

ISSN 2089-1083



SUN MOON UNIVERSITY



**Aptikom Wilayah 7**  
Asosiasi Perguruan Tinggi Informatika & Komputer

**PROSIDING** Volume 03

# SNATIKA 2015

Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Aplikasinya



**Malang, 26 November 2015**

*diorganisasi oleh:*

**Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat**

Sekolah Tinggi Informatika dan Komputer Indonesia

# SNATIKA 2015

**Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Aplikasinya  
Volume 03, Tahun 2015**

---

## **PROGRAM COMMITTEE**

Prof. Dr. R. Eko Indrajit, MSc, MBA (Perbanas Jakarta)

Prof. Dr. Zainal A. Hasibuan (Universitas Indonesia)

Prof. Dr. Ir. Kuswara Setiawan, MT (UPH Surabaya)

## **STEERING COMMITTEE**

Koko Wahyu Prasetyo, S.Kom, M.T.I

Subari, M.Kom

Daniel Rudiaman S., S.T, M.Kom

Jozua F. Palandj, M.Kom

Dedy Ari P., S.Kom

## **ORGANIZING COMMITTEE**

Diah Arifah P., S.Kom, M.T

Laila Isyriyah, M.Kom

Mahendra Wibawa, S.Sn, M.Pd

Elly Sulistyorini, SE.

Siska Diatinari A., S.Kom

M. Zamroni, S.Kom

Ahmad Rianto, S.Kom

Septa Noviana Y., S.Kom

Roosye Tri H., A.Md.

Ery Christianto, Willy Santoso

U'un Setiawati, Isa Suarti

## **SEKRETARIAT**

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat

Sekolah Tinggi Informatika & Komputer Indonesia (STIKI) – Malang

SNATIKA 2015

Jl. Raya Tidar 100 Malang 65146, Tel. +62-341 560823, Fax. +62-341 562525

Website : [snatika.stiki.ac.id](http://snatika.stiki.ac.id)

Email : [snatika@stiki.ac.id](mailto:snatika@stiki.ac.id)

## DAFTAR ISI

		Halaman	
Halaman Judul		ii	
Kata Pengantar		iii	
Sambutan Ketua STIKI		iv	
Daftar Isi		v	
1	<i>Danang Arbian Sulisty, Gunawan</i>	Penyelesaian Fill-In Puzzle Dengan Algoritma Genetika	1 - 6
2	<i>Koko Wahyu Prasetyo, Setiabudi Sakaria</i>	Structural And Behavioral Models Of RFID-Based Students Attendance System Using Model-View-Controller Pattern	7 - 11
3	<i>Titania Dwi Andini, Edwin Pramana</i>	Penentuan Faktor Kredibilitas Toko Online Melalui Pendekatan Peran Estetika Secara Empiris	12 - 21
4	<i>Soetam Rizky Wicaksono</i>	Implementing Collaborative Document Management System In Higher Education Environment	22 - 25
5	<i>Johan Ericka W.P</i>	Evaluasi Performa Protokol Routing Topology Based Untuk Pengiriman Data Antar Node Pada Lingkungan Vanet	26 - 29
6	<i>Sugeng Widodo, Gunawan</i>	Template Matching Pada Citra E-KTP Indonesia	30 – 35
7	<i>Adi Pandu Wirawan, Maxima Ari Saktiono, Aab Abdul Wahab</i>	Penghematan Konsumsi Daya Node Sensor Nirkabel Untuk Aplikasi Structural Health Monitoring Jembatan	36 – 40
8	<i>Fitri Marisa</i>	Model Dan Implementasi Teknik Query Realtime Database Untuk Mengolah Data Finansial Pada Aplikasi Server Pulsa Reload Berbasis .Net	41 - 47
9	<i>Septriandi Wira Yoga, Dedy Wahyu</i>	Efisiensi Energi Pada Heterogeneous Wireless Sensor Network Berbasis Clustering	48 - 53

