

## Makalah Seminar Tugas Akhir

# PERANCANGAN SISTEM PENGENDALIAN DAN PENJADWAL LAMPU RUANGAN BERDASARKAN DATABASE MELALUI KOMUNIKASI WIRELESS ZIGBEE

Julian Ilham<sup>[1]</sup>, Sumardi, ST, MT<sup>[2]</sup>, Iwan Setiawan, ST, MT<sup>[2]</sup>  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

### ABSTRACT

*Improper of using electrical energy, example, forget to turn off the light when not needed is one of the cause of electrical energy waste that have to be solved. The losses impact for user is enlarging costs as much energy used, in this case energy wasted more precisely. Due to this problem, needed a system that can control lamp depending on needs.*

*The aim of this final project is designing and building controller and scheduler system for roomlights based on database using wireless communication. Zigbee (XBee-PRO) is used as wireless communicator between master as controller and scheduler center and slave as equipment that controlled located in room. Slave is using AVR ATmega8535 microcontroller as core operator. Optoisolator is implemented as lamp sensor.*

*Based on result, XBee-PRO can communicate each other until 200 metres on line of sight mode, and 90 metres on indoor mode. Master station can command each slave successfully. If there is error command replied to master station, it will resend last data packet. Each slave is controlled based on scheduled from database while on automatic mode. If system is operated on manual mode, command that's transmitted from master to slave depend on operator that operates it.*

**Keyword:** *Controller and scheduler system, XBee-PRO, ATmega8535 microcontroller, optoisolator*

## I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kecerobohan dalam penggunaan energi listrik, misalnya lupa mematikan lampu ketika tidak diperlukan, merupakan salah satu penyebab pemborosan energi listrik yang harus diatasi. Dampak kerugian yang akan terjadi dari sisi pengguna akibat kecerobohan tersebut salah satunya biaya yang akan terus bertambah seiring banyaknya energi yang terpakai atau lebih tepatnya terbuang. Oleh sebab itu diperlukan sebuah sistem yang mampu mengendalikan lampu-lampu tersebut agar dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan.

Sebuah unit laptop pada sisi stasiun *master* digunakan sebagai pusat pengendali yang dapat memberikan perintah untuk menyalakan atau mematikan lampu secara manual, serta memanfaatkan *database* untuk memasukkan jadwal penggunaan ruangan agar dapat beroperasi secara otomatis sesuai dengan jadwal kuliah dan tentunya agar energi listrik dapat digunakan secara efisien. Pada sisi *slave*, digunakan sebuah mikrokontroler sebagai pengendali untuk masing-masing *slave*. Sebagai sensor lampu, digunakan sebuah *optoisolator* pada masing-masing lampu.

Pada tugas akhir ini akan digunakan *wireless* pada frekuensi 2,4 GHz sebagai media pengiriman data antara stasiun *master* dan stasiun *slave*. Modul frekuensi 2,4 GHz yang dipilih pada perancangan ini adalah zigbee tipe XBee-PRO yaitu modul *Radio Frequency* standar IEEE 802.15.4 untuk *Wireless*

*Personal Area Network (WPAN)*. zigbee merupakan teknologi yang memfokuskan *data rate* rendah, konsumsi daya rendah, biaya rendah.

### 1.2 Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah merancang dan membuat peralatan pengendali dan penjadwal lampu ruangan yang berdasarkan *database* dengan menggunakan komunikasi secara *wireless* menggunakan zigbee sebagai jembatan komunikasi antara stasiun *master* sebagai pusat pengendali dan pengatur jadwal dengan stasiun *slave* sebagai peralatan pengendali lampu ruang kuliah.

### 1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada tugas akhir yaitu:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler AVR ATmega8535.
2. Lampu yang digunakan berjumlah delapan buah untuk dua buah ruangan, yaitu empat buah lampu untuk masing-masing ruangan.
3. Posisi lampu untuk masing-masing ruangan adalah dua buah di sisi depan yaitu sisi kiri dan kanan dan dua buah di posisi belakang yaitu sisi kiri dan kanan.
4. Jenis jaringan yang digunakan adalah *point to multiple point*. Sedangkan tipe komunikasi yang digunakan adalah *master-slave*.
5. Tidak membahas mekanisme komunikasi *radio frequency* secara mendalam.

