

Desain Antena Ground Plane 915 Mhz Untuk Sistem IoT LoRa Gateway Menggunakan Software MMANA-Gal

Eko Pramono

Fakultas Ilmu Komputer/Magister Teknik Informatika, Universitas Amikom Yogyakarta
E-mail: eko.p@amikom.ac.id

Abstrak

Long Range Access (LoRa) merupakan teknologi nirkabel berdaya rendah yang menggunakan spektrum radio dengan pita frekuensi 433 MHz, 868 Mhz atau 915 MHz. Agar pancaran sistem LoRa bisa cukup jauh maka dibutuhkan sebuah gateway sebagai perantara serta di tunjang oleh antena yang baik. Antena yang baik adalah antena yang memiliki biaya pembuatan yang rendah dan memiliki efisiensi yang tinggi. Kebanyakan antena yang digunakan untuk sistem LoRa adalah antena monopole karena ukuran antena tidak terlalu besar untuk perangkat IoT. Hal ini menarik peneliti untuk mencoba mendesain antena ground plane dengan bantuan software MMANA-GAL. Dimana antenna ground plane ini merupakan jenis antenna monopole yang ditambahkan dengan artificial ground/radial. Dengan beberapa skenario perancangan seperti penyesuaian panjang serta perubahan sudut radial akhirnya didapat desain antenna ground plane yang memiliki impedansi mendekati 50 ohm dan nilai VSWR <1.2 serta pola radiasi yang cukup luas

Kata Kunci—LoRa, Antena, MHz, MMANA-Gal

1. PENDAHULUAN

Long Range Access (LoRa) merupakan teknologi nirkabel berdaya rendah yang menggunakan spektrum radio dengan pita frekuensi 433 MHz, 868 Mhz atau 915 MHz[1]. Di Indonesia sendiri regulasi frekuensi yang di pakai menurut Peraturan Direktur Jendral Sumber Daya dan Perangkat Pos Indonesia No 3 Tahun 2019 frekuensi perangkat LPWA (Low Power Wide Area) non seluler berada pada rentang frekuensi 920 – 923 MHz[2]. Teknologi LoRa memiliki konsumsi daya listrik yang rendah dan jangkauan pancaran yang cukup luas, dengan antenna yang tepat dan tanpa halangan maka jangkauan LoRa bisa mencapai puluhan kilometer. LoRa tidak dapat melakukan pengiriman data langsung ke server. Sehingga diperlukan sistem pengiriman data untuk menghubungkan antar perangkat di node sensor dengan server yang disebut gateway[3]. Saat ini, penggunaan LoRa belum marak diterapkan. Namun, kedepannya LoRa akan digunakan untuk kemajuan bidang teknologi, khususnya untuk smart city[4].

Di penelitian sebelumnya di ulas bahwa secara umum, antena dengan biaya pembuatan yang rendah, efisiensi pancaran yang tinggi, ukuran yang kecil, serta profil antenna rendah diperlukan untuk sebuah antenna yang terpasang di sistem LoRa[5]. Sedang pada penelitian berikutnya[6] di dapat kesimpulan, dimana jarak jangkauan maksimal belum sesuai spesifikasi LoRa dikarenakan sistem antena yang kurang optimal. Sedang pada penelitian lainnya [7] disebutkan juga bahwa faktor yang mempengaruhi pancaran LoRa pada frekuensi 915 Mhz salah satunya adalah faktor bentuk antena.

Sesuai latar belakang yang dikemukakan diatas maka penelitian ini akan mendesain sebuah antena LoRa gateway yang sederhana dan memiliki efisiensi pancaran yang tinggi. Sehingga mampu diterapkan ke berbagai kondisi pemakaian dan instalasi dengan sedikit penurunan radiasi pancaran sehingga sistem LoRa Gateway memiliki efisiensi yang maksimal[5]. Antena yang digunakan untuk LoRa kebanyakan monopole karena ukuran antena tidak terlalu

