

Rancang Bangun Antena Sektoral MIMO Pada Jaringan GSM 900 MHz Menggunakan Radio BladeRF

Dwi Indra Saputra, Emilia Hesti, Sopian Soim

Program Studi Teknik Telekomunikasi D.IV, Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia
dwiindra2799@gmail.com, emiliahesti@gmail.com, sopiansoim@gmail.com

Abstrak

Antena sektor MIMO adalah antena yang sering digunakan dan di pasang tower BTS yang dimiliki oleh operator selular. Antena sektor berguna untuk komunikasi GSM, GPRS, dan juga LTE. Gain yang dihasilkan oleh antena sektor lumayan besar dibandingkan dengan antena lainnya. Serta pola radiasi yang dihasilkan dapat memilih area yang dapat dijangkau. Penelitian ini merancang dan membangun sebuah antena sektor dengan frekuensi kerja 900 MHz yang akan digunakan sebagai pemancar bagi bladeRF sebagai radio utama. Merancang dan mensimulasikan antena dilakukan pada aplikasi software MMANA-GAL. Agar mendapatkan parameter dan hasil yang di inginkan dan mengetahui parameter antena tersebut, agar mendesain antena tersebut terlebih dahulu. Adapapun parameter-parameter yang akan di dapat ketika pengukuran antena sektor pada penelitian ini adalah SWR, Gain, pola radiasi, polarisasi, serta impedansi. Setelah melakukan pengukuran dan simulasi di dapatkan perbedaan hasil yang di dapatkan dari percobaan tersebut bahwa kinerja antena sektor sangat baik dan dapat digunakan pada radio riil atau keadaan nyata di lapangan. Pada simulasi 4 elemen, SWR yang dihasilkan ketika simulasi 1,22, gain yang dihasilkan sebesar 13,17, impedansi yang dihasilkan sebesar 57,87, dan pola radiasi yang memiliki sudut sebesar 60°. Sedangkan pada saat pengujian menggunakan alat ukur Antena Network Analyzer, hanya dapat menentukan 3 parameter yaitu impedansi, SWR, dan smith chart. SWR yang dihasilkan sebesar 1,4 yang tidak sama dengan hasil simulasi MMANA-GAL, lalu ada impedansi yang memiliki nilai yang baik yaitu sebesar 54,6. Yang mana nilai tersebut mendekati nilai 50 namun pada simulasi nilai yang di dapat lebih besar. Hal yang mempengaruhi nilai parameter-parameter tersebut dikarenakan pada saat simulasi elemen array yang seharusnya berbentuk lingkaran tetapi malah dibentuk segi empat dan alat ukur yang digunakan juga masih tidak stabil ketika mengukur secara riil di antena. Antena sektor ini dapat digunakan dengan baik pada komunikasi telpon teknologi GSM pada frekuensi kerja 900 MHz yang akan digunakan pada software definid radio BladeRF.

Keywords: BladeRF, Divider, Phase Reverse, RG 58 A/U foam, Antena Sektoral

Abstract

MIMO sectoral antennas are antennas that are often used and installed in BTS towers owned by cellular operators. The sectoral antenna is useful for GSM, GPRS, and LTE communications. The gain generated by sectoral antennas is quite large compared to other antennas. As well as the resulting radiation pattern can select the area that can be reached. This research designs and builds a sectoral antenna with a working frequency of 900 MHz which will be used as a transmitter for bladeRF as the main radio. Designing and simulating the antenna is carried out on the MMANA-GAL software application. In order to get the desired parameters and results and to know the parameters of the antenna, it is necessary to design the antenna first. The parameters that will be obtained when measuring sectoral antennas in this research are SWR, Gain, radiation pattern, polarization, and impedance. After taking measurements and simulations, it is found that the difference in the results obtained from the experiment is that the performance of sectoral antennas is very good and can be used on real radio or in real conditions in the field. In the 4 element simulation, the SWR generated during the simulation is 1.22, the resulting gain is 13.17, the resulting impedance is 57.87, and the radiation pattern has an angle of 60°. Meanwhile, when testing using the Antenna Network Analyzer, it can only determine 3 parameters, namely impedance, SWR, and smith chart. The resulting SWR is 1.4 which is not the same as the MMANA-GAL

simulation results, then there is an impedance which has a good value of 54.6. Which value is close to the value of 50 but in the simulation the value obtained is greater. The thing that affects the values of these parameters is because during the simulation the array elements should be circular but instead formed a rectangle and the measuring instrument used is also still unstable when measuring in real terms on the antenna. This sectoral antenna can be used properly in GSM technology telephone communication at a working frequency of 900 MHz which will be used in the Software Defined Radio BladeRF

Kata Kunci: BladeRF, Divider, Pembalik fasa, RG 58 A/U foam, Sectoral Antena



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).

PENDAHULUAN

Pada era revolusi *industry 4.0*, perkembangan teknologi ke arah serba digital saat ini semakin meningkat dengan pesat, dimana teknologi informasi dan komunikasi sangatlah berpengaruh bagi kehidupan manusia. Komunikasi dibutuhkan untuk bertukar informasi di manapun mereka berada. Komunikasi secara umum dapat diartikan sebagai hubungan atau pertukaran informasi berupa data, gambar, ataupun suara. Sistem komunikasi nirkabel membutuhkan suatu alat atau komponen pemancar yang bisa mentransmisikan data dari sumber ke tujuan dengan tanpa kabel [1].

Antena mempunyai peran yang sangat penting dalam menjaga komunikasi antar pengguna, karena antena berfungsi untuk meradiasikan dan menerima gelombang elektromagnetik yang berisi informasi yang dikirim dan diterima oleh pengguna. Beberapa jenis antena yang biasanya digunakan dalam komunikasi nirkabel, salah satunya antena sectoral [2].

