

## Penerapan Zigbee Untuk Komunikasi pada Prototipe Robot Pelayan Berbasis Mikrokontroler

### Zigbee Implementation for Communication on Waiter Robot Prototype Based on Microcontroller

Pandu Widiatoro<sup>1</sup>, Dr. Maman Abdurohman<sup>2</sup>, Novian Anggis Suwastika<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[pandu.widiatoro01@gmail.com](mailto:pandu.widiatoro01@gmail.com) , <sup>2</sup>[abdurohman@telkomuniversity.ac.id](mailto:abdurohman@telkomuniversity.ac.id) ,  
<sup>3</sup>[anggis@telkomuniversity.ac.id](mailto:anggis@telkomuniversity.ac.id)

---

**Abstrak** - Teknologi komunikasi zigbee (IEEE 802.15.4) merupakan jenis teknologi komunikasi jaringan nirkabel yang memiliki karakteristik komunikasi jarak pendek, biaya yang murah dan konsumsi daya yang rendah. Saat ini teknologi zigbee sudah banyak diterapkan diberbagai bidang kehidupan manusia, salah satunya adalah untuk komunikasi di dalam dunia robotika.

Robot diciptakan untuk membantu kehidupan manusia baik pekerjaan berat maupun ringan, salah satunya diciptakan untuk mempermudah pekerjaan di restoran. Beberapa tahun ini peran pelayan restoran sudah digantikan oleh robot baik *automatic* maupun bersifat manual. Robot yang dikendalikan secara manual, cenderung menghabiskan banyak biaya untuk membeli *radio control* dan juga penggunaan daya yang besar untuk mengendalikan robot tersebut.

Pada penelitian ini dirancang sebuah *mobile* robot dengan 2 roda yang digerakkan oleh motor DC dan 1 roda yang berfungsi sebagai *free wheel*. Driver motor DC pada robot dengan *input voltage* 12.38 V dengan nilai *error* rata-rata saat maju adalah 1.54 dan saat mundur 1.57. Robot ini memiliki akses dengan jarak ideal 50m pada ruangan tanpa penghalang dan jarak ideal 30m dengan adanya penghalang. Pada komunikasi, robot memiliki ketepatan pembacaan meja dengan ketepatan 100% tanpa adanya *error* dalam pembacaan meja.

**Kata Kunci** : Robot Pelayan, *Wireless Communication*, Mikrokontroler, Aktuator.

---

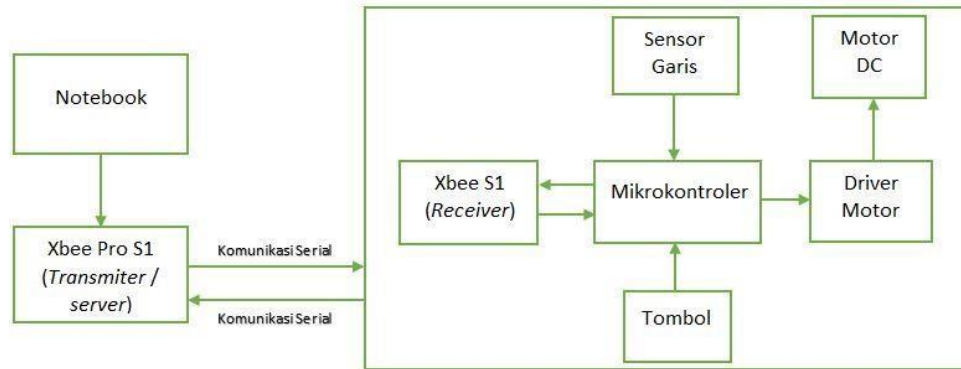
#### 1. PENDAHULUAN

Robot diciptakan untuk membantu kehidupan manusia baik pekerjaan berat maupun ringan, salah satunya diciptakan untuk mempermudah pekerjaan di restoran. Beberapa tahun ini peran pelayan restoran sudah digantikan oleh robot baik *automatic* maupun bersifat manual. Sistem yang dipilih menggunakan mikrokontroler Arduino Uno jenis At-Mega 328p dimana dalam sistem ini difungsikan untuk mengatur semua fungsi pada robot tersebut.

