

**ANALISIS PEMILIHAN JALUR PADA JARINGAN SENSOR  
NIRKABEL MENGGUNAKAN METODE L-RPL**

**SKRIPSI**



**OLEH :**

**PUTRI NOVA APRIYANTI**

**09011382025132**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS PEMILIHAN JALUR PADA JARINGAN SENSOR**  
**NIRKABEL MENGGUNAKAN METODE L-RPL**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

**OLEH :**

**PUTRI NOVA APRIYANTI**

**09011382025132**

Palembang, 12 Agustus 2024

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**



**Dr. Ir. Sukemi, M.T.**  
**NIP. 196612032006041001**

**Pembimbing Tugas Akhir**

**Huda Uhava, S.T., M.T.**  
**NIP. 198106162012121003**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 18 Juli 2024


Tim Penguji :

1. Ketua : Kemayanto Exaudi, S.Kom., M.T

2. Sekretaris : Sarmayanta Sembiring, S.Si., M.T.

3. Penguji : Aditya Putra Perdana Prasetyo, M.T.

4. Pembimbing : Huda Ubaya, S.T., M.T.



Mengetahui, 17/7/24

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukenti, M.T.

NIP. 196512032005041001

## HALAMAN PERNYATAAN

**Yang bertanda tangan di bawah ini :**

**Nama :** Putri Nova Apriyanti

**NIM :** 09011382025132

**Judul :** Analisis Pemilihan Jalur Pada Jaringan Sensor Nirkabel Menggunakan Metode L-RPL

**Hasil Pengecekan Software Turnitin : 7%**

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya

Demikian, Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Palembang, Agustus 2024



**Putri Nova Apriyanti**  
**NIM.09011382025132**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa penulis telah diberikan kesehatan, kekuatan, serta kesanggupan sehingga penulis mampu menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul “ANALISIS PEMILIHAN JALUR PADA JARINGAN SENSOR NIRKABEL MENGGUNAKAN METODE L-RPL”.

Dalam penulis Proposal Tugas Akhir ini, penulis masih dalam tahap pembelajaran dan bimbingan. Dengan demikian, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan serta petunjuk dari semuapihak, penulis tentu tidak dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini. Pada kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang Tua penulis, Ayah dan Ibu, Terima kasih yang selalu memberikan motivasi, doa, serta dukungannya kepada penulis dan menguatkan dalam menyelesaikan Skripsi.
2. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.SI,M.SI., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Huda Ubaya, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah berkenan meluangkan waktu dalam membimbing penulis dalam penyusunan Skripsi.
5. Bapak Rahmat Fadli Isnanto,S.SI.,M.SC. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis pada Program Studi Sistem Komputer.
6. Ibu Sari selaku Admin Program Studi Sistem Komputer yang telah membantu administrasi dalam menyelesaikan Skripsi.
7. Saudara & Saudari penulis Terima kasih karena selalu ada dan selalu mendukung adik bungsu mu ini untuk menyelesaikan Skripsi.
8. Niko Terima kasih atas dukungan, semangat, serta menjadi tempat berkeluh kesah, selalu ada dalam suka maupun duka selama proses penyusunan Skripsi.

9. Winda, Nanda, Fiqih teman seperjuangan yang selalu ada dalam suka maupun duka selama proses menyusun Skripsi.
10. Sahabat tercinta Fera Amelia, Nadia Wulandari yang selalu ada, serta memberikan semangat kepada penulis.
11. Original 10 memberikan semangat kepada penulis.
12. Semua relasi penulis, baik kakak tingkat maupun rekan seangkatan penulis angkatan 2020 yang menjadi teman seperjuangan pada Sistem Komputer, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini belum sampai pada batas sempurna. Maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun serta kemakluman agar penulis semakin berkembang dalam masa pembelajaran. Penulis berharap pula agar Skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi pihak yang terlibat maupun para pembaca,serta bagi penulis sendiri.

