

JARINGAN SENSOR NIRKABEL BERBASIS IOT PADA APLIKASI MEDIS

**HARIANI MA'TANG PAKKA¹, MUHAMMAD ANAS MASA², ABDULLAH
BASALAMAH³,
ANDI SYARIFUDDIN⁴, SYAHRUL MUBARAK ABDULLAH⁵**

^{1,2,3,4}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia,

⁵Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muslim Indonesia

Email : ¹hariani.m@umi.ac.id, ²anas.masa@umi.ac.id

³abdullah.basalamah@umi.ac.id, ⁴asyarif@umi.ac.id

⁵syahrul.mubarak@umi.ac.id

ABSTRAK:

Peningkatan kualitas pelayanan di sektor kesehatan dan lingkungan dapat ditingkatkan dengan potensi keunggulan perangkat dan sensor berbasis aplikasi Internet of Things (IoT). Dalam konteks aplikasi medis, teknik pengoptimalan digunakan untuk meningkatkan konektivitas jaringan berbasis IoT dengan memanfaatkan jaringan sensor (WSN) dan sensor yang terhubung secara cerdas. Penelitian ini mengevaluasi dampak penambahan WLAN ke dalam WSN yang menggunakan sensor Zigbee IEEE802.15.4 dan bagaimana koeksistensi terjadi karena Wifi dan ZigBee beroperasi pada saluran yang sama. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan software Opnet 14.5 dalam beberapa skenario. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa koeksistensi Wi-Fi menurunkan kinerja jaringan ZigBee dalam hal throughput, delay, dan packet loss, seperti transfer file, penjelajahan web, dan akses database. Peningkatan jumlah PC dalam jaringan Wifi-ZigBee dengan pilihan topologi routing yang tepat dapat meningkatkan kinerja jaringan yang diusulkan.

Kata Kunci: IoT, OPNET, WSN, WiFi ZigBee.

I. PENDAHULUAN

Konsep Internet of Things (IoT) mengacu pada menghubungkan berbagai objek, baik fisik maupun virtual, melalui koneksi nirkabel atau kabel, sehingga memungkinkan objek tersebut berinteraksi satu sama lain dan dengan lingkungan sekitarnya. Salah satu aspek penting dalam implementasi IoT adalah memberikan alamat kepada objek-objek tersebut, memungkinkan akses dari jarak jauh dan dari lokasi mana pun. Jaringan Sensor Nirkabel (WSN) menjadi komponen integral dalam arsitektur IoT. Penerapan Internet of Things (IoT) dalam bidang medis merupakan area penelitian yang mendapatkan perhatian signifikan dalam beberapa

tahun terakhir. Optimalisasi digunakan untuk meningkatkan konektivitas jaringan berbasis IoT dengan memanfaatkan Jaringan Sensor Nirkabel (WSN) dan sensor cerdas terhubung (Kavitha et al., 2021). Pemantauan kesehatan yang berkelanjutan menjadi sangat penting dalam situasi medis yang serius, seperti pascaoperasi, kemoterapi, persalinan prematur, dan lain sebagainya. Sensor nirkabel dapat memfasilitasi keterhubungan pasien secara terus-menerus melalui teknologi jaringan nirkabel (Karvonen et al., n.d.). WSN meningkatkan sistem medis dan perawatan kesehatan dengan menyediakan aplikasi berharga, termasuk pemantauan pasien secara real-time, administrasi obat, bantuan diagnostik, pelacakan pasien di dalam rumah sakit, dan sebagainya.

