

PERANCANGAN PRIORITY BASED SCHEDULING UNTUK PENJADWALAN NODE CLUSTER PADA JARINGAN SENSOR NIRKABEL

I Gusti Ngurah Ady Kusuma

Program Studi Sistem Komputer, Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali
Email: ady_kusuma@stikom-bali.ac.id

ABSTRACT

The development of information technology especially in the field of computers has experienced rapid development. This makes the computer no longer need a large supply of energy in its operations so that the battery can support computer performance. Wireless sensor networks are a set of small devices that have independence in energy and the ability to communicate between devices. When carrying out the environmental monitoring process, wireless sensor network devices (nodes) consume energy originating from the battery continuously as long as the node is on. Based on this, the author designed the optimization of energy use. This is done by using a scheduling system for each node. The design that has been carried out in this study provides a general description of how the scheduling technique can be applied in wireless sensor networks. The cluster head is scheduled by dividing all cluster members into sub-clusters based on the proximity of one another. Then choose the member with the highest energy sub-cluster that will be in power-on status and the others in a standby position.

Keywords: *wireless sensor network, energy optimizing, scheduling*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi khususnya di bidang komputer mengalami perkembangan yang cepat. Hal ini menjadikan komputer kini tak perlu lagi memerlukan suplai energi yang besar dalam operasionalnya sehingga baterai dapat menopang kinerja komputer. Jaringan sensor nirkabel merupakan sekumpulan perangkat kecil yang memiliki kemandirian dalam energi dan kemampuan berkomunikasi antar perangkat. Ketika melakukan proses pemantauan lingkungan, perangkat jaringan sensor nirkabel (node) mengonsumsi energi yang berasal dari baterai secara terus menerus selama node menyala. Berdasarkan hal tersebut, penulis merancang optimalisasi penggunaan energi. Hal ini dilakukan dengan menggunakan sistem penjadwalan untuk masing-masing node. Perancangan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, memberikan gambaran umum bagaimana teknik penjadwalan yang dapat diterapkan dalam jaringan sensor nirkabel. Cluster head menjadwalkan dengan cara membagi semua cluster member ke dalam sub-cluster yang didasari oleh kedekatan antara satu dengan yang lainnya. Kemudian memilih anggota sub-cluster dengan energi tertinggi yang akan berada pada status power-on dan yang lainnya dalam posisi standby.

Kata kunci: *jaringan sensor nirkabel, optimasi energi, penjadwalan*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi khususnya di bidang komputer mengalami perkembangan yang cepat (Aktas, 2018). Komputer yang dulu dianggap sebagai barang mewah, kini dianggap sebagai kebutuhan primer. Hampir semua lini mulai dari industri (Dönmez, 2013), kesehatan (Papp et al., 2018), hingga lingkungan hidup (Kusuma et al., 2017) menggunakan komputer sebagai perangkat operasional hariannya. Hal ini memacu perkembangan teknologi semakin ringkas dan canggih. Ukuran dari komputer

yang semakin ringkas juga diikuti dengan konsumsi energi yang hemat daya. Hal ini menjadikan komputer kini tak perlu lagi memerlukan suplai energi yang besar dalam operasionalnya sehingga baterai dapat menopang kinerja dari sebuah komputer (Rao et al., 2011).

Selain dari sisi kemandirian dalam energi, komputer juga mengalami perkembangan dari sisi komunikasi data. Salah satu media komunikasi antar komputer adalah jaringan nirkabel. Komunikasi nirkabel merupakan komunikasi yang terjadi antara dua *devices* yang disebut dengan *transmitter* dan *receiver* tanpa menggunakan perantara kabel (Mehta and Reddy, 2015). Kemunculan teknologi komunikasi nirkabel menjadikan komputer lebih mudah berpindah tempat. Kedua komponen tersebut menjadikan komputer dapat ditempatkan ditempat-tempat yang sulit dijangkau oleh manusia seperti halnya jaringan sensor nirkabel. Jaringan sensor nirkabel merupakan sekumpulan perangkat kecil yang memiliki kemandirian dalam energi dan kemampuan berkomunikasi antar perangkat (Carbajo et al., 2017). Selain kemampuan tersebut, perangkat pada jaringan sensor nirkabel juga memiliki kemampuan untuk mempelajari lingkungan, melakukan perhitungan dan mengambil keputusan (Elshrkawey et al., 2018).

