

## ANTENA *DIRECTIONAL* UNTUK WIRELESS ROUTER MU-MIMO

Sulwan Dase<sup>1)</sup>, Zaini B<sup>2)</sup>, Ridwan Akib<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>3)</sup> PLP Jurusan Teknik Eelektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

This paper is a report on the design of directional antennas in the 2.4 GHz band. The antenna is designed to work as a Multiple-Input Multiple-Outout (MIMO) antenna in the 2.4 GHz WiFi band. This type of antenna is designed in the form of an 11-element Yagi antenna consisting of a driver element, a reflector element and a 9-element director. Antenna polarization is vertical. The antenna is printed on a single layer printed circuit board (PCB) for easy use. The antenna radiation pattern is designed to be uni-directional. The antenna gain is expected to be more than 10 dBi. The nominal impedance of the antenna is 50 Ohm using an SMA connector.

**Keywords:** MIMO, directional antenna, WiFi, Polarization, PCB.

### 1. PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir ini, hampir sebagian pekerjaan fisik manusia telah dapat dimudahkan dengan bantuan teknologi internet. Internet telah menjadi salah satu bagian tak terpisahkan dari peradaban baru manusia modern. Segalanya tentang internet atau *Internet of Thing* (IoT). Mulai dari belanja keperluan pribadi, transportasi darat, pembelian tiket pesawat atau kapal laut serta transaksi bisnis atau mengakses sumber buku pustaka, semuanya dapat dilakukan melalui jaringan internet.

Setiap orang dapat mengakses internet melalui dua cara yaitu:

1. melalui jaringan internet provider, seperti jaringan serat optik PT. Telkom, atau *provider* lainnya, layanan Wifi, atau;
2. melalui *mobile internet* yang terdapat pada *smartphone* android.

Untuk layanan internet yang sifatnya massal (di akses secara beramai-ramai), pilihan akses tentunya melalui jaringan ethernet atau Wifi. Konsekuensnya, wilayah jangkauan relative terbatas. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan jaringan WDS *Router Multi-User* MIMO dengan antena outdoor yang memiliki *gain* lebih besar dengan cara mengganti antena standar pada *wireless Router* dengan antena *directional* yang memiliki *gain* lebih besar.

### 2. METODE PENELITIAN

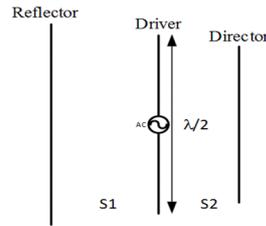
Beberapa alternatif tipe pilihan jenis antenna pengarah (*directional*) yang dapat di rancang untuk bekerja pada band WiFi antara lain antenna: Yagi [1], susunan antenna dipole (*dipole array*), *microstrip patch array*[5], Helical, *Slot array* [6-7] dan Loop [8]. Setiap antenna memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Dalam hal perancangan, simulai dan pabrikasi, tiap antenna memiliki tingkat kesulitan dan kemudahan masing-masing. Semua kesulitan dan dan kemudahan tersebut, menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan tipe antenna yang akan di rancang dan dibuat pada penelitian.

Atas dasar pertimbangan kemudahan dalam desain dan pabrikasi, maka pada penelitian ini dipilih jenis antenna Yagi. Pada penelitian ini, di rancang sebuah antenna Yagi 11-elemen. Antena Yagi dibuat diatas papan PCB *single-layer*. Pada tahap awal, terlebih dahulu di tetapkan frekuensi kerja antenna yaitu pada channel-6 WiFi yang bekerja pada frekuensi 2437 MHz dengan panjang gelombang,  $\lambda \cong 123 \text{ mm}$ .

Antena Yagi-Uda (juga dikenal sebagai Yagi) adalah jenis antena *end-fire* populer lainnya yang banyak digunakan pada pita VHF dan UHF (30 MHz hingga 3 GHz) karena kesederhanaannya, biaya rendah dan penguatannya relatif tinggi. Fitur utama antena jenis ini adalah terdiri dari tiga elemen berbeda: elemen penggerak (*driver*), pemantul (*reflector*) dan pengarah (*director*) [2].

Penguatan (*gain*) antena Yagi dapat ditingkatkan dengan menambah jumlah elemen pengarah. yang dirancang terdiri dari elemen satu *driver*, satu elemen *reflector* dan Sembilan elemen *director*. Skema dasar antenna Yagi yang di desain siperlihatkan pada Gambar 1.

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Sulwan Dase, Telp 082193552238, [sulwandase@poliupg.ac.id](mailto:sulwandase@poliupg.ac.id)



Gambar 1. Skema desain antenna Yagi 11-elemen.