Antena *sectoral* adalah antena yang memancarkan sinyal ke arah jangkauan wilayah tertentu saja. Antena *sectoral* ini mempunyai gain yang jauh lebih tinggi dibandingkan *omnidirectional* antena disekitaran 10-19 dBi. Penggunaan antena *sectoral* ataupun antena *omnidirectional* adalah tergantung pada kebutuhan.

Perancangan antena *sectoral* telah banyak dilakukan, seperti pada paper [3] merancang dan membangun antena *sectoral* pada frekuensi 2.4Ghz dengan radiasi setengah lingkaran untuk aplikasi IEE 802.11b/g dengan pengujian performansi di lapangan dengan menghasilkan 13 dBi *Gain*, 125° H-plane *beamwidth*, 15° E-plane *beamwidth*, 13,42 dB *directivity*, 90,68% *efficiency*, dan 1,6 VSWR. Dan adapun yang

membangun antena untuk memperkuat penerimaan sinyal GSM, seperti pada paper [4] namun menggunakan antena helical dengan frekuensi 1800 MHz dimana hasil pengujian didapatkan nilai penguatan daya (GAIN) yang berlokasi di Lab. Telekomunikasi fakultas teknik universitas tanjungpura pontianak pada pagi hari 15 dB, siang 31 dB, dan sore hari 13 dB dengan kekuatan sinyal rata-rata menggunakan antena helical -88,2 dbm pada pagi hari dengan indikator sinyal berwarna orange (Cukup), -80,6 dbm pada siang hari, dan -80,4 pada sore hari dengan indikator sinyal kuning (Baik).

Maka dari itu Tujuan dari penelitian ini untuk membangun dan merancang ulang antena MIMO *sectoral* 60° yang bekerja pada frekuensi 900 MHz sebagai *transceiver* pada satu antena saja yang bekerja secara bergantian dengan sangat cepat. Antena MIMO *sectoral* digunakan untuk konektivitas antara BladeRF dan hp pengguna atau mobile phone pada jaringan *Local area Network* (LAN). Diharapkan dengan perancangan antena *sectoral* MIMO ini mendapatkan hasil komunikasi yang lebih luas dan jauh dari pemakaian antena sebelumnya. Sehingga bisa dimanfaatkan oleh seluruh masyarakat dan bisa diimplementasikan ke sistem radio lebih yang nyata.

KAJIAN LITERATUR

A. Pengertian Antena

Antena adalah perangkat yang digunakan untuk memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel. Antena merupakan suatu piranti transisi antara saluran transmisi dan udara bebas. Jenis antena antara lain antena *omnidirectional*, antena *sectoral*, dan antena *isotropis* (*isotropic*) [5].

Antena *sectoral* adalah antena yang

mempunyai jangkauan wilayah pada daerah tertentu saja. Untuk mengetahui kualitas suatu antenna dapat diketahui dengan melihat parameter antenna tersebut. Parameter antenna yang perlu diperhatikan antara lain gain, pola radiasi, polarisasi VSWR, dan impedansi.

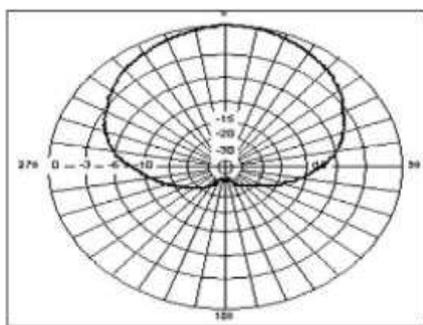
B. Parameter Antena

Untuk mengetahui kualitas suatu antenna dapat diketahui dengan melihat parameter antenna tersebut. Parameter antenna yang perlu diperhatikan antara lain gain, pola radiasi, polarisasi VSWR, dan impedansi.

Gain antenna pada arah tertentu adalah perkalian 4π dengan nilai perbandingan antara intensitas radiasi pada arah tertentu dan daya bersih yang diterima antenna dari pemancar. Jika arah tidak disebutkan, nilai power gain biasanya diambil dalam arah maksimum. Gain antenna (G) dapat dihitung dengan menggunakan antenna lain sebagai antenna standard atau sudah memiliki gain standard, dimana akan dibandingkan daya yang diterima antara antenna standard dengan antenna yang akan diukur dari antenna pemancar yang sama dan dengan daya yang sama [5].

$$Gain = 4\pi \frac{Intensitas\ radiasi}{Daya\ input\ total} = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in}} \dots 1$$

Pola radiasi (radiation pattern) merupakan salah satu parameter penting dari suatu antenna. Parameter ini sering dijumpai dalam spesifikasi suatu antenna, sehingga dapat dilihat bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antenna tersebut. Pola ini dibuat untuk mengukur kuat medan pada setiap titik permukaan di sekitar antenna dengan antenna sebagai pusatnya [5].



Gambar 1. Polaradiasi Antena Sektoral

Polarisasi antenna ditentukan oleh polarisasi gelombang yang dipancarkan oleh

antenna atau oleh efektivitas antenna dalam menerima gelombang. Penamaan polarisasi antenna ditentukan oleh arah medan listrik (E) gelombang yang dipancarkan oleh antenna terhadap bidang permukaan bumi/tanah. Jika antenna lebih efektif menangkap gelombang yang berpolarisasi horizontal = antenna horizontal. Jika antenna lebih efektif menangkap gelombang yang berpolarisasi vertikal = antenna vertikal [6].

