

Analisis Pengalokasian Ukuran *Guaranteed Time Slot* Pada *Wireless Body Area Network* Berbasis IEEE 802.15.4

Galuh Dhatuningtyas Harsono

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : galuhharsono@gmail.com

Eppy Yundra

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : eppyundra@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini digunakan untuk menentukan ukuran GTS pada *Superframe Structure* yang dibutuhkan untuk masing-masing sensor serta mengetahui kinerja sistem yang diubah ukuran GTS nya dibandingkan dengan standar GTS pada Struktur *Superframe* IEEE 802.15.4. Perhitungan matematis Tsd, Tslot, Talokasi GTS yang digunakan dalam penelitian ini, algoritma CSMA / CA dan simulasi sistem berbasis Castalia dapat memberikan efisiensi slot pada CFP. Terjadi peningkatan *throughput* rata-rata sebesar 49,25 %. Penghematan konsumsi energi rata-rata nya sebesar 0,013 %. Serta peningkatan *delay* rata-rata sebesar 0,79 %.

Kata Kunci: WBAN, ZigBee, *Throughput*, Konsumsi Energi, *Delay*, GTS

Abstract

The research is to determine the size of the GTS on the Superframe Structure required for each sensor as well as to know the performance of the GTS resized system compared to the GTS standard on the Superframe Structure IEEE 802.15.4. The mathematical calculations of Tsd, Tslot, GTS, CSMA / CA algorithms and Castalia simulations can provide CFP slot efficiency. An increase in average throughput of 49,25%. Average energy consumption savings of 0.013%. And an average delay increase of 0.79%.

Keywords: WBAN, ZigBee, *Throughput*, Energy Consumption, *Delay*, GTS

PENDAHULUAN

Dalam dunia teknologi dan telekomunikasi terdapat media transmisi. Media transmisi adalah media yang menghubungkan antara pengirim dan penerima informasi / data, karena jarak yang jauh maka data terlebih dahulu diubah menjadi kode/isyarat.

Media transmisi dibedakan menjadi dua macam, yakni : Jaringan komputer berkabel (*Wired Network*) dan jaringan komputer tanpa kabel (*Wireless Network*).

Wireless Sensor Network merupakan kumpulan node dengan ukuran yang *compact*, relatif murah dan berguna untuk mengamati kondisi lingkungan sekitar atau parameter lainnya. *Wireless Body Area Network* (WBAN) adalah jaringan nirkabel dari perangkat komputasi *wearable*. Pada teknologi WBAN belum diketahui secara pasti ukuran time slot dari masing-masing sensor WBAN. Karena ukuran data yang dikirim pada *Guaranteed Time Slot* (GTS) pada teknologi WBAN yang berubah-ubah, Metode yang digunakan adalah perhitungan matematis Tsd, Tslot, Talokasi data serta penyimulasian pada software Castalia. Berdasarkan masalah yang telah diuraikan, peneliti bertujuan mengkaji tentang analisis Pengalokasian Ukuran *Guaranteed Time Slot* Pada *Wireless Body Area Network* Berbasis IEEE 802.15.4

KAJIAN PUSTAKA

Wireless Sensor Network

Wireless Sensor Network adalah salah satu jenis dari jaringan *wireless* / nirkabel terdistribusi, yang memanfaatkan seperangkat *node sensor* untuk melakukan proses *sensor*, *monitoring*, pengiriman data, dan penyajian informasi ke pengguna, melalui komunikasi di internet. Komunikasi antar *node* dapat dilakukan untuk pertukaran data atau fungsi kontrol yang lainnya.

Personal Area Network

Personal Area Network (PAN) merupakan salah satu jenis komputer yang dikhususkan untuk menghubungkan komputer dengan perangkat berkemampuan koneksi lainnya dengan jarak koneksi yang relatif lebih pendek dan koneksi bersifat personal (untuk keperluan pribadi saja).

Standar IEEE 802.15.4 (Zigbee)

Standar IEEE 802.15.4 atau disebut juga Protokol Zigbee merupakan teknologi dan protokol di dalam jaringan komputer yang dapat menghubungkan semua perangkat dengan cepat, daya tampung yang banyak, dan hemat konsumsi daya.

