

EVALUASI KINERJA MULTI ANTENA MIKROSTRIP 2,4 GHZ DIRECTIONAL UNTUK APLIKASI KOMUNIKASI NIRKABEL

Oleh : Irfan Mujahidin

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang 50275

Email : Irfan.mujahidin@polines.ac.id

Abstrak

Dalam beberapa tahun terakhir, komunikasi nirkabel telah menggunakan antena patch mikrostrip sebagai komponen umum dalam sistemnya. Makalah ini menyajikan rancangan susunan patch mikrostrip paralel di insert untuk beroperasi pada frekuensi narrowband untuk komunikasi nirkabel. Multi Antena Mikrostrip 2,4 GHz Directional Sangat penting dievaluasi dalam konteks ini karena secara signifikan multi antenna memberikan dampak signifikan pada sistem komunikasi yang memanfaatkan multi input dan multi output. Penguatan yang tinggi diperoleh dengan menggunakan patch persegi yang mudah di duplikasi dan diimplementasikan. Hal ini menunjukkan bahwa antena yang di evaluasi kinerja parameternya sangat penting. Beberapa parameter antena seperti pola radiasi dan gain untuk satu dan multi antena diplot dan didapatkan hasil yang baik. Perangkat lunak simulator struktur frekuensi tinggi (HFSS) telah digunakan untuk mendapatkan hasil eksperimen. Sebagai bahan substrat, digunakan FR4 yang mempunyai konstanta dielektrik 4,2.

Kata kunci : Antena, Mikrostrip, Multiantena, Nirkabel.

Abstract

In recent years, wireless communications have used microstrip patch antennas as a common component in their systems. This paper presents the design of an inserted parallel microstrip patch array to operate at narrowband frequencies for wireless communications. 2.4 GHz Directional Microstrip Multi Antenna It is important to evaluate in this context because multi antennas have a significant impact on communication systems that utilize multiple inputs and multiple outputs. The high gain obtained by using a square patch is easy to duplicate and implement. This shows that the antenna performance parameters evaluated are very important. Several antenna parameters such as radiation pattern and gain for single and multiple antennas were plotted and good results were obtained. High frequency structure simulator software (HFSS) has been used to obtain the experimental results. As a substrate material, FR4 which has a dielectric constant of 4.2 is used.

Keywords: Antenna, Microstrip, Multiantena, Wireless.

1. Pendahuluan

Permintaan yang besar dari sistem komunikasi nirkabel modern telah menyebabkan penggunaan antena patch mikrostrip karena ringkas, ringan, dan murah. Kemajuan dalam teknologi bord sirkuit tercetak telah memungkinkan fabrikasi antena patch mikrostrip pada permukaan datar menjadi mudah direalisasikan. Aplikasi potensial menarik perhatian banyak peneliti dan operator industri di bidang teknik komunikasi untuk merangkul desain dan analisis berbagai bentuk antena patch mikrostrip untuk meningkatkan beberapa karakteristik

antena. Secara umum, Antena Mikrostrip pada dasarnya memiliki dua bagian utama (Endrayana et al., 2019). Ini terdiri dari bidang tanah yang mendukung bagian yang memancar (patch dan substrat). Patch umumnya terbuat dari tembaga atau emas yang merupakan bahan penghantar. Patch yang memancar dan jalur umpan diukir dengan foto pada substrat dielektrik (Mahfuz et al., 2022). Bentuk yang paling umum yang telah dirancang dan dipelajari sejauh ini adalah persegi panjang, persegi, dan lingkaran. Meskipun bentuk-bentuk tersebut cukup memuaskan, namun masih diperlukan peningkatan gain agar antena

dapat menjangkau jarak yang lebih jauh dan diperlukan keragaman bentuk. Beberapa penelitian telah dilakukan dengan beberapa cara untuk mengatasi kelemahan antenna patch mikrostrip dalam hal penguatan yang rendah dan bandwidth yang sempit(Zhou et al., 2020). Hal ini mengimplikasikan desain antenna patch persegi dengan berbagai dampak jika diimplementasikan(Su et al., 2021)

