

## DESAIN ANTENA MIKROSTRIP DEDICATED SHORT-RANGE COMMUNICATION (DSRC) UNTUK APLIKASI PELABUHAN CERDAS

Mohammad Basuki Rahmat<sup>1)</sup>, Yuning Widiarti<sup>2)</sup>, Eko Setijadi<sup>3)</sup>, Azlina Idris<sup>4)</sup>, Aidatul Julia<sup>5)</sup>, Shipun Anuar Hamzah<sup>6)</sup>, Nurhayati<sup>7)</sup>, Keinan Shofiandieni Haryo Putri<sup>8)</sup>

<sup>1,2,8</sup>Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

<sup>3</sup>Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

<sup>4,5</sup>School of Electrical Engineering, College of Engineering, Universiti Teknologi MARA, Selangor, Malaysia

<sup>6</sup>Department of Electronic Engineering, Faculty of Electrical and Electronic Engineering, Universiti Tun Hussien Onn Malaysia, Johor, Malaysia

<sup>7</sup>Departemen Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: mbasuki.rahmat@ppns.ac.id

### Abstract

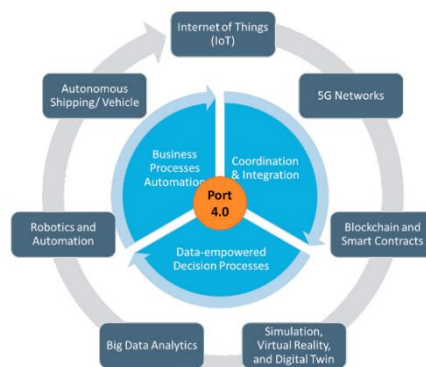
Dedicated Short Range Communications (DSRC) is a technology that enables current and future vehicle communications for various applications, such as improving safety and reducing accidents in smart ports. In this article, the design, simulation and analysis of a 3.5 GHz antenna using a rectangular microstrip patch antenna (RMPA) dielectric has been carried out. The material used for the dielectric in this design, simulation and analysis is FR-4 which has a thickness of 0.5 mm, with a permittivity of 4.3. The antenna receives energy through a feed line with an impedance of 50  $\Omega$ . The simulation was carried out using antenna simulation software, namely CST Studio Suite 2019. The results obtained from the simulation process show that a directivity gain of 6,126 dBi, voltage standing wave ratio (VSWR) of 1,3932, and a bandwidth of 150.1 MHz. The return loss was determined to be -15,589 dB. The main objective proposed for the antenna is to achieve a standard VSWR value by reducing the return loss. This antenna increases the gain and bandwidth and can be applied to radar, mobile phones and Wireless Local Area Network (WLAN). The results of the proposed antenna are important for various studies that have been done before.

**Keywords:** DSRC, RMPA, VSWR, Gain, Bandwidth

## PENDAHULUAN

Komunikasi di dalam pelabuhan pintar berbasis pada teknologi komunikasi nirkabel. Teknologi ini dikenal sebagai dedicated short range communications (DSRC). Salah satunya adalah pengembangan aplikasi 5G. Untuk aplikasi 5G, microstrip patch antenna (MPA) merupakan solusi pilihan terbaik karena memiliki bandwidth (BW) yang lebih lebar, lebih efisien, menggunakan daya yang lebih sedikit, dan memiliki gain yang tinggi. Teknologi ini juga memungkinkan penerapan alat bantu keamanan, efisiensi, dan navigasi selain aplikasi konvensional, seperti pembayaran otomatis. Perangkat Dedicated Short-Range Communications mengakomodasi komunikasi kendaraan-ke-kendaraan (V2V) dan kendaraan-ke-infrastruktur (V2I), yang menawarkan komunikasi

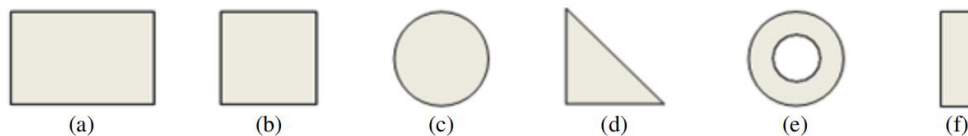
buta, peringatan titik, peringatan tabrakan depan, peringatan terguling. Untuk mewujudkan komunikasi DSRC, diperlukan dua jenis peralatan: unit onboard yang terletak di dalam kendaraan (OBU) dan unit pinggir jalan (RSU) yang terletak di infrastruktur bagian ini. Pada OBU, pola yang dibutuhkan adalah omnidirectional untuk mengirim atau menerima informasi ke segala arah, sedangkan pada RSU pola radiasi yang dibutuhkan adalah directional. Pemanfaatan komunikasi ini tidak hanya terbatas pada pertukaran suara saja, tetapi dapat meliputi pertukaran gambar dan data. Penggunaan antena memegang peranan penting karena menghubungkan pengirim dan penerima gelombang elektromagnetik berisi informasi yang disebarkan.