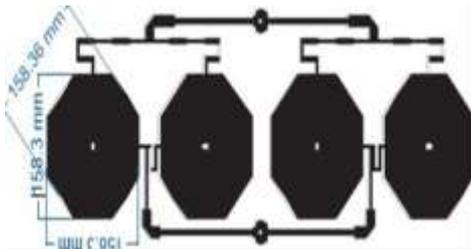
VSWR merupakan perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum dengan amplitudo gelombang berdiri minimum. Terdapat dua komponen gelombang tegangan pada saluran transmisi, yaitu tegangan yang dikirimkan dan juga tegangan yang direfleksikan. Perbandingan antara tegangan yang dikirimkan dengan tegangan yang direfleksikan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ) [7];

$$VSWR = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \dots \dots \dots 2$$

Impedansi input didefinisikan sebagai nilai impedansi antenna di titik terminal inputnya atau perbandingan dari tegangan antenna di titik terminal inputnya. Jika antenna tidak matching dengan saluran transmisi yang mencatunya, sebuah gelombang berdiri akan terbentuk sepanjang saluran transmisi tersebut.

METODE PENELITIAN

Perancangan antenna sektoral ini dibuat dengan melalui beberapa tahapan seperti membuat simulasi di aplikasi MMANA, menghitung lebar reflektor, driven, serta array/director yang tepat untuk frekuensi 900 MHz. Lalu ada juga penghitungan jalur untuk menghubungkan satu sama dengan yang lain elemen utama yaitu driven. Menghitung panjang kabel yang tepat sehingga tidak menghasilkan banyak noise yang dihasilkan oleh kabel itu sendiri. Berikut ini adalah alur pembuatan dan rancangan antenna sektoral MIMO. Ada tiga komponen yang harus sangat di perhatikan dalam pembuatan antenna sektoral ini yaitu elemen reflektor, driven, dan juga array/director. Ketiga elemen tersebut sangat berperan dalam membentuk dan memancarkan sinyal informasi yang diberikan oleh bladeRF sehingga bisa dikuatkan oleh antenna sektoral ini.



Gambar 2. Desain Antena Sektoral 900 MHz

Perhitungan Panjang Gelombang Frekuensi Kerja, untuk menentukan panjang gelombang dari suatu frekuensi yang digunakan, maka dapat digunakan persamaan

$$\lambda = \frac{c}{f} \dots \dots \dots 3$$

Sehingga panjang gelombang yang diperoleh untuk frekuensi 900 MHz adalah :

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{900 \times 10^6 \text{ m/s}} = 0,333 \text{ m} = 33,33 \text{ m}$$

Perhitungan jarak spasi antar driven mempunyai panjang tersendiri agar antara keempat elemen tidak saling bertabrakan dan sinyal dipancarkan menjadi lebih bagus dan gelombangnya bisa diterima oleh pengguna. Adapun rumus yang dipakai untuk perhitungan space antar elemen driven, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Space antar elemen} &= 0,1 \times \lambda \\ &= 0,1 \times 33,33 \\ &= 3,3 \text{ cm} \dots \dots \dots 4 \end{aligned}$$

Ada beberapa faktor yang menjadi penunjang agar jalur penghubung bisa bekerja dengan baik dan benar. Faktor faktor tersebut antara lain :

- a) Ketika kita menggunakan istilah tegangan simpul, kita mengacu pada perbedaan potensial antara dua simpul dari suatu rangkaian. Penulis memilih salah satu node di sirkuit untuk menjadi node referensi. Semua tegangan simpul lainnya diukur sehubungan dengan simpul referensi yang satu ini.
- b) Pada jalur atau circuit elektronik pada saat ada belokan atau patahan, tidak boleh sudut yang dipakai 90° karena akan menyebabkan arus yang akan melewati patahan tersebut menjadi susah melewatinya dan sudut tersebut diperbesar sedikit dari jalur sebelumnya agar dianggap seperti jalur yang lurus sehingga arus yang lewat dapan dengan

mudah melewatinya.

- c) Penghubung Kabel Tranceiver Penghubung ini berfungsi sebagai tempat ditempatkan untuk kable koaksila RG 58 A/U Foam. Impedansi yang dihasil atau yang di dapatkan ketika keluar dan masuk harus mempunyai impedansi yang sama yaitu 50 ohm.
- d) Menjadi satu port output dan sebagai pembagi daya yang masuk melalui satu port input-nya menjadi beberapa port output. Power combiner/divider membutuhkan spesifikasi tertentu yang harus dipenuhi, seperti return loss dan insertion loss yang harus dibuat serendah mungkin. Dalam penelitian ini direalisasikan power combiner/divider yang bekerja pada frekuensi 3 GHz. Panjang dari jalur transmitter ke driven 1,2 dan 3,4 adalah 1 lamda. Begitupun dengan panjang pada jalur penghubung di receiver yang bekerja memiliki panjang 1 lamda pula.

Antena sektoral mempunyai beberapa macam bentuk untuk driven itu sendiri, ada *square* (kotak), *orthogonal* (segi delapan), dan juga ada yang bulat. Namun pada pembuatan antena sektoral kali ini dibuat driven yang berbentuk *orthogonal* atau segi delapan. Kelebihan bentuk *orthogonal* ini ialah Sebaran lebih baik dibanding yg kotak dan bulat, karena memiliki sudut lontar gelombang yg lebih banyak, sehingga seakan-akan memiliki multi elemen antena pada satu elemen octagon. Driven penulis buat mempunyai 4 elemen atau 4 buah *orthogonal*. Adapun perhitungan dalam pembuatan panjang dari tiga sisi driven yaitu :

$$\begin{aligned} L &= 0,5 \times K \times \lambda \\ &= 0,5 \times 0,95 \times 333 \\ &= 158,36 \text{ mm} \dots \dots \dots 5 \end{aligned}$$

Dimana K adalah *Velocity Factor* (pada tembaga 0.95). Hasil perhitungan yang didapat ini kemudian dijadikan acuan untuk melakukan pembentukan driven pada PCB yang telah tersedia.