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

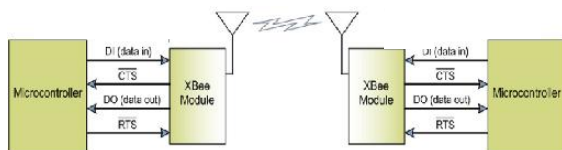
<sup>2</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

6. Parameter yang digunakan hanya jadwal penggunaan ruangan dan jumlah orang yang tertera pada *database*.

## II DASAR TEORI

### 2.1 Modul Wireless Radio Frequency 2.4 GHz XBee-PRO

*Radio Frequency Tranciever* atau pengirim dan penerima frekuensi radio ini berfungsi untuk komunikasi secara *full duplex* Salah satu modul komunikasi *wireless* dengan frekuensi 2.4 Ghz adalah XBee-PRO 2.4 GHz. *Radio frequency tranciever* ini merupakan sebuah modul yang terdiri dari RF *receiver* dan RF *transmitter* dengan sistem antar muka serial *UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)*.



Gambar 2.1 Ilustrasi prinsip kerja modul XBee-PRO



Gambar 2.2 Modul XBee-PRO

### 2.2 Pengesetan Alamat Modul Wireless Radio Frequency 2.4 GHz XBee-PRO

Pengesetan ini dilakukan agar XBee-PRO dapat melakukan komunikasi satu dengan yang lain. Terdapat dua metode yang disediakan oleh modul XBee-PRO untuk mengeset alamat masing-masing modul. Metode pertama disebut *one line per command* dan metode kedua disebut *multiple command on one line*.

#### Metode 1 (One line per command)

##### Send AT Command Sistem Response

```
+++          OK <CR> (Enter into Command Mode)
ATDL <CR>   {current value} <CR> (Read Destination Address Low)
ATDLIA0D <CR> OK <CR> (Modify Destination Address Low)
ATWR <CR>   OK <CR> (Write to non-volatile memory)
ATCN <CR>   OK <CR> (Exit Command Mode)
```

#### Metode 2 (Multiple commands on one line)

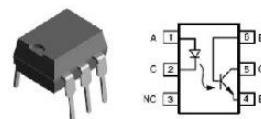
##### Send AT Command Sistem Response

```
+++          OK <CR> (Enter into Command Mode)
ATDL <CR>   {current value} <CR> (Read Destination Address Low)
ATDLIA0D,WR,CN <CR> OK, OK, OK <CR> (Command execution is triggered upon each instance of the comma).
```

Instruksi dengan karakter +++ <Enter> adalah tanda atau protokol untuk masuk ke *ATCommand mode*. Dari *ATCommand mode* inilah setting konfigurasi dilakukan. *ATDL <Enter>* untuk melihat alamat tujuan (*destination address*), selanjutnya seting pertama adalah mengubah alamat tujuan yaitu dengan perintah *ATDL* diikuti dengan alamat.

### 2.3 Optoisolator 4N25

*Optoisolator* tipe 4N25 terdiri oleh sumber cahaya yaitu LED inframerah yang dipasangkan dengan detektor cahaya, yaitu *phototransistor*<sup>[11]</sup>. Sinyal listrik (arus) pada masukan diubah menjadi cahaya dengan menggunakan LED inframerah dan cahaya tersebut dapat diterima oleh *phototransistor* untuk diubah kembali menjadi menjadi sinyal listrik. Jika LED dialiri arus dan kemudian menghasilkan cahaya, maka *phototransistor* akan menjadi rangkaian tertutup sehingga akan terjadi aliran listrik. Sebaliknya jika LED tidak dialiri arus atau tidak mengeluarkan cahaya, maka kondisi *phototransistor* akan menjadi rangkaian terbuka.

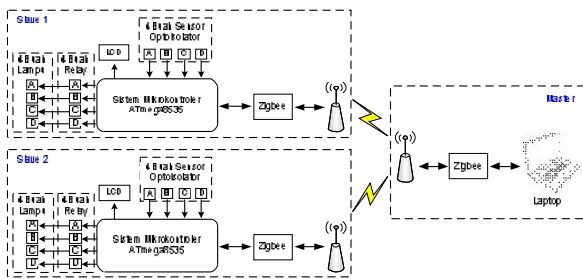


Gambar 2.3 Optoisolator tipe 4N25.

## III PERANCANGAN SISTEM

### 3.1 Perancangan Perangkat Keras

Secara keseluruhan sistem dapat digambarkan dengan diagram seperti dibawah ini.

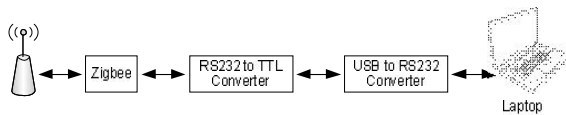


Gambar 3.1 Blok diagram sistem keseluruhan.

Perangkat keras dari tugas akhir ini meliputi sistem minimum mikrokontroler ATmega8535, zigbee, lampu, dan laptop. Sistem terdiri dari dua bagian, yaitu bagian *master* dan bagian *slave*. Bagian *slave* terdiri dari stasiun *slave 1* dan stasiun *slave 2* sedangkan bagian *master* hanya mempunyai satu buah stasiun.