Untuk banyak sistem komunikasi nirkabel, antenna yang beroperasi pada satu pita frekuensi broadband dengan lebih banyak transmitter sangat dibutuhkan. Antena patch mikrostrip dapat menunjukkan frekuensi resonansi ganda dari struktur antenna tunggal dengan menyisipkan cut-off pada struktur bidang dengan memprtimbangkan dampak parameter pada model multi transmisi(Sugiarto et al., 2019). Hal ini dapat memberikan referensi terhadap kinerja antenna secara terintegrasi pada multi transmisi.

Dalam penelitian ini, kami mengusulkan desain dan simulasi evaluasi kinerja multi antenna untuk diterapkan dalam komunikasi nirkabel menggunakan antenna yang di paralel secara konstan agar bisa memberikan evaluasi secara menyeluruh terhadap performansi kinerja. Kebutuhan untuk mengevaluasi beberapa parameter seperti gain dan pola radiasi telah dicapai dengan melakukan unjuk kinerja multi antenna(Mujahidin & Arinda, 2019). Sisa dari makalah ini disusun sebagai berikut: bagian 2 menyajikan secara singkat desain antenna patch mikrostrip yang diusulkan, bagian 3 prosedur validasi Parameter antenna 4 menyimpulkan pekerjaan yang diusulkan.

2. Model Antena yang di Usulkan

Sistem rekomendasi merupakan sebuah Dalam makalah ini, bahan substrat dielektrik medium tipis substrat Fr4 dengan konstanta dielektrik, $\epsilon_r = 4,2$ digunakan untuk desain ini untuk meningkatkan pencocokan impedansi

masukannya (inset feed) dan gain antenna. Ketebalan substrat adalah 1,6mm. Untuk desain Antena Mikrostrip, sejumlah metode telah disarankan. Diantaranya, adalah parallel multi antenna dan model saluran transmisi. Dalam rancangan ini, model saluran transmisi digunakan untuk mendesain patch persegi panjang, kemudian antar substrat terhubung secara langsung dan antenna patch berbentuk persegi terhubung dengan feed. Setelah itu semua konfigurasi paralel dari delapan elemen dipasang(Suzuki et al., 2020). Antena ini beresonansi pada frekuensi desain 2.4GHz dengan dimensi L x W sebesar (38,7 x 29,25) mm dan mempunyai aspek rasio 7,137mm/Antena. Frekuensi narrowband dicapai dengan full tembaga pada struktur ground plane yang dimiliki.

Perangkat lunak High-Frequency Structure Simulator (HFSS v13.0) digunakan untuk desain ini karena lebih sesuai ketika berurusan dengan gelombang elektromagnetik. Perangkat lunak ini membantu dalam menghitung parameter seperti return loss, gain dan pola radiasi.

2.1 Spesifikasi Desain

Konstanta dielektrik (ϵ_r) bahan berkisar antara 3,9 hingga 4,4 yaitu $3,9 \leq \epsilon_r \leq 4,4$ Frekuensi operasi f_r untuk desain aplikasi nirkabel berkisar antara 1 hingga 2,4 GHz Ketebalan bahan substrat (h) berada dalam kisaran $\lambda_0 \leq h \leq 0,05 \lambda_0$ Di mana λ_0 adalah panjang gelombang dalam ruang hampa. Untuk radiator yang efisien, lebar patch praktis yang menghasilkan efisiensi radiasi yang baik dihitung dengan menggunakan persamaan 1.

$$W = \frac{1}{2f_r \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{v_0}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \tag{1}$$

Dimana v_0 adalah kecepatan cahaya, f_r adalah Frekuensi desain, ϵ_r adalah konstanta dielektrik bahan substrat (fr4)(Balanis, 2016).

