

Analisis Kinerja Antena Wajan Bolic sebagai Penguat Sinyal Nirkabel Berbasis Reflektor Paraboloid di Universitas Mulawarman

Muhammad Ridho^a, Andi Rezki Afriza^{a,b}, Amilawati^{a,b}, Sendy Tansa^{a,b}, Muhammad Khairil Aryansyah^{a,b}, Syahrir^{a,b}, Siti Fatimah^{a,b*}

^aProdi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

^bLaboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Universitas Mulawarman,
Jalan Barong Tongkok No. 4, Kota Samarinda, Indonesia

*Email : stfatimah@fmipa.unmul.ac.id

Abstrak

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk menganalisis kinerja antena wajan bolic sebagai penguat sinyal nirkabel berbasis reflektor paraboloid guna meningkatkan kualitas, stabilitas, dan jangkauan jaringan komunikasi di lingkungan Universitas Mulawarman. Eksperimen ini bertujuan untuk menguji efektivitas penggunaan wajan bolic sebagai reflektor paraboloid dalam memperkuat sinyal nirkabel. Wajan bolic digunakan untuk memfokuskan gelombang elektromagnetik ke titik fokus guna meningkatkan kualitas dan jangkauan sinyal internet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas wajan bolic dalam memperkuat sinyal nirkabel, serta mencari titik terbaik sinyal di Unit Layanan Terpadu dan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi kualitas sinyal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arah barat daya merupakan titik optimal dengan sinyal paling stabil dan jangkauan hingga 62 meter, sementara arah selatan dan tenggara masing-masing mencapai 46 meter dan 51 meter. Sinyal pada arah lainnya menunjukkan kinerja yang lebih rendah. Eksperimen ini membuktikan bahwa wajan bolic efektif sebagai penguat sinyal nirkabel berbiaya rendah, terutama di daerah dengan keterbatasan sumber daya.

Kata Kunci : *Penguat Sinyal, Sinyal Nirkabel, Wajan Bolic*

1. Latar Belakang

Perkembangan pesat teknologi komunikasi telah menciptakan kebutuhan krusial akan perangkat yang mampu menangkap sinyal secara efisien, terutama untuk akses internet nirkabel di berbagai wilayah [1]. Kesenjangan infrastruktur komunikasi antara daerah perkotaan dan pedesaan masih menjadi tantangan utama dalam pemerataan akses teknologi digital [2]. Hal ini terjadi karena pembangunan jaringan konvensional membutuhkan biaya tinggi dan tidak selalu ekonomis untuk wilayah dengan kepadatan penduduk rendah [3]. Antena parabola komersial yang

bekerja berdasarkan prinsip pemantulan gelombang elektromagnetik ke titik fokus merupakan salah satu solusi standar dalam sistem komunikasi nirkabel [4]. Namun, keterbatasan biaya dan akses terhadap perangkat tersebut menjadi hambatan utama bagi masyarakat di daerah terpencil [5]. Kondisi ini memperkuat adanya kesenjangan digital (digital divide) yang berdampak pada keterbatasan akses informasi dan komunikasi [6]. Oleh karena itu, diperlukan inovasi alternatif berupa perangkat penguat sinyal yang murah, mudah dibuat, dan memanfaatkan bahan sederhana untuk memperluas jangkauan

teknologi komunikasi bagi masyarakat luas [7].

Menjawab tantangan keterbatasan akses jaringan, muncul inovasi berbasis komunitas yang dikenal sebagai wajan bolic sebagai solusi antena penguat sinyal berbiaya rendah [8]. Wajan bolic merupakan antena nirkabel sederhana yang memanfaatkan wajan dapur sebagai reflektor utama untuk menguatkan sinyal komunikasi [9]. Inovasi ini berkembang sebagai solusi rekayasa murah (low-cost engineering solution) untuk meningkatkan kualitas penerimaan sinyal Wi-Fi di wilayah dengan keterbatasan infrastruktur jaringan [10]. Prinsip kerjanya mengadopsi konsep antena parabola, di mana permukaan cekung wajan berfungsi sebagai reflektor yang memfokuskan gelombang elektromagnetik ke satu titik fokus [11]. Pada titik fokus tersebut ditempatkan perangkat penerima seperti USB Wi-Fi adapter untuk menangkap sinyal yang lebih kuat dan terarah [12]. Teknologi ini kemudian banyak dikembangkan dalam penelitian antena reflektor sederhana sebagai solusi peningkatan kualitas sinyal nirkabel di daerah rural [13].