Panjang *reflector* biasanya lebih panjang dan lebar dari pada elemen driven, sehingga Panjang *reflector* diatur $\frac{1}{2}$ lamda lebih panjang dari elemen driven. Adapun cara menghitung panjang dan lebar dari reflektor itu sendiri ialah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L &= 1 \times \lambda \times K \\ &= 1 \times 33,3 \times 0,95 \end{aligned}$$

$$= 31,63 \text{ cm} \dots \dots \dots 6$$

$$\begin{aligned}
 P &= 3 \times \lambda \times K \\
 &= 3 \times 33,33 \times 0,95 \\
 &= 94,9 \text{ cm} \dots \dots \dots 7
 \end{aligned}$$

Panjang dan lebar tersebut merupakan panjang lempengan yang akan dipakai sebagai reflektor. Lempengan yang dipakai untuk reflektor itu sendiri adalah ACP (*Aluminium Composit*) yang terbuat dari bahan aluminium di tengahnya ada bahan seperti karet atau disebut composit.

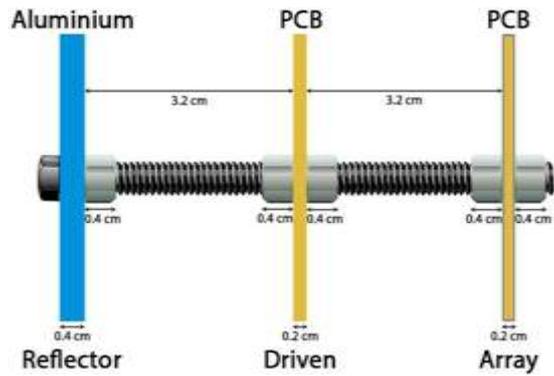
Adapun elemen array berbentuk lingkaran dan tidak lebih lebar dari driven yang telah dihitung sebelumnya. Faktor pengurangan pengurangan dari driven sebesar 0,9. Elemen array sendiri adalah sebuah bagian antena yang berfungsi sebagai pengarah sehingga pola radiasinya akan berbentuk seperti apa tergantung dari array ini sendiri. Berikut ini adalah perhitungan untuk mendapatkan diameter lingkaran yang terpakai pada antena sektoral ini, yaitu :

$$\begin{aligned}
 Director &= 0,5 \times \lambda \times K \times rasio \frac{driven}{array} \\
 &= 0,5 \times 33,33 \times 0,95 \times 0,9183 \\
 &= 14,54 \text{ cm} \dots \dots \dots 8
 \end{aligned}$$

Panjang space atau jarak spasi antar elemen mempunyai nilai tersendiri agar sinyla yang akan dipancarkan tidak saling bertabrakan satu sama dengan yang lainnya. adapun perhitungan tersebut menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 Space \text{ antar elemen} &= 0,1 \times \lambda \\
 &= 0,1 \times 33,33 \\
 &= 3,3 \text{ cm} \dots \dots \dots 9
 \end{aligned}$$

Agar bisa terhubung dengan baik dan benar maka diperlukan baut untuk menyambung ketiga eleme tersebut. Baut akan dipasang ditengah- tengah driven dan juga array. Sedangkan bagian pada reflektor dibagi menjadi setengah pada bagian panjang dan lebarnya. Dengan begitu penempatan reflektor hanya mengikuti saja dari driven yang akan dipasang.



Gambar 3. Desain jarak spasi pada 3 elemen

Ketiga elemen tersebut digabung menjadi satu dengan panjang baut 7,5 cm. Perhitungan panjang akan penulis jelaskan sebagai berikut :

1. Tebal ACP = 0,4 cm
 2. Space reflektor to drive = 3,2 cm
 3. Tebal PCB = 0.2 cm
 4. Space driven to array = 3,2 cm
 5. Mur = 0,5 cm +
- Panjang total Baut yang dipakai = 7,5 cm

Pembuatan simulasi dilakukan pada aplikasi MMANA sebagai aplikasi yang cukup lengkap untuk mensimulasikan suatu antena agar bisa dilihat parameter- parameter apa saja yang bisa di dapatkan agar bisa menjadi acuan untuk pemancar dan penerima apakah cocok atau tidak untuk dipakai di jaringan GSM 900 MHz. Perancangan ini juga bertujuan mengetahui kesalahan yang didapatkan sebelum melakukan pengujian secara lapangan. software MMANA memberikan banyak parameter paramater antena yang diperlukan nantinya sebagai perhitungan. Langkah-langkah yang harus dilakukan ketika membuat simulasi pada aolikasi MMANA

1. Buka aplikasi software MMANA
2. Klik file new
3. Masuk ke menu edit wire edit
4. Ada tampilan geomtri 3 dimesni ada koordinat x,y x,z dan y,z
5. Pembuatan larik antena menggunakan tools wire, tarik garis membentuk bagan antena seperti reflektor, driven dan juga array sesuai desain dan ukuran yang telah dihitung pada pembahasan sebelumnya
6. Setelah pembuatan elemen selesai, maka lakukan simulasi dengan cara masuk ke menu calculate
7. Tentukan nilai frekuensi yang dipakai

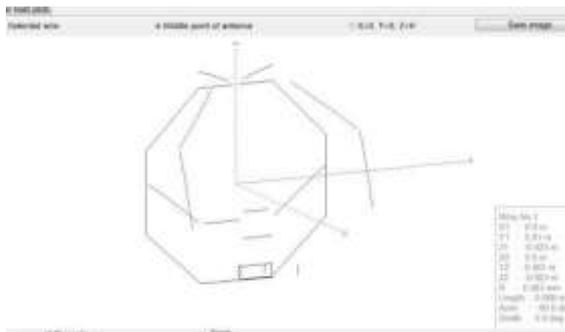
yaitu 900 MHz dan kemudian lakukan plot

- Plot semua parameter seperti simulasi swr, impedansi, serta pola radiasi yang bisa dibentuk oleh antena sektoral

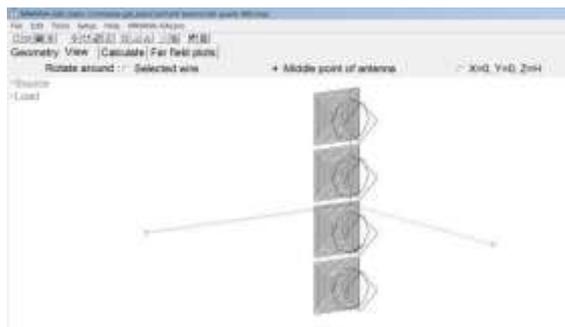


Gambar 4. Simulasi Antena pada Aplikasi MMANA

Ini adalah salah satu contoh bentuk elemen yang dibuat pada MMANA yaitu elemen driver sebagai komponen utama antena yang memancarkan sinyal elektromagnetik.



