

Perancangan Jaringan Nirkabel Berbasis Mesh untuk Menunjang Aplikasi *Smart City*

Fauzan Prasetyo Eka Putra¹, Mustafida², Royhan Alfadili^{3*}, Afifatun Nahriyah⁴

¹ Fakultas Teknik, Informatika, Universitas Madura; e-mail : prasetyo@unira.ac.id

² Fakultas Teknik, Informatika, Universitas Madura; e-mail : viyhida@gmail.com

³ Fakultas Teknik, Informatika, Universitas Madura; e-mail : royhansiputra62@gmail.com

⁴ Fakultas Teknik, Informatika, Universitas Madura; e-mail : afifatunnahriyah5@gmail.com

* Corresponding Author : Royhan Alfadili

Abstract: The development of the Smart City concept demands a reliable, flexible communication network infrastructure capable of covering the entire urban area. This study designs a wireless network based on mesh topology as a communication solution to support various Smart City applications. Mesh topology is chosen for its advantages in scalability, path redundancy, and fault tolerance. The research method involves designing a network simulation with varying numbers of nodes and testing performance parameters such as throughput, latency, and packet loss. Simulation results show that an increase in the number of nodes correlates with higher throughput, lower latency, and reduced packet loss. These findings indicate that mesh topology is highly suitable for meeting the real-time and stable connectivity needs of Smart City implementations. This network design is expected to serve as a foundation for future digital infrastructure development in smart cities.

Keywords: Design; Network; Mesh; Smart City; Wireless standard.

Abstrak: Perkembangan konsep Smart City menuntut infrastruktur jaringan komunikasi yang andal, fleksibel, dan mampu menjangkau seluruh wilayah kota. Penelitian ini merancang jaringan nirkabel berbasis topologi mesh sebagai solusi komunikasi untuk mendukung berbagai aplikasi Smart City. Topologi mesh dipilih karena keunggulannya dalam skalabilitas, redundansi jalur, dan toleransi terhadap gangguan. Metode penelitian meliputi perancangan simulasi jaringan dengan variasi jumlah node serta pengujian parameter kinerja seperti throughput, latency, dan packet loss. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan jumlah node berbanding lurus dengan peningkatan throughput, penurunan latency, dan penurunan packet loss. Temuan ini menunjukkan bahwa topologi mesh sangat cocok untuk memenuhi kebutuhan konektivitas real-time dan stabil pada implementasi Smart City. Rancangan ini diharapkan menjadi dasar pengembangan infrastruktur digital kota pintar di masa depan.

Kata kunci: Perancangan; Jaringan; Mesh; Smartcity; Nirkabel.

Received: Maret 10, 2025

Revised: Maret 20, 2025

Accepted: Maret 26, 2025

Published: Maret 31, 2025

Curr. Ver.: Maret 31, 2025



Copyright: © 2025 by the authors.
Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Kemajuan komunikasi dan informasi teknologi yang sangat pesat telah membawa dampak besar pada berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam proses urbanisasi dan tata kelola kota[1]. Salah satu inovasi utama dalam manajemen kota modern adalah penerapan konsep Smart City[2], yang menggunakan beragam teknologi canggih untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat serta menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih efisien[3], aman, dan berkelanjutan. Smart City memanfaatkan sensor[4], perangkat Internet of Things (IoT)[5], serta berbagai aplikasi berbasis teknologi yang bekerja secara terintegrasi untuk mengoptimalkan berbagai sektor perkotaan[6], seperti transportasi[7], pengelolaan energi, keamanan[8], hingga pelayanan publik. Oleh karena itu, keberadaan infrastruktur jaringan yang andal[9],

fleksibel, serta mampu mendukung berbagai perangkat dan aplikasi menjadi sangat penting guna menjamin keberhasilan penerapan Smart City[10].

Salah satu tipe jaringan yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan infrastruktur komunikasi dalam Smart City adalah jaringan nirkabel berbasis mesh[11], [12], [13]. Jaringan mesh merupakan sistem jaringan nirkabel dengan topologi yang memungkinkan setiap perangkat atau node berfungsi sebagai penghubung antar node lainnya[14], [15], [16], menciptakan jaringan yang saling terhubung secara merata. Dalam sistem ini, setiap node tidak hanya menerima dan mengirimkan data[17], tetapi juga dapat berperan sebagai pengulang (repeater) untuk node-node lain[18]. Struktur ini memungkinkan jaringan untuk mengatasi keterbatasan jangkauan sekaligus meningkatkan keandalan komunikasi[19], yang sangat penting di lingkungan perkotaan yang padat dan kompleks.

