

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI WIRELESS SENSOR NETWORK MENGUNAKAN RADIO FREKUENSI PADA GELANG KONSER

Leina Zainabi Saifillah¹, Gita Indah Hapsari², Anang Sularsa³

1, 2, 3 Prodi D3 Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹leinazainabis@gmail.com, ²gitaindahhapsari@tass.telkomuniversity.ac.id,

ananks@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Perkembangan Teknologi yang sangat pesat telah membawa dampak yang cukup besar terhadap dunia hiburan, salah satu dampaknya adalah penggunaan aksesoris konser berupa LED *stick*. Aksesoris ini berupa alat yang dipegang oleh penonton dalam konsep konser *glow in the dark*. Karena teknologi semakin maju maka aksesoris konser pun semakin canggih. Pada proyek akhir ini, pembuatan gelang konser merupakan salah satu revolusi dari LED *stick*, penggunaan gelang konser lebih efektif dibandingkan dengan LED *stick*, gelang konser ini dirancang dalam bentuk gelang serta dengan teknologi yang lebih canggih yaitu berbasis *wireless sensor network* menggunakan gelombang radio sebagai perantaranya dengan metode *broadcast*, sehingga cahaya yang dikeluarkan gelang konser yang satu dengan yang lainnya dapat selaras baik dari warna maupun *blink*. Gelang konser ini bekerja apabila *transmitter* mendapatkan *input* berupa suara yang didapat dari sensor suara dan diproses pada mikrokontroler *transmitter* kemudian dikirimkan menggunakan gelombang radio ke masing-masing gelang sehingga menghasilkan *output* cahaya. Pengujian gelang konser ini dilaksanakan di Aula Telkom University.

Kata Kunci : *Wireless Sensor Network, Gelombang Radio, Sensor Suara.*

Abstract

Technological developments are very rapidly has created a very big world, one of the functions is the use of concert accessories in the form of a stick. This accessory is a device held by the audience in the concert concept of glow in the dark. Because of the advanced technology then the more competitive headset. In this final project, concert bracelet making becomes one of the revolution of the LED stick, the bracelet function is more effective than the LED stick, the exercise is done in the form of bracelet and with more sophisticated technology that is based on wireless sensor network using radio frequency as a broadcast method, the light plan issued from one concert to another is in harmony with both color and blink. This concert bracelet works when the transmitter gets input in the form of sound obtained from the sound sensor and processed on the transmitter microcontroller then sent using radio waves to each bracelet so produce output light. This concert bracelet test held in Telkom University Hall.

Keywords: *Wireless Sensor Network, Radio Frequency, Sound Sensor.*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sedemikian pesat telah membawa dampak yang besar terhadap kehidupan manusia dalam

kegiatan sehari-hari, salah satunya di bidang hiburan. Penggunaan teknologi di bidang hiburan salah satunya yaitu penggunaan LED *Stick*. LED *Stick* ini adalah properti yang sangat sering

digunakan oleh penonton konser, tetapi LED *stick* kurang efektif karena penggunaannya dengan cara dipegang dan tidak dikendalikan sehingga warna dan *blink* tidak beraturan.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia di berbagai bidang mendorong kebutuhan suatu sistem yang lebih efektif. Gelang konser adalah pengganti LED *Stick* sebagai properti konser yang digunakan oleh penonton dengan metode *broadcast* yaitu dari *transmitter* dikirimkan pada (gelang konser) sehingga gelang satu dengan yang lainnya dapat memiliki warna dan *blink* yang sama. Pada umumnya gelang konser menggunakan media *Bluetooth* , *wifi* atau *remote control*.

Pada kali ini penulis akan membuat gelang konser berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) menggunakan media *Radio Frequency* dengan *input* melalui sensor suara berdasarkan amplitudo yang di proses sehingga menghasilkan *output* berupa cahaya pada gelang konser.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat ditentukan rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana cara kerja *Radio Frequency* dalam mengirimkan data berupa nilai data sensor suara pada *transmitter* ke gelang konser sehingga mengeluarkan *output* berupa cahaya ?
2. Bagaimana cara kerja *Wireless Sensor Network* menggunakan *Radio Frequency* pada gelang konser ?
3. Bagaimana cara kerja LED agar dapat berubah warna dan *blink* cepat atau lambat berdasarkan amplitudo ?

1.3 Tujuan

Atas dasar masalah yang ditulis dalam perumusan masalah di atas, maka tujuan pembuatan Proyek akhir ini adalah :

1. Menggunakan cara kerja *Radio Frequency* untuk mengirimkan data berupa nilai data sensor suara pada *transmitter* ke gelang konser sehingga mengeluarkan *output* berupa cahaya.
2. Merancang dan mengimplementasikan gelang konser berbasis *Wireless Sensor Network* menggunakan *Radio Frequency* agar *transmitter* dapat mengontrol gelang konser.
3. Merancang gelang konser agar dapat berubah warna dan *blink* berdasarkan amplitudo.