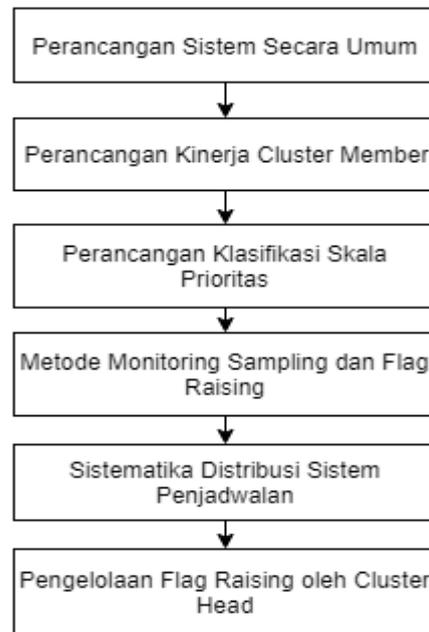
Ketika melakukan proses pemantauan lingkungan, perangkat jaringan sensor nirkabel (*node*) mengonsumsi energi yang berasal dari baterai dan dilakukan terus menerus selama *node* masih menyala (Liu et al., 2019). Hal ini dapat berakibatnya terkurasnya energi yang dimiliki hingga menjadikan *network lifetime* dari jaringan sensor nirkabel menjadi lebih pendek (Yarinezhad, 2019). Jika seluruh *node* mengalami kehabisan energi, maka menjadikan wilayah pengawasan menjadi terisolir dan menjadikan sistem mitigasi tidak berjalan. Hal ini akan semakin berbahaya jika sistem mitigasi bencana yang mengandalkan jaringan sensor nirkabel mengalami kegagalan deteksi dikarenakan *node* mengalami kehabisan energi.

Penjadualan / *scheduling* merupakan salah satu teknik optimasi yang dapat dilakukan dengan menjadwalkan waktu kerja dari sebuah komponen. Terdapat beberapa metode penjadwalan yang sudah ada dan cukup sederhana untuk diimplementasikan seperti *priority based scheduling* (Byun et al., 2012). Metode ini memiliki skala prioritas untuk melakukan penjadwalan. Hal ini memiliki kemungkinan untuk diadaptasi dan diterapkan pada jaringan sensor nirkabel.

Berdasarkan hal tersebut, penulis merancang optimalisasi penggunaan energi. Hal ini dilakukan dengan menggunakan sistem penjadwalan untuk masing-masing *node*. Setiap *node* akan menyala dan padam secara berkala. Padam disini bukanlah padam total, namun hanya mematikan modul *wireless* dan masuk dalam kondisi *standby*. Sistem penjadwalan akan menggunakan interval tertentu waktu tertentu sesuai kondisi untuk menentukan jeda antara kondisi *standby* dengan kondisi *power-on*. Penjadualan ini dikordinasikan oleh sebuah *cluster head* untuk menentukan *node* mana yang *standby* dan *power-on*.

2. Pembahasan

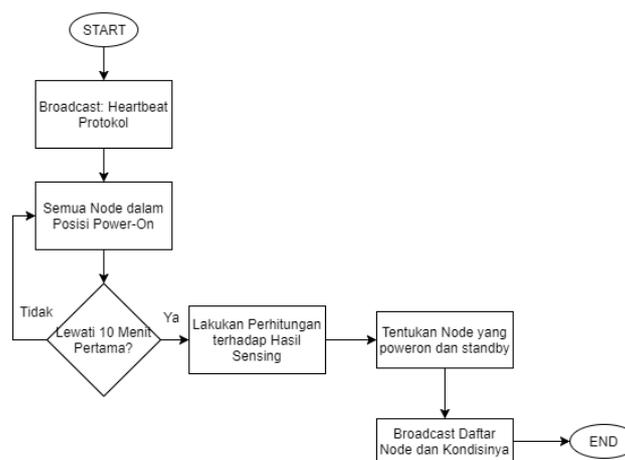
Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi terbagi menjadi beberapa langkah perancangan yang dikerjakan secara berurutan terdapat 6 perancangan yang dikerjakan dalam penelitian ini seperti yang terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur metodologi penelitian

