

Pemantauan Kondisi Polusi Udara Secara *Real Time* di Kawasan Universitas Riau Dengan Menggunakan *Wireless Sensor Network Wasmote* dan *Zigbee*

Feri Saputra*,Yusnita Rahayu, Ery Safrianti****

***Alumni Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau**

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Email: feri.saputra2410@gmail.com

ABSTRACT

Air quality monitoring is very necessary to anticipate the dangerous air pollution such as forest fires pollution like PM_{10} . Excellent air monitoring done in real time, so that the monitoring data obtained directly. In the research make application air monitoring real time using Microsoft Visual Basic 2010, air monitoring device with using wireless sensor network waspmote plug and sense for monitoring of PM_{10} and waspmote OEM for monitoring CO and O_3 , data communication using Zigbee. Application will process wireless sensor network waspmote data to ISPU data for reference condition the air content PM_{10} , CO dan O_3 , and application will display in ISPU graphical. Design database in Microsoft Access to connect monitoring application so monitoring data can be stored. Air monitoring conducted in Riau University.

Keywords : Wireles Sensor Network Wasmote, Zigbee, Database, Real time, Air polution

I. PENDAHULUAN

Udara di sekeliling kita, atau disebut dengan udara ambien, memiliki kualitas yang mudah berubah. Intensitas perubahannya dipengaruhi oleh interaksi antar berbagai polutan yang dilepas ke udara ambien dengan faktor-faktor meteorologist seperti angin, suhu, hujan, dan cahaya matahari. Polutan dapat digolongkan menjadi dua golongan yaitu polutan primer dan polutan sekunder. Polutan primer adalah polutan – polutan yang diemisikan langsung dari sumbernya.

Riau merupakan salah satu daerah yang memiliki hutan gambut yang sangat luas, pembangunan dan pembukaan lahan yang ilegal di daerah riau, salah satu caranya adalah dengan cara pembakaran hutan, menyebabkan hampir tiap tahunnya, Riau mengalami polusi udara kebakaran hutan. Di tandai dengan adanya kabut asap yang sangat tebal yang sangat berbahaya terhadap

kesehatan manusia. Asap biomassa yang keluar pada kebakaran hutan mengandung beberapa komponen yang dapat merugikan kesehatan baik dalam bentuk gas maupun partikel. Komponen gas dalam biomassa besar yang mengganggu kesehatan ada-lah karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO_2), nitrogen dioksida (NO_2), dan aldehid. Beberapa senyawa lain seperti ozon (O_3), karbon dioksida (CO_2) dan hidrokarbon juga mempunyai dampak buruk terhadap paru, salah satu penyakit yang akan timbul yaitu infeksi saluran pernapas akut atau ISPA, yang dapat menyebabkan sesak nafas dan berujung kematian.

Dengan adanya kondisi seperti kebakaran hutan yang sering terjadi, maka diperlukan sebuah alat pemantauan, monitoring serta pengukuran terhadap kondisi kualitas udara. Salah satu alat pemantau udara di Pekanbaru mungkin sudah ada yaitu AQMS (Air Quality

Monitoring Station) dengan penyampaian informasi kualitas udara melalui ISPU (Indek Standar Pencemar Udara) tetapi ini tidak efektif, karena tidak semua masyarakat akan pergi ke tempat peletakan papan ISPU.

Dalam pemantauan udara yang diteliti ini, berbeda dengan AQMS (*Air Quality Monitoring Station*) yang berada di Pekanbaru, disini sudah mengalami perkembangan memanfaatkan perkembangan telekomunikasi. alat pemantauan menggunakan sistem terintegrasi jaringan sensor tanpa kabel berbaiskan *waspmote* dan *zigbee*. *Waspmote* merupakan perangkat *wireless sensor network*, merupakan komponen utama dalam mendeteksi udara apakah udara yang berada di lingkungan sudah tercemar diatas ambang batas yang telah ditentukan. Pada perangkat yang digunakan menggunakan *wireless sensor network waspmote plug and sens* untuk mengukur kadar PM10 dan *Waspmote OEM* untuk mengukur kadar CO dan O3.

Pengenalan Sistem Air Quality Monitoring System (AQMS) Pekanbaru (Badan Lingkungan Hidup, 2012)

AQMS merupakan suatu sistem pemantauan kualitas udara yang dirancang untuk menghitung kadar senyawa-senyawa tertentu di udara seperti PM₁₀, SO₂, NO_x, O₃, NO₂, CO. Jaringan AQMS terdiri dari *Fixed station*, *Mobile station*, dan *Regional Center*. AQMS merupakan suatu sistem pemantauan kualitas udara yang dirancang untuk menghitung kadar senyawa-senyawa tertentu di udara seperti PM₁₀, SO₂, NO_x, O₃, NO₂, CO.

Data hasil pemantauan AQMS di tampilkan oleh *Public Display* yang terdapat di jalan. Dimana data ditampilkan dalam grafik yang terdapat artinya, contoh public display dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Tampilan dari *Public Display* ISPU

Public display ISPU dibentuk oleh LED yang menunjukkan angka dan bagaimana keadaan dari udara. Mana dibagi atas berbagai warna yaitu hijau, biru, kuning, merah dan hitam. akan diperjelas dalam tabel berikut tabel 1.

Tabel 1 Penjelasan ISPU (Bapedal, 1998)

Indeks	Kategori	Warna	Penjelasan
1-50	Baik	Hijau	Tingkat kualitas udara yang tidak memberi efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan ataupun nilai estetika
51-100	Sedang	Biru	Tingkat kualitas udara yang tidak berpengaruh pada kesehatan manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitive
101-199	Tidak Sehat	Kuning	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan
200-299	Sangat Tidak Sehat	Merah	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar
>300	Berbahaya	Hitam	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi

Proses Perhitungan ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) (Bapedal, 1998)

Rumus ISPU :

$$I = \left\{ \frac{I_a - I_b}{X_a - X_b} * (X_x - X_b) + I_b \right\} \quad (1)$$

Keterangan :

- I = Nilai ISPU tanpa satuan
- I_a = ISPU batas atas
- I_b = ISPU batas bawah
- X_a = Ambien batas atas
- X_b = Ambien batas bawah
- X_x = Kadar ambien nyata hasil pengukuran (ug/m³)

