**EVALUASI KINERJA *ROUTING PROTOCOL* PEGASIS MENGGUNAKAN NS-2**

**Awalia Paujiah1, Akhmad Fauzi Ikhsan2, Tri Arif Wiharso3**

1Fakultas Teknikniversitas Garut, Jl. Jati 42B, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

2 Fakultas Teknikniversitas Garut, Jl. Jati 42B, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

3 Fakultas Teknikniversitas Garut, Jl. Jati 42B, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

 Korespondensi: 1awaliapaujiah@gmail.com

***ARTICLE HISTORY***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Received:* | *Revised:* | *Accepointed:* |

**Abstrak**

*Routing protocol* PEGASIS pada dasarnya menggunakan algoritma *greedy untuk komunikasinya, namun* membuat struktur rantai yang panjang sehingga dapat menyebabkan penundaan transmisi yang besar. Maka penelitian ini bertujuan untuk memprbaiki kinerja PEGASIS dengan menggunakan algoritma berbeda dengan penelitian sebelumnya yaitu menggunakan *Simulated Annealing* yang diimplementasikan pada *base stationya* untuk memililh *chain leader* dan untuk membentuk jalur rantai, dengan mensimulasikannya pada NS2 dengan menggunakan dua jenis skenario yaitu luas area dan jumlah node. Hasil penelitian diperoleh bahwa antara skenario perubahan jumlah node dan luas area, skenario yang paling baik untuk konsumsi energi terdapat pada skenario perubahan jumlah node dengan jumlah node sebanyak 60 besar konsumsi energinya sebesar 0.144% namun memiliki waktu delay yang cukup tinggi yaitu 0.000148952 s. Sama halnya untuk kondisi terbaik untuk delay yaitu terdapat pada perubahan jumlah node dengan jumlah node 120 node pada luas area 100 x 100 m2 energi awalnya 0.50 j dengan waktu delay 0.000148461 s namun memiliki jumlah konsumsi energi yang besar yaitu 0.288%.

**Kata kunci:** Kinerja, PEGASIS, *Simulated annealing*, WSN.

***PERFORMANCE EVALUATION OF THE PEGASIS ROUTING PROTOCOL USING NS-2***

***Abstract***

*Routing protocols PEGASIS basically use greedy algorithms for their communications, but their make long chain structures can cause large transmission delays. So this study aims to improve the performance of PEGASIS by using a different algorithm from previous research, namely simulated annealing, which is implemented at the base station to choose a chain leader and form a chain path by simulating it on NS2 using two types of scenarios, namely area and number of nodes. The results showed that between scenarios of changes in the number of nodes and area, the best scenario for energy consumption was the scenario of changing the number of nodes to a large number of 60 nodes, whose energy consumption was 0.144% but had a fairly high delay time of 0.000148952 s. Likewise, for the best conditions for delay, namely the change in the number of nodes with a total of 120 nodes in an area of 100 x 100 m2, the initial energy is 0.50 j with a delay time of 0.000148461 s but has a large amount of energy consumption, namely 0.288%.*

***Key words:***  *PEGASIS, Simulated annealing, Performance, WSN.*

1. **Pendahuluan**

*Wireless Sensor Network*s (WSNs) terdiri dari sejumlah *node* sensor (perangkat), yang terhubung satu sama lain secara nirkabel. *Node*-*node* ini memiliki kemampuan untuk menghubungkan satu sama lain dan dengan *node* yang disebut kepala rantai, yang dapat terhubung ke *base station*. Setiap *node* memiliki perangkat sensor untuk memainkan tugas tertentu (satu atau lebih) [1]. Penggunaan energi merupakan masalah utama dalam WSN. Hal ini terjadi karena energi yang digunakan untuk setiap *node* hanya menggunakan baterai dalam setiap proses, seperti pengiriman dan penerimaan data. Sehingga persediaan energi menjadi terbatas. Karena penggunaan energi terbesar pada WSN adalah proses pengiriman dan penerimaan data, maka metode paling efektif untuk meningkatkan kinerja jaringan WSN menggunakan *routing protocol* [2]*.*

PEGASIS adalah *protocol* hierarkis berbasis rantai yang efisien dalam penggunaan daya. Namun menurut [3] pembentukan rantai dengan menggunakan algoritma *greedy* menyebabkan konsumsi energi meningkat sehingga mempercepat kematian *node*. Masalah lainnya diantaranya struktur rantai yang panjang dapat menyebabkan penundaan transmisi yang besar, pemilihan pemimpin rantai dilakukan tanpa mempertimbangkan informasi simpul, pemimpin yang terletak di titik acak WSN menyebabkan penundaan ujung-ke-ujung yang tinggi, dan tidak ada kriteria khusus untuk mengidentifikasi *node* paling jauh dalam jaringan. Maka penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki kinerja dari salah satu protokol hierarkis berbasis rantai yaitu PEGASIS dengan menggunakan algoritma berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yaitu dengan menggunakan algoritma *Simulated Annealing* yang diimplementasikan pada *base stationya* untuk memililh pemimpin (*chain leader*) dan untuk membentuk jalur rantai perutean dengan cara mensimulasikannya pada *software* NS2. Parameter yang akan diukur adalah konumsi energi dan *delay*.