### 3.1.1 Perancangan Stasiun Master

Stasiun *master* berfungsi sebagai pusat pengendali dan pemantau stasiun *slave*.



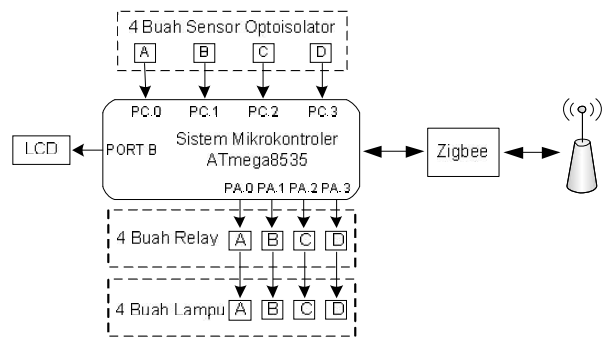
Gambar 3.2 Blok diagram master.

Tiap-tiap bagian dari blok diagram sistem di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Zigbee digunakan sebagai perangkat komunikasi antara *master* dan *slave*. Zigbee yang digunakan yaitu XBee-PRO.
2. RS232 to TTL converter digunakan untuk mengubah level tegangan dari RS232 menjadi TTL karena zigbee bekerja pada level tegangan TTL.
3. USB to RS232 converter digunakan untuk mengubah level tegangan dari USB menjadi RS232.
4. Laptop sebagai *server*, pengendali, dan pemantau keadaan lampu pada masing-masing *slave*.

### 3.1.2 Perancangan Stasiun Slave

Stasiun *slave* berfungsi sebagai peralatan yang akan berhubungan langsung dengan lampu.

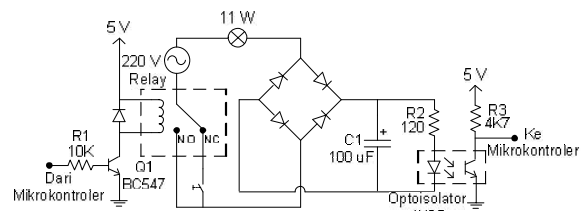


Gambar 3.3 Blok diagram *slave*.

Tiap-tiap bagian dari blok diagram sistem di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sama seperti pada stasiun *master*, zigbee pada stasiun *slave* digunakan sebagai perangkat komunikasi antara *master* dan *slave*.
2. Mikrokontroler ATmega8535 berfungsi untuk membaca sensor *optoisolator*, mengolah data yang diterima dari *master*, mengirimkan data kembali ke *master*, mengirimkan hasil pengolahan data kepada LCD, dan mengirimkan perintah kepada *port relay*.
3. Sensor *optoisolator* berfungsi sebagai pendeteksi kondisi lampu.
4. *Relay* difungsikan sebagai saklar elektronik yang akan memutuskan atau menyambung aliran arus yang melewati lampu.
5. Lampu sebagai objek yang dikendalikan oleh mikrokontroler berdasarkan perintah stasiun *master*.
6. LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi untuk menampilkan nilai keluaran dari *optoisolator*.

### 3.1.3 Perancangan Rangkaian Lampu, Relay, dan Sensor Optoisolator



Gambar 3.4 Rangkaian pengendali dan pendeteksi lampu..

Ketika pin dari mikrokontroler berlogika '1', maka kondisi transistor BC547 akan berubah menjadi tertutup. Saat terjadi aliran listrik yang melewati *relay*, kondisi '*normally open*' akan menjadi tertutup.

Selanjutnya lampu akan menyala karena adanya aliran listrik. LED pada *optoisolator* akan memancarkan cahaya kepada *phototransistor*. Pada saat menerima cahaya, *phototransistor* akan menjadi tertutup, lalu pin keluaran menuju mikrokontroler akan bernilai '0'.

### 3.2 Konfigurasi Alamat XBee-PRO Master dan Slave

Untuk mengubah konfigurasi yang ada pada modul XBee-PRO dapat dilakukan dengan dua cara. Cara pertama dengan memanfaatkan perangkat lunak X-CTU yang disediakan secara gratis untuk mengubah-ubah konfigurasi XBee-PRO. Cara kedua dengan menggunakan CodeVision AVR seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pengesetan alamat XBee-PRO

| No | Modul XBee-PRO Master | Modul XBee-PRO Slave 1 | Modul XBee-PRO Slave 2 |
|----|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 1  | ***                   | ***                    | ***                    |
| 2  | ATMY<CR>              | ATMY<CR>               | ATMY<CR>               |
| 3  | ATM2<CR>              | ATM1<CR>               | ATM1<CR>               |
| 4  | ATDL<CR>              | ATDL<CR>               | ATDL<CR>               |
| 5  | ATDL1<CR>             | ATDL2<CR>              | ATDL2<CR>              |
| 6  | ATWR<CR>              | ATWR<CR>               | ATWR<CR>               |
| 7  | ATCN<CR>              | ATCN<CR>               | ATCN<CR>               |

