

Aplikasi Pengolahan Citra Digital untuk Mengontrol Saklar Berdasarkan Letak dan Warna Huruf

Herry Totalis¹, Yuli Christyono², Ajub Ajulian Zahra²

1. Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

2. Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

Abstract

The use of wireless communication system as a communication medium in control system has been getting popular. Sending information is getting easier with wireless network for example internet. SMS technology has also been used in the house as remote control switch, but there are still many weaknesses including user must know the format of SMS text and have trouble when more and more switches are used. Beside location and condition of the switch in the house is not known directly. Therefore we need a system that can control house's switch by knowing location and condition directly through pictures. The purpose of this final project research is to design and create a tool that can control switch remotely using wireless communications with the image display's position of switch so that we can immediately find out controlled switch. Switch condition is analogue with condition of the microcontroller pin ATmega8535. In this final project the system is divided into two, namely transmitter and receiver. Transmitter section prepares house plans image data that has been processed and then sent to receiver while receiver interprets image data to determine commands to the microcontroller ATmega8535. Condition of switch can be seen on LED that is connected to microcontroller pin. Based on the test results, it is found that installation image character, changing the color of image character and scanning house plans image in accordance with determined run. Command are sent through serial port properly executed by microcontroller. There's no error that occur during entire course of the program. In using of ad hoc networks have influencing factors that is the distance, type of laptops and barrier.

Keyword : transmitter, receiver, house plans image, image character, ad hoc network, serial port, microcontroller ATmega8535

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem komunikasi nirkabel (*wireless*) sebagai media komunikasi pada sebuah sistem kendali semakin populer. Penggunaan SMS untuk mengontrol saklar rumah juga sudah digunakan. Akan tetapi penggunaan sms ini masih ada kelemahan yaitu pengguna perlu mengetahui format teks yang akan dikirim dan mempunyai kesulitan bila semakin banyak saklar yang digunakan. selain itu pengguna juga tidak bisa mengetahui letak saklar di rumah dan kondisinya. Gambar denah rumah dan letak saklar mungkin akan sangat membantu untuk mengetahui kondisi saklar yang dikontrol bila setiap mengontrol saklar ada perubahan dari gambar yang bisa memberikan informasi letak dan kondisi saklar.

Karena alasan inilah muncul keinginan membuat alat yang bisa mengontrol saklar dari jarak jauh menggunakan komunikasi nirkabel (*wireless*) dengan adanya tampilan gambar letak dari saklar sehingga pengguna bisa langsung mengetahui saklar mana yang akan dikontrol. Pada penelitian ini dirancang suatu alat dengan menggunakan teknik pengolahan citra digital berdasarkan warna. Citra yang digunakan adalah model citra warna RGB. Masing-masing warna akan diolah untuk menentukan letak dan kondisi saklar. Komunikasi nirkabel yang digunakan adalah memanfaatkan jaringan *ad hoc*. Untuk hardware dari perancangan alat ini digunakan sistem minimum atmega8535 yang terhubung ke laptop dengan kabel USB. Sistem ini berfungsi sebagai saklar yang mematikan dan menghidupkan lampu LED yang terhubung ke pin keluaran berdasarkan masukan dari laptop. Untuk perkembangan selanjutnya

penulis berharap alat ini bisa menggunakan komunikasi nirkabel yang terhubung internet sehingga dapat mengontrol saklar darimana saja asalkan tersedia layanan internet.

1.2 Tujuan

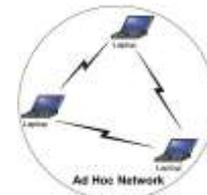
Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat perangkat lunak yang bisa diaplikasikan untuk mengendalikan saklar berdasarkan data citra digital yang dikirim melalui komunikasi *wireless* sehingga kondisi saklar tersebut bisa diketahui dari citra digital yang ditampilkan di sisi pengirim dan penerima

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak menyimpang jauh dari permasalahan, penelitian ini mempunyai batasan masalah sebagai berikut :

1. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk pengolahan data citra digital adalah bahasa pemrograman matlab.
2. Data citra digital yang diolah adalah citra RGB dengan file bertipe JPG.
3. Saklar yang dikendalikan berjumlah 26 buah sesuai jumlah huruf A-Z.
4. Kondisi saklar digantikan dengan kondisi LED.
5. Citra huruf yang digunakan adalah citra RGB hasil buatan sendiri dengan menggunakan bahasa pemrograman matlab.
6. Sistem komunikasi yang digunakan merupakan satu arah.