Gambar 5. Elemen Driven pada Antena Sektoral



Gambar 6. Gabungan 3 Elemen pada Simulasi MMANA

Ini adalah gambaran secara keseluruhan yang dibuat pada simulasi aplikasi MMANA yang diletakkan secara vertikal dan memuat 4 elemen driven dan 4 elemen array serta 1 elemen reflektor. Reflektor dibuat banyak kotak-kota karena lebih memudahkan dalam pembuatannya.

Tabel 1. Spesifikasi Antena

Frekuensi	900 MHz
Cable RG 58 A/U Foam	24 cm
Number of driven	4 pcs
Number of Director	4 pcs
Number of Reflektor	1 pcs
Metal shape of reflektor	ACP (aluminium composit)
Metal shape of director/array	PCB Pertinak
Diameter of array	14,54 cm
Diameter of reflektor	94,9 cm x 31,63 cm
Diameter of driven	15,8 cm (3 side)
PCB line length transmitter	1 lamda (33,3 cm)
PCB line length in receiver	1 lamda (33,3 cm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

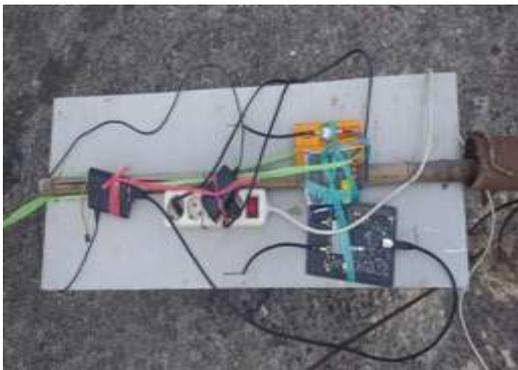
Pengujian alat antena merupakan pengambilan data dengan melakukan pengukuran pada tempat yang mempunyai penghalang (obstacle) maupun tidak ada obstacle sama sekali agar alat yang telah dirancang dapat menghasilkan pengujian dalam keadaan apapun. Sebelum uji lapangan / secara nyata maka dilakukannya pengukuran dengan menggunakan beberapa software, antara lain software MMANA-GAL. Simulasi ini berguna untuk mendapatkan data-data yang spesifik sehingga akan mempermudah dalam menganalisa kesalahan dan kekurangan yang terjadi pada saat alat bekerja atau diaktifkan. Serta dapat menghasilkan data yang maksimal untuk mempermudah dalam menganalisa cara kerja rangkaian tersebut. Setelah simulasi dilakukan dilakukanlah pengetesan secara langsung bagaimana kualitas antena sektoral pada ruangan terbuka baik itu yang mempunyai halangan atau pun tidak ada halangan. Pengujian akan dilakukan pada dua kondisi ketika hanya menggunakan radio dengan antena sektoral saja dan pengujian satunya menggunakan radio, penguat dan juga antena sektoral.

Berdasarkan perhitungan dan perancangan desain antena, maka di dapatkan hasil antena dalam bentuk fisik menggunakan 4 elemen director, 4 emen driven, dan 1 elemen reflektor yang mana dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 7. Hasil Akhir Antena Sektoral

Adapun komponen lain yang akan di gunakan sebagai pada pengujian antena sektoral ini menggunakan beberapa perangkat pendukung seperti bladeRF, raspberry pi, monitor, stop kontak, keyboard dan mouse. Alat-alat tersebut bisa dilihat pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Peralatan yang digunakan

Pengukuran dimensi antena ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan parameter-parameter antena yang akan digunakan . Parameter tersebut meliputi pola radiasi, impedansi (Z) yang mempunyai nilai minimum atau nilai yang baik sebesar 50 ohm, SWR (*Standing Wave Ratio*) yang mempunyai nilai minimum 1 atau nilai yang mendekati 1, gain yang semakin besar nilai semakin bagus dan baik pula penguatan yang akan di dapatkan, dan polarisasi yang dihasilkan. Ada dua polarisai yang dihasilkan yaitu vertikal dan horinzontal. Pengukuran simulasi antena ini menggunakan software yaitu menggunakan software MMANA Gal.

Simulasi parameter antena ini berfungsi untuk mengetahui kelayakan karakteristik dari antena yang akan dirancang Parameter tersebut meliputi pola radiasi, impedansi (Z), SWR(*Standing Wave Ratio*) dan Gain.Simulasi

antena ini menggunakan software MMANA GAL

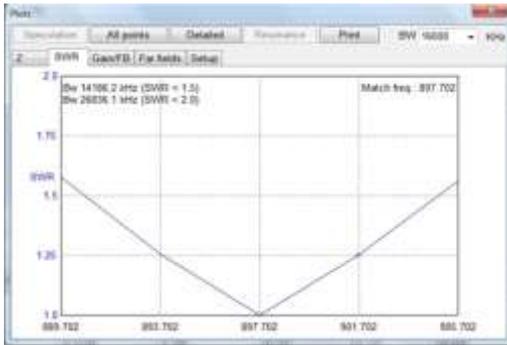
Pembuatan simulasi dilakukan pada aplikasi MMANA sebagai aplikasi yang cukup lengkap untuk mensimulasikan suatu antena agar bisa dilihat parameter- parameter apa saja yang bisa di dapatkan agar bisa menjadi acuan untuk pemancar dan penerima apakah cocok atau tidak untuk dipakai di jaringan GSM 900 MHz. Perancangan ini juga bertujuan mengetahui kesalahan yang didapatkan sebelum melakukan pengujian secara lapangan. software MMANA memberikan banyak parameter paramater antena yang diperlukan nantinya sebagai perhitungan. Adapun parameter- paramter tersebut antara lain :

