

# Sleep Mode: Strategi Efisiensi Wireless Sensor Network

Safiuddin <sup>1,\*</sup>, Fauzan Prasetyo Eka Putra <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Tehnik Informatika; Universitas Madura; Jl. Raya Panglegur No.Km 3,5 Barat, Panglegur, Kec. Tlanakan, Pamekasan. (0324) 322231; e-mail: safiuddinsafiuddin12@gmail.com, prasetyo@unira.ac.id

\* Korespondensi: e-mail: safiuddinsafiuddin12@gmail.com

Diterima: 07 Juli 2023; Review: 11 Juli 2023; Disetujui: 29 Juli 2023

Cara sitasi: Safiuddin, Putra FPE. 2023. Sleep Mode: Strategi Efisiensi Wireless Sensor Network. Informatics for Educators and Professionals : Journal of informatics. Vol.8 (1): 52-56.

**Abstrak:** *Wireless Sensor Network* merupakan jenis jaringan yang terdiri dari banyak perangkat kecil yang disebut node sensor. Node sensor biasanya ditenagai oleh baterai. Baterai memiliki kapasitas terbatas dan sulit untuk diganti atau diisi ulang setelah dipasang. Oleh karena itu, mencapai efisiensi maksimum dalam WSN sangat penting untuk memperpanjang masa pakai node sensor dan memastikan pengumpulan data yang berkelanjutan dan andal. Penelitian ini menyajikan sebuah tinjauan komprehensif berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya dengan mengkompilasikan hasilnya dengan beberapa literatur yang ada. Salah satu strategi wireless sensor network dan yang sering diterapkan pada Wireless Sensor Network adalah manajemen energi yaitu dengan memanfaatkan mode tidur jaringan atau *sleep mode*. Dalam mode tidur, antarmuka radio dari sensor node nirkabel dimatikan untuk menghemat energi dan hanya menyala secara berkala. Penggunaan mode tidur pada Jaringan Sensor Nirkabel memungkinkan sensor node untuk terus beroperasi dalam waktu yang lebih lama sehingga dapat menghemat energi dan memperpanjang masa pakai dari jaringan. Selain itu penggunaan mode tidur atau *sleep mode* pada Wireless Sensor Networks dapat memiliki berdampak positif pada penghematan energi dan meningkatkan efisiensi jaringan secara keseluruhan.

**Kata kunci:** Wireless Sensor Network, *Sleep Mode*, Efisiensi.

**Abstract:** *Wireless Sensor Network* is a type of network that consists of many small devices called sensor nodes. Sensor nodes are usually powered by batteries. Batteries have a limited capacity and are difficult to replace or recharge once installed. Therefore, achieving maximum efficiency in WSNs is critical to extending the life of sensor nodes and ensuring continuous and reliable data collection. This study presents a comprehensive review based on previous studies by compiling the results with some of the existing literature. One of the wireless sensor network strategies that is often applied to Wireless Sensor Networks is energy management by utilizing network sleep mode or sleep mode. In sleep mode, the radio interface of the wireless sensor nodes is turned off to save energy and only turns on periodically. Using sleep mode in Wireless Sensor Networks allows sensor nodes to continue operating for a longer time, thereby saving energy and extending the lifetime of the network. In addition, the use of sleep mode or sleep mode on Wireless Sensor Networks can have a positive impact on saving energy and increasing overall network efficiency.

**Keywords:** Wireless Sensor Network, *Sleep Mode*, Efficiency.

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan berkembangnya teknologi dan jaringan komputer saat ini dan didukung dengan dunia yang serba cepat maka penerapan komputer dan jaringan juga semakin banyak digunakan diberbagai bidang. Dahulu, jaringan ini hanya digunakan untuk kepentingan militer dan perang kemudian mengalami peningkatan popularitas yang signifikan selama beberapa

tahun terakhir karena berbagai aplikasinya seperti pemantauan lingkungan, sistem perawatan kesehatan, otomatisasi, dan operasi militer [1]. Jaringan yang dimaksud adalah Wireless Sensor Network (WSN). Dalam bahasa Indonesia, jaringan ini dikenal sebagai Jaringan Sensor Nirkabel.

