

# Analisis Dampak Variasi Data Transmisi pada Kinerja Protokol MAC Sistem Komunikasi Wireless Body Area Network

H. Lami<sup>1</sup>, S. I. Pella<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana  
Adi Sucipto, Kupang, 85000, Indonesia

<sup>1)</sup> Email: h. lami@staf.undana.ac.id,

<sup>2)</sup> Email: s.i.pella @staf.undana.ac.id

## ABSTRACT

The media access control (MAC) protocols have significant role of ensuring the success of data transmission between wireless sensors and power consumption in the Wireless Body Area Network (WBAN). This study compares the performance of two MAC protocols, namely T-MAC and ZigbeeMAC on the WBAN system, at different packet arrival rates ( $\lambda$ ). The simulation results show that the network with a low  $\lambda$  the throughput of T-MAC and ZigbeeMAC protocols reaches an average of 90% of maximum throughput even though in this condition the performance of ZigbeeMAC is slightly better than T-MAC. At high packet arrival rates, T-MAC throughput is significant higher than ZigbeeMAC. In the worst case, the throughput of T-MAC is 88% of maximum throughput while Zigbee decreases to 43% of maximum throughput. Power consumption on ZigbeeMAC tends to be constant for each packet arrival rate while T-MAC increases with increasing packet arrival rates.

**Keywords:** WBAN, T-MAC, ZigbeeMAC, Data Rate

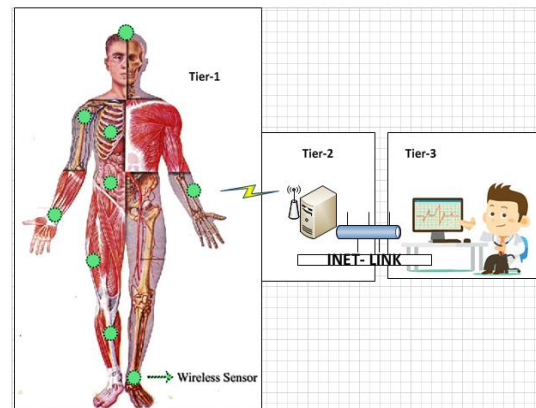
## ABSTRAK

Protokol media access control (MAC) berperan menjamin keberhasilan transmisi data antar sensor nirkabel dan konsumsi daya pada Wireless Body Area Network (WBAN). Penelitian ini membandingkan unjuk kerja dua buah protocol MAC, yaitu T-MAC dan ZigbeeMAC pada sistem WBAN, pada laju kedatangan paket ( $\lambda$ ) yang berbeda. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada jaringan dengan  $\lambda$  rendah tingkat keberhasilan pengiriman paket antara protocol T-MAC dan ZigbeeMAC mencapai rata-rata 90% dari throughput maksimal walaupun pada kondisi tersebut kinerja ZigbeeMAC memiliki nilai lebih baik dibanding T-MAC. Pada laju kedatangan paket tinggi, throughput pada T-MAC memiliki perbedaan yang signifikan terhadap ZigbeeMAC. Pada keadaan terburuk throughput T-MAC adalah 88% dari throughput maksimal sedangkan Zigbee menurun hingga 43% dari throughput maksimal. Kosumsi daya pada ZigbeeMAC cenderung konstan untuk setiap laju kedatangan paket sedangkan pada T-MAC meningkat sejalan dengan penambahan laju kedatangan paket.

**Kata kunci:** WBAN, T-MAC, ZigbeeMAC, Data Rate

## 1. PENDAHULUAN

Sistem nirkabel menawarkan beberapa fungsi dalam mendukung aktifitas manusia diantaranya fungsi monitoring, fungsi controlling dan fungsi tracking. Wireless body area network merupakan salah satu area penerapan teknologi dalam bidang kesehatan. WBAN menginformasikan data status tingkat kesehatan pasien misalnya data ECG (electencephalography), tekanan darah, EGG (Electromyography). Pengumpulan data satus dapat terjadi dengan penempatan beberapa sistem sensor pada bagian tubuh pasien seperti pada gambar 1[1].



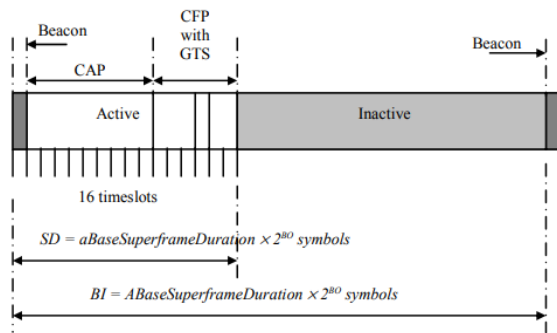
Gambar 1. Arsitektur Tier-3 WBAN

Terdapat tiga jenis aplikasi WBAN berdasarkan posisi penempatan sensor yaitu[2]:

1. Didalam Tubuh, misalnya aplikasi kapsul endoskop dengan data rate maksimum sebesar 2Mbps
2. Di atas tubuh untuk kebutuhan medis, misalnya SPO2 dengan data rate maksimum 32 Kbps
3. Di atas tubuh bukan untuk kebutuhan medis, misalnya headset dengan data rate maksimum 1.4 Mbps.