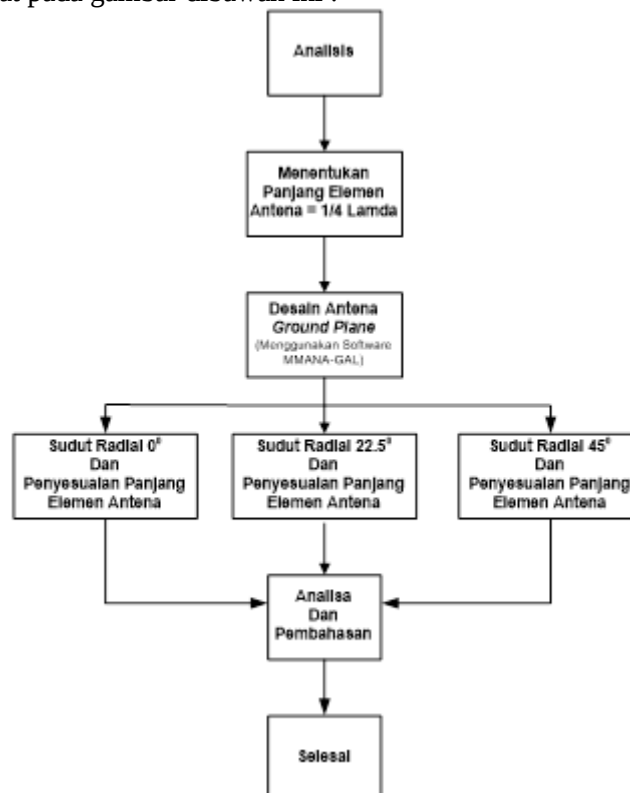
besar untuk perangkat IoT[10]. Oleh karenanya peneliti memilih untuk mendesain antenna ground plane sebagai antenna pada sistem IoT LoRa Gateway, karena antenna ground plane memenuhi kriteria seperti yang telah disebutkan sebelumnya.

Antena ground plane memiliki 2(dua) bagian yaitu bagian vertikal (Pole) dan bagian horizontal (Radial), antenna ini merupakan antenna monopole dan banyak dipakai dalam berbagai kebutuhan serta mudah dan murah dalam pembuatannya [8]. Panjang bagian vertikal dari sebuah antenna ground plane di ukur sepanjang $1/4$ panjang gelombang dari frekuensi resonansi/frekuensi kerja. Sedangkan radial berfungsi sebagai Artificial Ground dari antenna ground plane bila antenna tersebut tidak dipasang dengan sistem pentanahan. Radial sangat bermanfaat bila antenna ground plane harus di pasang pada tempat yang cukup tinggi. Selain itu radial dengan radius yang nilainya lebih besar dari 10λ akan memberi efek yang kecil sekali pada impedansi; ukuran tertentu dari radial pada antenna ground plane memberikan efek yang signifikan pada pola radiasi dan impedansi [9].

Selaras dengan ulasan perihal radial pada paragraf diatas maka hasil penelitian diharapkan mendapatkan sebuah desain antenna ground plane yang memiliki pola radiasi gelombang elektromagnetik dan impedansi terbaik, serta mampu bekerja baik pada frekuensi LoRa – 915 Mhz. Selain itu pada penelitian ini juga ingin didapatkan sudut radial terbaik yang mampu memberikan pola radiasi antenna yang cukup luas, impedansi antenna yang mendekati 50 Ohm serta nilai VSWR < 1.2 .

2. METODE PENELITIAN

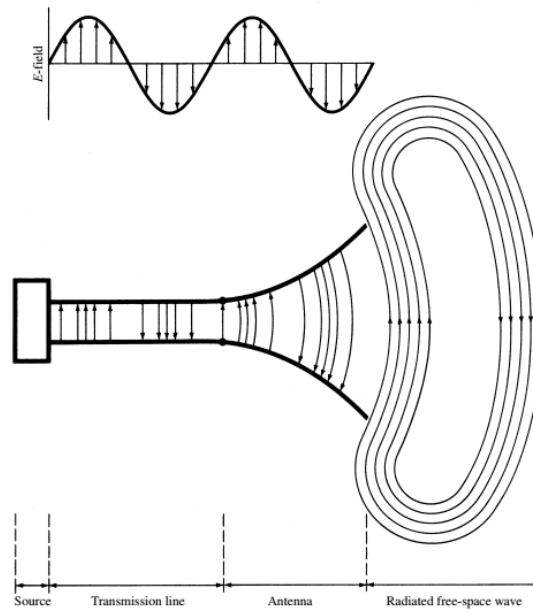
Alur penelitian dalam mendesain antenna ground plane 915 Mhz pada sistem IoT LoRa Gateway dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Metode Penelitian