Salah satu keunggulan utama jaringan mesh adalah kemampuannya menyediakan koneksi yang lebih stabil dan tahan gangguan dibandingkan jaringan nirkabel berbasis akses terpusat[20][21]. Dalam jaringan mesh[14], komunikasi antar perangkat tetap dapat berlangsung meskipun beberapa node mengalami gangguan atau kerusakan[22]. Hal ini menjadikan jaringan mesh sebagai pilihan ideal bagi implementasi Smart City[23], yang kerap menghadapi tantangan berupa padatnya perangkat, kondisi lingkungan yang beragam, serta kebutuhan akan konektivitas yang konsisten dan dapat diandalkan.

Jaringan mesh juga menawarkan kelebihan dalam hal skalabilitas[24], memungkinkan penambahan perangkat atau node baru tanpa berdampak signifikan terhadap kinerja keseluruhan jaringan[25]. Kemampuan ini sangat krusial karena berbagai aplikasi Smart City[6], seperti sistem manajemen lalu lintas[26], pemantauan kualitas udara, dan pengelolaan sampah, membutuhkan jaringan yang mampu mendukung jutaan perangkat yang terhubung secara bersamaan[27]. Dalam jaringan mesh[28], setiap perangkat baru dapat langsung terintegrasi dan berpartisipasi dalam berbagi sumber daya secara efisien.

Namun, meskipun teknologi mesh memiliki banyak keunggulan[29], proses perancangan jaringan nirkabel berbasis mesh untuk aplikasi Smart City tidaklah sederhana[30]. Perancangannya harus memperhitungkan berbagai faktor penting, termasuk pemilihan perangkat yang tepat, konfigurasi topologi jaringan yang optimal[31], pengelolaan bandwidth[32], serta penanganan interferensi dan keamanan jaringan[33]. Selain itu, desain jaringan harus mampu meminimalkan latensi dan meningkatkan throughput agar berbagai aplikasi Smart City dapat berjalan secara lancar dan efisien[34][35]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang jaringan nirkabel berbasis mesh yang mendukung aplikasi-aplikasi Smart City secara optimal[36][37]. Fokus utamanya adalah pada pengembangan desain jaringan yang mampu memenuhi kebutuhan komunikasi yang andal[38], efisien, dan skalabel untuk mendukung berbagai aplikasi perkotaan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang jaringan nirkabel berbasis mesh yang mampu mendukung berbagai aplikasi dalam konsep Smart City[39]. Dalam proses penelitian ini, digunakan serangkaian langkah metodologis yang tersusun secara runtut guna mendukung ketepatan analisis[40][41], mulai dari perancangan jaringan[42], evaluasi performa, hingga analisis kebutuhan dari berbagai aplikasi kota cerdas. Berikut adalah tahapan metodologis yang digunakan dalam studi ini:

2.1. Studi Literatur dan Identifikasi Kebutuhan Aplikasi Smart City

Tahap awal dimulai dengan melakukan kajian literatur guna memperoleh pemahaman menyeluruh mengenai konsep Smart City dan berbagai aplikasinya[43], sekaligus mengenali tantangan dalam penerapan jaringan komunikasi yang mendukung. Beberapa aplikasi yang dianalisis meliputi sistem manajemen lalu lintas, pemantauan kualitas udara, pengelolaan limbah, serta layanan publik berbasis teknologi. Informasi yang diperoleh digunakan untuk menentukan spesifikasi jaringan yang dibutuhkan, termasuk aspek bandwidth[44], latensi, dan keandalan koneksi.

2.2. Perencanaan Jaringan Mesh Nirkabel

Setelah kebutuhan aplikasi dianalisis, tahap berikutnya adalah merancang jaringan nirkabel berbasis mesh yang sesuai[45]. Desain jaringan ini meliputi:

- a. Penentuan lokasi dan jumlah node[46]: Jumlah dan posisi node ditetapkan berdasarkan penyebaran perangkat dan aplikasi yang ada di wilayah perkotaan.
- b. Pemilihan perangkat keras dan lunak[47]: Pemilihan perangkat seperti router, sensor, dan alat komunikasi lainnya dilakukan dengan mempertimbangkan kemampuan teknis dan dukungannya terhadap konektivitas dan skalabilitas jaringan.
- c. Pengelolaan bandwidth dan interferensi[48]: Setiap node dikonfigurasi agar alokasi bandwidth optimal dan gangguan sinyal dapat diminimalkan, sehingga kualitas jaringan tetap terjaga.

2.3. Simulasi dan Pemodelan Jaringan

Untuk menilai efektivitas rancangan jaringan, dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak seperti NS3 atau OPNET. Tujuan simulasi ini adalah untuk memodelkan performa jaringan dalam berbagai kondisi nyata, seperti kepadatan perangkat, fluktuasi trafik data, serta gangguan lingkungan[49]. Parameter yang dianalisis meliputi:

- a. Throughput: Laju transfer data antar node.
- b. Latensi: Waktu tempuh data dari satu titik ke titik lain.
- c. Packet loss: Proporsi data yang hilang saat transmisi.
- d. Cakupan jaringan: Luas area yang dapat dijangkau oleh jaringan mesh.