Tabel 2 Batasan kandungan kadar Udara

Indeks Standar Pencemaran Udara	PM 10 ug/m ³	SO ₂ ug/m ³	CO mg/m ³	O ₃ ug/m ³	NO ₂ ug/m ³
50	50	80	5	120	-
100	150	365	10	235	-
200	350	800	17	400	1130
300	420	1600	34	800	2260
400	500	2100	36	1000	3000
500	600	2620	57,5	1200	3750

Wireless Sensor Network (WSN)

Wireless sensor networks (WSN) didefinisikan sebagai suatu jaringan komunikasi nirkabel yang terdiri dari sensor-sensor *autonomous* dan terdistribusi secara *spasial* yang digunakan untuk memonitor kondisi fisik suatu lingkungan pada satu atau banyak titik pengukuran. Pengembangan WSN pada awalnya ditujukan untuk kepentingan militer seperti pengamatan pada medan perang. Namun, WSN pada saat ini lebih banyak digunakan pada aplikasi non-militer, termasuk pemantauan lingkungan dan habitat, aplikasi

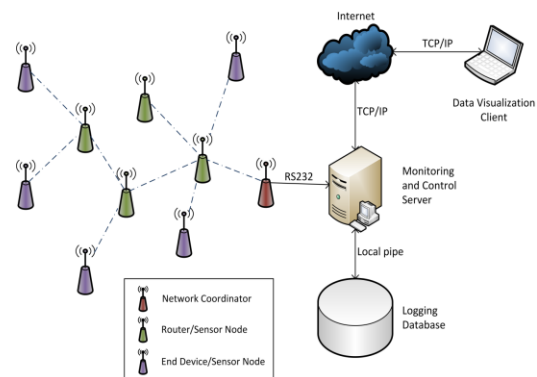
perawatan kesehatan, automasi dalam lingkungan rumah, serta pengaturan lalu lintas (Fahri, 2009).

Sensor pada WSN berukuran kecil dan terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: *sensing subsystem* untuk mengumpulkan data parameter fisik di lingkungan, *processing subsystem* untuk memproses dan menyimpan data dan *wireless communication subsystem* untuk transmisi data. Setiap *sensor node* dilengkapi dengan suatu *radio transceiver*, mikrokontroler dan *power supply* (biasanya berupa baterai) untuk mendukung kerja dari komponen-komponen utama yang telah disebutkan sebelumnya (Anastasi dkk, 2008).

Arsitektur WSN

2.3.1 Arsitektur WSN

Berikut contoh arsitektur WSN yang dapat yang dapat diperhatikan pada gambar 2.



Gambar 2 Arsitektur WSN

Prinsip Kerja WSN

- *Sensor board* mengumpulkan data berupa intensitas cahaya, temperatur, kelembaban, ataupun pergerakan objek dalam ruangan.

- *Mote* kemudian mengirimkan data sensing ke gateway.
- *Gateway* mengolah data sensing dan mengirimkannya ke server.
- *Server* memproses data dari gateway untuk ditampilkan. Bila sensor melaporkan parameter yang melewati batasan yang ditentukan, server memberi perintah pada kontroler.
- *Controller* mengendalikan *switch* untuk menaikkan atau menurunkan kinerja peralatan listrik.

Teknologi Zigbee

ZigBee merupakan spesifikasi untuk protocol komunikasi tingkat tinggi yang mengacu pada standart IEEE 802.15.4 yang berhubungan dengan *wireless personel area networks* (WPANs). Teknologi dari *ZigBee* sendiri dimaksudkan untuk penggunaan pengiriman data secara wireless yang membutuhkan transmisi data rendah dan juga konsumsi daya rendah. Standar *Zigbee* sendiri lebih banyak diaplikasikan kepada system tertanam (*embedded application*) seperti pengendalian industri atau pengendali alat lain secara wireless, data logging, dan juga sensor *wireless* dan lain-lain. *Zigbee* memiliki transfer rate sekitar 250 Kbps.

Zigbee Menggunakan tiga buah band frekuensi yang digunakan secara berbeda-beda. Untuk saat ini frekuensi 915MHz digunakan di Amerika, 868MHz di Eropa, dan 2.4GHz di Jepang. Untuk physical dan MAC layer nya sendiri menggunakan standar IEEE 802.15.4. pada tabel 3 dijabarkan kekurangan dan kelebihan dari *Zigbee* dan *Bluetooth*.

Parameter	<i>ZigBee</i>	<i>Bluetooth</i>
Kecepatan Transfer Data	250kbps	3Mbps
Jarak Jangkauan	10m - 50m	>50m
Memori Flash	16 - 60KB	>60KB
Metode Komunikasi Jaringan	<i>Multihop Ad-Hoc</i>	<i>Ad-hoc</i> , diantara peralatan yang mendukung.
Spesifikasi Komputer	8 bit	32 bit
Waktu inisialisasi sistem	30ms (sedangkan dari kondisi diam / <i>sleep</i> sampai bangun / <i>wakeup</i> hanya perlu 15ms)	>30ms
Kapasitas Transfer Data	127 huruf (127 byte).	> 127 huruf (127 byte). Transfer file Screen grafik, gambar, audio.

Tabel 3 *Zigbee Vs Bluetooth* (Harka, 2010)