Physical Layer

Physical Layer adalah *layer* pada standar IEEE 802.15.4 yang bertanggung jawab untuk menyediakan layanan transmisi data.

MAC Layer

MAC Layer adalah *layer* pada standar IEEE 802.15.4 yang menyediakan *interface* antara *physical layer* dan *network layer*.

Struktur Superframe pada Zigbee

Ada empat struktur frame yang didefinisikan dalam standar IEEE 802.15.4 yakni : *beacon*, perintah MAC, *acknowledgment* (ACK) dan *frame data*.

Contention Access Period(CAP)

Contention Access Period adalah durasi waktu dalam *symbol* dimana perangkat dapat bersaing satu sama lain untuk mengakses CSMA-CA.

Contention Free Period(CFP)

Contention Free Period adalah durasi waktu yang rendah pada aplikasi perangkat *latency*. Pada slot CFP, slot waktu yang ditetapkan oleh *coordinator*. *Contention Free Period* (CFP) mengikuti periode *Contention Access Period* (CAP).

Mekanisme CSMA-CA

Ada dua Mekanisme CSMA-CA yakni : versi *slotted CSMA/CA* digunakan pada mode *beacon enabled*, dan versi *unslotted CSMA-CA* digunakan pada mode *non beacon enabled*. Setelah *node* menerima giliran dalam pengiriman (*backoff timer* habis) maka titik sensor akan menunggu dengan waktu yang lebih sedikit dari IFS. Setelahnya, titik sensor akan mengirimkan paket *Request to Send* (RTS). RTS berfungsi sebagai isyarat permintaan pengirim ke *device* untuk memfasilitasi bahwa pengirim akan mengirimkan data ke *device*. Titik sensor tujuan akan menerimanya dan menunggu sejenak, lalu mengirimkan paket *Clear to Send* (CTS) jika saluran kosong. CTS berfungsi sebagai penerima jawaban atas pengiriman isyarat RTS bila *device* telah menerima data. Barulah dimulai pengiriman data.

Setelah data terkirim, titik sensor akan menunggu sejenak lalu mengirimkan paket *acknowledgement* (ACK). Setelah paket ACK diterima oleh titik sensor pengirim, barulah transmisi selesai dan *backoff timer* titik sensor lainnya bisa berjalan lagi.

Guaranteed Time Slot pada Zigbee

Mekanisme pemesanan mengalokasikan durasi seperti yang dinyatakan sebelumnya sesuai dengan semua kebutuhan PAN. Dengan cara yang sama, dialokasikan

oleh permintaan dari sebuah *node* ke *coordinator*. Sebuah perangkat dapat menggunakan sebuah daerah di periode bebas *contention* CFP, sementara transmisi di zona akses CAP. Sebuah GTS berisi jumlah slot *superframe* yang diminta,

Topologi pada Standar IEEE 802.15.4

- Topologi Star adalah topologi jaringan umum topologi jaringan umum yang menyediakan operasi bertenaga baterai dengan kekuatan lama.
- Topologi mesh atau peer to peer Memungkinkan keandalan dan skalabilitas yang sangat baik.
- Topologi Cluster tree menggunakan gabungan topologi star dan topologi mesh.

Skema Penyesuaian Durasi Superframe

Menurut standar IEEE 802.15.4, Tsd menunjukkan sebagai waktu Superframe Duration seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$T_{sd} = (aBaseSuperframeDuration \times 2^{SO}) / R_s \quad (1)$$

Keterangan :

T_{sd} : *Time slot Superframe Duration* (detik)

$aBaseSuperframeDuration$: Durasi minimum sebuah *superframe* (960 *symbol*)

SO : *Superframe Order*

R_s : *Data symbol rate* (*symbol/detik*)

T_{slot} sebagai waktu satu slot durasi, yang bisa didapat dengan persamaan sebagai berikut :

$$T_{slot} = T_{sd} / 16 \quad (2)$$

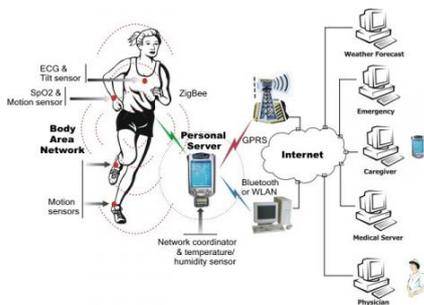
Dimana, 16 adalah banyaknya slot pada struktur *superframe*.

