

ISBN 978 - 979 - 3288 - 95 - 6



Gedung BKS Lantai 2  
Kampus Unika Atma Jaya Jakarta  
Jln. Jendral Sudirman 51, Jakarta 12930  
27 – 28 Oktober 2014

SEMINAR SISTEM TELEKOMUNIKASI DAN INFORMASI

# SSTI 2014 PROSIDING



Fakultas Teknik  
UNIVERSITAS KATOLIK INDONESIA  
**ATMA JAYA**



**PROSIDING  
SEMINAR SISTEM TELEKOMUNIKASI DAN  
INFORMASI  
(SSTI)  
2014**

**JAKARTA, 27 – 28 OKTOBER 2014**



**Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Unika Atma Jaya  
Jakarta**

Bekerjasama Dengan



**Forum Sistem Informasi Telekomunikasi**

**PROSIDING  
SEMINAR SISTEM TELEKOMUNIKASI DAN INFORMASI  
(SSTI)  
2014**

**Bidang Telekomunikasi  
Hak Cipta @ 2014 pada Penerbit**

**Editor  
Dr. A. Adya Pramudita, S.T., M.T.**

**Desain Sampul  
Demi Adidrana, S.T.**

**Tata Letak  
Demi Adidrana, S.T.**

**ISBN : 978 - 979 - 3288 - 95 - 6**



**Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Unika Atma Jaya  
Jakarta**

## Kata Pengantar

Sistem Informasi dan Telekomunikasi menjadi suatu sistem yang memiliki peranan penting bagi Indonesia sebagai negara kepulauan. Tantangan Indonesia sebagai negara kepulauan salah satunya adalah konektivitas antar wilayah. Sistem Informasi dan Telekomunikasi merupakan suatu teknologi mendasar untuk membangun konektivitas antar wilayah, pulau dan masyarakat yang tersebar di seluruh wilayah nusantara. Konektivitas tersebut akan memberikan dukungan yang besar dalam pengembangan potensi ekonomi daerah, peningkatannya kesejahteraan masyarakat dan solusi-solusi terhadap permasalahan perbatasan. Kesejahteraan informasi akan berpengaruh terhadap pengembangan wawasan dan intelektualitas masyarakat.

Menyadari pentingnya bidang Telekomunikasi dan Informasi maka perkembangan teknologi telekomunikasi dan informasi saat ini perlu untuk dicermati oleh berbagai pihak dalam upaya peningkatan daya dukungnya terhadap pembangunan kesejahteraan. Beberapa isu seperti *Digital Switchover*, *Broadband Wireless Access* dan yang lainnya menunjukkan adanya permasalahan-permasalahan yang perlu diselesaikan bersama-sama. Komunikasi dan kerjasama antara pemerhati dibidang tersebut perlu semakin dikembangkan sehingga terbentuk kekuatan yang lebih signifikan untuk berkontribusi dalam pengembangan bidang ini baik dari sisi pengembangan keilmuan dan teknologi serta sebagai partner bagi regulator dalam membangun dan menata kebijakan. Forum atau asosiasi bagi para pemerhati dalam hal ini : akademisi, peneliti dan praktisi dapat menjadi suatu wadah bagi bertumbuhnya komunikasi dan kerjasama tersebut.

Seminar Sistem Telekomunikasi dan Informasi (SSTI) 2014 diharapkan menjadi suatu wadah membangun komunikasi dan kerjasama bagi para pemerhati sistem telekomunikasi dan informasi di Indonesia. Seminar ini diselenggarakan pada tanggal 27-28 Oktober 2014 di Kampus Unika Atma Jaya Jakarta dan diharapkan menjadi acara rutin tahunan dimana penyelenggaraannya dapat bergiliran dengan institusi-institusi lain.

Pada SSTI 2014 dihadiri oleh tiga orang keynote speech, yaitu Prof. Dr. Adit Kurniawan dari Prodi Telekomunikasi ITB, Dr.Ir. Denny Setiawan, MT, dari Direktorat Penataan Alokasi Spektrum Dinas Tetap dan Bergerak Darat, Kemeterian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia dan Bapak Agus Simorangkir Vice President PMO XL Axiata. Ketiga pembicara menyampaikan pandangannya tentang perkembangan teknologi telekomunikasi wireless dan tantangannya bagi Indonesia ke depan dari sudut pandang yang berbeda.

Salam Sejahtera

A. Adya Pramudita  
Ketua Seminar SSTI 2014

# Kepanitiaan

## ***Ketua***

A Adya Pramudita (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)

## ***Komite Pengarah***

- Istas Pratomo (Institut Teknologi Sepuluh November)
- Lydia Sari (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)
- Fiky Y. Suratman (Telkom University)
- Alicia Sinsuw (Universitas Sam Ratulangi)
- Arief Suryadi (Pusat Penelitian Elektronika & Telekomunikasi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)
- Yoko Wasis (Tentara Nasional Indonesia – Angkatan Udara)
- Eko Wulan (PT Hariff Daya Tunggal Engineering)
- Eko Yudawan (PT. Telekomunikasi Indonesia)
- Rudy (Universitas Borneo Tarakan)
- Dina Angela (Institut Teknologi Harapan Bangsa)