*Herdiyanto,  
Arip Andrika*

10	<i>Andri Dwi Setyabudi Wibowo</i>	Kinematik Terbalik Robot Hexapod 3dof	54 - 61
11	<i>Julie Chyntia Rante, Khodijah Amiroh, Anindita Kemala H</i>	Performansi Protokol Pegasis Dalam Penggunaan Efisiensi Energi Pada Jaringan Sensor Nirkabe	62 - 65
12	<i>Megawaty</i>	Analisis Perangkat Ajar Relational Database Model Berbasis Multimedia Interaktif	66 - 69
13	<i>Puji Subekti</i>	Perbandingan Perhitungan Matematis Dan SPSS Analisis Regresi Linear Studi Kasus (Pengaruh IQ Mahasiswa Terhadap IPK)	70 - 75
14	<i>Inovency Permata Wibowo, Hendry Setiawan, Paulus Lucky Tirma Irawan</i>	Desain Prototype Aplikasi Penyembuhan Stroke Melalui Gerak Menggunakan Kinect	76 - 82
15	<i>Diah Arifah P., Laila Isyriyah</i>	Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Kinerja Untuk Penentuan Pegawai Terbaik Menggunakan Fuzzy Simple Additive Weighted (FSAW)	83 - 88
16	<i>Riki Renaldo, Nungsiyati, Muhamad Muslihudin, Wulandari, Deni Oktariyan</i>	Fuzzy SAW (Fuzzy Simple Additive Weighting) Sebagai Sistem Pendukung Keputusan Dalam Memilih Perguruan Tinggi Di Kopertis Wilayah II (Study Kasus: Provinsi Lampung )	89 - 98
17	<i>Nurul Adha Oktarini Saputri, Ida Marlina</i>	Analisis Kualitas Layanan Website Perguruan Tinggi Abdi Nusa Palembang Dengan Metode Servqual	99 - 104
18	<i>Nur Nafi'yah</i>	Clustering Keahlian Mahasiswa Dengan SOM (Studi Khusus: Teknik Informatika Unisla)	105 - 110
19	<i>Philip Faster Eka Adipraja, Sri A.K. Dewi,</i>	Analisis Efektifitas Dan Keamanan Ecommerce Di Indonesia Dalam Menghadapi MEA	111 - 117

*Lia Farokhah*

- |    |  |  |           |
|----|--|--|-----------|
| 20 | <i>Novri Hadinata,<br/>Devi Udariansyah</i>                    | Implementasi Metode Web Engineering Dalam Perancangan Sistem Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru Dan Tes Online                  | 118 – 125 |
| 21 | <i>Nurul Huda,<br/>Nita Rosa<br/>Damayanti</i>                 | Perencanaan Strategis Sistem Informasi Pada Perguruan Tinggi Swasta Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Masyarakat Abdi Nusa Palembang | 126 - 131 |
| 22 | <i>Sri Mulyana,<br/>Retantyo Wardoyo,<br/>Aina Musdholifah</i> | Sistem Pakar Medis Berbasis Aturan Rekomendasi Penanganan Penyakit Tropis  | 132 - 137 |
| 23 | <i>Setyorini</i>   | Sistem Informasi Manajemen Pendidikan Melalui Media Pembelajaran Aplikasi Mobile E-Try Out Berbasis Android                      | 138 - 142 |
| 24 | <i>Anang Andrianto</i>   | Pengembangan Portal Budaya Using Sebagai Upaya Melestarikan Dan Mengenalkan Kebudayaan Kepada Generasi Muda                      | 143 - 149 |
| 25 | <i>Dinny Komalasari</i>  | Perencanaan Strategis Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi Pada Sekretariat Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Kota Prabumulih   | 150 - 158 |
| 26 | <i>Vivi Sahfitri,<br/>Muhammad Nasir,<br/>Kurniawan</i>        | Sistem Penunjang Keputusan Penentuan Penerimaan Beras Miskin   | 159 - 164 |
| 27 | <i>Evy<br/>Poerbaningtyas,<br/>L N Andoyo</i>                  | Sistem Geoserver Pertanian Dengan Postgis Guna Mempermudah Pengolahan Data Penyuluhan Petani Di Kabupaten Malang                 | 165 - 169 |
| 28 | <i>Kukuh Nugroho,<br/>Wini Oktaviani,<br/>Eka Wahyudi</i>      | Pengukuran Unjuk Kerja Jaringan Pada Penggunaan Kabel UTP Dan STP  | 170 - 174 |
| 29 | <i>Megawaty</i>  | Perancangan Sistem Informasi Stasiun Palembang TV Berbasis Web   | 175 - 177 |
| 30 | <i>Emiliana<br/>Meolbatak,</i>                                 | Penerapan Model Multimedia Sebagai Media Pembelajaran Alternatif Untuk   | 178 - 184 |

