

**ALGORITMA PENGELOMPOKAN BERIMBANG BERBASIS PROTOKOL
LOW ENERGY ADAPTIVE CLUSTERING HIERARCHY(LEACH) PADA
JARINGAN SENSOR NIRKABEL**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



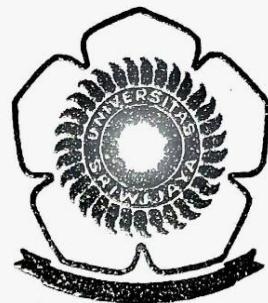
OLEH :

**Aditya Prayoga
09011181419013**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

**ALGORITMA PENGELOMPOKAN BERIMBANG BERBASIS
PROTOKOL LOW ENERGY ADAPTIVE CLUSTERING
HIERARCHY(LEACH) PADA JARINGAN SENSOR
NIRKABEL**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH :

**Aditya Prayoga
09011181419013**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

ALGORITMA PENGELOMPOKAN BERIMBANG BERBASIS PROTOKOL LOW ENERGY ADAPTIVE CLUSTERING HIERARCHY(LEACH) PADA JARINGAN SENSOR NIRKABEL

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

OLEH :

Aditya Prayoga
09011181419013

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer


Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Palembang, Januari 2020

Pembimbing Tugas Akhir


Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T.
NIP. 197604252010121001

**BALANCED CLUSTERING ALGORITHM BASED LOW ENERGY
ADAPTIVE CLUSTERING HIERARCHY PROTOCOL IN
WIRELESS SENSOR NETWORK**

SKRIPSI

Submitted to Completed of the Term Obtaining a Bachelor
of Computer Engineering

By :

**Aditya Prayoga
09011181419013**

Palembang, January 2020

Head of Department Computer Engineering

Supervisor

Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T
NIP. 197604252010121001

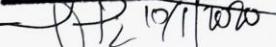
HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

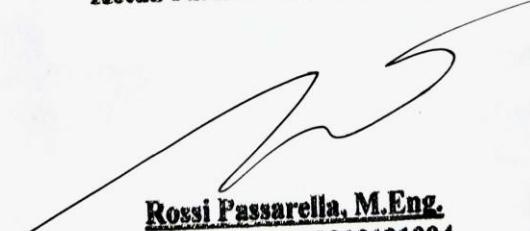
Hari : Selasa
Tanggal : 17 Desember 2019

Tim Penguji :

1. Ketua : Erwin, M.Si.
2. Anggota I : Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T.
3. Anggota II : Sarmayanta Sembiring, M.T.


Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer


Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Aditya Prayoga
NIM : 09011181419013
Program Studi : Sistem Komputer
Judul Skripsi : Algoritma Pengelompokan Berimbang Berbasis Protokol Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy pada Jaringan Sensor Nirkabel

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 8 %

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi maupun plagiasi (jiplakan) dari penelitian orang lain. Apabila tugas akhir ini terbukti merupakan hasil duplikasi atau plagiasi (jiplakan) dari hasil penelitian orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi yang diberikan oleh Tim penguji dan jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.



Palembang, Januari 2020

Yang menyatakan,



Aditya Prayoga

NIM 09011181419013

HALAMAN PERSEMPAHAN



يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسُحُوا يَفْسَحَ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ اشْرُذُوا فَانْشُرُذُوا
يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ

Hai orang-orang beriman apabila dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majlis", maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu", maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.