7. Sisi penerima dan sisi pengirim masing-masing menggunakan laptop.
8. Komunikasi *wireless* antara sisi pengirim dan penerima menggunakan jaringan *Ad Hoc* yang sudah tersedia pada laptop.
9. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler AVR ATmega8535.
10. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk mikrokontroler adalah bahasa C yang dikompilasi oleh *compiler* CodeVision AVR.

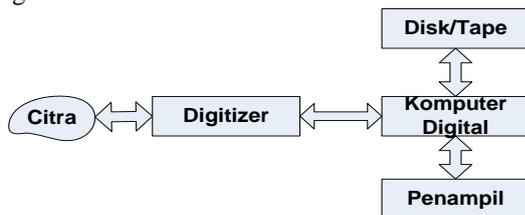


Gambar 3. Jaringan *ad hoc*

II. DASAR TEORI

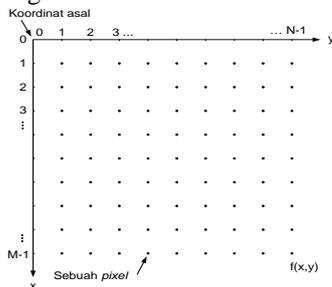
2.1 Pengolahan Citra Digital

Pada gambar 1. diperlihatkan blok sistem pengolahan citra digital.



Gambar 1. Diagram blok sistem pengolahan citra digital.

Citra digital merupakan sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu. Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial dan amplitudo f di titik koordinat (x,y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Gambar 1. menunjukkan posisi koordinat citra digital.



Gambar 2. Koordinat citra digital

Jenis-jenis citra berdasarkan nilai *pixel*-nya sebagai berikut :

1. Citra Biner
Citra biner adalah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai *pixel* yaitu hitam dan putih.
2. Citra Grayscale
Citra *grayscale* merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap *pixel*-nya.
3. Citra Warna (24 bit)
Setiap *pixel* dari citra warna 24 bit diwakili dengan 24 bit sehingga total 16.777.216 variasi warna.

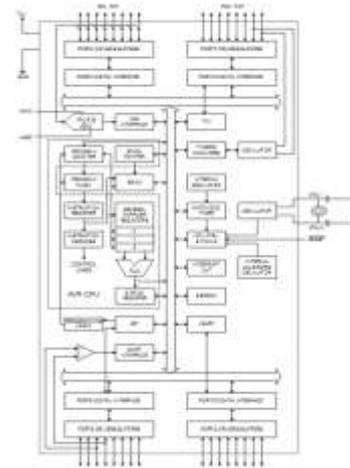
2.1. Jaringan Ad Hoc

Jaringan *ad hoc* adalah jaringan yang bersifat sementara tanpa bergantung pada infrastruktur yang ada, bersifat independen. Jaringan *ad hoc* merupakan jaringan *wireless multihop* yang terdiri dari kumpulan *mobile node* (*mobile station*) yang bersifat dinamik dan spontan, dapat diaplikasikan di mana pun tanpa menggunakan jaringan infrastruktur (seluler ataupun PSTN) yang telah ada.

2.2. Mikrokontroler ATmega8535

Gambar 4. Menunjukkan Arsitektur perangkat keras ATmega8535. Bagian-bagiannya sebagai berikut :

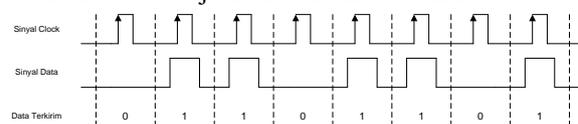
1. Saluran masukan sekaligus keluaran sebanyak 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
2. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah *timer/ counter*.
4. *Watchdog timer* dengan osilator internal.
5. Internal SRAM sebesar 512 bytes.
6. Memori *flash* sebesar 8 kbytes.
7. Interupsi Eksternal.
8. Port antarmuka SPI.
9. EEPROM sebesar 512 bytes.
10. Komparator analog.
11. Port USART untuk komunikasi serial.
12. Empat kanal PWM.
13. *Inter Integrated Circuit* (I²C).
14. Tegangan operasi sekitar 4,5 V sampai dengan 5,5V.



Gambar 4. Arsitektur perangkat keras mikrokontroler ATmega8535

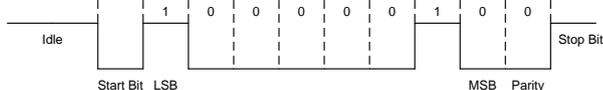
2.3. Komunikasi Serial

Metode komunikasi serial digunakan untuk hubungan data komunikasi antara komputer ataupun mikrokontroler dengan peralatan luar. Dikenal dua tipe komunikasi serial yang sering digunakan, yaitu komunikasi serial secara sinkron dan asinkron. Komunikasi serial secara sinkron menggunakan sebuah jalur data dan sebuah sinyal detak. Pengiriman setiap datanya selalu disertai pemberian sinyal detak, artinya suatu nilai (logika 0 ataupun 1) tidak akan dianggap suatu data jika belum diberikan sinyal detak. Gambar 5. Menunjukkan komunikasi sinkron.