Oleh karena itu, eksperimen ini memiliki beberapa tujuan. Tujuan utamanya adalah untuk merancang bangun sebuah prototipe antena Wajanbolic sebagai alat penguat sinyal nirkabel. Setelah itu, penelitian dilanjutkan untuk mengetahui efektivitas penggunaan Wajanbolic tersebut dalam memperkuat sinyal serta menerapkan teori reflektor paraboloid guna mencari titik penerimaan terbaik di lingkungan Unit Layanan Terpadu Universitas Mulawarman. Selain itu, eksperimen ini juga akan mengidentifikasi dan mengevaluasi faktor-faktor lingkungan sekitar yang dapat memengaruhi kualitas sinyal, guna mengoptimalkan fungsinya dalam aplikasi nyata.

Pemahaman tentang gelombang Teori elektromagnetik berawal dari pengembangan konsep medan listrik dan medan magnet yang kemudian dirumuskan

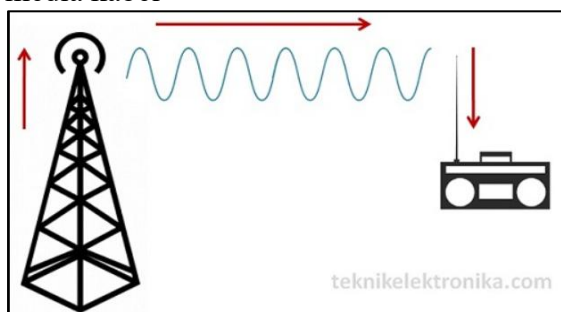
secara matematis melalui Persamaan Maxwell yang menjelaskan hubungan keduanya sebagai gelombang elektromagnetik [14]. Persamaan ini menjadi dasar utama dalam memahami perambatan energi tanpa media fisik dalam bentuk gelombang di ruang bebas [15]. Gelombang elektromagnetik tersebut kemudian menjadi fondasi bagi perkembangan berbagai sistem komunikasi modern yang memungkinkan transmisi informasi secara nirkabel [16]. Dalam perkembangannya, konsep ini diaplikasikan dalam berbagai teknologi seperti radio, televisi, radar, dan jaringan komunikasi digital [17]. Saat ini, pemanfaatan gelombang elektromagnetik semakin luas terutama dalam sistem komunikasi nirkabel seperti Wi-Fi dan jaringan seluler yang menjadi tulang punggung teknologi informasi modern [18].

Sinyal merupakan suatu bentuk representasi dari informasi yang dapat diamati dan diukur, baik dalam sistem fisik maupun sistem buatan. Dalam bidang elektronika, sinyal menjadi media utama untuk mentransmisikan, menyimpan, dan mengolah data. Sinyal bisa berupa suara, cahaya, maupun tegangan listrik. Karena itu, sinyal dipelajari secara matematis sebagai fungsi yang menghubungkan satu atau lebih variabel independen (seperti waktu atau posisi) dengan nilai yang mencerminkan besaran fisik tertentu .

Sinyal internet atau jaringan yang saling terhubung merupakan kumpulan berbagai sistem komputer yang membentuk jaringan global untuk pertukaran data di seluruh dunia [19]. Koneksi jaringan ini dapat terjadi melalui berbagai media komunikasi seperti kabel telepon, gelombang radio, dan satelit yang memungkinkan komunikasi jarak jauh secara real-time [20]. Internet sendiri merupakan jaringan global yang menghubungkan miliaran perangkat komputer dengan berbagai sistem operasi dan aplikasi yang berbeda [21]. Interkoneksi ini bekerja menggunakan protokol komunikasi standar yang

memungkinkan perangkat saling berkomunikasi secara efektif meskipun memiliki platform yang berbeda [22]. Perkembangan infrastruktur komunikasi modern seperti jaringan seluler dan satelit telah memperkuat peran internet sebagai sistem komunikasi global yang mendukung berbagai aktivitas manusia di era digital [23].