	<i>Yulianti Paula Bria</i>	Meningkatkan Self Motivated Learning Dan Self Regulated Learning	
31	<i>Merry Agustina, A. Mutatkin Bakti</i>	Penentuan Distribusi Air Bersih Di Kabupaten X Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW)	185 - 188
32	<i>Nuansa Dipa Bismoko, Wahyu Waskito, Nancy Ardelina</i>	Sistem Komunikasi Multihop Sep Dengan Dynamic Cluster Head Pada Jaringan Sensor Nirkabel	189 - 193
33	<i>Widodo, Wiwik Utami, Nukhan Wicaksono Pribadi</i>	Pencegahan Residivisme Pelaku Cybercrime Melalui Model Pembinaan Berbasis Kompetensi Di Lembaga Pemasarakatan	194 - 201
34	<i>Subari, Ferdinandus</i>	Sistem Information Retrieval Layanan Kesehatan Untuk Berobat Dengan Metode Vector Space Model (VSM) Berbasis Webgis	202 - 212

# Penghematan Konsumsi Daya Node Sensor Nirkabel untuk Aplikasi Structural Health Monitoring Jembatan

Adi Pandu Wirawan<sup>1</sup>, Maxima Ari Saktiono<sup>2</sup>, Aab Abdul Wahab<sup>3</sup>

Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

<sup>1</sup>adi10@mhs.ee.its.ac.id, <sup>2</sup>maxima.ari14@mhs.ee.its.ac.id/maximaari@gmail.com, <sup>3</sup>aab@mhs.ee.its.ac.id

## ABSTRAK

Telah banyak dikembangkan sistem pemantauan terhadap kondisi kesehatan suatu jembatan atau Bridge Structural Health Monitoring System (BSHMS) menggunakan konsep Wireless Sensor Network (WSN). Salah satu komponen terpenting yang digunakan dalam BSHMS tersebut adalah node sensor nirkabel. Implementasi perangkat node sensor nirkabel pada BSHMS terdiri dari beberapa sub-sistem yang dicatu menggunakan sumber daya untuk dapat mengirimkan data secara terus-menerus.

Pengiriman data secara terus-menerus oleh node sensor menyebabkan konsumsi energi yang besar pada sisi node sehingga dapat mengurangi lifetime. Sebuah studi tentang implementasi mode sleep-wake-up scheduling pada perangkat keras node sensor telah dilakukan dalam penelitian ini guna mengurangi konsumsi daya dan memperpanjang lifetime node sensor.

Satu sistem jaringan sensor nirkabel terdiri dari node sensor dan node koordinator telah dirancang untuk aplikasi BSHMS dengan mengimplementasikan mode sleep/wake-up dengan interval 1 detik dan 4 detik.

Implementasi mode sleep/wake-up dengan interval 4 detik menghasilkan peningkatan lifetime 1 jam lebih lama dibanding dengan saat node sensor dalam kondisi selalu aktif dengan lifetime 5,5 jam. Penggunaan interval waktu 1 detik untuk sleep/wake-up pada node sensor tidak terlalu efektif digunakan karena lifetime yang dihasilkan cenderung sama jika dibandingkan dengan saat node sensor dalam kondisi selalu aktif. Pada daya baterai 362 mW, perangkat node sensor mencapai threshold-nya sehingga tidak dapat mengirim data secara nirkabel akibat satu atau lebih sub-sistem node sensor tersebut mati.

**Kata Kunci :** Node Sendor, BSHMS, WSN

## 1. Pendahuluan

Jembatan merupakan suatu fasilitas umum yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat sebagai sarana untuk aktifitas sosial dan ekonomi. Kebutuhan yang sangat vital tersebut jika tidak diimbangi dengan pemantauan dan perawatan yang baik akan terjadi kerusakan pada jembatan, roboh secara tiba-tiba sehingga merugikan bagi pengguna jembatan tersebut.

Dari penelitian terdahulu, telah dikembangkan satu sistem pemantauan terhadap kondisi kesehatan suatu jembatan atau Bridge Structural Health Monitoring System (BSHMS) menggunakan konsep Wireless Sensor Network (WSN) untuk jembatan Suramadu [1,2]. Salah satu komponen terpenting yang digunakan dalam BSHMS tersebut adalah node sensor nirkabel. Implementasi perangkat keras satu node sensor nirkabel pada BSHMS terdiri dari sensor accelerometer untuk deteksi getaran, mikrokontroler sebagai unit akuisisi data, dan modul radio sebagai perangkat pemancar dan penerima yang bertugas mengirimkan data secara nirkabel. Node-node sensor tersebut dicatu menggunakan baterai 9 volt untuk dapat

mengirimkan data secara real-time dan terus-menerus [2].

Pengiriman data secara terus-menerus oleh node sensor menyebabkan konsumsi energi yang besar pada sisi node sehingga dapat mengurangi lifetime. Oleh karena itu diperlukan suatu cara untuk dapat mengurangi konsumsi daya node sensor tersebut agar dapat memperpanjang lifetime dari satu node sensor.