## ***Komite Pelaksana***

- S. Lestaringati (Universitas Komputer Indonesia)
- V. Windha Mahyastuti (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)
- Sandra Octaviani (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)
- Theresia Ghozali (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)
- Nina Hendrarini (Politeknik Telkom)
- Demi Adridana (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)

# DAFTAR ISI

	Hal
Kata Pengantar	i
Komite	ii
 <b>Daftar Artikel</b>	
1. WiFi BTS : Konsep dan Desain Komunikasi Nirkabel Bergerak Untuk Rural Area Berbasis OpenWRT	1
2. Compressive Joint Angular-Frequency Power Spectrum Estimation for Correlated Sources	5
3. Sistem Stepped Frequency Continuous Wave pada RADAR	11
4. Analisa Soft Handover CDMA 2000-1X Area Manado	17
5. Prediksi Pathloss Berbasis Model Perambatan Okumura-Hata dan Interpolasi Spline pada Daerah Beredaman Hujan Tinggi	25
6. Forward Error Correction Menggunakan Metode Reed Muller	28
7. Modifikasi Protokol Routing pada Wireless Sensor Network	33
8. Realtime Human Motion Extraction Untuk Sistem Keamanan	38
9. Desain Topologi Jaringan ICT e-Government Pemerintah Kota Manado Menuju Smart City	46
10. Peningkatan Performansi Aeronautical Adhoc Network dengan Adaptive Routing Protocol	52
11. Simulasi Border Gateway Protocol (BGP) Menggunakan	57
12. Susunan Antena T-Shape dengan Kemampuan Pengaturan Footprint untuk Sistem GPR	61
13. Rancang Bangun Perangkat Sensor Nirkabel Berbasis Protokol IEEE 802.15.4/Zigbee: Kajian Dan Pengembangan Perangkat Lunak Terminal Monitoring Data Sensor	66
14. Sistem Monitoring Menggunakan SNMP untuk Optimasi Bandwidth di Jaringan Intranet ITS	73
15. Klasifikasi Trafik Internet Menggunakan Metode Naïve Bayes	79
16. Penggunaan Watermarking Untuk Keamanan Data Pada Dokumen Rahasia	85
17. Analisa PSO untuk Penempatan Menara Bersama Telekomunikasi	91

<b>18. Perancangan Terminal Komunikasi Data VMES (VESSEL MESSAGING SYSTEM) Pada Jaringan Ad Hoc Untuk Kapal Nelayan Berbasis SBC (SINGLE BOARD COMPUTER)</b>	<b>97</b>
<b>19. Analisa Kinerja AODV-BR Dan AODV-EF Sebagai Protokol Routing Mobile Adhoc Network Untuk Komunikasi Antar Nelayan</b>	<b>101</b>
<b>20. Pengembangan Aplikasi Mobile untuk Sistem Pemantau Kualitas Udara dan Sungai</b>	<b>107</b>
<b>21. Perancangan dan Realisasi Antena Corong pada Frekuensi X-Band</b>	<b>111</b>
<b>22. Aplikasi e-Tourism Kuliner Kota Manado Dengan Platform Android</b>	<b>118</b>
<b>23. Penerapan Diversitas Ruang untuk Meningkatkan Kualitas Sinyal Modem USB CDMA</b>	<b>125</b>
<b>24. Aplikasi Smart Home System Melalui Jaringan</b>	<b>133</b>
<b>25. Perancangan dan Implementasi Sistem Komunikasi Radio Link untuk Komunikasi Data Pada Koperasi Kredit GentiarasPringsewu – Koperasi Kredit Gentiaras Lampung Timur</b>	<b>138</b>
<b>26. Sistem Sinkronisasi E-Learning Pada Embedded System Untuk Daerah</b>	<b>143</b>
<b>27. Implementasi Monitoring Jaringan Menggunakan Protokol SNMP Pada Mini PC Cubieboard</b>	<b>154</b>

# Rancang Bangun Perangkat Sensor Nirkabel Berbasis Protokol IEEE 802.15.4/Zigbee: Kajian Dan Pengembangan Perangkat Lunak Terminal Monitoring Data Sensor

Arief Suryadi S.<sup>1</sup> Muh. Nana Aviciena<sup>2</sup> Muhammad Munir<sup>3</sup>  
Eko Marpanaji<sup>4</sup> Masduki Zakaria<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi-LIPI  
Kampus LIPI Gd. 20 Lt. 4 Jl. Sangkuriang Bandung – INDONESIA  
Telp. (022) 2504660 Fax. (022) 2504659

<sup>2</sup> Teknik Elektronika – FT UNY  
Kampus Karangmalang Fakultas Teknik Yogyakarta – INDONESIA 55281  
Telp. (0274) 554686 Email:

<sup>3,4,5</sup> Pendidikan Teknik Elektronika – FT UNY,  
Kampus Karangmalang Fakultas Teknik Yogyakarta – INDONESIA 55281  
Telp. (0274) 554686 Email: munir@uny.ac.id

arie008@lipi.go.id, avic.info@gmail.com, munir@uny.ac.id, eko@uny.ac.id, mazduki\_zakaria@uny.ac.id

**Abstrak—** Pengembangan perangkat lunak terminal monitoring data sensor pada sistem jaringan sensor nirkabel berbasis IEEE 802.15.4/ZigBee telah dilakukan. Perangkat lunak ini dinamakan WSN Visualizer, dan dijalankan pada suatu Personal Computer (PC) untuk memonitor dan menguji kinerja aktifitas setiap sensor node pada jaringan tersebut.