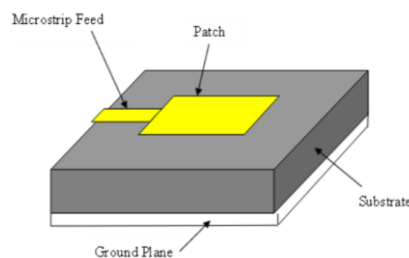
Gambar 1. Model Konseptual Pelabuhan cerdas

Antena dengan kriteria yang baik memiliki karakteristik mudah diaplikasikan. Mikrostrip merupakan salah satu jenis antena yang dipilih untuk komunikasi nirkabel karena memiliki bentuk yang sederhana, kompak, dan kecil. Antena mikrostrip terdiri dari 3 elemen, yaitu: Patch atau elemen peradiasi berada pada lapisan paling atas, tersusun dari jenis logam tembaga yang memiliki konduktivitas sebesar  $5,8 \times 10^7$  S/m, berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik dengan patch yang terdiri dari berbagai jenis seperti lingkaran, oval dan cincin (Abdulbari, 2022). Ground plane terletak pada lapisan paling bawah, tersusun dari bahan konduktor yang dapat menterminasi elektron dari patch, sedangkan substrat merupakan bahan dielektrik alami berupa PCB (Printed Circuit Board) yang terletak di antara patch dan ground plane (Ridoy, 2022). Substrat terletak di antara patch dan groundplane. Tersusun dari bahan dielektrik dengan tinggi sekitar  $0,002\lambda_0 - 0,005\lambda_0$ , berfungsi untuk menyalurkan radiasi gelombang elektromagnetik dari supply. Ketebalan substrat berbanding lurus dengan

bandwidth yang dihasilkan (Rana, 2022). Parameter pada pengujian antenna mikrostrip dapat meliputi return loss, VSWR, pola radiasi. Setiap parameter menggambarkan informasi tertentu tentang spesifikasi antenna mikrostrip. Bentuk representasi elemen patch mikrostrip ditunjukkan pada Gambar 2. Geometri antenna patch ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Bentuk representasi elemen patch mikrostrip a. rectangular, (b) square, (c) Circle (d) segitiga, (e) ring, dan (f) dipol



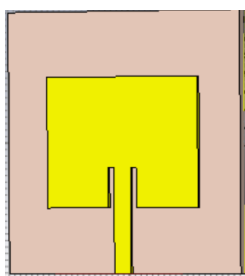
Gambar 3. Geometri Antenna Patch

Selama dua atau tiga dekade terakhir, Microstrip Patch Antenna (MPA) merupakan sebuah pilihan yang baik untuk jenis komunikasi nirkabel seperti ini karena MPA dapat menyesuaikan berbagai bentuk, biaya manufaktur rendah, ringan dan mudah untuk dicetak menggunakan bahan Printed Circuit Board (PCB) (Jahan, 2021). Radiating patch dan ground plane dari microstrip patch antenna dipasang di sisi berlawanan dari material dielektrik yang digunakan. Radiating patch dipasang pada salah satu sisi dielektrik, dan ground plane dipasang pada sisi lain. Biasanya, patch terbuat dari material konduktif seperti tembaga atau emas, dan bentuknya dapat dicetak sedemikian rupa, menyesuaikan kebutuhan. Kapasitas teknologi nirkabel telah berkembang sangat pesat. Sebuah kelompok peneliti baru-baru ini menunjukkan bahwa filamen konduktif dan non-konduktif dapat digunakan untuk membuat saluran transmisi mikrostrip dan patch antenna (Sinai, 2021). Rentang frekuensi yang dapat diterima sebuah antenna dan lebar pita yang dapat memancarkan berdasarkan dimensi antenna dan bentuk dari antenna tersebut. Karena antenna hanya terdiri dari dua bentuk, antenna mikrostrip umumnya

memiliki harga rendah, sederhana dan mudah untuk melalui proses manufaktur. Karena hal inilah, banyak peneliti yang menggunakan metode antena mikrostrip (Hasan, 2020).

