



Analisa Performa *Power Line Communication* (PLC) sebagai Media Transmisi

M. Rian Taufik Hidayat, I Putu Hariyadi, Raisul Azhar
Universitas Bumigora, Mataram, Indonesia

Abstrak

Jaringan komputer menjadi bagian penting dalam teknologi informasi. Penggunaan kabel LAN kurang efisien, terutama di bangunan bertingkat. Jaringan listrik dapat dimanfaatkan sebagai media transmisi internet menggunakan teknologi *Power Line Communication* (PLC). PLC masih memerlukan pengembangan lebih lanjut. Penelitian ini menggunakan metodologi *Network Development Life Cycle* (NDLC) dengan tahapan analisis, desain, dan simulasi. Pengujian dilakukan pada jarak 10m dan 20m dengan voltase 110V dan 220V dalam skenario *download*, *upload*, dan *streaming*. Voltase 20V meningkatkan performa, sedangkan 110V menurunkan *bitrate*. Analisis juga dilakukan untuk memantau konsumsi daya dan estimasi biaya bulanan.

Abstract

Computer networks are an essential part of information technology. LAN cables are less efficient, especially in multi-story buildings. Electrical wiring can be used as a medium for internet transmission through Power Line Communication (PLC) technology. However, PLC still requires further development. This study uses the Network Development Life Cycle (NDLC) methodology, which includes analysis, design, and simulation phases. Testing was carried out at distances of 10m and 20m using voltages of 110V and 220V in download, upload, and streaming scenarios. A voltage of 220V improved performance, while 110V reduced the bitrate. The study also analyzed power consumption and estimated monthly costs.

Informasi Artikel

Kata Kunci: Analisis Performa; Media Transmisi; *Power Line Communication*.

Keywords: *Transmission Media; Performance Analysis; Power Line Communication.*

Riwayat Artikel:

Diterima : 01-05-2025

Direvisi : 15-05-2025

Disetujui : 27-05-2025

Corresponding Author:

M. Rian Taufik Hidayat,
Email: rian50352@gmail.com

Vol. 1, no. 1, hlm. 13-22, Mei 2025

DOI: [10.30812/juteks.v1i1.5128](https://doi.org/10.30812/juteks.v1i1.5128)

How to cite:

M. R. T. Hidayat, I. P. Hariyadi, dan R. Azhar, "Analisa Performa *Power Line Communication* (PLC) sebagai Media Transmisi," *Jurnal Teknologi, Kesehatan, dan Sosial (JUTEKS)*, vol. 1, no. 1, hlm. 13-22, Mei 2025.

1. PENDAHULUAN

Dengan kemajuan teknologi, internet telah menjadi kebutuhan utama bagi setiap orang. Jaringan komputer, baik kabel maupun nirkabel, memiliki peran penting dalam kelancaran transmisi data. Organisasi dan perusahaan semakin menyadari pentingnya jaringan komputer untuk operasional mereka. Sistem jaringan intranet dibutuhkan untuk menghubungkan komputer dan perangkat lain guna mencapai tujuan tertentu. Internet tidak hanya berfungsi sebagai media transmisi informasi, tetapi juga menciptakan dunia maya yang semakin berkembang [1]. Ketergantungan masyarakat terhadap internet mendorong inovasi dan kompetisi global dalam teknologi informasi. Komunikasi data digital menjadi hal yang umum, namun metode transmisi menggunakan kabel LAN kurang efisien, terutama dalam bangunan bertingkat. Menghubungkan ruangan di gedung dengan kabel LAN membutuhkan panjang kabel yang signifikan, menjadikannya kurang praktis. Kabel optik menawarkan kecepatan tinggi, tetapi biaya pemasangan dan peralatan masih tergolong mahal. Selain itu, aspek pemeliharaan dan ketahanan juga menjadi pertimbangan dalam memilih teknologi komunikasi data yang lebih efisien [2]. Karena hampir seluruh masyarakat Indonesia menggunakan listrik, pemanfaatan jaringan listrik sebagai media transmisi sinyal internet menjadi solusi potensial. Teknologi *Power Line Communication* (PLC) memungkinkan transmisi data melalui jaringan listrik,