Mencari ilmu itu hukumnya wajib bagi muslimin dan muslimat”

(HR. Ibnu Abdil Bari)

“Carilah ilmu dari buaian sampai liang lahat”

(HR. Muslim)

Skripsi Ini Kupersembahkan Kepada :

Kedua orang tua-ku yang saya sayangi dan saya cintai

(Supardi & Sumarsih)

Saudara Perempuanku

(Mutiara Amanda)

Teman-Teman Seperjuangan di Sistem Komputer 2014

(Universitas Sriwijaya)

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis haturkan kehadiran Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Satu ini dengan judul “**Algoritma Pengelompokan Berimbang Berbasis Protokol Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy pada Jaringan Sensor Nirkabel**”. Shalawat dan salam tak lupa kita junjungan kepada Nabi kita Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan segala kemudahan, bimbingan, pengarahan, dorongan, bantuan baik moril maupun materil selama penyusunan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal tugas akhir ini dengan tepat waktu.
2. Kedua orang tua serta keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran penggerjaan tugas akhir ini.
3. Adik Saya Mutiara Amanda yang selalu memberi semangat dan doa.
4. Bapak Rossi Passarella, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Dosen pembimbing Akademik Bapak Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T
6. Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T selaku pembimbing tugas akhir di jurusan Sistem Komputer.
7. Winda Kim, selaku admin jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
8. Seluruh Staf pegawai Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang pernah memberikan nasehat.

9. Kakak tingkat yang telah membimbing dan memberi masukan, Kak Eko Arip Winanto S.Kom, Kak Candra Adi Winanto S.Kom, Kak Deni Danuarta S.Kom, Kak Fepiliana S.Kom, Kak Dimas Wahyudi S.Kom, Kak Riki Andika S.Kom.
10. Teman-teman satu grup riset COMNETS yang telah membimbing dan memberi masukan, Ahmad Ridwan S.Kom, Aidil Fitri Ansyah S.Kom, Gonewaje S.Kom, Sigit, Randa, Fahron, Anggit, Yonatan.
11. Teman-teman satu grup kelompok belajar yang telah menyemangati dan memberi masukan, Faris Nabil, Ageng Setyo SPd, Andika Atmanegara, Gilang , Galang, Boy Op Hans, Anshori, Arifki, Naufal, Ferdi, Fadli, Ilham, Atma.
12. Seluruh teman-teman angkatan 2014 Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya terkhusus Tamara, Erda, Resti, Kristia, Novia, Fitri, Ratih, Tya, Annisa, Febrina, Yusuf, Rendika, Somame,
13. Teman-teman organisasi yang telah memberi semangat dan pengalaman selama perkuliahan, BEM Fasilkom Unsri, dan Lembaga Pers Mahasiswa Gelora Sriwijaya (LPM-GS)

Penulis menyadari bahwa masih ada banyak kekurangan dalam Tugas Akhir Satu ini. Mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu segala kritik dan saran, sangatlah penting bagi penulis.

Indralaya, Januari 2020

Penulis

**Algoritma Pengelompokan Berimbang Berbasis Protokol Low Energy
Adaptive Clustering Hierarchy pada Jaringan Sensor Nirkabel**

Aditya Prayoga (09011181419013)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

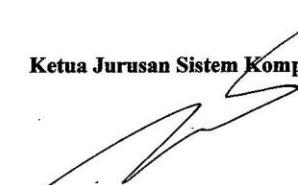
Abstrak

Jaringan Sensor Nirkabel adalah sebuah jaringan yang menghubungkan perangkat-perangkat seperti sensor node, router dan sink node. Jaringan Sensor Nirkabel juga bisa disebut sebagai data untuk berkomunikasi dengan menempatkan sebuah node sensor dari pluralitas ke arah tertentu dan mengkonfigurasikan jaringan. Protokol yang digunakan dalam penelitian ini adalah protokol LEACH (Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy), dimana protokol LEACH ini juga salah satu protokol yang efisien untuk sebuah proses penghematan energi dalam sensor node. Algoritma yang dipakai dalam makalah ini adalah Balanced Clustering Algorithm. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyeimbangkan sebuah klaster yang ada pada node sensor tersebut , sehingga dapat menghemat sebuah energi yang ada dalam protokol tersebut. dan juga kinerja dari kepala klaster dan anggota klaster akan lebih teratur, pada saat pemilihan klaster nantinya.