Nilai keseluruhan yang di dapatkan pada simulasi MMANA :

No.	F (MHz)	R (Ohm)	W (Ohm)	SWR (S)	Gain (dBi)	Gain (dBd)	FS (dB)	SWR	Gain	Adit.	Plot
15	900.0	50.0	7.42	1.22	11.02	11.17	22.11	-	Free	-	Yes

Gambar 9. Nilai Paramater-parameter pada Simulasi MMANA

Dengan menggunakan software simulasi mmana dapat dicari nilai swr yang akan didapatkan dari perancangan antena. Yang mana Pengujian swr dilakukan untuk mengetahui seberapa baik respon antena dalam meneruskan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan antena. Semakin tinggi nilai swr, maka semakin buruk performa antena. Antena akan memantulkan lebih banyak gelombang berdiri kembali ke sumber radio frekuensi. Nilai pada SWR yang disimulasikan pada MMANA mempunyai nilai 1,22. Hasil ini sangat bagus karena hampir mendekati nilai 1. Berikut ini adalah hasil plotting nilai swr dari desain antena yang dirancang.



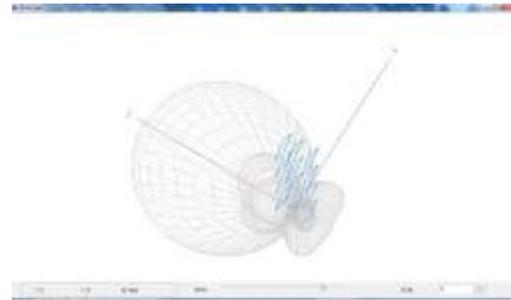
Gambar 10. Plot nilai VSWR pada simulasi MMANA

Antena yagi dikenal sebagai pemiliki nilai gain yang sangat tinggi, hal ini karena didukung oleh penguatan yang terjadi pada setiap komponen array parasitik dikonstruksi antena yagi. Penentuan nilai gain berdasarkan nilai referensi antena standar, dan dihitung oleh software pengujian MMANA. Nilai yang di dapatkan dalam simulasi MMANA ini mendapatkan nilai sebesar 13,1 dB. Hasil plotting Gain antena dilihat pada gambar 11.



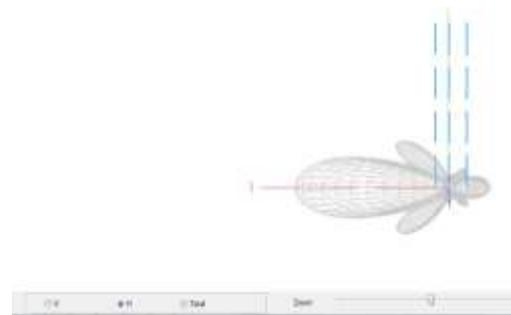
Gambar 11. Plot Nilai Gain/FB pada simulasi MMANA

Pola radiasi menggambarkan bagaimana bentuk sebararan transmisi maupun arah penerimaan gelombang radio oleh antena. Pola radiasi yang dibentuk maka dapat dilihat pada pattern berikut ini. Pattern yang ditampilkan ialah dilihat dari sudut pandang vertikal dan horizontal yang menerangkan area cakupan maksimum antena karena sifat directivity antena yagi yang bersifat Unidirectional, maka antena yagi memiliki fokus pengarah yang sangat baik sehingga cocok untuk diaplikasikan pada sistem yang memerlukan pengarah satu arah. Pola radiasi yang dihasilkan oleh antena sektoral pada simulasi MMANA berbentuk lonjong dan panjang kedepan.



Gambar 12. Plot Pola radiasi total

Pola radiasi yang dihasilkan oleh horizontal bisa kita lihat dari permukaan bumi.



Gambar 13. Plot Pola radiasi secara Horizontal

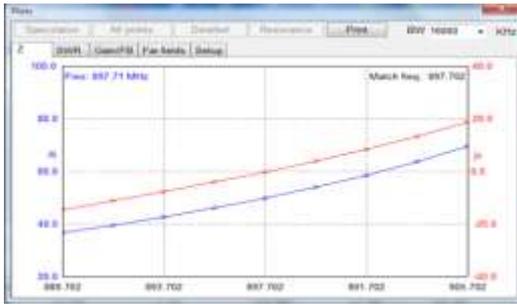
Pola radiasi yang dilihat secara vertikal bisa dilihat dari atas pesawat atau dari langit.



Gambar 14. Plot Pola radiasi secara Horizontal

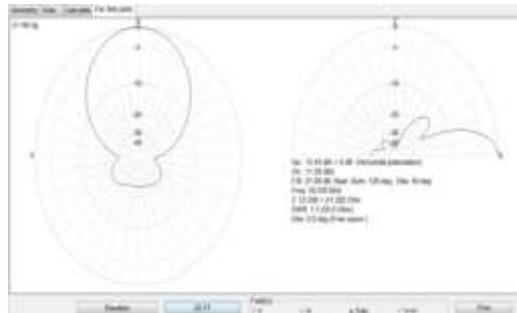
Polarisasi yang digunakan dalam antena sektoral MIMO ini menggunakan polarisasi secara vertikal dan lebar dari sudut elevasi sebesar 60°

Pada simulasi kali ini untuk nilai impedansi yang terbentuk adalah sebesar 57 ohm. Untuk melakukan pengujian nilai impedansi, maka data impedansi disajikan dalam bentuk grafik gambar dibawah ini.