Perancangan perangkat lunak ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual C# dengan komponen tambahan berupa GoDiagram Express sebagai komponen untuk menampilkan data dalam bentuk gambar visual node dan avicChartControl untuk menampilkan data dalam bentuk grafik, serta +COM Microsoft Excel 12.0 Library yang digunakan untuk menyimpan data dalam bentuk file data Microsoft Office Excel.

Pengujian terhadap perangkat lunak dilakukan dengan metode white box testing dan black box testing dengan hasil yang cukup baik. Perangkat lunak terminal monitoring data sensor ini dapat bekerja dengan optimal untuk menampilkan data dari hingga 20 sensor node aktif secara real-time, serta data yang ada dapat disimpan dalam bentuk file data Microsoft Office Excel dengan penyimpanan data yang dapat diatur dalam pilihan interval waktu 10, 30, atau 60 detik.

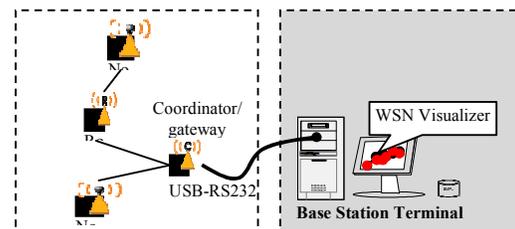
**Kata kunci :** nirkabel, node, personal computer, white box testing, black box testing, real-time.

## I. PENDAHULUAN

Aplikasi terminal monitoring data sensor adalah bagian yang sangat penting dalam sistem jaringan sensor nirkabel, mengingat melalui aplikasi inilah seluruh informasi data yang terbaca pada tiap – tiap node dapat ditampilkan untuk keperluan analisis lebih lanjut. Untuk itu, dalam tulisan ini akan dijelaskan mengenai rancang bangun sistem aplikasi terminal monitoring data sensor dengan menggunakan teknologi jaringan sensor nirkabel IEEE 802.15.4/ZigBee, yang merupakan standar protokol komunikasi high level menggunakan perangkat digital radio kecil dan berdaya rendah [1]. Adapun pengembangan aplikasinya dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual C#, dengan beberapa tambahan fitur berupa tampilan grafik topologi node secara realtime, serta memungkinkan adanya penyimpanan data file berformat Microsoft Office Excel (MOE).

## II. PERANCANGAN SISTEM

Secara sederhana sistem jaringan sensor nirkabel yang dibangun untuk penelitian ini dapat dilihat seperti pada Gambar 1. Skema sistem jaringan sensor nirkabel dilakukan dengan menempatkan setiap node di dalam suatu area tertentu secara random (empat buah node pada gambar sebelah kanan).

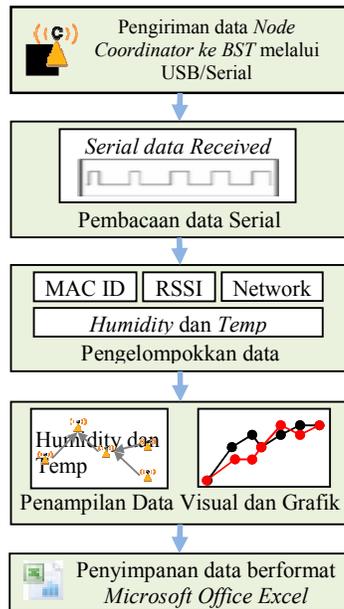


project yang dilakukan dalam penelitian ini  
Gambar 1. Arsitektur Jaringan Sensor Nirkabel

Kemudian dengan secara otomatis, sistem tertanam (embedded system) yang ada pada setiap node akan melakukan komunikasi dengan node lainnya yang terdeteksi dalam jangkauan, untuk selanjutnya membentuk suatu jaringan. Proses pembentukan jaringan ini nantinya juga digunakan untuk penyaluran data informasi setiap node ke node pusat atau gateway. Sebagaimana prinsip dasar dari jaringan sensor nirkabel, setiap node dalam sistem jaringan ini dapat mencakup suatu area observasi tertentu, dengan maksimum jumlah node yang bisa digunakan secara teoritis hampir tidak terbatas. Hal inilah yang menjadikan fleksibilitas jaringan sensor nirkabel dapat dioptimalkan di berbagai aplikasi spesifik [2].

Setelah data sensor node dikirimkan ke node pusat (Coordinator), selanjutnya data tersebut dikirimkan ke suatu Base Station Terminal (BST) untuk diolah dan ditampilkan pada suatu aplikasi pengolahan data tertentu sesuai kebutuhan. Aplikasi terkait penerimaan data dari sejumlah node, pengiriman data tersebut menuju BST serta penyajian datanya, merupakan inti dari fungsi terminal monitoring data sensor, yang dalam pembahasan selanjutnya akan

dinyatakan dalam istilah *wireless sensor network* (WSN) *Visualizer*. Pada gambar 2., selanjutnya diperlihatkan proses rekonstruksi data pada perangkat lunak WSN *Visualizer*.