Palembang, Agustus 2024

Penulis,

**Putri Nova Aprivanti**  
**NIM.09011382025132**

# ANALISIS PEMILIHAN JALUR PADA JARINGAN SENSOR NIRKABEL MENGGUNAKAN METODE L-RPL

Putri Nova Apriyanti (09011382025132)  
Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer,  
Universitas Sriwijaya  
Email: [09011382025132@student.unsri.ac.id](mailto:09011382025132@student.unsri.ac.id)

## ABSTRAK

Routing Protokol untuk jaringan berdaya rendah seperti *Jaringan Sensor Nirkabel* mengalami penurunan mendalam, peningkatan overhead kontrol, latensi yang lebih lama dan penggunaan energi yang lebih tinggi. Pemilihan jalur mengalami masalah kurang stabil karena kegagalan pengiriman paket lebih sering terjadi karena node sangat dekat antara satu sama lain dalam jaringan yang padat. *Laplacian Routing Protocol low power lossy network* (L-RPL) pendekatan matematis yang kuat untuk meningkatkan kinerja jaringan sensor nirkabel. dengan memanfaatkan dari *Laplacian* kita dapat mengoptimalkan pemilihan rute, meningkatkan efisiensi energi. Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa metode Laplacian dapat mengurangi paket paket lost dengan menggunakan 4 Cluster tidak ada nya paket lost, *Latency* membutuhkan waktu 0,007 milidetik untuk mengirimkan data. Performa jaringan 57 % menjadi lebih baik.

**Kata kunci :** Jaringan Sensor Nirkabel, Laplacian Routing Protocol low power lossy network, latency

# ANALYSIS PATH SELECTION IN WIRELESS SENSOR NETWORKS USING THE L-RPL METHOD

Putri Nova Apriyanti (09011382025132)

Department of Computer system, Faculty of Computer Science,

Sriwijaya University

Email: [09011382025132@student.unsri.ac.id](mailto:09011382025132@student.unsri.ac.id)

## ABSTRACT

Routing Protocols for low-power networks such as Wireless Sensor Networks suffer from decreased depth, increased control overhead, longer latency and higher energy usage. Path selection suffers from the problem of less stability as packet delivery failures are more frequent as nodes are very close to each other in dense networks. Laplacian Routing Protocol low power lossy network (L-RPL) is a powerful mathematical approach to improve the performance of wireless sensor networks. by utilizing Laplacian we can optimize route selection, improve energy efficiency. The results of this study prove that the Laplacian method can reduce lost packets by using 4 clusters there are no lost packets, Latency takes 0.007 milliseconds to transmit data. Network performance is 57% better.

**Keywords:** *Wireless Sensor Network, Laplacian Routing Protocol low power lossy network, latency*



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>1</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat .....	2
1.5. Sistematika Penulisan .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Penelitian Terkait .....	4
2.2 Tinjauan Pustaka .....	11
2.2.1 Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks (RPL).....	11
2.2.2 Pengertian terminologi RPL.....	12
2.2.3 Traffic flows yang didukung oleh RPL.....	15
2.3 Algoritma Trickle.....	16

2.4 Metodologi L-RPL .....	16
2.5 Sentralitas Laplacian .....	17
2.6 Perhitungan pada L-RPL.....	17
2.7 Penurunan energi Laplacian memberikan jalur yang stabil .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 Pendahuluan .....	18
3.2 Kerangka Kerja Penelitian .....	18
3.3 Nilai Parameter Kinerja.....	20
3.3.1 PRR .....	20
3.3.2 Latency .....	21
3.4 Estimasi tautan dan pemilihan jalur di L-RPL.....	21
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>23</b>
4.1 Hasil File Capture .....	23
4.2 Formasi Cluster .....	23
4.2 Sentralitas L-RPL.....	24
4.3 PRR Sebelum menggunakan Laplacian .....	25
4.4 PRR Setelah menggunakan Laplacian .....	28
4.5 Latency Sebelum menggunakan Laplacian.....	31
4.6 Latency Sesudah menggunakan Laplacian .....	32
4.7 LEdrop $\omega t$ sebelum menggunakan Laplacian .....	33
4.8 LEdrop $\omega t$ sesudah menggunakan Laplacian .....	34
4.9 Analisis Perbandingan terhadap RPL menggunakan Laplacian .....	35
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>37</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2. 1</b> OSI Layer.....	11
<b>Gambar 2. 2</b> Protocol RPL .....	12
<b>Gambar 2. 3</b> DODAG .....	14
<b>Gambar 2. 4</b> Arus trafik.....	15
<b>Gambar 3. 1</b> Kerangka Kerja Penelitian .....	19
<b>Gambar 3. 2</b> bobot link .....	21
<b>Gambar 3. 3</b> penurunan Energi laplacian .....	22
<b>Gambar 4. 1</b> Contiki Cooja.....	23
<b>Gambar 4. 2</b> Formasi Cluster.....	24
<b>Gambar 4. 3</b> keseluruhan node .....	24
<b>Gambar 4. 4</b> Cluster 1 paket yang diterima dan dikirim .....	26
<b>Gambar 4. 5</b> Cluster 2 paket yang diterima dan dikirim .....	26
<b>Gambar 4. 6</b> Cluster 3 paket yang diterima dan dikirim .....	27
<b>Gambar 4. 7</b> Cluster 4 paket yang diterima dan dikirim .....	28
<b>Gambar 4. 8</b> Cluster 1 paket yang diterima dan dikirim.....	29
<b>Gambar 4. 9</b> Cluster 2 paket yang diterima dan dikirim .....	29
<b>Gambar 4. 10</b> Cluster 3 paket yang diterima dan dikirim .....	30
<b>Gambar 4. 11</b> Cluster 4 paket yang diterima dan dikirim.....	31