Penerapan dynamic operation modes pada node sensor dapat diterapkan untuk mengurangi konsumsi daya dan memperpanjang lifetime. Dynamic operation modes memungkinkan satu node sensor yang terdiri dari  $x$  perangkat keras, dengan  $n$  level konsumsi daya yang berbeda beroperasi pada  $x \times n$  mode konfigurasi konsumsi daya yang berbeda [3]. Dynamic operation modes dapat berupa sleep-wake-up scheduling [4].

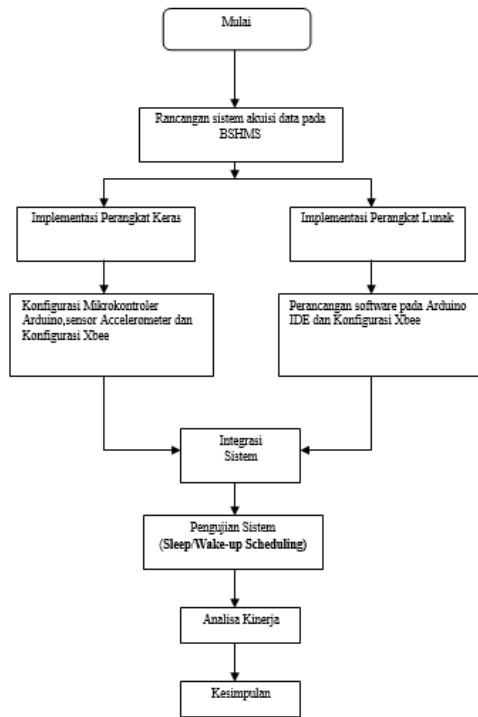
Pada makalah ini, akan dibahas sebuah studi tentang implementasi mode sleep-wake-up scheduling pada perangkat keras node sensor guna mengurangi konsumsi daya dan memperpanjang lifetime node sensor tersebut. Diharapkan nantinya studi implementasi yang dihasilkan dari penelitian ini dapat menjadi



alternatif dalam mengimplementasikan perangkat keras pada BSHMS yang hemat energi dan memiliki lifetime yang panjang.

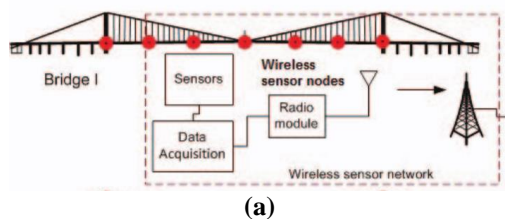
## 2. Metode Penelitian

### Flow Chart Metode Penelitian

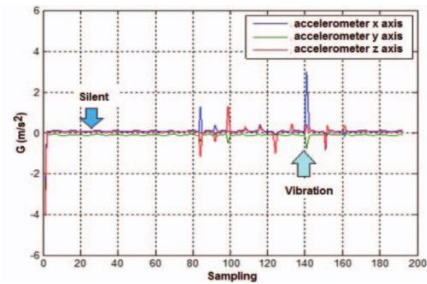


## 3. Perancangan Sistem

Penelitian ini fokus pada penghematan konsumsi daya pada node sensor dimana satu node sensor terdiri dari sensor accelerometer untuk deteksi getaran, mikrokontroler sebagai unit akuisisi data, dan modul radio sebagai perangkat pemancar dan penerima. Node-node tersebut dipasang pada badan jembatan seperti pada Gambar 1.a untuk dapat mengambil informasi tentang getaran yang terjadi pada jembatan (Gambar 1.b). Informasi tersebut akan digunakan untuk membantu ahli civil engineer dalam memantau serta menganalisa kesehatan struktur jembatan.



(a)



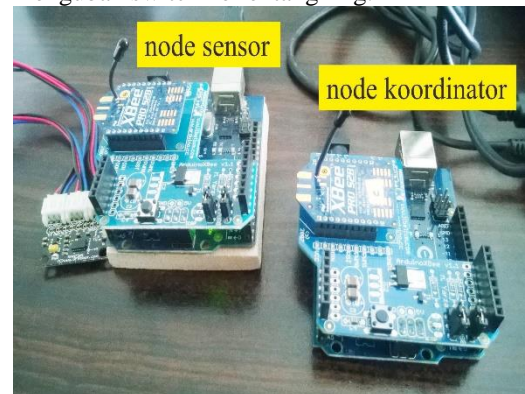
(b)

Gambar 1. (a) Node sensor nirkabel pada jembatan. (b) Getaran terukur dari sensor. [1]