Gambar 2. Proses Rekonstruksi Data pada WSN Visualizer

Proses perancangan perangkat lunak WSN *Visualizer* pada sistem jaringan sensor nirkabel ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual C#*, dan dalam pengembangannya disesuaikan dengan standar modul *sensor node* yang ada seperti Gambar 3. Sedangkan spesifikasi teknis dari modul yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 3. Sensor Node ZDM-A1281-1\*  
TABEL I. SPESIFIKASI SENSOR NODE [3]

Parameter	Keterangan
<b>RF</b>	
Protokol	2.4 GHz IEEE 802.15.4-2003
Frekuensi	2400–2483.5 MHz

Daya TX	dari -17 dBm sampai +3 dBm
Transceiver RF	AT86RF230
Jenis antena	2.4 GHz (PCB on-board antenna, external 50 Ohm unbalanced antenna or dual chip antenna)
<b>Microcontroller Unit (MCU)</b>	
Microcontroller	ATmega1281V
RAM /Flash	8 KBytes / 128 KBytes
EEPROM	4 KBytes
Performance	Up to 4 MIPS at 4 MHz Clock
<b>Power</b>	
Power Supply	Battery, USB or DC adapter
Voltage	3...9 V
Sensor	SHT11
LED Indicators	3 programmable color LEDs
Switches/Buton	3 DIP switches and 2 buttons
<b>Firmware</b>	
Version	1.0.0.0 ZigBeeNet Program

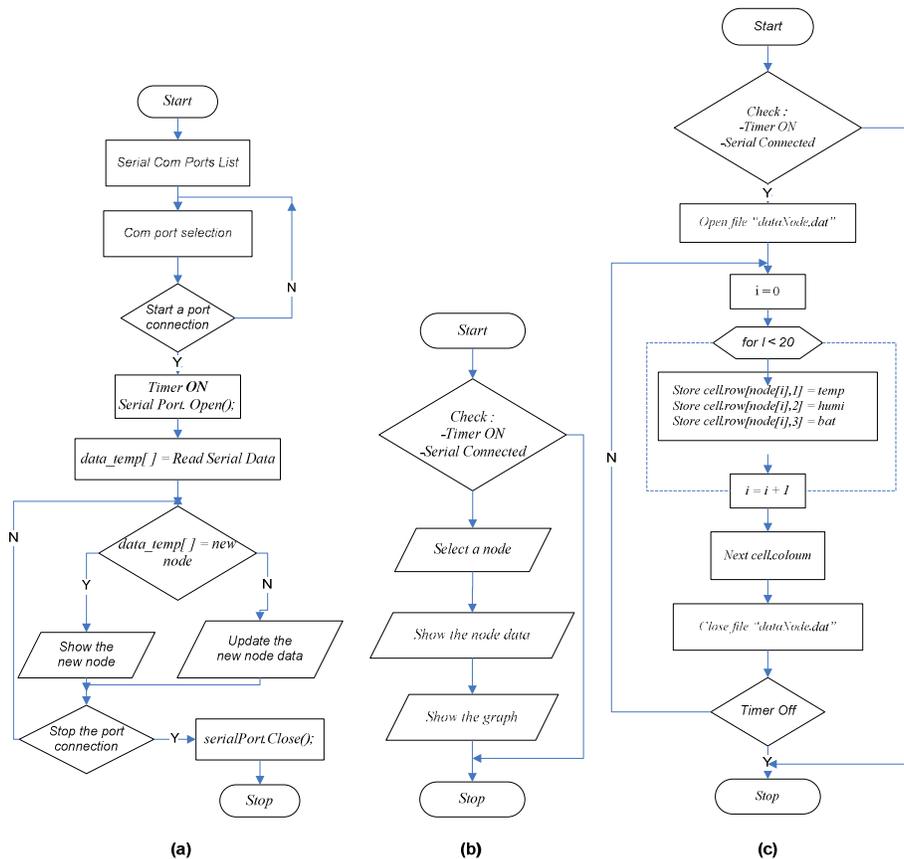
Perancangan aplikasi WSN *Visualizer* dibuat berbasis aplikasi *Graphic User Interface (GUI)*, yang berorientasi *object*. Setiap *object* didasarkan pada suatu fungsi yang saling terhubung dalam fungsi program utama. Meski demikian, setiap *object* dapat kita mulai dari mana saja dan kapan saja.

Terdapat tiga *object* penting dalam aplikasi ini, yaitu *object* untuk menampilkan data node visual secara topologi (gambar 4a), *object* untuk penampilan grafik *nodesensor* (gambar 4b), dan *object* untuk fungsi penyimpanan data berformat *file Microsoft Office Excel* (gambar 4c).

#### A. Perancangan Fungsi Visualisasi Node

Penampilan data *node* pada perangkat lunak ini, dibuat secara visual berdasarkan topologi jaringan yang dibentuk. Fungsi untuk menampilkan data menjadi gambar *node* ini menggunakan komponen tambahan berupa *GoDiagram™ Express* dari *Northwoods Software Corporation*. *GoDiagram™ Express* adalah suatu *class library* yang digunakan untuk pengembangan pembuatan diagram interaktif yang mudah berbasis *Microsoft®.NET Windows Forms* [4]. Pemanfaatannya akan mempermudah pembuatan program yang memerlukan diagram seperti topologi *node*, *link*, *label*, *flowchart*, dll.