Routing Protokol AODV (Ad hoc On Demand Distance Vector)

Protokol *Ad hoc On-Demand Distance Vector* (AODV) memiliki mekanisme rute pencarian (*Route Discovery*) dan rute pemeliharaan (*Route Maintenance*). Pesan-pesan yang digunakan dalam protokol AODV, yaitu *Route Request*(RREQ), *Route Reply*(RREP), dan *Route Error*(RERR). Ketiga pesan tersebut adalah inti dari protokol AODV. Fungsi dari pesan-pesan tersebut adalah untuk menemukan rute menuju node tertentu, pemberitahuan akan adanya perubahan topologi jaringan serta menjaga kesinambungan koneksi jaringan.

Wireless Body Area Network

Sebuah teknologi implementasi dari *Wireless Sensor Network*. Pada WBAN protokol umumnya menggunakan Zigbee, sedangkan untuk arsitekturnya menggunakan Multihop.



Gambar 1. Konsep Sederhana WBAN

Tabel 1. Perbandingan Standar Komunikasi Nirkabel

Karakteristik	IEEE 802.11 b/g (WiFi)	IEEE 802.15.1 (Bluetooth)	IEEE 802.15.4 (Zigbee)
Frekuensi ISM	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz 915 MHz (US) 868 MHz (Uroupe)
Air interface	Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)	Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)	Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)
Kecepatan Data	11 Mbps	1 Mbps (<10 Mbps)	250 Kbps Optional 250 Kbps Optional 250 Kbps
Jarak pengiriman	100 m	10 m, 30 m, 100 m	10-30 m
Topologi networknya	Star, Peer to peer	Star	Star, peer to peer

METODE

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini untuk menentukan ukuran GTS pada *Superframe Structure* yang dibutuhkan untuk masing-masing sensor. Pada penelitian ini, akan dilakukan uji simulasi untuk mengetahui matrik kinerja sistim menggunakan *software* Castalia.

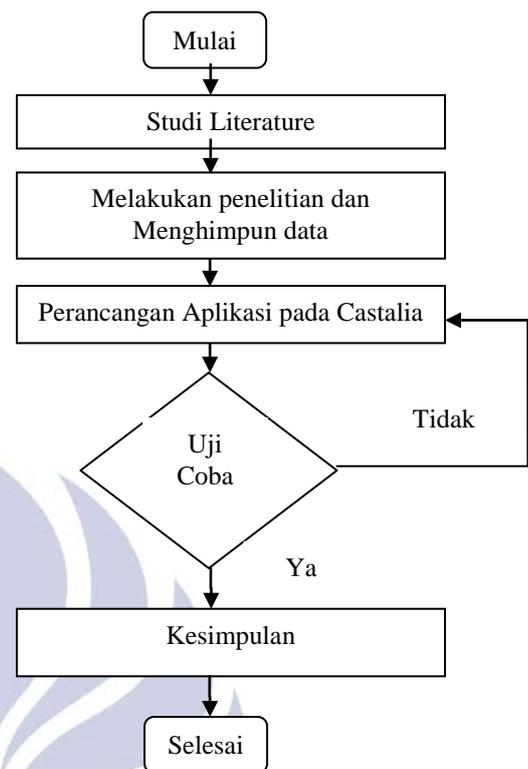
Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Lab Telematika, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. Penelitian berlangsung Semester Ganjil-Genap 2016.

Teknik Analisis Data

Analisis data yang diperoleh dalam penelitian ini bertujuan untuk menjawab permasalahan dalam rangka

merumuskan kesimpulan, seperti dijelaskan pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Diagram alir tahapan penelitian

Gambar 2 menunjukkan diagram alir tahapan penelitian. Dimulai dengan melakukan studi penelitian terdahulu kemudian melakukan penelitian dan menghimpun data. Setelah itu, Perancangan aplikasi pada Castalia. Kemudian dilakukan uji coba. Jika tidak maka kembali pada proses perancangan aplikasi pada Castalia lagi. Jika ya, maka ditarik kesimpulan dan selesai.