Dokter dapat memperoleh manfaat dari pemantauan jarak terhadap status pasien, bahkan ketika mereka tidak berada di rumah sakit. WSN terdiri dari sensor berdaya rendah dengan daya prosesor dan sumber yang terbatas. Dalam penelitian ini, sensor ZigBee IEEE 802.15.4 digunakan untuk membentuk jaringan sensor nirkabel. ZigBee dianggap sebagai teknologi nirkabel yang optimal karena memiliki konsumsi daya rendah, kompleksitas rendah, kecepatan data yang rendah, dan arsitektur jaringan mesh berbiaya rendah yang mudah diimplementasikan dan dioperasikan (O'Mahony, 2021). Dengan karakteristik tersebut, ZigBee dianggap sebagai teknologi nirkabel yang optimal untuk keperluan memantau, mengumpulkan, dan menganalisis data (O'Mahony, 2021). Sensor-sensor ini terus memantau data fisiologis pasien dan mengirimkannya ke sistem informasi rumah sakit yang terletak di lokasi lain di dalam rumah sakit. Dengan menggunakan jaringan nirkabel rumah sakit, pasien yang tidak mengalami kondisi kritis dapat dipulangkan, dan parameter vital mereka dapat dipantau secara real-time dari rumah mereka (Karvonen et al., n.d.) (Hegde et al., 2023). Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dan mensimulasikan sistem Perawatan Kesehatan berbasis WSN menggunakan Opnet 14.5, di mana sensor diwakili oleh *ZigBee end device* yang mendeteksi dan mengirimkan data ke unit kontrol (*ZigBee Coordinator*). Ini memungkinkan pengguna mengakses status parameter yang relevan melalui

browser web kapan saja dan dari mana saja. Hal ini bertujuan untuk menciptakan aplikasi perawatan kesehatan yang lebih aman, responsif, dan tepat waktu.

Penelitian ini juga mengevaluasi dampak WiFi ketika ditambahkan ke dalam jaringan ZigBee untuk beberapa aplikasi seperti penjelajahan web, transfer file, dan akses data. Meskipun WiFi memiliki daya yang lebih besar daripada ZigBee dan beroperasi pada pita frekuensi yang sama, penelitian menunjukkan bahwa ketika WLAN dan WSN berbasis ZigBee beroperasi bersama-sama dalam jaringan yang sama, kinerja secara signifikan menurun.

II.METODE PENELITIAN

Simulasi

Versi Akademis 17.5 dari Riverbed Modeler adalah perangkat lunak simulasi GUI komersial yang digunakan untuk menyelidiki berbagai jaringan komunikasi. Ini merupakan versi akademis yang lebih baru dari OPNET Modeler (14.5) yang memungkinkan pengguna untuk menentukan topologi jaringan secara grafis. OPNET terdiri dari node (simpul) dan link (hubungan), di mana setiap node mencakup prosesor, penghasil lalu lintas, dan antrian. Model simulasi menggunakan analisis kinerja sistem dengan metode simulasi diskrit cepat (DES). Karena pemantauan memerlukan peralatan dunia nyata, seperti perangkat ZigBee yang tidak selalu tersedia, Riverbed Modeler (OPNET Modeler) digunakan untuk menyelidiki berbagai kasus yang melibatkan sensor umum dan pengaturan parameter pada pemantauan jaringan sensor dan aplikasinya (Anggraini, n.d.). Dalam makalah ini, dilakukan pengujian terkait koeksistensi Wifi dan ZigBee dalam skenario berbeda yang dimodelkan untuk merepresentasikan Jaringan Sensor Nirkabel (WSN) berbasis Internet of Things (IoT) di lingkungan rumah sakit. Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai parameter untuk mengevaluasi kinerja sistem ZigBee ketika beroperasi bersamaan dengan Wifi.

Langkah-langkah metodologi ini mencakup:

1. Sensor diwakili oleh end device ZigBee, yang berfungsi mendeteksi data pasien dan mengirimkannya ke pengontrol.

2. Pengontrol diwakili oleh ZigBee Coordinator yang bertugas sebagai pengontrol yang menerima data dari sensor.
3. Pengontrol mengirimkan data yang telah terdeteksi ke stasiun kerja WiFi (PC dan server) untuk dipantau melalui penjelajahan web dan aplikasi akses data.
4. Profil dan konfigurasi aplikasi diatur untuk aplikasi penjelajahan web, akses data, dan transfer file, sehingga setiap stasiun kerja dan server dikonfigurasi sesuai untuk masing-masing aplikasi.
5. Topologi Mesh, Star, dan Tree diterapkan pada ZigBee End device dan ZigBee Coordinator.