1. **Metode**

penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data hasil sumilasi WSN. Simulasi dilakukan dengan menggunakan dua skenario yang berbeda yaitu perubahan luas area dan perubahan jumlah node. Parameter yang dievaluasi yaitu konsumsi energi dan delay.

1. Spesifikasi Perancangan Sistem

Adapun spesifikasi *routing protocol* dalam perancangan dan pemodelan kondisi *real system* WSN ini yang bertujuan unutk meningkatkan kinerja dari *routing protocol* WSN dan mengurangi konsumsi energi waktu hidup jaringan yang lebih lama. Spesifikasi sistem yang dibuat sebagai berikut:

1. *Protocol*  : PEGASIS
2. Algoritma : *Simulated Annealing*  pada *base station*

Simulasi dilakukan dengan menggunakan sensor *node* yang dirancang dalam keadaan dinamis dan disebar secara acak dalam area persegi dengan luas 100 x 100 m2, 200x200 m2, 300x300m2, dan 400 x 400 m2.



**Gambar 1. Diagram Blok**

**Tabel 1. Parameter Simulasi**

|  |  |
| --- | --- |
| **Parameter** | **Nilai** |
| Luas area (m2) | 100 x 100, 200x200, 300x300, 400 x 400 |
| Letak *Base Station* | 50 x 50 m2 |
| Energi awal | 0,50 *joule* |
| *Round* | 60 *round* |

1. Skenario Pengujian

Dalam penelitian ini, digunakan dua skenario yaitu pengubahan jumlah *node* dan luas area. Parameter skenario perubahan jumlah *node* dapat dilihat pada Tabel 3.2, sedangkan perubahan energi awal terdapat pada Tabel 3.2. Output yang diharapkan dari pengujian ini adalah konsumsi energi dan delay.

**Tabel 2. Skenario Perubahan Luas Area**

|  |  |
| --- | --- |
| **Parameter**  | **Nilai**  |
| Luas area  | 100 x 100 m2200 x 200 m2300 x 300 m2400 x 400 m2 |
| Letak *Base Station* | 50 x 50 m2 |
| Energi awal  | 0,50 *joule* |
| Jumlah *Node* | 100 *Node* |

**Tabel 3. Skenario Perubahan Jumlah Node**

|  |  |
| --- | --- |
| Parameter | Nilai  |
| Luas area  | 100 x 100 m2 |
| Letak *Base Station* | 50 x 50 m2 |
| Energi awal  | 0.50 j |
| Jumlah *node*  | 60 *node*80 *node*100 *node*120 *node* |

1. Flowchart

****

 **Gambar 2. *Flowchart* Perancangan *Routing Protocol***

*Flowchart* perancangan *routing protocol* ini meruapakn alur prosese penelitian. Penelitian yang dilakukan adalah simulasi dengan menggunakan *Network Simulato*r 2. Dimana penelitian dimulai dengan penentuan parameter yang akan dirancang untuk simulasi. Kemudian topologi dan skenario juga merupakan hal fundamental dalam proses simulasi ini, karena kedua hal ini akan menjadikan pembanding hasil simulasi. Proses selanjutnya yaitu perancanngan algoritma PEGASIS dengan manggunakan *simulated annealing*. Ketika semua aspek sudah sesuai perencanaan parameter dan skenario yang telah ditentukan maka simulasi dapat dimulai. Output dari simulasi ini adalah data delay dan konsumsi energi terhadap dua skenario yang berbeda. Setelah data yang didapat sesuai, maka data dapat dianalisis dan dievaluasi

1. **Hasil dan Pembahasan**

Untuk mengevaluasi kinerja *routing protocol* simulasi kinerja protokol menggunakan simulator NS-2 versi 34 dan membandingkan kinerjanya berdasarkan skenario yang telah diracang pada tabel 2 dan tabel 3. Simulasi dengan energi awal 2 joule, tersebar secara acak.