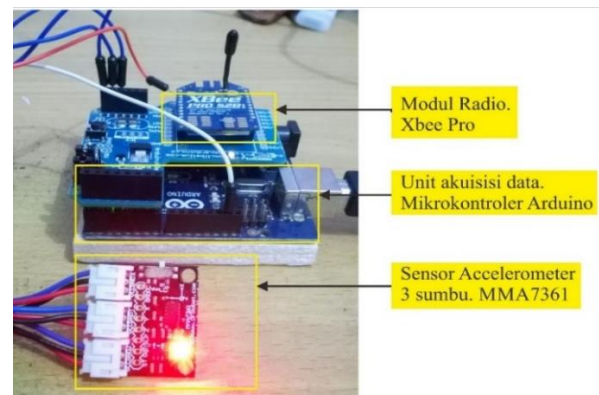
### 3.1. Perangkat Node Sensor Nirkabel

Satu node sensor nirkabel terdiri dari sensor accelerometer MMA7361, unit akuisisi data berupa mikrokontroler Arduino Uno, dan modul radio Xbee Pro.

Sensor accelerometer memiliki kemampuannya merepresentasikan tiga buah sumbu X, Y dan Z yang disesuaikan dengan titik gravitasi bumi. Sensor accelerometer MMA7361 ini dapat mengukur rentang getaran dari  $\pm 6g$  selain itu sensitivitasnya dapat diubah juga untuk mengukur getaran kecil dengan mengubah switch ke rentang  $\pm 2g$ .



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Node sensor dan node koordinator. (b) Sub-sistem node sensor nirkabel



Perangkat keras untuk mengontrol dan mengatur sistem akuisisi data sensor berupa mikrokontroler Arduino Uno yang berbasis Atmega 328 dengan clock 16 MHz dilengkapi koneksi USB.

Xbee Pro digunakan pada sisi transmisi data sensor dengan jaringan sensor nirkabel menggunakan standar IEEE 802.15.4/zigbee. Xbee Pro memiliki konsumsi daya rendah dan dapat mengirimkan data dengan jarak cukup jauh. Perangkat ini dirancang untuk komunikasi nirkabel dengan pita frekuensi 2,4 GHz. Xbee Pro memungkinkan bekerja sebagai *end-device*, *router* dan *coordinator*. Perangkat keras node ditampilkan pada Gambar 2.

### 3.2. Sleep/Wake-up Scheduling

Dynamic operation modes [3] pada node sensor dapat diterapkan untuk mengurangi konsumsi daya dan memperpanjang lifetime. Implementasi dynamic operation modes yang akan digunakan kali ini adalah dengan sleep/wake-up scheduling. Sleep/wake-up scheduling merupakan pengaturan waktu pada node sensor kapan saatnya node dalam mode aktif dan kapan saatnya node dalam mode sleep.

Mikrokontroler Arduino Uno berbasis Atmega328 memiliki beberapa mode penghematan daya diantaranya mode seperti idle, dan power save. Masing-masing sub-sistem node sensor juga memiliki mode penghematan daya yang berbeda. Tabel 1 merincikan konsumsi daya masing-masing sub-sistem node sensor yang digunakan berdasarkan spesifikasi perangkat [6,7,8].

**Tabel 1. Spesifikasi komponen penyusun node sensor**

Komponen	Tegangan	Konsumsi Arus		
		Aktif	Idle	Power Save
Atmega328	5 V	12 mA	6 mA	1 uA
Xbee Pro	3.3 V	45 mA	-	1 uA
Accelerometer MMA7361	3.6 V	400 uA	-	3 uA

Mode penghematan daya tersebut dapat diaktifkan dengan menggunakan internal timer pada Atmega328. Terdapat 3 timer atau counter internal mikrokontroler, yaitu Timer0 (8 bit), Timer1 (16 bit) dan Timer2 (8 bit). Jumlah bit pada masing-masing timer menandakan jumlah maksimum count up yang dapat dilakukan dari satu timer sebelum counter kembali ke nilai nol. Untuk menggunakan timer sebagai trigger untuk mengaktifkan mode sleep, diperlukan pengetahuan tentang pre-scaler. Pre-scaler merupakan nilai pembanding atau rasio terhadap clock. Arduino menggunakan Atmega328 dengan clock 16 MHz.

Penggunaan prescaler berpedoman pada tabel control registers pada datasheet Atmega 328 seperti pada tabel 2 [6]. Berdasarkan tabel tersebut Prescaler yang dapat

digunakan berasio 1:1, 1:8, 1:64, 1:256 dan 1:1024.