WSN atau Jaringan Sensor Nirkabel merupakan jenis jaringan yang terdiri dari banyak perangkat kecil yang disebut node sensor. Node sensor ini ditempatkan secara strategis di area yang ditentukan untuk mengumpulkan dan mengirimkan data. Node sensor biasanya ditenagai oleh baterai. Baterai memiliki kapasitas terbatas dan sulit untuk diganti atau diisi ulang setelah dipasang. Oleh karena itu, mencapai efisiensi maksimum dalam WSN sangat penting untuk memperpanjang masa pakai node sensor dan memastikan pengumpulan data yang berkelanjutan dan andal ialah dengan manajemen energi.

Wireless Sensor Network ini dapat berfungsi secara mandiri atau berkoordinasi dengan perangkat lain untuk melakukan tugas yang rumit. Jaringan Sensor Nirkabel adalah teknologi baru, dan popularitasnya disebabkan oleh berbagai keunggulan yang ditawarkannya dibandingkan jaringan kabel tradisional. Beberapa ciri yang melekat pada Wireless Sensor Network yaitu node sensor yang tersebar, sumber daya dan komputasi yang kurang serta memori yang terbatas. Sejumlah penelitian banyak telah dilakukan yang difokuskan mengenai tentang bagaimana strategi efisiensi pada jaringan ini.

Dalam penelitiannya Wirawan *et.al.*, (2015) [2] mengenai “Penghematan Konsumsi Daya Node Sensor Nirkabel Untuk Aplikasi Structural Health Monitoring Jembatan”. Ia merancang untuk aplikasi BHMS dimana wireless sensor network yang digunakan terdiri dari node sensor dan node coordinator kemudian dalam pengimplementasiannya menggunakan mode sleep-wakeup dengan rentang waktu 1 detik dan 4 detik. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan mode sleep-wakeup rentang waktu 4 detik hasil peningkatan lifetimenya 1 jam lebih lama jika dibandingkan apabila dalam kondisi selalu aktif dengan lifetime 5,5 jam. Sedangkan hasil penggunaan mode sleep-wakeup dengan rentang waktu 1 detik tidak terdapat hasil peningkatan artinya lifetimenya tidak terlalu efektif. Hal itu disebabkan karena lifetime yang dihasilkan rentang ini cenderung sama karena node sensor yang selalu dalam keadaan aktif.

Berangkat dari latarbelakang dan hasil penelitian diatas maka peneliti tertarik ingin menyajikan sebuah studi yang komprehensif mengenai “*sleep mode: strategi efisiensi wireless sensor network*” yaitu dengan menyajikan beberapa hasil penelitian terkait kemudian dikompilasi dengan beberapa literatur yang ada.

## 2. Metode Penelitian

Dalam penelitian menyajikan tinjauan komprehensif dari studi yang ada. Adapun metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah literatur review, yaitu dengan melakukan analisis pada literatur-literatur yang berkaitan dengan ruang lingkup jaringan sensor nirkabel seperti jurnal ilmiah dan buku-buku yang berkaitan. Adapun teknik pengumpulan datanya menggunakan pengumpulan sekunder dengan metode dokumentasi.

## 3. Studi Literatur

### **Wireless Sensor Network (WSN)**

Jaringan Sensor Nirkabel, atau yang sering disebut WSN, adalah jaringan perangkat yang saling terhubung yang dapat berkomunikasi secara nirkabel satu sama lain. Perangkat ini, juga dikenal sebagai node sensor, berbiaya rendah dan sangat terbatas sumber dayanya, menjadikannya cocok untuk digunakan di berbagai lingkungan mulai dari aplikasi jaringan rumah yang nyaman hingga lingkungan luar yang keras. Dalam bahasa Indonesia, Jaringan Sensor Nirkabel juga dikenal sebagai WSN atau Jaringan Sensor Nirkabel yaitu jaringan node sensor berbiaya rendah yang berkomunikasi secara nirkabel satu sama lain. Mereka mengandalkan protokol komunikasi nirkabel khusus dan topologi jaringan untuk bertukar data, yang diproses oleh mikrokontroler atau sistem operasi tertanam.