1.4. Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya bahasan masalah yang akan diteliti, maka dibatasi masalah yang berkaitan dengan perancangan dan implementasi *Wireless Sensor Network* menggunakan *Radio Frequency* pada gelang konser ini, yaitu sebagai berikut :

1. Alat yang dibuat berupa prototipe, yaitu satu prototipe *transmitter* dan dua prototipe gelang konser.
2. Gelang konser ini berbasis *Wireless Sensor Network* menggunakan *Radio Frequency*.
3. Alat yang digunakan pada *transmitter* yaitu mikrokontroler, *radio frequency* dan sensor suara.
4. Alat yang digunakan pada gelang konser yaitu mikrokontroler, *radio frequency* dan LED *strip*.
5. Menggunakan *radio frequency Xbee S2C Pro* dengan protokol *Xbee 802.15.4*
6. Menggunakan mikrokontroler *Arduino nano*.
7. Menggunakan sensor suara *AGC-GY Max9814*
8. Menggunakan *LED Strip* tipe 5050 RGB
9. LED akan berubah warna dan *blink* berdasarkan amplitudo.
10. Warna LED berubah dalam 3 warna yaitu *Red, Green, dan Blue*.
11. Pengujian *loss* pada *indoor* antara *transmitter* dengan *receiver* maksimal 20 meter.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Teori Dasar

2.1.1 Wireless Sensor Network

Wireless Sensor Network pada umumnya digunakan untuk *monitoring, tracking* dan *pengaturan*. Salah satu contoh implementasi *Wireless Sensor Network* adalah pengaturan atau kontrol alat elektronik. Misalnya menghidupkan dan menyalakan lampu yang dilakukan secara manual perlu mencari saklar lampu terlebih dahulu, pada implementasi *Wireless Sensor Network*, alat elektronik yang digunakan secara manual dapat dikontrol dengan mudah tanpa perlu mencari saklar untuk mematikan lampu. [1]

2.1.2 Radio Frequency

Radio Frequency merupakan media komunikasi melalui udara dengan menggunakan gelombang radio dan arus bolak-balik yang membawa sinyal radio. *Radio Frequency* memiliki tingkat osilasi kisaran 3KHz – 300GHz.[1]

2.1.3 Arduino Nano 3.x (ATmega328)



Gambar 1 Arduino Nano (ATmega328)

Pada Gambar 1 merupakan modul *Arduino Nano*, Modul *Arduino Nano* merupakan papan mikrokontroler yang berbasis *ATmega328*. *Arduino Nano* tidak menyertakan colokan DC berjenis *Barrel Jack*, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. *Arduino Nano* dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech.[2]

Pada Tabel 2 Di bawah ini adalah spesifikasi dari *Arduino Nano* :

Tabel 1 Spesifikasi Arduino Nano (ATmega328)

NO	SPEKIFIKASI	KETERANGAN
1	<i>Mikrokontroler</i>	Atmel ATmega328
2	<i>Arsitektur</i>	AVR

3	<i>Tegangan Operasi</i>	5V
4	<i>Input Voltage</i>	7-12V
5	<i>Pin Digital I/O</i>	22
6	<i>PWM Output</i>	6
7	<i>Pins Input Analog</i>	8
8	<i>Arus DC per pin I/O</i>	40mA
9	<i>Flash Memory</i>	32KB (2KB digunakan untuk bootloader)
10	<i>Power Consumption</i>	19Ma
11	<i>SRAM</i>	2KB
12	<i>EEPROM</i>	1KB
13	<i>Clock Speed</i>	16 MHz
14	<i>Ukuran</i>	1.85cm x 4.3cm
15	<i>Berat</i>	7g

2.1.4 XBEE PRO S2C

Pada Gambar 2 merupakan *Xbee Pro S2C* yang merupakan protokol radio frekuensi yang berfungsi sebagai media komunikasi. Protokol komunikasi untuk *Xbee Pro S2C* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Xbee 802* yang dapat digunakan untuk membuat jaringan pribadi dengan konsumsi daya rendah tetapi memiliki performa yang baik.[3]



Gambar 2 Xbee Pro S2C

Berikut spesifikasi Modul *Xbee Pro S2C* yang ditunjukkan pada Tabel 3 di bawah ini :

Tabel 2 Spesifikasi Xbee Pro S2C[4]

NO	SPESIFIKASI	KETERANGAN
1	Jangkauan komunikasi Indoor	Up to 90 m
2	Jangkauan Komunikasi Outdoor	Up to 3200 m
3	RF data rate	250.000 b/s
4	Tegangan kerja	2.7 – 3.6 V
5	Arus Kerja (TX)	120 mA
6	Arus Kerja (RX)	31 mA
7	Tegangan Input (Adapter)	5 V
8	USB	USB 2.0 Mini B

2.1.5 LED Strip



Gambar 3 LED Strip 5050 RGB

Gambar 3 merupakan LED Strip RGB 5050 RGB yaitu jenis *flexible LED strip* yang banyak digunakan. LED Strip RGB ini memiliki 3 variasi warna , yaitu merah, hijau dan biru.

Berikut spesifikasi LED Strip RGB 5050 yang ditunjukkan pada Tabel 4 di bawah ini :

Tabel 3 Spesifikasi LED Strip 5050 RGB[5]

NO	SPESIFIKASI	KETERANGAN
1	LED	5050 RGB
2	Dimension	42x10mm
4	Voltage	5 V

2.1.6 Sensor Suara

Gambar 4 merupakan *Sensor Suara Max9814*, Adapun spesifikasi *Sensor Suara Max9814* di tunjukan pada Tabel 5.