2.4. Evaluasi Kinerja Jaringan

Hasil dari simulasi dianalisis untuk mengevaluasi performa jaringan berdasarkan konfigurasi yang diuji. Analisis ini mencakup perbandingan antar skenario serta identifikasi kelebihan dan kekurangannya. Fokus utama adalah memastikan jaringan yang dirancang dapat memenuhi kebutuhan aplikasi Smart City dalam hal kestabilan koneksi[50][51], kecepatan, dan kemampuan untuk berkembang.

2.5. Validasi Melalui Studi Kasus

Desain jaringan kemudian diuji melalui studi kasus pada wilayah tertentu yang merepresentasikan lingkungan Smart City[52]. Pengujian ini bertujuan untuk menilai performa jaringan dalam kondisi nyata dan mendeteksi potensi kendala yang mungkin tidak muncul selama simulasi. Analisis dari studi ini diharapkan dapat menambah pemahaman dan memberikan wawasan praktis mengenai efektivitas jaringan mesh dalam mendukung aplikasi kota cerdas[53].

2.6. Analisa Hasil dan Optimalisasi Desain

Berdasarkan data yang diperoleh dari simulasi dan studi kasus, dilakukan evaluasi terhadap kemampuan desain jaringan dalam memenuhi tuntutan aplikasi Smart City[54]. Jika diperlukan, dilakukan penyesuaian desain, seperti perubahan topologi[55], penambahan node, atau pengaturan ulang perangkat, guna meningkatkan performa jaringan dan mengatasi kendala yang ditemukan selama pengujian.

2.7. Kesimpulan dan Rekomendasi

Pada tahap akhir penelitian, dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil dari proses perancangan jaringan[56], simulasi, serta studi kasus yang telah dilaksanakan. Dari hasil tersebut, disusun rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut dalam penerapan jaringan mesh pada kota-kota yang mengadopsi konsep Smart City[57]. Rekomendasi ini ditujukan untuk mendukung keberhasilan integrasi teknologi jaringan dalam lingkungan perkotaan yang semakin kompleks.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan referensi yang bermanfaat bagi para perancang infrastruktur jaringan dalam membangun sistem komunikasi Smart City yang efektif dan berkelanjutan[58]. Melalui pendekatan metodologis yang telah diterapkan, diharapkan diperoleh desain jaringan mesh nirkabel yang mampu memenuhi kebutuhan teknis serta mengatasi tantangan nyata dalam pengelolaan kota pintar yang saling terhubung.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini difokuskan pada perancangan dan evaluasi performa jaringan nirkabel berbasis mesh sebagai fondasi infrastruktur komunikasi dalam mendukung aplikasi Smart City. Evaluasi dilakukan melalui simulasi dengan menggunakan beberapa node yang mewakili perangkat IoT dan sensor pintar yang ditempatkan di berbagai lokasi strategis di kota. Parameter performa yang dianalisis meliputi throughput, latensi, dan packet loss, yang semuanya krusial untuk layanan Smart City yang bersifat real-time dan bergantung pada data dalam jumlah besar.

3.1. Hasil dari simulasi Jaringan Mesh

Simulasi dilakukan dalam lima skenario berbeda, yaitu dengan jumlah node yang disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perbandingan Algoritma A dan Algoritma B

Jumlah Node	Throughput (Mbps)	Latensi (ms)	Packet Loss (%)
20	15	45	4.2
40	28	42	3.8
60	39	40	3.5
80	47	38	3.1
100	52	36	2.9

3.2. Pembahasan

a. Throughput

Throughput mengacu pada jumlah data yang berhasil ditransmisikan dalam jangka waktu tertentu. Berdasarkan hasil simulasi, throughput mengalami peningkatan signifikan dari 15 Mbps saat jumlah node sebanyak 20, menjadi 52 Mbps pada saat jumlah node mencapai 100. Peningkatan ini mencerminkan bahwa penambahan jumlah node dalam jaringan mesh turut memperluas jalur komunikasi yang tersedia, sehingga meningkatkan kapasitas total dalam mentransfer data. Performa throughput yang tinggi sangat berperan penting dalam implementasi Smart City, di mana perangkat seperti CCTV, sensor lalu lintas, serta alat pemantau lingkungan, membutuhkan pengiriman data yang konstan ke pusat kontrol. Dengan throughput yang optimal, data dari seluruh penjuru kota dapat dikirimkan tanpa hambatan atau kemacetan jalur komunikasi.