**Tabel 2. Timer control register dan pemilihan prescaler [4]**

CS12	CS11	CS10	Description
0	0	0	No clock source (Timer/Counter stopped).
0	0	1	clk <sub>in</sub> /1 (No prescaling)
0	1	0	clk <sub>in</sub> /8 (From prescaler)
0	1	1	clk <sub>in</sub> /64 (From prescaler)
1	0	0	clk <sub>in</sub> /256 (From prescaler)
1	0	1	clk <sub>in</sub> /1024 (From prescaler)
1	1	0	External clock source on T1 pin. Clock on falling edge.
1	1	1	External clock source on T1 pin. Clock on rising edge.

Dengan mengetahui control registers, dapat dipilih lamanya durasi untuk sleep/wake-up seperti ada persamaan (1)

$$Periode \text{ Sleep/Wake-up} = \frac{1}{Clock \text{ Rate}} \times Prescaler \times 2^n \quad (1)$$

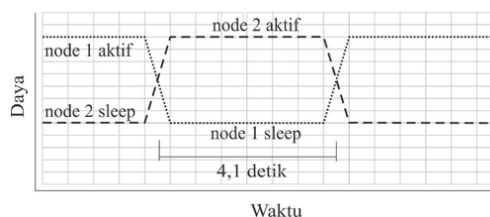
Dimana  $n$  adalah jumlah bit dari timer internal yang digunakan. Dengan menggunakan persamaan (1) dapat diketahui nilai minimum dan maksimum masing-masing Timer0, Timer1 dan Timer2 untuk clock 16 MHz seperti pada tabel 3.

**Tabel 3. Periode sleep/wake-up berdasarkan pemilihan prescaler**

Timer	Jumlah Bit	Periode Sleep/Wake-up					Minimum Power Mode
		Prescaler 1:1	Prescaler 1:8	Prescaler 1:64	Prescaler 1:256	Prescaler 1:1024	
Timer0	8 bit	1,6 $\mu$ s	128 $\mu$ s	1 ms	4,1 ms	16,4 ms	IDLE
Timer1	16 bit	4,1 ms	32,8 ms	262 ms	1 s	4,1 s	IDLE
Timer2	8 bit	1,6 $\mu$ s	128 $\mu$ s	1 ms	4,1 ms	16,4 ms	POWER_SAVE

Untuk penelitian kali ini, diimplementasikan mode sleep/wake-up menggunakan Timer1 dengan pertimbangan periode maksimum waktu yang dapat digunakan untuk sleep/wake-up sebagaimana terinci pada tabel 3, serta pertimbangan waktu sampling data pada persamaan (2) yang akan dibahas berikutnya.

Pada Gambar 3 ditampilkan gambaran mode sleep/wake-up dari dua node sensor yang diimplementasikan menggunakan Timer1 dengan periode 4,1 s. Implementasi metode sleep/wake-up scheduling dapat memberikan waktu kepada node lain untuk mengirimkan data disaat node sedang dalam mode sleep agar tidak terjadi collision pada node coordinator.



**Gambar 3. Mode sleep/wake-up node sensor dengan periode 4,1 detik**

Dalam pengambilan data dari sensor getaran dari accelerometer, diperlukan delay untuk memberikan kesempatan data untuk dikirimkan dan diterima oleh node koordinator sebelum membaca data selanjutnya. Untuk itu dipilih interval selama 500 ms setiap melakukan sampling data. Selain itu, delay 10 ms juga diimplementasikan pada sensor sesaat setelah aktif, sebelum dilakukan sampling data. Hal ini dilakukan untuk memberi waktu pada sensor sesaat setelah aktif dari mode sleep agar tidak terjadi kesalahan pembacaan data ketika dilakukan sampling.

Dengan mempertimbangkan delay-delay yang telah ditetapkan sebelumnya dapat dipilih periode waktu sleep/wake-up yang mungkin diimplementasikan pada node sensor harus memenuhi syarat pada persamaan (2).

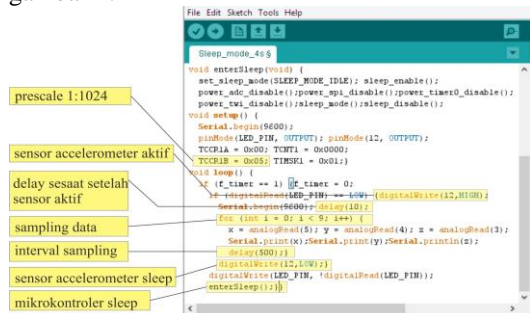
$$S \times I + ds \leq \text{Periode Sleep/Wake-up} \quad (2)$$

Dimana  $S$  adalah jumlah sampel data dengan nilai minimum 1,  $I$  adalah interval sampling yaitu 500 ms dan  $ds$  merupakan waktu yang diperlukan sesaat setelah sensor aktif yaitu 10 ms. Sehingga dengan menggunakan persamaan (2) dan melihat tabel 3, dapat ditetapkan periode sleep/wake-up yang memenuhi syarat adalah 1 detik dan 4,1 detik dengan jumlah sampel data berturut turut untuk masing-masing periode adalah 2 sampel dan 9 sampel.

