

# PEMBANGUNAN SISTEM MONITORING DATA KUALITAS UDARA BERBASIS IOT DI UNIVERSITAS RIAU

**Nadjum Middinali\*,Yusnita Rahayu\*\***

\*Mahasiswa 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: [nadjum.middinali@student.unri.ac.id](mailto:nadjum.middinali@student.unri.ac.id)

## ABSTRACT

*Air Quality is very important for life. Air monitoring is very necessary to anticipate the dangerous air pollution. Excellent air monitoring done in real time, so that the monitoring data obtained directly. In the research make application air monitoring real time device using internet of thing in waspmote plug and sense for monitoring of PM<sub>10</sub> and waspmote OEM for monitoring CO and O<sub>3</sub>, data communication using Zigbee. Application Microsoft Visual Basic 2010 used as processing and connection to database MySQL. Design database air monitoring to connect monitoring so data can be stored. Application will process waspmote data to ISPU data for reference condition the air content PM<sub>10</sub>, CO dan O<sub>3</sub>, will display ISPU in Website. The research also compares the result of sensor monitoring with AQMS in BLH and BMKG Pekanbaru.*

*Keywords : Internet of Thing, Zigbee, Database, Real time, Air polution, Website*

## 1. PENDAHULUAN

Udara merupakan salah satu sumber kehidupan yang paling berpengaruh. Kualitas udara di Pekanbaru mudah berubah, hal ini dikarenakan interaksi berbagai sumber polutan seperti asap pembakaran hutan, asap kendaraan dan industri. Apabila udara dilingkungan terkontaminasi dengan sumber polutan maka banyak penyakit yang akan timbul.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan relawan Wild Water Indonesia (WWI) region Riau, Provinsi Riau merupakan wilayah yang memiliki lahan gambut terluas di Sumatra seluas 4.044 juta hektar (56,1% dari luas lahan gambut sumatra atau 45% dari luas daratan provinsi Riau). Kandungan karbon tanah gambut di Riau tergolong yang paling tinggi diseluruh sumatra bahkan se asia tenggara. Banyak orang menggarap lahan secara ilegal dengan cara membakar hutan. Kegiatan ini menyebabkan kondisi udara semakin memburuk, hal ini ini ditandai dengan adanya kabut asap yang tebal setiap tahunnya yang mengganggu aktivitas manusia. (WWI Riau, 2017).

Dengan adanya kondisi tersebut dibutuhkan suatu alat pemantauan kondisi udara

yang bisa mendeteksi kualitas udara secara langsung. Di Pekanbaru sendiri sudah memiliki alat ISPU yang dapat mendeteksi kualitas udara, hanya saja alat tersebut dipasang di titik-titik tertentu yang menyebabkan orang yang berada jauh dari titik lokasi tidak dapat mengetahui kondisi udara dan tentunya alat ini tidaklah efektif karena data yang ditampilkan tidak realtime dan hanya di update setiap pukul 15.00 WIB setiap harinya. (Badan Lingkungan Hidup Kota Pekanbaru, 2018).

## 2. LANDASAN TEORI Air Quality Monitoring System

AQMS merupakan suatu sistem pemantauan kualitas udara yang dirancang untuk menghitung kadar senyawa-senyawa tertentu di udara seperti PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO yang dihitung dalam ISPU. Jaringan AQMS terdiri dari *Fixed station*, *Mobile station*, dan *Regional Center*.

Data hasil pemantauan AQMS Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Pekanbaru di tampilkan oleh *Public Display* yang terdapat di jalan. Data ditampilkan dalam grafik yang

disertai keterangan kondisi udara, contoh public display dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Tampilan dari *Public Display* ISPU

*Public display* ISPU dibentuk oleh LED yang menunjukkan angka sesuai kondisi udara. Kondisi udara dibagi atas berbagai warna yaitu hijau, biru, kuning, merah dan hitam. akan diperjelas dalam tabel berikut tabel 1.