Gambar 5. Ilustrasi komunikasi data serial secara sinkron.

Komunikasi asinkron atau yang lebih dikenal luas dengan nama *Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)* harus memiliki protokol yang sama antar perangkat yang satu dengan perangkat yang lainnya, apabila protokolnya berbeda maka akan terjadi kesalahan komunikasi data. Protokol pada komunikasi serial secara asinkron yaitu *start bit, data bit, parity bit, stop bit* dan *idle state*. Gambar 6. menunjukkan ilustrasi komunikasi asinkron.



Gambar 6. Ilustrasi komunikasi data serial secara asinkron

2.4. Matlab (*matrix laboratory*)

Matlab merupakan bahasa pemrograman level tinggi yang dikhususkan untuk kebutuhan komputasi teknis, visualisasi dan pemrograman seperti komputasi matematik, analisis data, pengembangan algoritma, simulasi dan pemodelan dan grafik-grafik perhitungan. Fungsi pengolahan citra pada matlab antara lain :

- Pembacaan *Image*
Pada matlab fungsi untuk melakukan pembacaan *image* standar yaitu:

```
imread('filename')
```

- Ekstraksi Nilai *Pixel Red, Green* dan *Blue (RGB)*
Hampir setiap pengolahan citra yang berbasis warna perlu dilakukan pemisahan *band-band* yang ada pada citra khususnya citra RGB, matlab menyediakan fasilitas yang cukup baik dalam memisahkan ketiga warna RGB, yaitu sebagai berikut:

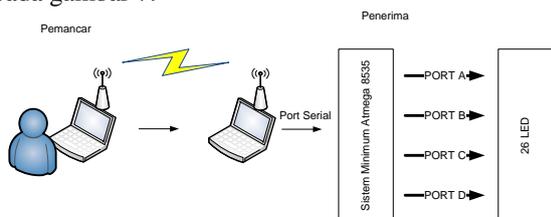
```
gambar=imread('gambar.jpg');
red=gambar(:,:,1);
green=gambar(:,:,2);
blue=gambar(:,:,3);
imshow(gambar)
imshow(red)
imshow(green)
imshow(blue)
```

Terlihat bahwa untuk mengambil nilai *pixel* merah memiliki indeks 1, warna hijau memiliki indeks 2 dan warna biru memiliki indeks 3.

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Analisis kebutuhan telah dilakukan dengan observasi dari linPerangkat keras dari penelitian ini meliputi sistem minimum mikrokontroler ATmega 8535, laptop dan LED. Secara umum perancangan sistem yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Blok diagram sistem secara keseluruhan

Bagian pemancar berfungsi sebagai pusat pengendali dengan cara mengirimkan data citra ke bagian penerima. Perangkat keras yang digunakan hanya sebuah laptop yang terhubung ke jaringan *ad hoc*. Blok diagram bagian pemancar dapat dilihat pada gambar 8.



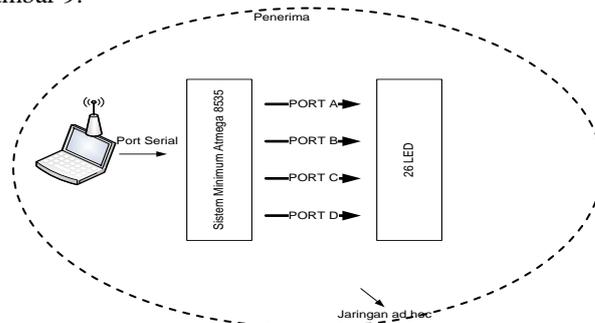
Gambar 8. Blok diagram bagian pemancar

Pada bagian ini pengguna bisa melakukan pengaturan data citra meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Menentukan citra denah rumah yang akan digunakan.
2. Menentukan jumlah dan letak saklar pada citra denah rumah.
3. Menentukan tempat tujuan data citra akan dikirim.
4. Mematikan dan mengaktifkan saklar.

Keluaran dari bagian pemancar adalah data citra yang telah diolah untuk kemudian dikirimkan ke bagian penerima melalui jaringan *ad hoc*.

Bagian penerima berfungsi sebagai pengolah citra yang berhubungan langsung dengan rangkaian mikrokontroler dan LED. Blok diagram bagian penerima dapat dilihat pada gambar 9.