Gambar 4 Sensor Suara Max9814

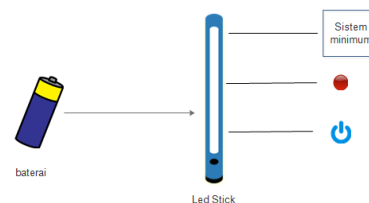
Tabel 4 Spesifikasi Sensor Suara Max9814[6]

NO	SPESIFIKASI	KETERANGAN
1.	Supply Voltage	2.7 V to 5.5 V
2.	Output	2Vpp on 1.25V bias
3.	Frequency Response	20Hz – 20 KHz
4.	Automatic gain	40dB, 50dB or 60dB

3. Perancangan

3.1 Analisis

3.1.1 Gambaran Sistem Saat Ini



Gambar 5 Gambar Sistem Saat Ini

Pada Gambar 5 merupakan Gambar sistem saat ini. Sistem LED *concert* saat ini masih menggunakan LED *stick* sebagai properti yang digunakan oleh penonton konser. LED *stick* ini hanya dapat dikontrol oleh pengguna, sehingga perubahan warna serta *blink* pada LED *stick* antara pengguna satu dengan pengguna yang lain tidak serasi. Agar perubahan warna serta *blink* dapat diserasikan, maka dibutuhkan *transmitter* yang dapat mengontrol seluruh gelang pengguna dengan metode *broadcast*.

3.1.2 Blok Diagram / Topologi Sistem

Pada Gambar 6 merupakan blok diagram sistem saat ini.



Gambar 6 Blok Diagram Sistem Saat Ini

3.1.3 Cara Kerja Sistem

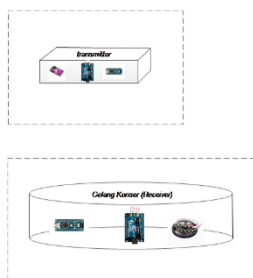
1. LED *Stick* dihidupkan menggunakan baterai sebagai dayanya.
2. Terdapat *switch on/off* pada sistem minimum untuk mengontrol LED *stick*
3. LED *stick* menyala apabila *switch on* ditekan dan mengeluarkan cahaya berupa LED.
4. LED *stick* mengeluarkan cahaya tidak berdasarkan amplitudo sehingga warna dan *blink* tidak beraturan.
5. LED *stick* mati apabila *switch off* ditekan.

3.1 Perancangan

3.2.1 Gambaran Sistem Usulan

- a. *Hardware* (Desain)

Adapun Perancangan prototipe seperti pada Gambar 7.

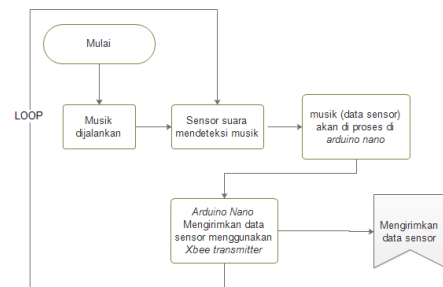


Gambar 4 Gambaran Sistem Usulan

Pada gambar 7 terdapat perancangan prototipe *transmitter* dan gelang konser. Pada perancangan prototipe *transmitter* terdapat mikrokontroler, *radio frequency* dan sensor suara, *transmitter* ini akan mengirimkan data analog sensor ke gelang konser. Pada prototipe gelang konser terdapat mikrokontroler, *radio frequency* dan LED *strip*.

- b. *Software* (Flowchart)

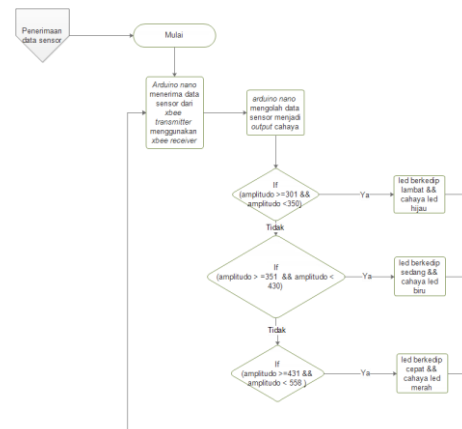
Pada Gambar 8 merupakan *flowchart transmitter*.



Gambar 5 Flowchart Transmitter

Musik dimainkan menggunakan *handphone* atau *laptop* kemudian suara musik dikeluarkan melalui *speaker*, sensor suara akan mendeteksi musik yang dikeluarkan dari *speaker* lalu musik diproses di *Arduino nano* yang ada pada *transmitter* dan dikirimkan melalui *Xbee transmitter* ke *receiver* (gelang konser).

Berikut *flowchart receiver* (gelang konser) ditunjukkan pada Gambar 9 .

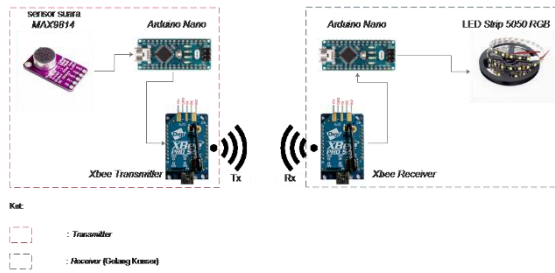


Gambar 6 Flowchart Receiver (gelang konser)

Xbee receiver akan menerima nilai data sensor suara yang dikirimkan oleh *Xbee transmitter* kemudian akan diproses pada *arduino nano* menjadi *output* cahaya berdasarkan amplitudo. Jika amplitudo atau *volume* suara kecil maka LED akan berwarna hijau dan berkedip lambat , jika amplitudo suara sedang maka LED akan berwarna biru dan berkedip sedang, jika amplitudo suara keras maka LED akan berwarna merah dan berkedip cepat.