Jaringan *wireless* merupakan jaringan yang bersifat *open network* yang berbeda dengan jaringan kabel dimana untuk terkoneksi harus mencolokkan kabel, pada jaringan *wireless* siapapun bisa mencoba melakukan akses tanpa terkendala fisik. Teknologi *wireless* (jaringan nirkabel) memiliki banyak jenis, salah satunya teknologi zigbee. Teknologi komunikasi zigbee (IEEE 802.15.4) merupakan jenis teknologi komunikasi jaringan nirkabel yang memiliki karakteristik komunikasi jarak pendek, biaya yang murah dan konsumsi daya yang rendah [5]. Saat ini teknologi zigbee sudah banyak diterapkan diberbagai bidang kehidupan manusia, salah satunya adalah untuk komunikasi di dalam dunia robotika. Bab 2 berisi mengenai beberapa landasan teori yang berkaitan dan menunjang dalam pengerjaan tugas akhir, pada bab 3 dijelaskan mengenai tahap-tahap perancangan dari tiap blok sistem, baik perancangan piranti keras maupun piranti lunak. Sedangkan pada bab 4 dan 5 berisikan hasil dari analisis dari hasil pengujian dan juga penarikan kesimpulan serta saran.

## 2. Perancangan

Sistem pada robot pelayan yang akan dibangun merupakan sistem yang dapat mengendalikan robot yang dilengkapi sebuah aktuator, dalam kasus ini aktuator tersebut berupa motor DC yang berguna sebagai penggerak navigasi robot ke tempat yang akan dituju oleh operator tersebut. Dengan adanya sistem ini, pegawai akan terbantu dengan mengendalikan robot tersebut untuk proses pengantaran menu pesanan para tamu yang berada di restoran tersebut. Alasan digunakannya Zigbee sebagai kontroler wireless yaitu karena mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya adalah ringkas (tidak memerlukan instalasi kabel dan keleluasaan terhadap batas antar ruang), hemat biaya dan konfigurasi *software* yang mudah. Sistem yang akan dibangun dapat dimodelkan sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram blok sistem

### 2.1. Perancangan Mekanik

Robot pelayan yang berbasis robot beroda ini dirancang dengan ukuran 90 cm x 28 cm x 115 cm (panjang x lebar x tinggi) dengan kerangka menggunakan bahan dasar baja ringan 2 mm. Sedangkan untuk penutup robot digunakanlah kombinasi kain hitam serta kanopi hitam dengan adanya hiasan celemek putih pada bagian depan robot. Pada bagian tengah robot dibuat adanya rongga untuk menyimpan berbagai rangkaian elektronika seperti sistem minimum, *driver* motor dan juga tempat pengkabelan baik pengkabelan ke motor DC jalur antar *port* serta kabel untuk rangkaian *LED* pada bagian atas kepala. Sistem navigasi/gerak yang digunakan pada robot pelayan ini dengan 2 motor penggerak utama serta 1 roda sebagai *free wheel* pada robot pelayan.



Gambar 2 Mekanika robot pelayan

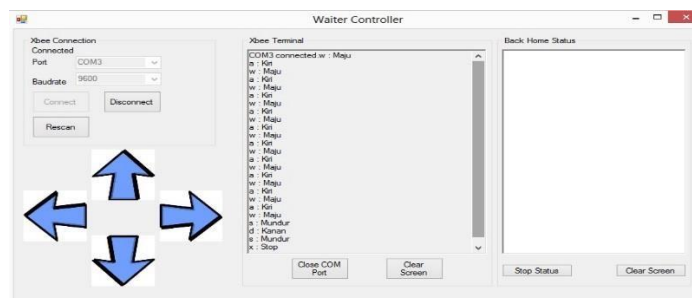
Dari data-data yang sudah dijelaskan maka dapat diberikan spesifikasi dari mekanika robot seperti pada Tabel 1 berikut ini :

**Tabel 1** Spesifikasi umum

Dimensi (P x L x T)	90 x 28 x 115 cm <sup>3</sup>
Kontroler	Arduino Uno ATmega 328p
Catu Daya	Accumulator 12 V
Aktuator	Motor DC
Sensor	Ultrasonik Ping))) , Sensor Garis
Jarak minimum penghalang	60 cm
Sistem Penggerak	Dua motor DC utama

## 2.2. Perancangan Perangkat Lunak

*Graphical User Interface* atau yang kerap disingkat GUI merupakan sarana yang digunakan untuk mempermudah interaksi antara pengguna dalam hal ini operator robot dengan sistem. GUI ini dibuat untuk memudahkan operator dalam mengoperasikan robot pelayan tersebut. Fitur-fitur dalam perangkat lunak antara lain seperti adanya fitur komunikasi, menampilkan proses komunikasi selama proses kontroling robot, serta monitoring status robot.

