

PENAMPIL INFORMASI YANG DIKENDALIKAN MELALUI JARAK JAUH MENGGUNAKAN FREKUENSI RADIO BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8 DENGAN KEYBOARD SEBAGAI INPUT PERINTAH

Budi Santoso¹⁾, Ade Elbani²⁾, Muhammad Saleh³⁾
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
e-mail: snapdragonw@gmail.com¹⁾

ABSTRAK

Penelitian ini merancang alat penampil informasi yang dikendalikan melalui jarak jauh menggunakan frekuensi radio berbasis mikrokontroler Atmega8 dengan keyboard sebagai input perintah. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang Penampil LED Dot Matriks yang dapat diakses jarak jauh hanya dengan menggunakan sebuah keyboard, tanpa menggunakan komputer. Mikrokontroler Atmega8 digunakan sebagai pengendali utama dari sistem dan LCD 2x20 yang berfungsi untuk melihat hasil dari data karakter yang telah diketikkan sebelum dikirim dengan telemetry 915Mhz dan ditampilkan pada Penampil LED Dot Matriks. Untuk meng-update informasi yang ingin ditampilkan, cukup dengan mengetikkan data karakter pada keyboard PS/2 yang telah terpasang. Hasil pengujian yang telah dilakukan adalah maksimal karakter yang dapat ditransmisikan sejumlah 35 karakter, dengan jarak maksimal pada kondisi adanya penghalang dinding semen adalah 232 meter, dan pada kondisi tidak adanya penghalang adalah 407 meter.

Kata kunci: Telemetry 915Mhz, Mikrokontroler Atmega8

1. Latar Belakang

Semakin meningkatnya kebutuhan informasi saat ini, membuat media penyampai informasi saat ini semakin berkembang. Selain media cetak, media informasi elektronik saat ini semakin berkembang dan sering digunakan. Kecepatan dan kemudahan menjadi hal yang sangat penting untuk menyampaikan sebuah informasi.

Salah satu sarana untuk menampilkan informasi yang sering digunakan saat ini ialah Penampil LED Dot Matriks. Penampil LED Dot Matriks merupakan susunan LED yang terdiri dari jumlah kolom dan jumlah baris yang bervariasi pada setiap jenis Dot Matriks yang ada di pasaran. Dot Matriks bekerja menggunakan sistem *scanning* kolom. *Scanning* kolom yaitu pada satu waktu dari sekian banyak kolom hanya satu kolom yang menyala. Karena dalam proses pengulangan penyalan kolom dari kolom 1 sampai kolom terakhir begitu cepat dan berulang-ulang maka huruf yang ditampilkan tampak menyala bersamaan. Tetapi apabila proses *scanning* kolom diperlambat maka pergeseran penyalan kolom akan terlihat satu persatu.

Saat ini, Dot Matriks menggunakan perangkat komputer yang difungsikan sebagai masukan isi informasi baik menggunakan kabel seperti yang dilakukan oleh (Pratida,2006). Dan seperti yang dilakukan

oleh (Riko,2014) menggunakan web sebagai masukan isi informasi, dimana keduanya merupakan Mahasiswa Fakultas Teknik UNTAN yang membuat penelitian Tugas Akhir tentang Dot Matriks. Pada penelitian tersebut mereka masih menggunakan komputer sebagai masukan isi informasi. Komputer memerlukan energi listrik yang besar serta rumit dalam penggunaannya, seperti yang dilakukan oleh (Firmansyah,2009) Mahasiswa UNIKOM yang menggunakan sebuah keypad sebagai masukan dari isi informasi, dimana penampil informasi yang dibuat sudah menggunakan media nirkabel. Namun, menggunakan sebuah keypad sebagai masukan isi perintah yang masih begitu rumit dalam penggunaannya serta masih menggunakan media kabel yang dimana sangat kurang efisien dan kurang fleksibel dalam artian tidak bisa berpindah tempat dan kabel harus ditempatkan ditempat yang aman.

2. Teori Pendukung

2.1 Penampil Informasi Dot Matriks Menggunakan Frekuensi Radio dan Keyboard

Penampil LED Dot Matriks merupakan media yang banyak digunakan untuk menampilkan karakter yang ingin dijadikan sebuah informasi. Untuk pengiriman karakter

yang ingin ditampilkan dapat dikirim dengan beberapa cara, diantaranya menggunakan Short Message Service (SMS) (<http://doktertech.blogspot.com>), dan adapula yang menggunakan web server seperti penelitian yang dilakukan oleh (Riko, 2014), lalu ada yang menggunakan keyboard PS/2 sebagai pengirim karakter seperti penelitian yang dilakukan oleh (Nugroho, 2010).