Kata kunci : *Wireless Sensor Network, Balanced Clustering, LEACH Protocol*

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer


Rossi Passarella, M.Eng
NIP. 197806112010121004

Pembimbing Tugas Akhir


Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T
NIP. 197604252010121001

Balanced Clustering Algorithm Based Low Energy Adapative Clustering Hierarchy Protocol in Wireless Sensor Network

Aditya Prayoga (09011181419013)

*Dept. of Computer Engineering, Faculty of Computer Science,
University of Sriwijaya*

Abstract

Wireless Sensor Network is a network that connects devices such as sensor nodes, routers and sink nodes. Wireless Sensor Networks can also be called as data to communicate by placing a sensor node of plurality in a certain direction and configuring the network. The protocol used in the study this is the LEACH (Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy) protocol, where the LEACH protocol is also one of the efficient protocols for a saving process energy in the sensor node. The algorithm used in this paper is the Balanced Clustering Algorithm. The purpose of this study is to balance a cluster existing on the sensor node, so it can save an energy that is in the protocol. and also the performance of the cluster head and cluster members will be more organized, at the time of cluster selection later.

Keywords: Wireless Sensor Network, Balanced Clustering, Protokol LEACH

Head of Department Computer Engineering

Rossi Passarella, M.Eng
NIP. 197806112010121004

Supervisor

Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T
NIP. 197604252010121001

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN.....	2
1.3 MANFAAT	3
1.4 RUMUSAN MASALAH	3
1.5 BATASAN MASALAH	4
1.6 METODE PENELITIAN	5
1.7 SISTEMATIKA PENULISAN.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN)	7
2.2 ARSITEKTUR JARINGAN SENSOR NIRKABEL	8

2.3 BALANCED CLUSTERING ALGORITHM	9
2.3.1 Flowchart Balanced Clustering	10
2.4 PROTOKOL LEACH	11
2.4.1 Set Up Phase	11
2.4.2 Steady Phase	11
2.4.3 Flowchart LEACH	12
2.5 QUALITY OF SERVICE (QoS).....	13
2.5.1 Manfaat Quality of Service	13
2.6 THROUGHPUT	15
2.7 DELAY	15
2.7.1 Packetzation Delay	15
2.7.2 Queuning Delay.....	16
2.7.3 Propagation Delay	16
2.7.4 Transmission Delay	16
2.7.5 Processing Delay	16
2.8 PACKET DELIVERY RATIO (PDR)	17
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 PENDAHULUAN	18
3.2 WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	18
3.3 KERANGKA KERJA PENELITIAN.....	18
3.4 METODE PENELITIAN	19
3.4.1 Studi Literatur.....	19

3.4.2	Perancangan Sistem	19
3.5	PERANCANGAN ALGORITMA.....	20
3.5.1	Algoritma Routing LEACH.....	21
3.5.2	Algortima Balanced Clustering.....	22
3.6	TAHAP-TAHAP ALGORTIMA YANG DIUSULKAN	23
3.6.1	Layering Network Environment.....	23
3.6.2	Clustering Model	24
3.6.3	Making Cluster Size Symetry.....	24
3.6.4	Model Of Energy	25
3.7	PSEUDOCODE FILE AWK	26
3.7.1	Pseudocode awk throughput	26
3.7.2	Pseudocode awk delay	27
3.7.3	Pseudocode awk packet loss	28
3.7.4	Pseudocode awk PDR	29
3.8	SKENARIO PENGUJIAN.....	30
3.9	PENGAMBILAN DATA DAN PENGUJIAN	31
4.0	HASIL DAN ANALISA	31
BAB IV HASIL DAN ANALISA	32	
4.1	DATA OUTPUT THROUGHTPUT	32
4.2	DATA OUTPUT DELAY	33
4.3	DATA OUTPUT PDR.....	34
4.4	DATA OUTPUT PACKET LOSS	34
BAB V KESIMPULAN	35	
DAFTAR PUSTAKA	39	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jaringan Sensor Nirkabel atau dalam banyak literatur disebut *Wireless Sensor Network* (WSN) adalah sebuah jaringan yang menghubungkan perangkat-perangkat seperti sensor *node* dan *sink node*. Perangkat ini terhubung secara *ad-hoc* dan mendukung komunikasi *multi-hop*. Istilah *ad-hoc* merujuk pada kemampuan perangkat untuk berkomunikasi satu sama lain secara langsung tanpa memerlukan infrastruktur jaringan seperti *router* atau akses point. Sedangkan *multi-hop* yaitu istilah yang merujuk pada komunikasi beberapa perangkat yang melibatkan sebuah perangkat, *multi-hop* melibatkan perangkat antara seperti *router* untuk meneruskan sebuah paket dari satu *node* ke *node* lain dalam sebuah jaringan [1].