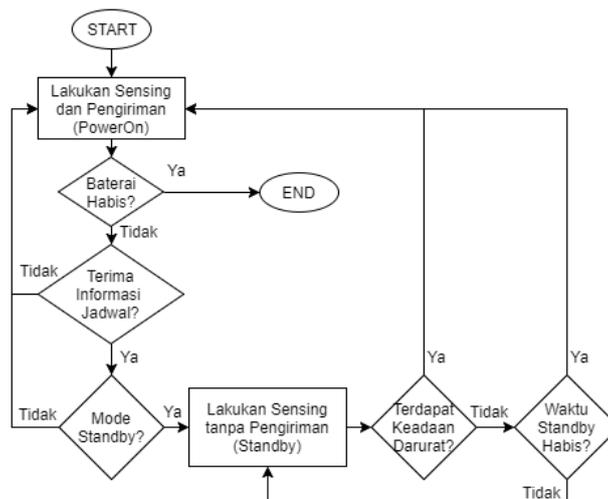
a) Perancangan Sistem Secara Umum

Secara umum, proses akan berjalan seperti biasa diawali dengan melakukan broadcast pada protocol heartbeat. Pada 10 menit pertama, semua *node* akan menyala, melakukan sensing, dan mengirim data *sensing* menuju *sink node*. Pengiriman dilakukan dengan terlebih dahulu mengirimkan data menuju *cluster head*. Selama 10 menit pertama *cluster head* akan mencatat dan melakukan perhitungan terhadap hasil *sensing* dari masing-masing *cluster member*. Hasil perhitungan akan digunakan sebagai penentu dari *node* mana saja yang menyala untuk melakukan pemantauan (*poweron*). Penentuan ini akan didasarkan pada prioritas-prioritas wilayah yang diawasi yang dinilai dari keadaan lingkungan dan keadaan sisa energi baterai yang tersedia. *Cluster head* kemudian mengirimkan informasi *node* mana saja yang menyala (*power-on*) dan *node* mana yang masuk mode *standby*. Gambar 2 merupakan desain secara umum alur dari algoritma yang dirancang.



Gambar 2. Alur desain secara umum

b) Perancangan Kinerja Cluster Member



Gambar 3. Alur desain pada cluster member

Pada *cluster member*, semua *node* akan melakukan proses sensing (*poweron*) hingga menerima informasi penjadwalan yang berasal dari koordinator. Ketika menerima informasi penjadwalan, *node* bisa terpilih sebagai *poweron node* atau *standby node*. Jika sebagai *poweron node* maka, *node* akan tetap melakukan sensing seperti biasa, namun jika masuk ke *standby node* maka *node* tetap melakukan sensing, akan tetapi tidak akan melakukan pengiriman maupun penerimaan data. Keadaan *standby* akan terus berjalan selama batas waktu yang ditentukan oleh koordinator. Gambar 3 merupakan alur pada Cluster Member Node.

c) Perancangan Klasifikasi Skala Prioritas

Prioritas harus diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkatan yang didasari pada kondisi lingkungan yang dipelajari dari suhu lingkungan yang diawasi. Masing-masing rentang suhu akan diklasifikasikan dan menjadi patokan seberapa tinggi prioritas yang dimiliki oleh *node* tersebut. Suhu lingkungan yang diamati akan diklasifikasikan ke dalam beberapa klasifikasi prioritas. Adapun klasifikasi suhu yang didapat berdasarkan suhu hutan di Indonesia pada umumnya adalah sebagai berikut pada tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi prioritas berdasarkan suhu lingkungan.