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2. 1</b> Rangkuman Penelitian Terkait.....	5
<b>Tabel 3. 1</b> Nilai Parameter Simulasi .....	20
<b>Tabel 4. 1</b> Tsend Treceive .....	32
<b>Tabel 4. 2</b> Tsend Treceive .....	33
<b>Tabel 4. 3</b> Nilai Laplacian sebelum .....	34
<b>Tabel 4. 4</b> Nilai Laplacian sesudah .....	35
<b>Tabel 4. 5</b> Analisis Perbandingan PRR, Latency, LEdrop $\omega t$ .....	35

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Akhir - akhir ini internet of Things (IoT) telah menjadi judul era baru jaringan Internet ). IoT terdiri dari banyak objek fisik yang terhubung ke Internet, yaitu sensor, kendaraan, dan perangkat yang dilengkapi dengan prosesor mikro. Munculnya teknologi IoT telah memunculkan jenis jaringan khusus baru yang disebut Low-Power and Lossy Net Works (LLNs) Namun memiliki banyak batasan, tidak hanya perangkat yang dibatasi sumber daya, yang ditandai dengan memori terbatas, daya, dan kemampuan komputasi, tetapi juga tautan komunikasi (yaitu, bandwidth rendah, jangkauan transmisi pendek, dan topologi jaringan yang berubah secara dinamis karena mobile node), yang menyebabkan packet loss tinggi, delay end-to-end rendah, konsumsi energi tinggi, dan throughput rendah. Hal yang menonjol dalam LLN adalah menggunakan protokol perutean yang efisien yang memenuhi persyaratan aplikasi, seperti mempertimbangkan IoT berdaya rendah Perangkat dan jangkauan transmisi pendek [1]

Routing Protokol untuk jaringan berdaya rendah dan lossy (LLN) mengalami penurunan mendalam, peningkatan overhead kontrol, latensi yang lebih lama dan penggunaan energi yang lebih tinggi pada saat mengalami kepadatan node yang tinggi, kegagalan link atau node dalam jaringan.[2]

Laplacian Routing Protocol low power lossy network (L-RPL) adalah pendekatan matematis yang kuat untuk meningkatkan kinerja jaringan sensor nirkabel. dengan memanfaatkan dari Laplacian graf, kita dapat mengoptimalkan pemilihan rute, meningkatkan efisiensi energi, dan memastikan toleransi kesalahan yang lebih baik dalam jaringan. [3]

Wireless Sensor Network (WSN) dalam domain Internet of Things (Iot) yang memiliki node terbatas yang tersebar secara spesial diarea yang luas. Protokol Routing Protocol Low Power Lossy Network (RPL) telah dirancang oleh Internet Engineering Task Force (IETF) sebagai jawaban atas spesifikasi yang dinyatakan untuk LLN dalam RFC6550. (Kim et al., 2017) RPL membentuk rute dengan

membuat graf asiklik terarah (DAG) dimana node memilih sebuah kepala utama dengan tujuan mengorientasikan dirinya ke akar DAG. Fungsi objektif dirancang untuk memilih forwarder dengan bantuan metrik [3]

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pemilihan jalur mengalami masalah kurang stabil karena kegagalan pengiriman paket lebih sering terjadi karena node sangat dekat antara satu sama lain dalam jaringan yang padat. Kurangnya jalur yang stabil meningkatkan overhead tinggi, latency yang lebih lama, mengakibatkan kegagalan link sehingga menyebabkan kegagalan paket. Sebagai alternatif pemilihan jalur berbasis Laplacian diusulkan untuk RPL dengan memasukkan informasi tambahan tentang hubungan antar tetangga ke dalam proses sehingga menjadi stabil.