3.2.2 Blok Diagram/ Topologi Sistem

Pada Gambar 10 merupakan blok diagram sistem usulan sebagai berikut.



Gambar 7 Blok Diagram Sistem Usulan

3.2.3 Cara Kerja

1. Sensor Suara akan mendeteksi musik dari speaker.
2. Kemudian musik akan diproses pada *Arduino Nano* berdasarkan amplitudo.
3. *Transmitter* akan mengirimkan musik yang telah diproses ke *arduino nano* pada receiver (gelang konser).
4. *Arduino nano* pada receiver mengubah musik menjadi *output* berupa cahaya yang dihasilkan oleh *LED strip* RGB.

3.2.4 Spesifikasi Sistem

Adapun spesifikasi sistem pada perancangan proyek akhir ini sebagai berikut :

3.2.4.1 Topologi Wireless Sensor Network

Pada penelitian ini topologi yang digunakan adalah topologi *star*. Topologi *star* merupakan bentuk topologi yang menghubungkan satu node ke node-node yang lain. Pada kasus ini topologi *star* menghubungkan antara *transmitter* dengan beberapa gelang konser.

Berikut Gambar 11 merupakan *Topologi Star Wireless Sensor Network*.



Gambar 8 Topologi Star Wireless Sensor Network

3.2.4.2 Perangkat Keras

Pada Tabel 6 di bawah ini merupakan Spesifikasi *Hardware* pada *transmitter*.

Tabel 5 Spesifikasi *Hardware* pada *Transmitter*

Hardware	Jumlah	Fungsi
Analog Sensor Suara	1 Buah	Untuk mendeteksi suara dari speaker
Arduino Nano ATmega328	1 Buah	Untuk mengolah data suara yang dideteksi oleh sensor suara
Xbee Pro S2C	1 Buah	Untuk mengirim data suara yang telah diolah di <i>arduino</i> ke <i>receiver</i>
Chassis plastik	1 Buah	Sebagai kerangka atau

Hardware	Jumlah	Fungsi
		<i>transmitter cover</i>

Pada Tabel 7 di bawah ini merupakan Spesifikasi *Hardware* pada gelang konser.

Table 6 Spesifikasi *Hardware* pada Gelang Konser

Hardware	Jumlah	Fungsi
<i>Arduino Nano ATmega328</i>	1 Buah	Untuk mengolah data suara yang diterima dari <i>transmitter</i> menjadi <i>output</i> cahaya
<i>Xbee Pro S2C</i>	1 Buah	Untuk menerima data suara dari <i>transmitter</i>
<i>LED Strip 5050 RGB</i>	1 Buah	Sebagai komponen <i>output</i> cahaya
Kain <i>Velcro</i> ukuran 2.5cm	1 Buah	Peranti melingkar sebagai gelang

3.2.4.2 Perangkat Lunak

Pada Tabel 8 di bawah ini merupakan spesifikasi *software* sebagai berikut :

Tabel 7 Spesifikasi *Software*

Software	Fungsi
<i>Arduino IDE</i>	<i>Software</i> untuk memrogram <i>Arduino nano</i>

Software	Fungsi
<i>Processing</i>	Mengolah Suara Digital yang dideteksi oleh sensor suara
X-CTU	Untuk mengkonfigurasi <i>Xbee</i>

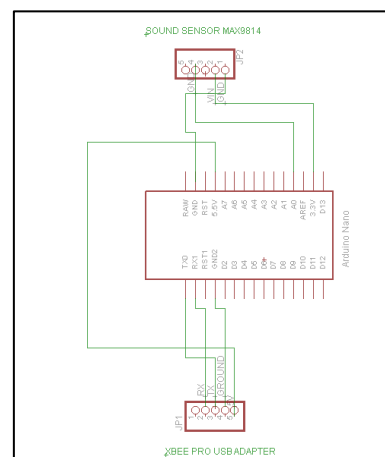
4. Pengujian

4.1 Rangkaian Skematik

Rangkaian skematik alat dibuat menggunakan *software EAGLE*, setiap komponen di hubungkan berdasarkan *datasheet* masing-masing komponen.

4.1.1 Rangkaian Skematik transmitter

Pada Gambar 12 merupakan Rangkaian skematik *transmitter*.

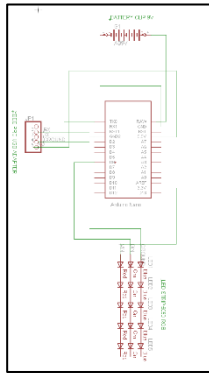


Gambar 9 Rangkaian Skematik *Transmitter*

Pada rangkaian ini komponen yang digunakan adalah *Arduino Nano*, sensor suara dan *Xbee Pro S2C*.

4.1.2 Rangkaian Skematik Gelang Konser

Pada Gambar 13 merupakan rangkaian skematik gelang konser.



Gambar 10 Rangkaian Skematik Gelang Konser

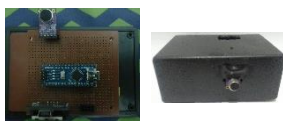
Pada rangkaian ini, komponen yang digunakan yaitu *arduino nano*, *Xbee Pro S2C*, baterai 9V beserta *clip* baterai dan *LED strip 5050 RGB*.

4.2 Prototipe

Prototipe Pengendali dan gelang konser dibuat berdasarkan rangkaian skematik dan desain *hardware* yang telah ditentukan.

