

## PENGARUH MODEL PERGERAKAN DAN PROTOKOL *ROUTING* PADA JARINGAN OPPORTUNISTIK TERHADAP PENGURANGAN ENERGI *NODE*

Vittalis Ayu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

\*E-mail: [vittalis.ayu@usd.ac.id](mailto:vittalis.ayu@usd.ac.id)

### ABSTRAK

Perkembangan infrastruktur jaringan *wireless* yang pesat mendorong tumbuhnya penggunaan perangkat *mobile* sebagai sarana komunikasi. Walaupun begitu, tidak semua area memiliki infrastruktur komunikasi yang memadai. Hal ini mendorong berkembangnya jaringan *wireless* berbasis *opportunistic*. Pada model jaringan ini, dimungkinkan komunikasi antar perangkat *mobile* tanpa adanya infrastruktur dengan menggunakan Bluetooth atau ZigBee. Namun disamping keunggulan yang dimilikinya, *node* pada jaringan ini memiliki keterbatasan salah satunya keterbatasan sumber daya contohnya energi. Padahal komunikasi yang dilakukan antar perangkat pada jaringan ini pasti membutuhkan konsumsi energi sementara energi yang dimiliki oleh setiap perangkat *mobile* itu terbatas. Pada penelitian ini, dilakukan studi mengenai pengaruh model pergerakan *Random* dan *Synthetic* terhadap penurunan energi *node*. Selain itu, kami juga meneliti tentang pengaruh protokol *routing* *Epidemic* dan *Spray and Wait* pada konsumsi energi *node*. Dari hasil simulasi, kami mendapatkan hasil bahwa jika *node* aktif dan sering melakukan kontak dengan *node* lain, energi *node* tersebut akan lebih cepat habis daripada *node* lain. Kami juga menemukan bahwa penggunaan protokol *routing* *Spray and Wait* mengurangi konsumsi energi *node* daripada *Epidemic* dikarenakan pembatasan salinan pesan yang dilakukan oleh algoritma *routing*nya.

**Kata kunci:** level energi, komunikasi *mobile*, *Epidemic*, *Spray and Wait*, *Random mobility*, *Synthetic mobility*

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi jaringan *wireless* yang sangat pesat memungkinkan perangkat *mobile* untuk dapat berkomunikasi satu sama lain seperti contohnya melalui jaringan seluler. Namun pada area dengan infrastruktur jaringan seluler yang terbatas, tidak semua area bisa dijangkau dan kesempatan komunikasi menjadi terbatas. Hal ini bisa diatasi dengan penggunaan konsep jaringan *opportunistic* dimana pada jaringan ini, perangkat *mobile* dapat saling berkomunikasi dengan menggunakan *short-range wireless communication* seperti Bluetooth dan ZigBee tanpa harus memiliki jalur antara satu perangkat dan perangkat lainnya (Patel, 2015). Walaupun begitu, disisi lain, jaringan ini memiliki kendala karena perangkat *mobile* memiliki energi yang terbatas. Padahal, untuk bisa berkomunikasi dengan baik, maka diperlukan konsumsi energi untuk melakukan proses *scan* (mendeteksi tetangga), *transmit* (mengirimkan pesan) dan *receive* (menerima pesan).

Studi tentang penggunaan energi pada *Mobile Ad hoc Network* (MANET) telah dilakukan oleh Kandari, dkk. (2016). Walaupun penelitian tersebut bisa melakukan *profiling* terhadap penurunan energi pada *node*, namun pada MANET asumsi yang dipakai adalah bahwa *global knowledge* untuk semua *node* bisa diketahui sehingga setiap *node* pasti memiliki jalur ke *node* tujuan. Lain halnya dengan *node* di jaringan *opportunistic* dimana setiap *node* dianggap sebagai entitas independen yang bisa menentukan jalur sesuai pengetahuan lokal yang dimilikinya. Analisis mengenai penggunaan energi pada model pergerakan juga telah dilakukan oleh Kerdsri, dkk. (2015) dan Loudari (2019). Penelitian Kerdsri membandingkan model dari beberapa variasi pergerakan *random* dan pergerakan berbasis *map* sedangkan penelitian Loudari menganalisis penggunaan energi berdasarkan *mobility* model *random* dan *routing* protokol. Namun dalam kedua penelitian ini belum memodelkan adanya *node* aktif (*node* yang banyak bertemu dengan *node* lain).