2.1. Antena

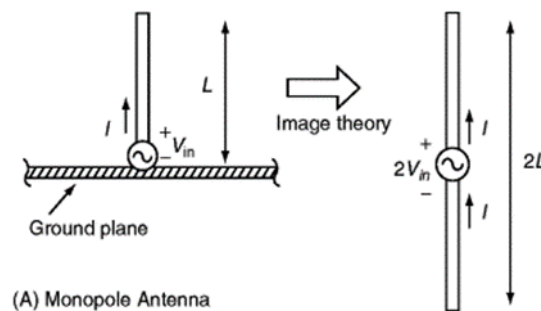
Antena adalah suatu divais yang digunakan untuk meradiasi dan menerima suatu gelombang radio [11]. Sebuah antena adalah sebuah struktur yang mentransisikan antara ruang bebas dan perangkat yang dipandu [8]. Lebih sederhananya, antena adalah antarmuka antara arus listrik yang bergerak dalam konduktor dan gelombang elektromagnetik yang merambat melalui ruang bebas [12]. Arus listrik ini diumpankan dari pemancar ke antena untuk mengirim gelombang radio ke ruang bebas atau dari antena yang menerima gelombang radio (menginduksi arus listrik) ke dalam penerima. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Antena Sebagai Piranti Transisi

2.2. Antena Monopole dan Antena Ground Plane

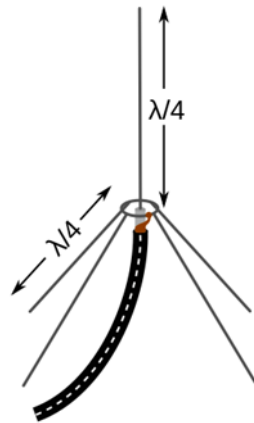
Antena monopole sendiri adalah sebuah batang konduktor lurus yang dipasang tegak lurus. Selain itu antenna monopole termasuk jenis antena resonans, karena fungsi batang lurus sebagai sebuah resonator untuk gelombang radio pada frekuensi yang tertentu, serta osilasi gelombang radio yang terjadi berasal dari komponen tegangan dan arus. Adapun panjang antena ditentukan oleh panjang gelombang yang akan digunakan.



Gambar 3. Antena Monopole

Antena ground plane sebenarnya adalah sebuah sistem antena monopole yang berada diantara beberapa bahan yang bersifat konduktif dan disebut sebagai ground plane. Ground plane atau sering di sebut dengan Radial pada sistem antenna ini berfungsi sebagai pengganti sistem pentanahan (Grounding) yang ada pada antenna monopole biasa. Karena tidak selamanya sistem antena akan diletakkan pada posisi yang rendah dan dekat dengan tanah, apalagi untuk kebutuhan sistem LoRa dimana antena akan di letakkan pada posisi yang cukup tinggi agar pancaran dan penerimaan sistem LoRa bisa lebih maksimal dan efisien. Sehingga untuk membedakan antara antena monopole biasa dan antena monopole yang menggunakan artificial ground, maka antenna ini sering disebut dengan antena ground plane.

Fungsi ground plane mampu memberikan efek pada pola radiasi pancaran dan impedansi [9]. Adapun gambar antenna ground plane dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 4. Antena Ground Plane

2.3. Pola Radiasi Antena, Impedansi dan VSWR

Pola radiasi antenna merupakan gambaran kekuatan pancaran atau penerimaan sinyal suatu antena dalam fungsi sudut atau sebagai besaran yang menentukan ke arah sudut mana sebuah antena memancarkan atau mendistribusikan energinya [13]. Menilik dari apa yang di uraikan diatas, maka pola radiasi yang diharapkan adalah pola radiasi yang mampu memancarkan atau mendistribusikan energi secara maksimal/luas. Antena dengan distribusi energi yang maksimal/luas merupakan antena yang optimal secara kinerja. Kinerja yang optimal dari sebuah antena ditentukan oleh faktor impedansi antenna dan VSWR (Voltage Standing Wave Ratio), karena bila impedansi tidak mendekati 50 Ohm dan $VSWR < 1.2$ maka akan banyak rugi-rugi transmisi yang terjadi. Hal ini akan dapat mengakibatkan efisiensi dalam pengiriman data akan menjadi berkurang.