4.2.1 Prototipe Transmitter

Modul *transmitter PCB* yang digunakan adalah *single side PCB*. *Arduino Nano*, sensor suara dan *Xbee Pro S2C* dipasangkan menggunakan pin Header yang disolder di PCB terdapat baterai 9V sebagai sumber daya. Pada Gambar 14 merupakan prototipe *transmitter*.



Gambar 11 Prototipe Transmitter

4.2.1 Prototipe Gelang Konser

Modul gelang konser tidak menggunakan PCB, semua komponen langsung dipasangkan pada *Arduino nano* supaya prototipe lebih terlihat sederhana. Adapun komponen yang langsung dipasangkan pada *Arduino nano* adalah *Xbee pro S2C* dan *LED strip RGB 5050*. Berikut prototipe gelang konser pada Gambar 15.



Gambar 12 Prototipe gelang konser

4.3 Pengujian

Pengujian pada penelitian ini dilakukan pada modul komunikasi *Xbee*, sensor suara dan pengujian sistem keseluruhan.

4.3.1 Pengujian Xbee Pro S2C

Pengujian *Xbee* dilakukan *indoor*. Tujuan dilakukannya pengujian *Xbee Pro S2C* adalah untuk mengetahui jarak komunikasi yang dapat ditempuh oleh modul *Xbee* serta mengetahui data *loss* yang diakibatkan oleh penghalang pada implementasi *indoor*.

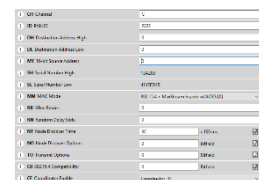
4.3.1.1 Konfigurasi Xbee dengan X-CTU

Berikut Gambar 16 merupakan topologi *star* yang digunakan pada penelitian gelang konser.



Gambar 13 Topologi Star

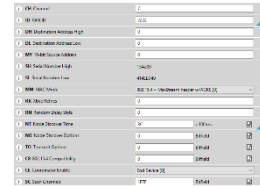
Pada penelitian ini jumlah modul *Xbee* yang digunakan adalah tiga buah, yaitu 1 sebagai *transmitter* dan 2 sebagai *receiver*. Protokol komunikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *Xbee 802.15.4* menggunakan metode *broadcast*. Topologi *wireless sensor network* yang digunakan yaitu topologi *star*. Gambar 17 merupakan konfigurasi *Xbee* pada *transmitter* sebagai *coordinator*.



Gambar 14 Konfigurasi Xbee pada Transmitter

PAN ID yang digunakan di ketiga *Xbee* adalah 2222. *Xbee* pada *transmitter* sebagai *coordinator*. Berikut Gambar 18 merupakan konfigurasi untuk *Xbee* pada gelang konser.

Gambar 15 konfigurasi *Xbee* pada Gelang Konser



Xbee pada gelang konser sebagai *end device*.

4.3.1.2 Program Pengujian *Xbee*

Pada pengujian ini dilakukan pengujian antara dua *Xbee* menggunakan *arduino IDE*. Gambar 19 merupakan potongan program untuk *Xbee transmitter* dan Gambar 20 merupakan potongan program untuk *Xbee*.

Gambar 16 Potongan Program *Xbee Transmitter*

```
//Send the message:
delay(100);
Serial.print('<'); //Starting symbol
Serial.print(value);//Value from 0 to 255
Serial.println('>');//Ending symbol

void loop() {
  while (Serial.available() > 0) { //selama terdapat data serial yang terbaca maka:
    incomingByte = Serial.read(); // simpan data serial di variabel incomingByte
    if (incomingByte == '<') { //jika karakter pertama yang diterima adalah '<' maka :
      started = true; //mulai pembacaan serial
      index = 0; //index array mulai dari 0
      msg[index] = '\0';
      //isi variable msg pada array pertama dengan '\0' atau kosong
      else if (incomingByte == '>') { //jika karakter yang diterima adalah '>' maka :
        ended = true; //hentikan pembacaan serial
        break;
      } //break --> keluar dari perulangan while
      else {
        if (index < 4) { //jika index array kurang dari 4, maka :
          msg[index] = incomingByte; //isi variable msg array ke-index dengan incoming byte
          index++; //tambah index array
          msg[index] = '\0'; //pastikan variabel msg array berikutnya kosong
        }
      }
    }
    if (started && !ended) { //jika status started&ended true, maka
      int value = atoi(msg); //konversi ascii ke integer
      Serial.println(value); //tampilkan value di serial monitor
      index = 0; //kembalikan nilai index ke 0
      msg[index] = '\0'; //kosongkan isi variable msg index ke 0
      started = false; //ubah kembali status started menjadi false
      ended = false; //ubah kembali status started menjadi false
    }
  }
}
```

Gambar 17 Potongan Program *Xbee* Gelang Konser

4.3.1.3 Skenario Pengujian Komunikasi *Xbee*

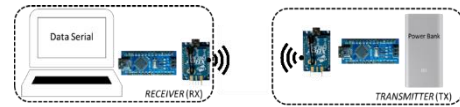
Pengujian *indoor* dilakukan di dalam kampus Fakultas Ilmu Terapan dengan dua kondisi yaitu kondisi dengan hambatan atau *non line of sight* (non-LOS) dan kondisi tanpa hambatan atau *line of sight* (LOS). Pada Gambar 21 merupakan pengujian non-LOS *indoor*. Gambar 22 merupakan pengujian LOS *indoor*.