**Tabel 1.** Penjelasan ISPU (Bapedal, 1997)

Indeks	Kategori	Warna
1-50	Baik	Hijau
51-100	Sedang	Biru
101-199	Tidak Sehat	Kuning
200-299	Sangat Tidak Sehat	Merah
>300	Berbahaya	Hitam

### Proses Perhitungan ISPU ( Indeks Standar Pencemaran Udara) (Bapedal, 1997)

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<sub>a</sub> = ISPU batas atas
- I<sub>b</sub> = ISPU batas bawah
- X<sub>a</sub> = Ambien batas atas

- X<sub>b</sub> = Ambien batas bawah
- X<sub>x</sub> = Kadar ambien nyata hasil pengukuran ( ug/m<sup>3</sup> )

Untuk menentukan indeks kadar ambienya dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Batasan Kandungan Kadar Udara

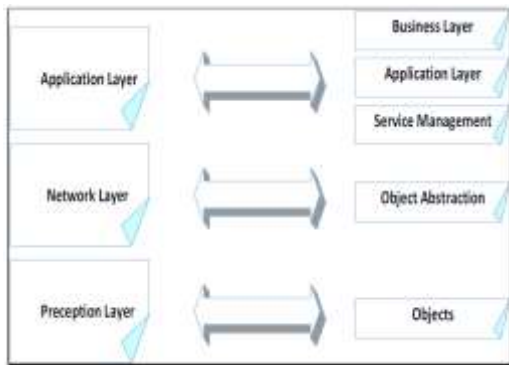
ISPU	PM10 ug/m <sup>3</sup>	SO2 ug/m <sup>3</sup>	CO mg/m <sup>3</sup>	O3 ug/m <sup>3</sup>	NO2 ug/m <sup>3</sup>
50	50	80	5	120	-
100	150	365	10	235	-
200	350	800	17	400	1130
300	420	1600	34	800	2260
400	500	2100	36	1000	3000
500	600	2620	57,5	1200	3750

### *Internet of Things (IoT)*

*Internet of Things (IOT)* adalah struktur di mana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer. (Burange dan Misalkar, 2015)

Pada perkembangannya IOT menjadi sebuah bidang penelitian sendiri semenjak perkembangan teknologi internet dan media komunikasi lain secara pesat. Semakin berkembangnya kebutuhan manusia akan teknologi, maka semakin banyak penelitian yang akan hadir. IOT sebagai salah satu hasil pemikiran para peneliti yang mengoptimasi beberapa alat seperti media sensor, *Radio Frequency Identification (RFID)*, *Wireless Sensor Network (WSN)* serta objek lain yang menerapkan sistem cerdas, yang memungkinkan manusia bisa berinteraksi dengan semua *device* yang terhubung dengan jaringan internet dengan mudah. (Bilal, 2017)

IoT terdiri dari 3 lapisan layer yaitu *perception layer*, *network layer* dan *application layer*. Masing-masing lapisan mempunyai peran dan fungsi yang berbeda-beda namun masih dalam satu kerangka kerja yang berkesinambungan dan terintegrasi. (Hidayatullah dan Sudirman, 2017). Tampilannya dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** IoT Architecture (Bilal, 2017)

### 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. (Aju, 2015)

Zigbee menggunakan tiga buah band frekuensi yang digunakan secara berbeda-beda. Untuk saat ini frekuensi 902 – 928 MHz digunakan di Amerika, 868 – 868.6 MHz di Eropa, dan 2.4 – 2.4835 GHz untuk seluruh dunia. Untuk physical dan MAC layer nya sendiri menggunakan standar IEEE 802.15.4. Untuk layer-layer diatasnya (data link, network, dan aplikasi interface) ditentukan oleh *Zigbee Alliance*. (Aju, 2015)

Pada tabel 3 dijelaskan secara singkat perbedaan *Zigbee* dan *Bluetooth*.

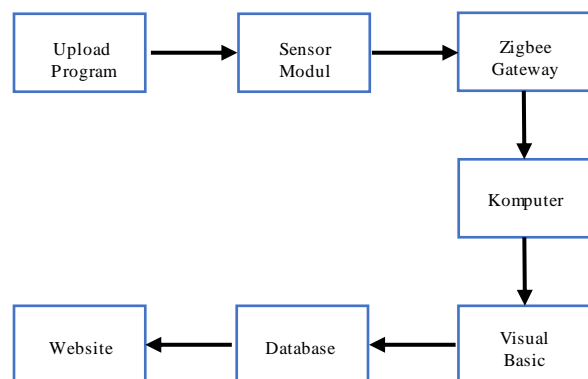
**Tabel 3.** Zigbee Vs Bluetooth (Aju, 2015)