Pada penelitian ini, antenna di desain menggunakan software MMANA-GAL 3.0 [4]. Software ini, merupakan *freeware software* yang dapat didownload secara bebas (gratis) dari internet. MMANA-GAL, dibuat menggunakan metode Moment, yaitu sebuah metode perhitungan parameter antenna yang oleh sebagian orang dianggap lebih akurat dibanding metode lainnya.

Tahapan desain dilakukan dengan menetapkan frekuensi kerja antenna. Band frekuensi kerja telah ditetapkan dalam regulasi IEEE 802.11. Band frekuensi kerja WiFi terdiri dari 13 Channel. Channel-1 memiliki frekuensi tengah 2412 MHz dan Channel-13 pada frekuensi 2472 MHz. Spasi antar channel adalah 5 MHz [3].

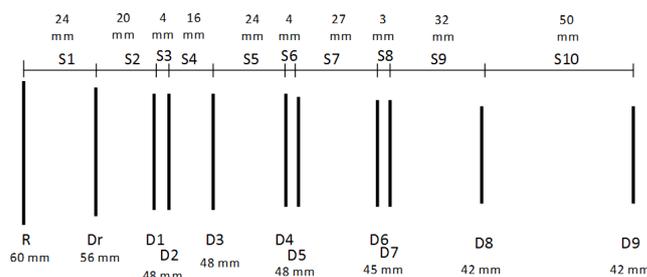
Pada penelitian ini, ditetapkan frekuensi kerja antenna pada Channel-6 yaitu 2437 MHz. Alasan pemilihan frekuensi 2437 MHz didasarkan pada pertimbangan bahwa frekuensi ini berada pada titik tengah band frekuensi WiFi.

Tahapan berikutnya adalah melakukan desain antenna menggunakan software MMANA-GAL 3.0. Elemen *driver* menggunakan antenna dipole  $\lambda/2$  dengan panjang 55 mm. Dengan metode empiris, diperoleh panjang fisik elemen *driver* lebih pendek dari panjang listrik (*electrical length*) agar diperoleh impedansi elemen *driver* mendekati 50 Ohm.

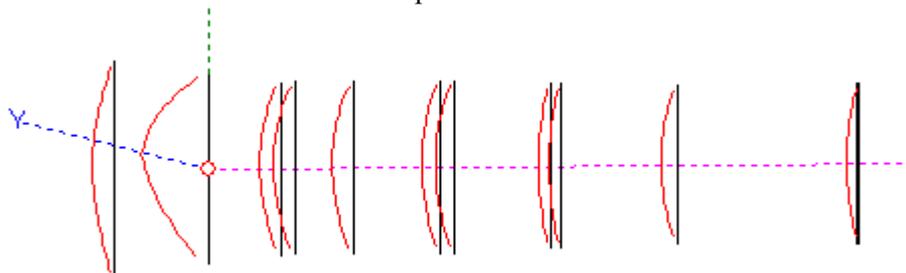
Tahapan berikutnya adalah menetapkan panjang fisik bagian pemantul (*reflector*). Hasil simulasi dengan MMANA-GAL diperoleh panjang fisik elemen reflector 60 mm. Jarak terbaik antara reflector dengan *driver* adalah 24 mm.

Selanjutnya adalah menetapkan elemen *director*. Elemen *director* pertama (D1) diletakkan pada jarak 20 mm dari *driver*. Panjang *director* D1 adalah 48 mm. Kemudian disusul pemasangan *director* D2 – D9. Penetapan panjang dan jarak antara elemen *director* dilakukan melalui serangkaian simulasi. Pemasangan satu elemen antenna, program simulasi MMANA-GAL di *run* untuk melihat hasil simulasi. Hal tersebut dilakukan berkali-kali sampai diperoleh beberapa parameter penting antenna seperti: *gain* tertinggi, nilai *front-to-back ratio* terbesar serta impedansi antenna yang mendekati 50 Ohm. Skema antenna hasil simulasi dengan MMANA-GAL diperlihatkan seperti pada Gambar 2.

Gambar 3, memperlihatkan distribusi arus di setiap elemen antenna. Elemen yang catu (*fed*) adalah elemen *driver*. Elemen *reflector* dan *director* bersifat pasif dan parasitik.