Impedansi merupakan perbandingan (Ratio) antara tegangan dan arus pada titik (Feed Point) dimana saluran transmisi di asup, Bila pada titik Feed Point terjadi arus yang maksimum, maka impedansi berada antara 20 Ohm – 100 Ohm, Namun bila tegangan yang maksimum maka impedansi berada antara 500 Ohm – 10.000 Ohm. Oleh karena impedansi dengan arus yang maksimum adalah yang paling aman maka banyak produsen divais yang berhubungan dengan transmisi gelombang elektromagnetik memilih impedansi 50 Ohm.

VSWR adalah perbandingan (Ratio) antara tegangan maju ke antena dan tegangan pantul dari antenna yang terjadi pada hubungan antara saluran transmisi dan antena, sehingga idealnya rasio harus menghasilkan angka = 1(satu). Dengan VSWR bernilai 1 dapat dipastikan tegangan maju dan tegangan pantul memiliki nilai yang sama. Artinya semua energi gelombang

elektromagnetik dapat disalurkan secara efisien ke sebuah antena. Dan sebagai akibatnya antena mampu bekerja dengan efisien.

2.4. Desain

Dalam mendesain antenna ground plane pada sistem LoRa gateway di frekuensi 915 Mhz akan menggunakan software MMANA-GAL. Software ini menggunakan teknik pemrosesan numerik dalam menganalisa radiasi dan masalah penyebaran gelombang elektromagnetik dari sebuah antena. Antena ground plane memiliki desain seperti pada gambar 4., dimana memiliki sisi vertikal dan horizontal yang berukuran sepanjang 1/4 panjang gelombang. Ukuran 1/4 panjang gelombang disini akan dihitung dengan rumus :

$$\text{Panjang Gelombang (1 Lamda)} = \frac{\text{Kecepatan Cahaya}}{\text{Frekuensi}} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{915 \times 10^6 \text{ Hertz}} = 0,33 \text{ Meter} \quad (1)$$

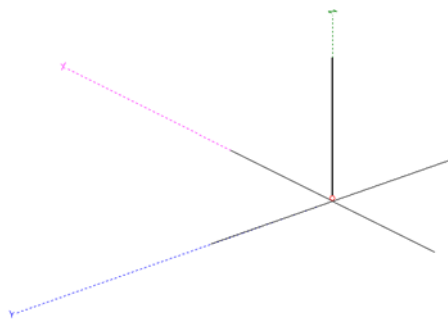
$$\text{Untuk } 1/4 \text{ Lamda} = \frac{0,33 \text{ meter}}{4} = 0,0825 \text{ Meter} = 8,25 \text{ Cm} \quad (2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

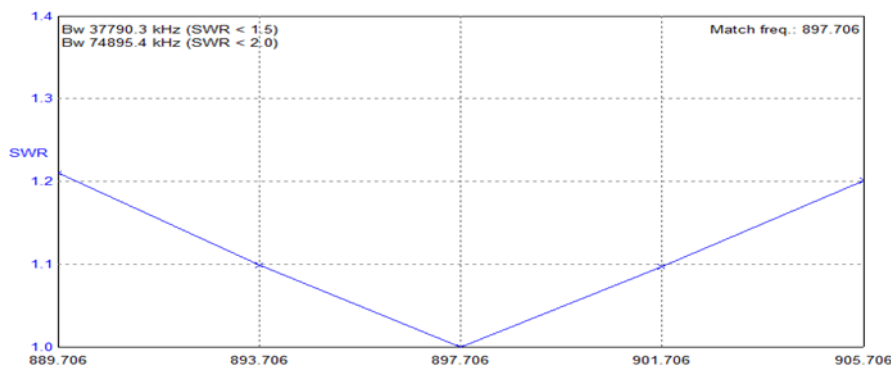
Untuk langkah awal desain antenna ground plane akan di gambar terlebih dahulu pada software MANA-GAL.

3.1. Sudut Radial 0°

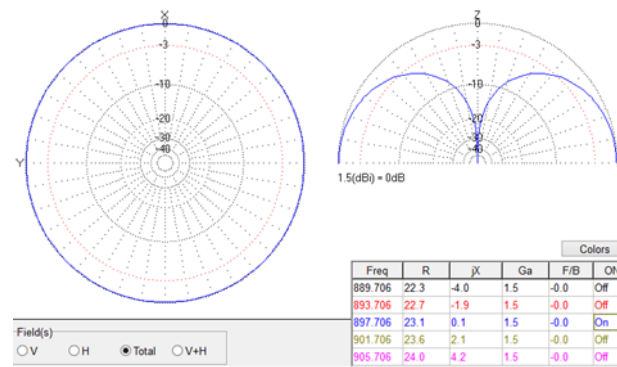
Pada desain radial dengan sudut 00 elemen antena vertikal dan elemen antena horisontal saling tegak lurus