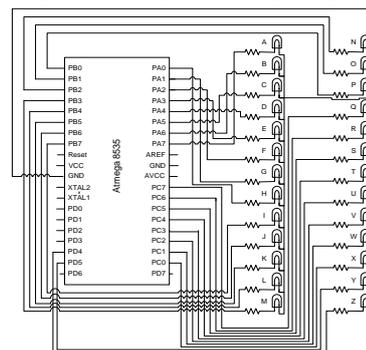


Gambar 9. Blok diagram bagian penerima

Tiap-tiap bagian diagram blok sistem penerima dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Laptop berfungsi mengolah data citra yang diterima dari pemancar melalui jaringan *ad hoc*.
2. Sistem minimum ATmega 8535 berfungsi sebagai pengolah data yang dikirim laptop melalui port serial untuk kemudian mengendalikan LED sesuai data yang diterima.
3. LED sebagai objek yang dikendalikan oleh mikrokontroler berdasarkan perintah dari laptop.

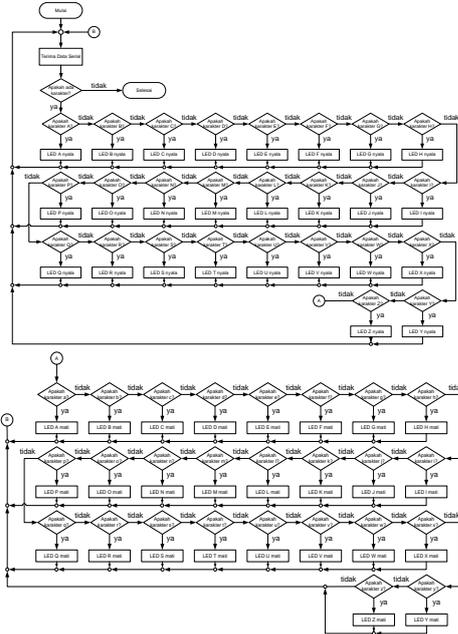
Sistem minimum ATmega 8535 terhubung dengan 26 LED melalui port A,B,C dan D. Alokasi port pada sistem minimum ATmega 8535 dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Alokasi port mikrokontroler ATmega 8535 untuk 26 LED.

3.2 Perancangan Algoritma pada Sistem Mikrokontroler.

Algoritma pemrograman yang dijalankan pada program utama dapat dilihat pada diagram alir gambar 11 sebagai berikut.



Gambar 11. Diagram alir program utama pada sistem mikrokontroler

Pada program mikrokontroler, program utama berada di dalam while(1). Angka '1' menunjukkan bahwa perulangan ini bernilai 'true', sehingga program yang berada di dalam while(1) akan secara terus-menerus dipanggil dan dikerjakan.

```
while (1)
{
    data=UDR;
    if (data=='A'){
        PORTA.7=1;};
    if (data=='B'){
        PORTA.6=1;};
    if (data=='C'){
        PORTA.5=1;};
    if (data=='D'){
        PORTA.4=1;};
    .
    .
    .
}
```

Program utama ini akan mengupdate data yang diterima dari laptop melalui port serial untuk kemudian memerintahkan port mana saja yang akan aktif dan tidak aktif..

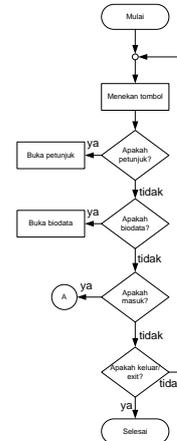
3.3 Perancangan Perangkat Lunak pada Laptop Bagian Pemancar

Perangkat lunak pada laptop bagian pemancar berfungsi mempersiapkan citra yang akan dikirim supaya bisa dimengerti pada bagian penerima. Blok diagram perangkat lunak dapat dilihat pada gambar 12.

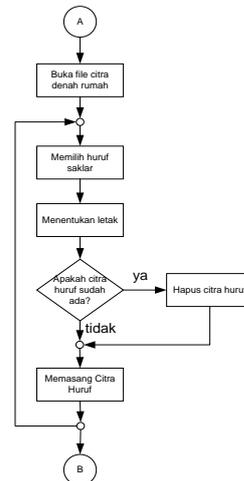


Gambar 12. Blok diagram perangkat lunak bagian pemancar

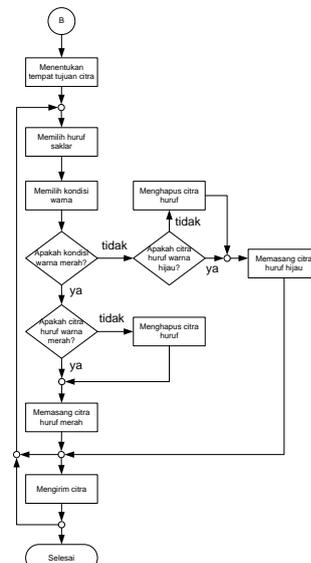
Perangkat lunak bagian pemancar terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu bagian pertama dengan file bagian_1.m, bagian kedua dengan file bagian_2.m dan bagian ketiga dengan file bagian_3.m. diagram alir tiga bagian utama tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 13. Diagram alir bagian pertama perangkat lunak pemancar