Pada penelitian ini kami melakukan studi untuk melihat pengaruh keaktifan pergerakan perangkat *mobile* atau biasa disebut dengan *node* terhadap pengurangan energinya. Hal ini menarik karena kami memiliki hipotesis bahwa perangkat yang memiliki pergerakan aktif, energinya akan cepat habis. Lebih jauh lagi, kami juga meneliti pengaruh penggunaan algoritma *routing* yang berbeda apakah juga berpengaruh terhadap pengurangan energi *node*.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, langkah – langkah yang kami lakukan: pertama adalah menentukan pemodelan dan skenario. Selanjutnya membangun model pergerakan *synthetic* kemudian menggunakan simulasi komputer untuk mengevaluasi skenario yang telah dibangun meliputi pergerakan (*random, synthetic*) serta protokol *routing* (*Epidemic, Spray and Wait*).

### 2.1 Perancangan Simulasi

Model pergerakan yang dipakai pada penelitian ini adalah model pergerakan *Random Waypoint* dan model pergerakan *Synthetic*. Model pergerakan *Random Waypoint* digunakan untuk merepresentasikan pergerakan *node* dimana probabilitas bertemu setiap *node* antara satu dengan yang lain sama sedangkan model pergerakan *Synthetic* digunakan untuk memodelkan *hub node* (*node* yang banyak bertemu dengan *node* lain) dan *node* biasa (*node* yang jarang bertemu dengan *node* lain).

Selain model pergerakan yang berbeda, pada penelitian ini juga dilakukan pengujian terhadap penggunaan protokol *routing* yang berbeda. Protokol *routing* yang digunakan pada penelitian ini adalah protokol *routing Epidemic* dan *Spray and Wait*. Pada protokol *routing Epidemic*, semua *node* akan mengirimkan salinan pesannya ke seluruh *node* yang ditemui, sementara pada protokol *routing Spray and Wait*, *node* akan mengirimkan salinan pesan hanya pada fase *spray* saja, setelah fase *spray* selesai maka akan masuk ke fase *wait* dimana pesan akan dibawa sendiri oleh *node* sampai bertemu dengan *destination*.

Simulasi dan pengujian dilakukan menggunakan ONE Simulator (Keranen, 2009). Matriks performansi yang dievaluasi adalah level energi tiap *node*. Jumlah energi pada semua *node* diasumsikan sama pada awal simulasi. Simulasi dilakukan selama 200.000 detik (2,5 hari) dan sampling level energi dilakukan tiap 3600 detik (1 jam). Area simulasi adalah 1000 x 1000 m<sup>2</sup>. Asumsi pada penelitian ini bahwa energi berkurang jika *node* melakukan *scan, transmit* dan *receive*. Energi yang diperlukan untuk melakukan *transmit* > dari energi yang diperlukan untuk *scan* dan *receive*.

### 2.2 Skenario Pengujian

#### 2.2.1 Skenario 1: pengaruh model pergerakan terhadap pengurangan energi

Pada skenario ini diperlihatkan perbedaan level penurunan energi jika diterapkan pergerakan *Random Waypoint*, dan *Synthetic*. Pada kedua pemodelan ini, digunakan 5 buah *node*. Pada pemodelan *Random Waypoint*, semua *node* bertemu secara acak namun memiliki probabilitas bertemu yang sama, sedangkan pada pemodelan *Synthetic*, dimodelkan bahwa *node* h4 memiliki jumlah kontak paling banyak (paling aktif) daripada 4 *node* lainnya.