Gambar 18 Pengujian non-LOS *indoor*

Gambar 19 Pengujian LOS *indoor*



Pada Gambar 23 merupakan blok diagram penggunaan *Xbee*.



Gambar 20 Blok Diagram Penggunaan *Xbee*

Pada *transmitter* alat yang digunakan adalah *Xbee Pro S2C*, *Arduino nano* dan *power bank*. Pada bagian alat yang digunakan adalah *Xbee pro S2C*, *Arduino Nano* dan *laptop*. *Xbee transmitter* akan mengirimkan data serial berupa angka.

4.3.1.4 Hasil Pengujian *Xbee Pro S2C*

Pengujian non-LOS *indoor* komunikasi *Xbee* dapat menjangkau 20 meter, pengujian dilakukan di dalam kampus Fakultas Ilmu Terapan E5 Lantai 4 sampai ke Lift Lantai 2, pada pengujian non-LOS terdapat banyak tembok yang menjadi penghalang sehingga komunikasi *Xbee* hanya mampu berkomunikasi sampai jarak 20 meter. Berikut Tabel 9 pengujian non-LOS, pada jarak 20 meter tidak ada data yang terkirim dan diterima pada serial.

Tabel 8 Status Pengiriman Pengujian *Xbee Indoor*

Jarak	Status Pengiriman Data Serial
5 m	Terkirim
10 m	Terkirim
15 m	Terkirim
20 m	Tidak Terkirim

Pada pengujian dengan kondisi LOS dilakukan di Aula Fakultas Ilmu Terapan yang berukuran 33m x 25m yang menjadi tempat untuk pengujian prototipe. Dari hasil pengujian, *xbee transmitter* mampu

mengirimkan data pada *xbee receiver*. Berikut Tabel 10 pengujian LOS, hingga jarak 33 meter berdasarkan panjang Aula Fakultas Ilmu Terapan data tetap terkirim dan diterima pada serial.

Tabel 9 Pengujian LOS *indoor*

Jarak	Status Pengiriman Data Serial
5 m	Terkirim
10 m	Terkirim
15 m	Terkirim
20 m	Terkirim
25 m	Terkirim
30 m	Terkirim
33 m	Terkirim

Berdasarkan hasil pengujian komunikasi *xbee* yang dapat dijangkau pada lokasi dengan banyak tembok atau hambatan hanya mencapai 20 meter, hal tersebut terjadi karena sinyal komunikasi *xbee* terhambat oleh adanya tembok dan penghalang lainnya yang berada di lantai 4 sampai ke lantai 2.

4.3.2 Pengujian Sensor Suara

Pengujian sensor suara dilakukan untuk mendapatkan nilai sensor minimal dan nilai sensor maksimal yang akan digunakan dalam pengujian sistem keseluruhan serta melakukan pengecekan jenis *mic* yang digunakan mendeteksi amplitudo pada LED atau tidak.

4.3.2.1 Program Pengujian Sensor Suara

Pada pengujian sensor suara menggunakan *Arduino Nano*, maka dibuatlah program sederhana untuk melakukan pengujian sensor suara yang mendeteksi suara musik berdasarkan frekuensi yang didapat. Gambar merupakan potongan program untuk pencarian nilai sensor minimal dan maksimal. Pada Gambar 24 merupakan program

pengecekan nilai sensor minimal dan maksimal.

Gambar 22 Program Pengecekan Nilai Sensor Minimal dan Maksimal

4.3.2.2 Skenario Pengujian Sensor Suara

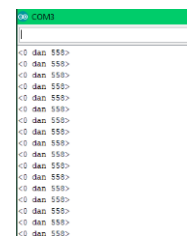
```
int sensormax = 0;
int sensormin = 1023;
void setup() {
  // initialize the serial communication:
  Serial.begin(9600);
  pinMode(A0, INPUT);
}

void loop() {
  ;
  // send the value of analog input A0:
  int value = analogRead(A0);
  if (value > sensormax) {
    sensormax = value;
  }
  else if (value < sensormin) {
    sensormin = value;
  }
  Serial.print(sensormax);
  Serial.println(" dan " + String (sensormin));
  delay(100);
}
```

Pengujian sensor suara dilakukan dengan pencarian nilai sensor minimal dan nilai sensor maksimal, pencarian nilai *delay* yang tepat untuk pengiriman data nilai sensor ke gelang konser kemudian menganalisis suara pada *processing*.

4.3.2.3 Hasil Pengujian Sensor Suara

Gambar 25 Berikut merupakan tampilan serial monitor nilai sensor minimal dan maksimal.



```
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
<0 dan 558>
```

Pada pengujian sensor suara max9814, diketahui bahwa nilai sensor min = 0 dan nilai

Gambar 21 Tampilan Serial Monitor Nilai Sensor Minimal dan Maksimal

sensor max = 558 dari *range* 0 – 1024. Sensor suara mendeteksi berdasarkan intensitas suara yaitu tinggi rendahnya suara yang diterima. Adapun pencarian nilai *delay* yang tepat untuk pengiriman data nilai sensor suara ke gelang konser dilakukan dengan cara menganalisis sinyal amplitudo pada *processing* dan meneliti *output* cahaya pada

kedua gelang konser. Adapun *delay* yang tepat dapat dilihat dari serempaknya *output* warna dan *blink* cahaya pada gelang konser berdasarkan amplitudo.