* 1. **Skenario Perubahan Luas Area**
1. **Konsumsi Energi**

kondisi konsumsi energi terbaik terjadi pada saat luas area sebesar 100 x 100 m2 dengan jumlah konsumsi energi 0,24% dan konsumsi energi tertinggi pada saat luas area sebesar 400 x 400 m2 dengan konsumsi energi 4.734%. Hal ini terjadi karena dengan jumlah node yang tetap yaitu 100 node sedangkan luas area diperbesar hinggan empat kali lipat. Hal ini menyebabkan panjangnya rantai komunikasi, sehingga energi yang dihabiskan untuk berkomunikasi jauh lebih besar.

**Tabel 4. Perbandingan konsumsi energi terhadap perubahan luas area**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Luas area (m2) | Jumlah energi (J) | Konsumsi Energi (%) |
| 100 x 100 | 1.20 x 10-3 | 0.24 % |
| 200 x 200 | 6.36 x 10-3 | 1.272 % |
| 300 x 300 | 1.081 x 10-2 | 2.162 % |
| 400 x 400 | 2.367 x 10-2 | 4.734 % |

**Gambar 3. Grafik effisiensi energi terhadap perubahan luas area**

1. **Delay**

**Gambar 4. Grafik delay terhadap perubahan luas area**

berdasarkan grafik pada gambar 4.2 setiap penambahan luas area sebesar 100 m2 rata-rata delay bertambah sebesar 2 x 10-9 s. Dimana delay tertinggi terjadi pada saat luas area 400 x 400 m2 dan 300 x 300 m2 sebesar 0,000148558 s. Maka kondisi delay yang paling rendah berada pada kondisi luas area sebesar 100 x 100 m2 sebesar 0,000148554 s. Hal ini terjadi karena semakin luas area dengan jumlah node yang tetap maka semakin panjang rantai yang harus dibentuk antar nodenya, maka delay yang terjadipun akan bertambah besar.

* 1. **Skenario Perubahan Jumlah Node**
1. **Konsumsi Energi**

berdasarkan grafik pada gambar 4.2 setiap penambahan luas area sebesar 100 m2 rata-rata delay bertambah sebesar 2 x 10-9 s. Dimana delay tertinggi terjadi pada saat luas area 400 x 400 m2 dan 300 x 300 m2 sebesar 0,000148558 s. Maka kondisi delay yang paling rendah berada pada kondisi luas area sebesar 100 x 100 m2 sebesar 0,000148554 s. Hal ini terjadi karena semakin luas area dengan jumlah node yang tetap maka semakin panjang rantai yang harus dibentuk antar nodenya, maka delay yang terjadipun akan bertambah besar.

 **Tabel 1. Effisiensi energi terhdap perubahan jumlah node**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Jumlah node  | Jumlah Energi (j) | Konsumsi Energi (%) |
| 60 | 7.2 x 10-4 | 0.144 % |
| 80 | 9,6 x 10-4 | 0.192 % |
| 100 | 1.2 x 10-3 | 0.24 % |
| 120 | 1.44 x 10-3 | 0.288 % |

**Gambar 5. Grafik konsumsi energi terhadap perubahan jumlah node**

1. **Delay**

Berdasarkan tabel 4.2 delay dihasilkan yaitu dengan menggunakan persamaan 2.17. Setiap penambahan 20 node rata-rata delay berkurang sebesar 1.63 x 10-7 s. Dimana delay tertinggi terjadi pada saat kondisi 60 node dengan besar delay yaitu 0,000148952 s. Sehingga kondisi delay yang paling rendah berada pada kondisi 120 node sebesar 0,000148554 s. Hal ini terjadi karena luas area yang tetap yaitu 100 x 100 m2 tetapi jumlah node meningkat. Artinya semakin banyak node yang menempati area maka semakin pendek rantai yang terbentuk dan semakin sedikit node yang menempati area maka rantai yang terbentuk semakin panjang, maka waktu yang dibutuhkan untuk melakukan komunikasi lebih sedikit.

**Gambar 6. Grafik delay terhadap perubahan jumlah node**

1. **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, keseluruhan pengujian evaluasi kinerja routing protocol PEGASIS dengan menggunakan *simulated annealing* pada base stationnya, dapat disimpulkan bahwa Antara skenario perubahan jumlah node dan luas area, skenario yang paling baik untuk konsumsi energi terdapat pada skenario perubahan jumlah node dengan jumlah node sebanyak 60 besar konsumsi energinya sebesar 0.144% namun memiliki waktu delay yang cukup tinggi yaitu 0.000148952 s. Sama halnya untuk kondisi terbaik untuk delay yaitu terdapat pada perubahan jumlah node dengan jumlah node 120 node pada luas area 100 x 100 m2 energi awalnya 0.50 j dengan waktu delay 0.000148461 s namun memiliki jumlah konsumsi energi yang besar yaitu 0.288%.