## **1.3 Tujuan**

1. Untuk mengusulkan protokol routing baru untuk multi-gateway jaringan berdaya rendah dan lossy. yang dapat menangani tantangan seperti tingkat kehilangan paket yang tinggi, kecepatan data yang rendah.
2. Bertujuan untuk mengevaluasi kinerja protokol yang diusulkan melalui simulasi dan membandingkannya dengan protokol protokol yang ada.
3. Meningkatkan Performa Jaringan

## **1.4 Manfaat**

1. Meningkatkan performa jaringan dalam hal delay, kontrol overhead, efisiensi energi, dan kehandalan
2. Pemilihan jalur energi laplacian memperbanyak RPL dengan memasukkan informasi tambahan dalam proses pemilihan jalur untuk menyediakan jalur yang stabil.

## **1.5. Sistematika Penulisan**

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan penelitian.

**BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan, teori yang mendukung, dan rangkuman dari kajian Pustaka

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang data set yang digunakan untuk penelitian, perangkat yang digunakan, blok diagram, serta metodologi yang digunakan untuk melakukan penelitian.

**BAB IV : PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang proses penelitian yang dilakukan serta penjelasan dari penelitian yang dilakukan.

**BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan penelitian dari yang dilakukan serta saran dari hasil penelitian yang dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. A. Darabkh, M. Al-Akhras, J. N. Zomot, and M. Atiquzzaman, "RPL routing protocol over IoT: A comprehensive survey, recent advances, insights, bibliometric analysis, recommendations, and future directions," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 207, no. July, p. 103476, 2022, doi: 10.1016/j.jnca.2022.103476.
- [2] M. Pushpalatha, T. Anusha, T. Rama Rao, and R. Venkataraman, "L-RPL: RPL powered by laplacian energy for stable path selection during link failures in an Internet of Things network," *Comput. Networks*, vol. 184, no. November 2020, p. 107697, 2021, doi: 10.1016/j.comnet.2020.107697.
- [3] C. Maria Dimova and P. M. R. Stirk, "濟無No Title No Title No Title," pp. 9–25, 2019.
- [4] E. Ancillotti, R. Bruno, and M. Conti, "RPL routing protocol in advanced metering infrastructures: An analysis of the unreliability problems," *2012 Sustain. Internet ICT Sustain. Sustain. 2012*, 2012.
- [5] E. Ancillotti, R. Bruno, and M. Conti, "Reliable data delivery with the IETF routing protocol for low-power and lossy networks," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 10, no. 3, pp. 1864–1877, 2014, doi: 10.1109/TII.2014.2332117.
- [6] P. O. Kamgueu, E. Nataf, and T. N. Djotio, "On design and deployment of fuzzy-based metric for routing in low-power and lossy networks," *Proc. - Conf. Local Comput. Networks, LCN*, vol. 2015-Decem, pp. 789–795, 2015, doi: 10.1109/LCNW.2015.7365929.
- [7] O. Gaddour, A. Koubăa, N. Baccour, and M. Abid, "OF-FL: QoS-aware fuzzy logic objective function for the RPL routing protocol," *2014 12th Int. Symp. Model. Optim. Mobile, Ad Hoc, Wirel. Networks, WiOpt 2014*, pp. 365–372, 2014, doi: 10.1109/WIOPT.2014.6850321.



- [8] X. Yang, J. Guo, P. Orlik, K. Parsons, and K. Ishibashi, "Stability metric based routing protocol for low-power and lossy networks," *2014 IEEE Int. Conf. Commun. ICC 2014*, pp. 3688–3693, 2014, doi: 10.1109/ICC.2014.6883895.
- [9] H. S. Kim, J. Ko, D. E. Culler, and J. Paek, "Challenging the IPv6 Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks (RPL): A Survey," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 19, no. 4, pp. 2502–2525, 2017, doi: 10.1109/COMST.2017.2751617.
- [10] B. Ghaleb *et al.*, "A Survey of Limitations and Enhancements of the IPv6 Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks: A Focus on Core Operations," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 21, no. 2, pp. 1607–1635, 2019, doi: 10.1109/COMST.2018.2874356.
- [11] Z. Yang, H. Liu, Y. Chen, X. Zhu, Y. Ning, and W. Zhu, "UEE-RPL: A UAV-Based Energy Efficient Routing for Internet of Things," *IEEE Trans. Green Commun. Netw.*, vol. 5, no. 3, pp. 1333–1344, Sep. 2021, doi: 10.1109/TGCN.2021.3085897.