Konstanta dielektrik bahan adalah 4,2 (yang terendah) Ketebalan/ketinggian substrat adalah 1,6 mm. Dengan menggunakan persamaan di atas kita dapat menentukan geometri antenna sebagai berikut: Dari persamaan (2)(Balanis, 2009):

$$L = \frac{1}{2f_r \sqrt{\epsilon_{reff}} \sqrt{\mu_o \epsilon_o}} - 2\Delta L.$$

Setelah mendapatkan lebar dan panjang patch, kita dapat dengan mudah menghitung dimensi bidang tanah sebagai berikut:

$$L_g = 6h + L = 508,2 \text{ mm}$$

$$W_g = 6h + W = 71,2 \text{ mm}$$

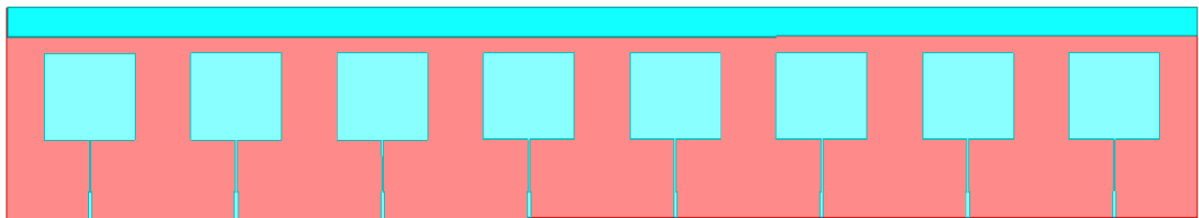
2.2 Simulasi Desain

Kode Matlab digunakan untuk perhitungan dimensi yang diperlukan dari

parameter berikut ini ketika 50 ohm digunakan sebagai impedansi input.

Dan perancangan dan simulasi antenna patch pencatuan 1x1 dengan parallel 8 yang diumpangkan secara konvensional dan dimodifikasi patch antenna dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak HFSS seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 (Mujahidin, 2018; Suharjono et al., 2023).

Patch persegi panjang pada gambar 1 dipilih sebagai dasar pemodelan dengan menggunakan dimensi patch yang telah dihitung sebelumnya pada bagian II. Patch persegi panjang dirancang kemudian dimodifikasi untuk di optimasi dan kemudian diparalelkan.