Kelebihan *Zigbee*

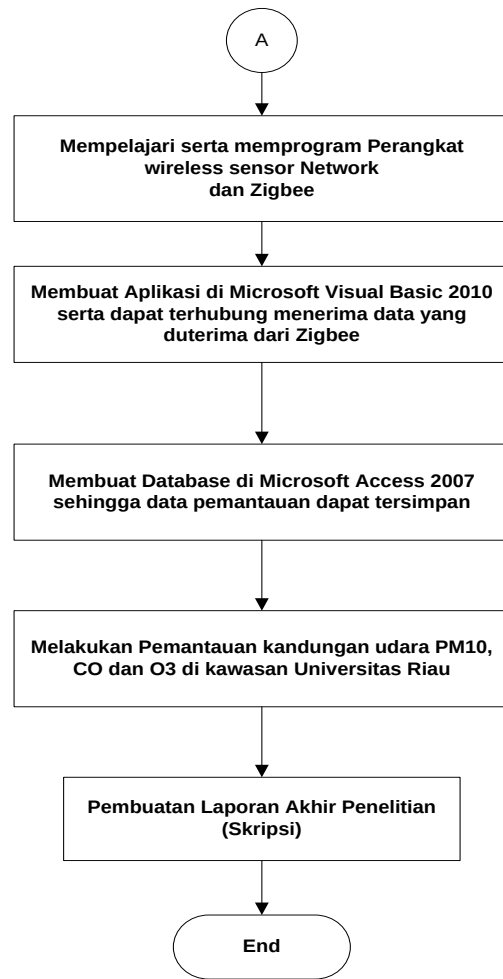
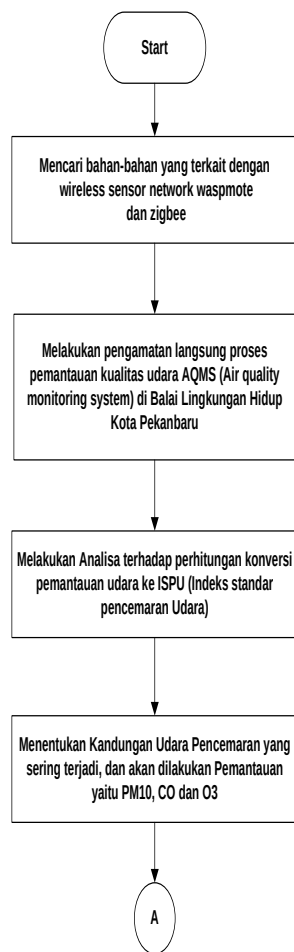
Ada beberapa kelebihan *Zigbee* dibandingkan metode pengiriman data lainnya:

- Mendukung untuk beberapa topologi jaringan seperti point-to-point, point-to-multipoint, dan jaringan mesh.
- Lebih mudah, bentuk kecil, murah, dan baterai tahan lama.
- Memiliki protocol stack yang sangat sederhana.
- Maksimal 65000 node per jaringan, tanpa harus melakukan pengaturan apapun.
- Tidak perlu base station atau access point → komunikasi dapat secara acak (*mesh network*).
- Dapat mengirim data sepanjang 127 huruf (127 byte) → mengurangi beban host CPU (hanya butuh komputer mikro 8 bit saja). Inisialisasi sistem

30ms → cocok untuk peralatan sensor yang membutuhkan operasi kecepatan waktu ON/OFF nya tinggi.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian yang dilakukan adalah pembuatan aplikasi sebagai interface atau media untuk menjalankan perangkat pemantauan kualitas udara menggunakan *wireless sensor network waspmote* terdiri dari *waspmote plug and sense* untuk memantau kualitas PM10 dan Waspote OEM untuk memantau kandungan CO dan O3 di udara, dan pengiriman data dari perangkat ke aplikasi menggunakan Zigbee. langkah-langkah pembuatan aplikasi akan dijelaskan di gambar 3 flowchart berikut.



Gambar 3 Flowchart langkah-langkah pelaksanaan penelitian

Perlengkapana yang digunakan Perangkat Hardware (perangkat keras)

1. *Waspote Plug and sense*

Perangkat ini merupakan *Wireless Sensor Network* yang bertujuan untuk mengamati kondusi udara di perkotaan, salah satunya pada penelitian ini mengamati kandungan polusi udara PM₁₀. WSN ini di produksi oleh Libelium perusahaan teknologi dari spanyol. Perangkat ini dapat diletakan di outdoor karena di desain tahan air dan tahan panas. Sensor yang digunakan oleh waspmote ini dengan type GP2Y1010AU0F untuk mengukur

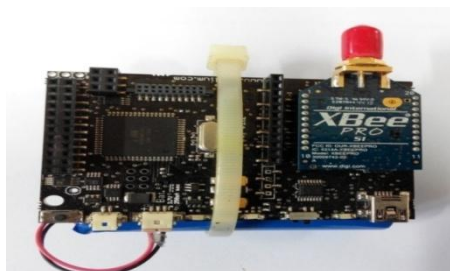
kandungan PM10 di udara. Bentuk *waspmote plug and sense* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Plug and Sense Smart Cities

2. *Waspmote OEM Sensor Gas*

Waspmote ini sistem kerjanya hampir sama dengan plug and sense tetapi berbeda bentuk casing dan fungsinya. Pada *waspmote* ini harus diletakkan pada tempat yang terlindung tidak boleh terkena air. *Waspmote* ini di khususkan mengamati polusi udara kandungan CO dan O₃. Sensor yang dipakai untuk mengukur kandungan O₃ (Ozone) adalah sensor MiCS-2610 dan untuk mengukur kandungan CO (Carbon Monoxide) adalah sensor TGS2442. bentuk dari *waspmote OEM* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 *Waspmote OEM*

3. *Zigbee Gateway type 802.15 Pro*

Tujuan dari perangkat *Zigbee gateway* sebagai alat receiver dari pengiriman di kedua *wireless sensor network* yang ada. *Zigbee gateway* ini akan dipasang pada PC (Personal Computer) sehingga data yang diterima dapat di simpan dan diolah. *Zigbee* ini bekerja pada frekuensi 2.4 GHz dengan jarak yang dijangkau dapat sekitar 7 km. *Zigbee* juga menggunakan antenna sebesar 5 dB. Bentuk *Zigbee gateway* dapat dilihat gambar 6.



Gambar 6 *Zigbee Gateway 802.15 Pro*

4. *Personal Computer / Laptop*

Penggunaan PC sangat penting bertujuan sebagai device untuk menampilkan dan membuat aplikasi yang akan kita buat. Adapun spesifikasi PC yang digunakan untuk penelitian ini antara lain:

- Laptop ASUS 14 Inch, Intel Core I3
- Windows Seven 32 Bit
- Ram 4 GB

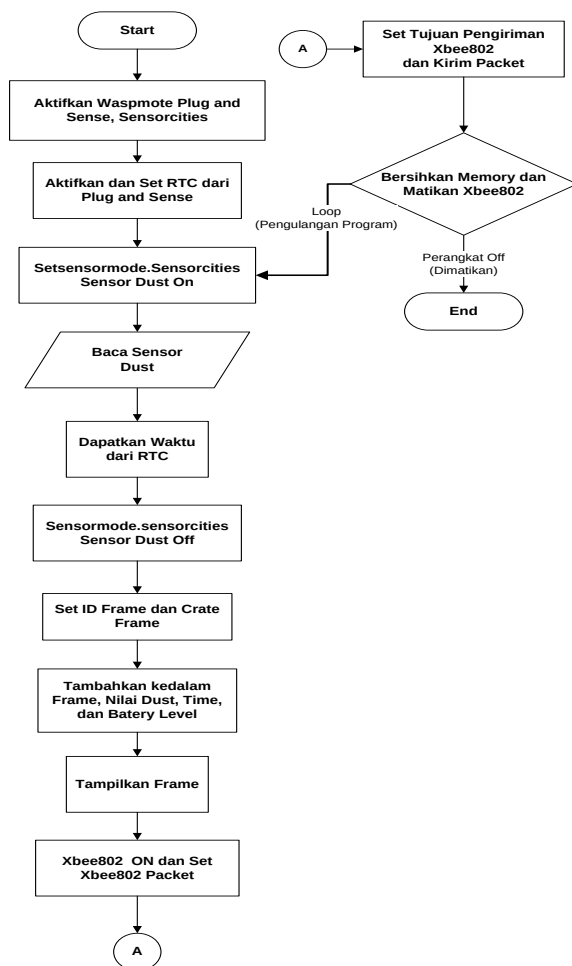
Perangkat Lunak (Software)

1. *Waspmote Pro IDE*
2. *Microsoft Visual Basic/Microsoft Visual Studio 2010*
3. *Microsoft Access*

Perancangan Program Menggunakan Wasmote Pro IDE

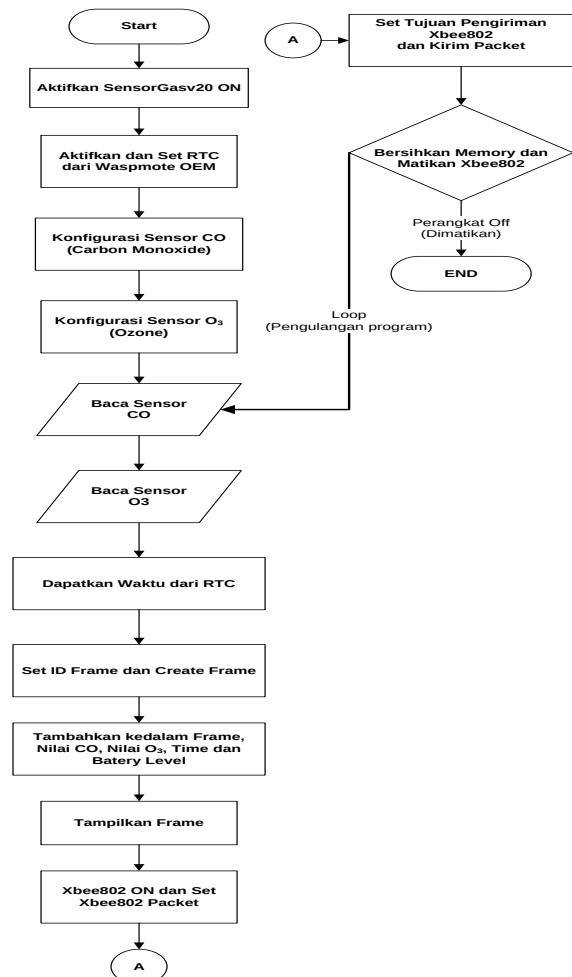
Memprogram perangkat waspmote sangat penting dilakukan agar perangkat memberikan informasi yang kita butuhkan, waspmote plug and sense akan memberikan informasi kandungan udara PM10 dan Wasmote OEM memberikan informasi kandungan CO dan O3, proses pemrograman akan dijelaskan dalam pada gambar 7 dan gambar 8 berikut.

1. Flowchart pemrograman waspmote plug and sense



Gambar 7 Flowchart Pemrograman Wasmote Libelium Plug and Sense

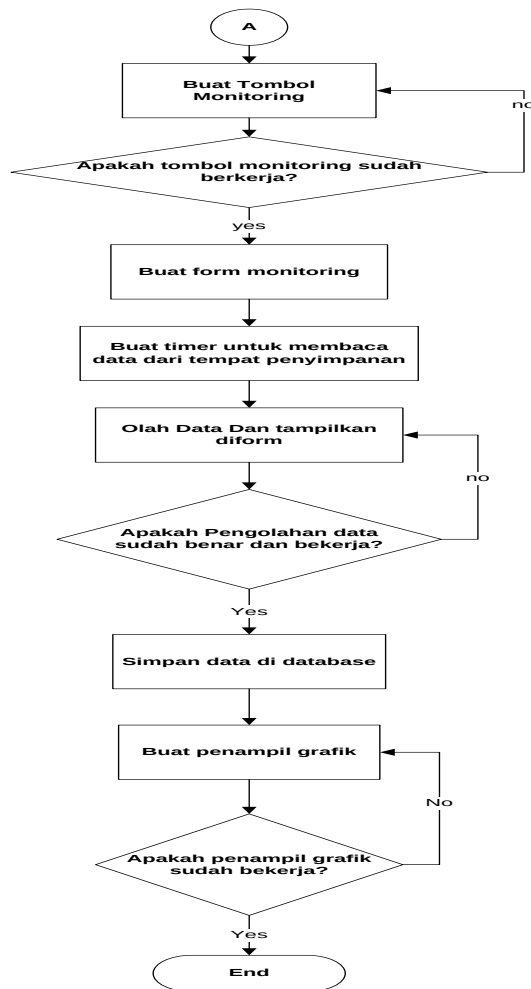
2. Flowchary pemograman waspmote OEM



Gambar 8 Flowchart Pemrograman Wasmote Libelium OEM

Perancangan Aplikasi Pemantauan Menggunakan Microsoft Visual Basic 2010

Aplikasi Microsoft Visual Basic dimulai dengan menganalisis data dari keluaran alat Wasmote Libelium. Data apa saja yang akan ditampilkan dan kemudian data akan diolah serta disimpan. Perancangan aplikasi akan di jelaskan dalam flowchart berikut pada gambar 9.



Gambar 9 Flowchart perancangan aplikasi
Microsoft Visual Basic 2010

Rumusan Konversi

Rumus Konversi Wasmote Plug and Sense

Dari data sensor yang didapat oleh perangkat waspmote tidak bisa begitu saja dipergunakan untuk mengetahui apakah udara PM_{10} tersebut bisa kita ambil untuk mengetahui apakah udara tersebut PM_{10} masih dalam keadaan batasan yang diperbolehkan oleh kesehatan ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara).