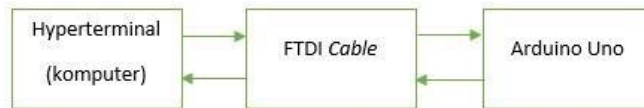


**Gambar 3** *Graphical User Interface* secara keseluruhan

## 3. Pembahasan

### 3.1. Pengujian Komunikasi

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengirimkan data dari komputer ke mikrokontroler menggunakan *hyperterminal* pada *software* X-CTU. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah data yang dikirim dari komputer akan diterima oleh mikrokontroler sesuai dengan data yang dikirimkan dari komputer atau tidak. Komputer akan mengirimkan sebanyak 5 data yang berbeda ke mikrokontroler. Jika mikrokontroler menerima data berupa char 'a' maka mikrokontroler akan mengirimkan *feedback* ke komputer, maka pada terminal X-CTU menampilkan kata kiri. Jika mikrokontroler menerima data berupa char 's' maka mikrokontroler akan mengirimkan *feedback* ke komputer, maka pada terminal X-CTU menampilkan kata mundur. Jika mikrokontroler menerima data berupa char 'd' maka mikrokontroler akan mengirimkan *feedback* ke komputer, maka pada terminal X-CTU menampilkan kata kanan. Jika mikrokontroler menerima data berupa char 'w' maka mikrokontroler akan mengirimkan *feedback* ke komputer, maka pada terminal X-CTU menampilkan kata maju. Jika mikrokontroler menerima data berupa char 'x' maka mikrokontroler akan mengirimkan *feedback* ke komputer, maka pada terminal X-CTU menampilkan kata *stop*. Untuk diagram blok pengujian serial bisa dilihat pada Gambar 4 berikut.



**Gambar 4** Diagram blok pengujian komunikasi

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa komunikasi antara komputer dan mikrokontroler bekerja dengan baik, hal tersebut dibuktikan dari gambar berikut :



**Gambar 5** Hasil pengujian komunikasi

**3.2. Pembacaan Sensor Garis**

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan sensor garis pada Arduino Uno yang sudah terprogram untuk pembacaan sensor. Untuk melihat nilai pembacaan masin-masing LED dilakukan pada serial monitor pada *compiler* Arduino.



**Gambar 6** Diagram blok pembacaan sensor

Pada pengujian kali ini, data hasil pembacaan sensor menggunakan ADC ditampilkan pada serial monitor pada tiap-tiap LED. Pada Tabel 2 menunjukkan hasil pembacaan 6 *input* sensor pada dua bidang yang berbeda yaitu bidang warna gelap (hitam) dan bidang warna terang (putih).

**Tabel 2** Hasil pengujian pembacaan sensor

Sensor	Nilai Pembacaan Sensor	
	Bidang Hitam	Bidang Putih
Sensor 1	655	405
Sensor 2	647	347
Sensor 3	670	390
Sensor 4	664	411
Sensor 5	667	353
Sensor 6	706	384
Sensor 7	Tidak Terpakai	Tidak Terpakai
Sensor 8	Tidak Terpakai	Tidak Terpakai

Dari Tabel 2 dapat dilihat rata-rata pembacaan sensor pada bidang gelap (hitam) adalah 668.17 dan pada bidang terang (putih) adalah 381.67. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan perbedaan pembacaan sensor antara bidang gelap (hitam) dan bidang yang terang (putih) yang cukup jauh. Dengan hasil pengukuran diatas juga dapat diketahui bahwa kerja sensor sudah sangat baik dalam melakukan pembacaan antara dua bidang warna yang berbeda.

