding coil bahan perak (SLC) untuk mendapatkan nilai hasil pengukuran SWR yang minimal, sehingga didapat pula nilai impedansi (Z_L), koefisien pantul (Γ), dan Return Loss (RL). Pengukuran karakteristik frekuensi diperoleh dengan mengamati grafik nilai SWR yang bernilai 1,5 pada dua frekuensi yaitu frekuensi batas bawah (f_L) dan frekuensi batas atas (f_H).



Gambar 3.1. Arsitektur model Optimalisasi Gain Antena Ground Plane

Selisih f_H dengan f_L merupakan lebar bandwidth (BW) dari antena, dan dengan membandingkan langsung BW dengan frekuensi operasi (f_0) diperoleh nilai faktor

kualitas (Q). Pengukuran kuat medan yang diterima dilakukan oleh 4 stasiun yang berbeda jarak dan posisi di empat penjuru di sekitar antenna yang difungsikan sebagai pemancar. Gain antenna diperoleh dengan menghitung berdasarkan pengukuran ERP (*Effective Radiated Power*) di masing-masing stasiun dan menjumlahkannya. Kinerja pengukuran parameternya dilakukan dengan cara experiment di lapangan dan di hitung menggunakan alat vector networks analyzer yang dapat mengukur keluaran parameter secara langsung baik secara display maupun dalam bentuk file.

3.2. Bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang akan dipergunakan untuk membuat antenna model *telex* $2 \times 5/8 \lambda$ sebagai berikut.

1. Pipa aluminium berdiameter $7/8$ inchi, $5/8$ inchi, $3/8$ inchi, $3/4$ inchi, $1/2$ inchi, untuk membuat *radiator* dan *radial* dari antenna.
2. Pipa PVC untuk membuat dielektrikum lilitan *loading coil*.
3. Kawat tembaga, kawat perak yang masing-masing berdiameter 2 mm untuk membuat *loading coil*.
4. Kabel coaxial RG6 dengan impedansi karakteristik 50Ω untuk *feeder*.
5. Klem radial untuk menyusun radial, klem 0.6 inchi, klem 1.0 inchi.

3.3. Alat yang Digunakan

Untuk mewujudkan rancangan dan modifikasi antenna model *telex* $2 \times 5/8 \lambda$ ini, diperlukan alat ukur untuk pembuatan dan pengujian antenna ini antara lain:

1. *Field strength meter*

Field strength meter digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal dari suatu antenna, selain itu dapat juga digunakan untuk mengukur penguatan (*gain*) dari antenna dan digunakan untuk menentukan pola radiasi dari antenna.

2. *SWR meter*

SWR meter digunakan untuk mengetahui perbandingan sinyal yang dipancarkan dan sinyal yang dipantulkan kembali oleh antenna, dapat juga digunakan untuk mengetahui karakteristik lebar jalur dari antenna.

3. *Dummy Load*

Impedansi dari antena sangat tergantung pada frekuensi. Sedangkan impedansi dari saluran transmisi tergantung dari kelipatan λ yang didapat sesuai dengan impedansi dari panjang saluran transmisi tersebut. Dengan demikian antena dan saluran transmisi tidak dapat dipakai sebagai acuan untuk menala impedansi. Sebelum dihubungkan ke antena sebenarnya, digunakan sebuah beban yang diketahui impedansinya dengan pasti sebagai acuan (*Dummy Load*), yang harus bebas dari pengaruh frekuensi dan dapat menangani pembuangan daya yang besar (merubah semua daya datang menjadi panas). Impedansi *dummy load* umumnya 50 atau 75 Ohm. Pada dasarnya, *dummy load* adalah sebuah resistor tetapi dengan adanya pengaruh frekuensi resistor tersebut tidak hanya bersifat resistif tetapi juga induktif dan kapasitif, meskipun nilainya kecil.

3.4. Jalannya Penelitian

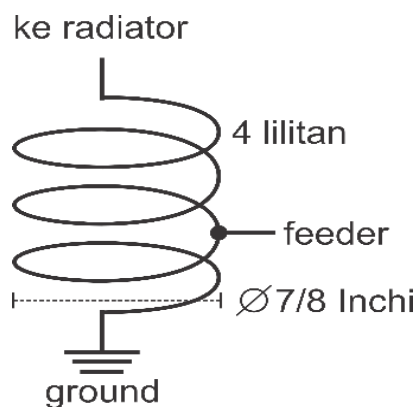
Penjelasan mengenai proses penelitian diperlukan sebagai acuan tahap-tahap yang harus dilalui agar penelitian mencapai sasaran yang diharapkan. Jalannya penelitian ditunjukkan dalam bentuk diagram alir seperti Gambar 3.2.

Pelaksanaan penelitian ini direncanakan secara berurutan, yang akan dilaksanakan mulai dari mempersiapkan alat dan bahan, membuat antena sesuai desain, pelaksanaan pengukuran, dan menganalisa data hasil pengukuran untuk mendapatkan kesimpulan. Pelaksanaan pengukuran akan dilaksanakan sesuai dengan yang telah direncanakan. Tempat pengukurannya dibebberapa titik pada jarak tertentu disekitar antena pemancar dengan alat ukur *field strength meter*.

Langkah pertama dalam penelitian adalah persiapan seperti pengumpulan literatur kajian teori. Dilanjutkan langkah berikutnya dengan perancangan dan pembuatan antena. Dilanjutkan langkah terakhir adalah pengujian untuk mendapatkan data spesifikasi antena yang dibuat.

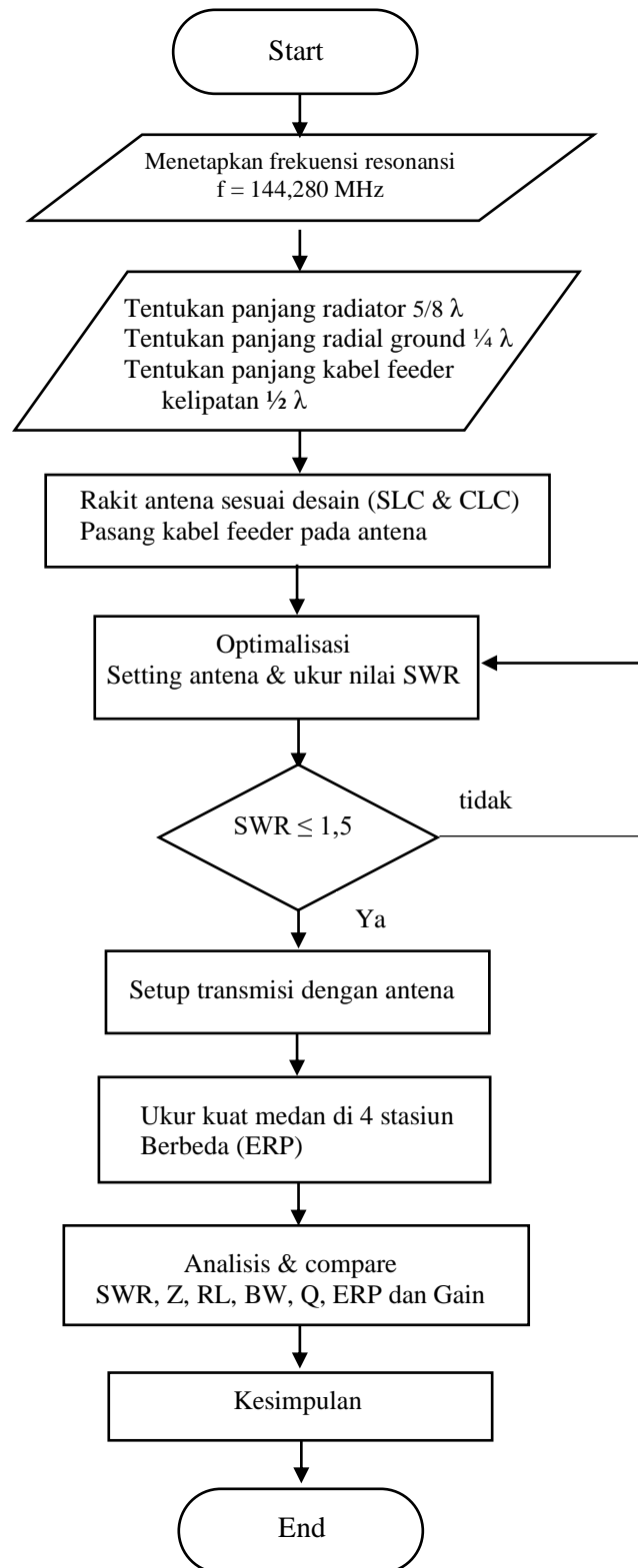
3.4.1. Perancangan antenna

Antena yang akan dibuat pada penelitian ini mengacu pada antena produksi Gazden yang ada di pasaran. Dibuat dengan ukuran diameter pipa yang kurang lebih sama, panjang radiator $5/8 \lambda$, radial ground $1/4 \lambda$ berjumlah 8 buah dan frekuensi kerja pada 144,280 MHz. Disain antena di tunjukkan pada Gambar 3.3, sedangkan disain loading coil ditunjukkan pada Gambar 3.2. Bagian loading coil umumnya menggunakan kawat bahan tembaga, namun dalam penelitian ini juga menggunakan bahan perak. Resistansi jenis dari logam tembaga lebih besar dari perak, sehingga dengan menggunakan loading coil bahan perak diharapkan gain dari antena ini akan semakin tinggi.

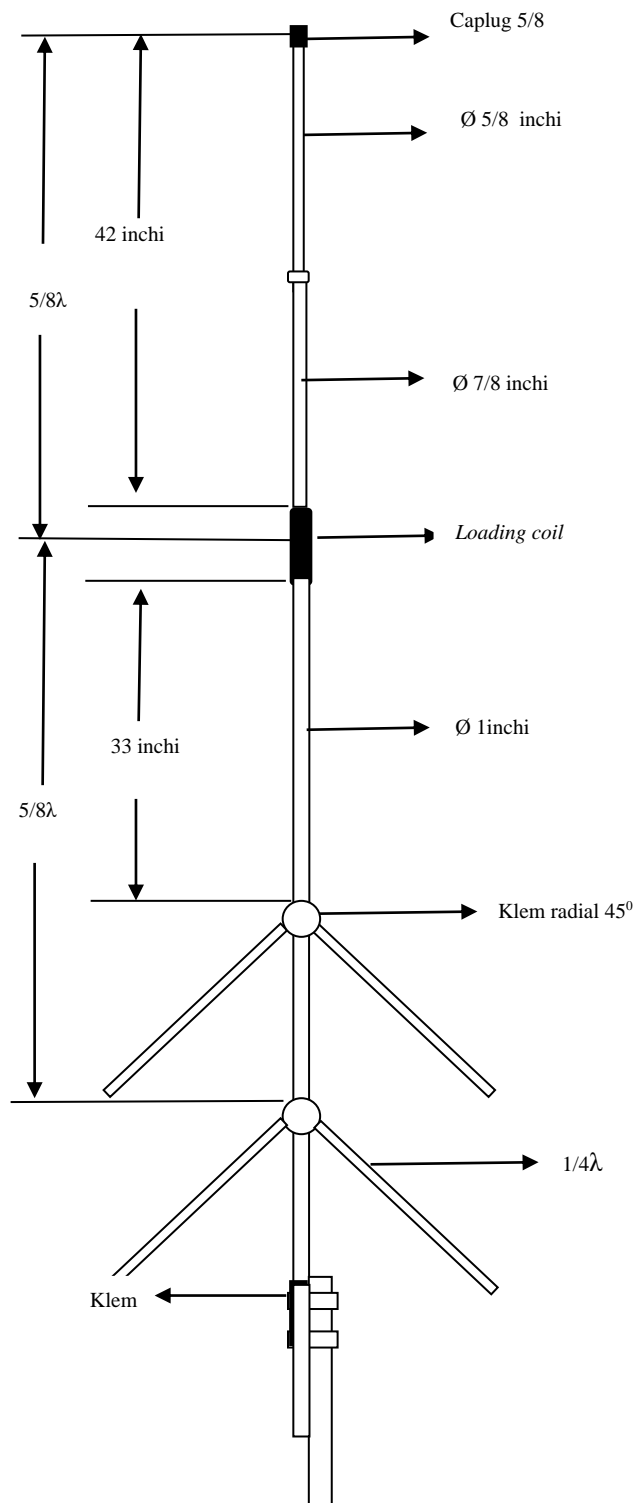


Gambar 3.2. Disain loading coil

Kumparan (coil) dibuat dengan koker dari bahan PVC sejumlah 4 lilitan, ujung atas kawat kumparan ini disambungkan dengan radiator antena dan bagian bawah disambungkan dengan radial ground. Terminal untuk kabel feeder di sambungkan dengan kumparan pada jarak kurang lebih 1,25 putaran dari bawah.



Gambar 3.3. Diagram alir jalannya penelitian



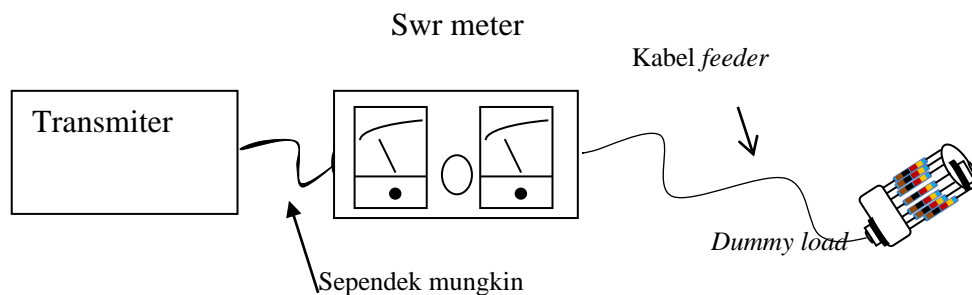
Gambar 3.4. Disain antenna model telex

3.4.2. Pengujian antena

Pengujian antena dilakukan dengan melakukan pengamatan dengan langkah-langkah prosedur percobaan yang meliputi pengukuran spesifik antena seperti mencocokkan impedansi antara kabel *coaxial* sebagai *feeder* dengan *dummy load* untuk mendapatkan *VSWR* 1, pola radiasi, frekuensi kerja, dan *VSWR* antena. Berikut adalah prosedur pengukuran yang dilakukan.