Salah satu komponen kunci dari WSN adalah transceiver radio, yang memungkinkan komunikasi nirkabel antara node sensor. WSN memiliki berbagai aplikasi, namun tidak terbatas pada keamanan nasional, pemantauan lingkungan, keamanan infrastruktur, perawatan kesehatan, dan otomatisasi manufaktur. Teknologi WSN telah menjadi perkembangan yang revolusioner, khususnya di bidang IoT. Jaringan ini mengandalkan protokol komunikasi nirkabel khusus dan topologi jaringan untuk bertukar data, yang diproses oleh mikrokontroler atau

sistem operasi tertanam. Jaringan Sensor Nirkabel telah menjadi bagian integral dari banyak industri karena kemampuannya memantau kondisi fisik dan lingkungan secara akurat, dan secara real-time. Dengan penerapannya yang luas di berbagai bidang, termasuk keamanan nasional, pemantauan lingkungan, keamanan infrastruktur, perawatan kesehatan, dan otomasi manufaktur, teknologi WSN telah menjadi pengubah permainan, khususnya di bidang IoT [3].

Node sensor dilengkapi dengan transceiver radio, mikrokontroler, sistem operasi tertanam, dan sumber daya [4]. Namun, kendala kritis dalam jaringan sensor adalah bahwa mereka ditenagai oleh baterai dengan daya terbatas. Terlepas dari keterbatasan ini, WSN memainkan peran penting dalam berbagai aplikasi, mulai dari aplikasi jaringan rumah yang nyaman hingga lingkungan luar. Jaringan Sensor Nirkabel telah terbukti menjadi cara yang andal dan hemat biaya untuk mengumpulkan data tentang kondisi fisik dan lingkungan di industri yang berbeda [5].

### **Arsitektur *Wireless Sensor Network* (WSN)**

Qiang *et al* (2015) [6] mengatakan bahwa arsitektur Jaringan Sensor Nirkabel biasanya terdiri dari beberapa node sensor yang ditempatkan di area tertentu, yang saling terhubung melalui komunikasi nirkabel. Lebih lanjut lagi ia menyampaikan bahwa Node sensor ini dilengkapi dengan beberapa komponen, antara lain unit penginderaan, unit pemrosesan dan penyimpanan, modul komunikasi nirkabel, sumber daya, dan sistem manajemen baterai. Unit penginderaan di setiap node bertanggung jawab untuk mengumpulkan informasi tentang fenomena fisik yang akan dipantau, seperti suhu, tekanan, atau gerakan. Data yang dikumpulkan ini kemudian diproses dan disimpan di unit pemrosesan dan penyimpanan yang terletak di dalam setiap node sensor.

Modul komunikasi nirkabel memungkinkan node sensor untuk berkomunikasi satu sama lain dan mentransfer data yang dikumpulkan ke node pusat atau titik agregasi data. Sumber daya dan sistem manajemen baterai menyediakan energi ke node sensor, memungkinkannya berfungsi secara independen untuk waktu yang lama. Secara keseluruhan, arsitektur WSN dirancang untuk didistribusikan, otonom, dan hemat energi. Meskipun banyak keuntungan dari arsitektur jaringan sensor nirkabel, masih banyak tantangan yang harus diatasi sebelum jaringan berperforma tinggi dapat dicapai. Tantangan-tantangan ini termasuk sumber daya komputasi node sensor yang terbatas, masalah keamanan yang terkait dengan komunikasi nirkabel, masalah akurasi data yang disebabkan oleh kebisingan atau gangguan di lingkungan, dan pengembangan sistem manajemen energi yang efisien.

