

PRIORITY BASED SCHEDULING UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI KONSUMSI ENERGI PADA JARINGAN SENSOR NIRKABEL

I Gusti Ngurah Ady Kusuma

Program Studi Sistem Komputer

Fakultas Informatika dan Komputer, Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali

ady_kusuma@stikom-bali.ac.id

ABSTRACT

The advancement of data innovation particularly in the field of computers has encountered quick improvement. This makes the computers never again need an enormous stockpile of energy in its activities so the battery can bolster PC execution. A wireless sensor network is a lot of little gadgets that have freedom in energy and the capacity to connected between devices. When doing the natural observing procedure, wireless sensor network devices (nodes) devour energy starting from the battery persistently as long as the nodes are on. In view of this, the author planned the enhancement of energy use. This is finished by utilizing a planning framework for every device. The plan that has been done in this investigation gives a general depiction of how the scheduling procedure can be applied in a wireless sensor network. The cluster head is scheduling by isolating all group individuals into sub-groups. At that point, the cluster head only allows data with higher priority to transmit to the sink node. This algorithm enhancement giving energy efficiency at most 9,61%.

Keywords: wireless sensor network, energy optimizing, scheduling

ABSTRAK

Kemajuan inovasi data khususnya di bidang komputer telah mengalami peningkatan cepat. Ini membuat komputer tidak lagi membutuhkan cadangan energi yang sangat besar dalam aktivitasnya sehingga baterai dapat mendukung operasi komputer. Jaringan sensor nirkabel adalah banyak perangkat kecil yang memiliki sumber energi mandiri dan kemampuan untuk terhubung antar perangkat. Saat melakukan prosedur pengamatan lingkungan, perangkat jaringan sensor nirkabel (node) menghabiskan energi dari baterai secara terus-menerus selama node aktif. Mengingat hal ini, penulis merencanakan peningkatan efisiensi penggunaan energi. Hal ini dilakukan dengan memanfaatkan penjadwalan perencanaan untuk setiap perangkat. Rencana yang telah dilakukan dalam penelitian ini memberikan gambaran umum tentang bagaimana prosedur penjadwalan dapat diterapkan dalam jaringan sensor nirkabel. *Cluster head* menjadwalkan dengan mengisolasi semua individu kelompok ke dalam sub-kelompok. Pada saat itu, *cluster head* hanya mengizinkan data dengan prioritas yang lebih tinggi untuk mengirim ke *sink node*. Algoritma ini memberikan peningkatan efisiensi penggunaan energi sebesar 9,61%.

Kata Kunci : jaringan sensor nirkabel, optimasi energi, penjadwalan

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.

Penjadwalan / *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 melakukan optimalisasi penggunaan energi. Hal ini dilakukan dengan menggunakan sistem penjadwalan pengiriman dengan membatasi data yang dikirimkan untuk masing-masing *node*. Setiap *node* akan menyala dan padam secara berkala berdasarkan prioritas keadaan lingkungan. Padam disini bukanlah padam

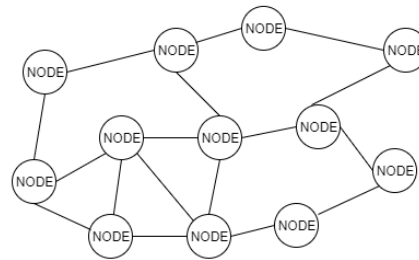
total, namun hanya mematikan modul *wireless* dan masuk dalam kondisi *standby*. Sistem penjadwalan akan menggunakan interval tertentu waktu tertentu sesuai kondisi untuk menentukan jeda antara kondisi *standby* dengan kondisi *power-on*. Penjadwalan ini dikordinasikan oleh sebuah *cluster head* untuk menentukan *node* mana yang *standby* dan *power-on*.

TINJAUAN PUSTAKA

Jaringan Sensor Nirkabel

Jaringan sensor nirkabel merupakan sekumpulan perangkat, yang kemudian disebut sebagai *node*, yang memiliki kemampuan *sensing* dan komunikasi data (Carbajo et al., 2017). Atas dasar tersebut, jaringan sensor nirkabel dapat mengawasi keadaan dari sebuah lingkungan, yang kemudian melaporkan hasil pengawasan secara berkala ke pusat pengamatan yang disebut *sink node*. *Node* pada jaringan sensor nirkabel memiliki ukuran yang kecil dan menggunakan sumber daya yang terbatas dalam operasionalnya seperti baterai.