### 3.2.1 Implementasi Perangkat

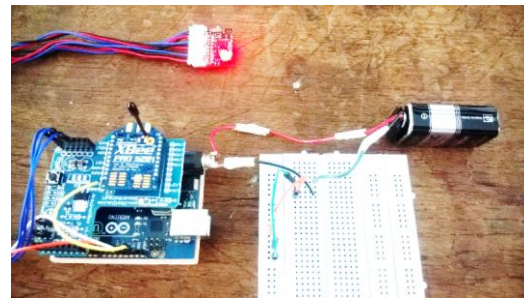
Untuk memudahkan pengaturan konfigurasi dan pemrograman, digunakan perangkat lunak Arduino IDE sebagai antarmuka pemrograman mikrokontroler Arduino Uno dan XCTU sebagai antarmuka pemrograman Xbee Pro. Implementasi dilakukan dengan menggunakan dua node dimana satu node dikonfigurasi sebagai node sensor dan satu node dikonfigurasi sebagai node koordinator seperti pada Gambar 2(a).

Implementasi mode sleep/wake-up dilakukan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE seperti yang ditampilkan pada gambar 4.



**Gambar 4. Implementasi mode sleep/wake-up menggunakan perangkat lunak Arduino IDE**

Setelah program selesai diimplementasikan pada perangkat keras, pengujian konsumsi daya pada sensor dilakukan dengan mencatat konsumsi daya rata-rata node sensor setiap 30 menit. Node sensor dicatu dengan baterai 9 volt seperti pada (Gambar 5) dan dilakukan pengukuran arus dan tegangan untuk dapat mengetahui konsumsi daya dan lifetime dari node sensor tersebut.



**Gambar 5. Pengukuran lifetime node sensor yang dicatu dengan baterai 9 volt**

## 4. Hasil dan Pembahasan

Dilakukan pengukuran terhadap 3 mode berbeda untuk node sensor yaitu mode tanpa sleep (selalu aktif), mode sleep/wake-up dengan periode 1 detik dan mode sleep/wake-up dengan periode 4,1 detik.

Dari pengukuran tegangan dan arus node sensor setiap 30 menit dapat diketahui konsumsi daya rata-rata dari node sensor dengan mengalikan arus dengan tegangan. Hasil pengukuran terhadap 3 mode tersebut dirinci pada tabel 4.

**Tabel 4. Hasil pengukuran arus, tegangan dan lifetime node sensor untuk 3 mode berbeda**

Menit ke	Tanpa mode sleep			Mode sleep/wake-up 1 detik			Mode sleep/wake-up 4 detik		
	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Daya (mW)	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Daya (mW)	Tegangan (Volt)	Arus (mA)	Daya (mW)
0	8,5	73	627,8	8,6	67	576,2	8,6	67	576,2
30	8	73	584	7,9	67	529,3	7,9	67	529,3
60	7,6	73	554,8	7,6	66	501,6	7,6	65	494
90	7,3	73	532,9	7,3	67	489,1	7,3	65	474,5
120	7,1	73	518,3	7,1	66	468,6	7,1	65	461,5
150	6,8	72	489,6	6,9	66	455,4	7	65	455
180	6,7	70	469	6,7	64	428,8	6,9	64	441,6
210	6,6	68	448,8	6,6	63	415,8	6,8	64	435,2
240	6,4	66	422,4	6,5	62	403	6,6	62	409,2
270	6,2	63	390,6	6,4	59	377,6	6,5	61	396,5
300	6	59	354	6	56	336	6,3	60	378
330	-	-	-	-	-	-	6,2	59	365,8
360	-	-	-	-	-	-	6	53	318
390	-	-	-	-	-	-	5	20	100
<b>Lifetime</b>	<b>4,5 Jam</b>			<b>4,5 Jam</b>			<b>5,5 jam</b>		

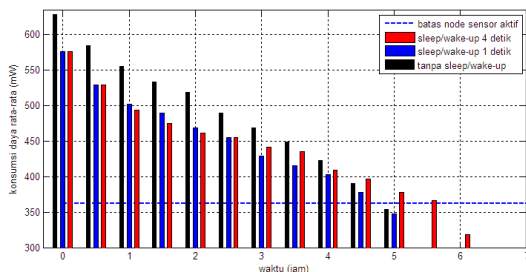
■ modul radio Xbee mati  
■ modul radio Xbee mati dan sensor accelerometer mati