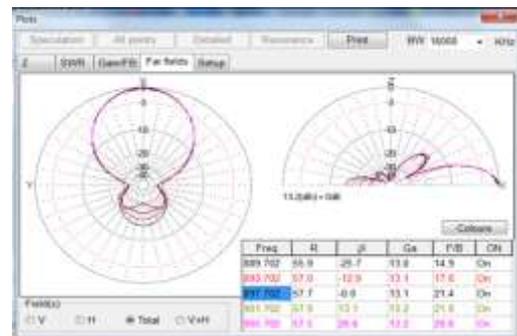


Gambar 15. Plot Nilai Impedansi pada simulasi MMANA

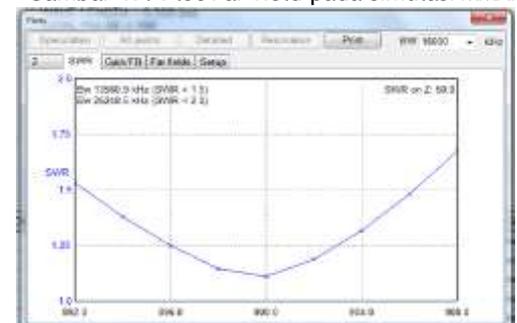
Pancaran antenna dilihat secara 3D, terdapat gain sebesar 13,43 dengan sudut Azimuth 120° dan sudut elevasi sebesar 60° . Dengan VSWR sebesar 1,3 (50.00 ohm).



Gambar 16. Plot Far field pada simulasi MMANA

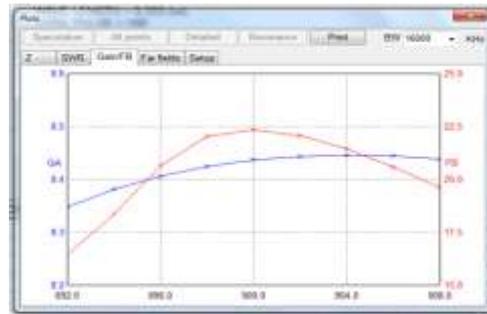


Gambar 17. Plot Far field pada simulasi MMANA.



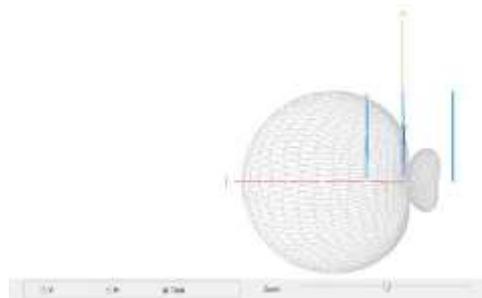
Gambar 18. Plot nilai VSWR pada simulasi MMANA

Gain yang dihasilkan namun lebih kecil dari pada 4 elemen yang dipakai yaitu hanya sebesar 8,4 dB. Ini disebabkan karena tidak adanya lagi penguatan yang didapatkan dilakukan oleh antenna karena hanya mempunyai 1 antenna saja.



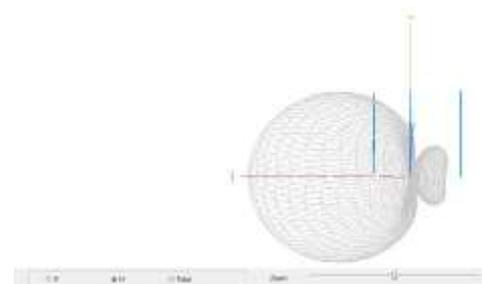
Gambar 19. Plot nilai gain pada simulasi MMANA.

Pola radiasi yang dihasilkan mempunyai pola radiasi yang sangat bulat karena array/pengarahannya hanya memiliki 1 elemen.



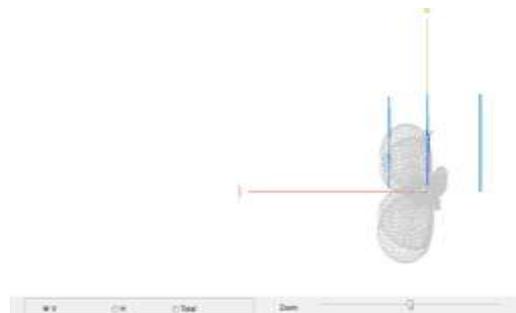
Gambar 20. Plot pola radiasi total pada simulasi MMANA

H (Horizontal)



Gambar 21. Plot pola radiasi secara horizontal pada simulasi MMANA

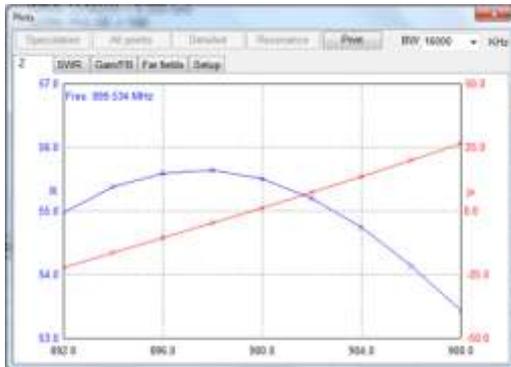
V (Vertikal)



Gambar 22. Plot pola radiasi secara vertikal pada simulasi MMANA

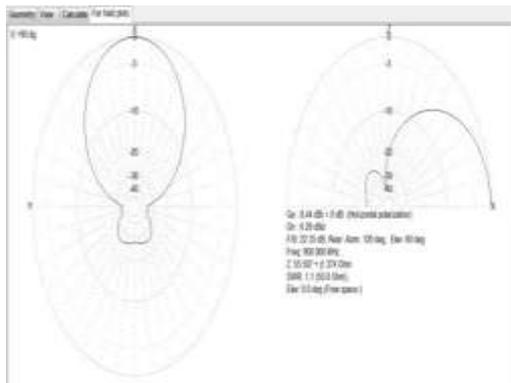
Polarisasi dilakukan dengan secara vertikal tidak ada perbedaan ini polarisasi antenna sektora baik itu pada 4 elemen maupun 1 elemen .