## METODE PENELITIAN

Artikel ini mendiskusikan gambaran umum dari temuan simulasi prosedur aerial untuk patch antena mikrostrip yang digunakan. Pembahasan ini bertujuan untuk menganalisa dan mengevaluasi desain performansi aerial yang dikembangkan menggunakan karakteristik-karakteristik yang disampaikan. Metode yang diusulkan untuk mikrostrip antena dengan patch persegi panjang ditunjukkan pada gambar 3, bersamaan dengan sebuah purwa-rupa. Patch antena mikrostrip ditempelkan pada sebuah substrat dielektrik yang dirancang menggunakan bahan FR-4 (lossy). Substrat ini secara khusus memiliki ketebalan 0,5 milimeter dan konstanta dielektrik 4,3 (Cheetkatla, 2019). Proses simulasi bergantung pada material terpilih yang akan digunakan untuk substrat dielektrik, proses tracing dan penentuan dimensi ground plane, proses ilustrasi model, penentuan excitation port dan menentukan pengukuran geometris untuk menemukan frekuensi kerja dan bandwidth yang diperlukan untuk setiap band agar tercapai ketentuan VSWR dan return loss yang diinginkan. Hal ini hanya beberapa langkah yang digunakan dalam proses desain, simulasi dan analisis patch antena mikrostrip. Metode simulasi ini menggabungkan masing-masing elemen menjadi alur kerja yang menyeluruh (Sinai, 2021) (Hasan, 2020). Gambar 4 menunjukkan bentuk fisik dari desain yang diajukan.



Gambar 3. Desain antena yang diusulkan menggunakan CST Studio Suite

Pada penelitian ini, persamaan yang digunakan terlampir di bawah, digunakan untuk menentukan nilai-nilai dari parameter-parameter yang digunakan pada proses desain antena. Pada format mikrostrip, lebar patch antena dapat ditentukan menggunakan

persamaan (1):

$$Wp = \frac{c_0}{2fr\sqrt{\frac{\epsilon_r+1}{2}}} \quad (1)$$

potensial efektif yang dibagi dengan konstanta dielektrik ditunjukkan pada persamaan (2):

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left(1 + 12 * \frac{h}{w}\right)^{-0.5} \quad (2)$$

Pengukuran panjang antena ditentukan menggunakan persamaan (3):

$$L_{ext} = \frac{c_0}{2fr\sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (3)$$

Dengan menggunakan persamaan berikut, dapat dilakukan proses eliminasi *fringe effect* dari antena sehingga dapat ditentukan panjang patch seperti pada persamaan (4):

$$\Delta L = 0.824h \frac{\left(\frac{w}{h}+0.3\right)\left(\epsilon_{reff}+0.264\right)}{\left(\epsilon_{reff}-0.258\right)\left(\frac{w}{h}+0.8\right)} \quad (4)$$

$$L = L_{ext} - 2 \times \Delta L \quad (5)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Parameter Antena

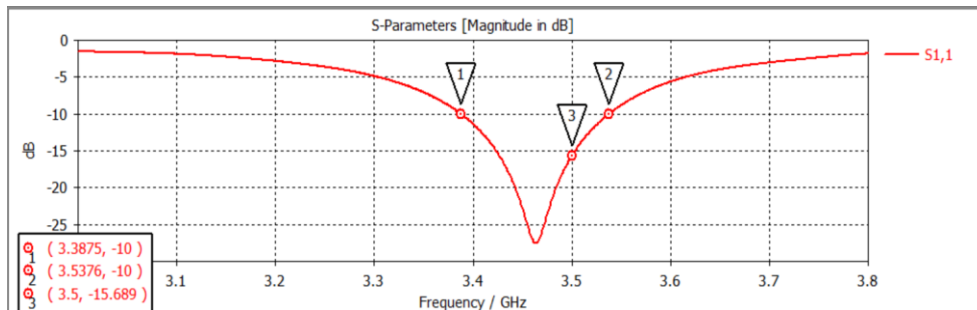
Proses desain patch antena mikrostrip apapun untuk aplikasi pada proses komunikasi memerlukan pemilihan frekuensi resonansi, permitivitas dielektrik ( $\epsilon_r$ ), dan ketebalan substrat ( $h$ ) dengan baik (Ibrahim 2021). Tabel 1 menunjukkan berbagai parameter yang digunakan untuk proses desain mahasiswa. Salah satu parameter penting adalah panjang dan lebar patch antena dan ground. Selain itu, ketebalan, loss tangen dan lebar saluran transmisi, lebar dan panjang inset juga ditentukan (Irfansyah, 2021).