Proses penampilan data berupa visualisasi *node* dilakukan dengan membaca data yang dikirim oleh *node coordinator* melalui *serial/USB*, kemudian data pengiriman tersebut diolah dan dipilah sesuai klasifikasi jenis datanya. Data tersebut kemudian diperiksa apakah merupakan data *node* baru, jika data paket yang masuk memang data baru maka akan ditampilkan gambar *node* baru berikut *link node parent* dengan menggunakan fitur komponen *GoDiagram Express*. Namun, jika ternyata data tersebut merupakan data *node* yang sudah ada, maka hanya akan di *update* data *node* tersebut berupa data sensor dan identitas *node* lainnya.



Gambar 4. (a) Flowchart Penampilan Data ke Visualisasi Node, (b) Flowchart Penampilan Grafik Node (c) Flowchart Update Data Node ke Temporary Log

### B. Perancangan Fungsi Grafik Data Sensor

Fungsi untuk menampilkan grafik sensor ini dibuat menggunakan fungsi tambahan yaitu *avicChartControl*. Fungsi ini kemudian dijadikan suatu *event* berupa *ObjectSingleClicked*, agar setiap gambar *node* yang dipilih akan langsung muncul grafik sensornya. Disamping itu, selain memerlukan suatu *event*, diperlukan juga *toolboxtimer* sebagai pengatur data yang akan ditampilkan agar selalu bersifat *realtime*.

### C. Perancangan Fungsi Penyimpanan Data

Fungsi penyimpanan data pada perangkat lunak WSN Visualizer dibuat menggunakan komponen tambahan berupa COM *Microsoft Excel Library 12.0*. Dengan komponen ini, data - data yang ada dapat disimpan ke dalam file berformat *Microsoft Office Excel*. Selain penggunaan komponen tersebut, digunakan juga *toolboxtimer*, agar data penyimpanan dapat diatur dengan interval waktu penyimpanan tertentu.

Proses penyimpanan data ini disimpan dengan format data tabel per *node* yang ada, dan data yang disimpan berupa data waktu, data sensor *battery*, data sensor *temperature*, data sensor *humidity*, jumlah data yang masuk dan *error*. Bentuk format tabel penyimpanan data file

*Microsoft Office Excel* selanjutnya dapat dilihat seperti pada gambar 5.

Data Received			
Data Error Transmission			
Date - Time	Node 1		
	Temp	Hum	Bat
27 Juni 2011 - 15:34:55	31	42	0
27 Juni 2011 - 15:35:54	31	42	0
27 Juni 2011 - 15:36:53	31	41	0
27 Juni 2011 - 15:37:52	31	42	0
27 Juni 2011 - 15:38:52	30	42	0
27 Juni 2011 - 15:39:52	30	42	0
27 Juni 2011 - 15:40:52	30	41	0

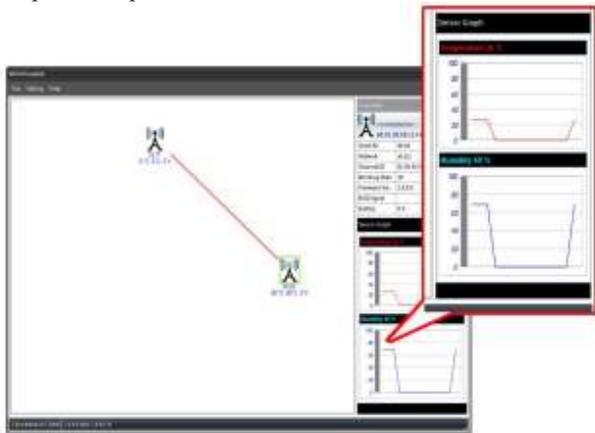
Gambar 5. Format Tabel Hasil Export Data Sensor Node ke Microsoft office Excel

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentuk tampilan utama dari perangkat lunak WSN Visualizer yang telah dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual C# dapat dilihat seperti pada gambar 6. Aplikasi ini juga berfungsi sebagai *Human Machine Interface (HMI)* pada BST dengan fitur visualisasi data gambar topologi *node*, grafik *sensor*, serta penyimpanan data berformat *Microsoft Office Excel*.

Hasil kinerja sistem jaringan sensor nirkabel yang ditunjukkan pada aplikasi WSN Visualizer, dimulai ketika

program membaca pengiriman data *node coordinator* yang ada pada komputer melalui *serial/USB*.



Gambar 6. Tampilan *WSN Visualizer*

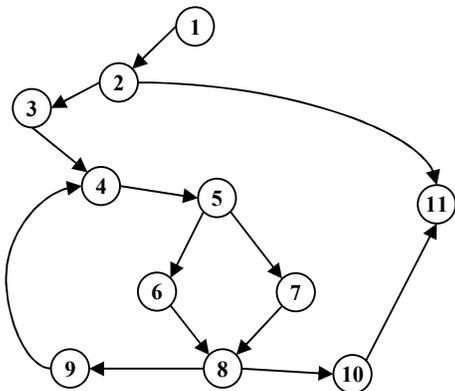
Data yang dibaca kemudian akan dipilah sesuai dengan klasifikasi bagiannya, kemudian akan diproses lanjutan untuk ditampilkan. Pada proses penampilan data yang dipilah, pertama akan diperiksa apakah data yang baru masuk tersebut merupakan data *node* baru atau tidak. Jika data tersebut merupakan data *node* baru maka data tersebut akan ditampilkan berupa visualisasi gambar *node* baru beserta linknya. Sedangkan jika data tersebut bukan merupakan data baru, melainkan sebuah data *node* yang telah ada, maka data tersebut hanya akan di-*update* datanya ke *node* tersebut. Proses pembacaan ini selalu mengulang terus sampai tombol *disconnect* ditekan, yang menandakan pembacaan data *serial* berhenti. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode *white box* dan *black box*. Berikut ini adalah hasil pengujiannya.