Trasn misi data antara sensor WBAN menggunakan media komunikasi tanpa kabel. Dampaknya adalah koordinasi antara sensor rentan terhadap data collision, idle listening, dan over hearing. Menurut [3], faktor potensial sebagai pertimbangan dalam disain MAC WBAN adalah troughput dan waktu aktif jaringan dengan mengefisiensi energy. Untuk penelitian ini akan menganalisis kinerja dua protokol MAC yang populer untuk WBAN yaitu Zigbee dan T-MAC.

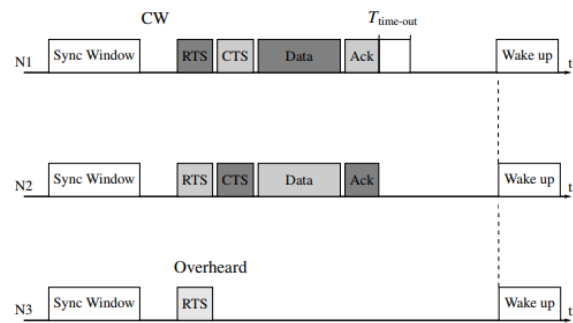
Zigbee membagi komunikasi menggunakan beacon mode dan non beacon mode. Untuk penelitian ini hanya menggunakan beacon mode dimana terdapat network koordinator yang bertugas mengontrol network dengan mengirimkan beacon secara teratur untuk sinkronisasi perangkat dan kontrol kondisi penggabungan network. Pada mode ini hanya dapat menggunakan 7 timeslot dari 16 timeslot yang tersedia[5][6][7]. Struktur frame Zigbee dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Superframe Zigbee[4]

Berbeda dengan Zigbee, optimasi penggunaan energy pada T-MAC yaitu melalui pengurangan kondisi idle listening, yaitu kondisi dimana sebuah node beroperasi dengan modul komunikasi aktif pada saat tidak terlibat dalam transmisi data. Gambar 3 memberikan informasi dimana setiap node dalam T-MAC secara periodik aktif dalam slot waktu tertentu untuk mengirimkan pesan sinkronisasi dengan node terdekatnya[8]. Dengan demikian node tetangga

dalam jangkauan 1-hope harus memiliki ritme slot yang sama dalam keadaan aktif. Apabila tidak terjadi maka konektifitas jaringan akan terputus.

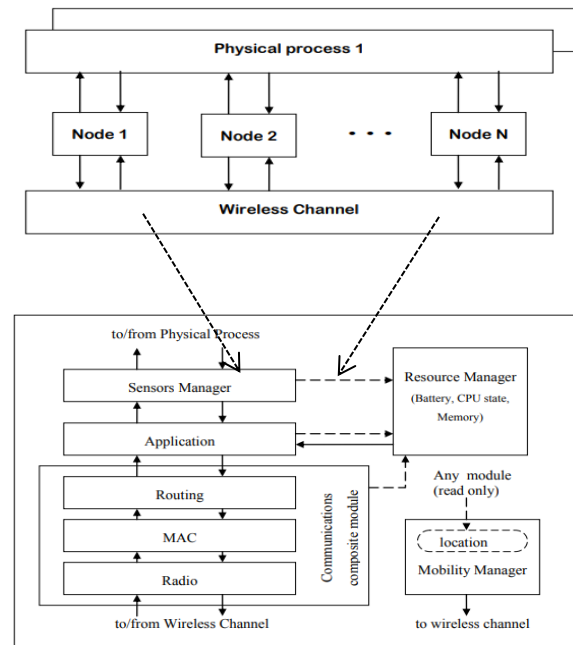


Gambar 3. T-MAC siklus adaptive[9]

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan simulator Castalia untuk menganalisis kinerja protocol WBAN. Castalia berjalan diatas model OMnet++ dimana struktur Castalia terdiri atas tiga bagian utama yaitu:

1. Komponen node
2. Physical process
3. Wireless channel



Gambar 4. Struktur Simulator Castalia[10]

Komponen node terdiri dari beberapa subsistem yaitu Sensor manager, Aplikasi, Routing, Mac, dan Radio. Komponen node melalui sensor manager melakukan sampling terhadap physical proses yang disimulasikan oleh modul physical proses. Data yang

diperoleh kemudian diproses melalui komponen aplikasi layer menghasilkan paket data yang dikirimkan. Modul routing berfungsi untuk melakukan pencarian jalur pada paket apakah untuk sink maupun node. Modul MAC berfungsi untuk mengatur akses kanal dan proses kirim terima paket melalui modul wireless. Wireless Kanal berfungsi memodelkan path loss dan background noise.