Impedansi yang di hasilkan pada percobaan simulasi 1 elemen didapat hasil yang mendekati nilai minimum impedansi yaitu sebesar 55,51 ohm.

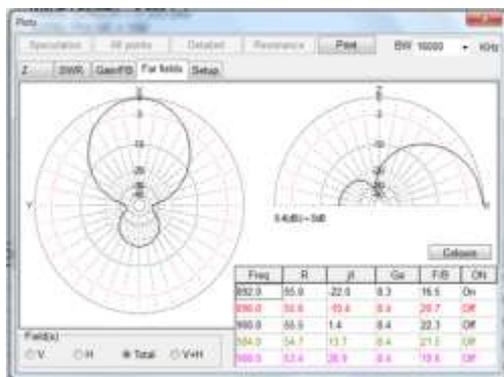


Gambar 23. Plot nilai impedansi pada simulasi MMANA

Nilai pada far field yang dihasilkan oleh antenna sektoral mempunyai nilai gain sebesar 8,44 dBi dengan sudut Azimut sebesar 120° dan sudut elevasi sebesar 60° . dengan VSWR yang hampir mendekati sempurna yaitu sebesar 1.1.



Gambar 24. Plot far field pada simulasi MMANA



Gambar 25. Plot field pada simulasi MMANA

Pengujian SWR dan Impedansi Setelah berhasil melakukan simulasi performa antenna menggunakan software simulator,

langkah berikutnya adalah melakukan uji coba antenna secara fisik menggunakan pengukuran alat ukur. Dalam hal ini , pengujian dilakukan untuk mengamati karakteristik nilai swr (standing wave ratio) , impedansi antenna yang dirancang dan juga smith chart. pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur berupa *vector network analyzer* . Berikut ini hasil uji Swr (Signal wave ratio), impedansi, dan juga matching impedancinya.



Gambar 26. SWR (Signal Wave Ratio)

Pada gambar 26. grafik hasil pengukuran SWR diatas menunjukkan bahwa SWR dari antenna sektoral 900 MHz yang dirancang berada pada nilai 1.22. Nilai yang dilakukan secara pengukuran terukur ini tidak sama dengan hasil simulasi sebelumnya pada gambar 11 yang dimana besar nilai SWR-nya yaitu 1.22 tetapi dari kedua nilai tersebut merupakan nilai swr ideal. Setelah didapatkan grafik hasil pengukuran SWR, selanjutnya hasil pengukuran impedansi dan smith chart yang dapat diplotting kedalam grafik seperti gambar dibawah ini.



Gambar 27 Impedansi dan Smith Chart

Pada gambar 27. grafik hasil pengukuran Impedansi yang didapat diatas menunjukkan bahwa impedansi dari antena sektoral yang dirancang dengan frekuensi 900 MHz berada pada nilai 54.6Ω . Nilai ini mendekati dengan hasil simulasi sebelumnya pada gambar 16 yang dimana nilai impedansinya yaitu $57,87 \Omega$. Perbedaan nilai tersebut disebabkan karena pada software MMANA proses simulasi ada perbedaan antara elemen array. Elemen array pada simulasi menggunakan bentuk kotak, sedangkan pada pembuatannya berbentuk lingkaran. Pada pembuatan simulasi MMANA tidak terdapat bentuk lingkaran sehingga penulis menggunakan bentuk kotak saja. Namun, Dari data diatas tersebut dapat disimpulkan bahwa antena yang dirancang sudah sesuai dan sangat layak digunakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan pengukuran langsung di lapangan bahwa antena sektoral sangat layak dipakai untuk keadaan yang riil atau nyata. Gain yang dihasilkan sebesar 13,4 sudah cukup untuk menyebarkan sinyal informasi. Serta SWR yang di dapat tidak terlalu jauh dari nilai minimum yang di tetapkan. Pada saat percobaan telfon jarak yang bisa di jangkau sejauh 40 meter ketika ada halangan dan 43,7 meter ketika tidak ada halangan. Sedangkan tidak ada sinyal bar lagi pada handphone ketika jarak 70 meter ketika ada halangan dan 94,5 meter ketika tidak ada halangan.

REFERENSI

- [1] “) Sebesar 1,5 Watt Dan Daya Pantulnya (P,” vol. 8, no. 2, 2020.
- [2] E. A. Sarfina and M. Irhamsyah, “Analisis Perancangan Antena Mikrostrip Patch Segitiga Array untuk Aplikasi WLAN 2 , 4 GHz,” vol. 2, no. 2, pp. 6-14, 2017.
- [3] B. Y. Permana and H. Susilawati, “RANCANG BANGUN DAN ANALISIS SEKTORAL ANTENA RADIASI SEMICIRCULAR FREKUENSI 2 . 4GHz UNTUK APLIKASI PLANT DESIGN AND

- ANALYZE SECTORAL ANTENNA SEMICIRCULAR RADIATION AT FREQUENCY 2 . 4GHz FOR IEEE,” vol. 13, no. 1, 2012.
- [4] E. P. Utomo, “Rancang Bangun Antena Helical 1800 Mhz Untuk Memperkuat Penerimaan Sinyal Gsm (Global System for Mobile),” *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, 2017.
- [5] W. K. Perangin-angin, “Perbandingan Hasil Pengukuran Parameter Antena Omnidirectional Dengan Antena Sektoral,” 2017, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/318560904%0A>.
- [6] P. M. Kuliah, 2015, “Oleh : Budi Aswoyo.”
- [7] F. Akbarrizky, R. Munadi, and H. Walidainy, “Perancangan Dan Pengujian Antena Microstrip Circular Patch Array Dua Elemen Untuk Aplikasi Wimax 2,3 Ghz,” *J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, vol. 2, no. 4, pp. 21-28, 2017.