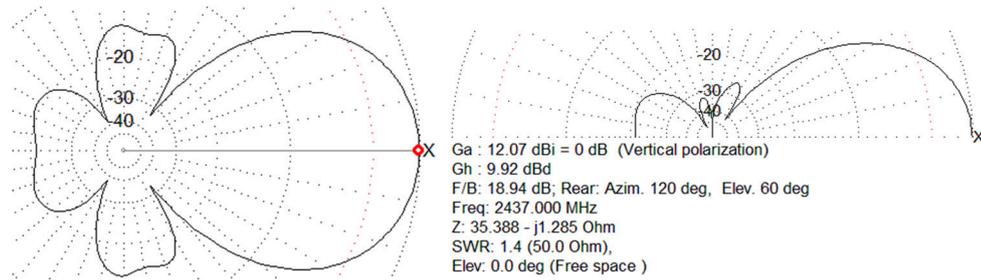


Gambar 2. Skema antenna pada software MMANA-GAL.

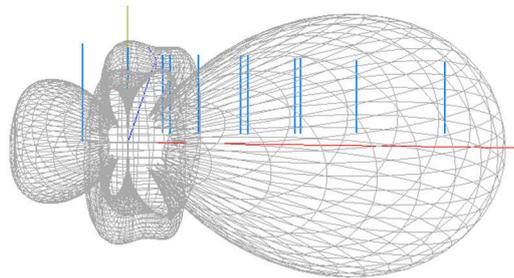


Gambar 3. Distribusi arus pada setiap elemen berdasarkan simulai MMANA-GAL.

Gambar 4, memperlihatkan pola radiasi hasil simulasi. Pada gambar dapat dilihat bahwa antara pancaran maksimum dalam satu arah tertentu. Secara grafis dapat dilihat bahwa pola radiasi (*radiation pattern*) sudah memenuhi sifat radiasi sebuah antenna pengarah (*directional antenna*).



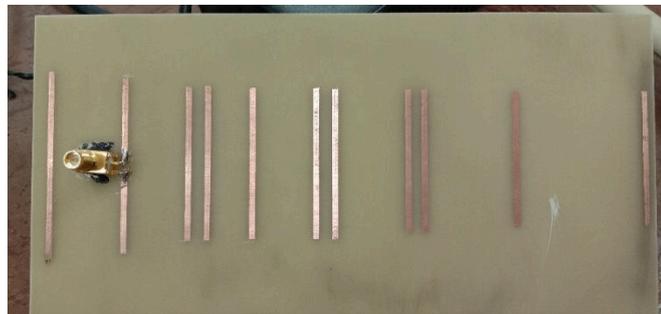
Gambar 4. Pola radiasi dua dimensi antenna Yagi menurut simulasi MMANA-GAL.



Gambar 5. Pola radiasi tiga-dimensi antenna yagi 11-elemen.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

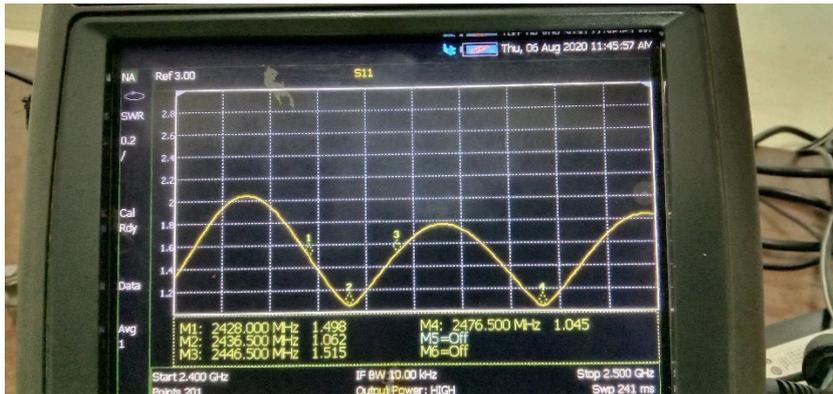
Setelah dilakukan simulasi atau shasil desain, antenna kemudian di pabrikan. Bahan antenna menggunakan tembaga dari papan printer circuit board (PCB). Gambar 6, memperlihatkan hasil konstruksi antenna yang dicetak diatas papan PCB. Pada desain ini, digunakan konektor *female SMA*.



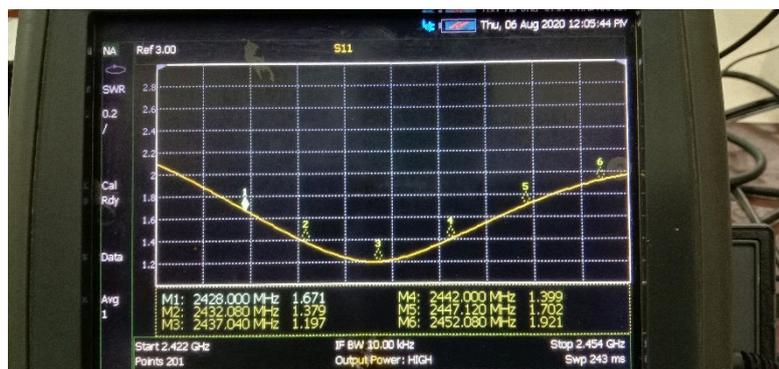
Gambar 6. Konstruksi fisik antenna Yagi 11-elemen.