Skenario pemodelan simulasi adalah sebagai berikut:

A. ZigBee - jumlah perangkat akhir (end device):

Pada skenario ini, sejumlah perangkat akhir terhubung ke koordinator (jumlah sensor yang terhubung ke pengontrol di rumah sakit untuk pemantauan). Digunakan topologi routing mesh. Model ini dapat dilihat pada Gambar 3.

B. Satu PC - Satu server ZigBee:

Pada skenario ini, Wi-Fi (802.11g WLAN) ditambahkan dan direpresentasikan oleh stasiun kerja WLAN yang berfungsi sebagai titik akses dengan server nirkabel. Dalam model ini, dipilih aplikasi penjelajahan web, transfer file, dan akses basis data. Model ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah end device ZigBee yang terhubung ke pengontrol



Gambar 2. Satu PC satu server ZigBee.

C. Tiga PC_Satu Server_ZigBee:

Sejumlah workstation (PC) ditambahkan menjadi tiga sebagai langkah peningkatan kinerja jaringan setelah koeksistensi dengan WiFi dengan topologi routing yang sesuai, karena pemrosesan data dan lalu lintas data akan meningkat, yang dapat meningkatkan delay dan throughput. Model ini ditunjukkan dalam Gambar 3. Atribut node ZigBee dan WiFi ditampilkan dalam Tabel I:



Gambar 3. Tiga PC_Satu Server_ZigBee.

Tabel 1. Parameter Simulasi

Parameter	Jumlah dan jenis
Jumlah node Zigbee	17
Topologi Zigbee	Mesh, Star dan Tree
Stasiun Wireless	1 dan 3
Server	1
Transfer data Wifi	24 Mbps
Frekuensi Transmisi	2,4 GHz
Daya Transmisi	0,05 Watt
Kemampuan Penerimaan	Tak Berhingga
Mode Operasional	Berurutan
Waktu simulasi	18000 detik

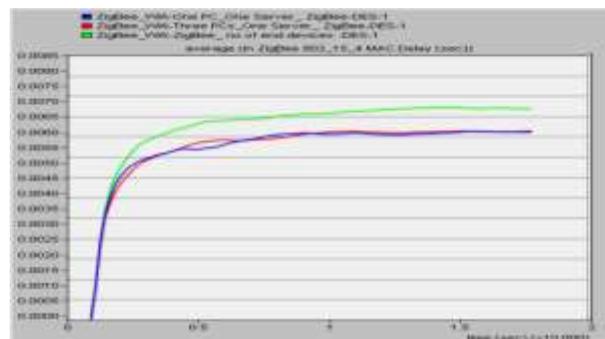
D. Satu PC_Satu Server_topologi routing ZigBee Mesh, star, dan tree

Dalam skenario sebelumnya, Routing Mesh diterapkan dalam jaringan ZigBee dengan dan tanpa WiFi. Dalam skenario ini, topologi routing Pohon (Tree) dan Bintang (Star) diterapkan dalam koeksistensi ZigBee-WiFi untuk membandingkan nilai delay dan throughput antara topologi routing.

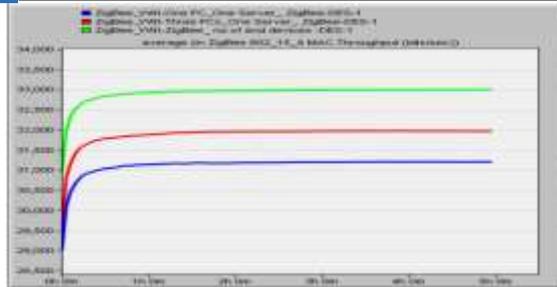
III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi dijalankan dengan mengumpulkan statistik untuk beberapa aplikasi tertentu, seperti penjelajahan web, transfer file, dan akses data, yang telah diimplementasikan dalam penelitian ini. Parameter utama yang dievaluasi dalam kinerja jaringan melibatkan delay, throughput, dan paket loss. Evaluasi parameter-parameter ini dilakukan dengan menggunakan satu workstation dan tiga workstation untuk memahami dampak interferensi WiFi terhadap kinerja node sensor ZigBee.