### 3.3 Perancangan Protokol Komunikasi Serial

Protokol didefinisikan sebagai sebuah aturan atau prosedur yang mengatur terjadinya hubungan dan perpindahan data. Pada tugas akhir ini, protokol digunakan untuk pengiriman data baik dari *master* menuju *slave* maupun dari *slave* menuju *master*. Format protokol yang digunakan pada tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar berikut.

| Data Packet |         |         |        |        |
|-------------|---------|---------|--------|--------|
| Start       | Address | Command | Data   | End    |
| 1 Char      | 1 Char  | 1 Char  | 1 Char | 1 Char |

Gambar 3.5 Format protokol komunikasi data

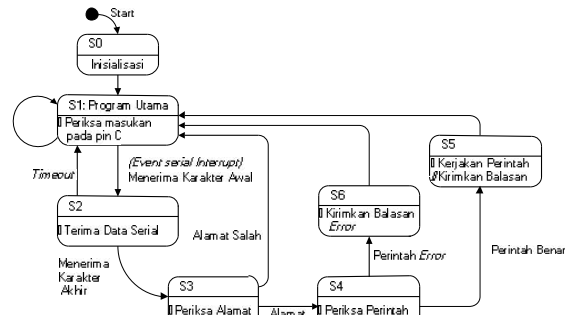
Tabel 3.2 Penjelasan protokol komunikasi data

| Blok    | Karakter | Keterangan   |
|---------|----------|--|
| Start   | :        | Tanda dimulainya pengiriman paket data   |
| Address | 1        | Alamat dari/ menuju <i>slave</i> 1   |
|         | 2        | Alamat dari/ menuju <i>slave</i> 2   |
| Command | S        | Perintah yang digunakan oleh <i>master</i> saat ingin menyalakan lampu                 |
|         | C        | Perintah yang digunakan oleh <i>master</i> saat ingin mematikan lampu                  |
| Data    | 0-f      | Nilai heksadesimal yang dikirimkan dari/ menuju <i>slave</i> .                         |
|         | E        | Karakter yang dikirimkan jika <i>slave</i> mengalami <i>error</i> saat penerimaan data |

|     |   |   |
|-----|---|---|
| End | ~ | Tanda berakhirnya pengiriman paket data |
|-----|---|---|

### 3.4 Perancangan Perangkat Lunak Pada Mikrokontroler

Gambar di bawah ini adalah diagram *state* sistem secara keseluruhan pada masing-masing *slave* pada mikrokontroler. Sistem ini akan secara terus menerus mengerjakan instruksi-instruksi pada bagian program utama kecuali pada saat data serial masuk.



Gambar 3.6 Diagram *statechart* pada stasiun *slave*.

Prosedur 'Inisialisasi' akan dikerjakan ketika mikrokontroler mulai dinyalakan atau mengalami *reset*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mematikan dan menyalakan lampu kemudian mengukur tegangannya. Di dalam prosedur ini dilakukan beberapa inisialisasi terhadap Port, Timer, USART, dan LCD.

Program utama ini akan meng-*update* nilai Port C berdasarkan kondisi lampu. Prosedur 'Terima Data' akan dikerjakan ketika terjadi interupsi serial yang diawali dengan penerimaan karakter ':'. Ketika terjadi penerimaan data serial tetapi setelah 10 milidetik tidak menerima karakter '~' maka interupsi berhenti lalu kembali ke program utama.

Jika alamat yang dikirim sudah sesuai, maka sistem akan menuju prosedur 'Periksa Perintah'. Sistem akan memeriksa perintah yang dikirimkan *master*. Pada sistem yang dibangun ini, *master* mula-mula akan meminta data kepada *slave* untuk dibandingkan dengan *database* yang ada pada *master*.

Apabila paket data dan perintah telah sesuai, lalu *slave* akan mengirimkan paket data yang berisi nilai yang diminta oleh *master*.

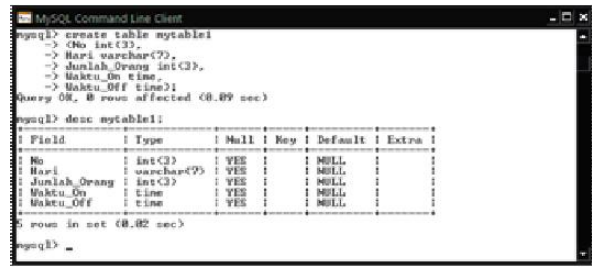
### 3.5 Perancangan Perangkat Lunak Pada Komputer

Diagram alir Delphi secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.7. Sistem pada komputer ini dirancang untuk dapat memilih dua mode, yaitu mode otomatis dan mode manual. Saat sistem mulai

dioperasikan, mode yang dipilih secara *default* adalah mode otomatis.