### **3. Hasil dan Pembahasan**

Ma & Tao (2013) menjelaskan dalam penelitiannya yang berjudul "*A Hybrid Energy- and Time-Driven Cluster Head Rotation Strategy for Distributed Wireless Sensor Networks*" [7] ia mengatakan bahwa hal penting dan sekaligus menjadi tantangan dalam keberhasilan penerapan jaringan sensor nirkabel terutama berskala besar yaitu dengan manajemen energi sehingga efisiensi dapat dicapai secara maksimum. Berbagai cara yang dapat dilakukan untuk mencapai tantangan tersebut salah satunya yaitu dengan manajemen waktu. Dimana hasil penelitiannya menyatakan bahwa simulasi menggunakan strategi *rotasi cluster head* berbasis energi dan waktu dapat meningkatkan efisiensi energi dan memperpanjang masa pakai jaringan. Dari hasil penelitiannya dapat disimpulkan bahwa strategi yang efektif untuk pengembangan jaringan wireless sensor adalah dengan manajemen waktu dengan cara menghemat energi. Menghemat energi dapat dilakukan dengan memanfaatkan mode tidur mode tidur pada *Wireless Sensor Networks*. Dalam mode tidur, antarmuka radio dari sensor node nirkabel dimatikan untuk menghemat energi dan hanya menyala secara berkala. Penggunaan mode tidur pada Jaringan Sensor Nirkabel memungkinkan sensor node untuk terus beroperasi dalam waktu yang lebih lama, sehingga menghemat energi dan memperpanjang masa pakai dari jaringan ini. Penelitian yang dilakukan Wirawan *et.al.*, (2015) mengenai "Penghematan Konsumsi Daya Node Sensor Nirkabel Untuk Aplikasi Structural Health Monitoring Jembatan". Ia merancang untuk aplikasi BHMS dimana wireless sensor network yang digunakan terdiri dari node sensor dan node coordinator kemudian dalam pengimplementasiannya menggunakan mode sleep-wakeup dengan rentang waktu 1 detik dan 4 detik. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan mode sleep-wakeup rentang waktu 4 detik hasil peningkatan lifetimenya 1 jam lebih lama jika dibandingkan apabila dalam kondisi selalu aktif dengan lifetime 5,5 jam. Sedangkan hasil penggunaan mode sleep-wakeup dengan

rentang waktu 1 detik tidak terdapat hasil peningkatan artinya lifetimenya tidak terlalu efektif. Hal itu disebabkan karena lifetime yang dihasilkan rentang ini cenderung sama karena node sensor yang selalu dalam keadaan aktif.

Kemudian penelitian yang dilakukan Rosyadi & Anggoro (2022) mengenai “Metode Penjadwalan Sleep Wakeup Dengan Efisiensi Energi Untuk Model P-Coverage Dan Q-Connectivity Pada Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Target” [8] dalam penelitiannya ia mengatakan bahwa metode penjadwalan sleep wakeup merupakan salah satu teknik yang paling efisien untuk meningkatkan waktu operasional sensor node pada WSN. Ia mengusulkan sebuah metode baru dalam hal efisiensi pada wireless sensor network focus pada efisiensi energi dengan menggunakan sleep wakeup scheduling berbasis Genetic Algorithm dengan model p-coverage dan q-connectivity. Sebagai fungsi objektif pada fitness function dalam Genetic Algorithm, metode baru ini menggunakan faktor jangkauan sensor, jangkauan konektivitas dan energi sebagai fungsi. Hasilnya mengatakan bahwa dengan adanya salah satu fungsi objektif yang merupakan factor energi menggunakan model yang diusulkan yaitu p-coverage dan q-connectivity hasilnya dapat meningkatkan efisiensi energi pada wireless sensor network. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Muslim (2015) tentang “Perancangan Perangkat Keras Pengukur Ketinggian Muka Air Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan Protokol Komunikasi Zigbee Dan GPRS (General Packet Radio Service) Dengan Topologi Star” [9]. Penelitian ini menggunakan protokol komunikasi Zigbee dalam pengukuran ketinggian muka air dimana perangkat keras yang dilibatkan antara lain mikrokontroler Atmega328P berbasis Arduino Uno dan Xbee Pro S2B sedangkan sensornya menggunakan Sensor Ultrasonik SR04. Pada setiap end device telah dilengkapi RTC DS3231 dan baterai Li-Ion. GSM dan GPRS berbasis SIM900 ditambahkan pada coordinator sebagai modul komunikasinya. Sedangkan topologi yang dipakai menggunakan topologi bintang/star dimana terdapat 2 End Device dan 1 Coordinator. Didapatkan hasil bahwa pengukuran tegangan dan arus dapat bertahan selama 7 hari 15 jam dan 33 detik pada kondisi skema pengambilan data tiap 20 menit sekali. Prayitno & Wibisono (2016) dalam penelitiannya mengenai “Perbaikan Mekanisme Sleep Scheduling Secara Dinamis Untuk Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis ZigBee”. Ia melakukan powering down pada node selama proses menganggur (idle) dengan menggunakan control waktu yang otonom dalam melakukan penghematan energi menggunakan cara scheduling yang dinamis. Hasil Penelitiannya menunjukkan bahwa dari segi keakuratan deteksi kejadian (event) True Positive untuk mendeteksi gas mekanisme yang diusulkan memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan mekanisme periodic sleep scheduling, yaitu sebesar 87,5%. [10]