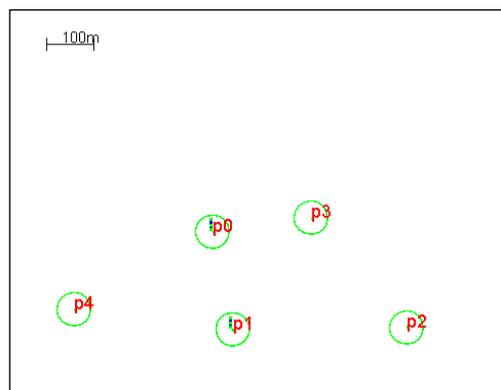
#### 2.2.2 Skenario 2: pengaruh model pergerakan dan routing protokol terhadap pengurangan energi

Pada skenario ini diperlihatkan perbedaan level penurunan energi jika diterapkan pergerakan *Random Waypoint* dan *Synthetic model* dikombinasikan dengan penggunaan routing protokol *Epidemic* dan *Spray and Wait*. Pada skenario ini, jumlah *node* yang dimodelkan lebih banyak yaitu 20 *node* dan pada pergerakan *Synthetic*, *node* h19 dimodelkan untuk memiliki pergerakan paling aktif.

### 2.3 Pergerakan yang digunakan

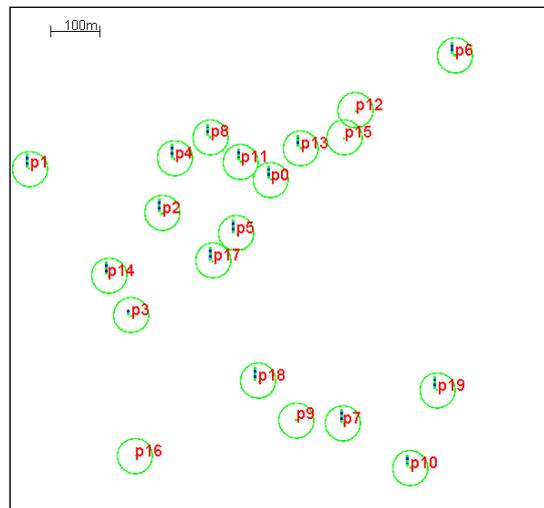
#### 2.3.1 Random Waypoint

Untuk skenario 1, pergerakan yang digunakan adalah *Random Waypoint* dengan jumlah *node* sebanyak 5 *node* dan diilustrasikan pada Gambar 1. Pada simulasi ini, setiap *node* diberikan label p0 sampai dengan p4.



Gambar 1. Pergerakan *Random Waypoint* dengan 5 *node*

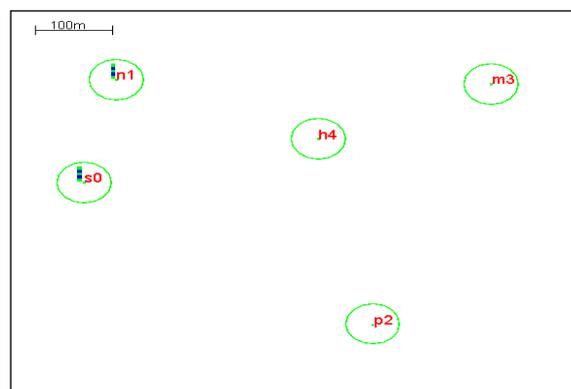
Untuk skenario 2, jumlah *node* yang disimulasikan adalah sebanyak 20 *node* yang masing masing bergerak secara random seperti diilustrasikan pada Gambar 2. Pada simulasi ini, setiap *node* diberikan label sebagai identitas unik dari *node* tersebut mulai dari *node* p0 sampai dengan *node* p19.