A. Pengukuran resonansi kabel *feeder*

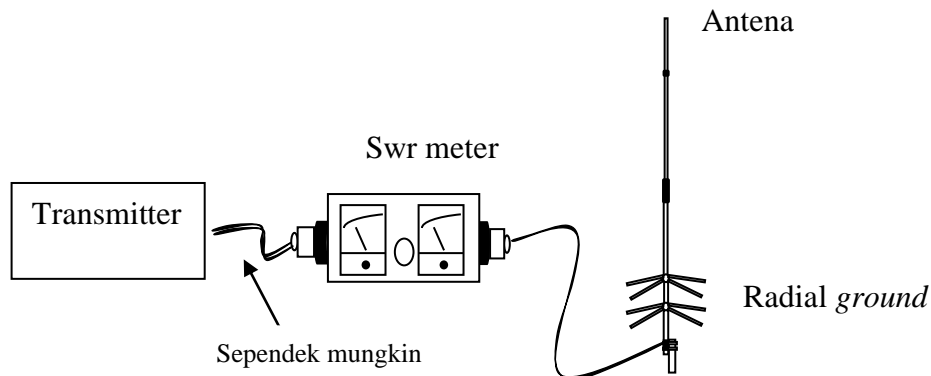
Untuk menala kabel *feeder* beresonansi pada frekuensi 144,280 MHz dibutuhkan *dummy load*. Agar nantinya daya yang dipancarkan dari alat pemancar menghasilkan daya yang optimal, maka impedansi output dari penguat daya tingkat akhir harus sama dengan impedansi saluran transmisi dan impedansi antena. Melakukan pemotongan kabel sedikit demi sedikit sampai didapatkan nilai $SWR \approx 1$. Model pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Pengujian kabel *feeder*

B. Pengukuran Karakteristik Frekuensi Antena

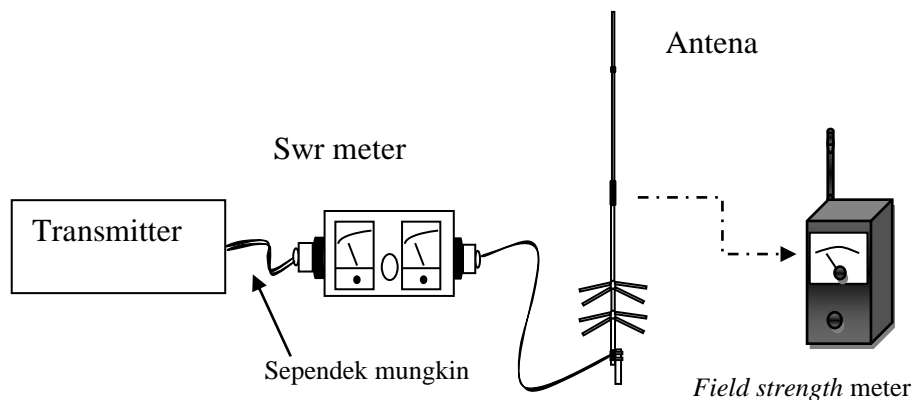
Karakteristik Frekuensi atau dapat juga disebut lebar jalur antena diuji dengan *SWR* meter. Cara pengujian yang dilakukan adalah antena digunakan untuk memancarkan gelombang dari frekuensi terendah sampai frekuensi tertinggi dengan besar *WSR* meter maksimal 1,5. Cara pengukuran karakteristik frekuensi antena dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Pengujian karakteristik frekuensi antenna.

C. Pengukuran ERP dan Gain Antena

Sebuah transmitter akan memancarkan medan listrik melalui antenna ini, dan alat ukur dipasang pada 4 (empat) lokasi di sekeliling antenna pada jarak yang berbeda. Pengukuran menggunakan *field strength* meter atau *Signal meter* yang sudah tersedia pada radio transceiver. Melalui pengukuran akan diperoleh nilai ERP di masing-masing lokasi stasiun. Sedangkan gain dihitung berdasarkan nilai ERP tersebut. Model pengujian dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Pengujian kuat medan antenna

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

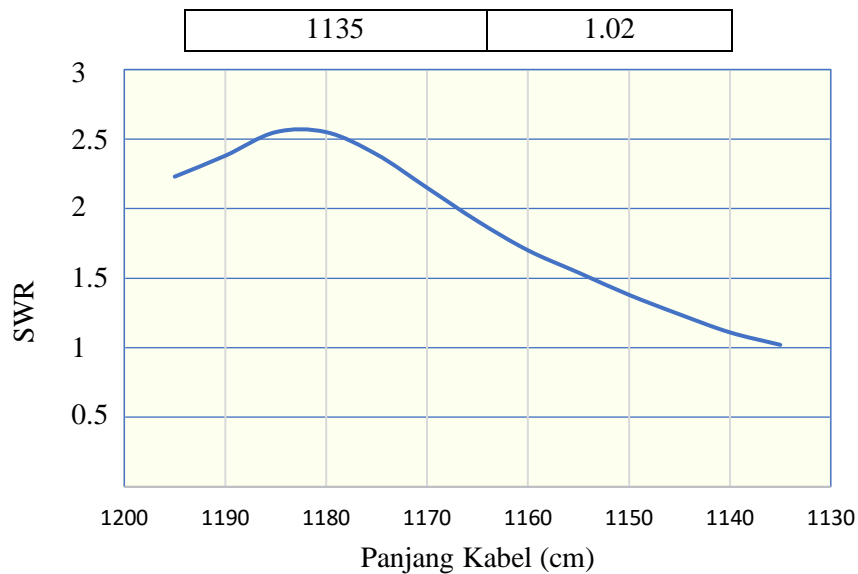
Hasil pengujian sistem antena diperoleh dengan melakukan prosedur diatas yang diawali dengan menyesuaikan impedansi antara kabel coaxial sebagai *feeder* dengan *dummy load*, selanjutnya menyesuaikan impedansi antena dengan kabel *feeder* untuk mendapatkan $SWR \approx 1$. Pada uji experiment di penelitian ini, antena 1 dinyatakan dengan bahan cooper loading coils (CLC) dan antena 2 dinyatakan dengan silver loading coils (SLC).

4.1. Penalaan Resonansi Kabel Feeder

Langkah ini dilakukan untuk mendapatkan panjang kabel sesuai dengan frekuensi kerja yang diinginkan, dalam penelitian adalah 144.280 MHz. Dalam prakteknya langkah ini diperlukan agar kebutuhan kabel sesuai dengan rencana ketinggian tiang penyangganya disamping agar rugi-rugi balik dalam saluran harus sebesar mungkin. Kabel feeder yang tersedia sepanjang 12 meter, dengan menggunakan Radio pemancar, SWR meter dan dummy load sesuai dengan Gambar 3.5, dilakukan pemotongan kabel tiap 5 cm, dicatat nilai SWR terukur sampai didapat nilai SWR minimal. Hasil pengukuran ditampilkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Penalaan Kabel

| Panjang Kabel (cm) | Nilai SWR |
|--------------------|-----------|
| 1195 | 2.23 |
| 1190 | 2.38 |
| 1185 | 2.55 |
| 1180 | 2.55 |
| 1175 | 2.39 |
| 1170 | 2.15 |
| 1165 | 1.91 |
| 1160 | 1.70 |
| 1155 | 1.54 |
| 1150 | 1.38 |
| 1145 | 1.24 |
| 1140 | 1.11 |



Gambar 4.1. Grafik hasil penalaan kabel feeder

Kabel yang digunakan adalah kingsignal KSR 300 yang mempunyai impedansi karakteristik 50Ω dan *velocity factor* 0,85 (85%). Lembar data pada Lampiran 1. Hasil penalaan kabel diperoleh panjang kabel 11,37m, pada frekuensi 144,280 MHz nilai SWR = 1,02. Secara kalkulasi panjang kabel yang didapat berdasar persamaan (2.12) adalah sebagai berikut.

$$\lambda_0 = 300 \times 10^6 \text{ Hz} / 144,28 \times 10^6 = 2,07929026 \text{ meter (di udara)}$$

sedangkan jika merambat dimedia kecepatan rambatnya berubah semakin melambat sehingga dibutuhkan data *velocity factor* (vf) untuk menghitung panjang gelombang pada kabel *feeder* yang digunakan, sehingga panjang gelombangnya berubah sebagai berikut.

$$\lambda = vf \times \lambda_0 = 0,85 \times 2,07929026 = 1,76739672 \text{ meter}$$

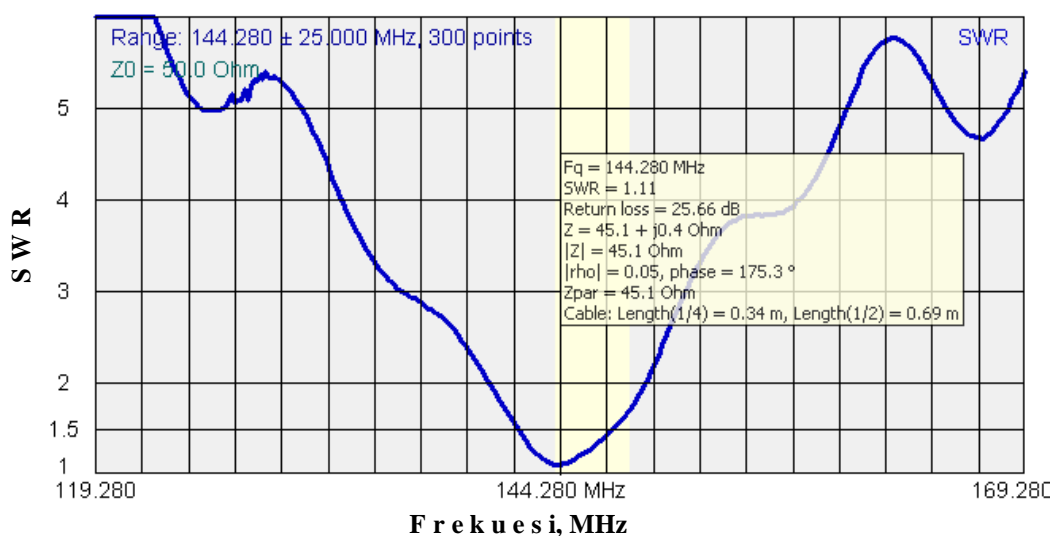
$$1/2 \lambda = 1,76739672 / 2 = 0,88369836 \text{ meter}$$

Panjang kabel yang dibutuhkan adalah kelipatan dari $1/2 \lambda$ karena nilai SWR akan berulang setiap $1/2 \lambda$ [39],[40]. Dalam penelitian ini digunakan pengali 13 sehingga diperoleh $13 \times 0,88369836 \text{ meter} = 11,48807874 \text{ meter}$.

4.2. Pengukuran Karakteristik Frekuensi Antena

Hasil penyetalan dan pengukuran tanggapan frekuensi terhadap nilai SWR dan *Return Loss* antena pada rentang frekuensi 119,280 – 169,280 MHz dapat dilihat pada Gambar 4.2 sampai dengan Gambar 4.7. Pada frekuensi yang diinginkan yaitu 144,280 MHz diperoleh nilai SWR masing-masing antena dengan loading coil bahan tembaga (antenna 1/CLC) adalah 1 : 1,11 dan bahan perak (antenna 2/SLC) adalah 1 : 1,12

Khusus untuk antenna 1 diperoleh data parameter antena sesuai Gambar 4.2 sebagai berikut. Pada frekuensi yang diinginkan yaitu 144,280 MHz nilai impedansinya $Z=45,1+j0,4 \Omega$, $|Z|=45,1 \Omega$, koefisien refleksi $|\Gamma|=0,05$, *return loss* $RL= 25,66 \text{ dB}$. Dari data ini bisa dihitung dan dicocokkan dengan hasil pengukuran tersebut diantaranya nilai SWR, nilai koefisien refleksi $|\Gamma|$, *return loss* (RL), lebar bidang frekuensi (BW) dan faktor kualitas (Q) dari antena.



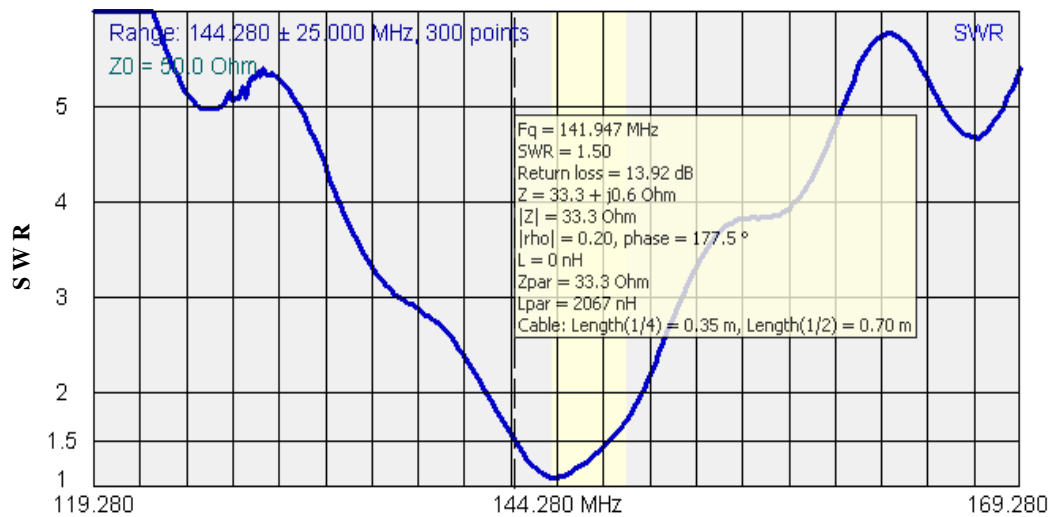
Gambar 4.2. Karakteristik frekuensi antena 1

Berdasarkan impedansi antena 1 (CLC) dihitung berapa nilai koefisien refleksi dan nilai SWRnya menggunakan persamaan (2.5), (2.6) dan (2.7) yaitu:

$$Z=45,1+j0,4 \Omega$$

$$|Z| = \sqrt{45,1^2 + 0,4^2} = \sqrt{2034,01 + 0,16} = \sqrt{2034,17} = 45,1018 \Omega$$

$$|\Gamma| = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} = \frac{50 - 45,1018}{50 + 45,1018} = \frac{4,8982}{95,1018} = 0,05150481$$

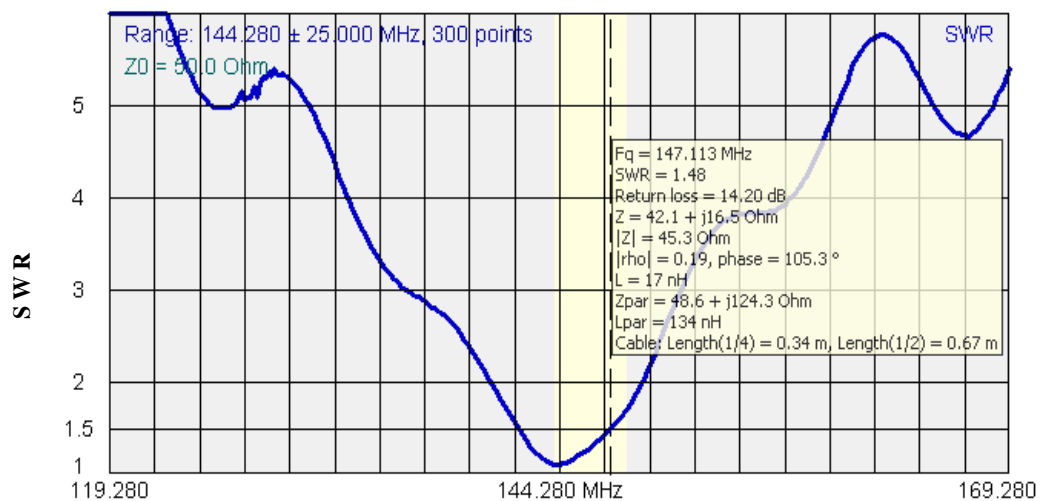


Frekuensi, MHz

Gambar 4.3. Frekuensi batas bawah antenna 1

$$SWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = \frac{1 + 0,05150481}{1 - 0,05150481} = \frac{1,05150481}{0,94849519} = 1,1086032$$

$$RL = -20 \log |\Gamma| = -20 \log 0,05150481 = -20 \times -1,2881522 = 25,763044 \text{ dB}$$