Sesuai dengan apa yang paparkan dan disajikan mengenai hasil- hasil penelitian diatas maka dapat diambil kesimpulan bahwa salah satu strategi wireless sensor network dan yang sering diterapkan pada Wireless Sensor Network adalah manajemen energi yaitu dengan memanfaatkan mode tidur jaringan atau sleep mode. Dalam mode tidur, antarmuka radio dari sensor node nirkabel dimatikan untuk menghemat energi dan hanya menyala secara berkala. Penggunaan mode tidur pada Jaringan Sensor Nirkabel memungkinkan sensor node untuk terus beroperasi dalam waktu yang lebih lama, sehingga menghemat energi dan memperpanjang masa pakai dari jaringan ini [11]. Selain itu, pendekatan ini juga dapat meminimalkan pemborosan energi karena berbagai faktor seperti tabrakan, pendengaran, overhead paket kontrol, mendengarkan diam dan memancarkan berlebihan.

Dalam hal ini, penting untuk memperhatikan bahwa penggunaan mode tidur pada Wireless Sensor Networks dapat memiliki dampak positif yang signifikan pada penghematan energi dan meningkatkan efisiensi jaringan secara keseluruhan. Namun, perlu diingat bahwa semakin rendah duty cycle yang diterapkan dalam mode tidur, semakin banyak energi yang akan dihemat, meskipun dengan sistem respon kecepatan konsekuensi pengorbanan. Oleh karena itu, penggunaan mode tidur pada Jaringan Sensor Nirkabel harus dirancang dengan hati-hati untuk meminimalkan konsekuensi negatifnya dan memastikan bahwa sensor node masih dapat beroperasi secara efektif dalam jangka Panjang [12]. Pengenalan Mode Tidur di Jaringan Sensor Nirkabel Jaringan Sensor Nirkabel menjadi semakin lazim dalam berbagai bidang, seperti kesehatan, pertanian, dan rumah pintar. Dalam Wireless Sensor Networks, salah satu tantangan utamanya adalah memastikan bahwa node-node dapat beroperasi dalam jangka waktu yang lama sambil tetap menghemat energi. Salah satu solusi yang paling umum untuk mengatasi tantangan ini adalah dengan memanfaatkan mode tidur pada Wireless Sensor Networks.