Media kabel saat ini masih banyak digunakan untuk menghubungkan agar perintah input dapat ditampilkan pada Penampil LED Dot Matriks, namun penggunaan media kabel kurang fleksibel, tidak dapat berpindah, kabel harus ditempatkan ditempat yang aman. Menggunakan media nirkabel seperti penelitian yang dilakukan oleh (Firmansyah, 2009) sangatlah efisien, karena media nirkabel sangat fleksibel, dapat digunakan dimana saja, proses instalasi cepat, serta jangkauannya yang luas.

2.2 Mikrokontroler AVR Atmega8

Mikrokontroler ATmega8 memiliki keunggulan dibandingkan dengan yang lainnya, keunggulannya yaitu pada kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*, lebih cepat dibandingkan mikrokontroler MCS51 yang memiliki arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Computer*) di mana membutuhkan 12 siklus *clock* untuk mengeksekusi 1 instruksi. Selain itu, mikrokontroler ATmega8 memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM internal, *Timer/Counter*, *Watchdog Timer*, PWM, *Port I/O*, komunikasi serial, Komparator dan lain-lain), sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini, *programmer* dan *desainer* dapat menggunakannya untuk berbagai aplikasi sistem elektronika.

2.3 Penampil LED Dot Matriks 8 x 5

Pada dasarnya Dot Matriks merupakan penampil LED yang disusun sedemikian rupa sehingga untuk menghidupkan led ke (x,x) dibutuhkan kombinasi tegangan antara pin baris dan kolom. Kemudian untuk mempermudah kontrol dan menghemat pin diperlukan proses *scanning* kolom, sedangkan pada baris diberikan bit sesuai huruf/karakter yang akan ditampilkan yang bersesuaian dengan posisi *scanning*. *Scanning* untuk kolom dimaksud memberikan "1" high (untuk common katoda) atau "0" untuk common

anoda, untuk kolom lainnya diberi nilai negasi dari kolom yang telah diberi nilai 1 kemudian berlanjut kolom berikutnya sampai kolom terakhir dari rangkaian led matriks dan berulang lagi. Proses dilakukan dengan sangat cepat sehingga terlihat sebagai suatu karakter yang diam.

2.4 Radio Telemetry Kit 915Mhz

Radio Telemetry Kit ini memiliki harga yang murah, jangkauan yang jauh (kira-kira 1 mil dengan tambahan antenna) dan kemampuan yang luar biasa. Sistem ini menggunakan frekuensi 915Mhz dan menyediakan full-duplex link menggunakan HopeRF's HM-TRP modul berjalan custom, open source, firmware.

SiK firmware termasuk *bootloader* yang memungkinkan *upgrade firmware* radio melalui antarmuka serial, dan *firmware* radio dengan parameter dikonfigurasi. *Upgrade firmware* dan konfigurasi sepenuhnya didukung dalam APM misi perencana. Konfigurasi juga dimungkinkan melalui 3DR Radio *configurator* dan *AT commands*.

2.5 Keyboard PS/2

Keyboard PS/2 merupakan keyboard yang digunakan pada komputer desktop, dimana sambungan keyboard menggunakan port PS/2. Port PS/2 berbentuk bulat kecil yang mempunyai diameter kurang dari 1cm dan memiliki 6 pin didalamnya.

2.6 Liquid Crystal Display (LCD 2x20)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan Sebuah teknologi layar digital yang menghasilkan citra pada sebuah permukaan yang rata (flat) dengan memberi sinar pada kristal cair dan filter berwarna, yang mempunyai struktur molekul polar, diapit antara dua elektroda yang transparan. Bila medan listrik diberikan, molekul menyesuaikan posisinya pada medan, membentuk susunan kristalin yang mempolarisasi cahaya yang melaluinya.

Kegunaan LCD (*Liquid Crystal Display*) Banyak sekali kegunaan LCD dalam perancangan suatu sistem yang menggunakan mikrokontroler. LCD berfungsi menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan *menu* pada aplikasi mikrokontroler.