Gambar 5. Desain Antena – Sudut 00



Gambar 6. Hasil VSWR



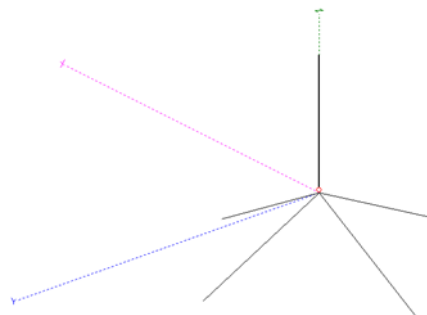
Gambar 7. Hasil Pola Radiasi 2-D dan Impedansi

Pada Gambar 6. dan Gambar 7. dapat dilihat bahwa impedansi dan VSWR (Standing Wave Ratio) yang dihasilkan dari hasil simulasi belum sesuai dengan alur penelitian yang telah di gambarkan diatas. Namun pola radiasi sudah cukup bagus, karena pola radiasi sudah cukup luas dengan gain sebesar 1.5 dBi. Untuk selanjutnya akan dilakukan proses penyesuaian panjang fisik antenna dan sudut ground plane/radial antenna agar mendapatkan impedansi yang mendekati 50 Ohm dan $VSWR < 1.2$. Adapun cara penyesuaian panjang fisik antenna dengan menghitung nilai $1/4$ lamda dari hasil yang tertera pada Gambar 5. dimana SWR terendah ada pada frekuensi 898 Mhz. Sehingga kalau dihitung $1/4$ lamda dari frekuensi 898 Mhz adalah = 0.0825 Meter dan selisih nilai $1/4$ lamda antara frekuensi 898 Mhz dan 915 Mhz adalah sebesar = 0.001 Meter.

Karena SWR terendah yang diinginkan berada pada frekuensi 915 Mhz maka sebenarnya panjang fisik dari desain antenna masih terlalu panjang. Oleh karenanya penyesuaian panjang dari panjang fisik antenna akan di kurangi dengan nilai 0.001 Meter sampai didapat nilai $VSWR < 1.2$. Dan selain itu akan dilakukan juga perubahan sudut elemen ground plane/radial dari antenna agar didapat impedansi yang mendekati 50 Ohm.

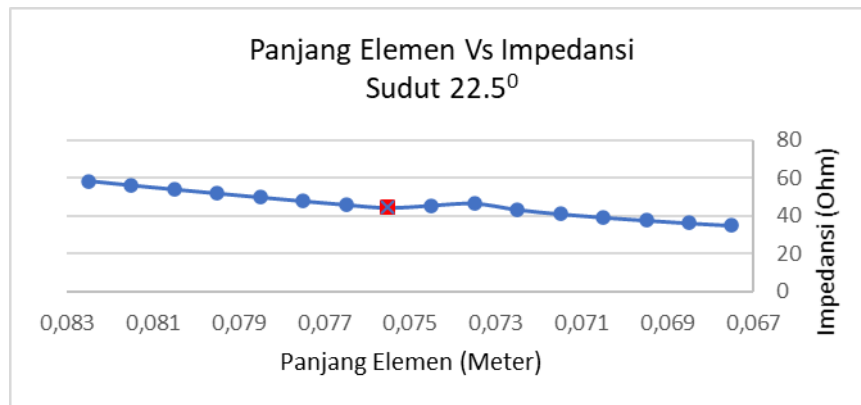
3.2. Sudut Radial 220

Pada desain radial dengan sudut 22.50 elemen antenna horisontal diturunkan sebesar 22.50 dari sumbu-Y, seperti gambar dibawah ini