#### 4. Kesimpulan

Salah satu strategi wireless sensor network dan yang sering diterapkan pada Wireless Sensor Network adalah manajemen energi yaitu dengan memanfaatkan mode tidur jaringan atau *sleep mode*. Dalam mode tidur, antarmuka radio dari sensor node nirkabel dimatikan untuk menghemat energi dan hanya menyala secara berkala. Penggunaan mode tidur pada Jaringan Sensor Nirkabel memungkinkan sensor node untuk terus beroperasi dalam waktu yang lebih lama sehingga dapat menghemat energi dan memperpanjang masa pakai dari jaringan. Selain itu penggunaan mode tidur atau *sleep mode* pada Wireless Sensor Networks dapat memiliki berdampak positif pada penghematan energi dan meningkatkan efisiensi jaringan secara keseluruhan.

#### Referensi

- [1] Biljana Risteska Stojkoska, "Nodes Localization in 3D Wireless Sensor Networks Based on Multidimensional Scaling Algorithm," *International Scholarly Research Notices*, pp. 1-10. 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/845027>
- [2] Adi Pandu Wirawan, *et.al.*, "Penghematan Konsumsi Daya Node Sensor Nirkabel untuk Aplikasi Structural Health Monitoring Jembatan" *S N A T I K A*, I S S N 2 0 8 9 - 1 0 8 3 . 2 0 1 5
- [3] Rohit D. Gawade and Sanjay L. Nalbalwar, "Mean Territorial Energy Based Clustering Protocol for Randomly Deployed Wireless Sensor Networks," *Advances in Internet of Things*, vol 7, pp. 87-96. 2017. <https://doi.org/10.4236/ait.2017.73006>
- [4] Yuling Zhang and Wenwei He, "Cooperative Communication in Clustered Wireless Sensor Network Based on LDPC Codes". *4th National Conference on Electrical, Electronics and Computer Engineering (NCEECE 2015)*. DOI: 10.2991/nceece-15.2016.203
- [5] Annalisa Bertoli *et al.*, "Smart Node Networks Orchestration: A New E2E Approach for Analysis and Design for Agile 4.0 Implementation". *Sensors*, vol. 21. pp. 1624, 2021. <https://doi.org/10.3390/s21051624>
- [6] Yuan Qiang *et al.*, "An Efficient Cluster Head Selection Approach for Collaborative Data Processing in Wireless Sensor Networks". *International Journal of Distributed Sensor Networks*, Vol 11, no. 6, June 2015. <https://scite.ai/reports/10.1155/2015/794518>
- [7] Guoxi Ma and Zhengsu Tao, "A Hybrid Energy- and Time-Driven Cluster Head Rotation Strategy for Distributed Wireless Sensor Networks," *International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 13. 2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/109307>
- [8] Fuad Dary Rosyadi dan Radityo Anggoro. "Metode Penjadwalan Sleep Wakeup Dengan Efisiensi Energi Untuk Model P-Coverage Dan Q-Connectivity Pada Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Target". *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi - Volume 20, Nomor 1, Januari 2022: 14 – 22* <https://dx.doi.org/10.12962/j24068535.v19i3.a1088>
- [9] Hafidz Muslim. "Perancangan Perangkat Keras Pengukur Ketinggian Muka Air Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan Protokol Komunikasi Zigbee Dan GPRS (General Packet Radio Service) Dengan Topologi Star". *TRANSIENT*, VOL.4, NO. 2, JUNI 2015, ISSN: 2302-9927, 386
- [10] Eko Prayitno dan Waskitho Wibisono. "Perbaikan Mekanisme Sleep Scheduling Secara Dinamis Untuk Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis ZigBee". *Jurnal Inspiraton*, Volume 6, Nomor 1, Juni 2016: 38 – 51 <http://dx.doi.org/10.35585%2Finspir.v6i1.90>
- [11] Xi Ning, "Online Learning Platform for Air Environment Detection and Career Planning Based on 5G Network". *Hindawi Mobile Information Systems*, pp. 12. 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9981624>
- [12] Feng, Yingying., Shasha Zhao and Hui Liu, (2020, 1 Januari). "Analysis of Network Coverage Optimization Based on Feedback K-Means Clustering and Artificial Fish Swarm Algorithm," *IEEE Access*, vol. 8 pp. 42864 – 42876, January 2020. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2970208>