#### A. White Box Testing

Perancangan *WSN Visualizer* dilakukan dengan berbasiskan OOP. Oleh karena itu, untuk uji kasus *white box* yang dilakukan berdasarkan objek yang ada. Berikut objek-objek yang diuji menggunakan metode *white box testing*:

##### A.1 Pengujian Fungsi Visualisasi Node

Pengujian fungsi visualisasi *node* diperlihatkan seperti pada gambar 7.



Gambar 7. *Flowgraph* Algoritma Visualisasi *Node*

Adapun keterangan untuk setiap alur adalah sebagai berikut:

- Node 1 : Tampil *Form* Koneksi, List *COM Port* yang aktif
- Node 2 : Pilih *COM Port* dan Mulai Koneksi?
- Node 3 : Jika Ya, buka koneksi dengan modul melalui *COM Port* yang dipilih dan jalankan timer penyimpanan !
- Node 4 : Baca paket data yang dikirimkan modul !
- Node 5 : Apakah Data yang diterima merupakan data *node* baru?
- Node 6 : Jika Ya, Tampilkan data dan informasinya kedalam visualisasi gambar *node* !
- Node 7 : Jika Tidak, perbaharui data *node* sesuai data *node* yang ada !
- Node 8 : Apakah dapat membaca pengiriman data *node* berikutnya, atau bermaksud menghentikan komunikasi dengan modul?
- Node 9 : Jika Ya, kembali ke proses pembacaan data yang dikirimkan modul !
- Node 10 : Jika Tidak, tutup koneksi *Port* yang digunakan untuk komunikasi, dan hentikan *timer* penyimpanan !
- Node 11 : Kembali ke menu *Form* Koneksi !

Berdasarkan *flowgraph* pada gambar 7., didapat *Cyclomatic Complexity (CC)* sebagai berikut :

Jumlah *Edge (E)* = 13; Jumlah *Node (N)* = 11

$$\text{Maka } V(G) = E - N + 2 = 13 - 11 + 2 = 4$$

Berdasarkan *flowgraph* tersebut juga didapatkan jalur-jalur logika sebagai berikut:

Jalur 1 : 1-2-10

Jalur 2 : 1-2-3-4-5-6-8-9-10

Jalur 3 : 1-2-3-4-5-7-8-9-10

Jalur 4 : 1-2-3-4-5-6-8-4-5-7-8-9-10

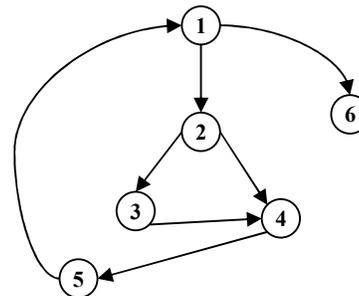
Jadi *Cyclomatic Complexity (CC)* = 4

Penentuan jalur yang baru harus memperkenalkan sebuah *edge* baru, untuk itu Jalur 1-2-3-4-5-6-8-4-5-6-8-9-10 dan jalur 1-2-3-4-5-7-8-4-5-6-8-9-10 tidak dianggap jalur independen karena merupakan gabungan dari jalur-jalur yang telah ditentukan dan tidak melewati *edge* baru.

Dengan demikian, hasil uji coba *white box* dan *base path* diatas menyatakan bahwa logika *flowchart* algoritma visualisasi *node* berjalan dengan BENAR.

##### A.2. Pengujian Fungsi Grafik Data Sensor

Pengujian fungsi grafik data sensor diperlihatkan seperti pada gambar 8.



Gambar 8. *Flowgraph* Algoritma Grafik Data Sensor

Adapun keterangan untuk setiap alur adalah sebagai berikut:

- Node 1 : Apakah koneksi dengan kodul sedang berjalan?
- Node 2 : Jika Ya, apakah ada objek yang telah dipilih?
- Node 3 : Jika tidak ada objek yang dipilih, pilih objek *node* yang tertampil di menu Visualisasi topologi *pane* !
- Node 4 : Tampilkan data informasi terbaru *node* yang dipilih !
- Node 5 : Jalankan grafik sensor data terbaru *node* yang dipilih berupa sensor baterai, temeperatur dan kelembaban !
- Node 6 : Jika tidak ada komunikasi hentikangrafik data sensor !