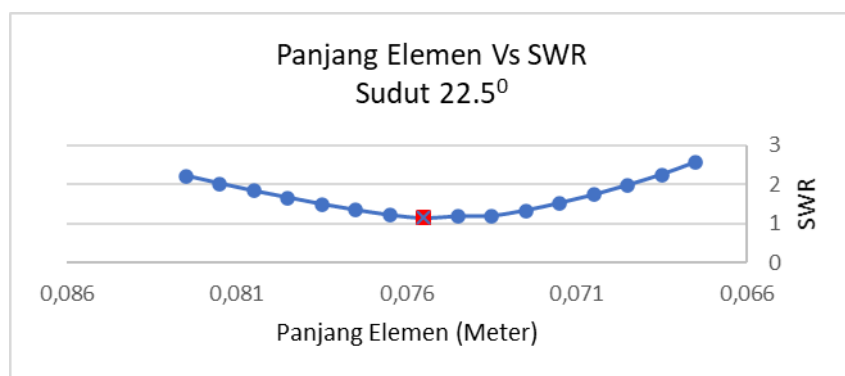


Gambar 8. Desain Antena – Sudut 220

Hubungan antara panjang elemen antenna dengan impedansi serta VSWR dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 9. Panjang Elemen Vs Impedansi

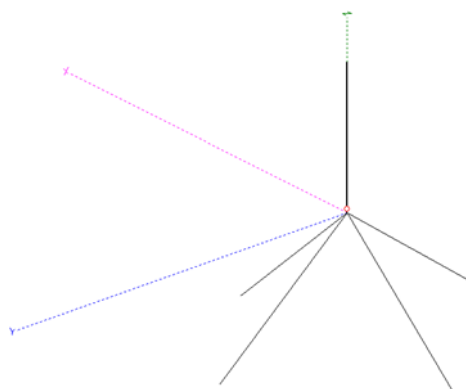


Gambar 10. Panjang Elemen Vs VSWR

Koordinat yang berbentuk kotak berwarna merah pada grafik di gambar 9 dan 10 diatas menandakan bahwa dengan orizon elemen sebesar 0.0755 Meter/7.55 Cm memiliki impedansi = 44,28 Ohm dan VSWR = 1.13

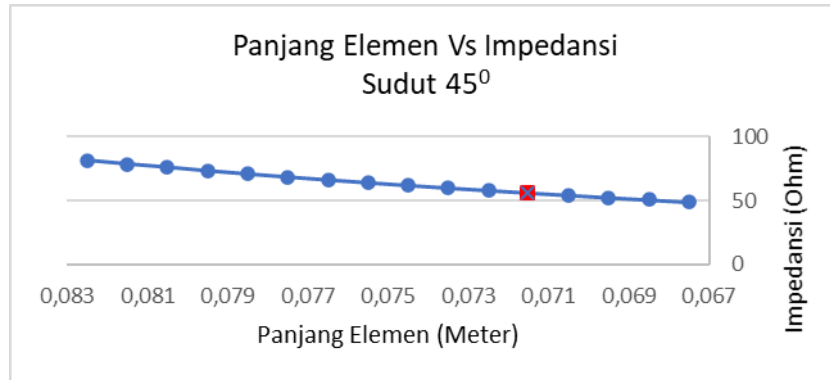
3.3. Sudut Radial 450

Pada desain radial dengan sudut 220 elemen antenna orizontal diturunkan sebesar 220 dari sumbu-Y, seperti gambar dibawah ini

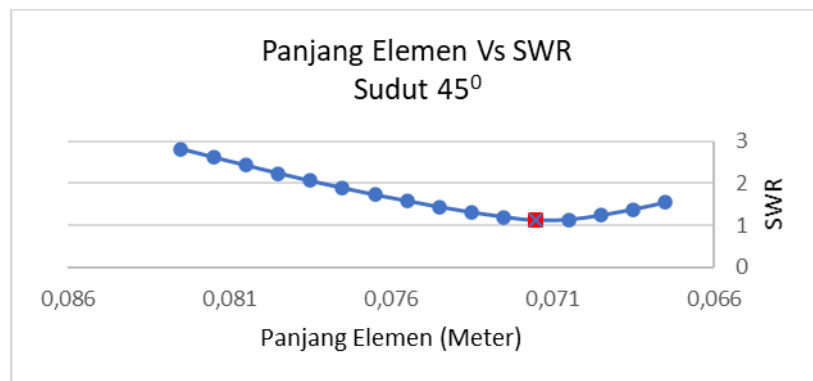


Gambar 11. Desain Antena – Sudut 450

Hubungan antara panjang elemen antenna dengan impedansi serta VSWR dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 12. Panjang Elemen Vs Impedansi