Gambar 14. Diagram alir bagian kedua perangkat lunak pemancar



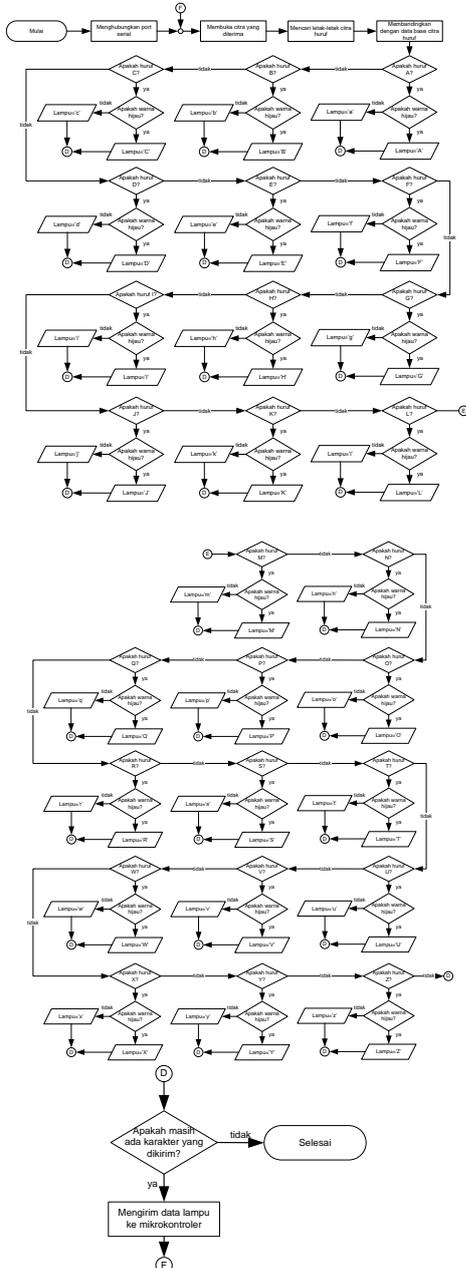
Gambar 15. Diagram alir bagian ketiga perangkat lunak pemancar

Urutan jalannya perangkat lunak secara garis besar adalah :

1. Memilih citra denah rumah
2. Menentukan letak citra huruf
3. Memasang citra huruf
4. Mengubah warna huruf
5. Mengirim Citra

3.4 Perancangan Perangkat Lunak pada Laptop Bagian Penerima.

Perangkat lunak pada laptop bagian penerima berfungsi mengambil informasi dari citra yang diterima. Informasi ini adalah warna citra huruf pada citra yang diterima sehingga laptop penerima bisa memberikan perintah ke mikrokontroler melalui port serial untuk mengaktifkan atau mematikan LED. Perangkat lunak bagian penerima hanya mempunyai satu program utama dengan nama file Bagian_4.m. Diagram alir program dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Diagram alir perangkat lunak bagian penerima

Urutan jalannya perangkat lunak secara garis besar adalah :

1. Menghubungkan port serial
2. Membuka Citra
3. Mencari letak huruf dan membandingkan database.
4. Penggunaan timer.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Pemasangan Citra Huruf

Pengujian dilakukan dengan memasang citra huruf sesuai letak yang telah ditentukan pada citra denah rumah. Citra huruf yang digunakan mulai dari huruf A-Z dan citra denah rumah yang digunakan berukuran 345x498 pixel. Data pengujian pemasangan citra huruf dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian pemasangan citra huruf