Skenario kedatangan paket pada penelitian ini terbagi dalam dua kondisi yaitu rate paket rendah dan rate paket tinggi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1 mengenai parameter-parameter yang digunakan dalam proses simulasi dapat dilihat pada tabel 1, sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter Komunikasi

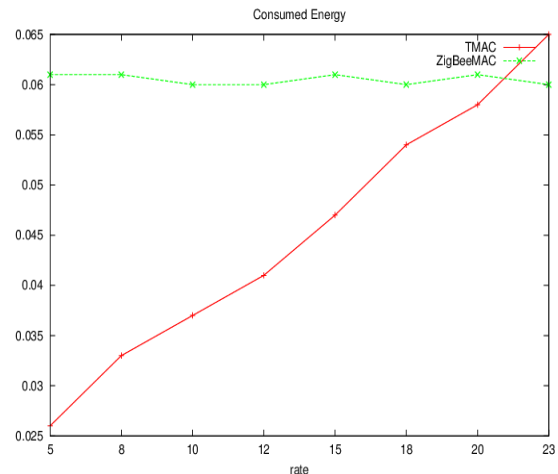
Data Rate	: 1024 Kbps
Modulasi	: DiffQPSK
Bandwidth	: 20MHz
Sensitivity	: -87 dBm
Daya Pancar (dBm)	: -10 , -12, -15, -20, -25
Sleep	: 0.05
Paket Header	: 5 byte
Data	: 100 byte
Rate Paket Rendah ( $\lambda_L$ )	: 5, 8, 10, 12, 15, 18, 20, 23
Rate Paket Tinggi ( $\lambda_H$ )	: 10, 20, 30, 40, 50, 60
Waktu Simulasi	: 50 detik

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

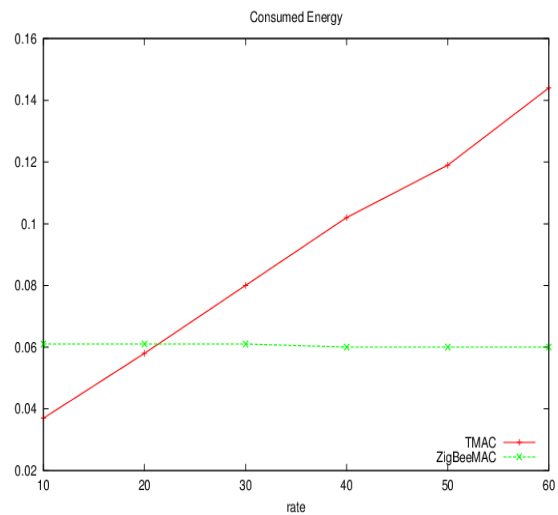
Hasil simulasi perbandingan antara protocol Zigbee dan T-MAC dapat dilihat pada gambar 5, gambar 6, gambar 7, dan gambar 8. Pada Gambar 5 dan Gambar 6 terlihat hasil konsumsi energy pada zigbee berfluktuasi namun hampir sama pada semua rate yaitu sebesar 0.06 Joule. Lain halnya dengan Zigbee, pada rate paket rendah maupun tinggi konsumsi energi T-MAC tidak konstan namun meningkat mengikuti kenaikan rate paket hingga melampaui konsumsi energy pada protocol Zigbee.

Pada gambar 7 terlihat throughput pada protocol Zigbee sedikit lebih baik dari T-MAC. Namun kondisi tersebut tidak terjadi ketika protocol ini menangani rate paket tinggi. Walaupun Zigbee menggunakan energi lebih sedikit dibanding T-MAC, namun protocol ini mengalami saturasi saat rate paket berada pada nilai 30 packet/sec/node hingga 60 packet/sec/node sedangkan pada protocol T-MAC nilai throughput meningkat sebanding dengan kenaikan rate paket. Throughput tertinggi pada kondisi ini untuk protocol T-MAC yaitu 90% dari throughput maksimal dan mengalami penurunan hingga mencapai nilai 88% dari nilai maksimal. Pada