mengurangi kebutuhan kabel tambahan. Meskipun bukan teknologi baru, PLC masih memerlukan pengembangan lebih lanjut agar lebih optimal. Beberapa tantangan dalam pengembangan PLC meliputi gangguan sinyal akibat peralatan listrik lain serta fluktuasi tegangan yang dapat mempengaruhi kestabilan jaringan [3]. Melalui inovasi dan uji coba, kendala dalam pengembangan internet melalui kabel listrik dapat diatasi. PLC menawarkan solusi yang lebih praktis dan ekonomis dibandingkan metode konvensional. Selain itu, teknologi ini memungkinkan pemanfaatan infrastruktur listrik yang sudah ada untuk mendukung konektivitas internet secara lebih maksimal. Dengan biaya yang lebih terjangkau, PLC dapat menjadi alternatif jaringan di lingkungan perumahan, gedung perkantoran, hingga daerah terpencil. Penerapan teknologi ini berpotensi meningkatkan efisiensi komunikasi data dan memperluas akses internet bagi masyarakat luas [4].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metodologi

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah *network Development Life Cycle*(NDLC). Dalam penelitian ini penulis hanya menggunakan 3 tahapan dari keseluruhan tahapan NDLC, tahapan yang digunakan yaitu Tahapan Analisis, *Design*, dan *Simulation Prototyping* [5–7].

2.2 Metode Pengumpulan Data

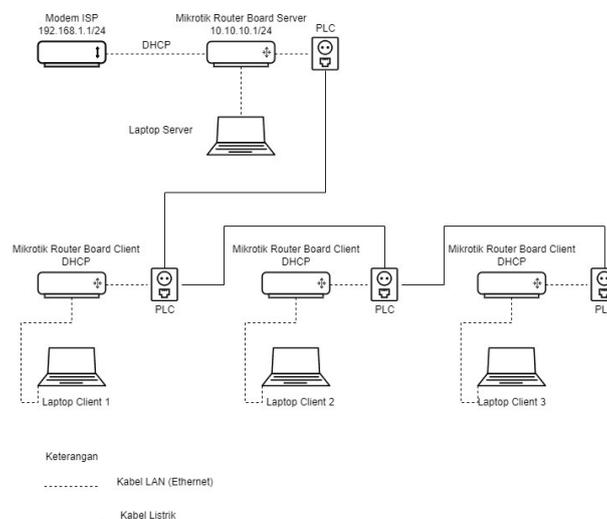
Studi Pustaka

Studi pustaka adalah proses mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan topik atau permasalahan yang dibahas melalui berbagai sumber, seperti buku, karya ilmiah, dan tesis. Melalui studi pustaka, penulis dapat memanfaatkan informasi serta gagasan yang relevan dengan penelitian yang sedang dikerjakan. Dengan menerapkan metode ini sebagai salah satu teknik pengumpulan data, penulis dapat memperoleh referensi yang sesuai.

2.3 Tahap Desain

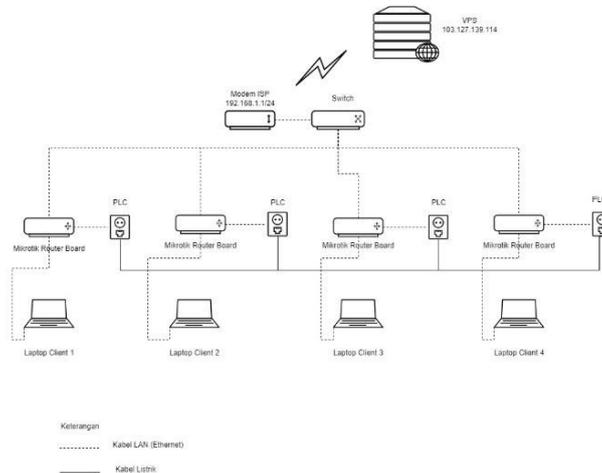
Pada tahap perancangan ini terdapat 4 (empat) bagian yaitu perancangan jaringan uji coba, rancangan pengalamatan *IP address*, rancangan *user management*, rancangan *identity*, rancangan sistem, kebutuhan perangkat keras dan lunak yang dibutuhkan dalam penelitian [8–10].

A. Topologi Jaringan



Gambar 1. Topologi Jaringan Lokal

Pada **Gambar 1** hasil dari rancangan jaringan lokal, Pengujian pada jaringan lokal akan dilakukan analisa transfer, *bitrate* dan rata-rata *bitrate*, uji coba dilakukan menggunakan protokol TCP dan UDP, uji coba dilakukan dari sisi penerima (*server*) dan pengirim (*client*).



