

## SIMULASI DAN ANALISIS PERFORMANSI FORMASI TOPOLOGI WIRELESS SENSOR NETWORK BERDASARKAN STANDAR IEEE 802.15.4

Mohamad Akmal<sup>1</sup>, R. Rumani<sup>2</sup>, Iikmal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Jaringan Sensor Nirkabel (Wireless Sensor Network) merupakan jaringan nirkabel yang terdiri dari banyak sensor sumber (node) dengan kemampuan deteksi (sensing), komputasi dan kemampuan komunikasi secara nirkabel. Tiap sensor mengumpulkan data dari area yang dimonitor yang bisa berupa data temperatur, suara, getaran, tekanan, dan gerak. Data ini kemudian dikirimkan kembali ke base station (BS). Data dikirimkan dari node ke node menuju base station.

Dalam tugas akhir ini penulis menganalisis struktur topologi yang dibentuk melalui prosedur standart IEEE 802.15.4 dan menganalisis kinerja IEEE 802.15.4 dalam lingkungan simulasi heterogen. Simulasi di NS2 dilakukan untuk tiga jenis topologi jaringan dengan kepadatan jaringan yang berbeda. Untuk mencakup semua skenario, penulis menggunakan skenario topologi scatternet, piconet dan tree topologi beacon enabled dan memungkinkan eksperimen dilakukan pada jenis trafik yang berbeda.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa semakin besar nilai BO (Beacon Order) dan SO (Superframe Order) semakin lama jarak waktu pengiriman beacon packet, maka lebih lama pula waktu yg dibutuhkan untuk semua device node semakin lama untuk sinkronisasi dengan koordinatonya.

Kata Kunci : WSN (wireless sensor network), IEEE 802.15.4, Beacon Order, Superframe Order.

---

### Abstract

Wireless Sensor Networks (Wireless Sensor Network) is a wireless network consisting of the source of many sensors (nodes) with the ability of detection (sensing), computing capability and wireless communications. Each sensor collects data from the area that can be monitored temperature data, sound, vibration, pressure, and movement. This data is then sent back to the base station (BS). Data is transmitted from node to node to the base station.

In this Final Project, the authors analyze the topological structure is formed through the standard procedure for analyzing the performance of IEEE 802.15.4 and IEEE 802.15.4 in a heterogeneous simulation environment. Simulation in NS2 performed for three types of network topologies with different network density. To cover all the scenarios, the authors use a scenario scatternet topology, and tree topology piconet beacon-enabled and allows experiments performed on different traffic types.

From experiments know that the greater the value of BO (Beacon Order) and SO (Superframe Order), a longer transmission interval beacon packet, also the longer time required for all device nodes again to synchronize with the coordinator.

Keywords : WSN (wireless sensor network), IEEE 802.15.4, Beacon Order, Superframe Order.

---

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Dewasa ini kebutuhan untuk mengakses layanan telekomunikasi melalui media nirkabel (*wireless*) menunjukkan peningkatan yang signifikan, sehingga teknologi jaringannya pun berkembang dengan cepat. Beberapa kelebihan jaringan nirkabel adalah dalam hal fleksibilitas dan mobilitas, sehingga pengembangan jaringan menjadi lebih mudah dan murah dibandingkan dengan jaringan kabel (*fixed network*). Kemajuan dalam prosesor, memori dan teknologi radio akan memungkinkan node dengan ukuran kecil, murah dan mampu berkomunikasi nirkabel serta komputasi yang baik. Kebutuhan untuk mengakses layanan telekomunikasi melalui media nirkabel (*wireless*) menunjukkan peningkatan yang signifikan, sehingga teknologi jaringannya pun berkembang dengan cepat. Beberapa kelebihan jaringan nirkabel adalah dalam hal fleksibilitas dan mobilitas, sehingga pengembangan jaringan menjadi lebih mudah dan murah, untuk kemampuan sensing perangkat tersebut akan membuat distributed microsensing di mana kumpulan node koordinat dapat mencapai skala tugas yang lebih besar.

Dalam tugas akhir ini, penulis mengevaluasi kinerja WSN standart IEEE 802.15.4 dengan menggunakan topologi yang berbeda-beda. Dengan adanya proses pemilihan sebuah *base station* (*PAN Coordinator*), maka fleksibilitas jaringan menjadi terbatas dan mempengaruhi performansi node di dalam jaringan.