Data yang di kirimkan dari perngkat ke *Zigbee gateway* masih dalam bentuk $X \text{ mg/m}^3$, maka data ini harus dikonversikan dulu ke ug/m^3 , selanjutnya konversikan ke ISPU.

- Rumus Konversi mg/m^3 ke ug/m^3

$$X (\text{mg/m}^3) = X (\text{mg/m}^3) * 1000 = Y (\text{ug/m}^3) \quad (2)$$

Untuk selanjutnya konversi ke ISPU menggunakan rumus ISPU pada rumus 1 yang telah dijelaskan.

Rumus Konversi Wasmote OEM

Data yang dikirim leh *wasmote OEM* terdapat dua informasi yaitu informasi hasil sensor O_3 (ozone) dan CO (Carbonmonoxide). Sehingga kita harus mengkonversi dari data yang telah kita terima dari perangkat satu persatu baru ke ISPU.

1. Rumus untuk mengubah hasil Sensor CO ke ppm dan ISPU (Libelium, 2012)

- $Rco1 = \log_{10} \left[\left(\frac{5 * 10}{\text{Nilai Sensor CO Alat}} \right) - 10 \right]$ (3)

- $Rco2 = \frac{(Rco1) - 2,302}{-1,501}$ (4)

- Hasil CO dalam ppm = 10^{Rco2} (5)

- Rumus CO ppm konversi ke mg/m^3

$$CO \text{ mg/m}^3 = \frac{CO \text{ ppm}}{24,45} \quad (6)$$

Mass Mole CO

- Massa Mole CO = 28,01 g/mol

- Untuk selanjutnya mengkonversi ke ISPU menggunakan rumus yang merujuk pada rumus 1.

2. Rumus untuk mengubah hasil Sensor O3 ke ppm dan ISPU (Libelium, 2012)

- $O_3 \text{ ppb} = \frac{\text{Exp}[(\text{Nilai Sensor O3} + 7,56)/2]}{1000}$ (7)

- $O_3 \text{ ug/m}^3 = \left[\frac{\frac{\text{Nilai } O_3 \text{ ppb}}{24,45}}{\text{Massa Mol } O_3}} \right] * 1000 \quad (8)$
- Massa Mole $O_3 = 48 \text{ g/mol}$
- Untuk selanjutnya mengkonversi ke ISPU menggunakan rumus yang merujuk pada rumus 1.

Perancangan Database Menggunakan Microsoft Access 2007

Perancangan microsoft access dibuat dengan tujuan untuk membantu dalam penyimpanan data dan juga sebagai pembanding dalam mengolah hasil pemantauan, ada beberapa tabel di access yang telah dibuat.

- ISPU, tabel ini digunakan sebagai tabel acuan untuk menentukan indeks atas dan indeks bawah nilai ISPU
- NilaiIspu, tabel NilaiIspu bertujuan sebagai indeks standar ketetapan dari pemerintah untuk menetapkan tingkat polutan di udara yang terdiri dari kandungan PM_{10} , CO dan O_3 .
- MonitoringPm10, tabel ini berguna untuk menyimpan data hasil pemantauan polusi udara kandungan PM_{10} .
- MonitoringOEM, tabel database ini bertujuan untuk menyimpan informasi data pemantauan udara khususnya untuk perangkat libelium OEM yaitu polusi udara kandunga CO dan O_3 .

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemograman Waspote Libelium

1. Waspote Libelium Plug and Sense Smart Cities di Waspote IDE

Inti dari tujuan pemograman pada *Waspote Libelium* ini agar memberikan informasi yang kita butuhkan, pada *Libelium Plug and Sense Smart Cities* memberikan

informasi penting kandungan PM_{10} pada udara polusi, salah satunya polusi udara akibat kebakaran hutan. Pemograman menggunakan *Waspote Pro IDE* dan perangkat akan memberikan informasi dalam bentuk *frame*

#382543696#NO1#5#Dust:0,45#TIME:15-4-39#BAT:45#

2. Waspote Libelium OEM di Waspote IDE

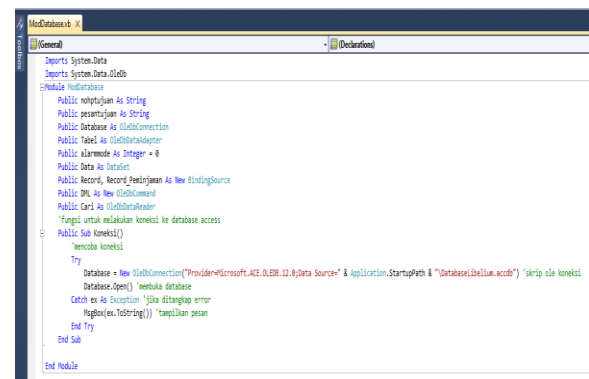
Hasil pada pemograman di waspote OEM menghasilkan informasi dalam bentuk data frame di mana mengandung dua data penting yaitu data kandungan CO dan O_3 .

#382545731#NO2#4#O3:0,500#CO:0,864#15-49-3#BAT:46#

Hasil Pembuatan Aplikasi Monitoring Udara Menggunakan Microsoft Visual Basic 2010

1. Mode Database

Pembuatan *mode database* pada *visual basic* merupakan hal yang sangat penting, dengan tujuan merupakan *interface* atau penghubung antar *visual basic* dengan aplikasi penyimpanan data salah satunya yang digunakan yaitu *microsoft access 2007*. Hasil mode database dapat diperhatikan pada gambar 10 berikut.



Gambar 10 Hasil Pembuatan mode database di Class Library

Ada beberapa perintah yang dipergunakan pada pengerjaan mode database di class library ini di antaranya:

- Public digunakan sebagai deklarasi variabel/fungsi supaya bisa digunakan disemua form atau class.
- Terdapat fungsi OLE (Object Linking Embeded) ini berfungsi sebagai koneksi atau penghubung antara Microsoft visual basic dan Microsoft Access.

2. Menu Utama

Pada aplikasi yang dibuat ini, *form* pertama yang muncul ketika aplikasi *visual basic* dijalankan adalah *form* menu utama. Bentuk tampilan menu utama dapat dilihat pada gambar 11 berikut.