Data hasil simulasi tersedia dalam bentuk *notepad* file. Hasil *compile* data juga bisa dilihat di *terminal*. Penilaian kinerja jaringan menggunakan parameter – parameter, seperti waktu tunda (*delay*), *throughput*, *energy consumption*.

1. Besar *Throughput*

Throughput merupakan kinerja jaringan yang terukur. *Throughput* merupakan jumlah bit yang berhasil dikirim pada suatu jaringan .

$$\textit{Throughput} = \text{jumlah data yang dikirim} / \text{waktu pengiriman} \quad (3)$$

2. *Delay*

Delay merupakan waktu tunda, yaitu waktu yang dibutuhkan sebuah paket data dari paket dikirim sampai paket diterima.

$$\textit{Delay} = \text{waktu paket diterima (detik)} - \text{waktu paket dikirim (detik)} \quad (4)$$

3. Konsumsi Energi

Untuk melakukan pengukuran konsumsi energi pada jaringan sensor nirkabel yaitu dengan

mengukur konsumsi energi setiap node baik dalam kondisi *transmit*, *receive* maupun *idle* dikalikan waktu node dalam kondisi tersebut.

$$\text{Energi node (joule)} = \text{Energi idle} + \text{Energi terkirim} + \text{Energi diterima.} \quad (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan persamaan 1,2 didapat hasil berikut ini :

$$T_{sd} = 251,65824 \text{ detik}$$

$$T_{slot} = 15,72864 \text{ detik}$$

Berikut hasil perhitungan matematis untuk menentukan ukuran T alokasi GTS.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Matematis

No	Tdata (detik)	Tf data (detik)	Slot penyesuaian GTS	Talokasi GTS (detik)
1.	0,0000 48	0,0007 2	21845	0.0007200 001
2.	0,0000 48	0,0007 2	21845	0.0007200 001
3.	0,0000 64	0,0007 36	21370	0.0007360 0016
4.	0,0000 48	0,0007 2	21845	0.0007200 001
5.	0,0000 32	0,0007 04	22341	0.0007040 0025
6.	0,0000 64	0,0007 36	21370	0.0007360 0016
7.	0,0000 32	0,0007 04	22341	0.0007040 0025

Berikut adalah tabel hasil matrik kinerja dari *throughput*. Matrik kinerja *Throughput* standar dan tujuh sensor. Tujuh sensor itu yakni sebagai berikut : ECG 12 leads, ECG 6 leads, EMG, EEG 12 leads, *Blood Saturation*, *Glucose Monitoring*, dan *Temperature*. Hasil perhitungan *throughput* didapat dari menyimulasikan software Castalia.

Tabel 3. Hasil matrik kinerja *Throughput*

Jumlah node	Standar	Sensor
SN node 3	118,0535	81,43861386
	118,0535	81,43861386
	118,0535	81,43861386
	118,0535	90,88910891
	118,0535	90,88910891
	118,0535	81,11782178
	118,0535	81,11782178
	Rata – rata	118,0535
SN node 7	59,35842	101,8831683
	59,35842	101,8831683
	59,35842	101,8831683
	59,35842	101,619802
	59,35842	101,619802
	59,35842	100,9940594
	59,35842	100,9940594
	Rata – rata	59,35842

SN node 13	25,73267	81,43861386
	25,73267	81,43861386
	25,73267	81,43861386
	25,73267	89,6049505
	25,73267	89,6049505
	25,73267	81,11782178
	25,73267	81,11782178
	Rata - rata	25,73267
SN node 21	17,87426	60,97326733
	17,87426	60,97326733
	17,87426	60,97326733
	17,87426	60,80455446
	17,87426	60,80455446
	17,87426	59,83465347
	17,87426	59,83465347
	Rata – rata	17,87426

Berikut adalah tabel hasil matrik kinerja dari konsumsi energi. Matrik kinerja energi standar dan tujuh sensor. Tujuh sensor itu yakni sebagai berikut : ECG 12 leads, ECG 6 leads, EMG, EEG 12 leads, *Blood Saturation*, *Glucose Monitoring*, dan *Temperature*. Hasil perhitungan *throughput* didapat dari menyimulasikan software Castalia.