Gambar 2. Pergerakan *Random Waypoint* dengan 20 *node*

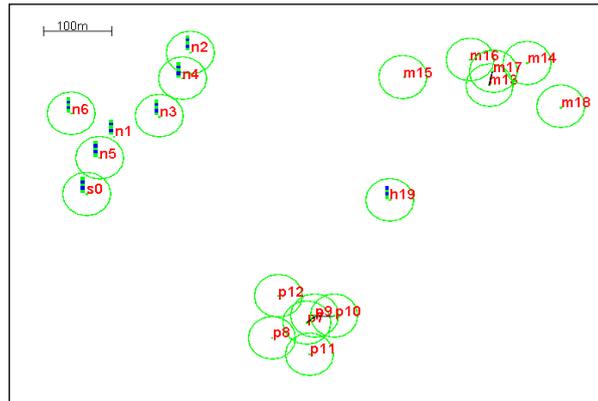
### 2.3.2 Synthetic

Pergerakan *synthetic* merupakan kombinasi dari beberapa pergerakan yang dapat kita rancang sendiri sesuai dengan kebutuhan skenario. Pada skenario 1, pergerakan *synthetic* yang digunakan seperti diilustrasikan pada Gambar 3, meliputi pergerakan *node* sebanyak 5 *node* dimana pergerakan masing masing *node* memiliki karakteristik yang berbeda. *Node* s0 merupakan *node* yang tidak bergerak (*stationary node*) dan bertugas untuk membangkitkan pesan sedangkan *node* n1, p2, m3 dan h4 merupakan *node* - *node* yang memiliki pergerakan *cluster* (*node* hanya dapat bergerak dalam luasan tertentu) yang berbeda beda. *Node* n1 merupakan *node* yang memiliki pergerakan *cluster1* dengan luas 200x200. *Node* p2 merupakan *node* yang memiliki pergerakan *cluster2* dengan luas 400x400. *Node* m3 merupakan *node* yang memiliki pergerakan *cluster3* dengan luas 200x600 dan *node* h4 merupakan *node* yang memiliki pergerakan *cluster4* dengan luas 900x900.



Gambar 3. Pergerakan *Synthetic* dengan 5 *node*

Pada skenario 2, pergerakan *synthetic* yang dipakai melibatkan 20 buah *node* seperti diilustrasikan pada Gambar 4. Satu buah *node* dimodelkan sebagai *node* diam dan sebagai pembangkit pesan (s0) dan satu buah *node* dimodelkan sebagai *node* yang paling aktif bergerak yaitu h19 dengan pergerakan *cluster4* sedangkan 18 *node* lain akan dibagi kedalam 3 kelompok besar dengan pergerakan masing masing kelompok *cluster1* dengan label n1 sampai n6, *cluster2* dengan label *node* p7 sampai p12 dan *cluster3* dengan label *node* m13 sampai m18.