Prioritas ke -	Rentang Suhu (derajat Celsius)		Keterangan
	Minimum	Maksimum	
3	10	40	Normal
2	41	48	Suspicious
1	49	100	Emergency

Pada tabel 1 terdapat 3 klasifikasi prioritas berdasarkan suhu yang diamati oleh *node*. Klasifikasi pertama merupakan prioritas ketiga yaitu dengan rentang suhu 10 sampai 40 derajat Celsius. Klasifikasi kedua merupakan prioritas kedua dengan rentang suhu 41 hingga 48 derajat Celsius. Klasifikasi ketiga yang merupakan prioritas tertinggi yaitu pertama dengan rentang suhu 49 hingga 100 derajat Celsius. Semakin rendah angka prioritas maka semakin tinggi nilai prioritasnya.

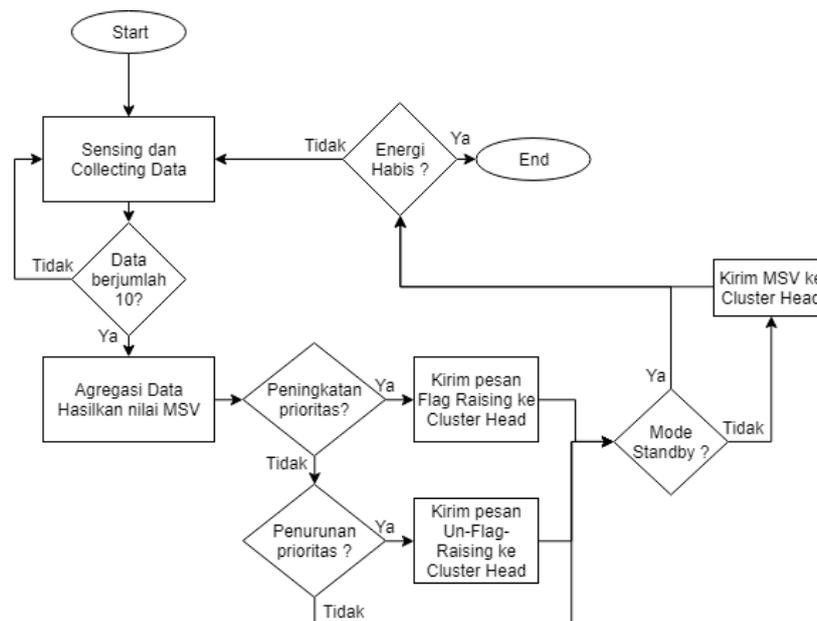
d) Perancangan Metode Monitoring Sampling dan Flag Raising

Monitoring sampling merupakan proses dimana *node* akan mengumpulkan informasi pengamatannya terhadap lingkungannya. Sampling yang dilakukan akan didasarkan pada 10 data terbaru yang kemudian diagregasi yang akan menghasilkan sebuah data baru. Digunakan persamaan berikut untuk melakukan monitoring sampling:

$$MSV = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n e_i \dots (1)$$

MSV merupakan *Monitored Sampling Value* yang merupakan hasil akhir dari agregasi nilai suhu yang dilakukan. Variabel *n* bernilai 10 yang dimana berarti hanya akan ada 10 data terbaru yang akan digunakan sebagai nilai agregasi. Nilai ini akan digunakan sebagai penentu klasifikasi lingkungan berdasarkan kondisi yang dijabarkan pada Tabel 1. Nilai ini juga yang akan menentukan apakah akan melakukan *flag-raising* atau tidak.

Flag-raising terjadi ketika terjadi perubahan kondisi atau naiknya status prioritas ke prioritas yang lebih tinggi. Ketika hal ini terjadi, maka *node* akan meneruskan informasi ini kepada *cluster head* untuk selanjutnya *cluster head* akan memroses informasi tersebut. Namun sebaliknya jika terjadi penurunan skala prioritas maka *node* akan mengirimkan pesan *Unflag-raising*. Gambar 4 merupakan desain *flowchart* dari keseluruhan proses ini.