**Ucapan Terima Kasih**

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Garut, dan pihak lain yang telah memberikan kerjasama yang baik dalam penelitian ini.

**Daftar Pustaka**

[1] H. A. Marhoon, R. Alubady, and M. K. Abdulhameed, “Direct line routing protocol to reduce delay for chain based technique in wireless sensor network,” *Karbala Int. J. Mod. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 190–195, 2020, doi: 10.33640/2405-609X.1585.

[2] A. Mu’min, “Analisis Kinerja Protokol Routing LEACH-C Pada WSN Menggunakan NS2.pdf,” *Skripsi*, 2015.

[3] A. M. Khedr, A. Aziz, and W. Osamy, “Successors of PEGASIS protocol : A comprehensive survey,” *Comput. Sci. Rev.*, vol. 39, p. 100368, 2021, doi: 10.1016/j.cosrev.2021.100368.

[4] M. R. Mufid, M. U. H. Al Rasyid, and I. Syarif, “Performance Evaluation of PEGASIS Protocol for Energy Efficiency,” *2018 Int. Electron. Symp. Eng. Technol. Appl. IES-ETA 2018 - Proc.*, pp. 241–246, 2019, doi: 10.1109/ELECSYM.2018.8615490.

[5] B. Bhushan and G. Sahoo, *Routing Protocols in Wireless Sensor Networks*, Part of Sp. Verlag GmbH Germany: Springer Berlin Heidelberg, 2019.

[6] S. R. Shabbir, Noman and Hassan, *Routing Protocols for Wireless Sensor Networks (WSNs)*. London, SW7 2QJ, UNITED KINGDOM: IntechOpen, 2017.

[7] M. B. Aufar, “SIMULATION ANALYSIS OF LEACH AND PEGASIS HIERARCHICAL ROUTING,” vol. 4, no. 1, pp. 516–526, 2017.

[8] M. A. Wahyudi, *Digital Repository Universitas Jember : Analisa Perbandingan Konsumsi Energi Dan Masa Hidup Jaringan pada Protokol LEACH, HEED, dan PEGASIS Di WSN*. Universitas Jember, 2018.

[9] S. Misra and R. Kumar, “An Analytical Study of LEACH and PEGASIS protocol in Wireless Sensor Network,” *Int. J. Sci. Res.*, vol. 6, no. 12, pp. 808–813, 2017, doi: 10.21275/art20178825.

[10] Ö. ÖZKAN, “Üç Boyutlu Ay Yüzeyine Kapsamayı Enbüyüklemek Üzere Melez Memetik Algoritma Kullanarak Kablosuz Algılayıcı Yerleştirilmesi,” *Uludağ Univ. J. Fac. Eng.*, vol. 25, no. 1, pp. 303–324, 2020, doi: 0.17482/uumfd.632815.

[11] Y. Aditya Wicaksono, D. Kurniawan, and H. Agus Santoso, “Bayesian Network Optimization for Earthquake Prediction Using Simulated Annealing,” *Proc. - 2018 Int. Semin. Appl. Technol. Inf. Commun. Creat. Technol. Hum. Life, iSemantic 2018*, pp. 494–497, 2018, doi: 10.1109/ISEMANTIC.2018.8549729.

[12] F. G. N. Larosa, “Pemanfaatan Virtual Box Dalam Praktikum Administrasi Server Menggunakan Teknik DHCP Pada MikroTik RouterOS,” *Methodika*, vol. 2, no. 1, pp. 81–86, 2016, [Online]. Available: http://methodika.net/index.php/jurnalmethodika/article/view/12/12.

[13] M. Tabassum and K. Mathew, “Software evolution analysis of linux (Ubuntu) OS,” *2014 Int. Conf. Comput. Sci. Technol. ICCST 2014*, vol. 2014, 2014, doi: 10.1109/ICCST.2014.7045194.

[14] T. Issariyakul and E. Hossain, *Introduction to Network Simulator NS2*, Second edi. Springer New York Dordrecht Heidelberg London: Springer Science + Busines Media, LLC 2012.

[15] Andi Bayu Wirawan dan Eka Indarto, *Mudah Memebangun Simulasi Dengan Nework Simulator-2*. Yogyakarta: ANDI, 2004.

[16] K. Anggana and V. W. Mahyastuty, “Protokol Routing Power Efficient Gathering in Sensor Information Systems pada Wireless Sensor Network,” *J. ELEKTRO*, vol. 2, pp. 51–60, 2015.

[17] J. Agarkhed, P. Y. Dattatraya, and S. R. Patil, “Performance Evaluation of QoS-Aware Routing Protocols in Wireless Sensor Networks,” 2017, doi: 10.1007/978-981-10-2471-9.