Gambar 2. Topologi Jaringan Publik

Pada **Gambar 2** merupakan hasil rancangan jaringan publik, Pengujian pada jaringan publik akan dijalankan pada layanan *Virtual Private Server* (VPS) dari BizNet yang berisi sistem operasi Debian 11 BullsEye yang berfungsi sebagai server, dan 4 laptop yang menjadi *client*. Selama pengujian dilakukan pemantauan tegangan listrik yang dihasilkan oleh perangkat PLC.

B. Rancangan Pengalamatan IP Address

Tabel 1. Pengalamatan *IP Address*

| No | Alamat IP Address | |
|----|-------------------|---------------|
| | Perangkat | IP Address |
| 1 | Server | 10.10.10.1/24 |
| 2 | Client 1 | Dynamic/DHCP |
| 3 | Client 2 | Dynamic/DHCP |
| 4 | Client 3 | Dynamic/DHCP |

Rancangan pengalamatan *IP Address* dari jaringan uji coba ini menggunakan *network class A* dengan alamat *network* yaitu 10.10.10.0/24. Untuk keterangan pengalamatan yang digunakan pada jaringan uji coba ini dapat dilihat pada **Tabel 1**.

C. Rancangan User Management

Tabel 2. Rancangan *User Management*

| No | <i>User Management</i> | | |
|----|------------------------|------------|------------------|
| | User | Password | Perangkat |
| 1 | Sam | Qwerty2024 | Mikrotik-Server |
| 2 | Joe | Qwerty123 | Mikrotik-Client1 |
| 3 | Max | Qwerty456 | Mikrotik-Client2 |
| 4 | Martin | Qwerty 789 | Mikrotik-Client3 |

Rancangan *User Management* bertujuan untuk mengatur hak akses dan autentikasi pengguna yang dapat mengelola perangkat. Untuk keterangan *user* yang digunakan jaringan uji coba ini dapat dilihat pada **Tabel 2**.

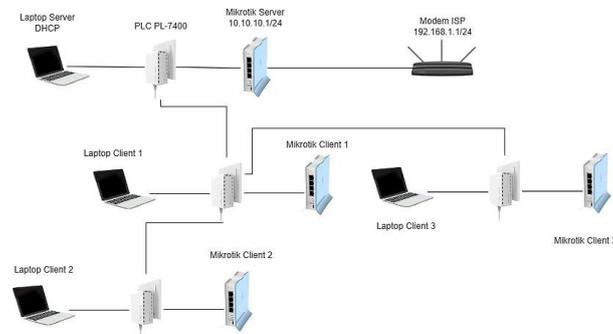
D. Rancangan Identity

Tabel 3. Rancangan Identity

| No | User Management | |
|----|-----------------|------------------|
| | User | Perangkat |
| 1 | Sam | Mikrotik-Server |
| 2 | Joe | Mikrotik-Client1 |
| 3 | Max | Mikrotik-Client2 |
| 4 | Martin | Mikrotik-Client3 |

Rancangan *Identity* (Identitas) bertujuan untuk memberikan nama yang relevan dan mempermudah dalam mengenali perangkat Mikrotik dalam jaringan. Untuk keterangan *Identity* yang digunakan jaringan uji coba ini dapat dilihat pada [Tabel 3](#).

E. Rancangan Sistem



Gambar 3. Rancangan Sistem

Berdasarkan [Gambar 3](#) terlihat 4 laptop yang terhubung pada *router* dan perangkat PLC, *router* mikrotik server terhubung langsung dengan modem ISP bertindak sebagai pengelola jaringan utama seperti alokasi DHCP *Address* dan mengatur proses sinkronisasi antar perangkat PLC, selanjutnya data dari laptop server dialirkan ke perangkat client melalui kabel listrik menggunakan perangkat PLC, seluruh laptop *client* dapat terhubung dengan laptop server yang telah terhubung dengan masing-masing *router* mikrotik.

F. Kebutuhan Perangkat Keras dan Lunak

Untuk mendukung rancangan uji coba yang telah dibuat maka dibutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak yang dapat mendukung implementasi dari rancangan yang dibuat.

1. Kebutuhan Perangkat Keras

Agar mendukung rancangan uji coba yang telah dibuat, diperlukan perangkat keras dan perangkat lunak yang mampu mengimplementasikan rancangan tersebut.