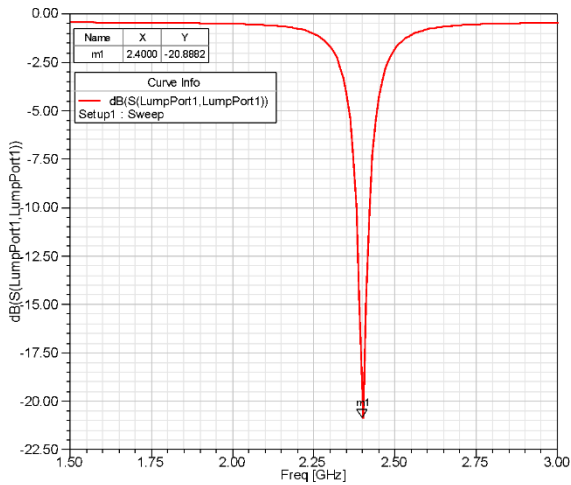


Gambar.1: Patch modeling Multi Antena Mikrostrip 2,4 GHz

3. Hasil dan Diskusi

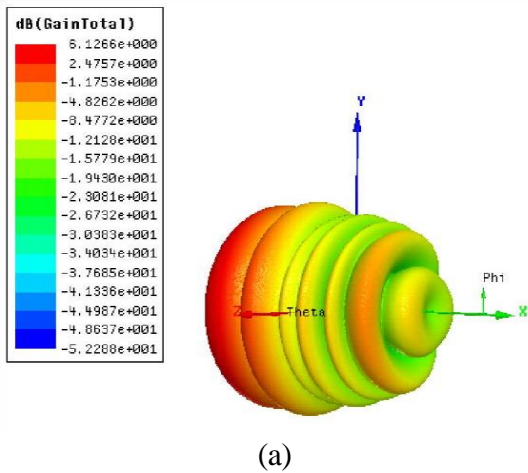
Antena patch berbentuk persegi dengan jumlah delapan patch. Hasil seperti return loss, gain, dan pola radiasi diperoleh untuk mengevaluasi kinerja antenna. Simulasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak struktur simulator frekuensi tinggi. Gambar 5 di bawah ini menunjukkan pantulan daya balik dari antenna patch tunggal yang dikenal sebagai return loss (Mujahidin & Kitagawa, 2023). Di sini, nilai -44.20 dB tercatat pada frekuensi 2.4 GHz seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 Bandwidth antenna yang dapat memancarkan sinyal tercatat pada return loss yang tidak lebih besar dari -9,5 dB. Dalam hal ini antenna patch berbentuk persegi tunggal menyediakan pita frekuensi 20 MHz (2,38 GHz - 2,442 GHz) seperti yang

ditunjukkan pada gambar 2. Antena patch bentuk persegi tunggal disini diintegrasikan menjadi susunan delapan (8) elemen untuk mendapatkan evaluasi karakteristik antenna dibandingkan dengan patch elemen tunggal. Berikut ini adalah parameter yang diperoleh dari konfigurasi tersebut (Mujahidin & Kitagawa, 2021a).

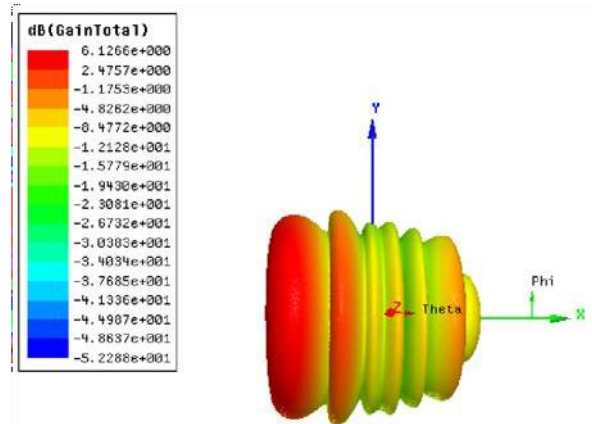


Gambar 2. Return Loss Antenna

Antena patch berbentuk silang untuk satu patch menunjukkan gain yang tinggi seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 di bawah ini. Gain pick sebesar 6,1266 dB yang terekam menunjukkan betapa kuatnya energi terkonsentrasi ke satu arah (Prasetya & Mujahidin, 2020). Pada Gambar 3 di bawah ini, penguatan elemen patch tunggal direpresentasikan dalam bentuk 3D menggunakan perangkat lunak hfss yang merupakan karakteristik dari dampak antenna lain yang dipancarkan secara bersamaan.



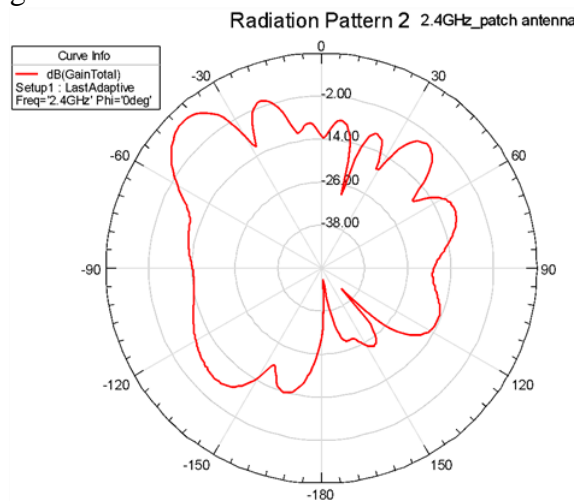
(a)