Tabel 4. Hasil Matrik kinerja konsumsi energi

Sn node 3	Standar	Sensor
sn node 7	0,1374	0,1371
	0,1374	0,1371
	0,1374	0,1371
	0,1374	0,1373
	0,1374	0,1373
	0,1374	0,137
	0,1374	0,137
	rata-rata	0,1374
Sn node 13	0,1078	0,1075
	0,1078	0,1075
	0,1078	0,1075
	0,1078	0,1076
	0,1078	0,1076
	0,1078	0,1078
	0,1078	0,1078
	Rata-rata	0,1078
Sn node 21	0,1945	0,1947
	0,1945	0,1947
	0,1945	0,1947
	0,1945	0,195
	0,1945	0,195
	0,1945	0,1947
	0,1945	0,1947
	Rata-rata	0,1945
Rata - rata	0,2347	0,2354
	0,2347	0,2354
	0,2347	0,2354
	0,2347	0,2358
	0,2347	0,2358
	0,2347	0,235
	0,2347	0,235
	Rata - rata	0,2347

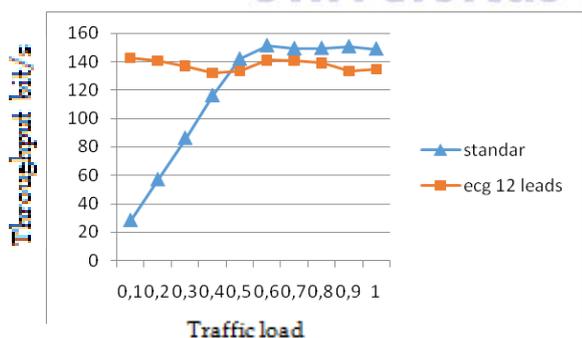
Cara menghitung rata-rata setiap node adalah dengan menjumlahkan setiap node nya dan dibagi tujuh. Tujuh sebagai banyaknya sensor yang diujikan. Sedangkan untuk mencari nilai rata secara keseluruhan adalah, rata-rata setiap node dijumlahkan dan dibagi banyak nya node yang diujikan. Banyak node yang diujikan yakni sebanyak 4 kali. Dari tabel 3 dan 4 didapatkan hasil sebagai berikut :

Rata-rata setiap node Konsumsi Energi (<i>joule</i>)		
jumlah node	standar	Penelitian
sn node 3	0,1374	0,137129
sn node 7	0,1078	0,107614
sn node 13	0,1945	0,194786
sn node 21	0,2347	0,2354
Rata-rata konsumsi energi	0,1686	0,168732

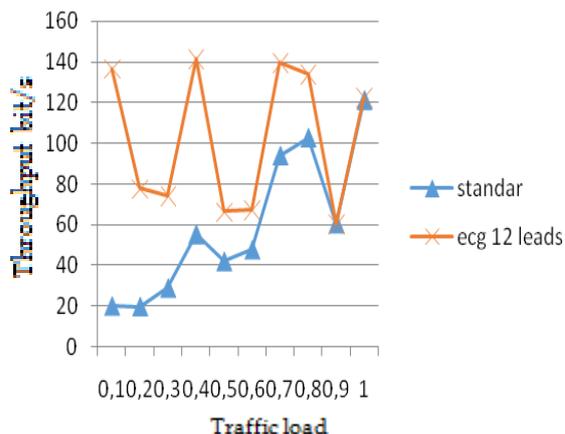
<i>Throughput (bit/s)</i>		
jumlah node	Standar	Penelitian
sn node 3	118,0535	84,0471
sn node 7	59,35842	101,5539
sn node 13	25,73267	83,6802
sn node 21	17,87426	60,59974
Rata-rata <i>Throughput</i>	55,25471	82,47024