Tabel 1  
Parameter geometris antena

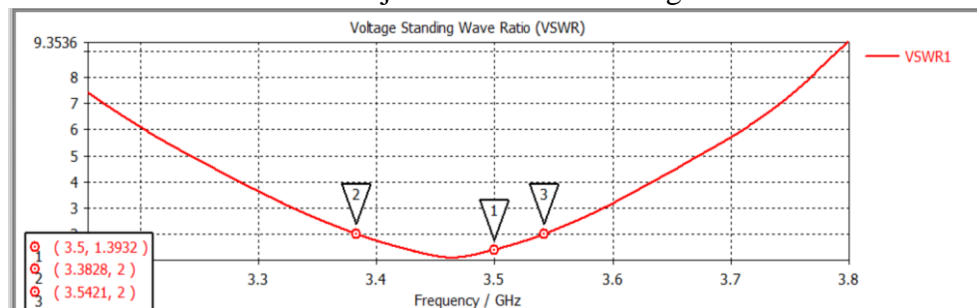
Parameter	Nilai (mm)
Wg	35
Lg	35
Wp	25
Lp	19.81
Hs	1.65
Ht	0.5
Fi	6.09
wf	2.86

## HASIL SIMULASI

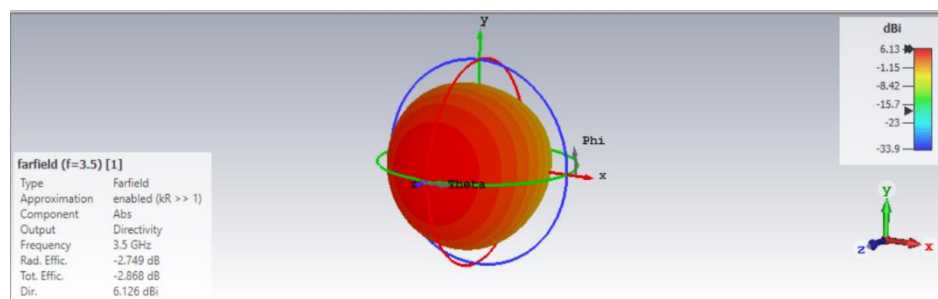
Pada penelitian kali ini, simulasi dilakukan untuk penggunaan bahan substrat dielektrik FR-4 lossy dan bekerja pada frekuensi 3.5 GHz. Seiring dengan selesainya proses simulasi, *return loss*, *VSWR*, *directivity gain* dan *bandwidth* dari bahan FR-4 lossy didapatkan hasil *return loss* sebesar -15,689 dB, *VSWR* sebesar 1,3932, *directivity gain* sebesar 6,126 dBi dan *bandwidth* sebesar 150,1 Mhz. Angka-angka ini merupakan hasil akhir dari simulasi antenna yang diajukan. Hasil yang diharapkan dari patch mikrostrip antenna ini memiliki potensi untuk berkembang menjadi alternatif yang layak untuk aplikasi nirkabel.



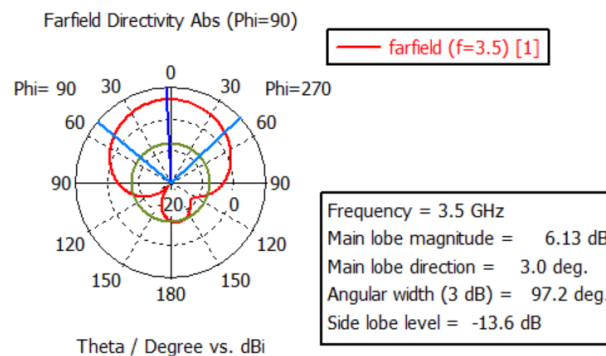
Gambar 4. Grafik menunjukkan return loss dengan frekuensi