Frekuensi, MHz

Gambar 4.4. Frekuensi batas atas antenna 1

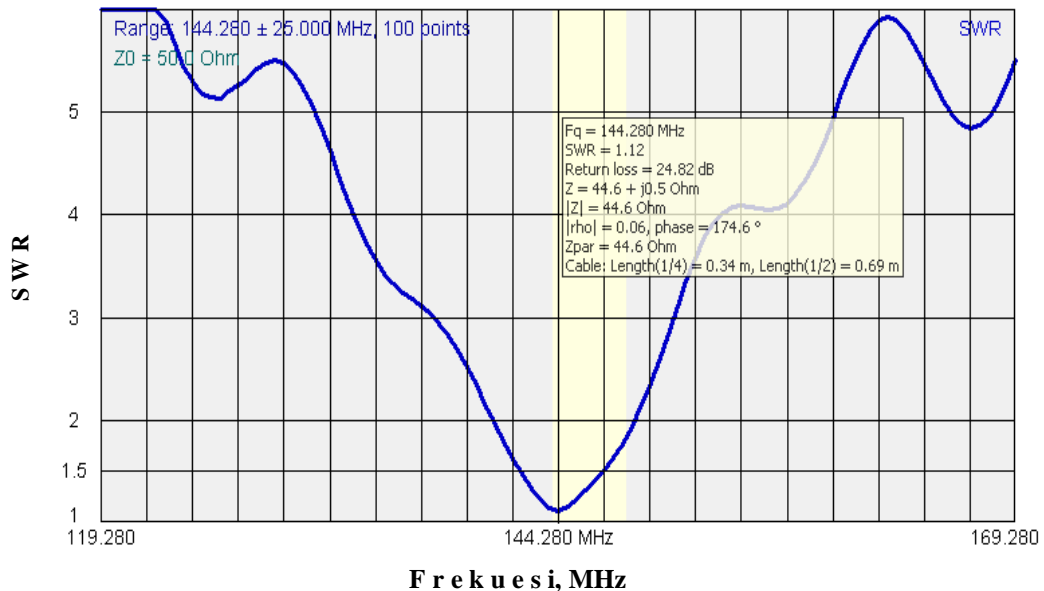
Gambar 4.3 menunjukkan batas frekuensi bawah dari antenna 1 yakni pada nilai $SWR = 1 : 1,50$ jatuh pada frekuensi 141,947 MHz, sedangkan Gambar 4.4 menunjukkan frekuensi 147,113 MHz pada nilai $SWR = 1 : 1,48$ (karena kursornya tidak bisa tepat di $SWR = 1 : 1,50$). Dari kedua frekuensi ini dapat dihitung lebar pita frekuensi (BW) sebagai karakteristik tanggapan frekuensi antenna 1 dan juga nilai faktor kualitasnya. Berdasar persamaan (2.8) diperoleh

$$BW = 147,113 - 141,947 = 5,166 \text{ MHz}$$

Dengan menggunakan persamaan (2.10) bisa dihitung nilai faktor kualitas Q sebagai berikut.

$$Q = \frac{f_0}{BW} = \frac{144,280 \text{ MHz}}{5,166 \text{ MHz}} = 27,929$$

Gambar 4.5 merupakan hasil pengukuran antenna 2, diperoleh data parameter antenna sebagai berikut. Pada frekuensi yang diinginkan yaitu 144,280 MHz nilai impedansinya $Z = 44,6 + j0,5 \Omega$, $|Z| = 44,6 \Omega$, koefisien refleksi $|\Gamma| = 0,06$, *return loss* $RL = 24,82 \text{ dB}$.



Gambar 4.5. Karakteristik frekuensi Antenna 2

Berdasarkan impedansi antenna dihitung berapa nilai koefisien refleksi dan nilai SWRnya menggunakan (2.5), (2.6) dan (2.7) yaitu

$$Z = 44,6 + j0,5 \Omega$$

$$|Z| = \sqrt{44,6^2 + 0,5^2} = \sqrt{1989,16 + 0,25} = \sqrt{1989,41} = 44,6028 \Omega$$

$$|\Gamma| = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} = \frac{50 - 44,6028}{50 + 44,6028} = \frac{5,3972}{94,6028} = 0,05705117$$

$$SWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = \frac{1 + 0,05705117}{1 - 0,05705117} = \frac{1,05705117}{0,94294883} = 1,12100587$$

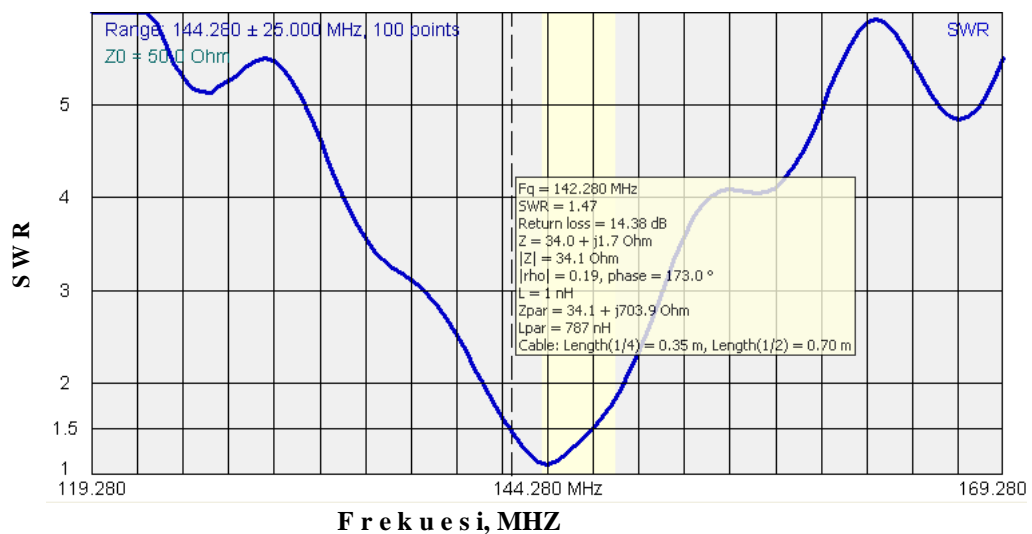
$$RL = -20 \log |\Gamma| = -20 \log 0,05705117 = -20 \times -1,24375444 = 24,8747 \text{ dB}$$

Gambar 4.6 menunjukkan batas frekuensi bawah dari antenna 2 SLC yakni pada nilai $SWR = 1 : 1,47$ jatuh pada frekuensi 142,280 MHz, sedangkan Gambar 4.7 menunjukkan frekuensi atas 146,780 MHz pada nilai $SWR = 1 : 1,51$. Dari kedua frekuensi ini dapat dihitung lebar bidang frekuensi (BW) sebagai karakteristik tanggapan frekuensi antenna 2 dan juga nilai faktor kualitasnya. Berdasar persamaan (2.8) diperoleh

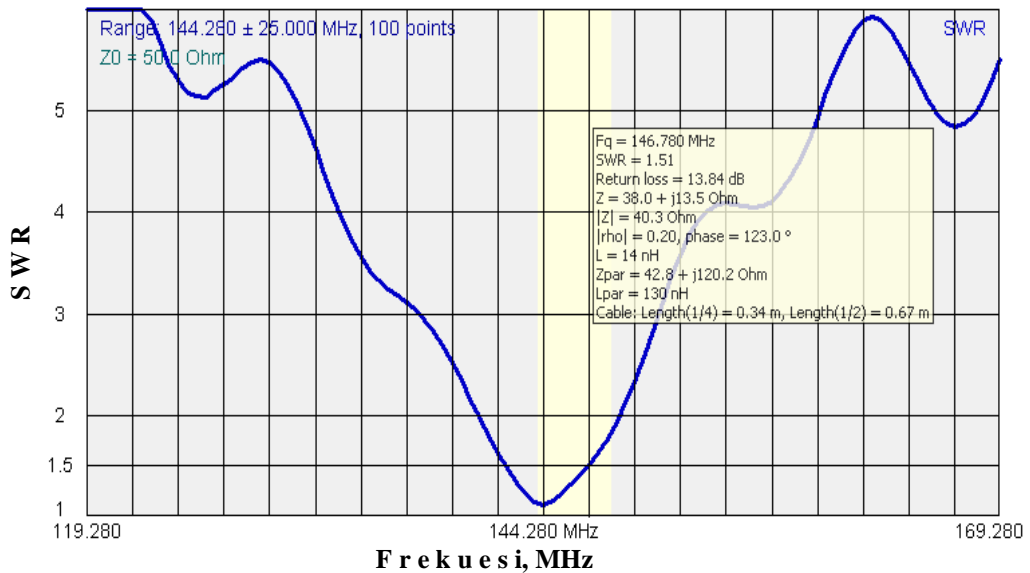
$$BW = 146,780 - 142,280 = 4,500 \text{ MHz}$$

Dengan menggunakan persamaan (2.10) nilai faktor kualitas Q sebagai berikut dihitung sebagai berikut:

$$Q = \frac{f_0}{BW} = \frac{144,280 \text{ MHz}}{4,500 \text{ MHz}} = 32,062$$



Gambar 4.6. Frekuensi batas bawah antenna 2



Gambar 4.7. Frekuensi batas atas antenna 2

Table 4.2. Nilai perbandingan pengukuran parameter antara CLC dan SLC

| Parameter | CLC (Antenna 1) | SLC (Antenna 2) |
|-----------|--------------------|--------------------|
| Z | 45,1+j0.4 Ω | 44,6+j0.5 Ω |
| Z | 45,1018 Ω | 44,6028 Ω |
| \Gamma | 0,05150481 | 0,05705117 |
| SWR | 1,1086032 | 1,12100587 |
| RL | 25,763044 dB | 24,8747 dB |
| BW | 5,166 MHz | 4,500 MHz |
| Q | 27,929 | 32,062 |

Untuk mendapatkan hasil yang optimal, maka penyetelan ukuran batang antenna disetting untuk menghasilkan nilai SWR sekecil mungkin. Dari pengukuran antenna diperoleh nilai SWR minimal untuk antenna CLC adalah 1,11 dan untuk antenna SLC adalah 1,12. Dikarenakan setting ukuran batang antenna tidak bisa di tuning untuk mendekati SWR=1 pada frekuensi kerja yang sama sebesar 144,280 MHz. Maka, akibatnya untuk nilai - nilai Z, |Z|, |\Gamma| dan RL lebih baik antenna CLC dari pada antenna SLC. Ini juga berarti bahwa daya yang masuk

(*forward*) ke CLC akan lebih besar dari pada yang ke SLC dan daya yang dipantulkan (*reverse*) SLC lebih besar. Namun dari pengukuran pada saat digunakan untuk memancar atau dioperasikan justru diperoleh nilai ERP yang lebih besar SLC walau daya yang masuk ke SLC lebih kecil dari antenna 1. Ini menandakan bahwa SLC lebih bagus (efisiensi lebih tinggi, persamaan 2.4) dari CLC yang menggunakan tembaga.

Dari data dan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa untuk karakteristik frekuensi dengan frekuensi tengah 144,280 MHz untuk antenna 1 diperoleh lebar bidang $BW=5,166$ MHz dan faktor kualitas $Q= 27,929$ sedangkan untuk antenna 2 diperoleh lebar bidang $BW=4,500$ MHz dan factor kualitas $Q=32,062$. Dengan demikian dapat dikatakan antenna dengan *loading coil* dari bahan perak mempunyai faktor kualitas yang lebih tinggi atau mempunyai selektifitas yang lebih tinggi dibanding dengan antenna dengan *loading coil* tembaga.

Bedasar (2.10) bahwa *bandwidth* (BW) semakin sempit, jika faktor kualitas (Q) semakin besar, sedangkan faktor kualitas tergantung dari perbandingan energi maksimum yang disimpan terhadap energi yang didisipasikan, persamaan (2.9). Energi yang didisipasikan sebanding dengan nilai resistansi bahan loading coil yang digunakan, dalam hal ini sesuai dengan persamaan (2.1) bahwa suatu batang penghantar dengan ukuran panjang (l) dan luas penampang (A) yang sama, resistansi ditentukan oleh hambatan jenis penghantar tersebut.

Tabel 2.1, ditunjukkan bahwa hambatan jenis bahan perak $\rho_{Ag}=1,59 \times 10^{-8}$ Ωm sedangkan hambatan jenis tembaga $\rho_{Cu}=1,68 \times 10^{-8}$ Ωm sehingga untuk ukuran fisik yang sama didapat resistansi bahan perak lebih kecil dibandingkan resistansi bahan tembaga. Jika kedua bahan diterapkan sebagai bahan loading coil akan didapatkan hasil faktor kualitas (Q) dan bandwidth (BW) yang sesuai dengan tabel 4.1.

4.3. Pengukuran Gain antena

Untuk pengukuran gain maupun ERP (*Effective Radiated Power*) antena secara nyata dilakukan di tempat yang terbuka yakni pada posisi latitude = 0750.66993 S, Longitude = 11021.76536 E, Altitude = 90 meter (halaman belakang Rest Area Pyramid jalan Parangtritis Km 5.5 Yogyakarta) dan dengan 4 Stasiun titik pengukuran yang berbeda. Masing-masing lokasi pengukuran tersebut yakni Stasiun A berada pada jarak 37 meter dengan Altitude = 90 meter (masih di seputaran Rest Area Pyramid), Stasiun B pada jarak 23,953 km dengan Altitude = 592 meter (di daerah Kaliurang), Stasiun C pada jarak 9,507 km dengan Altitude = 36 meter (di kota Bantul) dan Stasiun D dengan jarak 11,055 km dengan Altitude = 100 meter (di daerah Godean). Hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4.8 untuk antena 1 (CLC) dan Gambar 4.9 untuk antena 2 (SLC).

Dari hasil pengukuran ERP diatas dapat dihitung berapa nilai totalnya dan nilai gain masing-masing antena, sehingga dapat menunjukkan perbedaan kualitas antena dengan bahan loading coil yang berbeda. Nilai gelombang elektromagnetik yang diterima masing-masing lokasi titik pengukuran untuk antena 1 sebagai berikut.

Stasiun A, $S_1 = \text{antilog } -68,93/10 = 1,279381304 \times 10^{-7} \text{ mW}$

Stasiun B, $S_2 = \text{antilog } -67,02/10 = 1,986094917 \times 10^{-7} \text{ mW}$

Stasiun C, $S_3 = \text{antilog } -92,45/10 = 5,688529308 \times 10^{-10} \text{ mW}$

Stasiun D, $S_4 = \text{antilog } -73,75 /10 = 4,216965034 \times 10^{-8} \text{ mW}$

The 46th SEANET CONVENTION OMNI DIRECTIONAL ANTENNA CONTEST

YB2ZYY

CERTIFICATE ANTENNA

| | |
|--|-----------------------|
| Rec. Num | = 13 |
| Participant Number | = 012 |
| Participant Call Sign | = YD2DVT |
| Antenna Name | = TELEK1 |
| Antenna VSWR | = 1 |
| Antenna RL (dB) | = Ok |
| Result Ant. ERP (dBm) | = -64.33 |
| Result Ant. Gain (dBcolinear) | = 10.65 |
| Sta A, (PD= .037 km, Alt=90m). Signal (dBm) | = -68.93 |
| Sta B, (PD= 23.953 km, Alt=592m). Signal (dBm) | = -67.02 |
| Sta C, (PD= 9.507 km, Alt=36m). Signal (dBm) | = -92.45 |
| Sta D, (PD= 11.055 km, Alt=100m). Signal (dBm) | = -73.75 |
| Forward Pwr. Fwd (W) | = 17.5 |
| Reflected Pwr. Refl(W) | = 0 |
| Date Time | = 10-21-2018/11:33:11 |
| Base Location: Lat= 0750.66993,S Long= 11021.76536,E Alt= 90 meter | |

Gambar 4.8. Hasil pengukuran ERP antenna 1

**The 46th SEANET CONVENTION
OMNI DIRECTIONAL ANTENNA CONTEST
YB2ZYY
CERTIFICATE ANTENNA**

```

Rec.Num = 14
Participant Number = 013
Participant.Cal/Sign = YD2DVT
Antenna Name = TELEK2
Antenna.VSWR = ...
Antenna.RL (dB) = ...
Result Ant.ERP (dBm) = -45.35
Result Ant.Gain (dBcollinear) = 29.63
Sta.A.(PD=.037 km,Alt=90m) Signal (dBm) = -68.13
Sta.B.(PD= 23.953 km,Alt=592m) Signal (dBm) = -45.38
Sta.C.(PD= 9.507 km,Alt=35m) Signal (dBm) = -91.93
Sta.D.(PD= 11.055 km,Alt=100m) Signal (dBm) = -74.73
Forward Pwr.Fwd (W) = 0
Reflected Pwr.Refl(W) = 0
Date.Time = 10-21-2018/11:45:57
BaseLocation: Lat= , Long= , Alt= Ant.Gain (dBcollinear)0750.66993Signal (dBm)SSignal (