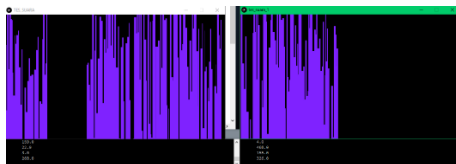
Berikut daftar pengujian beberapa nilai *delay* pada Tabel 11.

Tabel 10 Daftar Pengujian Nilai Delay

No	Nilai Delay (ms)
1	10
2	20
3	30
4	50
5	100
6	250
7	500
8	1000

Pada analisis suara yang menampilkan grafik sinyal amplitudo pada *processing* berdasarkan pengujian *delay*, nilai satu data sensor yang dikirim ke gelang konser dapat dilihat dari satu grafik sinyal amplitudo. Nilai *delay* dapat dilihat dari besar kecilnya grafik sinyal amplitudo.

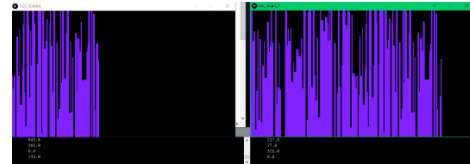
Pengujian nilai *delay* pada detik 10 ms ditunjukkan pada Gambar 26 berikut.



Gambar 23 Pengujian Pada delay 10 ms

Berdasarkan analisis sinyal amplitudo pada *delay* 10 ms dapat dilihat dari grafik sinyal amplitudo antara kedua gelang konser yang tidak sama yang artinya nilai data sensor yang dikirimkan ke kedua gelang konser tidak sama dan tidak ada waktu *delay* untuk mengirimkan nilai data sensor ke gelang konser sehingga kedua gelang konser tidak mengeluarkan cahaya secara bersamaan.

Adapun pada pengujian nilai *delay* pada detik 20 ms ditunjukkan pada Gambar 27 berikut.



Gambar 24 Pengujian pada delay 20 ms

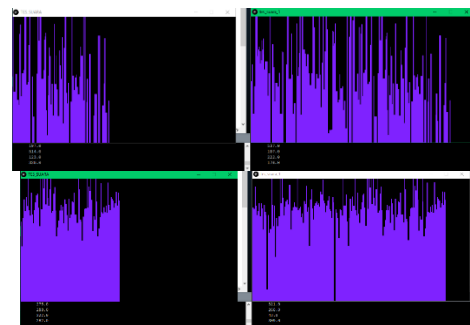
Berdasarkan analisis sinyal amplitudo pada *delay* 20 ms dapat dilihat dari grafik sinyal amplitudo antara kedua gelang konser yang tidak sama yang artinya nilai data sensor yang dikirimkan ke kedua gelang konser tidak sama dan kurangnya waktu *delay* untuk mengirimkan nilai data sensor ke gelang konser sehingga kedua gelang konser tidak mengeluarkan cahaya secara bersamaan.

Adapun pada pengujian nilai *delay* pada detik 30 ms ditunjukkan pada Gambar 28 berikut.

Gambar 25 Pengujian pada delay 30 ms

Berdasarkan analisis sinyal amplitudo pada *delay* 30 ms dapat dilihat dari grafik sinyal amplitudo antara kedua gelang konser yang sama yang artinya nilai data sensor yang dikirimkan ke kedua gelang konser bernilai sama dan waktu *delay* yang cukup untuk mengirimkan nilai data sensor ke gelang konser sehingga kedua gelang konser dapat mengeluarkan cahaya secara bersamaan.

Adapun pada pengujian nilai *delay* pada detik 50 ms ditunjukkan pada Gambar 29 berikut.



Gambar 26 Pengujian pada delay 50 ms

Berdasarkan analisis sinyal amplitudo pada *delay* 50 ms dapat dilihat dari grafik sinyal amplitudo antara kedua gelang konser yang sama yang artinya nilai data sensor yang

dikirimkan ke kedua gelang konser bernilai sama dan lebihnya waktu *delay* untuk mengirimkan nilai data sensor ke gelang konser sehingga musik dengan cahaya yang dikeluarkan tidak sesuai dengan kondisi yang ditentukan pada *flowchart receiver*.

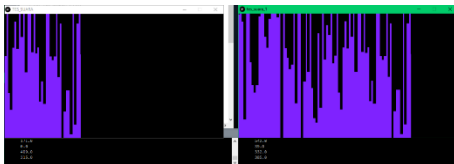
Adapun pada pengujian nilai *delay* pada detik 100 ms ditunjukkan pada Gambar 30 Berikut.

Gambar 27 Pengujian pada *delay* 100 ms

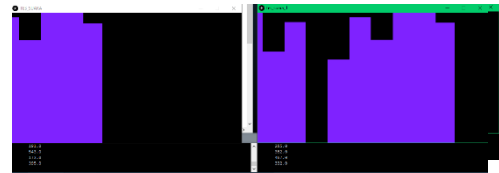
Berdasarkan analisis sinyal amplitudo pada *delay* 100 ms dapat dilihat dari grafik sinyal amplitudo antara kedua gelang konser yang sama yang artinya nilai data sensor yang dikirimkan ke kedua gelang konser bernilai sama dan lebihnya waktu *delay* untuk mengirimkan nilai data sensor ke gelang konser sehingga musik dengan cahaya yang dikeluarkan tidak sesuai dengan kondisi yang ditentukan pada *flowchart receiver*.

Adapun pada pengujian nilai *delay* pada detik 250 ms ditunjukkan pada Gambar 31 Berikut.