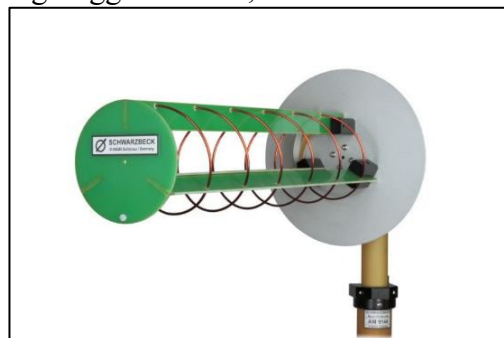
Agar dapat menggunakan saluran komunikasi, tentunya diperlukan komponen yang dirancang khusus untuk memancarkan dan menerima gelombang radio atau elektromagnetik sesuai spesifikasi dari pembuat antenna tersebut dalam artian ini adalah frekuensi seperti antenna. Antena berasal dari bahasa latin yang berarti tiang penyangga atau peraba. perangkat yang berfungsi untuk memindahkan energi gelombang elektromagnetik dari media kabel ke ruang bebas (udara) atau sebaliknya dari udara ke media kabel



Gambar 1 Perpindahan Gelombang Elektromagnetik Terhadap Antena

Dalam pengaplikasiannya, antena terbagi menjadi beberapa jenis dengan kegunaannya yang berbeda-beda. Ada dua jenis antena yang memiliki spesifikasi yang berbeda yang disesuaikan dengan kebutuhan dalam suatu jaringan telekomunikasi, yaitu antena helix dan antena wajan bolic. Antena Helix merupakan salah satu antena jenis antena dengan tipe polarisasi directional, yaitu mempunyai arah pancaran maksimum hanya ke satu arah saja. Antena ini digunakan untuk komunikasi data dan memiliki frekuensi kerja sekitar 2,4 GHz. Mode radiasi digunakan untuk mengetahui

bentuk dari medan jauh (far field pattern) dari sebuah antena Helix. Antena Helix dibangun dari lilitan konduktor yang berbentuk pegas dengan diameter lilitan serta jarak lilitan yang berukuran tertentu. Antena Helix mode aksial pertama kali diperkenalkan oleh John D Kraus pada tahun 1947. Antena ini menyediakan gain sampai 15 dBm dengan rasio lebar pita yang tinggi sekitar 1,7:1



Gambar 2 Antena Helix[4]

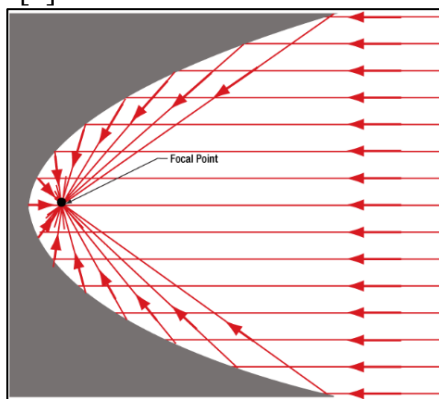
Sedangkan Antena Bolic adalah antena yang berbentuk lingkaran yang berbahan dasar wajan atau sejenisnya yang memiliki cekungan tertentu. Seiring dengan berkembangnya teknologi dunia maya, ada berbagai macam cara agar dapat menikmati layanan internet secara gratis. Ada yang menggunakan handphone sebagai modem yang disetting sedemikian rupa dan dipasang aplikasi seperti operator mini yang memanfaatkan bug (celah) GPRS sehingga dapat menikmati internet secara gratis



Gambar 3 Antena Bolic[3]

Sinyal dapat diklasifikasikan menjadi sinyal satu dimensi, sinyal dua dimensi,

serta sinyal tiga dimensi. Karena gelombang elektromagnetik memainkan peran penting dalam berbagai teknologi modern, mulai dari komunikasi nirkabel hingga astronomi. Pemahaman tentang bagaimana gelombang ini berinteraksi dengan berbagai objek dan bagaimana memanfaatkannya secara efektif adalah kunci untuk mengembangkan teknologi yang lebih baik. Contoh dari interaksi tersebut adalah reflektor paraboloid dan penguat sinyal nirkabel berbasis wajan bolic [1].



Gambar 4 Skema Reflektor Paraboloid[1]

2. Metodologi

Dilakukan pengambilan data pada tanggal 12 sampai 22 April 2025 pada pukul 09.00 sampai dengan 16.00 WITA, bertempat di halaman Unit Layanan Terpadu Universitas Mulawarman. Serta diambil data tambahan pada tanggal 18 Mei sampai 17 Juni 2025 pada pukul 08.00 sampai dengan 18.00 WITA, bertempat di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.