```

Gambar 4.9. Hasil pengukuran ERP antenna 2

Table 4.3. Kinerja hasil pengukuran drive test of CLC and SLC

| No | Parameter | CLC | SLC | Effects |
|----|---|-----------|-----------|---|
| | | Antenna 1 | Antenna 2 | |
| 1. | Results Antenna ERP (dBm) | -64.33 | -45.35 | SLC lebih besar ERP nya |
| 2. | Results Antenna Gain (dBcollinear) | 10.65 | 29.63 | SLC lebih tinggi Gain nya |
| 3. | Sta. A(PD=.037km, Alt=90m) signal (dBm) | -68.93 | -68.13 | SLC lebih besar daya pancar radiasi nya |
| 4. | Sta. B(PD=23,953km, | -67.02 | -45.38 | SLC lebih besar |

| | | | | |
|----|--|--------|--------|---|
| | Alt=592m) signal (dBm) | | | daya pancar radiasi nya |
| 5. | Sta. C(PD=9,507km, Alt=36m) signal (dBm) | -92.45 | -91.93 | SLC lebih besar daya pancar radiasi nya |
| 6. | Sta. D(PD=11,055km, Alt=100m) signal (dBm) | -73.75 | -74.73 | SLC lebih kecil daya pancar radiasi nya |

Total daya yang diterima oleh 4 titik lokasi pengukuran dalam mW sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Daya total} &= (1,279381304 \times 10^{-7} + 1,986094917 \times 10^{-7} + 5,688529308 \times 10^{-10} + \\
 & 4,216965034 \times 10^{-8}) \text{ mW} \\
 &= (1,279,381304 + 1,986,094917 + 5,688529308 + 421,6965034) \times 10^{-10} \\
 & \text{ mW} \\
 &= 3,692861254 \times 10^{-7} \text{ mW}
 \end{aligned}$$

Dalam bentuk logaritma sebagai berikut.

$$10 \log 3,692861254 \times 10^{-7} = -64,32637 \text{ dBm}$$

Atau besarnya ERP untuk antenna 1 sebesar -64,33 dBm. Sehingga besarnya gain antenna 1 bisa dihitung $-64,33 \text{ dBm} - (-74,98 \text{ dBm}) = 10,65 \text{ dBm}$, dimana -74,98 dBm adalah total *losses* pada system, persamaan (2.11).

Untuk Gambar 4.9, nilai gelombang elektromagnetik yang diterima masing-masing lokasi titik pengukuran untuk antenna 2 sebagai berikut.

$$\text{Stasiun A, } S_1 = \text{antilog } -61,93/10 = 1,53815464 \times 10^{-7} \text{ mW}$$

$$\text{Stasiun B, } S_2 = \text{antilog } -45,38/10 = 2,897343588 \times 10^{-5} \text{ mW}$$

$$\text{Stasiun C, } S_3 = \text{antilog } -91,93/10 = 6,412095766 \times 10^{-10} \text{ mW}$$

$$\text{Stasiun D, } S_4 = \text{antilog } -74,73/10 = 3,365115694 \times 10^{-8} \text{ mW}$$

Total daya yang diterima oleh 4 Stasiun lokasi pengukuran dalam mW sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Total daya} &= (1,53815464 \times 10^{-7} + 2,897343588 \times 10^{-5} + 6,412095766 \times 10^{-10} + \\
 & 336,5115694 \times 10^{-8}) \text{ mW} \\
 &= (1,538,15464 + 289,734,3588 + 6,412095766 + 336,5115694) \times 10^{-10} \\
 & \text{ mW}
 \end{aligned}$$

$$= 291.615,4371 \times 10^{-10} = 2,916154371 \times 10^{-5} \text{ mW}$$

Dalam bentuk logaritma sebagai berikut.

$$10 \log 2,916154371 \times 10^{-5} = -45,3518949 \text{ dBm}$$

Atau besarnya ERP untuk antenna 2 sebesar -45,35 dBm. Sehingga besarnya gain antenna 2 bisa dihitung $-45,35 \text{ dBm} - (-74,98 \text{ dBm}) = 29,63 \text{ dBm}$.

Tabel 4.4. Pengukuran daya penerimaan

| Lokasi Pengukuran | CLC Antena 1 | | SLC Antena 2 | |
|-------------------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|
| | (mW) | (dB) | (mW) | (dB) |
| Stasiun A | $1,279381304 \times 10^{-7}$ | -68,93 | $1,53815464 \times 10^{-7}$ | -68,13 |
| Stasiun B | $1,986094917 \times 10^{-7}$ | -67,02 | $2,897343588 \times 10^{-5}$ | -45,38 |
| Stasiun C | $5,688529308 \times 10^{-10}$ | -92,45 | $6,412095766 \times 10^{-10}$ | -91,93 |
| Stasiun D | $4,216965034 \times 10^{-8}$ | -73,75 | $3,365115694 \times 10^{-8}$ | -74,73 |
| Total ERP | $3,692861254 \times 10^{-7}$ | -64,33 | $2,916154371 \times 10^{-5}$ | -45,35 |
| Gain | | 10,65 | | 29,63 |

Hasil pengukuran yang ditampilkan dalam Gambar 4.8 dan Gambar 4.9, dituliskan lagi dalam Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 yang mana terlihat bahwa hasil pengukuran di 4 stasiun, diperoleh 3 diantaranya lebih besar untuk antenna 2 (SLC) yakni di stasiun pengukuran di stasiun A, stasiun B, dan stasiun C, dan secara keseluruhan jumlah kuat medan gelombang elektromagnetik yang diterima oleh empat lokasi pengukuran lebih besar untuk antenna 2. Daya yang diterima CLC $3,692861254 \times 10^{-7} \text{ mW}$ lebih kecil dari SLC $2,916154371 \times 10^{-5} \text{ mW}$. Dengan demikian dapat juga dikatakan bahwa antenna 2 mempunyai efisiensi dan gain yang lebih besar dibanding antenna 1 karena dapat mengubah energi listrik menjadi radiasi energi gelombang elektromagnetik yang lebih besar.

Selain itu juga bisa dikatakan untuk penerimaan daya atau kuat medan yang sama, akan dibutuhkan daya pancar radio pemancar yang berbeda. Dibutuhkan daya pancar yang lebih kecil jika menggunakan antenna SLC karena mempunyai gain antenna lebih besar, dengan demikian dalam penelitian ini

disimpulkan bahwa dengan menggunakan antena dengan loading coil bahan perak dapat menghemat kebutuhan daya pancar dan sama juga menghemat kebutuhan energi listrik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari data pengukuran, perhitungan dan analisis diatas dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Panjang kabel feeder yang digunakan dalam system antena harus dilakukan penalaan pada frekuensi yang digunakan agar terjadi resonansi, dengan demikian impedansi kabel bersifat resistif atau komponen reaktif seminimal mungkin. Dalam penelitian ini diperoleh panjang kabel 11,37 meter.
2. Karakteristik frekuensi dengan frekuensi tengah 144,280 MHz untuk antena 1 diperoleh lebar bidang $BW=5,166$ MHz dan faktor kualitas $Q= 27,929$ sedangkan untuk antena 2 diperoleh lebar bidang $BW=4,500$ MHz dan faktor kualitas $Q=32,062$. Dengan demikian dapat dikatakan antena dengan *loading coil* dari bahan perak mempunyai factor kualitas yang lebih tinggi atau mempunyai selektifitas yang lebih tinggi dibanding dengan antena dengan *loading coil* tembaga.
3. Hasil pengukuran kuat medan di 4 stasiun pengukuran menunjukkan bahwa, diperoleh 3 diantaranya lebih besar untuk antena 2 sehingga secara keseluruhan jumlah kuat medan gelombang elektromagnetik yang diterima oleh empat lokasi pengukuran lebih besar untuk antena 2. Dengan demikian dapat juga dikatakan bahwa antena 2 mempunyai efisiensi dan gain yang lebih besar (29,63 dBm) dibanding antena 1 (10,65 dBm) karena dapat mengubah energi listrik menjadi energi gelombang elektromagnetik yang lebih besar. Selain itu juga bisa dikatakan untuk penerimaan daya atau kuat medan yang sama, akan dibutuhkan daya pancar radio pemancar yang berbeda. Dibutuhkan daya pancar yang lebih kecil jika menggunakan antena SLC karena mempunyai gain antena lebih besar, disimpulkan bahwa dengan menggunakan antena dengan loading coil bahan perak dapat menghemat kebutuhan daya pancar dan sama juga menghemat kebutuhan energi listrik.

5.2. Saran

Bagi peneliti berikutnya disarankan untuk membuat loading coil dari bahan lain dan melakukan perbandingan dengan hasil yang sudah penulis dapatkan dalam tesis ini. Untuk masyarakat, khususnya pecinta telekomunikasi amatir radio silahkan merealisasikan penggunaan bahan perak untuk loading coilnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Kristiyana, "Sistem Detektor Arah Sinyal RF Menggunakan Antena Doppler," *J. Teknol. TECHNOSCIENTIA*, pp. 192–201, 2015.
- [2] S. Sunarno, "Pengukuran Kekuatan dan Sudut Elevasi Pancaran Antena Omnidirectional," *Teknofisika*, vol. 1, no. 2, pp. 57–64.
- [3] M. A. Antoniadis and G. V. Eleftheriades, "A compact multiband monopole antenna with a defected ground plane," *IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett.*, vol. 7, pp. 652–655, 2008.
- [4] M.-C. Huynh and W. Stutzman, "Ground plane effects on planar inverted-F antenna (PIFA) performance," *IEE Proceedings-Microwaves, Antennas Propag.*, vol. 150, no. 4, pp. 209–213, 2003.
- [5] Z. N. Chen, T. S. P. See, and X. Qing, "Small printed ultrawideband antenna with reduced ground plane effect," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 55, no. 2, pp. 383–388, 2007.
- [6] J. Huang, "The finite ground plane effect on the microstrip antenna radiation patterns," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 31, no. 4, pp. 649–653, 1983.
- [7] R. O. Manalu, "Perbandingan Model Empiris Propagasi Pathloss Guna Estimasi Rugi-Rugi Lintasan Antena Radar di Perum LPPNPI Indonesia." POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA, 2017.
- [8] I. Jaya, C. M. OM, and A. Zainuddin, "DESAIN DAN IMPLEMENTASI ANTENA TELEX $2 \times 5/8 \lambda$ UNTUK APLIKASI SISTEM PENYIARAN RADIO FM," *DIELEKTRIKA*, vol. 3, no. 1, pp. 34–44, 2018.
- [9] S. Setiawan and R. N. Zaini, "PENGEMBANGAN ANTENA TELEX HYGAIN 2 METER BAND MENJADI $3 \times 5/8 \lambda$ DI FREKUENSI 144–147 MHz UNTUK KOMUNIKASI AMATIR MENGGUNAKAN SISTEM PEMBALIK PHASE," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 2, no. 2, pp. 132–140, 2020.
- [10] B. Maruddani, "METODE PREDIKSI DAN TEKNIK MITIGASI REDAMAN PROPAGASI HUJAN MENGGUNAKAN HIDDEN MARKOV MODEL PADA KANAL SATELIT PITA-K DI DAERAH TROPIS."
- [11] L. Mubarokah, "Karakteristik Redaman dan Shadowing dalam Ruang pada Kanal Radio 2, 4 GHz." Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.

- [12] Andy Wijaya, W. Pamungkas, E. Wahyudi, "Pengaruh Loading Coil Terhadap Redaman Kabel Tembaga", Diploma thesis, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, 2014
- [13] Y. A. Lestari, "Rancang Bangun Antena Yagi 2, 4 GHz untuk Memperkuat Penerimaan Sinyal 3G." Politeknik Negeri Sriwijaya, 2015.
- [14] E. Apriliana, "RANCANG BANGUN ANTENA YAGI UNTUK MEMPERKUAT PENERIMAAN SINYAL 4G." POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA, 2016.
- [15] A. Rijalfaris, H. Wijanto, and Y. P. Saputera, "Antena Mikrostrip Persegi Panjang Celah Kembar Untuk Wifi Pita Ganda 2.4 Dan 5.8 Ghz," *eProceedings Eng.*, vol. 6, no. 2, 2019.
- [16] A. Marwanto, S. K. Syed Yusof, and M. H. Satria, "Orthogonal Frequency-Division Multiplexing-Based Cooperative Spectrum Sensing for Cognitive Radio Networks," *TELKOMNIKA (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 12, no. 1, p. 143, Mar. 2014.
- [17] S. Marini, A. H. Paronda, A. Hasad, S. Supratno, and T. Toufiqurohman, "Perancangan Antena Telex Frekuensi 142,000 Mhz Untuk Aplikasi Komunikasi Radio Antar Penduduk Indonesia," in *Prosiding-Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 2020, pp. 84–90
- [18] Andiprayoto, Rudy,"Perbaikan Performansi Antena Telex 2 M-Band dengan Modifikasi Sudut Ground Plane Kerucut" Tugas Akhir, Universitas Mataram, Mataram. 2005
- [19] Susilawati, Eka.,2005, Analisa Karakteristik Emisi Antena Telex Susunan Vertikal (Vertikal Array) Dan Susunan Horisontal (Horizontal Array), Tugas Akhir, Universitas Mataram, Mataram
- [20] Budi Seiawan, 2009, Pembuatan Antena $5/8\lambda$ Pada Band VHF (30-300 MHz) Dengan Sistem Polarisasi Circular, Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, Semarang
- [21] Budi Nugroho, 2014, Perancangan Antena Monopole 900 MHz Pada Modul ARF 7429B, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang
- [22] Kukuh Winarso, "Efek Diameter Coil, Perbandingan Jumlah Lilitan, Jenis Coil, Pada Transmitter Receiver Terhadap Efisiensi Energi Transfer Wireless Transfer Electricity Dengan Metode Desain Of Experiment (DOE)"*Media Statistika* 9(1) 2016: 31-40

- [23] F. Yang and Y. Rahmat-Samii, "Reflection phase characterizations of the EBG ground plane for low profile wire antenna applications," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 51, no. 10, pp. 2691–2703, 2003.
- [24] S. Se and M. Brady, "Ground plane estimation, error analysis and applications," *Rob. Auton. Syst.*, vol. 39, no. 2, pp. 59–71, 2002.
- [25] G.-T. Lei, R. W. Techentin, and B. K. Gilbert, "High-frequency characterization of power/ground-plane structures," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 47, no. 5, pp. 562–569, 1999.
- [26] R. Kartika, "Aplikasi Logika Fuzzy Pada Pengelompokan Nilai SWR Ideal Antena dengan Bahan Dasar Alluminium."
- [27] R. K. Pramuyanti, "Analisa Bahan dasar Pembuat Antena Untuk Memaksimalkan Daya Pancar dan Daya Terima," *ReTII*, 2015.
- [28] R. K. Pramuyanti, "Nantena Alumunium Guna Optimasi Transmisi Gelombang Radio," *Kilat*, vol. 5, no. 2, pp. 136–141, 2016.
- [29] R. K. Pramuyanti, "ALUMUNIUM BAHAN ANTENA UNTUK OPTIMASI TRANSMISI GELOMBANG RADIO," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 345–352, 2016.
- [30] I. Y. Wulandari, "SIMULASI PENINGKATAN BANDWIDTH PADA ANTENA MIKROSTRIP DENGAN TEKNIK DEFECTED GROUND STRUCTURE (DGS) MENGGUNAKAN SOFTWARE SONNET," *J. Ind. Elektro dan Penerbangan*, vol. 8, no. 1, 2020.
- [31] M. Al Adalah, "PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP TRIANGULAR DENGAN SLOTTED GROUND PLANE UNTUK APLIKASI RADAR ALTIMETER," *eJournal Mhs. Akad. Telkom Jakarta*, vol. 2, no. 2, pp. 9–17, 2020.
- [32] T. D. Hakim and B. S. Bawono, "RANCANG BANGUN ANTENA VERTIKAL GROUND PLANE $\frac{1}{4} \lambda$ PADA FREKUENSI 470 MHZ," *Elektrokrisna*, vol. 8, no. 2, 2020.
- [33] E. Endrayana, D. H. S. Wahyuni, N. Nachrowie, and I. Mujahidin, "Variasi Ground Plane Antena Collinear Pada Pemancar Televisi Analog Dengan Frekuensi Uhf 442 Mhz," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, vol. 1, no. 2, pp. 149–156, 2019.
- [34] I. Wayan. (STTNAS J. A, "Rancang Bangun Antena Groud Plane sebagai Transceiver pada Jalur 2m Frekuensi 144-146 MHZ," Yogyakarta, 2008.