- Laptop
- Random Access Memory (RAM) 8GB
- Processore AMD Ryzen 3 3020U
- SSD 500GB
- Watt Meter
- Mikrotik Power Line Communication (PLC) PL-7400
- Mikrotik Router Board RB9412nd
- Konverter Ethernet ke USB
- Kabel LAN cat 5
- Stavolt 500W

2. Kebutuhan Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak yang dibutuhkan dalam pembangunan sistem ini adalah sebagai berikut:

- Winbox digunakan untuk melakukan konfigurasi *router* mikrotik dan sinkronisasi perangkat PLC.
- Iperf2/Iperf3 digunakan untuk menguji kecepatan *throughput*, *bandwith* dan *delay* jaringan.
- Putty digunakan untuk mengakses dan mengelola perangkat jarak jauh
- Layanan *Virtual Private Server* (VPS) dengan spesifikasi 1 *core* CPU, 1 GB RAM dan 60GB penyimpanan.

G. Tahap Simulasi Prototipe

Tahap ini terdiri dari beberapa bagian yaitu instalasi dan konfigurasi pada masing-masing perangkat pendukung, uji coba dan analisa hasil. Uji coba terdiri dari dua bagian yaitu uji coba performansi pada jaringan lokal dan jaringan publik, masing-masing pengujian dilakukan tanpa menggunakan stavolt, menggunakan voltase sedang dan rendah, uji coba dilakukan pada jarak 10m dan 20m [11–14].

1. Tahap Instalasi dan Konfigurasi

Pada tahap instalasi dan konfigurasi dibagi menjadi 5 (lima) bagian yaitu hasil instalasi konfigurasi PLC pada server, konfigurasi PLC pada laptop *client*, konfigurasi pada sistem operasi Windows 10, konfigurasi pada *Router*, konfigurasi pada VPS.

2. Menentukan Parameter Pengujian

TCP *Sender Transfer*, TCP *Sender Bitrate*, TCP *Receiver Transfer*, TCP *Receiver Bitrate*, TCP *AVR Bitrate*, UDP *Sender Transfer*, UDP *Sender Bitrate*, UDP *Receiver Transfer*, UDP *Receiver Bitrate*, UDP *AVR Bitrate*.

3. Skenario Pengujian

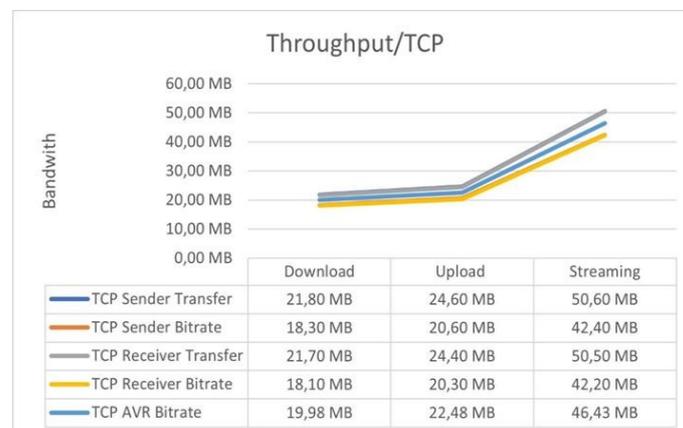
Melakukan uji coba pada jaringan lokal, melakukan uji coba pada jaringan publik, Uji coba dilakukan sebanyak 5 kali pada masing-masing pengujian, pengukuran latency menggunakan iperf2 sedangkan untuk *throughput*, *jitter* dan *packet loss* menggunakan iperf3.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Coba pada Jaringan Lokal

Pada tahap ini akan dilakukan uji coba dan analisis data menggunakan parameter *throughput*, *jitter*, *latency*, *packet loss*, jarak dan voltase listrik.

A. Hasil Uji Coba PLC pada Jarak 10m



Gambar 4. Hasil Pengujian PLC pada Jarak 10m

Hasil uji coba pada tiga skenario (lihat [Gambar 4](#)):

1. *Download*

Transfer data (*Sender* dan *Receiver*) berada di kisaran 21,7-21,8 MB, *bitrate* pengiriman dan penerimaan sedikit lebih rendah, sekitar 19,1-18,3 MB, Rata-rata *bitrate* adalah 19,98 MB.