Gambar 4. Flowchart proses flag-raising pada sebuah *node*

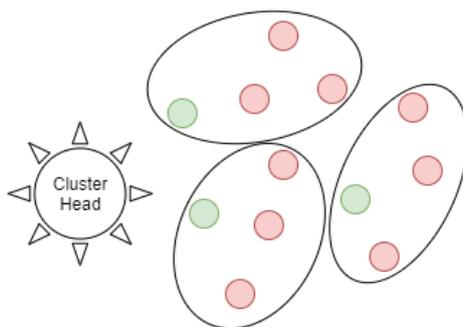
Pada saat melakukan *Flag-raising* maupun *Unflag-raising* maka *node* akan mengirimkan sebuah pesan kepada *cluster head* untuk menginfokan bahwa telah terjadinya perubahan skala prioritas. Untuk melakukan pengiriman pesan, maka *node* memerlukan sebuah *frame* pesan sebagai wadah informasinya. Tabel 2 merupakan *frame* pesan yang akan digunakan oleh *node* untuk mengirimkan pesan tersebut.

Tabel 2. Frame pesan Flag/Unflag Raising

Variabel		Type Data
ID Node		Integer
Node	X	Long
Position	Y	Long
MSV		Floating / Double
Priority		Integer
Flag Raising		Boolean

e) Perancangan Sistematika Distribusi Sistem Penjadwalan

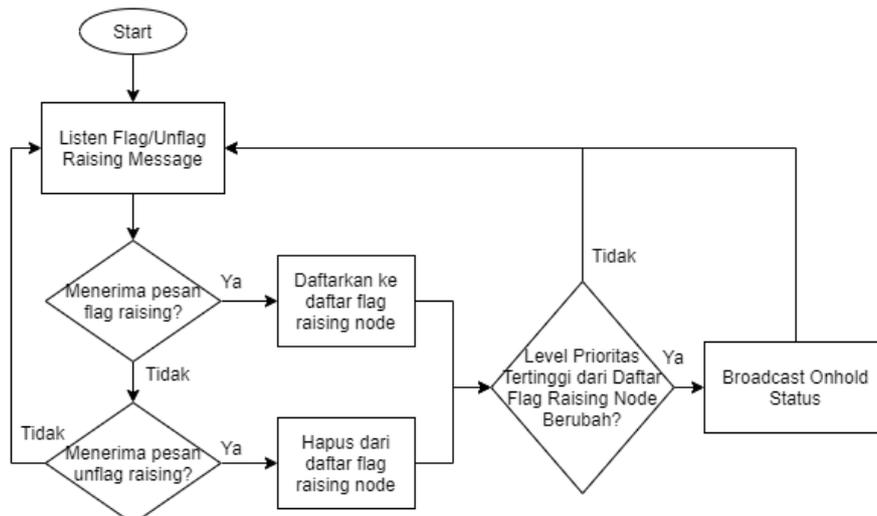
Cluster head dalam hal ini akan memilih sejumlah *node* yang akan tetap aktif melakukan monitoring terhadap lingkungan yang diamati. Pemilihan ini akan terjadi pada 10 menit pertama yang kemudian akan dipilih kembali secara berkala setiap satu jam. Pada pemilihan pertama setelah 10 menit, *cluster head* akan melakukan *sub-clustering* untuk mengelompokkan *cluster member* dalam beberapa kelompok yang didasari oleh posisi atau kedekatan antara satu *node* terhadap *node* yang lainnya. Kemudian masing-masing *sub-cluster* akan dipilih satu *node* dengan energi tertinggi yang akan berada dalam posisi *power on* dan yang lainnya akan masuk mode *standby*. Total jumlah *sub-cluster* yang akan dibuat adalah sejumlah 25% dari total *node* yang menjadi *cluster member* dengan titik tengah *sub-cluster* yang dipilih secara acak. Metode *sub-clustering* yang akan digunakan adalah metode K-Means. Gambar 5 merupakan ilustrasi *sub-clustering* yang dilakukan *cluster head*.