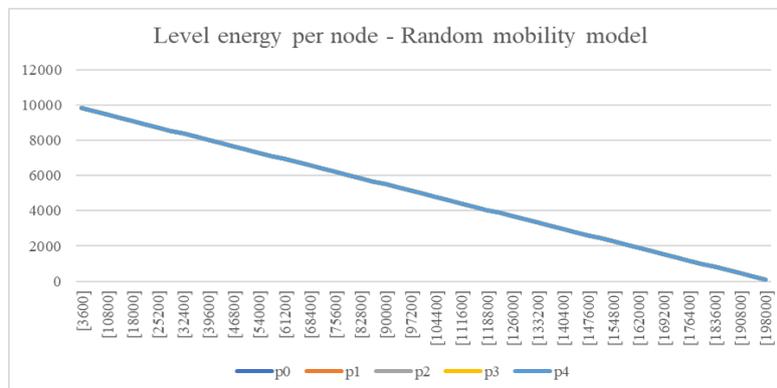


**Gambar 4.** Pergerakan *Synthetic* dengan 20 *node*

### 3. HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN

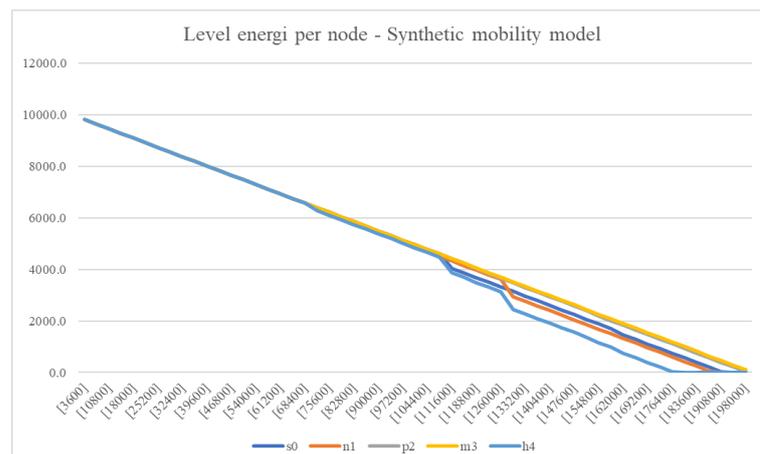
#### 3.1 Pengaruh Pergerakan *Random* dan *Synthetic*

Dari hasil simulasi yang diilustrasikan oleh Gambar 5 semua *node* memiliki level energi yang sama per periode *sampling*, sehingga didapatkan kurva linier yang berimpit. Ini terjadi karena pada pergerakan *random*, kesempatan kontak antara satu *node* dengan *node* yang lain sama, sehingga tingkat pengurangan energi setiap *node* pun sama.



**Gambar 5.** Level energi per *node* dengan *random mobility model*

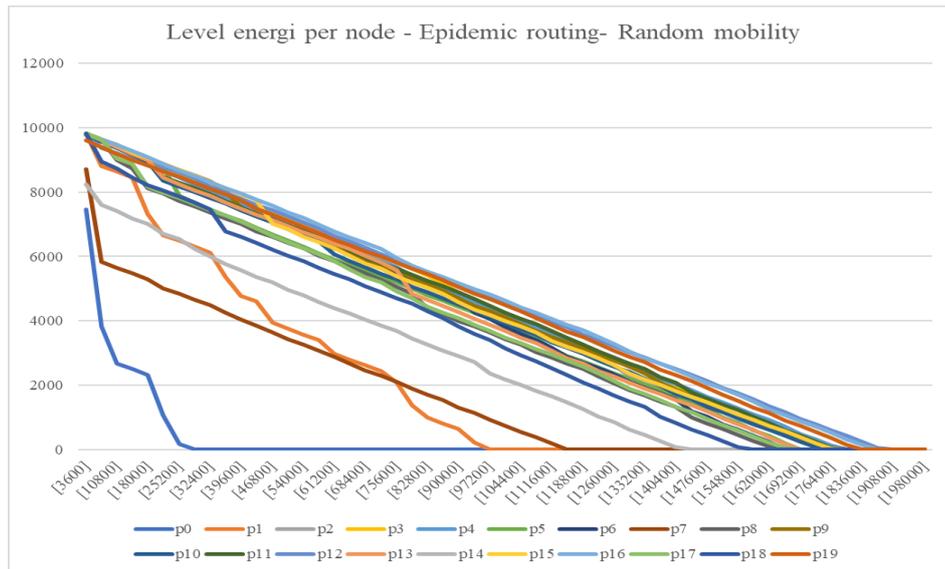
Sedangkan pada pergerakan *Synthetic*, hasilnya diilustrasikan pada Gambar 6. Pada pergerakan ini, *node* h4 memiliki kontak paling banyak dengan *node* lain (*node* aktif) sehingga energinya paling cepat habis yaitu di waktu 176.400 detik. Di lain pihak, energi pada *node* m3 habis di waktu 198.000 detik, ini dikarenakan *node* m3 memiliki jumlah kontak paling sedikit dengan *node* lain.