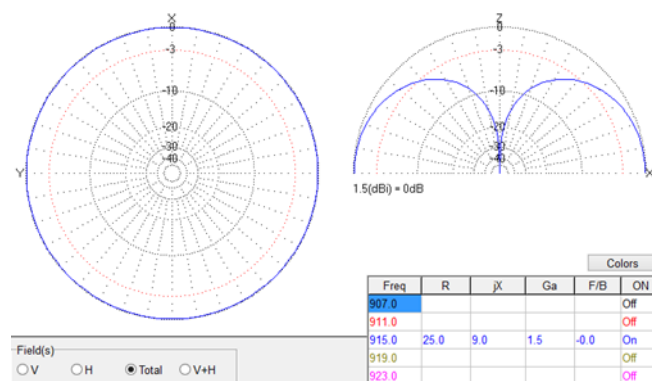


Gambar 13. Panjang Elemen Vs VSWR

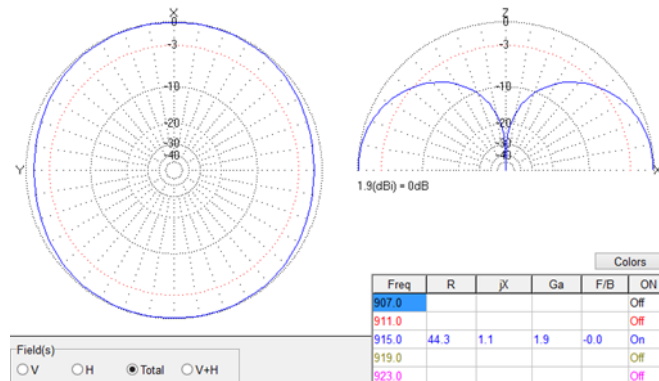
Koordinat yang berbentuk kotak berwarna merah pada grafik di gambar 9 dan 10 diatas menandakan bahwa dengan panjang elemen sebesar 0.0715 Meter/7.15 Cm memiliki impedansi = 56,13 Ohm dan VSWR = 1.12

3.4. Pola Radiasi

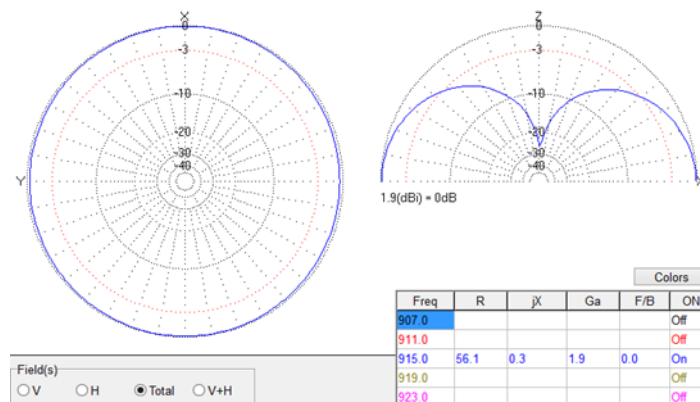
Untuk menunjang pembahasan mengenai desain antenna LoRa 915 Mhz, maka dibawah ini di sajikan pola radiasi antenna dalam bentuk 2(dua) dimensi, khususnya untuk desain antenna yang memiliki VSWR < 1.2 dan impedansi mendekati 50 Ohm pada sudut radial 00, sudut radial 22.50, serta sudut radial 450



Gambar 14. Pola Radiasi Desain Antena – Sudut Radial 00



Gambar 15. Pola Radiasi Desain Antena – Sudut Radial 22.50



Gambar 16. Pola Radiasi Desain Antena – Sudut Radial 450

Berdasarkan dengan apa yang di dapat pada hasil simulasi menggunakan software MMANA-GAL sangat jelas terlihat bahwa desain awal antenna ground plane dengan sudut 00 memiliki impedansi dan nilai VSWR yang belum sesuai dengan harapan, walaupun memiliki pola radiasi yang cukup lebar. Karena dengan impedansi yang belum mendekati 50 Ohm dan nilai $VSWR < 1.2$ akan membuat efisiensi radiasi pancaran dan penerimaan menjadi berkurang[14]. Dengan melakukan penyesuaian panjang elemen antenna serta mengubah sudut radial akhirnya didapat desain antenna ground plane untuk LoRa yang memiliki impedansi mendekati 50 Ohm dan nilai $VSWR < 1.2$. Selain itu bila dibandingkan pola radiasi pada sudut radial 00, 22.50, dan 450 memiliki bentuk yang berbeda-beda, ini menandakan bahwa sudut radial dapat mempengaruhi bentuk pola radiasi. Sehingga untuk kebutuhan pola radiasi tertentu maka kita dapat mengatur sudut radial dari antenna ground plane.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Hasil simulasi dari desain antenna ground plane 915 Mhz untuk sistem LoRa gateway cukup memuaskan dan sesuai dengan apa yang diharapkan, dimana dengan variasi sudut radial dan penyesuaian panjang akhirnya didapat sebuah desain antenna ground plane yang memiliki impedansi mendekati 50 Ohm dan nilai $VSWR < 1.2$.