Saklar	Letak yang ditentukan (x,y)	Citra huruf yang terpasang	Letak pixel citra huruf yang terpasang (x,y)
A	(25,25)	Huruf A	(15-34,15-34)
B	(50,25)	Huruf B	(40-59,15-34)
C	(75,25)	Huruf C	(65-84,15-34)
D	(100,25)	Huruf D	(90-109,15-34)
E	(125,25)	Huruf E	(115-134,15-34)
F	(150,25)	Huruf F	(140-159,15-34)
G	(175,25)	Huruf G	(165-184,15-34)
H	(200,25)	Huruf H	(190-209,15-34)
I	(225,25)	Huruf I	(215-234,15-34)
J	(250,25)	Huruf J	(240-259,15-34)
K	(275,25)	Huruf K	(265-284,15-34)
L	(300,25)	Huruf L	(290-309,15-34)
M	(325,25)	Huruf M	(315-334,15-34)
N	(25,50)	Huruf N	(15-34,40-59)
O	(50,50)	Huruf O	(40-59,40-59)
P	(75,50)	Huruf P	(65-84,40-59)
Q	(100,50)	Huruf Q	(90-109,40-59)
R	(125,50)	Huruf R	(115-134,40-59)
S	(150,50)	Huruf S	(140-159,40-59)
T	(175,50)	Huruf T	(165-184,40-59)
U	(200,50)	Huruf U	(190-209,40-59)
V	(225,50)	Huruf V	(215-234,40-59)
W	(250,50)	Huruf W	(240-259,40-59)
X	(275,50)	Huruf X	(265-284,40-59)
Y	(300,50)	Huruf Y	(290-309,40-59)
Z	(325,50)	Huruf Z	(315-334,40-59)

Berdasarkan data tabel 1. hasil yang diperoleh menunjukkan kesesuaian antara hasil pengujian dan teori.

4.2 Pengujian Pengubahan Warna Citra Huruf

Pengujian dilakukan dengan mengubah warna citra huruf dari citra hasil pengujian pemasangan citra huruf. Citra huruf yang sudah terpasang mulai dari huruf A-Z. Warna huruf yang disediakan yaitu warna merah dan hijau. Pertama citra huruf diubah menjadi warna hijau semua kemudian diubah kembali menjadi warna merah. Data pengujian pengubahan warna citra huruf dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian pengubahan warna citra huruf

Saklar	Warna Awal	Warna Tujuan	Warna akhir	Saklar	Warna Awal	Warna Tujuan	Warna akhir
A	Merah	Hijau	Hijau	A	Hijau	Merah	Merah
B	Merah	Hijau	Hijau	B	Hijau	Merah	Merah
C	Merah	Hijau	Hijau	C	Hijau	Merah	Merah
D	Merah	Hijau	Hijau	D	Hijau	Merah	Merah
E	Merah	Hijau	Hijau	E	Hijau	Merah	Merah
F	Merah	Hijau	Hijau	F	Hijau	Merah	Merah
G	Merah	Hijau	Hijau	G	Hijau	Merah	Merah
H	Merah	Hijau	Hijau	H	Hijau	Merah	Merah
I	Merah	Hijau	Hijau	I	Hijau	Merah	Merah
J	Merah	Hijau	Hijau	J	Hijau	Merah	Merah
K	Merah	Hijau	Hijau	K	Hijau	Merah	Merah
L	Merah	Hijau	Hijau	L	Hijau	Merah	Merah
M	Merah	Hijau	Hijau	M	Hijau	Merah	Merah
N	Merah	Hijau	Hijau	N	Hijau	Merah	Merah
O	Merah	Hijau	Hijau	O	Hijau	Merah	Merah
P	Merah	Hijau	Hijau	P	Hijau	Merah	Merah
R	Merah	Hijau	Hijau	R	Hijau	Merah	Merah
S	Merah	Hijau	Hijau	S	Hijau	Merah	Merah
T	Merah	Hijau	Hijau	T	Hijau	Merah	Merah
U	Merah	Hijau	Hijau	U	Hijau	Merah	Merah
V	Merah	Hijau	Hijau	V	Hijau	Merah	Merah
W	Merah	Hijau	Hijau	W	Hijau	Merah	Merah
X	Merah	Hijau	Hijau	X	Hijau	Merah	Merah
Y	Merah	Hijau	Hijau	Y	Hijau	Merah	Merah
Z	Merah	Hijau	Hijau	Z	Hijau	Merah	Merah

Berdasarkan data tabel 2. hasil yang diperoleh menunjukkan kesesuaian antara hasil pengujian dan teori.