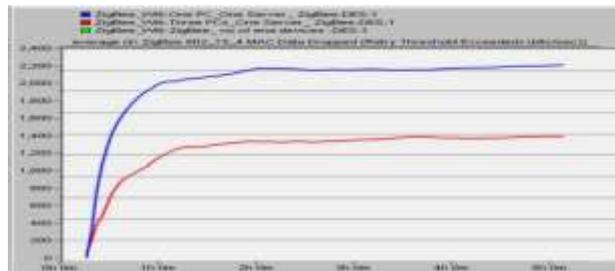
- Delay ditunjukkan pada Gambar 4.
- Throughput: jumlah bit yang ditransmisikan per detik, diukur dalam (Mbps) untuk tiga skenario ditunjukkan pada Gambar 5.
- Nilai rata rata packet loss yang diukur dalam bit per detik diambil untuk tiga skenario dan ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 4. Delay



Gambar 5. Throughput



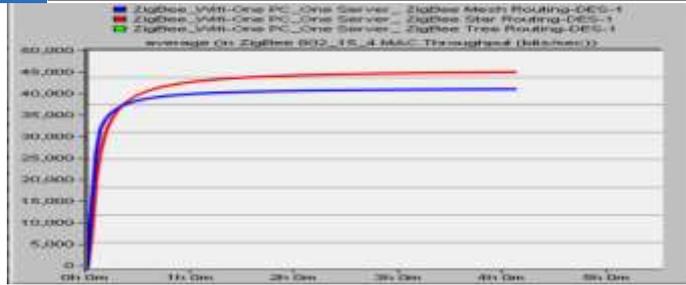
Gambar 6. Nilai rata rata Packet loss

Seperti yang terlihat, jaringan sensor ZigBee mencapai delay terkecil tanpa adanya WLAN. Delay ini meningkat ketika WLAN hadir, yang direpresentasikan oleh satu workstation dan satu server. Delay juga meningkat ketika jumlah workstation ditingkatkan menjadi tiga.

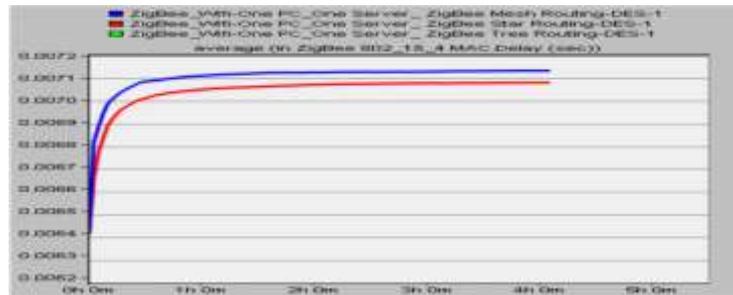
Seperti yang terlihat di atas, jelas bahwa penambahan WLAN pada node sensor ZigBee mengurangi throughput jaringan ZigBee. Throughput ini dapat ditingkatkan ketika jumlah workstation ditingkatkan menjadi tiga dan topologi routing yang sesuai dipilih. Jelas bahwa jumlah packet loss meningkat ketika jaringan WLAN ditambahkan ke jaringan sensor ZigBee di rumah sakit atau sistem perawatan kesehatan apa pun, dan dapat ditingkatkan dengan meningkatkan jumlah workstation menjadi tiga dan memilih topologi routing yang sesuai.

d) Throughput, delay, dan jumlah packet loss pada ZigBee

Koeksistensi WiFi untuk tiga topologi routing (Mesh, Star, dan Tree) ditunjukkan masing-masing pada Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9. Jelas bahwa topologi routing pohon (Tree) meningkatkan kinerja jaringan ZigBee-WiFi karena mencapai throughput terbesar dengan delay terendah, namun dengan biaya peningkatan jumlah packet loss.