- [35] H. W. Silver, "ARRL Handbook," *ARRL*, 2019. [Online]. Available: <https://hamsci.org/sites/default/files/resources/erp.pdf>. [Accessed: 22-Sep-2019].
- [36] Zein Sakti, "10 Logam yang Merupakan Logam Terbaik", [Online]. Available: <https://www.awalilmu.com/2016/09/10-logam-yang-merupakan-konduktor-terbaik.html>, [accessed: 6 May 2020]
- [37] Rizka Zakiya, "Konduktor adalah – Penjelasan, Gambar, dan Contohnya", [online]. Available at <https://saintif.com/konduktor-adalah/> [accessed 6 Mey 2020]
- [38] M. Alaydrus, *Antena Prinsip dan Aplikasi*, 1st Editio. Yogyakarta.: Graha Ilmu, 2011.
- [39] Dennis Roddy & John Coolen, *Electronic Communication*, 2nd Editio. New Delhi: Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi 110001, 1981.
- [40] Zunelfi, "MEN-TRIM/LOAD/TUNE KABEL COAXIAL" [online], <https://www.zoelradio.com/2012/10/ngetrimload-kabel-coaxial.html> [diakses 22 juli 2020]

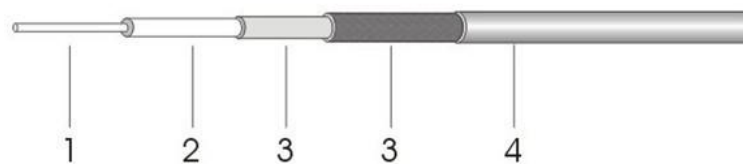
LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Data kabel feeder

KSR Low Loss Cable

KSR300 [More Products](#)

[Home](#) > [PRODUCTS](#) > [RF transmission](#) > [RF Cable](#)



Construction Specification

| Item | Material | Diameter(mm) |
|--------------------|--|--------------|
| 1. Inner Conductor | Solid Copper or Copper Clad Aluminum | 1.78 |
| 2. Dielectric | Physical Foam Polyethylene | 4.83 |
| 3. Outer Conductor | Bonded Aluminum Foil + Tinned Copper Braid | Nom.5.72 |
| 4. Jacket | Polyethylene | 7.62 |

Electrical Characteristics

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Capacitance(pF/m) | 79.1 |
| Impedance(ohm) | 50 |
| Velocity of Propagation(%) | 85 |
| Inner Conductor DC Resistance(ohm/m) | 7.28/11.56 |
| Outer Conductor DC Resistance(ohm/m) | 7.62 |
| Jacket Voltage Withstanding(Vrms) | 5000 |

| | |
|------------------------------|----|
| Peak Power(KW) | 10 |
| Shielding Effectiveness(>dB) | 90 |

Mechanical and Environmental Characteristics

| | |
|--------------------|------------|
| Operating Temp(°C) | -40 to +80 |
| Bending Radius(mm) | 38 |
| ROHS | Compliant |

Attenuation and Avg. Power(20°C)

| Frequency(MHz) | Attenuation(dB/100m) | Avg. Power(KW) |
|----------------|----------------------|----------------|
| 30 | 3.5 | 1.78 |
| 50 | 4.5 | 1.38 |
| 150 | 7.9 | 0.79 |
| 220 | 9.6 | 0.65 |
| 450 | 13.8 | 0.45 |
| 900 | 19.9 | 0.31 |
| 1500 | 26.0 | 0.24 |
| 1800 | 28.7 | 0.22 |
| 2000 | 30.3 | 0.21 |
| 2500 | 34.2 | 0.18 |
| 5800 | 54.3 | 0.11 |

Lampiran 2. Pengukuran antenna 1 (CLC)



ORGANISASI AMATIR RADIO INDONESIA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Alamat : Jl. Glagahsari 19A Yogyakarta, 55164. Telp: (0274) 379121, Email : orfa.diy.2016@gmail.com
 Freq : 145.700 MHz, 146.900 MHz (Dup-600, Tn: 88.5), 434.250 MHz (Dup-4000, Tn: 88.5)



The 46th SEANET CONVENTION OMNI DIRECTIONAL ANTENNA CONTEST

YB2ZYY

CERTIFICATE ANTENNA

| | |
|---|-----------------------|
| Rec Num | = 13 |
| Participant Number | = 012 |
| Participant CallSign | = YD2DVT |
| Antenna Name | = TELEK1 |
| Antenna VSWR | = 1 |
| Antenna RL (dB) | = Ok |
| Result Ant ERP (dBm) | = -64.33 |
| Result Ant Gain (dBcolinear) | = 10.65 |
| Sta A.(PD= 037 km,Alt=90m) Signal (dBm) | = -68.93 |
| Sta B.(PD= 23.953 km,Alt=592m) Signal (dBm) | = -67.02 |
| Sta C.(PD= 9.507 km,Alt=36m) Signal (dBm) | = -92.45 |
| Sta D.(PD= 11.055 km,Alt=100m) Signal (dBm) | = -73.75 |
| Forward Pwr Fwd (W) | = 17.5 |
| Reflected Pwr Refl(W) | = 0 |
| Date Time | = 10-21-2018/11.33.11 |
| BaseLocation: Lat= 0750.66993,S Long= 11021.76536,E Alt= 90 meter | |

Yogyakarta, 21 Oktober 2018

Ketua Orda DIY

Panita Pelaksana

Anton Sutrisno - YB2UFO

Joko Anggoro - YC2YKO

Lampiran 3. Pengukuran antenna 2 (SLC)



ORGANISASI AMATIR RADIO INDONESIA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Alamat : Jl. Glagahsari 19A Yogyakarta, 55164. Telp: (0274) 379121, Email : orda diy 2015@gmail.com
Freq : 145.700 MHz, 146.900 MHz (Dup-600, Tn: 88.5), 434.250 MHz (Dup-4000, Tn: 88.5)



The 46th SEANET CONVENTION OMNI DIRECTIONAL ANTENNA CONTEST

YB2ZYY

CERTIFICATE ANTENNA

| | |
|---|-----------------------|
| Rec Num | = 14 |
| Participant Number | = 013 |
| Participant CallSign | = YD2DVT |
| Antenna Name | = TELEK2 |
| Antenna VSWR | = ... |
| Antenna RL (dB) | = |
| Result Ant ERP (dBm) | = -45.35 |
| Result Ant Gain (dBcolinear) | = 29.63 |
| Sta A.(PD= .037 km,Alt=90m) Signal (dBm) | = -68.13 |
| Sta B.(PD= 23.953 km,Alt=592m) Signal (dBm) | = -45.38 |
| Sta C.(PD= 9.507 km,Alt=36m) Signal (dBm) | = -91.93 |
| Sta D.(PD= 11.055 km,Alt=100m) Signal (dBm) | = -74.73 |
| Forward Pwr.Fwd (W) | = 0 |
| Reflected Pwr.Refl(W) | = 0 |
| Date Time | = 10-21-2018/11:45:57 |
| BaseLocation: Lat= , Long= , Alt= Ant.Gain (dBcolinear)0750.66993Signal (dBm)SSignal (dBm)11C | |

Yogyakarta, 21 Oktober 2018

Ketua Orda DIY

Panita Pelaksana

Anton Sutrisno - YB2UFO

Joko Anggoro - YC2YKO

Lampiran 4. Bukti Submit Jurnal

7/31/2021

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta Mail - [IJECS 2021 Batch #2] #1570749157 has been uploaded



suyanta sttnas <suyanta@sttnas.ac.id>

[IJECS 2021 Batch #2] #1570749157 has been uploaded

1 message

T. Sutikno Ijeecs Editor (ijeecs@iaescore.com) <ijeecs=iaescore.com@edas.info> Thu, Jul 29, 2021 at 9:11 AM
 Reply-To: "T. Sutikno Ijeecs Editor" <ijeecs@iaescore.com>
 To: Suyanta Suyanta <suyanta@sttnas.ac.id>
 Cc: "T. Sutikno Ijeecs Editor" <ijeecs@iaescore.com>

Dear Mr. Suyanta Suyanta:

Thank you for uploading your paper 1570749157 (*Optimization of Ground Plane Antenna Gain by increasing the Inductance of Loading Coil based on Silver Material*) to **Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (a Scopus indexed journal)**. The paper is of type application/pdf and has a length of 461396 bytes.

You can modify your paper at <https://edas.info/showPaper.php?m=1570749157> and see all your submissions at <https://edas.info/index.php?c=28523> using the EDAS identifier suyanta@sttnas.ac.id

Regards,
 Assoc. Prof. Dr. Tole Sutikno
 Editor-in-Chief,
 Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science
<http://ijeecs.iaescore.com>
 email: ijeecs@iaescore.com, ijeecs.iaes@gmail.com

Online paper submission: <https://edas.info/N28523>

ACC

Telah disubmit ke IJECE Scopus Q2

PIS Sek Prodi MTE UNISSULA



[Signature]
Arief Marwanto, Ph. D
 210600018

Optimization of Ground Plane Antenna Gain by increasing the Inductance of Loading Coil based on Silver Material

Suyanta, Arief Marwanto, Suryani Alifah

Abstract— To overcome the attenuation due to signal distortion in the telex model antenna transmitter, the copper and silver coil loading materials for gain have been tested on the ground plane antenna with telex model. To get an in-depth analysis of the loading coil material, there are three variables that are measured as the performance outcome, namely, gain, bandwidth and quality factor. Real-scale experiments in the field have used two materials as loading coil materials, namely pure copper and silver. In this experiment, a coaxial feeder cable with a characteristic impedance of 50Ω and an operating frequency of 144.280 MHz was used. To achieve a maximum value at the resonant frequency, the feeder cable is tuned to approximate pure resistive with minimum impedance.

Furthermore, the antenna is set at a SWR value ≈ 1 and measurements of the antenna impedance (ZL), return loss (RL), reflection coefficient (ρ) are measured to calculate the bandwidth (BW) and quality factor (Q) for each antenna. For the measurement of field strength (ERP), the antenna functions as a transmitter in an open area with 4 measurement points around the antenna with different distances, then calculate the antenna gain.

The calculation results show that the bandwidth of the frequency is BW = 5.166 MHz and the quality factor Q = 27.929 for the antenna with copper coil loading, while for the antenna with the silver coil loading the bandwidth is obtained BW = 4.500 MHz and the quality factor Q = 32.062. Thus the silver loading coil (SLC) material can provide a good reduction in attenuation of signal distortion when signal radiation occurs from the antenna to the air.

Keywords: *loading coils* Materials, antenna telex, Quality Factor, Gain, Frequency Bandwidth

¹ Program Studi Teknik Elektro, Departemen Teknik, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta; Jln. Babarsari, Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281 INDONESIA; e-mail:

^{2, 3} Magister Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Jln. Jln. Kaligawe Km 4 Semarang 50112 INDONESIA e-mail: arief@unissula.ac.id and

I. INTRODUCTION

A. Introduction

Antenna is a transitional device between the transmission line and free space and vice versa. Antennas are made of metal in the form of rods or wires and function to transmit or receive radio waves [1]–[6]. Antennas have various types of circuits and models, when an antenna is used it has two uses, namely emitting electromagnetic wave signals and receiving electromagnetic wave signals. The guide wave travels along the transmission line, then is radiated into a free

space waves [7]. To overcome attenuation due to long distances and large signal distortion, loading coils have been used for decades [8], [9] [10], [11].

Loading coils or load coils are inductors that are inserted into an electronic circuit to increase their inductance which is used to prevent signal distortion in long-distance telegraph transmission cables. It is also used in radio antennas, or between an antenna and its feeder, to shorten the resonance of an antenna electrically at its operating frequency [12].

In a radio telecommunication system, this part is very important and requires more handling because many factors can affect the level of reception and transmission, including the SWR (Voltage Standing Wave Ratio) value, the type / model of the antenna, the physical dimensions of the antenna, the effectiveness or antenna gain, directives etc., [13]. The transmission is said to be good if the radio output power is as minimal as possible to reach the transmission distance as far as possible so that it will save electricity consumption besides that the radio device will also last longer [14], [15].

Ground plane antenna, telex model includes this type of antenna which is widely used in radio telecommunications in the amateur radio community, the Police, the Indonesian Red Cross, disaster management agencies, volunteers, etc. The working frequency is usually in the HF (High Frequency), VHF (Very High Frequency) and UHF (Ultra High Frequency) bands. This antenna construction consists of 2 rods of $5/8 \lambda$ size between the loading coil and 2 groups of multilevel radial arrangement (pseudo ground) each consisting of 4 rods measuring $1/4 \lambda$. The rod material usually uses aluminum and for loading coil using copper wire. Loading coil with a DC ground system is attached to a connector as the power input point of the transmitter amplifier via the coaxial feeder cable [16]–[18].

B. Telex Antenna Ground Plane Model

The development of telex antennas has been carried out by several researchers, among them are [8], [9], [19]. Several studies related to antenna materials have been carried out by [20]–[23], by making a 3-element

yagi antenna using various materials such as iron, brass, copper and aluminum in order to get the most basic materials for radio wave transmission. However, aluminum and copper produce a smaller SWR value than other materials and for the manufacturing process aluminum is easier to shape and lighter in weight.

Several studies on ground plane antennas have also been carried out, including [8], [24]–[27], in their research a $2 \times 5/8 (\lambda)$ ground plane antenna using copper coil loading materials and radial ground has been designed and built. amounting to 8 pieces. This antenna is very suitable for areas and hilly conditions or areas with many buildings and is stronger than antennas with $1 \times 1/4 \lambda$ ground plane, or $1 \times 1 / 8\lambda$ vertical antennas. Researcher [28] has conducted research by making a ground plane antenna $3 \times 5/8 \lambda$ which is based on a telex antenna and produces a greater beam strength but its physical size is much longer than a regular telex antenna.

Research conducted by [29] states that the effect of loading coil in the antenna can reduce the damping value up to 0.052 nepper, so that it has a small distortion value by increasing the inductance value of the loading coil. However, the value of the input voltage when passing through the copper cable is not dampened but it is increasingly strengthened by the copper cable, thus increasing the inductance value on the loading coil and the gain is also greater. The greater the number of loading coils in the antenna, the greater the effect on the attenuation of copper cables. The problem is that this copper cable (cooper loading coils / CLC) has a very high level of attenuation, so that it affects the gain obtained, although it can be reduced by increasing the number of loading coils, but this method is very ineffective and affects the inductance and impedance of the antenna.