Pada mode otomatis, *master* akan terus-menerus mengirimkan perintah tiap 5 detik. Data balasan dari *slave* akan masuk ke *buffer* Delphi, kemudian data akan dibandingkan dengan data yang ada pada *database*. Jika data telah sesuai maka proses akan kembali ke awal, namun jika data tidak sesuai, maka data yang ada pada *slave* akan disesuaikan dengan data yang ada pada *database*.

Pada mode manual, lampu dapat dinyalakan atau dimatikan melalui combobox pada masing-masing lampu. Pada mode ini pengiriman protokol *request* akan dihentikan.



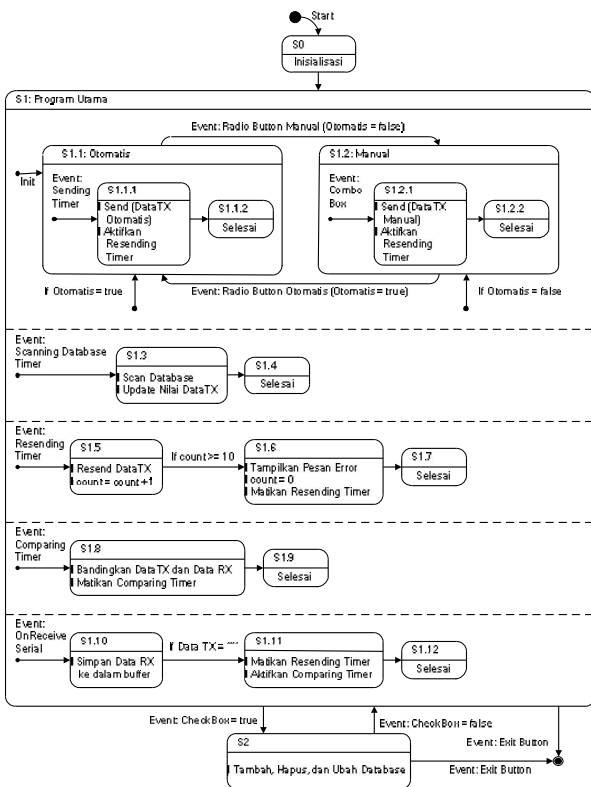
Gambar 3.8 Pembuatan tabel 'mytable1'.

### 3.7 Menghubungkan Delphi dengan MySQL

Untuk menghubungkan Delphi dengan MySQL diperlukan pengesetan beberapa properti komponen. Komponen-komponen yang diperlukan yaitu ZConnection, DBGrid, DataSource, dan ZTable seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Pengesetan properti komponen pada Delphi 7.0.

| No | Komponen    | Properti   | Nilai          |
|----|-------------|------------|----------------|
| 1  | ZConnection | Connected  | true           |
|    |             | Database   | mydatabase     |
|    |             | HostName   | localhost      |
|    |             | Name       | root           |
|    |             | Protocol   | mysql          |
| 2  | DBGrid      | DataSource | datasource1    |
|    |             | Name       | dbgriddata1    |
| 3  | DataSource  | DataSet    | tbldata1       |
|    |             | Name       | datasource1    |
| 4  | ZTable      | Active     | true           |
|    |             | Connection | zcon           |
|    |             | Name       | tbldata1       |
| 5  | DBGrid      | DataSource | datasource2    |
|    |             | Name       | dbgriddata2    |
| 6  | DataSource  | DataSet    | tbldata2       |
|    |             | Name       | DataSource2    |
| 7  | ZTable      | Active     | true           |
|    |             | Connection | zcon           |
|    |             | Name       | tbldata2       |
| 8  | DBGrid      | DataSource | datasourceholi |
|    |             | Name       | dbgridholi     |
| 9  | DataSource  | DataSet    | tbldataholi    |
|    |             | Name       | datasourceholi |
| 10 | ZTable      | Active     | true           |
|    |             | Connection | zcon           |
|    |             | Name       | tbldataholi    |
|    |             | TableName  | myholiday      |



Gambar 3.7 Diagram alir sistem pada Delphi.

### 3.6 Membuat Database MySQL

Gambar 3.8 menunjukkan proses pembuatan tabel 'mytable1' pada MySQL. Tabel 'mytable1' terdiri dari kolom 'No', 'Hari', 'Jumlah Mahasiswa', 'Waktu On', dan Waktu Off.