Jaringan sensor nirkabel (JSN) adalah salah satu jenis dari jaringan *ad hoc*, dimana *node* yang digunakan adalah *smart sensor*, yaitu sebuah perangkat kecil yang dilengkapi dengan fungsi penginderaan canggih (termal, tekanan dan sebagainya), prosesor dan *wireless transceiver*. Dengan sifat seperti itu, maka teknologi JSN banyak memberikan inspirasi dalam penerapan dan penggunaan untuk segala bidang, misalnya pendekslan kebakaran, target *tracking*, monitoring kualitas air dan *traffic management*. JSN adalah jaringan untuk data berkomunikasi dengan menempatkan *node sensor* dari pluralitas ke area tertentu dan mengkonfigurasi jaringan. Namun, karena ukurannya yang ringan dan kecil, ia mengirim / menerima data menggunakan energi yang terbatas oleh karena asas ketidakmungkinan karakteristik yang tidak dapat mengantikan atau mengisi daya baterai. Dan telah dipelajari metode *routing* jaringan sensor berbasis *cluster* dengan mempertimbangkan konsumsi energi. [2].

Protokol yang di gunakan dipenelitian ini adalah *Low-energy Adaptive Clustering Hierarchy* (LEACH). LEACH adalah protokol routing berbasis klaster yang fundamental dan paling sering digunakan.

Keuntungan utama protocol ini adalah formasi *cluster* di LEACH meningkatkan masa hidup WSN dengan mengurangi energi konsumsi. Karena LEACH adalah protokol berbasis *cluster* yang mengatur *node* ke dalam kelompok yang membantu mendistribusikan energi di antara *node sensor* dalam jaringan. Setiap *cluster* memiliki

Cluster Head (CH) dan *Cluster Members* (CM). LEACH secara acak memilih *node* sebagai *Cluster Heads* dan melakukan pemilihan ulang secara berkala, sehingga setiap *node* dalam jaringan dipilih sebagai CH.[3]

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengimplementasikan *routing protocol Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy* dengan *Balanced Clustering Algorithm* pada sistem jaringan sensor nirkabel.
2. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh *protocol Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy* jika ditambahkan beberapa node pada protocol tersebut.
3. Untuk menghitung hasil pengukuran kinerja jaringan (QoS) yaitu Delay, Throughput, Packet Loss dan PDR pada protocol LEACH pada jaringan sensor nirkabel.
4. Untuk membatasi setiap Cluster Member pada setiap Cluster Head dengan Balanced Clustering pada protocol LEACH pada jaringan sensor nirkabel.

1.3 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh perubahan pada saat Cluster Member di batasi dengan balanced clustering pada protocol LEACH pada jaringan sensor nirkabel.
2. Pengukuran kinerja jaringan (QoS) pada protocol LEACH yaitu Delay, Throughput, dan Packet Loss/PDR.

1.4 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar pengaruh perubahan saat penambahan node protocol LEACH pada hasil akhirnya.
2. Bagaimana cara menghitung pengukuran kinerja jaringan (QoS) dalam protocol LEACH untuk mendapatkan Delay, Throughput dan Packet Loss.