To overcome this, a study of the loading coil material needs to be carried out to reduce the damping level and reduce the distortion value in the transmitter. In this paper, the type of silver material (silver loading coils / SLC) is used to determine differences in attenuation and distortion characteristics, especially referring to the parameters of the frequency band width, quality factor, transmission distance from the antenna with reference to the number of turns, wire size, spacing between windings and all antenna rod sizes are the same including the value of the SWR.

II. ARCHITECTURE OF ANTENNA GAIN IMPROVEMENT MODEL.

To find the optimal effect of these materials, Fig. 1 illustrates a model architecture for increased ground plane antenna gain. Based on the SWR measurement, the impedance value (ZL), the reflection coefficient (Γ), and Return Loss (RL) can be calculated. The measurement of the frequency characteristics is

obtained by observing the SWR value graph which is 1.5 at two frequencies, namely the lower limit frequency (f_L) and the upper limit frequency (f_H).

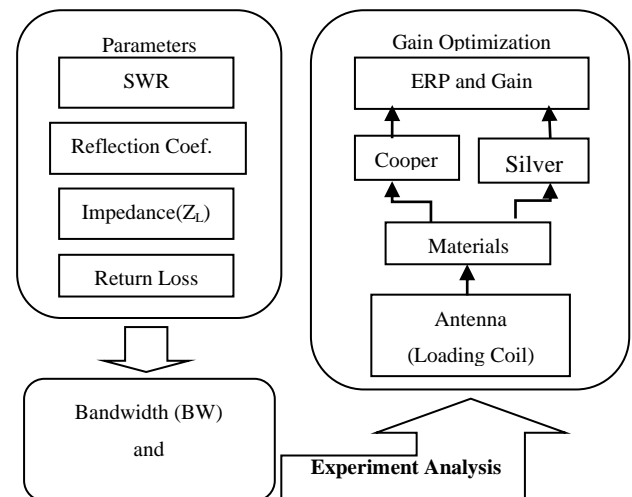
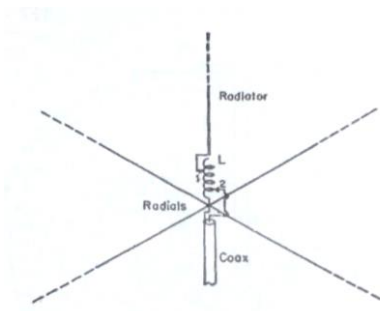


Fig.1 Experimental Analysis of Architecture of Antenna Gain Enhancement model using loading coils based on cooper and silver materials.

The difference between f_H and f_L is the bandwidth (BW) of the antenna, and by directly comparing the BW with the operating frequency (f_O), the value of the quality factor (Q) is obtained. Measurement of the received field strength was carried out by 4 stations with different distances and positions in the four corners around the antenna which functioned as a transmitter. Antenna gain is obtained by calculating based on ERP (*Effective Radiated Power*) measurements at each station and adding them up. The measurement performance of the parameters is carried out by experimenting in the field and calculated using a vector network analyzer that can measure the output parameters directly both in display and in file form.

A. Loading coils

An antenna loading coil is an antenna loading coil that is an inductor that is placed in series on the antenna element to reduce the resonance frequency of the antenna and for impedance adjustment [30]. The coil design used is as shown in Fig. 2.



Gbr.2 Loading coil [30]

B. Antenna Parameters

Several antenna parameters need to be considered in determining the type of antenna, including impedance, SWR, return loss, bandwidth, quality factor, and gain. Each antenna generally has the same characteristics as a transmitter and receiver.

1). *Antenna Impedance*: At a terminal, the antenna impedance can be defined as the ratio between the voltage to the current at that terminal, [8], [9], [12], [19] [31];

$$Z_T = \frac{V}{I} \quad (1)$$

Impedance is important in the design of the antenna because the antenna itself actually serves as adjusting the antenna impedance with the impedance of the channel. This adjustment needs to be done so that maximum power transfer from the source occurs by the size, physical construction and materials and working frequency of the antenna.

2). *SWR (Voltage Standing Wave Ratio)*: On a transmission line there are two components of the voltage wave, namely the transmitted voltage (V_o^+) and the reflected voltage (V_o^-). The ratio between the reflected and transmitted voltage is known as the voltage reflection coefficient (Γ), which is shown in equation (2). Z_1 is the load impedance and Z_0 is the lossless line impedance. The stress reflection coefficient (Γ) has a complex value, which represents the magnitude and the reflection phase, [9] [31]

$$\Gamma = \frac{V_o^-}{V_o^+} = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} \quad (2)$$

To find SWR equation (3) is used as follows [9].

$$SWR = \frac{V|_{\max}}{V|_{\min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (3)$$

The best conditions are when the SWR is 1, which means there is no reflection when the line is in a state of perfect matching. However, this condition is in practice difficult to obtain. Therefore, the standard safe SWR value for antenna fabrication is $SWR < 1.5$.

3). *Return loss*: return losses or reflection loss is the loss of signal strength due to the reflection behind the resulting discontinuity in a transmission line telecommunication both conventional and fiber optic. This discontinuity can occur due to incompatibility with the load conditions or with the user's equipment. This state is usually expressed as a ratio in decibels (dB), where the return losses are given by the following equation [8] [31].

$$RL(dB) = 10 \log \frac{P_i}{P_r} \quad \text{atau} \quad RL(dB) = 10 \log -20 \log |\Gamma| \quad (4)$$

where RL (dB) is behind the loss in dB, P_i is the signal strength that occurs and P_r is high direfleksikan. Semakin signal strength lost behind a piece of equipment, the better the equipment.

4). *Bandwidth (BW)*: The bandwidth of an antenna is the working frequency area of the antenna which is limited by a certain SWR. Usually the bandwidth is limited to $SWR \leq 2.0$. In a broadband antenna, bandwidth is the difference between the upper frequency (f_H) with a lower frequency (f_L) [32].

$$BW = f_H - f_L \quad (5)$$

5). *Quality Factor (Q)*: is a measure of the selectivity of the resonator circuit where the resonator circuit is a Band Pass Filter (BPF) filter circuit with a narrow bandwidth. The larger the Q value, the bandwidth will be more and more narrow [32].

$$Q \equiv 2 \pi \frac{\text{The maximum energy stored}}{\text{energy dissipated each vibration / cycle}} \quad (6)$$

Impedance can reach the maximum or minimum value for their resonance, a condition in which the circuit is excited at its natural frequency and the frequency that causes the condition occurs is called the resonant frequency (f_0). The quality factor can also be expressed as the ratio between the resonance frequency of the bandwidth [32].

$$Q = \frac{f_0}{BW} \quad (7)$$

6). *Field strength*: *Field strength* or also known as field intensity, generally have a strong sense as a field of a magnetic or an electric wave electromagnetic from a given point. In particular field strength can be defined as the field strength received by the receiving antenna of electricity electromagnetic energy emitted by radio transmitters on a particular frequency. In this case the field strength of the electromagnetic wave has a magnitude of $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$. Electromagnetic wave energy is divided in the form of a magnetic field and electric field, so that the electromagnetic wave energy (U) is equal to the sum of the electric field energy (EU) and the magnetic field (UM). This electromagnetic wave energy (U) will be emitted and received by the antenna. At the point of measuring the field strength, the field strength meter will detect some of the strength of the electromagnetic wave energy (U) in $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ [31].

7). *Gain dan Efective Radiated Power (ERP) antenna*: Antennas that have the nature of guidance (including dipole) is said to have reinforcement. And measuring the gains made by comparing it to the isotropic antenna. Isotropic antenna is assumed to have no reinforcement because the radiation in all directions. Dipole antenna has a ± 2.1 dBi effectiveness against isotropic antenna. Effectiveness is always interpreted as a comparison against a reference. Effectiveness antenna G is expressed by dB, since dB is very practical in measuring the ratio of power [31]. ERP calculations start with the transmitter power output (TPO: Transmitter Power Output). (It is assumed as the output of the power amplification stage end if an external power amplifier is used.) Then the system gain of the overall antenna system includes an antenna, transmission line, and all the components of the transmission line is applied to the TPO to calculate the output power of the entire station, as shown equation (8) [30].

$$\begin{aligned} \text{System Gain} &= \text{Transmission Line Loss} - \\ &\quad \text{Transmission Loss Component} + \\ &\quad \text{Antenna Gain} \\ \text{ERP} &= \text{TPO} \times \text{System Gain} \\ \text{ERP (dBm)} &= \text{TPO (dBm)} + \text{System Gain (dB)} \end{aligned} \quad (8)$$

In this experiment, a vector network analyzer antenna used to measure all these parameters.

III. MODEL TESTING SYSTEM

A. Measurements Resonance feeder cable

To tune the feeder cable that resonates at a frequency of 144.28 MHz, a dummy load is required. In

order for the power emitted from the transmitter to produce optimal power, the output impedance of the final stage power amplifier must be the same as the transmission line impedance and the antenna impedance. In this experiment a cable cutting is done little by little to get value of $\text{SWR} \approx 1$. Model testing can be seen in Fig. 3.

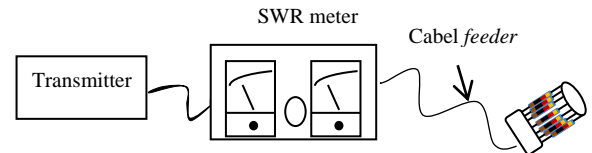


Fig. 3 Resonance feeder cable Model

B. Characteristics Frequency Antenna Measurement

The frequency characteristics or may be called the width of the frequency band antenna tested with SWR meter or using antenna analyzer. How the tests performed is an antenna used for transmitting from the lowest frequency to the highest frequency with a maximum of 1.5 VWSR meter (generally 2.0). How to measure the antenna frequency characteristics can be seen in Fig. 4.

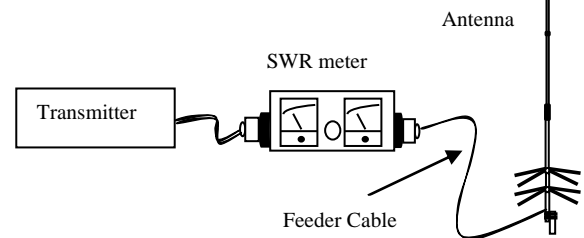


Fig. 4 Characteristics Frequency Antenna Measurement Model

C. ERP and antenna gain measurement

A transmitter will emit an electric field through the antenna, and the measuring instrument is installed in a location around the antenna at different distances. Measurements using a field strength meter or signal meter that is already available on the radio transceiver. Through the ERP value calculation will be obtained at each station location. While the gain is calculated based on the value of the ERP. The test model is seen in Fig. 5.

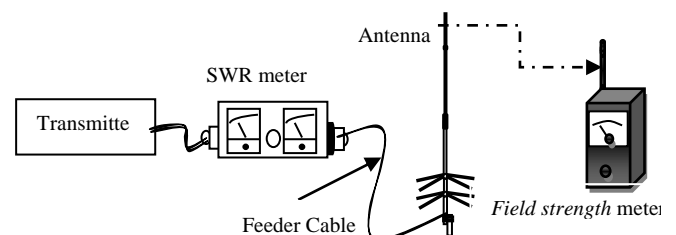


Fig. 5 Model antenna field strength testing

IV. RESULTS AND ANALYSIS

Antenna system test results obtained by performing the above procedure is initiated by adjusting the impedance between the coaxial cable as a feeder with a dummy load, then adjust the antenna impedance with the feeder cable to get $SWR \approx 1$. In the test experiment in this study, the antenna 1 is expressed with cooper material loading coils (CLC) and the antenna 2 represented by the silver loading coils (SLC). The following are the results of the measurements taken.

4.1 Resonance tuning of the feeder cable

This step is taken to get the cable length according to the desired working frequency, in this study it is 144,280 MHz. In practice, this step is needed so that the cable requirements are in accordance with the planned support pile height in addition to the return losses in the channel as large as possible. By using antenna analyzer measurement results obtained in accordance Fig 6 below.

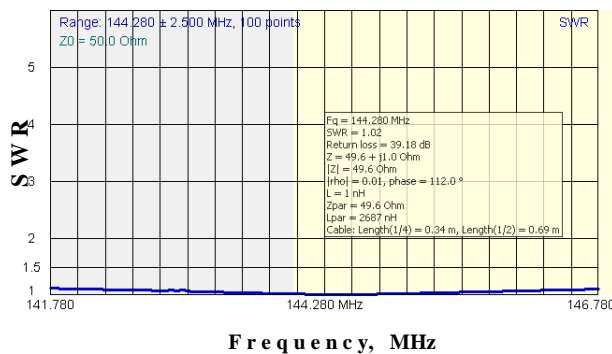


Figure 6 The measurement results feeder cable

The cable used is KSR 300 King Signal having a characteristic impedance of 50Ω and a velocity factor of 0.66 (66%). Results obtained cable tuning cable length 10,24m, at a frequency of 144.280 MHz SWR obtained value = 1.02, -39.18 dB return loss, impedance-j0,1 Z = 49.6 Ω and cable length of $1 / 2\lambda$ is 0, 69m.

The desired frequency is 144.280 MHz, in calculation of lengths obtained are as follows:

$$\lambda_0 = 3 \times 10^8 \text{ Hz} / 144,28 \times 10^6 = 2,07929026 \text{ meter (on air)}$$

whereas if it propagates in the media, the propagation speed changes more slowly so that the velocity factor (v_f)

data is needed to calculate the wavelength of the feeder cable used, so that the wavelength changes as follows:

$$\lambda = v_f \times \lambda_0 = 0,66 \times 2,07929026 = 1,37233158 \text{ meter}$$

$$1/2 \lambda = 1,37233158/2 = 0,6861657887 \text{ meter}$$

The required cable length is a multiple of $1/2 \lambda$ because the SWR value will repeat every $1/2 \lambda$ [11]. This study used a multiplier 15 to obtain $15 \times 0,6861657887 \text{ meter} = 10.2924868305 \text{ meter}$.

4.2 Measurement of Antenna Frequency Characteristics

The results of tuning and measuring the frequency response to the SWR value and the return loss of the antenna in the frequency range 119,280 - 169,280 MHz can be seen in Figure 7 to Figure 12. At the desired frequency, 144,280 MHz, the SWR value of each antenna is obtained with a copper loading coil (antenna 1 / CLC) is 1: 1,11 and the silver material (antenna 2 / SLC) is 1: 1,12.

Especially for antenna 1, the antenna parameter data is obtained according to Figure 7 as follows. At the desired frequency, which is 144.280 MHz, the impedance value is $Z = 45.1 + j0.4 \Omega$, $|Z| = 45.1 \Omega$, reflection coefficient $|\Gamma| = 0.05$, return loss RL = 25.66 dB. From this data it can be calculated and matched with the measurement results including the SWR value, reflection coefficient value $|\Gamma|$, return loss (RL), frequency bandwidth (BW) and quality factor (Q) of the antenna.