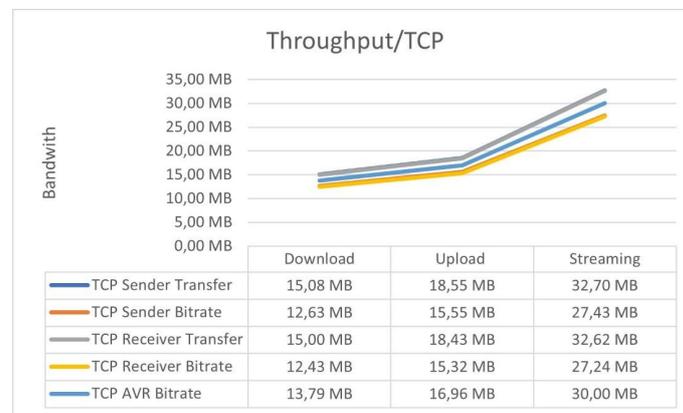
2. *Upload*

Transfer data (*Sender* dan *Receiver*) meningkat ke 24,4-24,6 MB, *bitrate* pengiriman dan penerimaan mencapai sekitar 20,3-20,6 MB, rata-rata *bitrate* adalah 19,98 MB.

3. *Streaming*

Transfer data tertinggi, sekitar 50,5-50,6 MB, *bitrate* juga meningkat signifikan, mencapai 42,2-42,4 MB, rata-rata *bitrate* adalah 46,43 MB.

B. Hasil Uji Coba PLC pada Jarak 20m



Gambar 5. Hasil Uji Coba PLC pada Jarak 20m

Hasil uji coba pada 3 skenario (lihat [Gambar 5](#)):

1. *Download*

Throughput tertinggi dicapai oleh TCP *Sender Transfer* 15,08 MB dan TCP *Receiver Transfer* 15,00 MB sedangkan rata-rata *bitrate* adalah 13,79 MB.

2. *Upload*

Throughput sedikit lebih tinggi dibandingkan *download*, dengan kecepatan maksimum 18,55 MB (*Sender Transfer*) dan rata-rata *AVR Bitrate* 16,96 MB.

3. *Streaming*

Throughput tertinggi dicapai dengan kecepatan hingga 32,70 MB (*Sender Transfer*) dan rata-rata *bitrate* 30,00 MB.

3.2 Hasil Uji Coba pada Jaringan Publik

Pada tahap ini akan dilakukan uji coba dan analisis data terhadap PLC dan pengaruh penggunaannya pada penggunaan listrik, uji coba dilakukan dengan menggunakan 4 perangkat PLC dan 4 laptop sebagai *client*, *software* iperf3 akan di-*install* pada lingkungan VPS yang berfungsi sebagai server, pengukuran tegangan listrik diukur dengan menggunakan watt meter [15–18].

3.3 Hasil Analisa

Pada tahap ini akan dilakukan uji coba dan analisis data terhadap PLC dan pengaruh penggunaannya pada penggunaan listrik, uji coba dilakukan pada 3 skenario yaitu *download*, *upload* dan *streaming*,

pengukuran arus listrik diukur dengan menggunakan watt meter [19–21].



Gambar 6. Hasil Uji Coba PLC dalam Keadaan *Idle*

Dari hasil pengujian pada **Gambar 6**, pengukuran voltase dilakukan dalam keadaan perangkat PLC *idle*, terlihat pada semua perangkat menunjukkan angka yang bervariasi dimulai dari 2.2 W (terendah) dan 2.4 W (tertinggi) dengan rata-rata 2.4 W.



Gambar 7. Hasil Uji Coba PLC dalam Keadaan *Full Load*

Gambar 7 merupakan hasil pengujian PLC tanpa menggunakan stavolt, pengukuran voltase dilakukan pada saat PLC dalam proses transfer data, pengujian pada 3 skenario yaitu *download*, *upload* dan *streaming*, kenaikan voltase tidak terlalu signifikan pada semua skenario, terlihat pada semua perangkat menunjukkan angka yang sedikit tinggi daripada saat *idle*, dimulai dari 3.1 W (terendah) dan 3.3 W (tertinggi) dengan rata-rata 3.2 W.