3. Bagaimana cara membatasi Cluster Member dalam Cluster Head pada protocol LEACH pada jaringan sensor nirkabel.

1.5 Batasan Masalah

Berikut adalah Batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Penerapan *balanced clustering* dalam *protocol Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy* pada jaringan sensor nirkabel.
2. Pengukuran kinerja jaringan (Qos) dengan menghitung output nya , yaitu Delay, Throughput dan Packet Loss.
3. Jumlah node ditambahkan sesuai referensi TA sebelumnya.

1.6 Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini ,mempunyai beberapa tahap, yaitu :

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses mengumpulkan, sebuah data dan memahamai nya dari berbagai literatur atau sumber informasi sebagai referensi dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Selain itu juga, untuk mengikuti saran dari referensi tugas akhir sebelumnya yang masih dalam revisian.

2. Sistem Perancangan

Sistem Perancangan ini bertujuan untuk menentukan simulator yang akan dipakai kedepannya, guna untuk mendapatkan hasil yang lebih efisian dari sebelumnya dan juga kelebihan dan kekurangan dari algortima tersebut.

3. Sistem Pengambilan Data

Sistem pengambilan data ini dilakukan pengujian dan pengambilan data pada proses penerapan sistem komunikasi jaringan sensor nirkabel, yang dibuat dengan melakukan berbagai skenario pengukuran sesuai dengan batasan masalah yang dibuat.

4. Analisa dan hasil pengamatan

Tahap keempat ini, akan membahas analisa dan juga hasil pengamatan yaitu hasil data yang sudah diolah dan dapatkan pada pengamatan sebelumnya, sehingga mendapatkan hasil yang efektif dan effisien.

5. Kesimpulan

Tahap kesimpulan ini, akan membahas analisa dan kesimpulan hasil pada proses tahap-tahap yang sudah dilakukan sebelumnya, sesuai dengan kerangka kerja pada penelitian ini.

1.7 Sistematika Penulisan

Pada penyusunan penelitian tugas akhir ini, akan dibuat supaya ,kata-kata didalam penulisan tugas akhir ini, dapat dengan mudah di pahami dan dimengerti.

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini adalah sebuah penjelasan mengenai topik utama penelitian pada tugas akhir yang berupa, Latar Belakang, Tujuan Tugas Akhir, Manfaat Tugas Akhir, Rumusan Masalah, dan Batasan Masalah.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab kedua akan membahas pendahuluan teori dasar pada tugas akhir, yaitu tentang jaringan sensor nirkabel (JSN), arsitektur jaringan sensor nirkabel, *Routing LEACH Protocol*, Metode penyeimbangan klaster dan perancangan sistem lainnya.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ketiga ini penjelasan yang terperinci pada penelitian yang diamati dan diteliti. bab ketiga ini juga akan membahas mengenai tahap perancangan sistem algoritma dan metode yang akan di pakai di dalam penelitian tugas akhir.

BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab keempat yaitu menjelaskan hasil pengamatan dan pengambilan data yang telah diamati dan diteliti, serta analisanya akan didapatkan hasil yang efektif dan efisien dari hasil pengamatan dan pengambilan data.