b. Latensi

Latensi merupakan waktu yang dibutuhkan oleh paket data untuk sampai ke tujuan. Dalam hasil simulasi, nilai latensi mengalami penurunan dari 45 ms pada konfigurasi 20 node, menjadi 36 ms pada 100 node. Penurunan ini mengindikasikan bahwa jaringan mesh menjadi lebih efisien dalam menentukan rute komunikasi ketika jumlah node meningkat, yang berujung pada proses pengiriman data yang lebih cepat. Latensi yang rendah sangat penting bagi layanan seperti sistem peringatan dini bencana, pengaturan otomatis lampu lalu lintas, serta komunikasi antar kendaraan (V2V), karena ketiganya membutuhkan respon cepat dan komunikasi yang berlangsung secara real-time. Nilai latensi di bawah 50 ms dinilai ideal untuk sebagian besar aplikasi Smart City berbasis sensor.

c. Packet Loss

Packet loss merupakan indikator dari kualitas koneksi jaringan, di mana sejumlah paket data tidak sampai ke penerima, sehingga mengganggu keandalan dan stabilitas komunikasi. Dari hasil simulasi, tingkat kehilangan data ini turun dari 4,2% saat jumlah node 20, menjadi 2,9% saat jumlah node 100. Penurunan ini disebabkan oleh struktur topologi mesh yang memungkinkan banyak rute alternatif untuk pengiriman data, sehingga jika ada gangguan pada satu jalur, data bisa dialihkan ke jalur lain tanpa mengalami kehilangan. Rendahnya tingkat packet loss sangat mendukung aplikasi-aplikasi penting seperti pemantauan kesehatan infrastruktur (misalnya jembatan, jalan raya, dan bangunan), yang membutuhkan data akurat.

Kehilangan data, meskipun sedikit, bisa berisiko menimbulkan keputusan yang salah dan berdampak besar pada keselamatan.

3.3. Implementasi terhadap Aplikasi Smart City

Desain jaringan mesh yang digunakan dalam penelitian ini membuktikan kemampuannya dalam memenuhi berbagai kebutuhan layanan dalam konsep Smart City. Adapun beberapa contoh penggunaannya meliputi:

- a. Sistem pemantauan lalu lintas: jaringan mesh dapat menunjang konektivitas antara sensor kendaraan dan kamera pengawas yang tersebar di sepanjang jalan. Data dari perangkat tersebut dapat dikirimkan dengan cepat ke pusat kontrol lalu lintas. Dengan latensi yang rendah serta throughput tinggi, memungkinkan analisis lalu lintas secara waktu nyata untuk mengelola lampu lalu lintas dan memberikan peringatan dini kepada pengguna jalan.
- b. Pemantauan kualitas udara dan cuaca: jaringan mesh memungkinkan koneksi antara berbagai sensor pemantau udara dalam satu sistem pusat. Informasi seperti tingkat polusi, suhu, dan kelembapan bisa diperoleh secara real-time dan ditampilkan dalam dashboard publik untuk mendukung transparansi dan pengambilan keputusan oleh pemerintah kota.
- c. Pengelolaan sampah pintar: tempat sampah yang dilengkapi dengan sensor ultrasonik dapat secara berkala mengirimkan data kapasitas melalui jaringan mesh. Hal ini mempermudah petugas dalam merencanakan rute pengambilan yang lebih efisien dan menghindari pemborosan sumber daya.

3.4. Keunggulan dan Tantangan Jaringan Mesh

a. Keunggulan

- 1) Skabilitas tinggi : Penambahan node baru tidak mengganggu system jaringan yang sudah berjalan.
- 2) Toleransi terhadap gangguan: jika satu jalur terganggu, node dapat mencari jalur komunikasi alternatif.
- 3) Efisiensi energi: beban komunikasi bisa didistribusikan antar node.

b. Tantangan

- 1) Interferensi frekuensi: jumlah node yang tinggi dapat memicu gangguan sinyal, khususnya di wilayah padat.
- 2) Manajemen konfigurasi: kompleksitas jaringan yang semakin besar menyulitkan pengelolaan dan pemeliharaan.
- 3) Keamanan: banyaknya jalur komunikasi dapat menimbulkan celah bagi serangan siber apabila tidak dikelola dengan baik.

4. Kesimpulan

Pelitian ini berhasil merancang jaringan nirkabel berbasis topologi mesh sebagai solusi komunikasi dalam implementasi Smart City. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan jumlah node dapat meningkatkan throughput hingga 52 Mbps, serta menurunkan latensi dan packet loss. Keunggulan topologi mesh dalam hal skalabilitas, fleksibilitas, dan toleransi terhadap gangguan menjadikannya cocok untuk menunjang kebutuhan komunikasi data real-time yang stabil, seperti pemantauan lalu lintas, pengelolaan limbah, dan integrasi perangkat IoT.