<i>Delay (ms)</i>		
Jumlah node	standar	Penelitian
Sn node 3	63,41	62,7275
Sn node 7	98,23	96,0605
Sn node 13	54,17	65,441
Sn node 21	38,30	31,929
Rata – rata Delay	63,5322	64,0395

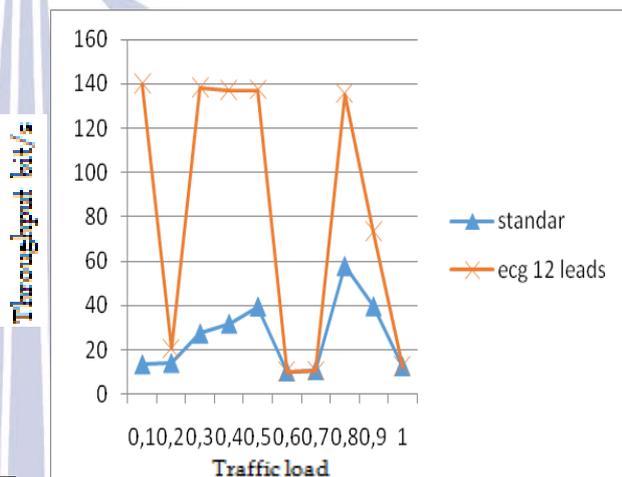
Berikut merupakan gambar grafik pengujian matrikk kinerja *throughput* dengan menggunakan *softwae* Castalia. Sensor yang diujikan adalah ECG 12 leads. Pengujian *Throughput* :



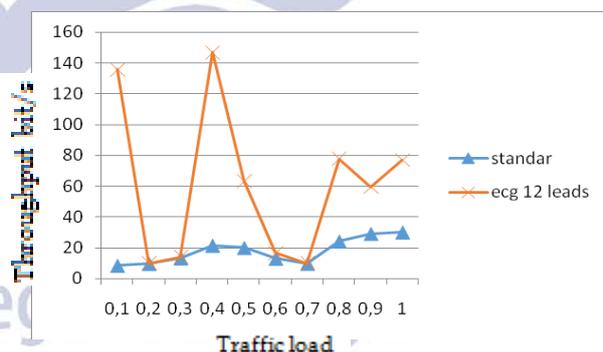
Gambar 3. Uji *Throughput* SN node 3



Gambar 4. Uji *Throughput* SN node 7



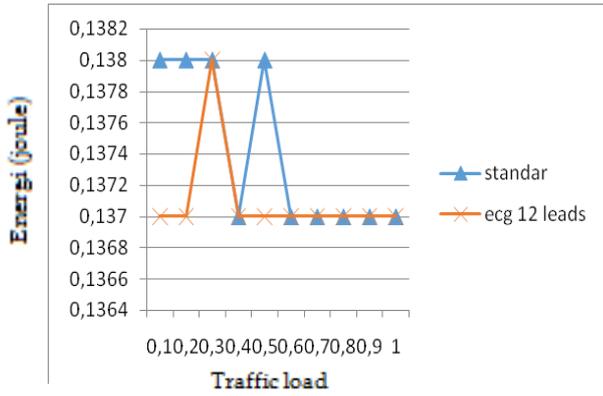
Gambar 5. Uji *Throughput* SN node 13



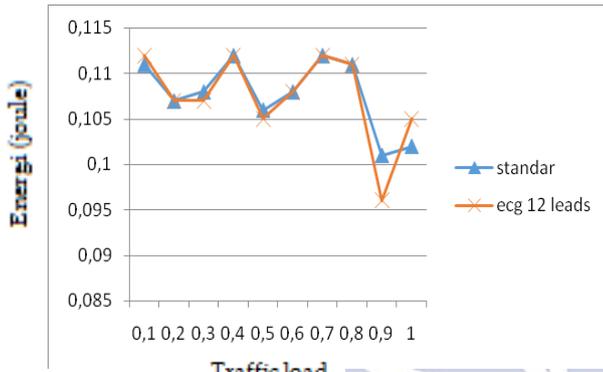
Gambar 6. Uji *Throughput* SN node 21

Dari pengujian *Throughput* diatas didapatkan hasil bahwa terjadi peningkatan *Throughput*.