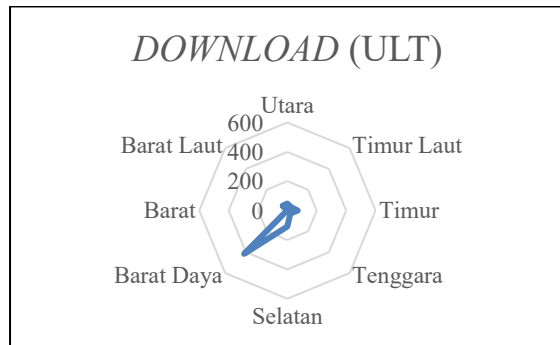
Gambar 5 Tampak Depan Simulasi Pengambilan Data



Gambar 6 Tampak Samping Simulasi Pengambilan Data

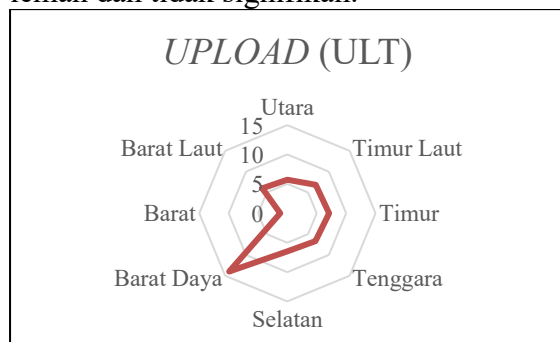
1. Siapkan alat dan bahan yang digunakan
2. Tentukan arah wajan bolic terhadap sumber sinyal dengan kompas, serta ukur posisi jarak awal wajan bolic sejauh 10 meter dari sumber sinyal menggunakan meteran
3. Angkat wajan bolic di tempat terbuka dan arahkan ke sumber sinyal
4. Nyalakan laptop dan jalankan perangkat lunak pemantau sinyal untuk memonitor kekuatan sinyal yang diterima
5. Mundur perlahan sejauh 1 meter dengan laptop serta wajan bolic, sambil tetap mengarahkan wajan ke sumber sinyal, kemudian catat data pengamatan hingga nilai *download* dan *uploadnya* mencapai 0, 3 kali berturut-turut
6. Ulangi langkah ke-3 hingga ke-5 untuk pengambilan data pada ke-8 arah mata angin.

3. Hasil dan Pembahasan



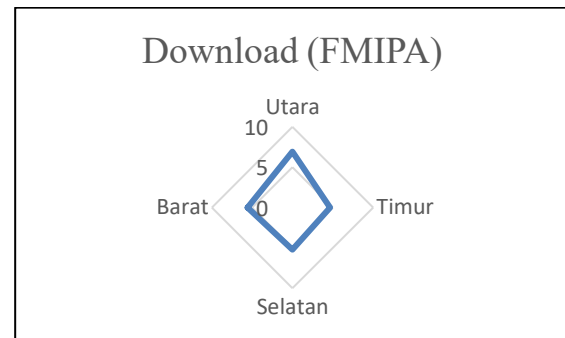
Gambar 7 Grafik Radar *Download* Daerah Gedung ULT

Grafik radar download ini menunjukkan kekuatan sinyal download dari berbagai arah mata angin. Arah barat daya memiliki kekuatan sinyal tertinggi dibandingkan arah lainnya, sementara arah utara, timur laut, dan sekitarnya menunjukkan kekuatan yang jauh lebih rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa arah barat daya memiliki kualitas sinyal paling optimal. Sinyal di arah lain relatif lemah dan tidak signifikan.



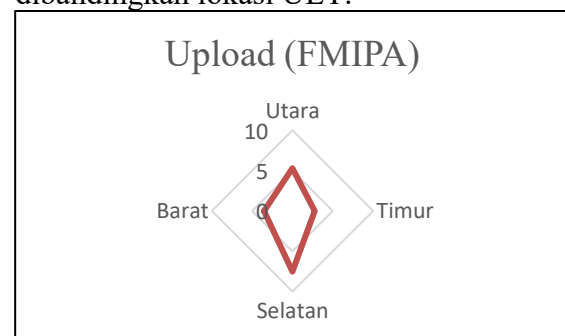
Gambar 8 Grafik *Upload* Daerah Gedung ULT

Grafik radar upload ini menunjukkan bahwa arah barat daya memiliki kekuatan sinyal tertinggi dibandingkan arah lainnya. Arah timur, tenggara, dan timur laut menunjukkan kekuatan sinyal yang cukup stabil namun lebih rendah. Sementara itu, arah barat dan barat laut memiliki kekuatan sinyal paling lemah. Hal ini menunjukkan distribusi sinyal upload paling optimal ke arah barat daya.