Bedasarkan *flowgraph* pada gambar 8., didapat *Cyclomatic Complexity (CC)* sebagai berikut :  
Jumlah *Edge (E)* = 7; Jumlah *Node (N)* = 6  
Maka  $V(G) = E - N + 2 = 7 - 6 + 2 = 3$

Bedasarkan *flowgraph* tersebut juga didapatkan jalur-jalur logika sebagai berikut:

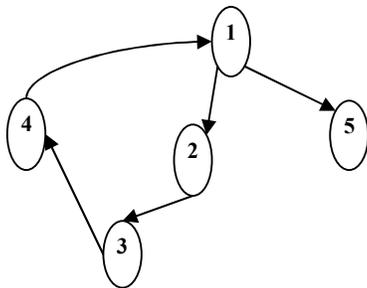
- Jalur 1 : 1-5
- Jalur 2 : 1-2-3-4-5-1-6
- Jalur 3 : 1-2-4-5-1-6

Jadi *Cyclomatic Complexity (CC)* = 3

Bedasarkan hasil uji coba *white box testing* dan *base path* diatas dapat disimpulkan bahwa logika *flowchart* algoritma penampilan grafik data sensor berjalan dengan BENAR.

#### A.3. Pengujian Fungsi Penyimpanan Data

Pengujian fungsi penyimpanan data sensor diperlihatkan seperti pada gambar 9.



Gambar 9. *Flowgraph* Algoritma Penyimpanan Data *Node*

Adapun keterangan untuk setiap alur adalah sebagai berikut:

- Node 1 : Apakah koneksi dengan modul sedang berjalan?
- Node 2 : Jika ya, pastikan *timer* penyimpanan data sensor berjalan !
- Node 3 : Buka *file temporary* penyimpanan data *node*!
- Node 4 : Masukkan data *node* yang ada dan aktif berupa data sensor dan waktu penyimpanan kedalam *file temporary* penyimpanan data *node* !
- Node 5 : Hentikan *timer* penyimpanan data sensor !

Bedasarkan *flowgraph* pada gambar 9., didapat *Cyclomatic Complexity (CC)* sebagai berikut :  
Jumlah *Edge (E)* = 5; Jumlah *Node (N)* = 5  
Maka  $V(G) = E - N + 2 = 5 - 5 + 2 = 2$

Bedasarkan *flowgraph* tersebut juga didapatkan jalur-jalur logika sebagai berikut:

- Jalur 1 : 1-5

Jalur 2 : 1-2-3-4-1-5

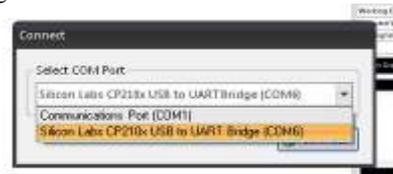
Jadi *Cyclomatic Complexity (CC)* = 2

Bedasarkan hasil uji coba *white box testing* dan *base path* diatas dapat disimpulkan bahwa logika *flowchart* algoritma penampilan grafik data sensor berjalan dengan BENAR.

#### B. Black Box Testing

##### B.1. Pengujian List COM Port

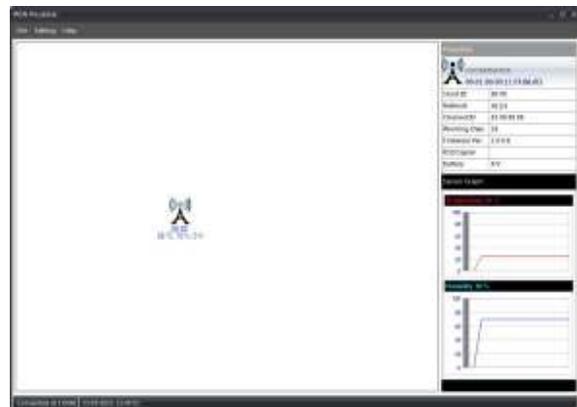
Proses pengujian ini dilakukan untuk mengetahui *list driver COM Port* yang terdeteksi pada aplikasi WSN *Visualizer*. Dari Gambar 10., terlihat fungsi penampilan daftar *COM Port* berjalan baik dengan mendeteksi *port-port* COM yang tersedia.



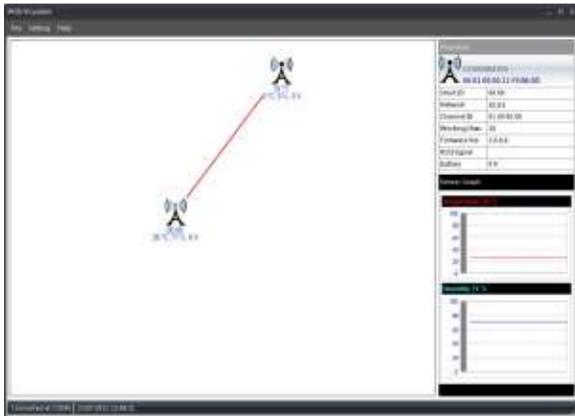
Gambar 10. List COM Port pada WSN Visualizer

##### B.2. Pengujian Visualisasi Node

Proses pengujian penampilan visualisasi *node* ini dilakukan dua kali, yaitu pertama menggunakan satu buah *sensor node coordinator*, dan yang kedua dengan menggunakan dua buah *sensor node (coordinator dan sensor node /end-device)*. Berikut ini hasil pengujiannya.