Features	Bloetooth IEEE 802.15.1	Zigbee IEEE 802.15.4
Application	Cable Replacement	Control and Monitor
Frequency Bands	2.4 Ghz	2.Ghz, 868 Mhz, 915 Mhz
Battery Life (Days)	1 - 7	100 – 7.000
Nodes Per Network	7	65.000
Bandwidth	1 Mbps	20 - 250 Kbps
Range (Metres)	1- 10	1- 75 and more
Topology	Tree	Star, Tree, Cluster Tree and Mesh
Memory	100 Kb	32 -60 Kb

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan pemantauan polusi udara di skripsi ini berbasiskan *Internet of Thing* dimana tampilan pemantauannya menggunakan website dengan data yang disimpan di *database MySQL*. Pemantauan ini menggunakan perangkat *Libelium* dengan type *Wasp mote Plug and sense* untuk pemantauan udara kandungan  $PM_{10}$  (Partikel Asap) dan *Wasp mote OEM* untuk pemantauan udara kandungan gas CO (Karbonmonoksida) dan  $O_3$  (Ozon), dimana transfer data menggunakan *Zigbee*.

langkah-langkah pembangunan sistem monitoring akan dijelaskan di gambar 3.



**Gambar 3.** Blok Diagram langkah-langkah pembangunan sistem monitoring

## Perlengkapan yang digunakan Perangkat Hardware

### 1. *Wasmote Plug and sense*

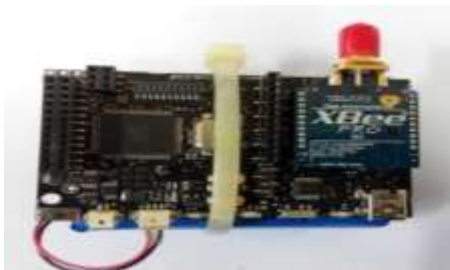
Perangkat ini bertujuan untuk mengamati konduksi udara, salah satunya pada penelitian ini mengamati kandungan polusi udara  $PM_{10}$ . Perangkat ini di produksi oleh Libellium perusahaan teknologi dari spanyol. Perangkat ini dapat diletakkan di outdoor karena di desain tahan air dan tahan panas. Sensor yang digunakan oleh waspmote ini dengan type GP2Y1010AU0F untuk mengukur kandungan  $PM_{10}$  di udara. Bentuk *wasmote plug and sense* dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4.** *Plug and Sense Smart Cities*  
(libellium, 2017)

### 2. *Wasmote OEM Sensor Gas*

*Wasmote* ini sistem kerjanya hampir sama dengan *plug and sense* tetapi berbeda fungsinya. Pada *wasmote* ini harus diletakkan pada tempat yang terlindung tidak boleh terkena air. *Wasmote* ini khusus mengamati polusi udara kandugan  $CO$  dan  $O_3$ . Sensor yang dipakai untuk mengukur kandungan  $O_3$  (*Ozone*) adalah sensor MiCS-2610 dan unuk mengukur kandungan  $CO$  (*Carbon Monoxide*) adalah sensor TGS2442. Bentuk dari *wasmote OEM* dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** *Wasmote OEM* (Libellium, 2017)

### 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 1600 meter. *Zigbee* juga menggunakan antena 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, AMD A8
- Windows Ten 64 Bit
- Ram 4 GB

### Perangkat Lunak

1. *Wasmote Pro IDE*
2. *Microsoft Visual Basic*
3. *MySQL*
4. *Website*

Untuk mengetahui bentuk topologi pemantauan dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini.



**Gambar 7.** Topologi Perangkat Pemantauan Kualitas Udara

### Rumusan Konversi

#### Rumus Konversi Waspmote 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 perangkat ke Zigbee gateway masih dalam bentuk  $X \text{ mg/m}^3$ , maka data ini harus dikonversikan dulu ke  $\text{ug/m}^3$ , selanjutnya konversikan ke ISPU.

- Rumus Konversi  $\text{mg/m}^3$  ke  $\text{ug/m}^3$   

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

$$= Y (\text{ug/m}^3)$$
- Untuk selanjutnya konversi ke ISPU menggunakan rumus ISPU pada rumus 1 yang telah dijelaskan.