**Gambar 6.** Level energi per *node* dengan *synthetic mobility model*

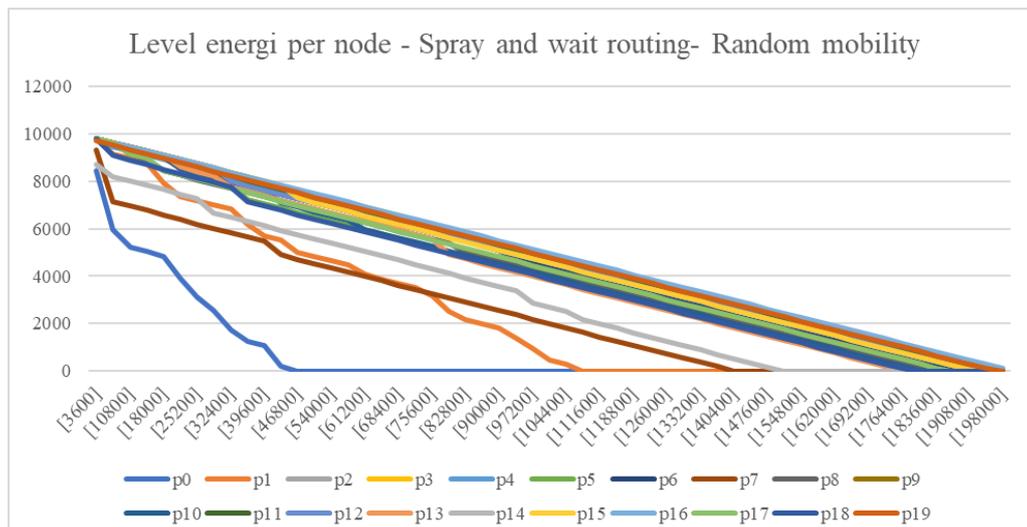
### 3.2 Pengaruh pergerakan *Random* dan *Synthetic* kombinasi dengan protokol *Epidemic* dan *Spray and Wait*

Seperti yang diperlihatkan pada hasil simulasi untuk pergerakan *Random* yang dikombinasikan dengan penggunaan protokol *routing Epidemic* (ditampilkan di Gambar 7) dan protokol *routing Spray and Wait* (ditampilkan di Gambar 8), bahwa *node p0* memiliki umur paling pendek yaitu energinya sudah habis di waktu 25.200 detik dan 46.800 detik. Hal ini dipengaruhi dari cara kerja dari *routing Epidemic* sendiri yang melakukan *flooding* pesan ke semua *node* yang ditemui. Pada hasil simulasi yang ditunjukkan oleh Gambar 7, tingkat energi yang dimiliki oleh *node p0* paling cepat habis karena pesan dibangkitkan di *node p0*, sehingga ketika diimplementasikan dengan protokol *routing Epidemic*, *node p0* akan selalu mengirimkan pesan ketika bertemu dengan *node* lain. Setiap kali hal itu terjadi, akan mengurangi nilai energi sebesar nilai *transmit* energi.



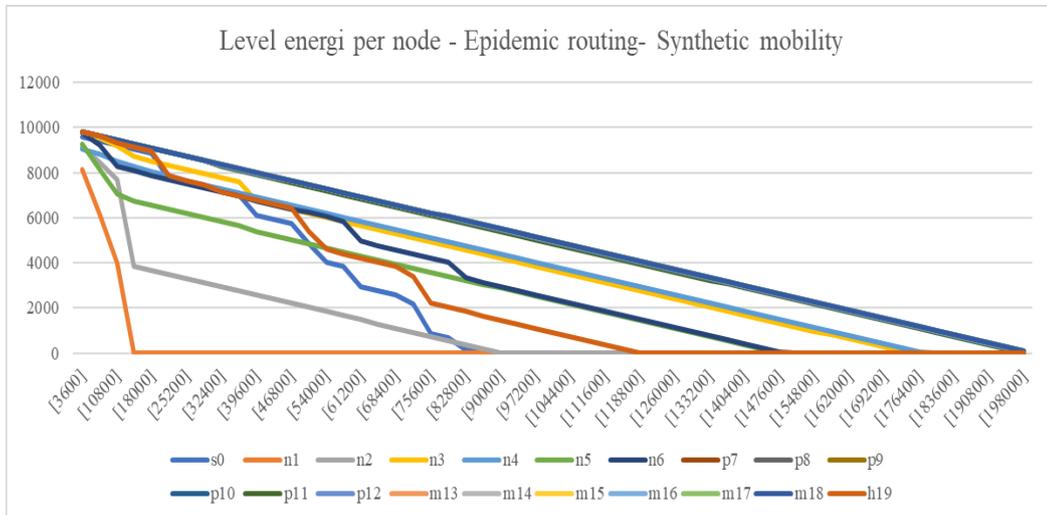
**Gambar 7.** Level energi per *node* dengan *Random Waypoint mobility model* dan *Epidemic routing*