4.3 Pengujian Scanning

Pengujian *scanning* dilakukan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi tingkat pengenalan hasil *scanning*. Faktor yang diujikan meliputi perubahan toleransi *error* letak, perubahan toleransi *error* huruf dan perubahan citra *scanning*. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. pengujian dengan mengubah nilai toleransi *error* letak

toleransi <i>error</i> letak	Pengenalan	Waktu jalannya program
400	Benar	2,02 detik
350-400	Benar	2,18 detik
300-400	Benar	2,44 detik
250-400	Benar	2,70 detik
200-400	Benar	2,96 detik
150-400	Benar	3,90 detik
100-400	Benar	4,90 detik
50-400	Benar	6,32 detik
0-400	Benar	9 menit 29,12 detik

Tabel 4. pengujian dengan mengubah nilai toleransi *error* letak dan huruf

toleransi <i>error</i> letak	toleransi <i>error</i> huruf	Pengenalan
400	400	Benar
400	390-400	Benar
400	380-400	Salah
400	370-400	Salah
350-400	400	Benar
350-400	390-400	Benar
350-400	380-400	Salah
350-400	370-400	Salah
300-400	400	Benar
300-400	390-400	Benar
300-400	380-400	Salah
300-400	370-400	Salah

Tabel 5 pengujian perubahan pixel citra

toleransi <i>error</i> letak	toleransi <i>error</i> huruf	Jumlah pixel yang diubah	Pengenalan
400	400	5	Salah
400	390-400	5	Benar
400	380-400	5	Salah
400	370-400	5	Salah
350-400	400	10	Salah
350-400	390-400	10	Benar
350-400	380-400	10	Salah
350-400	370-400	10	Salah
300-400	400	15	Salah
300-400	390-400	15	Salah
300-400	380-400	15	Salah
300-400	370-400	15	Salah

Hasil pengujian menunjukkan bahwa toleransi *error* letak berpengaruh terhadap waktu *scanning*, toleransi *error* huruf dan perubahan citra berpengaruh terhadap pengenalan dalam *scanning*.

4.4. Pengujian Jaringan Ad Hoc

Pengujian dilakukan untuk mengetahui faktor yang dapat menyebabkan hubungan jaringan *ad hoc* terputus. Parameter yang diperhitungkan dalam pengujian ini adalah jarak, jenis laptop dan penghalang. Hasil pengujian jaringan *ad hoc* dengan perubahan parameter diatas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 6. Hasil pengujian jaringan *ad hoc* perubahan parameter jarak

Jarak (m)	Kondisi koneksi jaringan
± 1	Terkoneksi
± 2	Terkoneksi
± 5	Terkoneksi
± 10	Terkoneksi
± 15	Terkoneksi
± 20	Terkoneksi
± 25	Gagal
± 30	Gagal
± 35	Gagal
± 40	Gagal
± 50	Gagal

Tabel 7. Hasil pengujian jaringan *ad hoc* perubahan parameter jenis laptop

Jarak (m)	Jenis laptop	Kondisi koneksi jaringan
± 5	Laptop Compaq	Terkoneksi
± 5	Laptop Dell	Terkoneksi
± 5	notebook HP	Terkoneksi
± 5	Laptop axioo	Terkoneksi
± 5	Laptop Asus	Terkoneksi
± 20	Laptop Compaq	Terkoneksi
± 20	Laptop Dell	Terkoneksi
± 20	notebook HP	gagal
± 20	Laptop axioo	Terkoneksi
± 20	Laptop Asus	Terkoneksi

Tabel 8. Hasil pengujian jaringan *ad hoc* perubahan parameter jarak dengan adanya penghalang

Jarak (m)	Kondisi koneksi jaringan
± 1	Terkoneksi
± 2	Terkoneksi
± 5	Terkoneksi
± 10	Terkoneksi
± 15	Terkoneksi
± 20	Gagal
± 25	Gagal
± 30	Gagal
± 35	Gagal
± 40	Gagal
± 50	Gagal

Hasil pengujian menunjukkan bahwa koneksi jaringan *ad hoc* dipengaruhi oleh jarak, jenis laptop dan penghalang.

4.5. Pengujian Komunikasi Serial

Pengujian dilakukan dengan mengirimkan perintah kepada mikrokontroler. Perintah ini berupa karakter yang dikirim melalui port serial dengan menggunakan matlab. Fungsi matlab yang digunakan untuk mengirimkan perintah karakter ke mikrokontroler adalah fungsi `fprintf`. Mikrokontroler yang digunakan terhubung dengan rangkaian LED menggunakan port A,B,C,dan D. Listing program fungsi `fprintf` sebagai berikut.

```
fprintf(port, 'perintah', 'async');
```

port adalah port serial yang akan dipakai. Port ini harus dipastikan sudah aktif dengan menggunakan perintah `fopen`. Perintah adalah karakter huruf yang akan dikirim ke mikrokontroler. sedangkan `async` menunjukkan bahwa data dikirim secara asinkron. Data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 9. kondisi LED sebelum diberi perintah adalah mati semua.