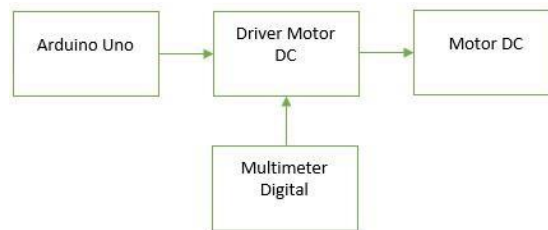
**3.3. Pengujian Driver Motor DC**

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan perintah direksi maju dan mundur dengan memberikan nilai PWM pada masukan driver motor DC. *Output* driver motor DC diukur menggunakan multimeter digital. Pada pengujian ini digunakan PWM dengan rentang 0-255. Setelah didapatkan *output* dari driver motor DC, maka nilai tersebut akan dibandingkan dengan nilai sebenarnya menggunakan perhitungan manual berdasarkan persamaan 4.1 dan 4.2.

$$V_0 = \frac{V_{max}}{255} \cdot V_i \tag{4.1}$$

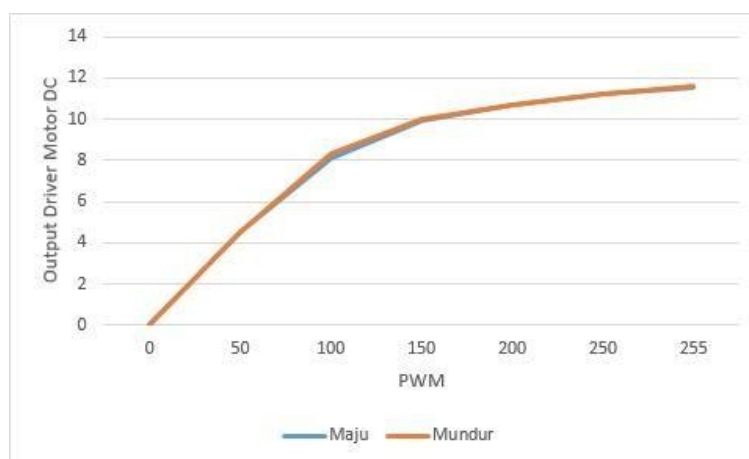
$$V_0 = \frac{V_{max}}{100\%} \cdot V_i \tag{4.2}$$

Pada proses pengujian driver motor DC ini dapat dilihat dalam diagram blok dibawah berikut ini.



**Gambar 7** Diagram blok pengujian driver motor DC

Pada pengujian driver motor DC ini akan dibandingkan *output* tegangan dari driver motor DC dengan *output* tegangan yang menurut perhitungan sesuai dengan persamaan diatas. Berikut adalah grafik hasil analisis pengujian pada driver motor DC.



**Gambar 8** Grafik hasil pengujian Driver Motor DC

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat linieritas dari nilai input PWM terhadap keluaran dari driver motor DC dan garis lurus menunjukkan *input* PWM berbanding lurus dengan tegangan keluaran dari driver motor DC. Dari hasil grafik diatas dapat disimpulkan bahwa driver motor DC bekerja dengan baik sesuai fungsinya.

### 3.4. Pengujian Jarak Maksimal

Pengujian ini dilakukan dengan cara menjalankan robot pelayan dari suatu titik awal menuju ke titik akhir dengan lintasan lurus kedepan. Untuk pengujian ini menggunakan dua ruangan *indoor* dengan kondisi yang berbeda untuk mengetahui berapa jarak maksimal untuk bisa melakukan komunikasi dengan robot. Berikut adalah tabel hasil pengujian jarak maksimal robot dalam dua kondisi ruangan yang berbeda.