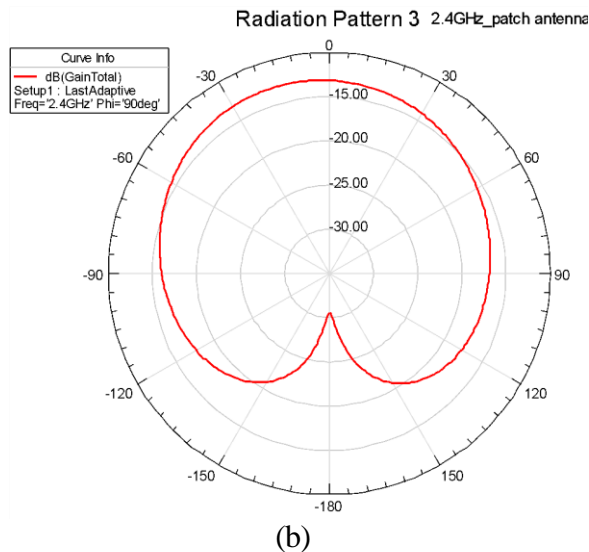
(b)

Gambar 3. 3D Power gain (a) Pada Z Axis (b) Pada ZAxis+45⁰

Pola radiasi antena patch mikrostrip adalah daya yang dipancarkan atau diterima oleh antena pada area tertentu yang ditunjukkan dengan diagram sapuan area. Ini adalah fungsi posisi sudut dan distribusi radial dari antena. Plot pola radiasi dengan sistem grafik polar dari 2,4 GHz Direksional Antena Patch Mikrostrip yang terintegrasi dengan pemancar antena yang lain yang berjumlah total 8 buah (Mujahidin & Kitagawa, 2021b). Pola Radiasi sebagai hasil evaluasi performansi bisa dilihat pada gambar 4.



(a)



Gambar 4. Grafik Polar Pola Radiasi sudut angela) $\Phi = 0^\circ$ dan (b) $\Phi = 90^\circ$

Pada grafik polar hasil polaradai pada gambar 4. Di tunjukkan bahwa pola radiasi yang diperoleh berdasarkan nilai kekuatan gaibnya yang dihasilkan pada sudut phi 0 derajat memiliki nilai main lobe berkumpul di sebelah kiri antenna sedangkan pola radiasi pada phi sama dengan 90 derajat diperoleh pola radiasi direksional yang tetap pada sudut 0 derajat ke arah depan antenna.

4. Kesimpulan

Dalam makalah ini, kami telah mengusulkan desain antenna multi antenna mikrostrip 2,4 ghz directional untuk aplikasi komunikasi nirkabel untuk memberikan evaluasi kinerja antenna terhadap integrasi dengan jumlah pemancar 8 antenna secara paralel. Sebuah narrowband telah ditunjukkan dengan menyisipkan beberapa patch dalam satu struktur ground plane dan hasilnya diplot. Dari analisis hasil yang diperoleh untuk berbagai parameter antenna, telah dicatat bahwa antenna patch berbentuk persegi multipath paralel menunjukkan kinerja yang baik dalam hal penguatan, pengarahan dan efisiensi pola radiasi. Namun kita harus mencatat bahwa banyak aspek yang mempengaruhi kinerja multi antenna patch mikrostrip seperti dimensi, pilihan substrat, teknik pencatutan dan juga frekuensi operasi dapat menjadi faktor