Daftar Pustaka

- [1] R. V. Kolhe, P. William, P. M. Yawalkar, D. N. Paithankar, and A. R. Pabale, "Smart city implementation based on Internet of Things integrated with optimization technology," 2023, *Elsevier*. doi: 10.1016/j.measen.2023.100789.
- [2] C. Diao, D. Zhang, W. Liang, K. C. Li, Y. Hong, and J. L. Gaudiot, "A Novel Spatial-Temporal Multi-Scale Alignment Graph Neural Network Security Model for Vehicles Prediction," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 24, no. 1, pp. 904–914, 2023, doi: 10.1109/TITS.2022.3140229.
- [3] F. P. E. Putra, D. A. M. Putra, A. Firdaus, and A. Hamzah, "Analisis Kecepatan Dan Kinerja Jaringan 5G (generasi ke 5) Pada Wilayah Perkotaan," *INFORMATICS Educ. Prof. J. Informatics*, vol. 8, no. 1, p. 47, 2023, doi: 10.51211/itbi.v8i1.2439.

- [4] Z. Jan *et al.*, “Artificial intelligence for industry 4.0: Systematic review of applications, challenges, and opportunities,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 216, 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2022.119456.
- [5] Shruti, S. Rani, and G. Srivastava, “Secure hierarchical fog computing-based architecture for industry 5.0 using an attribute-based encryption scheme,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 235, 2024, doi: 10.1016/j.eswa.2023.121180.
- [6] A. Baidawi, “JARINGAN SENSOR NIRKABEL DAN IoT UNTUK KOTA PINTAR PAMEKASAN,” *J. Sist. Inf. Kaputama*, vol. 7, no. 2, pp. 104–110, 2023, doi: 10.59697/jsik.v7i2.108.
- [7] F. Antaki, S. Touma, D. Milad, J. El-Khoury, and R. Duval, “Evaluating the Performance of ChatGPT in Ophthalmology: An Analysis of Its Successes and Shortcomings,” *Ophthalmol. Sci.*, vol. 3, no. 4, 2023, doi: 10.1016/j.xops.2023.100324.
- [8] F. P. Eka Putra, M. N. Arifin, K. Zulfana Imam, E. Saputra, and Sofiyullah, “Pengembangan Sistem Informasi Laboratorium Terintegrasi Sistem Akademik Menggunakan Agile Scrum,” *J. Inf. dan Teknol.*, pp. 109–119, 2023, doi: 10.37034/jidt.v5i2.367.
- [9] F. P. Eka Putra, F. Muslim, N. Hasanah, Holipah, R. Paradina, and R. Alim, “Analisis Komparasi Protokol Websocket dan MQTT Dalam Proses Push Notification,” *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, pp. 63–72, 2024, doi: 10.60083/jsisfotek.v5i4.325.
- [10] G. Rahmanifar, M. Mohammadi, A. Sherafat, M. Hajiaghahi-Keshteli, G. Fusco, and C. Colombaroni, “Heuristic approaches to address vehicle routing problem in the Iot-based waste management system,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 220, 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2023.119708.
- [11] P. Mishra and G. Singh, “Internet of Medical Things Healthcare for Sustainable Smart Cities: Current Status and Future Prospects,” *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 15, 2023, doi: 10.3390/app13158869.
- [12] W. Yang *et al.*, “Semantic Communications for Future Internet: Fundamentals, Applications, and Challenges,” *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 25, no. 1, pp. 213–250, 2023, doi: 10.1109/COMST.2022.3223224.
- [13] A. Beniwal, P. Ganguly, A. K. Aliyana, G. Khandelwal, and R. Dahiya, “Screen-printed graphene-carbon ink based disposable humidity sensor with wireless communication,” *Sensors Actuators B Chem.*, vol. 374, 2023, doi: 10.1016/j.snb.2022.132731.
- [14] M. M. Filda Agmelia, S.Kom, M. E. Noorhasanah, S.Si, M. K. Wildan Mualim, and M. P. Halimatus Mukminna, S.Pd, *Buku Ajar Pengantar Teknologi Informasi*. books.google.com, 2024. [Online]. Available: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=foRQEQAQAQBAJ&oi=fnd&pg=PA25&dq=perancangan+jaringan+mesh+smartcity+nirkabel&ots=LM4jOPHL9e&sig=VfhGvHfNfX-RaInJyZiqGFwu3cw>
- [15] B. N. K. Reddy, M. Z. U. Rahman, and A. Lay-Ekuakille, “Enhancing Reliability and Energy Efficiency in Many-Core Processors Through Fault-Tolerant Network-On-Chip,” *IEEE Trans. Netw. Serv. Manag.*, vol. 21, no. 5, pp. 5049–5062, 2024, doi: 10.1109/TNSM.2024.3394886.
- [16] S. Megawati, S. IP, S. M. M. Alfarizi, G. W. Pradana, and ..., *ECO-TECH GOVERNMENT DAN AKSI SDGs LOKAL PENCAPAIAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN PERKOTAAN*. books.google.com, 2024. [Online]. Available: https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=0nwvEQAQAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=perancangan+jaringan+mesh+smartcity+nirkabel&ots=ySV7bYR1d_&sig=ICWba0zYsrSpT8jJ8QxISRtO2_c
- [17] R. Safitri and M. Anas, “Pengembangan Infrastruktur Iot Berbasis Wireless Sensor Network,” *Resist. J. Pendidik. Vokasional ...*, 2024, [Online]. Available: <https://resistor.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/26>
- [18] N. Noprianto, R. F. Pratama, H. E. Dien, and ..., “Pengembangan Mesh Network Sebagai Ekspansi Protokol LoRaWAN di Politeknik Negeri Malang,” *JTIM J. ...*, 2024, [Online]. Available: <http://journal.sekawan-org.id/index.php/jtim/article/view/594>
- [19] F. W. Christanto and D. S. Aji, “Analisa dan Perbandingan QoS Jaringan Internet dengan Metode PPPoE, PPTP, dan L2TP pada Implementasi Hotspot RT/RW Net,” *MULTINETICS*, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.pnj.ac.id/index.php/multinetics/article/view/6261>
- [20] T. Suratno, R. Selviana, S. Sulistyowati, B. P. P. Putra, and ..., *Buku Ajar Pengantar Teknologi Informasi*. books.google.com, 2025. [Online]. Available: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=foRQEQAQAQBAJ&oi=fnd&pg=PA25&dq=perancangan+jaringan+mesh+smartcity+nirkabel&ots=LM4jOPHL9e&sig=VfhGvHfNfX-RaInJyZiqGFwu3cw>