Jumlah tabel *database* yang digunakan pada tugas akhir ini sebanyak 3 tabel, yaitu 'mytable1', 'mytable2', dan 'myholiday'. Kolom 'mytable2' sama seperti 'mytable1', sedangkan tabel 'myholiday' terdiri dari kolom 'No', 'Tanggal Awal', 'Tanggal Akhir', dan 'Keterangan'.

## IV PENGUJIAN DAN ANALISA

### 4.1 Pengujian Rangkaian Lampu, Relay dan Optoisolator



Tabel 4.1 Hasil pengujian rangkaian lampu, relay, dan optoisolator.

| Lampu No | Tegangan Masukan (Volt) | Logika Masukan | Tegangan Keluaran (Volt) | Logika Keluaran | Kondisi Relay | Kondisi Lampu |
|----------|-------------------------|----------------|--------------------------|-----------------|---------------|---------------|
| A1       | 0                       | 0              | 5,20                     | 1               | Tertutup      | Mati          |
|          | 4,80                    | 1              | 0,08                     | 0               | Tertutup      | Nyala         |
| B1       | 0                       | 0              | 5,20                     | 1               | Tertutup      | Mati          |
|          | 4,95                    | 1              | 0,09                     | 0               | Tertutup      | Nyala         |
| C1       | 0                       | 0              | 5,21                     | 1               | Tertutup      | Mati          |
|          | 4,81                    | 1              | 0,09                     | 0               | Tertutup      | Nyala         |
| D1       | 0                       | 0              | 5,21                     | 1               | Tertutup      | Mati          |
|          | 4,79                    | 1              | 0,08                     | 0               | Tertutup      | Nyala         |
| A2       | 0                       | 0              | 5,13                     | 1               | Tertutup      | Mati          |
|          | 4,73                    | 1              | 0,10                     | 0               | Tertutup      | Nyala         |
| B2       | 0                       | 0              | 5,13                     | 1               | Tertutup      | Mati          |
|          | 4,93                    | 1              | 0,08                     | 0               | Tertutup      | Nyala         |
| C2       | 0                       | 0              | 5,13                     | 1               | Tertutup      | Mati          |
|          | 4,76                    | 1              | 0,10                     | 0               | Tertutup      | Nyala         |
| D2       | 0                       | 0              | 5,13                     | 1               | Tertutup      | Mati          |
|          | 4,73                    | 1              | 0,13                     | 0               | Tertutup      | Nyala         |

Berdasarkan data pada Tabel 4.1, hasil yang diperoleh menunjukkan kesesuaian antara hasil pengujian dengan teori yang telah dijelaskan pada subbab 3.1.3, yaitu

#### 4.2 Pengujian XBee-PRO

Tabel 4.2 Hasil pengujian komunikasi data XBee-PRO saat penerima di luar ruangan (*line of sight*)

| Jarak (m) | Data Yang Dikirim   | Data Yang Diterima  | Keterangan            |
|-----------|---|---|-----------------------|
| 1         | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | Terkirim              |
| 25        | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | Terkirim              |
| 50        | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | Terkirim              |
| 75        | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | Terkirim              |
| 100       | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | Terkirim              |
| 125       | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | Terkirim              |
| 150       | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | Terkirim<br>Tersendat |
| 175       | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | Terkirim<br>Tersendat |
| 200       | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | Terkirim<br>Tersendat |

Tabel 4.3 Hasil pengujian komunikasi data XBee-PRO saat penerima di dalam ruangan (*indoor*).

| Jarak (m) | Data Yang Dikirim   | Data Yang Diterima  | Keterangan            |
|-----------|---|---|-----------------------|
| 20        | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | Terkirim              |
| 40        | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | Terkirim              |
| 70        | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | Terkirim              |
| 80        | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | Terkirim<br>Tersendat |
| 100       | ABCDEFGHIJKLMNQRSTUW<br>XYZ0123456789abodefghij<br>klmnopqrstuvwxyz | -   | Tidak<br>Terkirim     |

Dari data yang diperoleh pada Tabel 4.2, dapat dilihat data yang dikirim maupun yang diterima sampai dengan jarak 200 meter telah sesuai tanpa kehilangan satu karakter pun..

Berdasarkan data pada Tabel 4.3, data dapat diketahui bahwa penerima sanggup menerima data sampai dengan jarak 90 meter. Dapat disimpulkan percobaan ini telah sesuai dengan *user manual* XBee-PRO.

#### 4.4 Pengujian Protokol Komunikasi dan Diagram Statechart

Pengujian protokol komunikasi dan diagram *statechart* ini dilakukan berdasarkan langkah-langkah yang dirancang pada Gambar 3.6 dan protokol pada Tabel 3.2.