2. Pengurangan panjang fisik antena sepanjang 0.001 Meter secara berurutan mampu menurunkan nilai SWR dari antena
3. Pola radiasi pada antenna ground plane sangat dipengaruhi oleh sudut dari radial.
4. Secara umum pola radiasi yang dihasilkan pada desain antenna dengan sudut yang berbeda telah memberikan pola radiasi yang cukup luas..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adi Prasetyo D.P., Kitagawa A., "A performance of radio frequency and signal strength of LoRa with BME280 sensor", TELKOMNIKA Telecommun Comput El Control, Vol. 18, No. 2, April 2020: 649 – 660, 2020
- [2] Republik Indonesia, "Peraturan Direktur Jendral Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Telekomunikasi Nomor 3 tahun 2019 Tentang Persyaratan Teknis Alat Dan/Atau Perangkat Telekomunikasi Low Power Wide Area", 2019
- [3] Arijuddin, H., Bhawiyuga, A., & Amron, K., "Pengembangan Sistem Perantara Pengiriman Data Menggunakan Modul Komunikasi LoRa dan Protokol MQTT Pada Wireless Sensor Network", Jurnal Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput., Vol. 3, No. 2, pp. 1655–1659, 2019
- [4] Sallyna, D., Kurniawan Usman, U., Ary Murti, M., "Long Range (LoRa) Network Planning With Frequency 920 Mhz – 923 Mhz In Bandung City", e-Proceeding of Engineering., Vol.7, No.1, pp. 933-940, 2020
- [5] Shin, G., et al, "Sustaining the Radiation Properties of a 900-Mhz-Band Planar Lora Antena Using a 2-by-2 Thin EBG Ground Plane", IEEE Access, Vol. 8, pp. 145586- 145592, 2020
- [6] Murdyantoro, E., et al, "Studi Performansi Jarak Jangkauan LoRa OLG01 Sebagai Infrastruktur Konektivitas Nirkabel IOT", Jurnal Ilmiah Dinamika Rekayasa, Vol 15, No. 1, pp. 47-56, 2019
- [7] Paul Smart Simbolon, M., et al, " Penerapan Komunikasi Nirkabel LoRa Pada Sistem Pencatatan Kehadiran Portabel", 2021, Journal Of Applied Electrical Engineering, Vol. 5, No. 2, pp. 30-35
- [8] C. A. Balanis, "Antenna Theory: Analysis and Design" third edition, John Wiley & sons, Inc, 2005
- [9] Li, Aobo & Singh, Shreya & Sievenpiper, Dan., "Metasurfaces and their applications", 2018, Nanophotonics. 7. DOI: 10.1515/nanoph-2017-0120.
- [10] Aayush Pandeya , M & V. Deepak Nair, "Inset Fed Miniaturized Antenna with Defected Ground Plane for LoRa Applications", CoCoNet'19, 2020
- [11] "IEEE standard definitions of terms for antennas," in IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 17, no. 3, pp. 262-269, May 1969, DOI: 10.1109/TAP.1969.1139442
- [12] Ciraco V., "Analysis of Ground Plane Size, Topography and Location on a Monopole Antenna's Performance Utilizing 3-D Printing, New Paltz State University Of New York", 2021
- [13] K. S. Salamah, et al., "Perancangan Antena Mikrostrip Patch Segi Empat Dual Band Dengan Pencatutan EMC (Electromagnetically Coupled) Pada Frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz", 2021
- [14] M. Alibakhshikenari, et al., "Impedance Matching Network Based on Metasurface (2-D Metamaterials) for Electrically Small Antennas", 2020, IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and North American Radio Science Meeting (2020 IEEE AP-S/URSI), pp.1953-1954, Montréal, Québec, Canada on 5-10 July 2020.