- martcity+nirkabel&ots=LM4jOPHL9e&sig=VfhGvHfNfX-RaInJyZiqGFwu3cw
- [21] F. P. Eka Putra, A. Baidawi, A. A. Mubarak, and Frediyanto, “Merancang Jaringan Sensor Nirkabel dan IoT untuk Kota Pintar Pamekasan,” *J. Inf. dan Teknol.*, vol. 5, no. 2, pp. 138–145, 2023, doi: 10.37034/jidt.v5i2.331.
- [22] M. Kadir, *Implementasi Sistem Relai Telemetri Kontrol dan Perintah pada Multi-drone*. repositori.polman-bandung.ac.id, 2024. [Online]. Available: <https://repositori.polman-bandung.ac.id/id/eprint/69/>
- [23] N. F. N. Fahriani, *DARI KABEL KE NIRKABEL:(EVOLUSI DAN INOVASI JARINGAN MODERN)*. repository.um-surabaya.ac.id, 2024. [Online]. Available: <https://repository.um-surabaya.ac.id/9788/>
- [24] L. Prananingrum, S. R. Wahab, B. F. Supriyanto, J. Jarudin, and ..., *Pengantar Teknologi Informasi dan Komunikasi*. books.google.com, 2025. [Online]. Available: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=L2ZVEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=perancangan+jaringan+mesh+smartcity+nirkabel&ots=MoIQi6PuIB&sig=MLYmzqWktifaxhX5w-l1FWIoegc>
- [25] I. Albanna, “Implementasi NRF24L01 sebagai Perantara Komunikasi Protokol ShockBurst dan TCP-IP dalam Transmisi Basis Data IoT,” *Semin. Nas. Tek. Elektro ...*, 2024, [Online]. Available: <https://prosiding.semastek.fortei.id/index.php/journal/article/view/78>
- [26] M. B. Yel, D. I. Mulyana, and ..., “Optimalisasi Keamanan Firewall Pada Infrastruktur Jaringan Smk Idn Bogor,” ... *Mandalika ISSN 2721 ...*, 2023, [Online]. Available: <https://www.ojs.cahayamandalika.com/index.php/JCM/article/view/1393>
- [27] M. Kusuma, D. Hariyadi, H. Kurniawan, and ..., “Pengujian sistem keamanan wireless router pada ekosistem rumah cerdas berbasis NIST sp800-115,” ... *Comput. Sci. ...*, 2023, [Online]. Available: <https://ejurnal.umri.ac.id/index.php/coscitech/article/view/6315>
- [28] N. S. Brügge *et al.*, “Automated Motor Tic Detection: A Machine Learning Approach,” *Mov. Disord.*, vol. 38, no. 7, pp. 1327–1335, 2023, doi: 10.1002/mds.29439.
- [29] D. DEPAN, “INTERNET OF THINGS (IOT): INOVASI, IMPLEMENTASI.” [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Mur-Salim/publication/385106083_Mursalim_E-Book_Internet_of_Things_IoT/links/679b07174c479b26c9c1dfb9/Mursalim-E-Book-Internet-of-Things-IoT.pdf
- [30] B. Materi, “BAB VII Multiplexing,” *Jar. dan Komun. Data*, 2024, [Online]. Available: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=7f4xEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA86&dq=perancangan+jaringan+mesh+smartcity+nirkabel&ots=HyUnTMVLK-&sig=WwHJSsj70nPargmXa7xfqh-0wNI>
- [31] H. Aspriyono and A. Susanto, *Jaringan komputer dan perkembangannya*. books.google.com, 2024. [Online]. Available: https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=WMkWEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=jaringan&ots=AV0QV1d_AB&sig=jR9JUto2AVBdthUPdOpquMSraqk
- [32] M. F. Hidayatulloh, I. H. Santi, and F. Febrinita, “IMPLEMENTASI JARINGAN HOTSPOT DENGAN SISTEM VOUCHER MENGGUNAKAN MIKROTIK DI JARINGAN RT/RW NET,” *JATI (Jurnal Mhs. ...)*, 2023, [Online]. Available: <https://www.ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/view/7808>
- [33] M. I. Manalu and F. P. Hutabarat, “Pendeteksian Anomali Trafik Jaringan Menggunakan Metode Decision Tree,” *J. Metrokom Media Tek. ...*, vol. 01, no. 01, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.ypayb.or.id/index.php/metrokom/index>
- [34] H. HASFANI and U. RISTIAN, “Infrastruktur Jaringan Komunikasi pada Smart-Green House Tanaman Anggur berbasis Edge Computing,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 12, no. 2, p. 484, 2024, doi: 10.26760/elkomika.v12i2.484.
- [35] R. Muhendra and S. Solihin, “MITIGASI PENGURANGAN RISIKO BENCANA BANJIR DI DESA CIPAYUNG KEC. MEGAMENDUNG. KAB. BOGOR MENGGUNAKAN TEKNOLOGI INTERNET OF ...,” *J. Pengabd. Masy. Tek.*, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/JPMT/article/view/13912>
- [36] Q. Aini, T. A. Handayani, and M. Mansur, “Pengawasan Terhadap Penyedia Jasa Telekomunikasi Wi-Fi Tanpa Izin Dalam Infrastruktur Pada Dpmpstsp Bojonegoro,” *PESHUM J. Pendidik. ...*, 2025, [Online]. Available:

- <http://ulilalbabinstitute.id/index.php/PESHUM/article/view/7377>
- [37] S. T. R. Alfita, C. R. A. MT, R. V Nahari, Z. Munawar, M. Kom, and ..., *DASAR TEKNOLOGI INFORMASI*. books.google.com, 2024. [Online]. Available: https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=Qf0dEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA131&dq=perancangan+jaringan+mesh+smartcity+nirkabel&ots=YZel5hVkQ_&sig=aF-do5tJjooKJL-pKsKXR23ODSU
- [38] V. Sihombing, A. S. Sitio, and F. A. Sianturi, “Mengoptimalkan Alokasi Sumber Daya di Lingkungan Cloud Computing Menggunakan Teknik Reinforcement Learning,” *Dike*, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.cvrobema.com/index.php/dike/article/view/103>
- [39] A. K. dan T. C. Triwahyuni, *Dasar Teknologi Informasi*. books.google.com, 2013. [Online]. Available: https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=Qf0dEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA131&dq=perancangan+jaringan+mesh+smartcity+nirkabel&ots=YZel5hVkQ_&sig=aF-do5tJjooKJL-pKsKXR23ODSU
- [40] Y. Ardiansyah, U. Y. Kurnia Septo Hediyanto, and M. T. Kurniawan, “Analisis Dan Optimasi Teknologi Jaringan Wireless Pada Ruangan Proses Manufaktur Di Gedung Mangudu Universitas Telkom Dengan Menggunakan Wireless Site Survey,” 2024, ... *.telkomuniversity.ac.id*. doi: 10.29100/jipi.v9i2.4483.
- [41] A. A. Santoso, F. A. Wara, and I. D. Reja, “Analisa Jaringan Komputer Pada Studio Foto Varia Indah Menggunakan Metode Quality of Services (QOS),” *Increate-Inovasi dan Kreasi dalam ...*, 2023, [Online]. Available: <https://nusanipa.ac.id/increate/index.php/increate/article/view/50>
- [42] F. Manoppo *et al.*, “Desain Sistem Kendali Listrik Jarak Jauh Berbasis Internet of Things,” *J. Tek. Inform.*, vol. 18, no. 4, pp. 165–172, 2023, doi: 10.35793/jti.v18i4.48114.
- [43] H. B. Mahajan *et al.*, “Integration of Healthcare 4.0 and blockchain into secure cloud-based electronic health records systems,” *Appl. Nanosci.*, vol. 13, no. 3, pp. 2329–2342, 2023, doi: 10.1007/s13204-021-02164-0.
- [44] E. A. Sugandi, D. Juardi, and A. A. Ridha, “Implementasi Metode Hierarchical Token Bucket (Htb) Dalam Manajemen Bandwith Jaringan Internet,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. ...)*, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/view/7194>
- [45] H. Maulana, *Wireless Eco-Sense: Merancang Sistem Pemantauan Lingkungan Terpadu Untuk Masa Depan Yang Berkelanjutan*. sipora.polije.ac.id, 2024. [Online]. Available: <https://sipora.polije.ac.id/id/eprint/36796>
- [46] A. W. Pandoju, “... DATA MENGGUNAKAN PROTOKOL RF24NETWORK PADA SISTEM PEMANTAUAN KONDISI RUANGAN BERBASIS JARINGAN SENSOR NIRKABEL,” *J. Teknovasi*, 2023, [Online]. Available: <https://teknovasi.plm.ac.id/index.php/Journalteknovasi/article/view/75>
- [47] A. R. Hakim, *Analisis Robustness dan Resilience Enterprise Network dengan Edge Sensors*. dspace.uui.ac.id, 2024. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/54079>
- [48] V. A. Islamianda, D. Dinata, and M. T. Sumadi, “Penerapan Metode Quality of Service (Qos) Untuk Mengukur Kinerja Jaringan Nirkabel Pada Tvri Kalimantan Timur Implementation of the Quality of Service (Qos) Method To Measure Wireless Network Performance on Tvri East Kalimantan,” *Pengabd. Kpd. Masyarakat*, vol. 1, no. 6, pp. 1722–1736, 2023, [Online]. Available: <https://gembirapkm.my.id/index.php/jurnal/article/view/323>
- [49] I. K. Utama, L. Meylani, and ..., “Algoritma Alokasi Sumber Daya Radio pada Sistem Komunikasi Nirkabel menggunakan Genetika dan Metode Clustering,” *eProceedings ...*, 2024, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/24623>
- [50] I. Fernando, “Simulasi Distributed Binary Power Allocation Pada Sistem Radio Kognitif,” *J. Ilm. Sains dan Teknol.*, 2023, [Online]. Available: <https://www.lppm-unbaja.ac.id/ejournal/index.php/saintek/article/view/2709>
- [51] T. W. Sanchez, H. Shumway, T. Gordner, and T. Lim, “The prospects of artificial intelligence in urban planning,” *Int. J. Urban Sci.*, vol. 27, no. 2, pp. 179–194, 2023, doi: 10.1080/12265934.2022.2102538.
- [52] M. A. Halimi, T. Khan, Nasimuddin, A. A. Kishk, and Y. M. M. Antar, “Rectifier Circuits for RF Energy Harvesting and Wireless