Gambar 5. Ilustrasi Sub-Clustering

f) Pengelolaan Flag Raising oleh Cluster Head

Ketika terjadi *flag-raising* pada sebuah *cluster member*, maka *node* tersebut akan langsung mengirimkan status tersebut kepada *cluster head* seperti yang dibahas oleh gambar 5.1. Peran *cluster head* adalah mengelola pesan *flag-raising* tersebut dan menyebarkan pesan *on-hold* kepada seluruh *cluster member*. Pesan *on-hold* yang disampaikan disertai oleh tingkatan prioritas yang sedang berjalan. Status *onhold* akan berlangsung selama *cluster member* yang melakukan *flag-raising* tidak melakukan *unflag-raising*. *Cluster member* yang memiliki tingkatan dibawah angka prioritas *on-hold* akan berhenti mengirimkan informasi atau masuk ke posisi *stand-by*. Gambar 5.3 merupakan flowchart dari pengelolaan *flag-raising* oleh *cluster head*.



Gambar 5.3. Flowchart pengelolaan *flag-raising* oleh *cluster head*.

3. Simpulan

Perancangan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, memberikan gambaran umum bagaimana teknik penjadwalan yang dapat diterapkan dalam jaringan sensor nirkabel. *Cluster head* menjadwalkan dengan cara membagi semua *cluster member* ke dalam *sub-cluster* yang didasari oleh kedekatan antara satu dengan yang lainnya. Kemudian memilih anggota *sub-cluster* dengan energi tertinggi yang akan berada pada status *power on* dan yang lainnya dalam posisi *standby*. Selain itu, rancangan ini juga memungkinkan terjadinya intrupsi oleh sebuah *node cluster member* yang mendeteksi terjadinya peningkatan status/prioritas sehingga keadaan prioritas tersebut bisa tetap dikirim ke *cluster head* meskipun *node* tersebut dalam kondisi *standby*. Hal ini juga disertai dengan pesan *flag-raising* yang mengakibatkan *cluster head* akan memberikan prioritas jalan terhadap *node* tersebut dengan memberikan instruksi *standby* kepada semua *cluster member* yang memiliki prioritas yang lebih rendah melalui pesan *onhold*.

Daftar Rujukan

- Aktas, A. Z. 2018. Could energy hamper future developments in information and communication technologies (ICT) and knowledge engineering? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 2613-2617.
- Byun, J., Hong, I. & Park, S. J. I. T. O. C. E. 2012. Intelligent cloud home energy management system using household appliance priority based scheduling based on prediction of renewable energy capability. 58, 1194-1201.
- Carbajo, R. S., Carbajo, E. S., Basu, B., Mc Goldrick, C. J. P. & Computing, M. 2017. Routing in wireless sensor networks for wind turbine monitoring. 39, 1-35.
- Dönmez, S. 2013. Computer aided industrial design software selection in industrial product design education at Turkey using expert choice program. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 106, 682-689.
- Elshrkawey, M., Elsherif, S. M. & Elsayed Wahed, M. 2018. An Enhancement Approach for Reducing the Energy Consumption in Wireless Sensor Networks. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 30, 259-267.
- Kusuma, I. G. N. A., Wibisono, W. & Studiawan, H. 2017. Purwarupa Sistem Pengaturan Penerangan Ruang dengan Pengenalan Aktivitas Pengguna Berbasis Integrasi Sensor. *E-Proceedings KNS&I STIKOM Bali*, 705-711.
- Liu, Y., Lam, K.-Y., Han, S. & Chen, Q. 2019. Mobile data gathering and energy harvesting in rechargeable wireless sensor networks. *Information Sciences*, 482, 189-209.



- Mehta, B. R. & Reddy, Y. J. 2015. Chapter 14 - Wireless communication. *In: MEHTA, B. R. & REDDY, Y. J. (eds.) Industrial Process Automation Systems*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Papp, C., Deeb, R. S., Booth, C., El-Sayed, A. & Freilicher, T. 2018. Bridging medical simulation with computer science and engineering: A growing field of study. *Nurse Education Today*, 71, 1-6.
- Rao, Z., Wang, S. & Zhang, G. 2011. Simulation and experiment of thermal energy management with phase change material for ageing LiFePO₄ power battery. *Energy Conversion and Management*, 52, 3408-3414.
- Yarinezhad, R. 2019. Reducing delay and prolonging the lifetime of wireless sensor network using efficient routing protocol based on mobile sink and virtual infrastructure. *Ad Hoc Networks*, 84, 42-55.