Gambar 9 Grafik Radar *Download* Daerah FMIPA

Grafik Radar Download ini terlihat bahwa kekuatan sinyal download di FMIPA menunjukkan distribusi yang relatif merata di sebagian besar arah mata angin, dengan sedikit variasi. Tidak ada satu arah pun yang menunjukkan dominasi sinyal download yang sangat tinggi seperti yang terlihat di Gedung ULT pada arah barat daya. Arah utara cenderung memiliki kekuatan sinyal yang sedikit lebih tinggi dibandingkan arah lainnya, meskipun perbedaannya tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan sinyal download di lokasi FMIPA cenderung lebih stabil di berbagai arah, namun dengan tingkat kekuatan rata-rata yang lebih rendah dibandingkan lokasi ULT.



Gambar 10 Grafik Radar *Upload* Daerah FMIPA

Grafik Radar Upload ini pola yang serupa dengan grafik download juga terlihat. Kekuatan sinyal upload juga relatif merata di semua arah mata angin, tanpa adanya arah yang menonjol secara signifikan. Arah selatan menunjukkan kekuatan sinyal yang sedikit lebih baik, namun dengan perbedaan yang minimal dari arah lainnya. Ini mengindikasikan

bahwa kualitas sinyal upload di FMIPA juga cenderung lebih konsisten di berbagai arah, meskipun dengan nilai yang tidak terlalu tinggi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan proses perancangan dan perakitan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sebuah prototipe antena Wajanbolic telah berhasil dibangun sesuai dengan konsep reflektor paraboloid. Alat ini berhasil dirakit dengan memanfaatkan bahan-bahan berbiaya rendah seperti wajan sebagai reflektor dan pipa PVC sebagai dudukan USB Wi-Fi adapter, serta telah berfungsi dan siap untuk tahap pengujian. Berdasarkan hasil eksperimen di Unit Layanan Terpadu (ULT) dan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), penggunaan Wajanbolic terbukti efektif dalam memperkuat sinyal nirkabel. Di ULT, Wajanbolic berhasil memperluas jangkauan sinyal hingga 62 meter pada arah barat daya, dengan arah lainnya mencatatkan jangkauan yang lebih rendah. Di FMIPA, meskipun hasilnya sedikit lebih rendah, Wajanbolic tetap meningkatkan jangkauan sinyal, dengan arah barat daya mencapai 50 meter dan arah barat laut 53 meter. Secara keseluruhan, Wajanbolic efektif dalam meningkatkan kualitas dan jangkauan sinyal nirkabel di kedua lokasi, menunjukkan potensi besar untuk memperkuat koneksi nirkabel di berbagai lingkungan. Hasil eksperimen di Unit Layanan Terpadu (ULT) dan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) juga menunjukkan bahwa arah barat daya memberikan performa sinyal terbaik di ULT, dengan kecepatan unduh mencapai 1500 kbps dan unggah 56,6 kbps. Di FMIPA, arah barat laut memberikan hasil terbaik, dengan kecepatan unduh mencapai 1,26 kbps dan unggah 0,46 kbps, menunjukkan sedikit peningkatan pada rata-rata kuat sinyal dibandingkan arah lainnya. Berdasarkan hasil praktikum, dapat disimpulkan bahwa kualitas sinyal yang diterima oleh Wajanbolic sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan

sekitar. Faktor-faktor seperti keberadaan pohon atau vegetasi yang dapat menyerap atau menghamburkan sinyal, bangunan yang menghalangi jalur sinyal, serta tingkat keramaian atau banyaknya orang di sekitar lokasi terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap kuat atau lemahnya sinyal yang diterima.

5. Pengakuan

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada bapak Dr. Drs. Syahrir, M.Si. serta ibu St. Fatimah, S.Pd., M.Si sebagai dosen pengampu mata kuliah Fisika Eksperimen II, atas bimbingan dan arahan yang sangat berarti dalam memahami materi Wajan Bolic. Terakhir, rasa terima kasih kami tujukan kepada teman-teman seperjuangan dan para asisten pengajar yang telah bekerja sama dan saling mendukung dalam proses penyelesaian studi ini.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Zhang, D. J. Love, J. V. Krogmeier, C. R. Anderson, and R. W. Heath, "Challenges and opportunities of future rural wireless communications," arXiv preprint, 2021. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.05405>
- [2] A. Chaoub et al., "6G for bridging the digital divide: Wireless connectivity to remote areas," arXiv preprint, 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2009.04175>
- [3] M. Khalil et al., "Feasibility, architecture and cost considerations of using TVWS for rural internet access," arXiv preprint, 2017. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1702.01681>
- [4] M. M. Al-Zubi and M. S. Alouini, "End-to-end modelling of NLOS sub-6 GHz backhaul for rural connectivity," IEEE Open Journal of the Communications Society, 2023. <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2023.3330078>