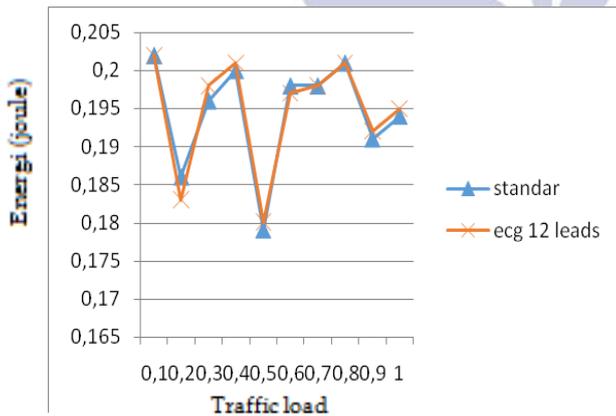
Gambar grafik dibawah ini adalah grafik hasil pengujian matrik kinerja konsumsi energi dengan menggunakan software castalia. Sensor yang diuji adalah ECG 12 leads.



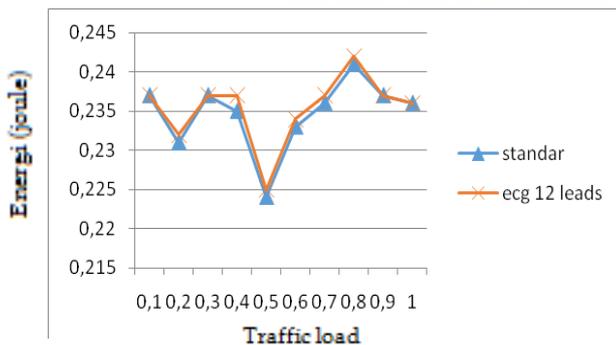
Gambar 7. Uji Konsumsi Energi SN node 3



Gambar 8. Uji Konsumsi Energi SN node 7



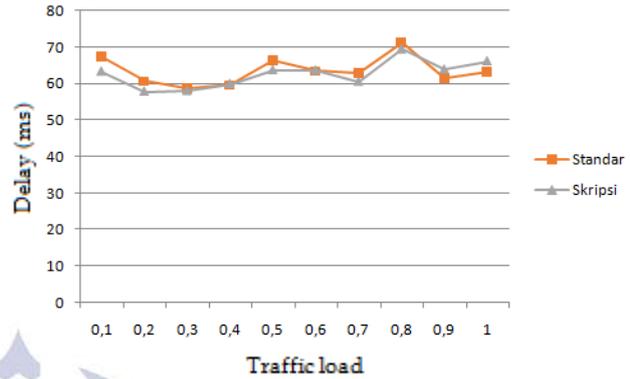
Grafik 9. Uji Konsumsi Energi SN node 13



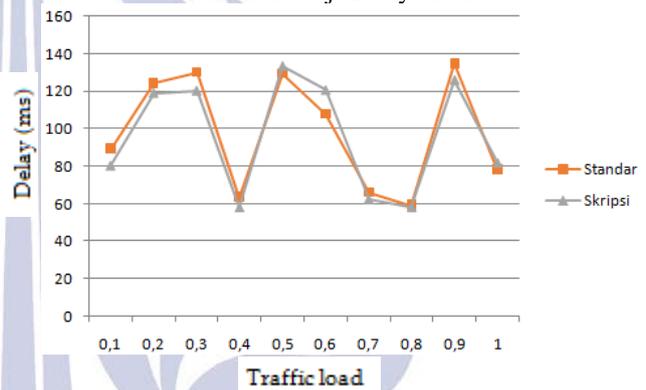
Gambar 10. Uji Konsumsi Energi SN node 21

Dari pengujian matrik kinerja konsumsi energi didapatkan hasil bahwa terjadi penghematan energi.