Pada sebuah jaringan sensor nirkabel, masing-masing *node* saling membantu untuk melakukan pengiriman data layaknya sebuah jaringan AdHoc. Jaringan AdHoc merupakan sekumpulan perangkat yang saling berkomunikasi tanpa menggunakan *access point* dan saling *node* terhubung antar satu dengan yang lainnya membentuk sebuah jaringan. Gambar 1 merupakan contoh pola dari jaringan sensor nirkabel.



Gambar 1. Ilustrasi dari jaringan sensor nirkabel

Priority Based Scheduling

Priority based scheduling atau penjadwalan berbasis prioritas merupakan sebuah metode penjadwalan suatu task/tugas yang dikategorikan berdasarkan tingkatan prioritas (Byun et al., 2012). Masing-masing *task*/tugas akan dikategorikan berdasarkan berbagai aspek yang kemudian masing-masing kategori akan menghasilkan prioritas yang berbeda-beda. Jika tergolong kategori dengan nilai prioritas tinggi, maka tugas tersebut akan dijalankan terlebih dahulu dengan menunda pekerjaan yang memiliki nilai prioritas yang lebih rendah.

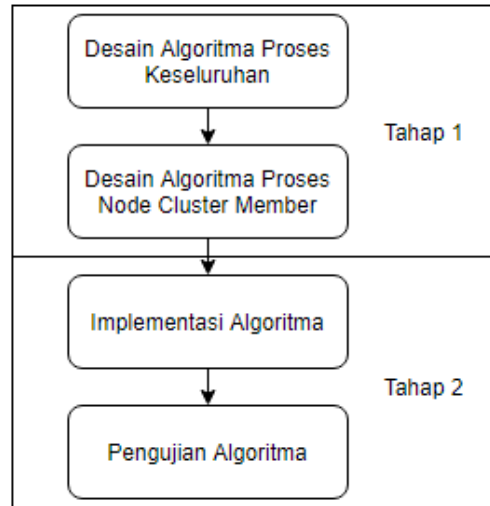
Terdapat dua jenis *task* yang dikerjakan dalam metode ini yaitu preemptive task dan non-preemptive task. Preemptive task merupakan task / tugas yang dikerjakan dapat diintrupsi / ditunda pengerjaannya jika terdapat task yang lebih tinggi daripada task tersebut. Non-preemptive task merupakan tugas yang akan tetap dilankan hingga selesai meskipun terdapat task baru yang memiliki nilai prioritas yang lebih tinggi.

Usulan penelitian ini akan menggunakan priority-based scheduling untuk melakukan aksi berdasarkan kondisi dari suatu lingkungan. Kondisi lingkungan akan dikelompokkan dalam beberapa kategori. Masing-masing kategori akan memiliki nilai prioritas yang berbeda-beda.

METODE PENELITIAN

Model Konseptual Penelitian

Penelitian ini memiliki 2 tahap yang masing-masing memiliki tahapan lagi didalamnya. Model konseptual langkah-langkah penelitian ini tergambar pada gambar 2.

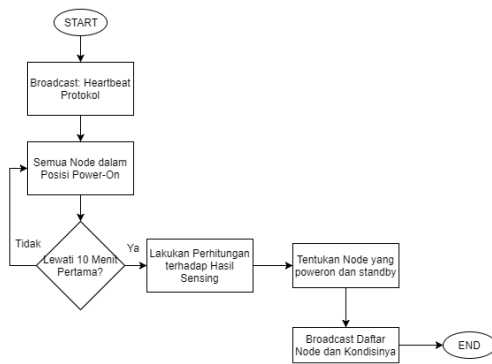


Gambar 2. Model Konseptual Penelitian

Pada tahap pertama penelitian berfokus pada desain dari algoritma yang akan diujikan. Berikut adalah kedua desain algoritma secara umum yang akan dilakukan.