Gambar 5. Grafik representasi frekuensi dengan VSWR



Gambar 7. Pola radiasi 3 dimensi dari antenna yang diusulkan



Gambar 8. Farfield directivity dari antenna yang diusulkan

Penjelasan grafik hasil simulasi di atas dicantumkan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2  
Hasil simulasi parameter antenna

Parameter	Nilai
Return loss (dB)	-15,689
VSWR	1,3932
Directivity gain (dBi)	6,126
Bandwidth (MHz)	150,1

## SIMPULAN

Pada bagian ini, simulasi dijalankan untuk penerapan nirkabel menggunakan metode patch antenna mikrostrip persegi panjang yang bekerja pada frekuensi 3.5 GHz. Nilai-nilai hasil simulasi masing-masing adalah sebagai berikut: nilai *return loss* sebesar -15,689 dB, VSWR sebesar 1,3932, *directivity gain* sebesar 6,126 dBi dan *bandwidth* sebesar 150,1 MHz. Penerapan yang menggunakan jaringan komunikasi nirkabel memungkinkan untuk menguntungkan dengan penggunaan antenna yang telah dibuat. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, antenna yang telah diproduksi memiliki nilai-nilai parameter yang lebih baik daripada antenna-antenna yang telah dibuat pada penelitian-penelitian sebelumnya, yang menyebabkan antenna ini berpotensi untuk menjadi kandidat kuat untuk aplikasi jaringan komunikasi nirkabel di masa depan. Kombinasi dari teknologi-teknologi yang digunakan memungkinkan untuk dimanfaatkan dalam proses yang akan dilakukan untuk membuat dan meningkatkan kemampuan performa dari bermacam-macam antenna mikrostrip yang mungkin akan digunakan dalam pengembangan jaringan komunikasi nirkabel.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abdulbari, A. A., Abdul Rahim, S. K., Abedi, F., Soh, P. J., Hashim, A., Qays, R., Ahmad, S., & Zeain, M. Y. (2022). Single-layer planar monopole antenna-based artificial magnetic conductor (AMC). *International Journal of Antennas and Propagation*, 2022, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2022/6724175>
- Ridoy, P. M., Elme, K. Md., Shihab, R., Saha, P., Jawad-Al-Mursalin, Md., & Alam, N. (2022). A simple design of microstrip patch antenna for WLAN application using 5.4 GHz Band. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 574–581. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-0390-8\\_70](https://doi.org/10.1007/978-981-19-0390-8_70)
- Rana, Md. S., Sen, B. K., Mamun, Md. T.-A., Islam Sheikh, S., Mahmud, Md. S., & Mostafizur Rahman, Md. (2022). Design of S-band Microstrip patch antenna for wireless communication systems operating at 2.45GHz. *2022 13th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*. <https://doi.org/10.1109/icccnt54827.2022.9984490>
- Jahan, I., & Kabir, A. (2021). Microstrip patch antenna for breast cancer detection. *2021 5th International Conference on Electrical Information and Communication Technology (EICT)*. <https://doi.org/10.1109/eict54103.2021.9733480>
- Sinai, K. P., Hossain, S., & Roy, S. (2021). On the manufacturing process of a 3D printed patch antenna with variable trace height. *2021 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting (APS/URSI)*. <https://doi.org/10.1109/aps/ursi47566.2021.9704770>
- Hasan, Md. M., Rahman, Z., Shaikh, R., Alam, I., Islam, Md. A., & Alam, M. S. (2020). Design and analysis of elliptical microstrip patch antenna at 3.5 GHz for 5G applications. *2020 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)*. <https://doi.org/10.1109/tensymp50017.2020.9230897>
- Ibrahim, S. K., & Jebur, Z. T. (2021). A high gain compact rectangular patch antenna for 5G applications. *2021 International Conference on Communication & Information Technology (ICICT)*. <https://doi.org/10.1109/iciict52195.2021.9568415>
- Irfansyah, A., Harianto, B. B., & Pambudiyatno, N. (2021). Design of rectangular microstrip antenna 1x2 array for 5G communication. *Journal of Physics: Conference Series*, 2117(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2117/1/012028>
- Cheetkatla, A. R., & Ashtankar, P. S. (2019). COMPACT MICRO STRIP ANTENNA FOR 5G MOBILE PHONE APPLICATIONS. *International Journal of Applied Engineering Research*, 14(2), 108–111.