Gambar 11 Hasil pembuatan form menu utama aplikasi pemantauan udara pada *Microsoft Visual Basic 2010*

Pada menu utama ini terdapat beberapa tool yang dapat dipergunakan diantaranya:

- ToolStrip Menu File, pada tool file terdapat dua perintah yaitu connctet to libelium yang merupakan fungsi untuk mencari atau menghubungkan COM perangkat pemantauan udara (*Zigbee*), dan perintah exit yang berfungsi untuk keluar dari aplikasi atau menghentikan

aplikasi pemantauan udara. Bentuk nya dapat dilihat pada gambar 13 berikut.



Gambar 12 Tool Menu Strip dari File

- Button Hasil Monitoring ini berfungsi sebagai tombol yang digunakan untuk membuka form1 yang merupakan form yang digunakan untuk tempat hasil data dari waspmote Plug and Sense dan waspmote OEM.



Gambar 13 Hasil Koneksi SerialPort dengan *Zigbee Gateway*

Format Data yang diterima oleh Aplikasi

Dalam melakukan pemantauan kualitas udara data yang diterima dari *Zigbee gateway* sebagai penerima terdapat dua *frame* data dari dua perangkat berbeda yaitu waspmote OEM dan Waspote Plug and Sense, sehingga data harus dipisahkan yang tadi menjadi satu bagian frame

kemudian dipisah menjadi dua frame data berbeda berdasarkan node ID dari perangkat, jadi pada form ini dibutuhkan satu buah Richtextbox sebagai media pembantu dari penerimaan data, dan dua Textbox sebagai tempat data yang telah dipisah menjadi dua frame. Bentuk pemisahan data dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14 Textbox dan Richtextbox pada form Menu utama untuk membantu pemisahan data

3. FORM1

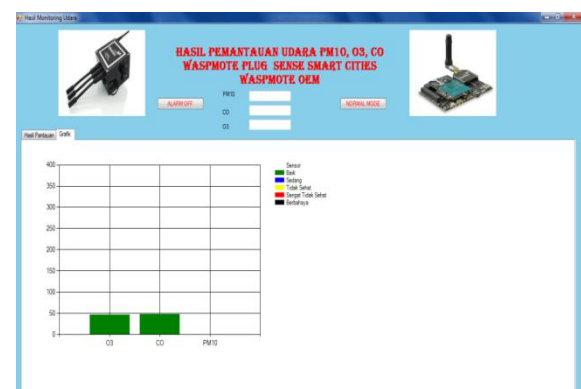
Pada saat kita mengklik *button* “Hasil Monitoring”, maka akan muncul Form1. Form1 merupakan sebuah penamaan untuk aplikasi pada form yang digunakan untuk menempatkan data pada form yang telah ditentukan, dan pada form ini juga data pengamatan diolah serta dilakukan penyimpanan di Microsoft Access 2010, jadi disimpulkan ini merupakan form inti dari aplikasi yang telah di buat. Pada FORM1 terdapa dua TabControl Hasil Pemantauan yang berisi data pemantauan *waspmote plug and sense* (PM₁₀) dan *waspmote OEM* (CO dan O₃) dan TabControl tampilan grafik ISPU. Bentuk tampilan dari FORM1 dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15 Hasil tampilan TabControl Hasil Pemantauan

Pada TabControl hasil pemantauan terdapat beberapa toolbox yang berisi hasil pemantauan dari *waspmote* yang telah diolah dan pada perintah di form ini juga terdapat perintah *VB code* untuk menyimpan data di *database Microsoft Access*.

Pada form ini juga terdapat TabControl untuk menampilkan hasil pemantauan udara dalam grafik ISPU sehingga memudahkan dalam mengambil kesimpulan. Bentuk tampilan grafik dan penjelasan dapat dilihat pada gambar 16 dan tabel 4.



Gambar 16 Hasil tampilan pengolahan data pemantauan dalam grafik ISPU

Tabel 4 Penjelasan Grafik ISPU di Form1

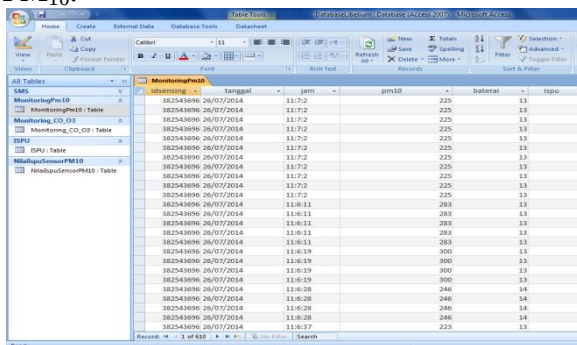
No.	Kondisi	Warna
1	Baik	Hijau
2	Sedang	Biru
3	Tidak Sehat	Kuning
4	Sangat Tidak Sehat	Merah
5	Berbahaya	Hitam

Hasil Pembuatan Database Microsoft Access

Tujuan dari pembuatan database adalah tempat menyimpan data pemantauan udara yang telah dilakukan oleh *Waspote* yang diterima oleh *Zigbee*. Data tersebut akan secara otomatis setelah timer bekerja untuk mengolah data dan selanjutnya data tersebut sesuai textbox dan tujuan penyimpanan maka data tersebut akan tersimpan di *microsoft acces7* yang telah dibuat.

1. Database MonitoringPM10

Pada database yang telah dibuat ini merupakan database untuk menyimpan semua data hasil pemantauan kualitas udara PM₁₀.

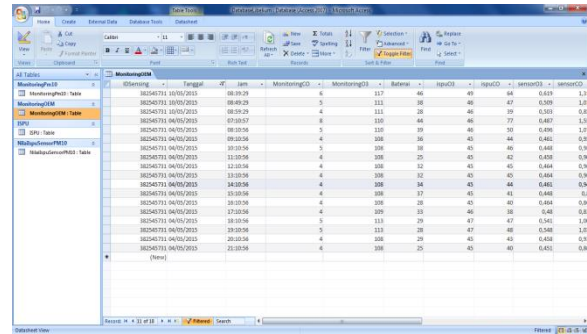


MonitoringPM10	tanggal	jam	pm10	baterai	ispu
382543696	26/07/2014	11:7:2	225	13	
382543696	26/07/2014	11:7:2	225	13	
382543696	26/07/2014	11:7:2	225	13	
382543696	26/07/2014	11:7:2	225	13	
382543696	26/07/2014	11:7:2	225	13	
382543696	26/07/2014	11:7:2	225	13	
382543696	26/07/2014	11:7:2	225	13	
382543696	26/07/2014	11:7:2	225	13	
382543696	26/07/2014	11:6:11	283	13	
382543696	26/07/2014	11:6:11	283	13	
382543696	26/07/2014	11:6:11	283	13	
382543696	26/07/2014	11:6:11	283	13	
382543696	26/07/2014	11:6:19	300	13	
382543696	26/07/2014	11:6:19	300	13	
382543696	26/07/2014	11:6:19	300	13	
382543696	26/07/2014	11:6:19	300	13	
382543696	26/07/2014	11:6:28	246	14	
382543696	26/07/2014	11:6:28	246	14	
382543696	26/07/2014	11:6:28	246	14	
382543696	26/07/2014	11:6:28	246	14	
382543696	26/07/2014	11:6:37	225	13	