Gambar 7, memperlihatkan grafik SWR fungsi frekuensi dari hasil pengukuran menggunakan Vector Network Analyzer (VNA) Agilent. Pada foto ditampilkan frekuensi-frekuensi dimana antenna mengalami resonansi terbaik yaitu pada Channel-6 dan Channel-7. Dua channel ini berjarak kurang lebih 40 MHz satu sama lain. Spasi yang relative aman jika terdapat dua jaringan MIMO yang bekerja di dua kanal berbeda tersebut.

Gambar 8, memperlihatkan foto lebih detail dari grafik SWR antenna pada Channel-6. Dari hasil pengukuran, diperoleh SWR sebesar 1.197 pada frekuensi 2437,040 MHz (Ch-6). Lebar band frekuensi di ukur pada SWR 1,5 sebesar 18,500 MHz. Nilai SWR hasil pengukuran lebih kecil dari simulasi menggunakan MMANA-GAL yaitu 1,4. Perbedaan nilai ini umumnya disebabkan karena dimensi elemen antenna hasil pabrikan serta pengaruh lingkungan disekitar lokasi pengukuran.



Gambar 7. Foto grafik SWR dari hasil pengukuran menggunakan VNA Agilent.



Gambar 8. Grafik SWR hasil pengukuran.

Berdasarkan hasil pengukuran, dapat diketahui bahwa antenna Yagi yang di desain dapat beresonansi di Channel-6 dan Channel-13. Dengan merujuk pada hasil simulasi dan pengukuran, dapat diperoleh karakteristik antenna Yagi 11-elemen sebagai berikut:

1. Impedansi  $\cong 50$  Ohm.
2. SWR = 1,197 pada Channel-6.
3. Bandwidth  $\cong 18$  MHz di ukur pada SWR 1,5.
4. Gain antenna 12 dBi
5. Polarisasi antenna = vertikal (data diubah menjadi horizontal).
6. Front-to-Back Ratio = 18,94 dB.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil desain antenna Yagi 11-elemen telah memenuhi spesifikasi sebuah antenna *directional* pada band WiFi.
2. Spesifikasi antena telah memenuhi kriteria yang di rencanakan untuk dipakai pada Wireless Router MU-MIMO.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kraus, John D; Marhefka, Ronald; Khan, Ahmad S. 2010. *Antenas and Wave Propagation*. Fourth Edition. Tata McGraw-Hill Compabines. New Delhi. ISBN (13): 987-0-07-067155-3. ISBN (10):0-07-067155-9.
- [2]. Huang, Yi; Boyle, Kevin. 2008. *Antennas, From Theory To Practice*. John Wiley and Sons, Ltd Publication. ISBN 978-0-470-51028-5.
- [3]. Shi, Gaotao; Li, Kequi. 2017. *Signal Interference in WiFi and ZigBee Network*. Springer. ISBN 978-3-319-47806-7 (eBook).
- [4]. <https://mmana-gal.software.informer.com/3.0/>
- [5]. Dase, Sulwan. 2016. *Desain Antena WBA Menggunakan Empat Elemen Micorstrip Rectangular Patch*. Prosiding Seminar Teknik Elektro & Informatika, SNTEI 2016 PNUP Makassar.

- [6]. Dase, Sulwan. 2017. *Rancang Bangun Antena Rectangular Microstrip Slot Untuk Aplikasi LTE Pada Band Frekuensi 800 MHz*. Prosiding Seminal Nasional Hasil Penelitian 2017. ISBN.978-602-60766-3-2. Hal: 5 – 10.
- [7]. Dase, Sulwan. 2017. *Rancang Bangun Antena LTE Microstrip Slot Dua Elemen Untuk Band 800 MHz*. Proceeding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2017. ISBN: 978-602-18168-2-6. Hal: 311 – 316.
- [8]. Zaini, *et al.* 2017. *Rancang Bangun Antena Loop (Indoor) Untuk Penerima Siaran TV*. Proceeding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informaika (SNTEI) 2017. Publikasi Jurusan Teknik Elektro. ISBN: 978-602-18168-2-6.

## **6. UCAPAN TERIMA KASIH**

Penelitian ini dapat terlaksana atas dukungan pendanaan dari Politeknik Negeri Ujung Pandang melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M). Atas dukungan tersebut, kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi kemajuan sains dan teknologi dimasa akan datang.