Tabel 9. Hasil pengujian komunikasi serial

Urutan perintah	Perintah yang dikirim	LED yang menyala
1	'AB'	A dan B
2	'CDefG'	A,B,C dan D
3	'abJKLopq'	C,D,J,K dan L
4	'rdMN'	J,K,M,N dan L
5	'AbcdelX'	A,J,K,M,N dan X
6	'kmnRS'	A,J,R,S dan X
7	'aBDjx'	B,D,J,R dan S
8	'XYZ'	B,D,J,R,S,X,Y dan Z
9	'bdjrsy'	Z
10	'PQratu'	F,Q dan Z
11	'pRtTUz'	Q,R,T dan U
12	'ABjqt'	A,B dan U
13	'aEfGu'	B,E dan G
14	'cIoP'	B,C,E,G,I dan F
15	'abcdeIgh'	I dan P

Berdasarkan data tabel 7. hasil yang diperoleh menunjukkan kesesuaian antara hasil pengujian dan teori.

4.6 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak dilakukan untuk mengetahui secara keseluruhan kerja dari sistem perangkat lunak pada penelitian ini. Pengujian dimulai dari tampilan awal program pada bagian pemancar sampai hasil keluaran dari akhir program pada bagian penerima. Setelah dijalankan, perangkat lunak berjalan dengan baik tanpa ada kesalahan yang terjadi. Tampilan secara keseluruhan program dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini.



Gambar 17. Tampilan awal program.



Gambar 18. Tampilan bagian_2.



Gambar 19. Tampilan setelah selesai Buka File.



Gambar 20 Tampilan setelah memasang huruf.



Gambar 21. Tampilan setelah mengubah huruf.



Gambar 22 Tampilan bagian_4.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Citra huruf yang terpasang pada citra denah rumah berwarna merah karena komponen pixel warna hijau dan biru citra huruf bernilai nol semua.
2. Pengubahan warna citra huruf dilakukan dengan menukar komponen pixel warna merah dengan warna hijau.
3. Nilai rentang toleransi *error* letak yang semakin lebar menyebabkan waktu *scanning* program semakin lama.
4. Batas nilai rentang toleransi *error* huruf yang masih bisa digunakan untuk pengenalan dalam *scanning* adalah 390-400.
5. Pengubahan pixel citra huruf menyebabkan kesalahan pengenalan pada saat nilai rentang toleransi *error* huruf 400.
6. pengubahan pixel citra huruf tidak boleh lebih dari 10 pixel karena melebihi batas rentang toleransi *error* huruf sehingga dikenali sebagai citra huruf yang lain.
7. Koneksi jaringan *ad hoc* dipengaruhi oleh jarak, jenis laptop dan penghalang.
8. Komunikasi serial antara laptop dan mikrokontroler dilakukan dengan mengirimkan data karakter huruf. Huruf besar menyatakan perintah menghidupkan LED dan huruf kecil menyatakan perintah mematikan LED
9. Perangkat lunak pada bagian pemancar menyiapkan citra mulai dari penentuan letak saklar dan kondisi saklar sedangkan pada bagian penerima mengartikan citra yang diterima dengan melakukan *scanning*.

5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Mengembangkan dengan bahasa pemrograman lain yang berformat .exe sehingga bisa dijalankan tanpa program yang berat.
2. Mengganti pemancar dengan sebuah remote kontrol atau kalau bisa *handphone*.
3. Membuat perangkat penerima sendiri yang lepas dari laptop atau komputer. Perangkat hanya berupa layar LCD dan mikrokontroler di dalamnya.

4. Menghubungkan dengan lampu sehingga bisa langsung diterapkan dalam rumah.

Daftar Pustaka

- [1] Aini, Qurrotul, *Jaringan Ad Hoc (Ad Hoc Network)*, <http://komputerblog.com/2008/06/21/jaringan-ad-hoc-ad-hoc-network>, Januari 2011.
- [2] Firmansyah,A., *Dasar-dasar Pemrograman Matlab*, <http://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2007/08/firman-dasarmatlab.pdf>, Januari 2011
- [3] Heryanto, M. Ary & Wisnu Adi P., *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler Atmega8535*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2008.
- [4] Putra, Darma, *Pengolahan Citra Cigital*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2010.
- [5] Sudjadi, *Teori dan Aplikasi Mikrokontroler*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005.
- [6] Sugiharto, Aris, *Pemrograman GUI dengan Matlab*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006.
- [7] Wardhana, Lingga, *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006
- [8] Wijaya, Marvin Ch & Agus Prijono, *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab*, Penerbit Informatika, Bandung, 2007.
- [9] -----, *ATmega8535 Data Sheet*, <http://www.atmel.com>, Januari 2010.
- [10] -----, *Komunikasi USART*, <http://payztronics.blogspot.com>, Januari 2010.