Gambar 7. Throughput ZigBee – WiFi

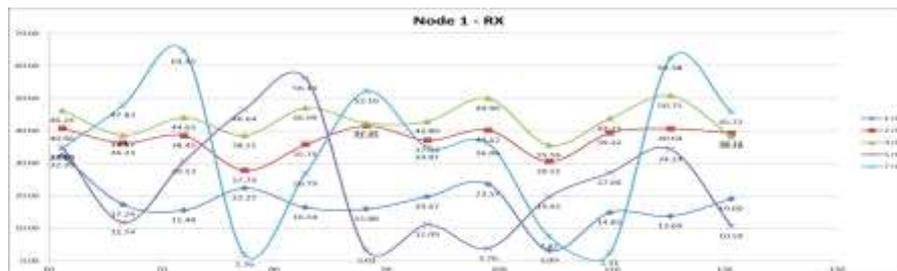


Gambar 8. Delay ZigBee – WiFi



Gambar 9. Packet loss ZigBee – WiFi

Graph dibawah ini menunjukkan perubahan jumlah throughput akibat interferensi Wifi dengan jaringan sensor ZigBee dari data untuk Node 1 dalam waktu 120 menit:



Gambar 10. Perubahan Jumlah Throughput

IV.KESIMPULAN

Penelitian ini menguji pengaruh WiFi ketika ditambahkan ke jaringan ZigBee untuk beberapa aplikasi seperti (penjelajahan web, transfer file, dan akses data). Opnet 14.5 digunakan sebagai alat simulasi, kemudian simulasi dijalankan dan hasilnya dikumpulkan. Pemilihan topologi routing memainkan peran penting untuk kinerja jaringan. Dalam hal delay dan throughput, Tree Routing Topologi adalah yang terbaik, sementara dalam hal packet loss, Topologi Star Routing adalah yang terbaik. Penelitian dan analisis lebih lanjut dengan memanfaatkan protokol Routing AD-Hoc dapat ditingkatkan di penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnawatri, K., & Zahra, A. A. (n.d.). Menggunakan network simulator .
- Anggraini, D. (n.d.). Analisis dan simulasi wireless sensor network (wsn) untuk komunikasi data menggunakan protokol zigbee analysis and simulation of wireless sensor network (wsn) for data communication using zigbee protocol.
- Carlos, E., Neto, P., Dadkhah, S., Sadeghi, S., Molyneaux, H., & Ghorbani, A. A. (2024). A review of Machine Learning (ML) -based IoT security in healthcare: A dataset perspective. *Computer Communications*, 213(November 2023), 61–77. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2023.11.002>
- Das, R., & Bera, J. N. (2024). Ad Hoc Networks Self-reconfigurable partial mesh using ZigBee control board towards fail-proof and reliable home area networking. *Ad Hoc Networks*, 152(March 2023), 103327. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2023.103327>
- Hegde, P., Kumar, P., & Maddikunta, R. (2023). International Journal of Cognitive Computing in Engineering Amalgamation of Blockchain with resource-constrained IoT devices for healthcare applications – State of art , challenges and future directions. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, 4(April), 220–239. <https://doi.org/10.1016/j.ijcce.2023.06.002>
- Huynh, D., & Chen, M. (2016). An Energy Efficiency Solution for WBAN in Healthcare Monitoring System. 2016 3rd International Conference on Systems and Informatics (ICSAI), Icsai, 685–690. <https://doi.org/10.1109/ICSAI.2016.7811040>
- Istiana, W., & Cahyono, R. P. (2022). Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Berbasis IoT. 2(6), 1–14.
- Karvonen, H., Mikhaylov, K., Hämäläinen, M., Iinatti, J., & Pomalaza-ráez, C. (n.d.). Interference of Wireless Technologies on BLE Based WBANs in Hospital Scenarios. 1–6.
- Kavitha, B. C., Reddy, K. V., J, U. K., Sivakrishna, K., Sankaran, K. S., & Rani, G. V. (2021). IOT Based Remote Health Monitoring System. 2021 International Conference on Computational Performance Evaluation (ComPE), 209–212. <https://doi.org/10.1109/ComPE53109.2021.9751721>