3.4 Menentukan Konsumsi Listrik (kWh)

Konsumsi listrik dihitung dengan mengalikan daya perangkat (dalam watt) dengan lama penggunaan (dalam jam), kemudian membaginya dengan 1.000 untuk mengonversi ke *kilowatt hour* (kWh) (lihat **Persamaan 1**).

$$\text{Konsumsi Listrik (kWh)} = \frac{\text{Daya (Watt)} \times \text{Lama penggunaan (Jam)}}{1000} \quad (1)$$

Dalam penelitian ini perangkat PLC digunakan selama 6 jam per hari dengan rata-rata penggunaan 3.1W dikalikan dengan banyaknya perangkat PLC yaitu 4 perangkat, didapatkan total 12.4W (lihat [Persamaan 2](#)).

$$\text{Konsumsi Listrik (kWh)} = \frac{12.4 \times 6}{1000} = 0.7 \text{ kWh} \quad (2)$$

Setelah mengetahui konsumsi listrik (kWh), kalikan dengan tarif listrik per kWh yang berlaku, dalam hal ini tarif per kWh adalah 1.444 (lihat perhitungan pada [Persamaan 3](#)).

$$\text{Biaya Listrik} = 0,7 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 1,444 = \text{Rp. } 1,010 \quad (3)$$

Dari hasil perhitungan didapatkan Rp. 1,010 angka tersebut merupakan biaya listrik perangkat PLC dalam satu hari, untuk mengetahui biaya listrik yang dihasilkan oleh perangkat PLC dilakukan dengan mengalikan angka yang telah didapat dengan 30 (1 bulan), didapatkan hasil 30.300. Dapat dilihat penggunaan PLC selama 6 jam per hari dalam waktu satu bulan memakan biaya Rp. 30.300.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Power Line Communication (PLC) memiliki performa yang baik dalam mentransmisikan data pada jaringan listrik dengan interferensi yang terkontrol, tanpa kehilangan paket selama pengujian. Namun, kecepatan transfer data sangat dipengaruhi oleh panjang kabel dan voltase, serta masih tertinggal dibandingkan media transmisi lain seperti kabel atau serat optik. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan filter sinyal guna mengurangi interferensi, membandingkan performa PLC dengan serat optik, serta menguji kemungkinan integrasi PLC dengan media lain untuk membentuk solusi transmisi data hybrid yang lebih andal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Darmansyah, A. Elanda, and A. N. Jumah, "Membangun Jaringan Router Mikrotik Antar RT/RW Menggunakan Power Line Adaptor," *Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Adopsi Teknologi (INOTEK)*, vol. 1, pp. 127–136, Oct. 2021.
- [2] U. D. Soer and I. Nawangsih, "Analisis Kinerja Jaringan Wireless LAN Menggunakan Metode QoS pada PT. Anugrah Argon Medica NDC," *Jurnal Informatika SIMANTIK*, vol. 4, pp. 71–75, Sept. 2019.
- [3] P. A. Nugroho, "Perancangan Jaringan Komputer RT/RW Net Menggunakan Jalur Komunikasi Power Line (PLC) di Perumahan Taman Berdikari Sentosa," *Jurnal Elektro dan Informatika Swadharma*, vol. 2, pp. 9–14, Jan. 2022.
- [4] M. Diponegoro, R. Rusman, W. Yuniarto, and R. Ruskardi, "Perancangan Sistem Komunikasi Client Server PLC (Power Line Communication) pada Instalasi Jaringan Listrik Studi Kasus Jurusan Elektro Politeknik Negeri Pontianak," *Jurnal ELIT*, vol. 4, no. 1, pp. 43–50, 2023.
- [5] N. A. Utami, B. Prasetya, and R. Mayasari, "Perancangan dan Implementasi Powerline Communication Menggunakan Powerline Adapter dengan Teknik Modulasi OFDM," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 8, no. 2, pp. 1540–1547, 2021.
- [6] M. M. Patty, S. Hamzah, and E. Gunawan, "Analisis Perbandingan Performa Media Transmisi Kabel UTP dengan Mikrotik Power-Line PL7400," *Jurnal Sains Sosial dan Humaniora (JSSH)*, vol. 2, pp. 16–24, June 2022.
- [7] W. A. B. Sitanggang, A. Irfansyah, and R. D. Puspita, "Rancangan Pemanfaatan Teknologi Power Line Communication (PLC) sebagai Media Transmisi pada Remote Control and Monitoring System (RCMS) Doppler Very High Frequency Omni-Directional Range (DVOR) Mopiens Maru 220," *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, vol. 4, pp. 1–5, 2020.
- [8] G. Wibisono, M. H. Sukoco, and K. Nugroho, "Studi Implementasi Komunikasi Data Menggunakan Power Line Communication di Kampus ITTP," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRILAC*, vol. 8, pp. 1–6, May 2021.