**Tabel 3** Jarak maksimal dalam ruangan tanpa penghalang

Jarak Ruangan (m) Tanpa Penghalang	Percobaan				
	1	2	3	4	5
5	OK	OK	OK	OK	OK
10	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK
20	OK	OK	OK	OK	OK
25	OK	OK	OK	OK	OK
30	OK	OK	OK	OK	OK
35	OK	OK	OK	OK	OK
40	OK	OK	OK	OK	OK
45	OK	OK	OK	OK	OK
50	OK	OK	OK	OK	OK
51	OK	OK	OK	LOST	LOST
52	LOST	LOST	OK	LOST	OK
53	OK	LOST	LOST	OK	OK
54	LOST	OK	LOST	LOST	LOST
55	LOST	LOST	LOST	LOST	LOST

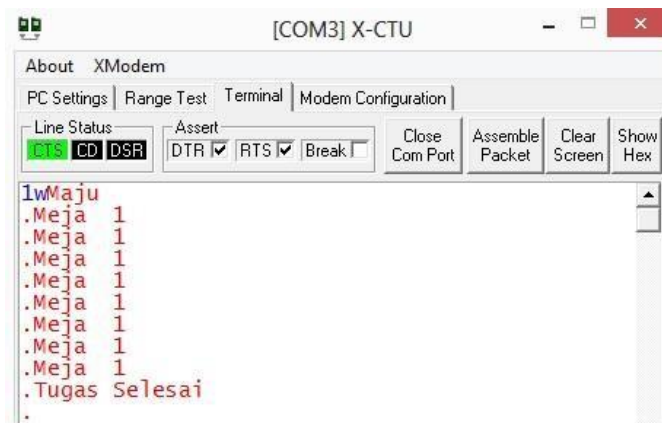
**Tabel 4** Jarak maksimal dalam ruangan dengan penghalang

Jarak Ruangan (m) Dengan Penghalang	Percobaan				
	1	2	3	4	5
5	OK	OK	OK	OK	OK
10	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK
20	OK	OK	OK	OK	OK
25	OK	OK	OK	OK	OK
30	OK	OK	OK	OK	OK
31	OK	OK	OK	OK	OK
32	LOST	LOST	OK	OK	LOST
33	OK	LOST	LOST	OK	OK
34	LOST	LOST	OK	LOST	OK
35	LOST	LOST	LOST	LOST	LOST

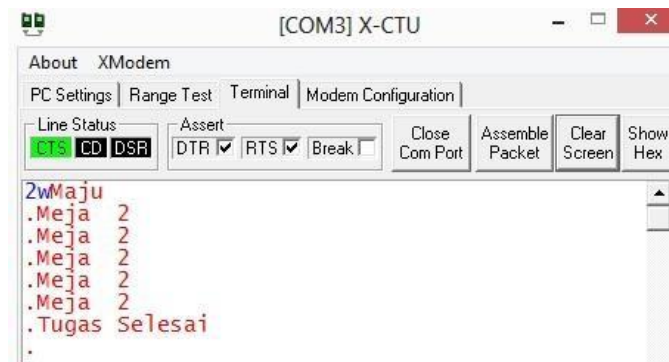
Dari Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat perbedaan rentang jarak yang mencolok. Dalam lima kali percobaan tanpa penghalang, robot mulai *lost* (putusnya komunikasi dengan kontroler) pada jarak 51m dan sama sekali tidak dapat menerima perintah dari kontroler dengan jarak 55m sedangkan dalam kondisi adanya penghalang yang berupa tembok bata, robot mulai terputus komunikasi dengan kontroler pada jarak 32m dan sama sekali tidak dapat menerima perintah dalam jarak 35m dengan lima kali percobaan. Dengan hasil yang sedemikian rupa, robot pelayan dapat melakukan tugasnya dengan jarak ideal 50m dengan ruangan tanpa penghalang dan jarak ideal 31m dengan adanya beberapa penghalang pada ruangan.

### 3.5. Komunikasi Ketepatan Pembacaan Meja

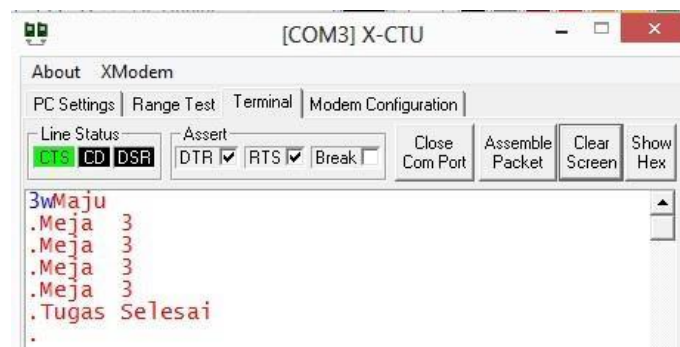
Operator robot melakukan *input* berupa angka meja sesuai tujuan yang akan dituju dari titik awal kemudian operator melakukan kontrol manual untuk navigasi robot menuju meja yang sudah di *input* nomer oleh operator pada saat di titik awal. Robot akan berhenti secara otomatis di meja sesuai inputan oleh operator, lalu robot akan mengirimkan data secara serial ke monitor operator bahwa robot sudah sampai di meja yang tepat. Pembacaan meja berdasarkan garis hitam disetiap sisi meja.