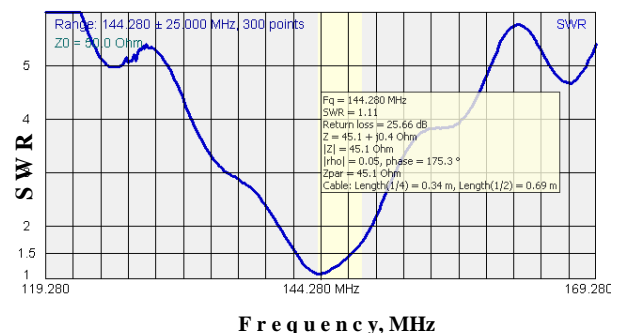


Fig.7 Frequency characteristics of copper loading coils (CLC) on Antenna 1

Based on the impedance of the antenna 1 is calculated how much the reflection coefficient and its SWR value based on the equation (2), (3) and (4) that:

$$Z = 45,1 + j0,4 \Omega$$

$$|\Gamma| = \sqrt{45,1^2 + 0,4^2} = \sqrt{2034,01 + 0,16} = \sqrt{2034,17}$$

$$= 45,1018 \Omega$$

$$|\Gamma| = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} = \frac{50 - 45,1018}{50 + 45,1018} = \frac{4,8982}{95,1018} = 0,05150481$$

$$SWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = \frac{1 + 0,05150481}{1 - 0,05150481} = \frac{1,05150481}{0,94849519} = 1,1086032$$

$$RL = -20 \log |\Gamma| = -20 \log 0,05150481 = -20 \times -1,2881522 = 25,763044 \text{ dB}$$

Table I
VALUE PARAMETER MEASUREMENT COMPARISON
BETWEEN CLC AND SLC

| Parameters | CLC (Antenna 1) | SLC (Antenna 2) |
|------------|-----------------|-----------------|
| Z | 45,1+j0.4 Ω | 44,6+j0.5 Ω |
| Z | 45,1018 Ω | 44,6028 Ω |
| \Gamma | 0,05150481 | 0,05705117 |
| SWR | 1,1086032 | 1,12100587 |
| RL | 25,763044 dB | 24,8747 dB |

To get optimal results, then adjusting the size of the rod antenna SWR be set to produce the smallest possible value. Antenna measurement obtained from a minimum value for the antenna SWR CLC was 1.11 and for antenna SLC is 1.12. Due to the size of the rod antenna setting can not be in tuning for approaching SWR = 1 on the same working frequency of 144.28 MHz. Thus, the consequences for the value - the value of Z, |Z|, |\Gamma| and RL is better than SLC antenna. It also means that power is going (forward) to the CLC will be greater than those to the SLC and the reflected power (reverse) SLC larger. However, from the measurement when used for radiating or operated actually obtained value larger ERP despite SLC SLC power is going to be smaller than the antenna 1. This indicates that the SLC is better (higher efficiency) than CLC using copper.

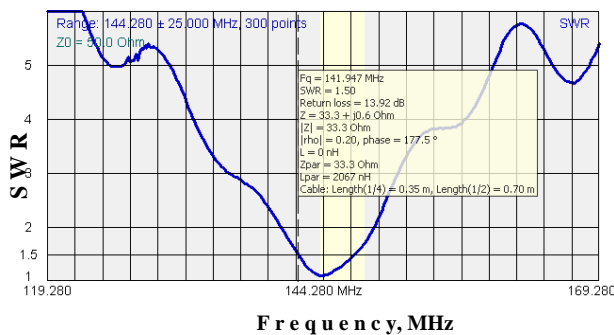


Fig. 8 The lower limit frequency of the antenna 1

Figure 8 shows the lower frequency limit of the antenna 1 where the value of SWR = 1: 1.50 falls on frequency 141.947 MHz, whereas Fig 9 shows the frequency 147.113 MHz at SWR value = 1: 1.48 (because the cursor can not be precise in SWR = 1: 1.50). From both these frequencies can be calculated bandwidth (BW)

as the frequency response characteristics of the antenna 1 and also the value of the quality factor. Based on the equation (5) is obtained

$$BW = 147,113 - 141,947 = 5,166 \text{ MHz}$$

By using equation (7) the value of the quality factor Q is calculated as follows:

$$Q = \frac{f_0}{BW} = \frac{144,280 \text{ MHz}}{5,166 \text{ MHz}} = 27,929$$

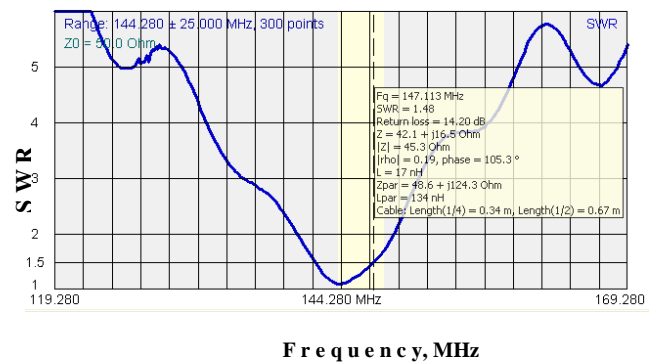


Fig. 9 The Upper limit frequency of the antenna 1

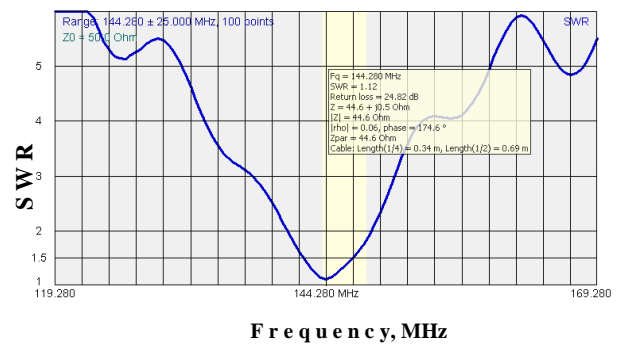


Fig.10 Frequency characteristics of silver loading coils (SLC) on Antenna 2

Figure 10 is the result of the measurement antenna 2 (SLC), antenna parameter data obtained as follows; At a desired frequency is 144.280 MHz impedance value $Z = 44.6 + j0.5 \Omega$, $|Z| = 44.6 \Omega$, the reflection coefficient $|\Gamma| = 0.06$, return loss RL = 24.82 dB.

In manually calculation, on antenna impedance to determine the values of the reflection coefficient and its SWR value using equation (2), (3) and (4) as follows:

$$Z = 44,6 + j0,5 \Omega$$

$$|Z| = \sqrt{44,6^2 + 0,5^2} = \sqrt{1989,16 + 0,25} = \sqrt{1989,41} = 44,6028 \Omega$$

$$|\Gamma| = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} = \frac{50 - 44,6028}{50 + 44,6028} = \frac{5,3972}{94,6028} = 0,05705117$$

$$SWR = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} = \frac{1+0,05705117}{1-0,05705117} = \frac{1,05705117}{0,94294883}$$

$$= 1,12100587$$

$$RL = -20 \log |\Gamma| = -20 \log 0,05705117 = -20 \times -1,24375444$$

$$= 24,8747 \text{ dB}$$

Whenever compared to manual calculation, the difference is almost zero, so it can be verified that the results of field measurements and calculations are the same manual.

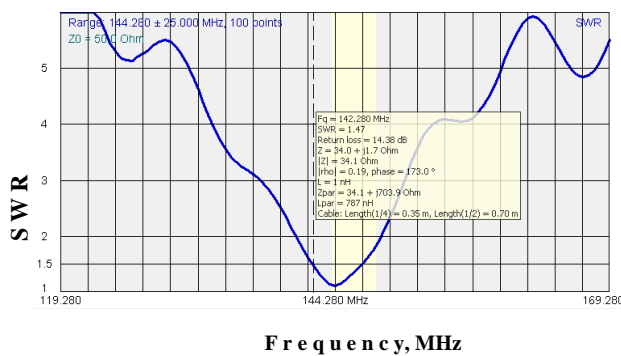


Fig. 11 The lower limit frequency of the antenna 2

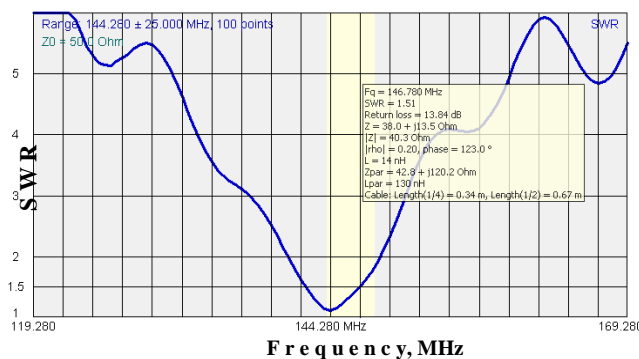


Fig. 12 The Upper limit frequency of the antenna 2

Figure 11 has shown the lower frequency limit of the 2 SLC antenna, which is the SWR value = 1: 1.47 shown at the frequency of 142,280 MHz, while Figure 12 shows the upper frequency of 146,780 MHz at the SWR value = 1: 1.51. From both these frequencies can be calculated frequency field width (BW) as the frequency response characteristics of the antenna 2 and also the value of the quality factor. Based on equation (5), it is obtained:

$$BW = 146,780 - 142,280 = 4,500 \text{ MHz}$$

By using equation (7) the value of the quality factor Q is calculated as follows:

$$Q = \frac{f_0}{BW} = \frac{144,280 \text{ MHz}}{4,500 \text{ MHz}} = 32,062$$

From the data and calculations above, it can be concluded that for the frequency characteristics with a center frequency of 144.280 MHz for antenna 1 (CLC) the field width is obtained BW = 5.166 MHz and the quality factor Q = 27.929 while for antenna 2 (SLC) the field width is obtained BW = 4.500 MHz and quality factor Q = 32.062. Thus it can be said that an antenna with a loading coil made of silver (SLC) has a higher quality factor or has a higher selectivity than an antenna with a copper loading coil (CLC)..

4.3 Measurement of Antenna Gain

For the measurement of the gain or ERP (Effective Radiated Power) antenna substantially carried out in the open that is in position latitude = 0750.66993 S, Longitude = 11021.76536 E, Altitude = 90 meters (backyard Rest Area Pyramid road Parangtritis Km 5.5 Yogyakarta) and with 4 Different measuring point stations. Each location measurements that Station A is located at a distance of 37 meters with Altitude = 90 meters (still in around Rest Area Pyramid), Station B at a distance of 23.953 km with Altitude = 592 meters (in Kaliurang), Station C at a distance of 9.507 km with Altitude = 36 meters (in the town of Bantul) and D stations with a distance of 11.055 km with Altitude = 100 meters (at Godean). The measurement results are shown in Table II as follows:

Table II
PERFORMANCE MEASUREMENT RESULTS OF THE DRIVE TEST OF CLC AND SLC

| No | Parameters | CLC Antenna 1 | SLC Antenna 2 | Impacts |
|----|---|---------------|---------------|--|
| 1. | Results Antenna ERP (dBm) | -64.33 | -45.35 | SLC is bigger than ERP |
| 2. | Results Antenna Gain (dBcollinear) | 10.65 | 29.63 | SLC has higher Gain |
| 3. | Sta. A(PD=037km, Alt=90m) signal (dBm) | -68.93 | -68.13 | SLC greater its radiation emission power |
| 4. | Sta. B(PD=023.953km, Alt=592m) signal (dBm) | -67.02 | -45.38 | SLC greater its radiation emission power |
| 5. | Sta. C(PD=9.507km, Alt=36m) signal (dBm) | -92.45 | -91.93 | SLC greater its radiation emission power |
| 6. | Sta. D(PD=11.055km, Alt=100m) signal (dBm) | -73.75 | -74.73 | SLC greater its radiation emission power |

From the results of the ERP measurements above, the total value and gain value of each antenna can be calculated, so that it can show the difference in antenna quality with different loading coil materials. Values of

electromagnetic waves received by each antenna location for the measurement point 1 (SLC) as follows.

$$\text{Station A, } S_1 = \text{antilog } -68.93/10 = 1.279381304 \times 10^{-7} \text{ mW}$$

$$\text{Station B, } S_2 = \text{antilog } -67.02/10 = 1.986094917 \times 10^{-7} \text{ mW}$$

$$\text{Station C, } S_3 = \text{antilog } -92.45/10 = 5.688529308 \times 10^{-10} \text{ mW}$$

$$\text{Station D, } S_4 = \text{antilog } -73.75/10 = 4.216965034 \times 10^{-8} \text{ mW}$$

The total power received by the 4 point measurement locations in mW as follows:

$$\begin{aligned} \text{Total Power} &= (1.279381304 \times 10^{-7} + 1.986094917 \times 10^{-7} + \\ &\quad 5.688529308 \times 10^{-10} + 4.216965034 \times 10^{-8}) \text{ mW} \\ &= (1.279,381304 + 1.986,094917 + \\ &\quad 5.688529308 + 421,6965034) \times 10^{-10} \text{ mW} \\ &= 3,692861254 \times 10^{-7} \text{ mW} \end{aligned}$$

In the form of logarithms as follows:

$$10 \log 3,692861254 \times 10^{-7} = -64,32637 \text{ dBm}$$

The amount of ERP for antenna 1 (CLC) is -64.33 dBm. So that the gain antenna 1 (CLC) can be calculated $-64.33 \text{ dBm} - (-74.98 \text{ dBm}) = 10.65 \text{ dBm}$, where -74.98 dBm is the total losses in the system.

For Figure 12, the value of the received electromagnetic waves each measurement point location for the antenna 2 (SLC) as follows:

$$\text{Station A, } S_1 = \text{antilog } -61.93/10 = 1,53815464 \times 10^{-7} \text{ mW}$$

$$\text{Station B, } S_2 = \text{antilog } -45,38/10 = 2,897343588 \times 10^{-5} \text{ mW}$$

$$\text{Station C, } S_3 = \text{antilog } -91,93/10 = 6,412095766 \times 10^{-10} \text{ mW}$$

$$\text{Station D, } S_4 = \text{antilog } -74,73/10 = 3,365115694 \times 10^{-8} \text{ mW}$$

The total power received by the 4 point measurement locations in mW as follows:

$$\begin{aligned} \text{Power Total} &= (1,53815464 \times 10^{-7} + 2,897343588 \times 10^{-5} + \\ &\quad 6,412095766 \times 10^{-10} + 336,5115694 \times 10^{-8}) \text{ mW} \\ &= (1.538,15464 + 289.734,3588 + \\ &\quad 6,412095766 + 336,5115694) \times 10^{-10} \text{ mW} \\ &= 291.615,4371 \times 10^{-10} = 2,916154371 \times 10^{-5} \text{ mW} \end{aligned}$$

In the form of logarithms as follows:

$$10 \log 2,916154371 \times 10^{-5} = -45,3518949 \text{ dBm}$$

The amount of ERP for antenna 2 (SLC) is -45.35 dBm. So that the gain of antenna 2 can be calculated $-45.35 \text{ dBm} - (-74.98 \text{ dBm}) = 29.63 \text{ dBm}$.

Table III.

GAIN MEASUREMENT RESULTS

| Measurement Location | CLC Antena 1 (dBm) | SLC Antena 2 (dBm) |
|----------------------|--------------------|--------------------|
| Station A | -68,93 | -68,13 |
| Station B | -67,02 | -45,38 |
| Station C | -92,45 | -91,93 |
| Station D | -73,75 | -74,73 |
| Total ERP | -64,33 | -45,35 |
| Gain | 10,65 | 29,63 |

Measurements in Table I, Table II and Table III shows the results in four stations, three of them acquire a greater value for the antenna model 2 (SLC) so that the overall amount of strong wave field electromagnetic received by the four stations in the location of the measurement value is greater for antenna 2 based on SLC. So that the antenna model 2 (SLC) has greater efficiency and gain than the antenna model 1 (CLC) because it can reduce attenuation and reduce resonance in the telex model antenna.