#### Rumus Konversi Waspmote OEM

Data yang dikirim oleh waspmote 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)

- $R_{CO1} = \log_{10} \left[ \left( \frac{5 * 10}{\text{Nilai Sensor CO Alat}} \right) - 10 \right] \quad (3)$

$$- R_{CO2} = \frac{(R_{CO1}) - 2,302}{-1,501} \quad (4)$$

$$- \text{Hasil CO dalam ppm} = 10^{R_{CO2}} \quad (5)$$

- Rumus CO ppm konversi ke  $\text{mg/m}^3$

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

*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)

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

$$- O_3 \text{ ug/m}^3 = \left[ \frac{\text{Nilai O3 ppb}}{24,45} \right] * 1000 \quad (8)$$

*Massa Mol O3*

- Massa Mole  $O_3$  = 48 g/mol
- Untuk selanjutnya mengkonversi ke ISPU menggunakan rumus yang merujuk pada rumus 1.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pemograman Waspmote Libelium

#### 1. Waspmote Libelium Plug and Sense Smart Cities di Waspmote IDE

Tujuan pemograman pada Waspmote Libelium ini agar memberikan informasi kandungan  $PM_{10}$  pada udara, salah satunya polusi udara akibat kebakaran hutan. Pemograman perangkat akan memberikan informasi dalam bentuk frame

```
#382543696#NO1#5#Dust:0,58#TIME:11-3-4#BAT:70#
```

#### 2. Waspmote Libelium OEM di Waspmote IDE

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

#382545731#NO2#4#O3:0,450#CO:0,464#11-3-4#BAT:69#

## Hasil Pembuatan Aplikasi Monitoring Udara Berbasis Internet of Thing

### Menu Koneksi

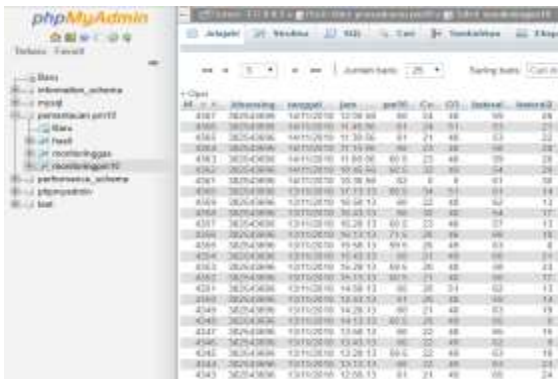
Form menu koneksi dibuat menggunakan aplikasi *visual basic* yang berfungsi sebagai koneksi data ke *database MySQL*. Bentuk tampilan menu utama dapat dilihat pada gambar 8 berikut.



Gambar 8. Tampilan Menu Koneksi

### Hasil Pembuatan Database MySQL

Tujuan dari pembuatan *database* adalah tempat menyimpan data pemantauan udara yang telah dilakukan oleh *Wasp mote* yang diterima oleh *Zigbee*. Tampilannya dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Menu database

### ISPU

Setelah data tersimpan di database, maka secara otomatis data tersebut ditampilkan dalam

bentuk grafik, angka dan keterangan hasil pemantauan pada website. Gambar tampilannya dapat dilihat pada gambar 10. Tampilan tersebut merupakan hasil pemantauan tanggal 1 Desember 2018.



Gambar 10. Nilai ISPU di Website

### Data Pemantauan Udara di Universitas Riau

Pengambilan data pemantauan dilakukan di kawasan Universitas Riau, khususnya di laboratorium Dasar Teknik Elektro Fakultas Teknik. Pengamatan dilakukan rentang waktu bulan September – November 2018, data yang dilampirkan pada penelitian ini.

#### 1. Data Pemantauan Wasp mote Plug and Sense

Pada pemantauan ini dibandingkan dengan nilai ISPU dari AQMS di BLH Kota Pekanbaru dan BMKG Bandara Sultan Syarif Kasim.

Tabel 4. Pemantauan PM<sub>10</sub> Oleh Wasp mote Plug and Sense

TGL	RENTANG	WAKTU	INDEKS			KET.		
			Alat BMKG	BLH	Alat BMKG	BLH		
3-Oct-18	Tinggi	11:05:00	69			S		
	Rendah	12:29:08	68			S		
	ISPU		68	51	53	S	S	S
4-Oct-18	Tinggi	16:35:07	104			TS		
	Rendah	11:35:07	68			S		
	ISPU		73	58	55	S	S	S
5-Oct-18	Tinggi	12:16:33	198			TS		
	Rendah	15:46:33	69			S		
	ISPU		80	50	37	S	S	B

Pada tabel hasil pemantauan tersebut di dapat dari rumus konversi pada rumus 2 dan rumus konversi ispu dari rumus 1.

## 2. Data Pemantauan Waspmote OEM

Pada Pemantauan untuk Sensor Co dibandingkan dengan AQMS di BLH Kota Pekanbaru.