Hasil simulasi yang ditampilkan pada Gambar 8 menunjukkan bahwa penggunaan protokol *routing Spray and Wait* akan memperpanjang umur *node* jika dibandingkan dengan hasil simulasi penggunaan *routing Epidemic* pada Gambar 7. Hal ini terjadi karena algoritma dari *Spray and Wait* menggunakan kontrol jumlah salinan pesan pada fase *spray* sehingga setelah fase *spray* selesai, tidak ada salinan pesan yang dibuat sehingga jumlah pesan yang di-*transmit* juga lebih terbatas dibandingkan dengan *Epidemic*.



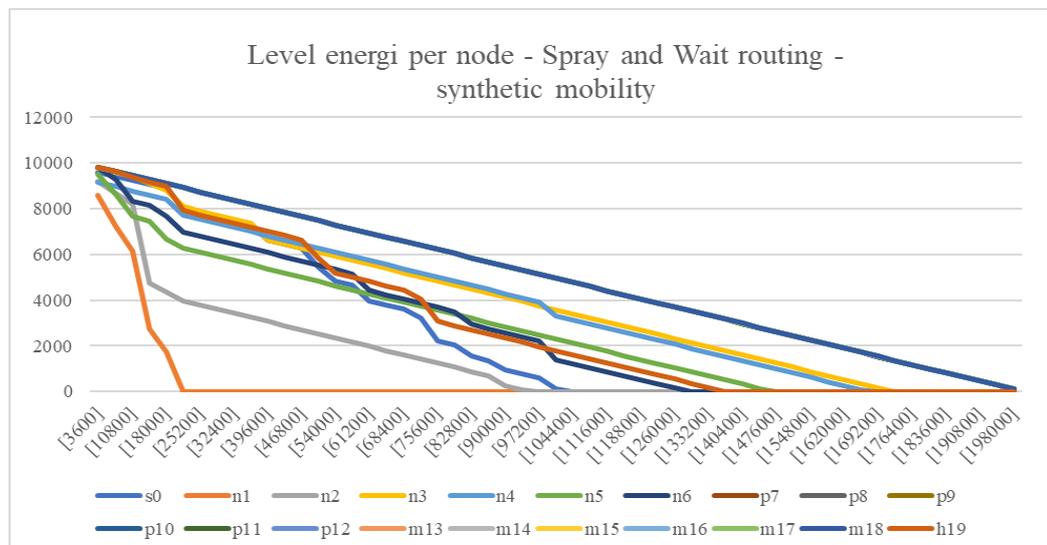
**Gambar 8.** Level energi per *node* dengan *Random Waypoint mobility model* dan *Spray and Wait routing*

Selanjutnya, Gambar 9 dan 10 menunjukkan hasil simulasi dimana keduanya menggunakan pergerakan *Synthetic*. Pada pergerakan ini, *node* h19 dimodelkan sebagai *node* yang paling aktif diantara *node* lain, sementara pesan dibuat oleh *node* n1. Dari Gambar 9 dan 10 dapat dilihat bahwa *node* n1 memiliki umur yang paling pendek dibandingkan dengan *node* lainnya. Hal ini disebabkan karena n1 merupakan *node* yang memiliki kontak pertama dengan *node* s0 sebagai pembangkit pesan sehingga ketika *node* n1 (sudah memiliki pesan dari s0) bertemu dengan *node* lain yang belum memiliki pesan, maka *node* n1 tersebut akan selalu mengirimkan pesan ke *node* lain dan pengurangan energi *transmit* akan selalu dieksekusi setiap kali terjadi kontak.