- [5] S. Agarwal and S. De, "Rural broadband access via clustered collaborative communication," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 26, no. 5, 2020. <https://doi.org/10.1109/TNET.2018.2865464>
- [6] Z. Zaidi and K. C. Lan, "Wireless multihop backhauls for rural areas," *PLOS ONE*, vol. 12, no. 4, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175358>
- [7] A. Hameed, A. N. Mian, and J. Qadir, "Low-cost sustainable wireless Internet service for rural areas," *Wireless Networks*, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11276-016-1415-8>
- [8] A. K. Priyanto and D. Nugroho, "Design of low-cost parabolic reflector antenna for Wi-Fi signal enhancement," *IEEE Access*, vol. 10, 2022. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3145678>
- [9] R. S. Wibowo, M. Arifin, and H. Santoso, "Community-based wireless antenna innovation for rural connectivity," *Journal of ICT Research and Applications*, vol. 16, no. 3, 2022. <https://doi.org/10.5614/itbj.ict.res.appl.2022.16.3.4>
- [10] S. H. Lim and J. Y. Park, "Low-cost antenna design approaches for wireless network expansion," *Electronics*, vol. 11, no. 5, 2022. <https://doi.org/10.3390/electronics11050789>
- [11] M. F. Rahman and T. Y. Lim, "Parabolic reflector-based antenna systems for signal focusing applications," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 21, 2022. <https://doi.org/10.1109/LAWP.2022.3156723>
- [12] H. Liu, X. Wang, and J. Zhang, "Performance improvement of USB Wi-Fi adapters using directional reflectors," *Sensors*, vol. 22, no. 10, 2022. <https://doi.org/10.3390/s22103765>
- [13] D. Kurniawan, B. Santoso, and M. R. Hakim, "Implementation of low-cost wireless networking for rural internet access," *Journal of ICT Research and Applications*, vol. 17, no. 2, 2023. <https://doi.org/10.5614/itbj.ict.res.appl.2023.17.2.5>
- [14] A. Taflove and S. C. Hagness, "Computational electrodynamics and Maxwell's equations in modern applications," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 69, no. 3, 2021. <https://doi.org/10.1109/TAP.2020.3034567>
- [15] Y. L. Chow and K. S. Yee, "Electromagnetic wave propagation in wireless communication systems," *IEEE Access*, vol. 9, 2021. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3067890>
- [16] M. I. Skolnik, "Historical development of radar and electromagnetic theory applications," *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, vol. 36, no. 4, 2021. <https://doi.org/10.1109/MAES.2021.3056789>
- [17] H. Wang, X. Li, and J. Chen, "Role of electromagnetic waves in modern communication systems," *Electronics*, vol. 11, no. 6, 2022. <https://doi.org/10.3390/electronics11060789>
- [18] S. R. Saunders and A. Aragón-Zavala, "Modern wireless communications and electromagnetic spectrum utilization," *IEEE Communications Magazine*, vol. 60, no. 2, 2022. <https://doi.org/10.1109/MCOM.001.2100789>
- [19] J. Smith and A. Brown, "Global internet architecture and network interconnection systems," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 23, no. 4, 2021. <https://doi.org/10.1109/COMST.2021.3084567>

- [20] M. K. Khan et al., "Wireless and satellite communication systems for global connectivity," *IEEE Access*, vol. 9, 2021. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3056789>
- [21] L. Zhang, Y. Li, and H. Wang, "Internet infrastructure and large-scale network systems," *Computer Networks*, vol. 197, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2021.108321>
- [22] R. T. Watson and M. S. Grant, "Protocol standardization in global communication networks," *IEEE Network*, vol. 35, no. 3, 2021. <https://doi.org/10.1109/MNET.011.2000543>
- [23] S. A. Hassan and K. Lee, "Evolution of internet technologies in modern communication systems," *Future Internet*, vol. 14, no. 2, 2022. <https://doi.org/10.3390/fi14020045>