Gambar 11. Penampilan *Node* Dengan Menggunakan Sebuah *Sensor Node*

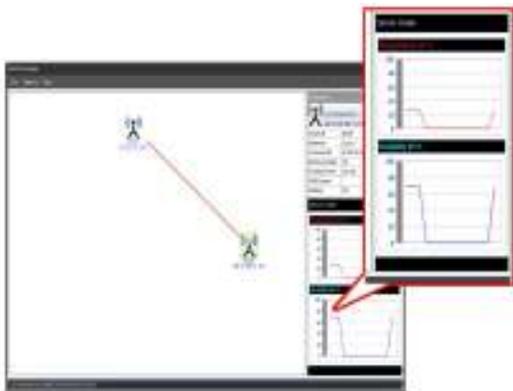


Gambar 12. Penampilan *Node* Dengan Menggunakan Dua Buah *Sensor Node*

Gambar 11 -12., menunjukkan ternyata saat pengujian dilakukan dengan menggunakan satu atau lebih *sensor node*, hasil tampilan aplikasi WSN *Visualizer* menampilkan jumlah *node* yang ditampilkan sama dengan jumlah *node* yang digunakan pada pengujian.

### B.3. Pengujian Grafik Data Sensor

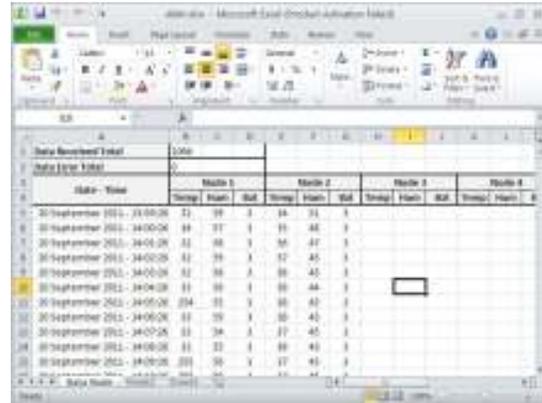
Pengujian ini akan dilakukan untuk melihat fungsi penampilan grafik data sensor pada aplikasi WSN *Visualizer*. Dari pengujiannya ternyata saat salah satu *sensor node* yang aktif dan tampil pada aplikasi WSN *Visualizer* dipilih/klik ternyata fungsi penampilan grafik sensor berjalan dengan nilai yang sesuai dengan *node* yang dipilih, seperti yang ditunjukkan Gambar 13., berikut.



Gambar 13. Hasil Pengujian Penampilan Grafik *Node*

### B.4. Pengujian Penyimpanan Data Excel

Proses Pengujian sistem penyimpanan data pada aplikasi WSN *Visualizer* dilakukan dengan mengatur setiap waktu interval penyimpanan. Data yang disimpan berupa format yang dapat dibuka dengan aplikasi *Microsoft Office Excel*, seperti pada gambar 14.



Gambar 14. Hasil Tampilan Data yang Disimpan ke *Microsoft Office Excel*

## IV. KESIMPULAN

Perancangan perangkat lunak terminal monitoring data sensor pada sistem jaringan sensor nirkabel berbasis IEEE 802.15.4/ZigBee telah berhasil dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Studio C#. Program yang dibuat mempunyai fitur berupa penampilan visualisasi *node*, penampilan grafik sensor, *insert map*, dan fitur *Export data node* ke *Microsoft Office Excel*.

Kinerja perangkat sensor nirkabel berbasis protokol IEEE 802.15.4/ZigBee secara keseluruhan bekerja dengan baik dan dapat dilihat dalam aplikasi WSN *Visualizer* yang telah dibuat, yaitu:

- Pada saat *coordinator node* diaktifkan dan diikuti *client node* berupa *router/end-device*, maka pada WSN *Visualizer* akan tertampil visualisasi *node* yang aktif. Jika salah satu *node client* dinonaktifkan maka beberapa waktu kemudian *node* yang nonaktif akan hilang dari tampilan visualisasi program.
- Kinerja grafik data *sensor node* juga terlihat baik, dimana jika salah satu *node* yang tampil pada program dipilih, maka akan muncul data *node* dan grafik *sensor node* yang dipilih.
- Sistem penyimpanan data *sensor node* dapat dilakukan dengan penyimpanan data berformat *Microsoft Office Excel* dengan setingan *interval* yang di pilih yaitu tiap 10, 30, dan 60 detik.

Diharapkan nantinya aplikasi terminal monitoring data sensor ini dapat dikembangkan dengan menambahkan fungsi *database* dan fitur *online*, agar aplikasi WSN *Visualizer* dapat dilihat tidak sebatas pada *Base Station Terminal*, tapi bisa dimana saja, dan kapan saja. Selain itu, jumlah *node* yang dapat diakomodir harus dapat ditingkatkan lagi, sehingga mampu memuat lebih dari 20 *sensor node*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (PPET) - LIPI yang berkedudukan di Bandung atas bantuan kerjasama dan

bimbingannya dalam pelaksanaan penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan lancar dan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Riska Tri, F.W. (2005). *ZigBee: Komunikasi Wireless Berdaya Rendah. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005 (SNATI 2005)*.
- [2]. Jonathan I.C, dan Andrew R.H. (2008). *Wireless Sensor Network for Monitoring Applications. A Major Qualifying Project Report Worcester Polytechnic Institute*.
- [3]. MeshNetics team. (2008). *ZigBit™ Development Kit 2.0 User's Guide. MeshNetics Doc S-ZDK-451-02*.
- [4]. Northwoods Software Corporation. (2007). *GoDiagram Express for .NET Interactive Diagram Classes: User Guide*".