

ABSTRAK

RAFI EGI SHAVANA. Rancang Bangun Antena Mikrostrip Sebagai Penguat Sinyal Mikrokontroller ESP32 Pada Frekuensi 2.4 GHz. Dibimbing oleh RUSFA dan DOLI BONARDO.

Perkembangan Internet of Things (IoT) membuat mikrokontroler ESP32 banyak dipakai karena sudah dilengkapi modul *Wi-Fi* 2,4 GHz bawaan, namun antena bawaannya memiliki keterbatasan jangkauan dan mudah melemah apabila terdapat hambatan fisik atau jarak yang jauh dari router, sehingga penelitian ini merancang dan membuat antena mikrostrip eksternal berbahan substrat FR-4 dengan konfigurasi *patch array* 2x1 pada frekuensi 2,4 GHz sebagai penguat sinyal *Wi-Fi* pada ESP32 menggunakan metode eksperimental, mulai dari perhitungan dan simulasi desain dengan *CST Studio Suite* untuk dua bentuk *patch* (lingkaran dan segitiga), optimasi, fabrikasi PCB, hingga pengukuran menggunakan VNA dan pengujian nilai *RSSI* berdasarkan jarak pada kondisi tanpa hambatan maupun dengan hambatan; hasil simulasi menunjukkan antena *patch* tunggal bentuk lingkaran memperoleh *VSWR* 2,22 dan *gain* 2,49 dBi, sedangkan bentuk segitiga menghasilkan *gain* 2,76 dBi, dan setelah dioptimasi serta disusun dalam konfigurasi *array* 2x1 kedua bentuk antena berhasil memenuhi standar spesifikasi yang ditetapkan; analisis statistik non-parametrik (Uji *Friedman* dan *Wilcoxon Signed Rank Test*) terhadap data *RSSI* menunjukkan perbedaan kekuatan sinyal yang signifikan antara ketiga jenis antena ($\text{Chi-Square} = 61,611$ pada kondisi tanpa hambatan dan 116,590 pada kondisi dengan hambatan; $\text{Asymp. Sig.} = < 0,001$), dengan antena berbentuk segitiga secara konsisten memberikan kekuatan sinyal terbaik dibandingkan antena bawaan dan antena lingkaran pada kedua kondisi tersebut, sementara antena bawaan menunjukkan penurunan sinyal paling besar ketika terdapat hambatan, sehingga dapat disimpulkan bahwa antena mikrostrip *patch* segitiga *array* 2x1 pada frekuensi 2,4 GHz merupakan solusi yang paling efektif, sederhana, dan murah untuk memperkuat serta menstabilkan sinyal *Wi-Fi* pada mikrokontroler ESP32 guna mendukung perluasan jangkauan konektivitas perangkat berbasis IoT

Kata kunci: antena mikrostrip, ESP32, *RSSI*, *Wi-Fi* 2,4 GHz, *VSWR*, *gain*

ABSTRACT

RAFI EGI SHAVANA. Rancang Bangun Antena Mikrostrip Sebagai Penguat Sinyal Mikrokontroller ESP32 Pada Frekuensi 2.4 GHz. Supervised by RUSFA dan DOLI BONARDO.

The rapid growth of the Internet of Things (IoT) has made the ESP32 microcontroller widely used because it is already equipped with a built-in 2.4 GHz *Wi-Fi* module, yet its built-in antenna has a limited range and tends to weaken in the presence of physical obstacles or long distances from the router, so this study designed and fabricated an external microstrip antenna made of FR-4 substrate with a *patch array* 2x1 configuration operating at 2.4 GHz as a *Wi-Fi* signal booster for the ESP32 using an experimental method, starting from theoretical calculation and design simulation in *CST Studio Suite* for two *patch* shapes (circular and triangular), followed by optimization, PCB fabrication, and measurement using a VNA as well as *RSSI* testing based on distance under both obstacle-free and obstacle conditions; the simulation results showed that the single circular *patch* antenna achieved a VSWR of 2.22 and a *gain* of 2.49 dBi, while the triangular shape produced a *gain* of 2.76 dBi, and after optimization and arrangement into a 2x1 *array* configuration, both antenna shapes successfully met the specified design standards; non-parametric statistical analysis (the *Friedman* test and the *Wilcoxon Signed Rank Test*) on the *RSSI* data revealed a significant difference in signal strength among the three antenna types (Chi-Square = 61.611 under the obstacle-free condition and 116.590 under the obstacle condition; Asymp. Sig. = < 0,001), with the triangular antenna consistently producing the best signal strength compared to the built-in and circular antennas under both conditions, whereas the built-in antenna showed the largest signal degradation when an obstacle was present, leading to the conclusion that the triangular *patch* microstrip antenna with a 2x1 *array* configuration at 2.4 GHz is the most effective, simple, and low-cost solution for strengthening and stabilizing the *Wi-Fi* signal of the ESP32 microcontroller to support the extended connectivity range of IoT-based devices.

Keywords: *microstrip antenna*, ESP32, *RSSI*, *Wi-Fi* 2.4 GHz, VSWR, *gain*