utama pada output antenna yang kedepannya dapat di kembangkan sebagai penelitian untuk mengevaluasi hasil kinerjanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Balanis, C. A. (2009). *Antenna Theory: Analysis and Design*, (3RD ED.). In *Wiley India Pvt. Limited*.
- Balanis, C. A. (2016). *Antenna Theory Analysis and Desing*. *Weley*, 4(3).
- Endrayana, E., Wahyuni, D. H. S., Nachrowie, N., & Mujahidin, I. (2019). VARIASI Ground Plane Antena Collinear Pada Pemancar Televisi Analog Dengan Frekuensi Uhf 442 MHz. *JASIEK (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika Dan Komputer)*. <https://doi.org/10.26905/jasiek.v1i2.3526>
- Mahfuz, M. M. H., Islam, M. R., Park, C. W., Elsheikh, E. A. A., Suliman, F. M., Habaebi, M. H., Malek, N. A., & Sakib, N. (2022). Wearable Textile Patch Antenna: Challenges and Future Directions. *IEEE Access*, 10. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3161564>
- Mujahidin, I. (2018). Directional 1900 MHz Square Patch Ring Slot Microstrip Antenna For WCDMA. *JEEMECs (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science)*. <https://doi.org/10.26905/jeemecs.v1i2.2626>
- Mujahidin, I., & Arinda, P. S. (2019). Antena Compact Double Square Marge 2, 6GHz Dengan Output Perbedaan Fase 90 Derajat Untuk Aplikasi LTE. *JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering)*, 4(2), 273–278.
- Mujahidin, I., & Kitagawa, A. (2021a). CP Antenna with 2×4 Hybrid Coupler for Wireless Sensing and Hybrid RF Solar Energy Harvesting. *Sensors (Switzerland)*, 21, 1–20. <https://doi.org/10.3390/s21227721>

- Mujahidin, I., & Kitagawa, A. (2021b). The Compact 2.4 GHz Hybrid Electromagnetic Solar Energy Harvesting (HES-EH) circuit using Seven Stage Voltage Doubler and Organic Thin Film Solar Cell. *2021 4th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems, ISRITI 2021*. <https://doi.org/10.1109/ISRITI54043.2021.9702844>
- Mujahidin, I., & Kitagawa, A. (2023). Ring slot CP antenna for the hybrid electromagnetic solar energy harvesting and IoT application. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, *21(2)*, 290–301. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v21i2.24739>
- Prasetya, D. A., & Mujahidin, I. (2020). 2.4 GHz Double Loop Antenna with Hybrid Branch-Line 90-Degree Coupler for Widespread Wireless Sensor. <https://doi.org/10.1109/eccis49483.2020.9263477>
- Sugiarto, S. K., Mujahidin, I., & Setiawan, A. B. (2019). 2, 5 GHz Antena Mikrostrip Polarisasi Circular Model Patch Yin Yang untuk Wireless Sensor. *JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering)*, *4(2)*, 297–300.
- Suharjono, A., Mukhlisin, M., Wardihani, E. D., Muhlasah Novitasari, M., Khusna, E. M., Feryando, D. A., Adi, W. T., Pramono, S., Apriantoro, R., & Mujahidin, I. (2023). Performance Evaluation of LoRa 915 MHz for IoT Communication System on Indonesian Railway Tracks with Environmental Factor Propagation Analysis. *Proceedings of the 2023 IEEE International Conference on Industry 4.0, Artificial Intelligence, and Communications Technology, IAICT 2023*. <https://doi.org/10.1109/IAICT59002.2023.10205909>
- Su, Z., Klionovski, K., Liao, H., Chen, Y., Elsherbeni, A. Z., & Shamim, A. (2021). Antenna-on-Package Design: Achieving Near-Isotropic Radiation Pattern and Wide CP Coverage Simultaneously. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, *69(7)*. <https://doi.org/10.1109/TAP.2020.3044134>
- Suzuki, A., Cothard, N., Lee, A. T., Niemack, M. D., Raum, C., Renzullo, M., Sasse, T., Stevens, J., Truitt, P., Vavagiakis, E., Vivalda, J., Westrook, B., & Yohannes, D. (2020). Commercially Fabricated Antenna-Coupled Transition Edge Sensor Bolometer Detectors for Next-Generation Cosmic Microwave Background Polarimetry Experiment. *Journal of Low Temperature Physics*. <https://doi.org/10.1007/s10909-019-02325-0>
- Zhou, L., Martirez, J. M. P., Finzel, J., Zhang, C., Swearer, D. F., Tian, S., Robotjazi, H., Lou, M., Dong, L., Henderson, L., Christopher, P., Carter, E. A., Nordlander, P., & Halas, N. J. (2020). Light-driven methane dry reforming with single atomic site antenna-reactor plasmonic photocatalysts. *Nature Energy*. <https://doi.org/10.1038/s41560-019-0517-9>