Desain Alur Proses Desain Sistem

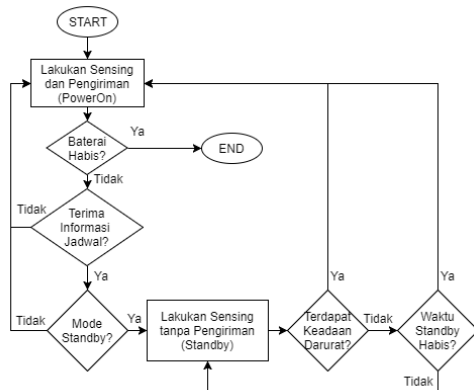
Secara umum, proses akan berjalan seperti biasa diawali dengan melakukan broadcast pada protocol heartbeat. Pada 10 menit pertama, semua *node* akan menyala, melakukan sensing, dan mengirim data *sensing* menuju *sink node*. Pengiriman dilakukan dengan terlebih dahulu mengirimkan data menuju *cluster 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 (*power-on*). 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 3 merupakan desain secara umum alur dari algoritma yang akan diteliti.



Gambar 3. Alur desain secara umum

Desain Umum pada Cluster Member Node

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 4 merupakan alur pada Cluster Member Node.



Gambar 4. Alur desain pada cluster member

Penentuan Klasifikasi Prioritas

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
	Min	Max	
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.

Monitoring Sampling dan Flag Raising

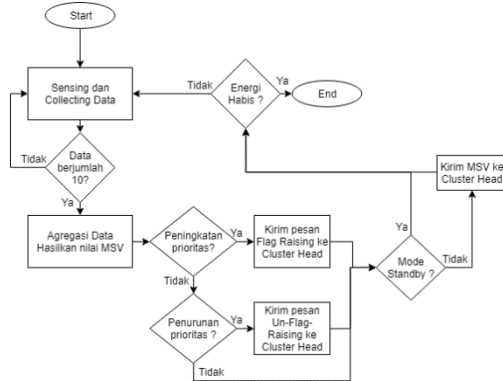
Monitoring sampling merupakan proses dimana *node* akan mengumpulkan informasi pengamatannya terhadap lingkungannya. Sampling yang dilakukan akan didasarkan pada 10 data terbaru yang kemudian diagregasi yang akan menghasilkan sebuah data baru. Digunakan persamaan berikut untuk melakukan monitoring sampling:

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

MSV merupakan *Monitored Sampling Value* yang merupakan hasil akhir dari agregasi nilai suhu yang dilakukan. Variabel *n* bernilai 10 yang dimana berarti hanya akan digunakan sebagai nilai agregasi. Nilai ini akan digunakan sebagai penentu klasifikasi lingkungan berdasarkan kondisi yang dijabarkan pada Tabel 5.1. 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 5 merupakan desain *flowchart* dari keseluruhan proses ini.



Gambar 5. 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.

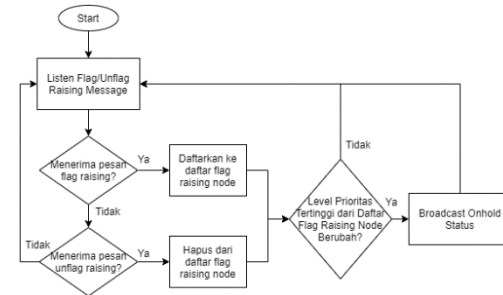
Tabel 2. Frame pesan Flag/Unflag Raising

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

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.

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 6 merupakan *flowchart* dari pengelolaan *flag-raising* oleh *cluster head*.



Gambar 6. Flowchart pengelolaan *flag-raising* oleh *cluster head*.

Lingkungan Uji Coba

Dalam proses pengujian untuk mengumpulkan data uji coba, sistem yang akan dikembangkan nantinya akan diujikan pada sebuah komputer. Adapun spesifikasi dari komputer yang digunakan adalah pada lingkungan uji sebagai berikut:

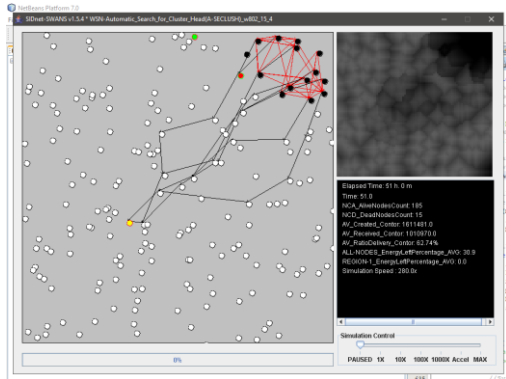
- a. Processor AMD Phenom II X4, 3.5 GHz
- b. RAM 4 GB
- c. Harddisk 1 TB
- d. Sistem Operasi Windows 7 Ultimate x64
- e. Java Development Kit 1.7

Untuk mengumpulkan data hasil uji coba, penelitian ini menggunakan sebuah simulator yaitu SIDnet-SWANS. SIDnet-SWANS merupakan simulator jaringan yang digunakan untuk melakukan pengujian kinerja dari beberapa protokol jaringan sensor nirkabel. SIDnet-SWANS adalah gabungan dari 3 simulator yaitu JIST, SWANS dan SIDnet,

dimana SIDnet berjalan diatas SWANS dan JIST.