- Power Transfer Applications: A Comprehensive Review Based on Operating Conditions,” *IEEE Microw. Mag.*, vol. 24, no. 1, pp. 46–61, 2023, doi: 10.1109/MMM.2022.3211594.
- [53] Z. Chen and J. Cheng, “Economic Impact of Smart City Investment: Evidence from the Smart Columbus Projects,” *J. Plan. Educ. Res.*, vol. 44, no. 3, pp. 1881–1897, 2024, doi: 10.1177/0739456X221129173.
- [54] J. Lin, X. Chen, and G. Yan, “How smart city construction affects digital inclusive finance in China: from the perspective of the relationship between government and large private capital,” 2023, *mdpi.com*. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/11/9035>
- [55] H. HASFANI and U. RISTIAN, “Infrastruktur Jaringan Komunikasi pada Smart-Green House Tanaman Anggur berbasis Edge Computing,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi ...*, 2024, [Online]. Available: <https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/elkomika/article/view/10988>
- [56] R. Afrial, *RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KONTROL DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS (IOT)* repository.upiypk.ac.id, 2024. [Online]. Available: <http://repository.upiypk.ac.id/id/eprint/12701>
- [57] H. Ai, Z. Zhou, and Y. Yan, “The impact of Smart city construction on labour spatial allocation: evidence from China,” *Appl. Econ.*, 2024, doi: 10.1080/00036846.2023.2186367.
- [58] X. Pan, D. Mavrokapnidis, H. T. Ly, N. Mohammadi, and ..., “Assessing and forecasting collective urban heat exposure with smart city digital twins,” 2024, *nature.com*. [Online]. Available: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-59228-8>