**Gambar 9.** Level energi per *node* dengan *Synthetic mobility model* dan *Epidemic*

Terlebih lagi pada pada Gambar 9, energi dari n1 lebih cepat habis dibandingkan dengan pada Gambar 10 yaitu di waktu 18.000 detik dan 25.200 detik. Hal ini disebabkan karena pada *Epidemic*, setiap kali kontak terjadi, *transmit* salinan pesan akan selalu dilakukan sehingga mengurangi level energi sebanyak konsumsi energi *transmit*.



**Gambar 10.** Level energi per *node* dengan *Synthetic mobility model* dan *Spray and Wait*

Di sisi lain, *node* h19 yang merupakan *node* yang paling aktif, tidak mengalami penurunan energi yang signifikan pada awal simulasi dikarenakan pada awal simulasi, *node* tersebut belum memiliki pesan. Setelah mendapatkan salinan pesan dari *node* lain, energi hub *node* ini langsung menurun secara signifikan (terlihat pada Gambar 9 dan 10) karena *node* diasumsikan bertemu dengan banyak *node* lain dan menyampaikan pesan

(*transmit*) sehingga mengurangi level energi walaupun penurunan pada Gambar 10 tidak setajam di Gambar 9 karena penggunaan protokol *routing Spray and Wait*.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, didapatkan kesimpulan bahwa model pergerakan dan penggunaan protokol *routing* tertentu dapat mempengaruhi level energi tiap *node*. Penurunan level energi pada semua *node* adalah sama pada pergerakan *random* namun jika pergerakan *node* antara satu dengan yang lain berbeda, maka waktu energinya habis untuk *node* juga akan berbeda. Sementara itu, penggunaan protokol *routing Epidemic* juga banyak mempengaruhi penurunan energi dibandingkan penggunaan protokol *routing Spray and Wait*. Hal ini dikarenakan pada protokol *routing Epidemic*, setiap terjadi kontak dengan *node* lain akan selalu diberikan salinan pesan yang berdampak pada konsumsi energi untuk melakukan *transmit* pesan.

#### PUSTAKA

- Keränen, Ari, Jörg Ott, & Teemu Kärkkäinen. 2009. *The ONE Simulator for DTN Protocol Evaluation*. In Proceedings of the 2nd International Conference on Simulation Tools and Techniques (Simutools '09). ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering), Brussels, BEL, Article 55: 1–10. doi: <https://doi.org/10.4108/ICST.SIMUTOOLS2009.5674>.
- Kerdsri, J. & Veeraklaew, T. 2015. *Analysis of Energy and Mobility Model on Opportunistic Routing Algorithms*. 2015 11th International Conference on Heterogeneous Networking for Quality, Reliability, Security and Robustness (QSHINE), hlm. 60-65.
- Loudari, S. E. & Benamar, N. 2019. *Effects of Selfishness on the Energy Consumption in Opportunistic Networks: A Performance Assessment*. 2019 International Conference on Wireless Technologies, Embedded and Intelligent Systems (WITS), hlm. 1-7. doi: 10.1109/WITS.2019.8723819.
- Kandari, S. & Pandey, M. K. 2015. *Evaluation of Energy Consumption by Nodes of MANET*. National Conference on Recent Advances in Electronics & Computer Engineering (RAECE), hlm. 32-35. doi: 10.1109/RAECE.2015.7510221.
- Patel, T. & Kamboj, P. 2015. *Opportunistic Routing in Wireless Sensor Networks: A Review*. IEEE International Advance Computing Conference (IACC), hlm. 983-987. doi: 10.1109/IADCC.2015.7154851.