### 1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan, dapat ditarik beberapa rumusan permasalahan. Rumusan masalah meliputi:

1. Bagaimana struktur topologi yang dibentuk melalui prosedur standart algoritma slotted CSMA/CA IEEE 802.15.4, bagaimana struktur tersebut mempengaruhi kinerja jaringan..
2. Pembangunan simulasi Network Simulator NS-2.
3. Analisa kinerja protokol dengan mengamati parameter *delay, throughput, packet loss*.

### 1.3 TUJUAN

Adapun tujuan yang hendak diperoleh daam melakukan analisa simulasi ini, yaitu sebagai berikut :

1. Mengetahui cara kerja jaringan WSN
2. Bagaimana parameter Beacon Order dan Superframe Order berpengaruh kepada performansi.
3. Mengetahui manfaat penggunaan masing-masing topologi.
4. Mengetahui delay, throughput dan packetloss formasi topologi untuk masing-masing kondisi jaringan

### 1.4 BATASAN MASALAH

Pada penelitian untuk Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan masalah yang perlu diketahui,seperti:

1. Routing protocols - routing antara pengirim dan tujuan menggunakan standart IEEE 802.15.4 AODV
2. Kondisi jaringan pada saat trafik adalah normal.
3. Menggunakan Slotted CSMA/CA .
4. Tidak ada power control
5. Tidak membahas tentang keamanan jaringan
6. Kondisi jaringan yang idea, dimana tidak adanya hidden node

7. Topologi jaringan yang akan digunakan adalah *topologi scattering (random)*, *piconet (star)*, *tree*.

## 1.5 METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan dalam penyelesaian tugas akhir ini, tahapan itu sebagai berikut:

### 1. Studi literature

Studi pustaka dilakukan dengan membaca dan mempelajari berbagai sumber referensi baik itu berupa artikel, standarisasi, buku, dan jurnal yang berhubungan dengan WSN.

### 2. Perumusan masalah

Dengan cara menganalisa semua permasalahan yang ada berdasarkan sumber yang ada dan berdasarkan pengamatan terhadap masalah tersebut.

### 3. Desain dan simulasi

Pembuatan model simulasi jaringan dan pembuatan model simulasi dilakukan dengan bantuan software simulator *NS-2 Simulator 2.33*.

### 4. Validasi model

Sebelum dilakukan pengujian pada system maka perlu dilakukan validasi terhadap model system yang akan digunakan dalam simulasi. Sehingga model sistem serta software yang telah dibuat sesuai dengan yang diinginkan.

### 5. Analisa performansi

Pada bagian ini akan dilakukan analisa dari hasil simulasi berupa delay, throughput, PDR dari topologi yang dirancang.

### 6. Penarikan kesimpulan

Setelah menganalisa data-data yang diperoleh, maka akan dilakukan penarikan kesimpulan dari simulasi yang telah dilakukan.

## 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika yang digunakan pada penulisan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab yang meliputi :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, dan metodologi pemecahan masalah, serta sistematika pembahasan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Secara umum bab ini membahas mengenai Dalam bab ini dibahas mengenai standar IEEE 802.15.4 yang mendefinisikan *physical layer* dan *MAC sublayer* untuk jaringan LR-WPAN (low rate wireless personal access network)

### **BAB III DESAIN SIMULASI**

Pada bab ini akan menjelaskan model simulasi, asumsi dasar simulasi dan parameter-parameter yang dibutuhkan.

### **BAB IV ANALISA DATA**

Dalam bab ini dibahas mengenai hasil simulasi dengan menggunakan network simulator dan evaluasi performansi topologi WSN yang bekerja diatas standar IEEE 802.15.4 . Parameter yang diukur antara lain *throughput*, *delay*, *packet loss*, *PDR*..