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Algoritma diimplementasikan menggunakan simulator SIDNet-SWANS untuk melihat efisiensi dan efektifitas yang dapat diberikan oleh algoritma yang dikembangkan ini. Sebagai pembanding dari performa algoritma ini adalah algoritma Shortest Geopath Routing SGP. Pengujian yang dilakukan adalah membanding performa dari kedua protocol routing tersebut dan melihat dampaknya terhadap *average energy left*. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dan masing-masing pengujian dilakukan dengan mensimulasikan jaringan tersebut selama 48 jam waktu simulator dengan *sampling* kondisi lingkungan yang dilakukan setiap satu detik. Gambar 7 merupakan tampilan GUI dari ujicoba simulasi yang dilakukan. Pada gambar tersebut menghasilkan beberapa garis pola arah penentuan pesan menuju *cluster head* dan arah pengiriman dari *cluster head* menuju *sink node*. Gambar 7 juga merupakan tampilan akhir dari pengujian dimana semua *node* dalam kondisi kehabisan energi.



Gambar 7. Tampilan uji coba yang dilakukan

Tabel 3 merupakan rangkuman dari hasil pengujian yang dilakukan. Pengujian dilakukan pada algoritma yang dikembangkan diberi kode PCH dan untuk algoritma pembanding yaitu Shortest Geopath Routing memiliki kode SGP.

Tabel 3. Rangkuman hasil uji coba algoritma

Algorithm :	PCH	SGP
-------------	-----	-----

Uji ke-#	Parameter :	Average Energy Left	Average Energy Left
1		25,64%	15,77%
2		28,21%	16,53%
3		23,51%	16,23%
Rata-rata		25,79%	16,18%

Algoritma yang dikembangkan yakni PCH unggul disetiap pengujian yang dilakukan. Pada pengujian pertama PCH unggul 9,87%, pengujian kedua unggul 11,68% dan pengujian ketiga unggul 7,28% dari algoritma SGP. Hal ini menempatkan PCH unggul di angka rata-rata 25,79% dengan selisih 9,61% dari algoritma SGP yang memiliki rata-rata 16,18%. Hal ini dikarenakan adanya mekanisme *on-hold* dan *flag-raising* dari algoritma yang dikembangkan. Mekanisme *on-hold* memastikan bahwa semua *node* yang prioritas datanya lebih rendah dari yang ditentukan akan menahan pengiriman data. Hal ini berdampak pada penggunaan energi yang digunakan untuk mengirim data menjadi berkurang. Kemudian mekanisme *flag-raising* yang memungkinkan *node* untuk menaikkan level priority *minimal* pada status *on-hold* berdasarkan hasil *sampling* yang dilakukan pada *node* tersebut pada lingkungannya.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa pengembangan algoritma dengan metode *priority based scheduling* dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas pengiriman data. Algoritma ini memberikan peningkatan efisiensi penggunaan energi sebesar 9,61% dibandingkan dengan metode Shortest Geopath Routing. Keuntungan dari algoritma ini didasari pada mekanisme *on-hold* dan *flag-raising* yang menjadikan *node* dapat mengurangi jumlah pengiriman data. Pengiriman data yang berkurang juga diikuti dengan konsumsi energi yang menurun. Selain hal tersebut, mekanisme ini juga memberikan

kesempatan pada kondisi yang butuh penanganan segera dapat lebih cepat sampai pada *sink node*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] ELSHRKAWAY, 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.
- [6] KUSUMA, I. G. N. A., WIBISONO, W. & STUDIAWAN, H. 2017. Purwarupa Sistem Pengaturan Penerangan Ruangan dengan Pengenalan Aktivitas Pengguna Berbasis Integrasi Sensor. *E-Proceedings KNS&I STIKOM Bali*, 705-711.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.