**Tabel 5.** Pemantauan CO Oleh Waspmote OEM

TANGGAL	RENTANG	WAKTU	INDEKS		KET	
3-Okt-18	Tinggi	11:50:00	19		B	
	Rendah	11:05:00	17		B	
	ISPU		17	43	B	B
4-Okt-18	Tinggi	15:05:07	27		B	
	Rendah	10:35:07	17		B	
	ISPU		21	44	B	B
5-Okt-18	Tinggi	08:46:33	28		B	
	Rendah	14:01:33	9		B	
	ISPU		17	43	B	B

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.

**Tabel 6.** Pemantauan O3 Oleh Waspmote OEM

TANGGAL	RENTANG	WAKTU	INDEKS	KET
3-Okt-18	Tinggi	16:29:08	49	B
	Rendah	11:20:00	48	B
	ISPU		48	B
4-Okt-18	Tinggi	17:05:07	55	S
	Rendah	09:35:07	50	S
	ISPU		52	S
5-Okt-18	Tinggi	17:01:33	55	S
	Rendah	08:46:33	51	S
	ISPU		53	S

Pada data O<sub>3</sub> rumus konversi yang digunakan yaitu rumus pada 7 dan 8, serta konversi ISPU menggunakan rumus 1.

Gambar 4, 6 dan 7 diatas merupakan hasil monitoring data waspmote dan juga perbandingan dengan AQMS di BLH Kota Pekanbaru dan BMKG tanggal 3 Oktober 2018. Keterangan:

B = Baik; S= Sedang; TS = Tidak Sehat;  
STS = Sangat Tidak Sehat; BHY = Bahaya.

## 5. KESIMPULAN

Perancangan pemantauan polusi udara di skripsi ini berbasiskan *Internet of Thing* dimana tampilan pemantauannya menggunakan website dengan data yang disimpan di *database MySQL*. Pemantauan ini menggunakan perangkat *Libelium* dengan type *Waspmote Plug and sense* untuk pemantauan udara kandungan PM<sub>10</sub> (Partikel Asap) dan Waspmote OEM untuk pemantauan udara kandungan gas CO (Karbonmonoksida) dan O<sub>3</sub> (Ozon), dimana transfer data menggunakan *Zigbee*.

Media pendukung untuk menjalankan dan mengolah data pemantauan dilakukan dengan aplikasi yang telah dibuat di *Microsoft Visual Basic 2010*, aplikasi akan mengolah data dalam bentuk angka yang dikirimkan ke *database MySQL* untuk *upload* ke jaringan internet sesuai dengan ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) untuk selanjutnya ditampilkan di *website*.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu Dr. Yusnita Rahayu, ST., M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing penulis selama penelitian ini. Terima kasih kepada orang tua dan keluarga serta rekan-rekan Teknik Elektro yang telah banyak membantu penulis dalam penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aju, O.G., 2015. *A Survey of Zigbee Wireless Sensor Network Technology: Topology, Applications and Challenges*. Department of Computer Science Akungba-Akoko. Adekunle Ajasin University. Ondo-State. Nigeria.
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Hidup., 1997. *Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor: KEP-107/KABAPEDAL/11/1997 Tentang Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Standar Pencemar Udara*. Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia.
- Bilal, M., 2017. *A Review of Interet of Things Architecture, Technologies and Analysis*

- Smartphone-Based Attacks Against 3D Printers*. Department of Computer Science. Zhejiang University Hangzhou. China.
- Burange, A. W., & Misalkar, H. D., 2015. *Review of Internet of Things in Development of Smart Cities with Data Management & Privacy*. IEEE Journal.
- Darwish, D.G., 2015. *Improved Layered Architecture For Internet of Thing*. 33 ElRoda Square. ElManial. Cairo. Mesir.
- Junaidi, A., 2015. *Internet of Thing, Sejarah, Teknologi dan Penerapannya*. Universitas Widyatama. Bandung.
- Libelium., 2017. *Waspote Plug And Sense Technical Guide*.
- Libelium., 2017. *Waspote Plug And Sense Sensor Guide*.
- Saputra, F., Rahayu, Y., & Safrianti, E., 2015. *Pemantauan Kondisi Polusi Udara Secara Realtime Di Kawasan Universitas Riau Dengan Menggunakan Wireless Sensor Network Waspote dan zigbee*. Teknik Elektro. Universitas Riau.