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Memuat kesimpulan yang bisa ditarik dari tugas akhir ini,serta menyusun saran-saran untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Kinerja jaringan WSN sesuai standar IEEE 802.15.4 yang dipengaruhi oleh perubahan nilai BO dan SO, serta penambahan jumlah node device, sehingga dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada topologi scatternet peningkatan *delay* jika node ditambah, dan *throughput* akan semakin meningkat jika adanya penambahan node. Oleh karena itu WPAN sangat cocok untuk network skala besar.
2. Nilai BO yang masih efektif dalam hal melayani suatu *node device* pada interval 0 – 9 untuk simulasi 100 detik yang diamati, baik terhadap aplikasi cbr maupun poisson untuk konfigurasi *beacon-enabled* yang menggunakan topologi single-hop star
3. Data simulasi diperoleh dari WPAN *tree* topologi dengan beacon enable mode. Jumlah paket dropped sangat tinggi dalam semua kedua kasus. Hal ini disebabkan perangkat *beacon* di device menunggu *beacon* di koordinator untuk ditransmisi secara periodik.
4. Semakin besar nilai BO maka jarak waktu pengiriman paket beacon lebih lama, waktu yg dibutuhkan untuk semua *device node* semakin lama untuk sinkronisasi dengan coordinator node
5. Penundaan dalam topologi *tree* lebih besar daripada *star*. Sebagai contoh saat BO=SO=5 delay yang terjadi untuk topologi *tree* adalah 25.5767 ms sedang pada topologi *star* tercatat delay 4.53703 ms.
6. Dari konfigurasi yang dilakukan tipe trafik cbr menghasilkan *throughput* lebih besar dari pada aplikasi tipe trafik poisson.

## 5.2 Saran

Dari kesimpulan yang diperoleh, berikut ini saran-saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut:

1. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggunakan jenis trafik yang lebih besar seperti trafik video dengan algoritma kompresi tertentu sehingga terbukti bahwa salah satu aplikasi WSN video surveillance dapat diaplikasikan.
2. Dapat digunakan protokol routing selain seperti Zigbee Routing protokol, SPIN, Directed Diffusion dll untuk meningkatkan performansi.
3. Analisa struktur CAP (Contention Acces Period) dan CFP (Contention Free Period) dimana terdapat alokasi GTS sehingga didapat performansi yang lebih optimal.
4. Analisa level energy.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jin-Shyan Lee. (2006). *Performance Evaluation of IEEE 802.15.4 for Low-Rate Wireless Personal Area Networks*. IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 52, No. 3.
- [2] Changsu Suh, Zeeshan Hameed Mir, Young-BaeKo. (2008). *WNS2. Design and implementation of enhanced IEEE 802.15.4 for supporting multimedia service in Wireless Sensor Networks*. Elsevier
- [3] T. Ryan Burchfield and S. Venkatesan. (2008). *Maximizing Throughput in ZigBee Wireless Networks through Analysis, Simulations and Implementations*.
- [4] Daniel E. Krehling. (2009). *Implementing Remote Image Capture / Control In A Wireless Sensor Network Utilizing The IEEE 802.15.4 Standard*. NAVAL POSTGRADUATE SCHOOL, Monterey, California.
- [5] Tae-JinLee. (2006). *MAC Throughput Limit Analysis of Slotted CSMA/CA in IEEE 802.15.4 WPAN*. IEEE Communications Letters, Vol.10, No.7.
- [6] Anis Koubaa. (2005). *IEEE 802.15.4 for Wireless Sensor Networks: A Technical Overview*. Polytechnic Institute of Porto (ISEP-IPP).
- [7] Jianliang Zheng and Myung J.Lee. (2006). *A Comprehensive Performance Study of IEEE802.15.4*.
- [8] Jianliang Zheng and Myung J.Lee. (2006). *Toward Secure Low Rate Wireless Personal Area Networks*. IEEE Transactions Vol.5.
- [9] **Wahyu Sukmana Murty**. (2009). *Simulasi Dan Analisis Performansi Jaringan Zigbee (IEEE 802.15.4) di Dalam Personal Area Network*. IT Telkom.

- [10] IEEE Standards. (2003). *Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)*.
- [11] Sudip Misra, L. (2009). *WiMAX: Guide to Wireless Sensor Network* : Springer.
- [12] Wirawan Bayu Andi, Indarto Eka. (2004). *Mudah Membangun Network Simulasi dengan Network Simulator-2*. Yogyakarta.
- [13] Anis Koubaa. (2006). *On the Performance Limits of Slotted CSMA/CA in IEEE 802.15.4 for Broadcast Transmissions in Wireless Sensor Networks*. Polytechnic Institute of Porto (ISEP-IPP).
- [14] Anis Koubaa. (2006). *A Comprehensive Simulation Study of Slotted CSMA/CA for IEEE 802.15.4 Wireless Sensor Networks*. Polytechnic Institute of Porto (ISEP-IPP).