Gambar 17 Hasil Database Kandungan PM₁₀

2. Database MonitoringOEM

Database ini berfungsi untuk menyimpan hasil pemantauan *waspote* OEM yang memantau kualitas udara yang mengandung CO (*Carbonmonoxide*) dan O₃ (*Ozone*).

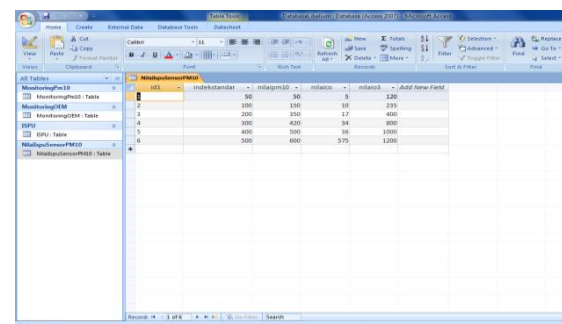


MonitoringOEM	tanggal	jam	MonitoringCO	MonitoringO3	baterai	ispuCO	ispuO3	ispuOEM
382543711	10/05/2015	10:29:29	5	117	40	40	40	0.637
382543711	10/05/2015	10:49:29	5	111	38	40	47	0.505
382543711	10/05/2015	10:59:29	4	111	38	40	39	0.505
382543711	04/05/2015	07:35:17	8	110	44	40	77	0.487
382543711	04/05/2015	08:00:00	5	110	37	40	30	0.489
382543711	04/05/2015	08:30:00	4	108	36	40	44	0.481
382543711	04/05/2015	11:00:00	4	108	25	40	42	0.459
382543711	04/05/2015	11:30:00	4	108	32	40	45	0.444
382543711	04/05/2015	12:00:00	4	108	32	40	40	0.444
382543711	04/05/2015	13:00:00	4	108	32	40	40	0.444
382543711	04/05/2015	14:30:00	4	108	34	40	44	0.481
382543711	04/05/2015	15:00:00	4	108	37	40	41	0.444
382543711	04/05/2015	16:00:00	4	108	28	40	40	0.444
382543711	04/05/2015	17:00:00	4	108	31	40	36	0.446
382543711	04/05/2015	18:00:00	5	113	29	47	47	0.541
382543711	04/05/2015	19:30:00	5	111	28	47	40	0.548
382543711	04/05/2015	20:00:00	4	108	28	40	40	0.444
382543711	04/05/2015	21:30:00	4	108	25	40	40	0.451

Gambar 18 Hasil Database MonitoringOEM

3. Tabel NilaiIspuSensorPM10

Tabel yang telah dibuat terdapat di Access yang diberi nama NilaiIspuSensorPM10, yang bertujuan untuk membantu dalam melakukan konversi data ke dalam ISPU (indeks standar pencemaran udara).



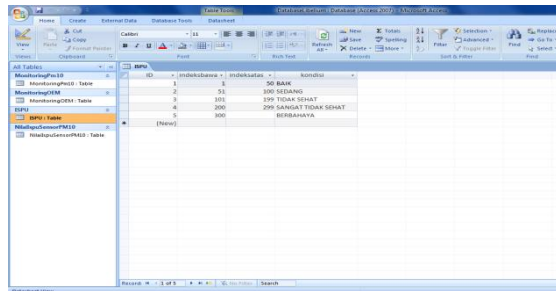
NilaiIspuSensorPM10	index standar	ispu1000	ispu500	ispu250	ispu125
1	500	500	5	1250	
2	1000	1000	10	2515	
3	2000	2000	17	4050	
4	3000	3000	24	6000	
5	4000	4000	36	10000	
6	5000	6000	575	10000	

Gambar 19 Tabel Ketetapan indeks Standar ISPU yang dibuat di Microsoft Access 2007

4. Tabel ISPU

Pada Microsoft Acces juga dibuat tabel yang diberi nama dengan ISPU yang bertujuan sebagai pembandingan pada aplikasi

untuk menentukan nilai hasil ispu tersebut apakah udara tersebut dalam keadaan baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat atau berbahaya.



id	intensity	keterangan	status
1	50	BAIK	
2	51	SEDANG	
3	101	TIDAK SEHAT	
4	200	SANGAT TIDAK SEHAT	
5	300	BERBAHAYA	

Gambar 20 Tabel Penentuan Nilai ISPU di Microsoft Access 2007



Gambar 21 Bentuk Topologi Star Perangkat Wireless Sensor Network Waspmote

Pelaksanaan Pemantauan Udara

Pelaksanaan pemantauan dilakukan untuk membuktikan apakah aplikasi yang telah dibuat berjalan sesuai dengan peruntukannya, aplikasi yang telah dibuat dan dikonfigurasi dapat berjalan dan dapat dihubungkan dengan alat pemantauan *waspmote plug and sense* dan *waspmote OEM* melalui *zigbee gateway*. Dalam melaksanakan pemantauan ini aplikasi bisa dihubungkan dengan kedua alat pemantauan yang terhubung secara bersamaan oleh *zigbee gateway*, dan aplikasi dapat juga di pergunakan untuk masing-masing alat pemantauan.

Pemantauan udara ini dilakukan secara berkala yang dimulai dari bulan Juli 2014 sampai dengan bulan Maret 2015, dan dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Riau secara berkala.

Topologi yang dipergunakan yaitu dilakukan dengan topologi star, dimana zigbee sebagai pusat penerima informasi dari *wireless sensor network waspmote*. Baik dapat digunakan dalam dua perangkat *waspmote* terhubung ke *Zigbee Gateway*, maupun digunakan satu persatu dalam melakukan pemantauan. Bentuk peletakan perangkat dapat dilihat pada gambar 21.