Gambar 9 Hasil pembacaan meja 1



Gambar 10 Hasil pembacaan meja 2



Gambar 11 Hasil pembacaan meja 3

**Tabel 5** Hasil percobaan ketepatan komunikasi pembacaan meja

Percobaan	Ketepatan Komunikasi		
	Meja 1	Meja 2	Meja 3
1	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	Berhasil	Berhasil	Berhasil
3	Berhasil	Berhasil	Berhasil
4	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	Berhasil	Berhasil	Berhasil

Pada Tabel 5 dapat dilihat performansi zigbee dalam ketepatan melakukan komunikasi pembacaan data. Dalam percobaan ini hanya di ambil *sample* untuk tiga meja saja dengan masing-masing 5 kali percobaan. Dari 5 kali percobaan didapat data bahwa robot berhasil dalam melakukan komunikasi pembacaan meja 1 sampai meja 3 sesuai *input* dari operator tanpa *error* maupun *miss*. Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa proses komunikasi antar xbee berhasil dengan tingkat keakuratan 100%.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil beberapa pengujian, dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya sebagai berikut :

1. Modul zigbee dapat diimplementasikan pada robot pelayan dan komunikasi sebagai kontroler robot berjalan dengan semestinya.
2. Dari hasil analisis berdasarkan parameter komunikasi serial, pembacaan sensor garis, driver motor DC, jarak maksimal akses zigbee dan respon sensor terhadap *trigger* yang telah ditentukan, dihasilkan kesimpulan sebagai berikut :
  - a. Navigasi robot pelayan relatif stabil dengan posisi PWM pada angka 150 dengan kondisi robot pelayan membawa dua buah gelas berisi air dan satu buah piring. Tidak ada masalah pada driver motor DC maupun motor DC *power window* itu sendiri.
  - b. Berdasarkan hasil pengujian mencari jarak terjauh komunikasi robot, robot pelayan dapat melakukan tugasnya dengan jarak ideal 50m dengan ruangan tanpa penghalang dan jarak ideal 30m dengan adanya beberapa penghalang pada ruangan.
  - c. Pengiriman data komunikasi pembacaan meja tidak pernah terdapat *miss* maupun *lost* dalam melakukan pembacaan meja, dengan data tersebut dapat disimpulkan bahwa proses komunikasi antar xbee berhasil dengan tingkat keakuratan 100%.

#### Daftar Pustaka

- [1] Ergen, Sinom Coleri. 2004. Zigbee/IEEE 802.15.4 Summary\
- [2] Fahmizal. (2010), Merancang Rangkaian Sensor Garis, <https://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/cara-kerja-sensor-garis/>
- [3] Pitowarno Endra. 2006. ROBOTIKA “Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan”. Yogyakarta : Andi.
- [4] Priyono Agung, Rusdinar Angga, dan Sunarya Unang. 2014. Perancangan dan Implementasi *One Steered Traction Wheel Robot* dengan *Circular Line Sensor* menggunakan Kontrol Logika Fuzzy. Bandung : Telkom University.
- [5] Wang Wei, He Guangyu, dan Wan Junli. 2011. *Research on Zigbee Wireless Communication Technology*. China.
- [6] Wawolumaja, Rudy. *Diklat Kuliah Elektronika Industri & Otomasi Bab2 : Sensor, Transduser dan Aktuator*. Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha Bandung. 2013.
- [7] Wu Shih-Lin, Tseng Yu-Chee. 2007. *Wireless Ad Hoc Networking Personal-Area Network, Local-Area, and the Sensory-Area Networks*. China.
- [8] Zigbee Alliance, “ Zigbee Specification,” 2005,6