- [9] F. E. Nugroho and Y. Daniarti, "Rancang Bangun QoS (Quality of Service) Jaringan Wireless Local Area Network Menggunakan Metode NDLC (Network Development Life Cycle) di PT Trimitra Kolaborasi Mandiri (3KOM)," *JIKA (Jurnal Informatika)*, vol. 5, pp. 79–83, Apr. 2021.
- [10] P. C. Susanto, D. U. Arini, L. Yuntina, J. P. Soehaditama, and N. Nuraeni, "Konsep Penelitian Kuantitatif: Populasi, Sampel, dan Analisis Data (Sebuah Tinjauan Pustaka)," *Jurnal Ilmu Multidisiplin*, vol. 3, pp. 1–12, Apr. 2024.
- [11] F. Fredriansyah, "Model Pemanfaatan Jaringan Komputer," *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 40–43, 2023.
- [12] M. Firmansyah, H. Hendarti, A. Aslimah, H. Hartanto, I. Purwanti, and T. T., "Perancangan Infrastruktur Jaringan Komputer dengan Media Transmisi Wired dan Nirkabel Menggunakan Cisco Packet Tracer: Design of Computer Network Infrastructure with Wired and Wireless Transmission Media Using Cisco Packet Tracer," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 4, pp. 1063–1071, July 2024.
- [13] D. B. Putri, M. N. Makarim, G. Gunawan, M. R. Ridho, and D. Aribowo, "Analisis Arsitektur Jaringan Pada Topologi Bus," *Router : Jurnal Teknik Informatika dan Terapan*, vol. 2, pp. 33–37, May 2024.
- [14] A. Supriadi, N. T. S. Saptadi, D. Arisandi, A. F. Sallaby, M. Faisal, S. C. Sumarta, A. M. Nurdin, A. N. Rachman, and Saryani, *Pengantar Jaringan Komputer*. Sada Kurnia Pustaka, June 2024.
- [15] A. O. Aderibole, E. K. Saathoff, K. J. Kircher, S. B. Leeb, and L. K. Norford, "Power Line Communication for Low-Bandwidth Control and Sensing," *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 37, pp. 2172–2181, June 2022.
- [16] W. Y. Lakew, A. Al-Dweik, and M. A. Abou-Khousa, "Performance Analysis of OFDM-Based PLC Systems Under Impulsive Noise for Smart Grid Applications," in *2024 IEEE 8th Energy Conference (ENERGYCON)*, (Doha, Qatar), pp. 1–5, IEEE, Mar. 2024.
- [17] B. Duncan, Y. W. Lee, M. Popescu, and International Academy, Research, and Industry Association, eds., *CLOUD COMPUTING 2021: The Twelfth International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization: April 18-22, 2021*. Wilmington, DE, USA: IARIA, 2021.
- [18] H. Putri, A. Hikmaturokhman, I. Ahmad, R. Anwar, and R. Akbar, "Fifth generation core: The performance enhancement of virtual private server and bare metal," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 13, pp. 2408–2417, Aug. 2024.
- [19] S. M. Prasetyo, M. B. Agusti, D. A. Mahesa, F. Maulana, and A. Rafly, "Teknologi Komunikasi Digital dan Analog: Konversi, Transmisi," *Buletin Ilmiah Ilmu Komputer dan Multimedia (BIIKMA)*, vol. 1, pp. 750–762, June 2024.
- [20] D. N. Gupta, R. Kumar, and A. Kumar, "Efficient Encryption Techniques for Data Transmission Through the Internet of Things Devices:," in *Advances in Computational Intelligence and Robotics* (R. S. Rao, V. Jain, O. Kaiwartya, and N. Singh, eds.), pp. 203–228, IGI Global, 2020.
- [21] Y. S. Aritonang, P. Siagian, and S. Aryza, "Inovasi dan Tantangan dalam Pengembangan Sistem Transmisi Tenaga Listrik Berbasis Teknologi Tinggi Ultra High Voltage untuk Meningkatkan Keandalan dan Efisiensi Energi (Sebuah Tinjauan Literatur)," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, pp. 3853–3866, Oct. 2024.

[Halaman ini sengaja dikosongkan.]