Tabel 4.4 Hasil pengujian protokol komunikasi dan diagram *statechart slave 1*.

| No | Data Perintah | Data Balasan | Keterangan   |
|----|---------------|--------------|--|
| 1  | Selain :      | -            | Tidak ada balasan  |
| 2  | :             | -            | Tidak ada balasan  |
| 3  | :~            | -            | Tidak ada balasan  |
| 4  | :1~           | :1RE~        | Slave 1 memberikan balasan <i>error</i>  |
| 5  | :1R~          | :1RE~        | Slave 1 memberikan balasan <i>error</i>  |
| 6  | :1Sf~         | :1Sf~        | Slave 1 memberikan balasan ':1Sf~' ketika semua lampu berhasil di- <i>set</i> oleh mikrokontroler <i>slave 1</i>   |
| 7  | :1C0~         | :1C0~        | Slave 1 memberikan balasan ':1Sf~' ketika semua lampu berhasil di- <i>clear</i> oleh mikrokontroler <i>slave 1</i> |

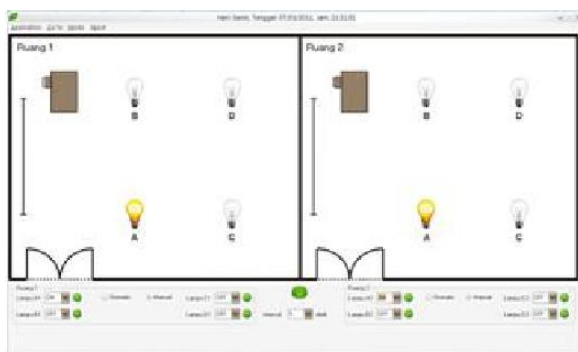
Berdasarkan hasil pengujian yang diperlihatkan pada Tabel 4.4, semua rancangan yang telah dibuat

pada Gambar 3.6 dan protokol pada Tabel 3.2 berhasil digunakan.

#### 4.5 Pengujian Sistem Mode Manual



Gambar 4.6 Tampilan mode manual saat awal.



Gambar 4.7 Tampilan mode manual setelah dinyalakan melalui combobox.

Pengujian dilakukan dengan menyalakan lampu 'A' pada ruangan 1 dan lampu 'A' pada ruangan 2 melalui combobox masing-masing lampu. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.7.

Berdasarkan hasil pengujian, tampilan pada Delphi telah sesuai dengan kondisi lampu *slave 1* dan *slave 2* yang dikendalikan secara manual, begitu pula dengan lampu yang dapat nyala atau mati sesuai dengan yang diperintahkan.

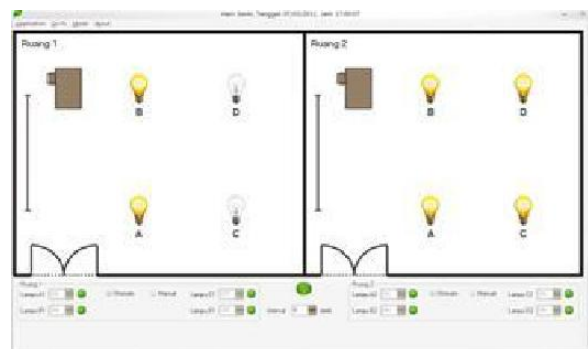
#### 4.6 Pengujian Sistem Dengan Mode Otomatis

Tabel 4.5 Jadwal pengujian saat mode otomatis.

| Tabel Ruang | Hari  | Jumlah Orang | Waktu Nyala | Waktu Mati |
|-------------|-------|--------------|-------------|------------|
| 1           | Senin | 16           | 17:00:00    | 21:30:00   |
| 2           | Senin | 26           | 17:00:00    | 18:30:00   |



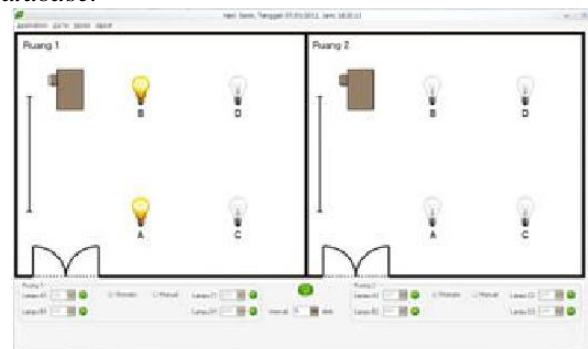
Gambar 4.9 Tampilan aktual 'formstatus' pada pukul 16:59:48.



Gambar 4.10 Tampilan aktual 'formstatus' pada pukul 17:00:07.