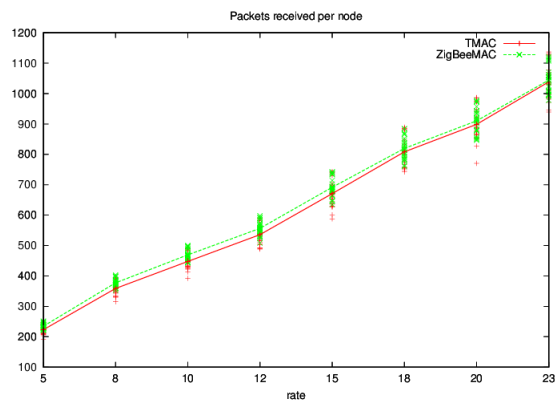
protokol Zigbee saat terjadi saturasi nilai throughput tertinggi adalah 93% untuk  $\lambda = 10$  packet/sec/node namun menurun secara signifikan dari 84.4% untuk  $\lambda = 30$  packet/sec/node hingga mencapai 43.3%  $\lambda = 60$  packet/sec/node.



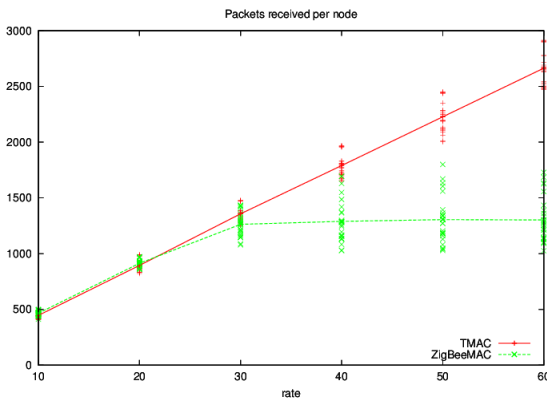
Gambar 5. Rate Paket Rendah vs Konsumsi Energi



Gambar 6. Rate Paket Tinggi vs Konsumsi Energi



Gambar 7. Rate Paket Rendah vs Troghput



Gambar 8. Rate Paket Tinggi vs Troghput

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi perbandingan protocol Zigbee dan T-MAC untuk komunikasi WBAN dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jika hanya memepertimbangkan nilai throughput yang tinggi maka sebaiknya menggunakan T-MAC karena protocol ini memiliki tren meningkat sebanding dengan kenaikan rate paket.
2. Jika mempertimbangkan sistem berjalan pada rate kecil dengan nilai throughput yang besar maka dapat menggunakan protocol Zigbee

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] Chen, M., Gonzalez, S., Vasilakos, A., Cao, H. and Leung, V.C., 2011. Body area networks: A survey. *Mobile networks and applications*, 16(2), pp.171-193.

[2] Movassaghi, S., Abolhasan, M., Lipman, J., Smith, D. and Jamalipour, A., 2014. Wireless body area networks: A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 16(3), pp.1658-1686.

[3] Ullah, S., Shen, B., Riazul Islam, S.M., Khan, P., Saleem, S. and Sup Kwak, K., 2009. A study

of MAC protocols for WBANs. *Sensors*, 10(1), pp.128-145.

[4] Timmons, N.F. and Scanlon, W.G., 2004, October. Analysis of the performance of IEEE 802.15. 4 for medical sensor body area networking. In *Sensor and ad hoc communications and networks, 2004. IEEE SECON 2004. 2004 First Annual IEEE Communications Society Conference on* (pp. 16-24). IEEE.

[5] Hayajneh, T., Almashaqbeh, G., Ullah, S. and Vasilakos, A.V., 2014. A survey of wireless technologies coexistence in WBAN: analysis and open research issues. *Wireless Networks*, 20(8), pp.2165-2199.

[6] Chiplunkar, N., Nayak, K. and Prasad, D. (2016). Performance Analysis of the Physical and Medium Access Control Layer Parameters with Effect of Varying Transmission Power Using IEEE 802.15.4 Standard for Wireless Body Sensor Networks. *Procedia Computer Science*, 93, pp.639-646.

[7] Nepal, S., Dahal, S. and Shin, S., 2016. Does the IEEE 802.15. 4 MAC Protocol Work Well in Wireless Body Area Networks. *J. Adv. Comput. Netw*, 4(1), pp.52-57.

[8] Van Dam, T. and Langendoen, K., 2003, November. An adaptive energy-efficient MAC protocol for wireless sensor networks. In *Proceedings of the 1st international conference on Embedded networked sensor systems* (pp. 171-180). ACM.

[9] AlSkaif, T., Bellalta, B., Zapata, M.G. and Ordinas, J.M.B., 2017. Energy efficiency of MAC protocols in low data rate wireless multimedia sensor networks: A comparative study. *Ad Hoc Networks*, 56, pp.141-157.

[10] Cpham.perso.univ-pau.fr. (2018). [online] Available at: <http://cpham.perso.univ-pau.fr/ENSEIGNEMENT/PAU-UPPA/INGRES-M1/Castalia%20-%20User%20Manual.pdf> [Accessed 7 Dec. 2018].