V. CONCLUSION

From the measurement data, calculation and analysis of the above can be taken some conclusions as follows:

- The length of the feeder cable used in the antenna system must be tuned at the frequency used in order for resonance to occur, so that the impedance of the cable is resistive or the reactive component is minimized. In this study, the cable length according to $1 / 2\lambda$ was 0.69m and the total cable length was 10.24 meters.
- Characteristics of 144.280 MHz center frequency for antenna model 1 (CLC) acquired bandwidth BW = 5.166 MHz and a quality factor Q = 27.929 while the second antenna models (SLC) was obtained bandwidth BW = 4.500 MHz and a quality factor Q = 32.062. Thus, an antenna with loading coils of silver material has a higher quality factor or having a higher selectivity compared to an antenna with loading coils of copper.
- The results of the field strength measurement at 4 measurement stations show that 3 of them obtained a greater value for antenna model 2 (SLC) so that the overall number of electromagnetic wave field strengths received by the four measurement locations is greater for antenna model 2 (SLC).

Antenna model 2 (SLC) also has a greater efficiency and gain of 29.63 dBm than the antenna model 1 (SLC) which only has a gain of 10.65 dBm because it can convert electrical energy into greater electromagnetic wave energy by reducing attenuation and reducing resonance on the antenna.

ACKNOWLEDGEMENT

I would like to express my gratitude to those who have helped carry out this research, including:

1. Yogyakarta National Institute of Technology which provided the opportunity and money to carry out this research
2. Yogyakarta City Local ORARI colleagues who have assisted in field measurements

REFERENCES

- [1] S. Kristiyana, "SISTEM DETEKTOR ARAH SINYAL RF MENGGUNAKAN ANTENA DOPPLER," *J. Teknol. TECHNOSCIENTIA*, pp. 192–201, 2015.
- [2] S. Sunarno, "Pengukuran Kekuatan dan Sudut Elevasi Pancaran Antena Omnidirectional," *Teknofisika*, vol. 1, no. 2, pp. 57–64.
- [3] M. A. Antoniadis and G. V. Eleftheriades, "A compact multiband monopole antenna with a defected ground plane," *IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett.*, vol. 7, pp. 652–655, 2008.
- [4] M.-C. Huynh and W. Stutzman, "Ground plane effects on planar inverted-F antenna (PIFA) performance," *IEE Proceedings-Microwaves, Antennas Propag.*, vol. 150, no. 4, pp. 209–213, 2003.
- [5] Z. N. Chen, T. S. P. See, and X. Qing, "Small printed ultrawideband antenna with reduced ground plane effect," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 55, no. 2, pp. 383–388, 2007.
- [6] J. Huang, "The finite ground plane effect on the microstrip antenna radiation patterns," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 31, no. 4, pp. 649–653, 1983.
- [7] R. O. Manalu, "Perbandingan Model Empiris Propagasi Pathloss Guna Estimasi Rugi-Rugi Lintasan Antena Radar di Perum LPPNPI Indonesia." POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA, 2017.
- [8] I. Jaya, C. M. OM, and A. Zainuddin, "DESAIN DAN IMPLEMENTASI ANTENA TELEX $2 \times 5/8 \lambda$ UNTUK APLIKASI SISTEM PENYIARAN RADIO FM," *DIELEKTRIKA*, vol. 3, no. 1, pp. 34–44, 2018.
- [9] S. Setiawan and R. N. Zaini, "PENGEMBANGAN ANTENA TELEX HYGAIN 2 METER BAND MENJADI $3 \times 5/8 \lambda$ DI FREKUENSI 144-147 MHz UNTUK KOMUNIKASI AMATIR MENGGUNAKAN SISTEM PEMBALIK PHASE," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 2, no. 2, pp. 132–140, 2020.
- [10] B. Maruddani, "METODE PREDIKSI DAN TEKNIK MITIGASI REDAMAN PROPAGASI HUJAN MENGGUNAKAN HIDDEN MARKOV MODEL PADA KANAL SATELIT PITA-K DI DAERAH TROPIS."
- [11] L. Mubarokah, "Karakteristik Redaman dan Shadowing dalam Ruang pada Kanal Radio 2, 4 GHz." Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.
- [12] W. Pamungkas, E. Wahyudi, and A. Wijaya, "Pengaruh Loading Coil Terhadap Redaman Kabel."
- [13] Y. A. Lestari, "Rancang Bangun Antena Yagi 2, 4 GHz untuk Memperkuat Penerimaan Sinyal 3G." Politeknik Negeri Sriwijaya, 2015.
- [14] E. Apriliana, "RANCANG BANGUN ANTENA YAGI UNTUK MEMPERKUAT PENERIMAAN SINYAL 4G." POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA, 2016.
- [15] M. A. Rijalfaris, H. Wijanto, and Y. P. Saputera, "Antena Mikrostrip Persegi Panjang Celah Kembar Untuk Wifi Pita Ganda 2.4 Dan 5.8 Ghz," *eProceedings Eng.*, vol. 6, no. 2, 2019.
- [16] F. Yang and Y. Rahmat-Samii, "Reflection phase characterizations of the EBG ground plane for low profile wire antenna applications," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 51, no. 10, pp. 2691–2703, 2003.
- [17] S. Se and M. Brady, "Ground plane estimation, error analysis and applications," *Rob. Auton. Syst.*, vol. 39, no. 2, pp. 59–71, 2002.
- [18] G.-T. Lei, R. W. Techentin, and B. K. Gilbert, "High-frequency characterization of power/ground-plane structures," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 47, no. 5, pp. 562–569, 1999.
- [19] S. Marini, A. H. Paronda, A. Hasad, S. Supratno, and T. Toufiqurohman, "Perancangan Antena Telex Frekuensi 142,000 Mhz Untuk Aplikasi Komunikasi Radio Antar Penduduk Indonesia," in *Prosiding-Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 2020, pp. 84–90.
- [20] R. Kartika, "Aplikasi Logika Fuzzy Pada Pengelompokan Nilai SWR Ideal Antena dengan Bahan Dasar Alluminium."
- [21] R. K. Pramuyanti, "Analisa Bahan dasar Pembuat Antena Untuk Memaksimalkan Daya Pancar dan Daya Terima," *ReTHI*, 2015.
- [22] R. K. Pramuyanti, "Nantena Aluminium Guna Optimasi Transmisi Gelombang Radio," *Kilat*, vol. 5, no. 2, pp. 136–141, 2016.
- [23] R. K. Pramuyanti, "ALUMINIUM BAHAN ANTENA UNTUK OPTIMASI TRANSMISI GELOMBANG RADIO," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 345–352, 2016.
- [24] I. Y. Wulandari, "SIMULASI PENINGKATAN BANDWIDTH PADA ANTENA MIKROSTRIP DENGAN TEKNIK DEFECTED GROUND STRUCTURE (DGS) MENGGUNAKAN SOFTWARE SONNET," *J. Ind. Elektro dan Penerbangan*, vol. 8, no. 1, 2020.
- [25] M. Al Adalah, "PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP TRIANGULAR DENGAN SLOTTED GROUND PLANE UNTUK APLIKASI RADAR ALTIMETER," *eJournal Mhs. Akad. Telkom Jakarta*, vol. 2, no. 2, pp. 9–17, 2020.
- [26] T. D. Hakim and B. S. Bawono, "RANCANG BANGUN ANTENA VERTIKAL GROUND PLANE $\frac{1}{4} \lambda$ PADA FREKUENSI 470 MHZ," *Elektrokrisna*, vol. 8, no. 2, 2020.
- [27] E. Endrayana, D. H. S. Wahyuni, N. Nachrowie, and I. Mujahidin, "Variasi Ground Plane Antena Collinear Pada Pemancar Televisi Analog Dengan Frekuensi Uhf 442 Mhz," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, vol. 1, no. 2, pp. 149–156, 2019.
- [28] I. W. (STTNAS J. A., "Rancang Bangun Antena Groud Plane sebagai Transceiver pada Jalur 2m Frekuensi 144-146 MHz," Yogyakarta, 2008.
- [29] A. Marwanto, S. K. Syed Yusof, and M. H. Satria, "Orthogonal Frequency-Division Multiplexing-Based Cooperative Spectrum Sensing for Cognitive Radio Networks," *TELKOMNIKA (Telecommunication Comput. Electron. Control.)*, vol. 12, no. 1, p. 143, Mar. 2014.
- [30] H. W. Silver, "ARRL Handbook," *ARRL*, 2019. [Online]. Available: <https://hamsci.org/sites/default/files/resources/erp.pdf>. [Accessed: 22-Sep-2019].
- [31] M. Alaydrus, *Antena Prinsip dan Aplikasi*, 1st Editio. Yogyakarta.: Graha Ilmu, 2011.
- [32] Dennis Roddy & John Coolen, *Electronic Communication*, 2nd Editio. New Delhi: Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi 110001, 1981.

Lampiran 6. Keterangan Bebas Plagiasi



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Jl. Raya Kaligawe Km. 4 PO BOX. 1054 Telp. (024) 6583584 Ext. 349 Semarang 50012

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

KETERANGAN BEBAS PLAGIASI

Tim Pemeriksa Kemiripan Tulisan Ilmiah telah memeriksa unggahan file atas nama:

Nama : Suyanta
Program Studi : Magister Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung,
Semarang
Judul Tesis : OPTIMALISASI GAIN ANTENA PADA ANTENA GROUND
PLANE BERBASIS LOADING COIL PERAK
Pemeriksa : Ketua Program Studi MTE UNISSULA
Tanggal Periksa : 16 Juni 2021

Menyatakan bahwa hasil pemeriksaan dengan menggunakan aplikasi Turnitin terhadap tulisan ilmiah dengan judul diatas menghasilkan kemiripan sebesar 15 % dengan sumber – sumber online lainnya.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ketua Program Studi

Magister Teknik Elektro

Arif Marwanto, ST., M. Eng., Ph. D
NIDN: 210600018/0628097501



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Jl. Raya Kaligawe Km. 4 PO BOX. 1054 Telp. (024) 6583584 Ext. 349 Semarang 50012

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

ACC

Sesuai dengan ketentuan UNISSULA <24.99%

Ka Prodi MTE



Anief Marwanto, Ph.D

Turnitin Originality Report

[Document Views](#)

Processed on: 16 Jun 2023 10:17 AM +08
File: 100746046
Word Count: 8638
Submitted: 1

OPTIMALISASI GAIN ANTENA PADA ANTENA GROUND P... By Suyanta
Suyanta






| Similarity Index | Identified by Source |
|------------------|---|
| 16% | Internet Sources: 10% Publications: 5% Student Papers: 1% |

| Similarity Index | Identified by Source |
|--|---|
| 4% match (Identified from 11 Nov-2020) | http://ru.unissula.ac.id |
| 2% match (Identified from 06 Feb-2021) | https://eprints.uin-suka.ac.id/eprints/handle/document/14762/1/1 |
| 1% match (Identified from 16 Nov-2020) | https://yanof.com/inductor-adapt/ |
| 1% match (Identified from 02 Feb-2021) | http://jibekitska.unissula.ac.id |
| 1% match (Identified from 06 May-2020) | http://www.uin-suka.ac.id |
| 1% match (Identified from 02 Aug-2020) | https://www.researchgate.net/publication/35287569/figure/fig/35287569/figure-fig1/35287569-1.png |
| 1% match (Identified from 22 Oct-2019) | http://id.wikisource.org |
| 1% match (Identified from 16 Jul-2018) | http://media.nfl.com/media/235092-efsk-diameter-out-portandrogen-lumihul-359228ef.pdf |

Lampiran 7. Log Book Bimbingan Tesis

LOG BOOK : BIMBINGAN TESIS

Nama Mahasiswa : SUYANTA
 NIM : 20601700035
 Judul Tesis : OPTIMALISASI GAIN ANTENA PADA ANTENA GROUNDPLANE
 BERBASIS LOADING COIL PERAK
 Pembimbing 1 : Arief Marwanto, ST, MEng, Ph.D
 Pembimbing 2 :

| No. | TANGGAL | CATATAN / URAIAN KEGIATAN | PARAF DOSEN |
|-----|---------------|--|---|
| 1 | 7/12/2020 | Konsultasi tata tulis penulisan tesis Revisi judul, Pendahuluan, Model Sistem, Bab II, bab III |  |
| 2 | 27/1-2021 | Penulisan keterangan gambar, tabel. Penulisan sitasi dan daftar referensi Bab 4 |  |
| 3 | 24/4- 2021 | Memantapkan seminar hasil, Bab I- bab 5 |  |
| 4 | 1/5-2021 | Revisi judul lagi. Keaslian penelitian diperbaiki, Menambal referensi Tujuan dan manfaat. Analisis diperbaiki |  |
| 5 | 15/5-2021 | Perbaikan tujuan dengan kesimpulan |  |

LOG BOOK : BIMBINGAN TESIS






Nama Mahasiswa : SUYANTA

NIM : 20601700035

Judul Tesis : OPTIMALISASI GAIN ANTENA PADA ANTENA GROUNDPLANE
BERBASIS LOADING COIL PERAK

Pembimbing 1 : Arief Marwanto, ST, M.Eng., Ph.D

Pembimbing 2 :

| No. | TANGGAL | CATATAN / URAIAN KEGIATAN | PARAF DOSEN |
|-----|--------------|---|---|
| 6 | 28/5 2021 | Metode pengukuran diperbaiki. Konsultasi perbaikan tesis dari Para penguji BAB I-V |  |
| 7 | 29/5 2021 | Acc majin sidang tesis Melengkapi daftar isi, lampiran dll |  |
| 8 | 3/6-2021 | Mencoretkan bagian penelitian dg kesimpulan. Revisi grafik lebar panjang kabel dg susuk |  |
| 9 | 9/6-2021 | .Konsultasi pasca sidang tesis. Memperbaiki semua saran penguji dan pembimbing. Acc dicetak/jilid |  |
| | | ACC  | |

LOG BOOK : BIMBINGAN TESIS






Nama Mahasiswa : SUYANTA

NIM : 20601700035

Judul Tesis : OPTIMALISASI GAIN ANTENA PADA ANTENA GROUNDPLANE BERBASIS LOADING COIL PERAK

Pembimbing 1 :

Pembimbing 2 : Ir. Suryani Atifah, M.T., Ph.D.

| No. | TANGGAL | CATATAN / URAIAN KEGIATAN | PARAF DOSEN |
|-----|--------------|--|---|
| | 2/12 2020 | - konsultasi bab I-II - Tujuan dan manfaat penelitian - tata tulis tesis |  |
| | 27/1 2021 | - konsultasi bab I-III - ketepatan gambar dan tabel. - Metode pengalokasian/pengamatan diperbaiki |  |
| | 8/2 2021 | - Menambahkan teori tentang bahan - Revisi bab IV dan bab V |  |
| | 24/4 2021 | - konsultasi Bab I-V lengkap - Aca seminar hasil |  |
| | 1/5 2021 | - Revisi judul. - grafik hubungan antara panjang kabel Versus SWR - Menambahkan analisis bahan perak lebih bagus |  |

LOG BOOK : BIMBINGAN TESIS




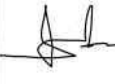
Nama Mahasiswa : SUYANTA

NIM : 20601700035

Judul Tesis : OPTIMALISASI GAIN ANTENA PADA ANTENA GROUNDPLANE
BERBASIS LOADING COIL PERAK

Pembimbing 1 :

Pembimbing 2 : Ir. Suryani Alifah, MT, Ph.D.

| No. | TANGGAL | CATATAN / URAIAN KEGIATAN | PARAF DOSEN |
|-----|--------------|---|---|
| | 28/5 2021 | - Konsultasi pasca seminar hasil - merevisi memperbaiki tesis sesuai saran 3 penguji |  |
| | 29/5 2021 | - Menambatkan teori dan memperbaiki flowchart langkah penelitian. - ACC maju sidang tesis |  |
| | 3/6-2021 | - Memperbaiki grafik di bab IV, melengkapi daftar isi lampiran dll |  |
| | 9/6-2021 | - Konsultasi pasca sidang, memper- baiki semua saran dosen penguji dan pembimbing. - ACC di antara jilid |  |
| | | | |