Dari Gambar 4.10 dapat dilihat, lampu pada kedua ruang menyala berdasarkan jadwal yang ada pada *database*. Pada ruang pertama lampu hanya menyala setengah dari jumlah keseluruhan lampu, hal ini dikarenakan jumlah mahasiswa yang terdaftar pada *database* kurang dari setengah kapasitas ruangan, sedangkan pada ruangan kedua jumlah mahasiswa melebihi setengah kapasitas ruangan.

Gambar 4.11 memperlihatkan lampu pada ruangan kedua telah dimatikan. Hal ini disebabkan karena waktu telah melewati jadwal yang ada pada *database*.



Gambar 4.11 Tampilan aktual 'formstatus' pada pukul 18:30:13.

## V PENUTUP

### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. XBee-PRO mampu berkomunikasi sampai dengan jarak 200 meter pada saat mode *line of sight*, sedangkan pada mode *indoor* hanya sampai dengan jarak 90 meter.
2. Sistem pada stasiun *master* maupun pada stasiun *slave* telah berjalan dengan baik, hal ini ditandai dengan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan. Masing-masing stasiun mampu menerjemahkan paket data yang dikirimkan.
3. Logika keluaran Optoisolator bernilai '0' saat mendeteksi lampu menyala, sedangkan saat lampu dalam keadaan mati optoisolator akan memberikan logika '1'. Namun hasil yang ditampilkan pada LCD maupun yang dikirimkan menuju master menunjukkan logika yang berlawanan, hal ini dikarenakan terjadi manipulasi logika pada mikrokontroler.
4. Pada pengujian sistem secara keseluruhan, saat mode otomatis lampu akan menyala sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dan banyaknya lampu yang menyala sesuai dengan jumlah mahasiswa yang tertera pada *database*.

### 5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut, maka penulis memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Perlu ditambahkan beberapa sensor ke dalam sistem, seperti sensor cahaya dan sensor inframerah, sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan lampu pada ruang kuliah karena tidak hanya menggunakan parameter jadwal yang ada pada *database*.
2. Pada penelitian lanjutan, diharapkan adanya penggunaan metode kontrol yang lebih kompleks agar penggunaan lampu menjadi lebih optimal sehingga dapat mengefisienkan energi yang terpakai.
3. Agar lebih fleksibel jika terjadi penambahan stasiun *slave*, maka perlu dibuat program antar muka yang bersifat *expandable*, sehingga tidak perlu mengubah program tersebut.
4. Untuk mendapatkan jangkauan komunikasi yang lebih jauh, dapat menggunakan sistem jaringan yang lebih kompleks pada zigbee ataupun mengganti XBee-PRO dengan *radio frequency* jenis lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Joni, I.M. & Budi, R., *Pemrograman C dan Implementasinya*, Penerbit Informatika, Bandung, 2006.
- [2] Prabowo, Adityo, *Perancangan MySQL Cluster Untuk Mengatasi Kegagalan Sistem Basis Data Pada Sisi Server*, Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Desember, 2010.
- [3] Madcoms, *Pemrograman Borland Delphi 7*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006.
- [4] Sudjadi, *Teori dan Aplikasi Mikrokontroler*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005.
- [5] Wahana Komputer, *Aplikasi Cerdas menggunakan Delphi*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2009.
- [6] Wardhana, Lingga, *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006
- [7] -----, *ATmega8535 Data Sheet*, <http://www.atmel.com>. Januari 2010.
- [8] -----, *Interfacing AC Line*, <http://www.andrewkilpatrick.org>. Januari 2010.
- [9] -----, *Komunikasi USART*, <http://payztronics.blogspot.com>. Januari 2010.
- [10] -----, *Koneksi Database Dengan Delphi, MySQL, dan Zeos*, <http://jokorb.wordpress.com>. Juli 2010.
- [11] -----, *Optoisolator 4N25*, <http://www.fairchildsemi.com>. Januari 2010.
- [12] -----, *Pengembangan Pembangkit Tenaga Listrik Indonesia Dengan Pengaruh Kebutuhan dan Lingkungan*, <http://rindyduck26.blogspot.com>. Januari 2011.
- [13] -----, *XBee Pro User Manual*, <http://www.digi.com>. Januari 2010.



## BIODATA MAHASISWA



**Julian Ilham (L2F005546)**

Lahir di Jakarta, 11 Juli 1987. Saat ini sedang melanjutkan studi pendidikan strata I di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Konsentrasi Kontrol.

Mengetahui dan mengesahkan,

Dosen Pembimbing I      Dosen Pembimbing II

|                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| <u>Sumardi, ST, MT</u> | <u>Iwan Setiawan, ST, MT</u> |
| NIP                    | NIP                          |
| 196811111994121001     | 197309262000121001           |
| Tanggal: _____         | Tanggal: _____               |