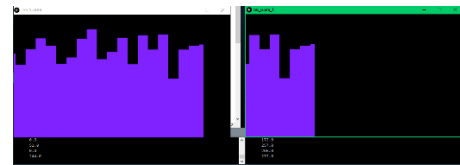
Gambar 28 Pengujian pada *delay* 250 ms



Berdasarkan analisis sinyal amplitudo pada *delay* 250 ms dapat dilihat dari grafik sinyal amplitudo antara kedua gelang konser yang sama yang artinya nilai data sensor yang dikirimkan ke kedua gelang konser bernilai sama dan lebihnya waktu *delay* untuk mengirimkan nilai data sensor ke gelang konser sehingga musik dengan cahaya yang dikeluarkan tidak sesuai dengan kondisi yang ditentukan pada *flowchart receiver*.



Adapun pada pengujian nilai *delay* pada detik 500 ms ditunjukkan pada Gambar 32 Berikut.



Gambar 29 Pengujian pada *delay* 500 ms

Berdasarkan analisis sinyal amplitudo pada *delay* 500 ms dapat dilihat dari grafik sinyal amplitudo antara kedua gelang konser yang sama yang artinya nilai data sensor yang dikirimkan ke kedua gelang konser bernilai sama dan lebihnya waktu *delay* untuk mengirimkan nilai data sensor ke gelang konser sehingga musik dengan cahaya yang dikeluarkan tidak sesuai dengan kondisi yang ditentukan pada *flowchart receiver*. Adapun pada pengujian nilai *delay* pada detik 1000 ms ditunjukkan pada Gambar 33 Berikut.

Gambar 30 Pengujian pada *delay* 1000 ms

Berdasarkan analisis sinyal amplitudo pada *delay* 1000 ms dapat dilihat dari grafik sinyal amplitudo antara kedua gelang konser yang sama yang artinya nilai data sensor yang dikirimkan ke kedua gelang konser bernilai sama dan lebihnya waktu *delay* untuk mengirimkan nilai data sensor ke gelang konser sehingga musik dengan cahaya yang dikeluarkan tidak sesuai dengan kondisi yang ditentukan pada *flowchart receiver*.

Dari hasil pengujian *delay* dan analisis sinyal amplitudo diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai *delay* maka semakin lambat *response* dari gelang konser karena

ada beberapa sinyal amplitudo yang tidak ditampilkan pada layar monitor.

4.3.3 Pengujian Daya Tahan Baterai

Pengujian baterai dilakukan untuk mengetahui daya tahan baterai 9 Volt *chargeable* sebanyak 1 buah dengan spesifikasi arus 170 mAh.

4.3.3.1 Skenario Pengujian Daya Tahan Baterai

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur arus listrik pada gelang konser kemudian melakukan pengukuran tegangan baterai dengan menggunakan multimeter.

4.3.3.2 Hasil Pengujian Daya Tahan Baterai

Berikut Tabel 12 hasil pengukuran arus dan tegangan baterai.

Tabel 11 Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Baterai

NO	Waktu (menit)	Tegangan (V)	Arus (mA)
1	0	8.75	0.90
2	10	8.69	0.90
3	20	8.43	0.88
4	30	7.88	0.85
5	40	3.71	0.84

Pada pengujian baterai dapat diketahui baterai hanya mampu bertahan selama 40 menit pada gelang konser.

5. Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Dari serangkaian pengujian yang dilakukan pada implementasi *wireless sensor network* menggunakan *Radio Frequency* dapat disimpulkan bahwa:

1. *Radio Frequency* dapat mengirimkan data berupa nilai sensor suara dari *transmitter* ke gelang konser menggunakan *xbee pro S2C* dengan protokol *xbee 802.15.4*.
2. Dengan menggunakan topologi *star* atau metode *broadcast*, *transmitter* mengirimkan data nilai sensor suara menggunakan *xbee* ke kedua gelang konser, sehingga kedua gelang konser berubah warna dan *blink* bersamaan.

3. Gelang konser berubah warna dan *blink* berdasarkan amplitudo.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut pada implementasi *wireless sensor network* menggunakan *radio frequency* pada gelang konser ini, disarankan untuk menggunakan rangkaian *low pass filter* pada *transmitter* agar antara tiap – tiap warna memiliki rentang nilai sensor yang signifikan. Selain itu, penelitian proyek akhir ini pun dapat dikembangkan dengan menambahkan fungsional tiket masuk pada gelang konser.

6. Daftar Pustaka

- [1] O. Of, “RADIO FREQUENCY INTERFERENCE : THE STUDY OF RAIN EFFECT ON (Interferens Frekuensi Radio : Kajian Kesan Hujan Pada Pengecilan Isyarat Radio),” vol. 19, no. 5, pp. 1093–1098, 2015.
- [2] Utara, “Arduino nano ATmega 328,” *Arduino nano ATmega 328*, 2008.
- [3] G. A. Mutiara, G. I. Hapsari, and Periyadi, “Performance comparison of communication module againts detection location for blind cane,” in *Proceeding of 2017 11th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications, TSSA 2017*, 2018.
- [4] R. F. Modules, “Digi Xbee @ S2C.”
- [5] P. M. Utc, “RGB LED Strips,” 2017.
- [6] G. Description and S. B. Diagram, “Microphone Amplifier with AGC and Low-Noise Microphone Bias MAX9814 Microphone Amplifier with AGC and Low-Noise Microphone Bias Absolute Maximum Ratings,” pp. 1–14.