Ketika node sensor dalam keadaan selalu aktif, node tersebut akan kehabisan daya pada menit ke 300 ditandai dengan matinya salah satu sub-sistem node sensor, begitu juga pada mode sleep/wake-up 1 detik. Waktu tersebut menunjukkan lifetime dari node sensor dengan kedua mode tersebut yaitu selama 4,5 jam. Dari hasil pengukuran didapatkan lifetime mode sleep/wake-up dengan periode 4 detik

lebih lama 1 jam dibanding dengan mode lainnya. Hal ini membuktikan penghematan daya pada node sensor lebih efisien dilakukan dengan penggunaan sleep/wake-up periode waktu 4 detik dibanding dengan tanpa mode sleep (selalu aktif) ataupun dengan periode 1 detik.

Hasil perhitungan konsumsi daya rata-rata node sensor dari data pengukuran tiap 30 menit (Tabel 4) ditampilkan pada Gambar 6. Dari grafik tersebut dapat dilihat tren konsumsi daya rata-rata dari ke 3 mode tersebut.

Untuk dapat menentukan batas node sensor aktif (treshhold) sebelum kehabisan daya dilakukan perhitungan daya rata-rata sesaat sebelum node sensor mati dari ke 3 mode tersebut. Didapatkan nilai 362 mW, dimana nilai ini dapat direpresentasikan sebagai ambang batas node sensor aktif sebelum kehabisan sumber daya.



**Gambar 6. Hasil perhitungan konsumsi daya rata-rata 3 mode berbeda**

## 5. Kesimpulan

Penelitian terhadap implementasi sistem node sensor nirkabel untuk aplikasi structural health monitoring jembatan yang dirancang kali ini menghasilkan perbandingan data antara node sensor yang dalam kondisi selalu aktif dengan node sensor yang menggunakan mode sleep/wake-up dengan interval 1 detik dan 4 detik.

Node sensor yang saat dalam kondisi selalu aktif dapat bekerja selama 4,5 jam, begitu juga dengan node sensor yang menggunakan mode sleep/wake-up dengan periode 1 detik. Node sensor yang menggunakan mode sleep/wake-up dengan periode 4 detik dapat bekerja selama 5,5 jam tanpa berhenti.

Penggunaan baterai lebih hemat 1 jam pada saat node sensor dalam kondisi sleep/wake-up 4 detik dibanding dengan saat node sensor dalam kondisi selalu aktif. Penggunaan interval waktu 1 detik untuk sleep/wake-up pada node sensor tidak terlalu efektif digunakan karena lifetime yang dihasilkan cenderung sama jika dibandingkan dengan saat node sensor dalam kondisi selalu aktif.

Pada daya baterai 362 mW, perangkat node sensor mencapai threshold-nya sehingga tidak dapat mengirim data secara nirkabel akibat satu atau lebih sub-sistem node sensor tersebut mati.

## 6. Referensi

- [1] E. Setijadi, Suwadi, Slamet, B.P., Muntaqo. A.A., In'am, Nur, A.E., Suprobo. P., Faimun, Febry, F.A., "Design of Large Scale Structural Health Monitoring System for Long-Span Bridges Based on Wireless Sensor Network", *Int. Conference on Awareness Science and Technology and Ubi-Media Computing (iCAST-UMEDIA)*, 2013.
- [2] Muntaqo. A.A, E. Setijadi, Suwadi, "Implementasi Sistem Akuisisi Data pada Bridge Structural Health Monitoring dengan Jaringan Sensor Nirkabel", *Proceeding Seminar Ilmu Pengetahuan Teknik*, 2013.
- [3] Dargic, W., & Poellabauer, C., "Fundamental of Wireless Sensor Networks : Theory and Practice", West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd, 2010.
- [4] Rathna, R., and Sivasubramanian, A., "Improving Energy Efficiency in Wireless Sensor Networks Through Scheduling and Routing", *International Journal Of Advanced Smart Sensor Network Systems ( IJASSN )*, Vol 2, No.1, January 2012.
- [5] <http://www.atmel.com/devices/atmega328p.aspx>
- [6] [http://www.adafruit.com/datasheets/ds\\_xbeezbmodules.pdf](http://www.adafruit.com/datasheets/ds_xbeezbmodules.pdf)
- [7] [http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data\\_sheet/MMA7361L.pdf](http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MMA7361L.pdf)