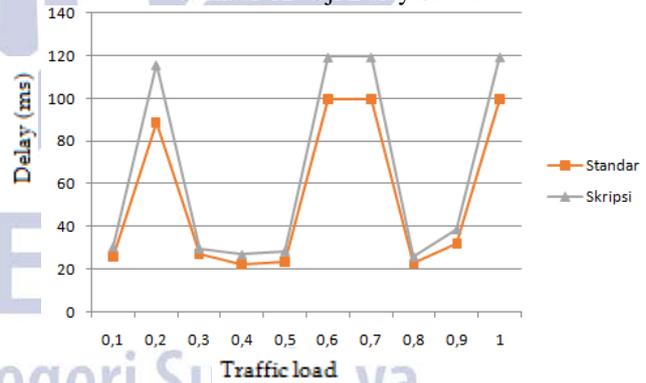
Pengujian Delay :



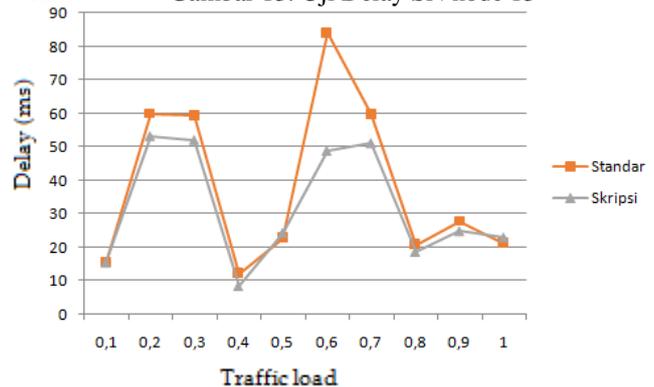
Gambar 11. Uji Delay SN node 3



Gambar 12. Uji Delay SN node 7



Gambar 13. Uji Delay SN node 13



Gambar 14. Uji Delay Snode 21

Dari pengujian matrik kinerja delay didapatkan hasil bahwa terjadi peningkatan delay.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian analisis pengalokasian ukuran *guaranteed time slot* pada *wireless body area network* berbasis IEEE 802.15.4 dapat disimpulkan berikut ini:

T_{sd} untuk penelitian nilainya 251,65824 detik. Sedangkan untuk T_{slot} nilainya 15,72864 detik.

Pada penelitian ini didapat hasil *throughput* rata-rata standar IEEE 802.15.4 sebesar 55,25471 bit/s dan *throughput* rata-rata penelitian sebesar 82,47024 bit/s. Untuk matrik kinerja konsumsi energi rata-rata standar IEEE 802.15.4 sebesar 0,1686 joule, sedangkan konsumsi energi rata-rata untuk penelitian sebesar 0,168732 joule. Untuk delay rata-rata standar IEEE 802.15.4 didapatkan hasil 63,5322 ms, sedangkan delay rata-rata penelitian didapatkan hasil sebesar 64,0393 ms.

Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan kesimpulan, sebagai berikut :

Untuk para peneliti diharapkan bisa melakukan analisis secara matematis mendalam dengan menggunakan metode Markov Chain atau metode yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Firdaus, 2014. *Wireless Sensor Network Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Hwang, Lee Bih, Yundra, Eppy, dkk. 2015. "Analysis of Superframe Duration Adjustment Scheme for IEEE 802.15.4 Network". Dalam *Springer*. Taiwan
- Hardiansyah, Irzam. 2014. *Schaum Outline (Jaringan Komputer)*. Jakarta : Erlangga. (Alih Bahasa)
- Intanmia Suryanto, Sukiswo, dkk. 2015. Analisis kinerja zigbee (802.15.4) wsn pada topologi tree dan star mode non beacon menggunakan network simulator 2. Semarang : Jurnal UNDIP.
- Pratama, I Putu Eka, Sinung Suakanto. 2015. *Wireless Sensor Network*. Bandung : INFORMATIKA
- Rudiyanto. 2012. *Analisa Pengaruh Nilai Superframe Order Dan Beacon Order Terhadap Kinerja Jaringan Nirkabel Multihop Pada Protokol IEEE 802.15.4*. Tesis diterbitkan. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Somani, Patel, 2012. *Zigbee : A low power wireless Technology for Industrial Applications*.