Gambar 22 Pemantauan udara di Kawasan Universitas Riau oleh Waspmote Plug and sense



Gambar 23 Pemantauan udara di Kawasan Universitas Riau oleh Waspmote OEM

Data Pemantauan Udara di Universitas Riau

Pengambilan data pemantauan dilakukan di kawasan Universitas Riau, khususnya di laboratorium Telekomunikasi Teknik Elektro. Pengamatan dilakukan rentang waktu bulan Juli 2014 sampai bulan Maret 2015, data yang dilampirkan pada penelitian ini.

1. Data Pemantauan Wasmote Plug and Sense

Tabel 5 Pemantauan PM₁₀ Oleh *Wasmote Plug and Sense*

ID Sensing	Tanggal	PM10 Alat (mg/m ³)	PM10 (ug/m ³)	Nilai ISPU
382543696	26 Juli 2014	0,354	354	205
382543696	27 Juli 2014	0,316	316	183
382543696	14 Maret 2015	0,046	46	46

Pada tabel hasil pemantauan tersebut di dapat dari rumus konveri pada rumus 2 dan rumus konversi ipus dai dapat pada rumus 1.

2. Data Pemantauan Wasmote OEM

Tabel 6 Pemantauan CO dan O₃ Oleh *Wasmote OEM*

Tanggal Monitoring	Hasil Sensor CO	Hasil Sensor O ₃	CO (mg/m ³)	O ₃ (ug/m ³)	Hasil SPU CO	Hasil ISPU O ₃
03 Februari 2015	0,167	0,41	0,832 (1)	106	10	44
24 April 2015	0,145	0,40	0,73 (1)	105	10	43

Pada tabel hasil pemantauan merupakan hasil konversi dari data yang diterima alat berdasarkan rumus untuk CO konversi ke ISPU di mulai dengan rumus 3,4,5 dan 6 untuk konversi ke ISPU rumus

1. Sedangkan pada data O₃ rumus konversi yang digunakan yaitu rumus pada 7 dan 8, serta konversi ISPU menggunakan rumus 1.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemantauan kualitas udara udara di kawasan Universitas Riau menggunakan perangkat Wireless Sensor Network Wasmote yang terdiri dari Wasmote Plug and Sense untuk mengukur kadar PM10 dan Wasmote OEM untuk mengukur kadar CO dan O₃, kemudian dengan pengiriman jarak jauh menggunakan Zigbee, media pendukung untuk menjalankan dan mengolah data pemantauan dilakukan dengan aplikasi yang telah dibuat di Microsoft Visual Basic 2010, dimana aplikasi akan menampilkan data baik data dalam angka maupun dalam grafik untuk mudah dalam memahami kondisi udara sesuai denga ISPU (indeks standar pencemaran udara) kemudian selanjutnya data pemantauan akan disimpan di database yang di buata di Microsoft Access 2007 yang terhubung langsung dengan aplikasi pemantauan saat dijalankan.

Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan pada penelitian selanjutnya yang ingin meneruskan penelitian ini adalah:

1. Apabila perangkat ini akan dipakai untuk melakukan pemantauan udara lebih dari 24 jam, untuk lebih efektifnya sebaiknya memakai perangkat pendukung yaitu Libelium Meshlium, dimana fungsi laptop tergantikan.
2. Untuk penenlitian lanjutan sebaiknya terdapat perangkat pemantuan udara yang lain, yang digunakan sebagai pembanding dan acuan perangkat *Wasmote Libelium*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu Dr. Yusnita Rahayu, ST., MT dan ibu Ery Safrianti ST, MT selaku pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing penulis selama penelitian ini. Terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama ini. Terima kasih kepada para sahabat, Windy Safutry dan rekan-rekan Teknik Elektro Angkatan 2009 yang telah banyak membantu penulis dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anastasi, G., Conti, M., Francesco, M.D. & Passarella, A. (2008). *Energy Conservation in Wireless Sensor Networks : A Survey*.
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Hidup. (1998). *Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor: KEP-107/KABAPEDAL/11/1997 Tentang Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Standar Pencemar Udara*. Kementrian Lingkungan Hidup Indonesia.
- Chourasia, A. N. Dan Washimkar, P. 2012. *Zigbee Based Wireless Air Pollution Monitoring. International Conference on Computing and Control Engineering (ICCCE 2012)*
- Fahri, Ridwan. (2009). *Studi Kinerja Protokol Routing On-Demand pada Wireless Ad-Hoc Network Menggunakan Network Simulator-2*. Department of Electrical Engineering, Institut Teknologi Bandung.
- Faisal, F., Yunus, F. & Harahap, F. 2012. *Dampak Aspa Kebakaran Hutan pada Pernapasan*. Departemen Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi. Universitas Indonesia.
- Leong, Malron. 2006. *Dari Programmer untuk Programmer Visual Basic*. Yogyakarta : Andi.
- Libelium, 2013, Waspote Plug & Sense Technical Guide. <http://www.libelium.com/development/plug-sense/documentation/waspote-plug-sense-technical-guide/>, Pada Tanggal 15 Maret 2014, Pukul 13.00 WIB.
- Libelium, 2013, Waspote Tchnical Guide. <http://www.libelium.com/development/waspote/documentation/waspote-technical-guide/>, Pada Tanggal 16 Maret 2014, Pukul 15.00 WIB
- Putra, Harka. 2010. *Perancangan dan Implementasi Wireless Sensor Network (WSN) berbasis IEEE 802.15.4 / Zigbee*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Komputer Indonesia, Bandung.
- Putra, Rahmat. 2006. *Innovative Source Code Visual Basic*. Jakarta : Dian Rakyat.
- Sadeli, Muhammad. 2012. *Aplikasi SMS Dengan Visual Basic 6.0 dan Visual Basic 2010*. Palembang : Maxikom.
- Schneider,I., David. 2009. *An Introduction to Programming Using Visual Basic 2008. Learning and Practising Visual Basic 10 + Ms. Access 2010*. Yogyakarta : Skripta.
- Sadeli, Muhammad. 2011. *7 Jam Belajar Interaktif Access 2010 untuk Orang Awam*. Palembang : Maxikom.
- Widiarsini, Ferawati, R. T. 2005. *Zigbee Komunikasi Wireless Berdaya Rendah. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*. Yogyakarta.