BAB V. KESIMPULAN

Tahap kelima akan membahas hasil pengamatan tugas akhir yang telah dilakukan pada pengambilan data sampel pada penelitian tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Carminati, M., Sampietro, M., & Carminati, G. (2011). Analysis of instrumentation performance for distributed real-time air quality monitoring. EESMS 2011 - 2011 IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems, Proceedings, 28–33. <https://doi.org/10.1109/EESMS.2011.6067044>
- [2] Gao, L., & Li, Z. (2013). Energy consumption balance cluster-head selection algorithm for wireless sensor network. Proceedings - 2013 International Conference on Computer Sciences and Applications, CSA 2013, 179–182. <https://doi.org/10.1109/CSA.2013.48>
- [3] Li, L. Y., Jiang, X. L., Zhong, S. H., & Hu, L. (2009). Energy balancing clustering algorithm for wireless sensor network. Proceedings - International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing, NSWCTC 2009, 1, 61–64. <https://doi.org/10.1109/NSWCTC.2009.97>
- [4] Singh, K. (n.d.). WSN LEACH Based Protocols : A Structural Analysis.
- [5] Thonklin, A., & Suntiamorntut, W. (2011). Load balanced and energy efficient cluster head election in wireless sensor networks. ECTI-CON 2011 - 8th Electrical Engineering/ Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI) Association of Thailand - Conference 2011, 421–424. <https://doi.org/10.1109/ECTICON.2011.5947864>
- [6] Tripathi, R. K., Singh, Y. N., & Verma, N. K. (2012). N-LEACH, a balanced cost cluster-heads selection algorithm for wireless sensor network. 2012 National Conference on Communications, NCC 2012. <https://doi.org/10.1109/NCC.2012.6176825>
- [7] Wu, Y., Luo, S., & Li, Q. (2013). An adaptive weighted least-load balancing algorithm based on server cluster. Proceedings - 2013 5th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, IHMSC 2013, 1, 224–227. <https://doi.org/10.1109/IHMSC.2013.60>

- [8] M. Sedighimanesh, J. Baqer, and A. Sedighimanesh, "Increasing Wireless Sensor Networks Lifetime With New Method," *International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN)*, vol. 8, No. 4, pp. 65-80, 2016.
- [9] H. Sharma and S. Sharma, "A review of sensor networks: Technologies and applications," in *2014 Recent Advances in Engineering and Computational Sciences (RAECS)*, 2014, pp. 1-4.
- [10] V. K. Garg, "CHAPTER 20 - Wireless Personal Area Networks: Low Rate and High Rate," in *Wireless Communications & Networking*, V. K. Garg, Ed., ed Burlington: Morgan Kaufmann, 2007, pp. 675-712.
- [11] M. Tubaishat and S. Madria, "Sensor networks: an overview," *IEEE Potentials*, vol. 22, pp. 20-23, 2003.
- [12] A. Proskochylo, A. Vorobyov, M. Zriakhov, A. Kravchuk, A. Akulynichev, and V. Lukin, "Overview of wireless technologies for organizing sensor networks," in *2015 Second International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S&T)*, 2015, pp. 39-41.
- [13] S. R. J. Ramson and D. J. Moni, "Applications of wireless sensor networks — A survey," in *2017 International Conference on Innovations in Electrical, Electronics, Instrumentation and Media Technology (ICEEIMT)*, 2017, pp. 325-329.
- [14] J. N. Al-Karaki and A. Kamal, *Routing Techniques in Wireless Sensor Networks: A Survey* vol. 11, 2005.
- [15] Y. Gu, Y. Ji, J. Li, and B. Zhao, "ESWC: Efficient Scheduling for the Mobile Sink in Wireless Sensor Networks with Delay Constraint," *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, vol. 24, pp. 1310-1320, 2013.
- [16] W. Yuanli, L. Xianghui, and Y. Jianping, "Requirements of Quality of Service in Wireless Sensor Network," in *International Conference on Networking, International Conference on Systems and International Conference on Mobile Communications and Learning Technologies (ICNICONSMCL'06)*, 2006, pp. 116-116.
- [17] M. Asif, S. Khan, R. Ahmad, M. Sohail, and D. Singh, "Quality of Service of Routing Protocols in Wireless Sensor Networks: A Review," *IEEE Access*, vol. 5, pp. 1846-1871, 2017.

- [18] Sedighimanesh, M., Baqeri, J., & Sedighimanesh, A. (2016). Increasing Wireless Sensor Networks Lifetime with New Method. *International Journal of Wireless & Mobile Networks*, 8(4), 65–80. <https://doi.org/10.5121/ijwmn.2016.8404>