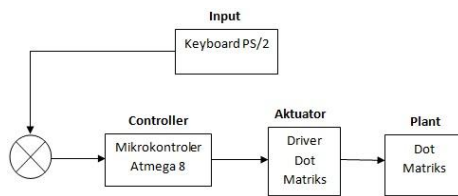
2.7 Bascom AVR

BASCOM-AVR atau *Basic Compiler-AVR* adalah perangkat lunak dengan bahasa basic produk dari *MCS Electronics* yang merupakan perangkat lunak *editor, compiler* dan *simulator*.

3 Perancangan Sistem

3.1 Rancang Bangun Perangkat Keras

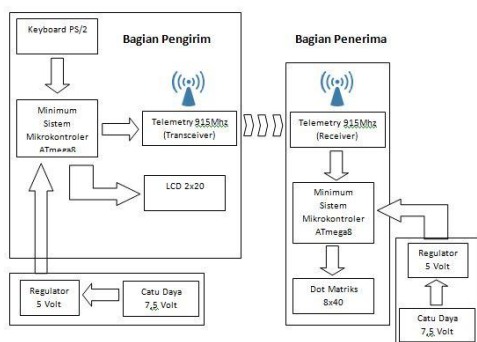
Perangkat keras sistem penampil informasi terbagi menjadi 3 bagian, yaitu: (1) controller/sistem minimum mikrokontroler AVR Atmega8 (2) antarmuka Atmega8 dengan input (Keyboard), (3) antarmuka Atmega8 dengan tampilan LCD 2x20, (4) Antarmuka Mikrokontroler dengan Radio Telemetry Kit 915Mhz. Secara umum diagram blok sistem penampil informasi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Blok Kendali

Pada diagram blok sistem *Open-loop* diatas, dapat dilihat bahwa terdapat beberapa blok sesuai dengan sistem yang dirancang. Blok tersebut antara lain:

1. *Input* : Keyboard PS/2
2. *Controller* : Mikrokontroler Atmega8
3. *Aktuator* : Driver Dot Matriks
4. *Plant* : Dot Matriks.



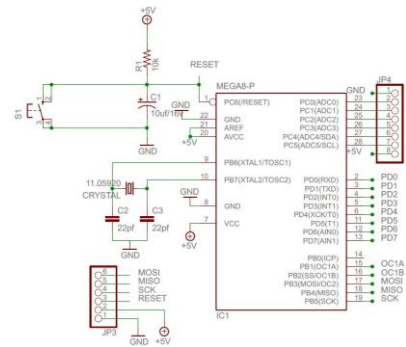
Gambar 2 Diagram Blok Sistem Penampil Informasi Dot Matriks

Keyboard PS/2 merupakan masukan paling utama yang berfungsi untuk memberikan perintah yang akan ditampilkan.

Data karakter yang ingin ditampilkan harus diketik terlebih dahulu dengan menggunakan keyboard PS/2. Kemudian hasil data karakter yang telah diketik akan diproses pada blok mikrokontroler Atmega8 yang kemudian ditampilkan pada LCD 2 x 20. Setelah data karakter yang ditampilkan pada LCD 2 x 20 sesuai dengan yang diinginkan, maka data karakter yang diproses pada mikrokontroler Atmega8 yang terdapat pada blok pengirim dapat dikirim ke mikrokontroler Atmega8 yang berada pada blok bagian penerima dengan menggunakan perangkat radio telemetry 915Mhz. Setelah data karakter yang di-transfer dengan menggunakan radio telemetry 915Mhz telah diterima, maka data karakter tersebut akan langsung diproses pada mikrokontroler Atmega8 yang berada pada blok bagian penerima. Setelah data karakter tersebut diproses, maka data tersebut akan langsung ditampilkan pada Dot Matriks 8 x 40.

3.2 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler Atmega8

Pengendali utama dari Penampil Informasi Dot Matriks ini adalah tiga mikrokontroler Atmega8 yang terhubung melalui komunikasi serial antara pin Tx dan Rx.

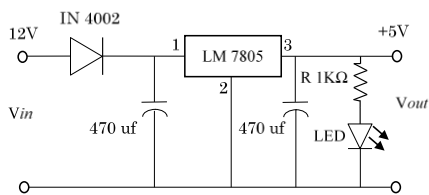


Gambar 3 Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega8

3.3 Perancangan Sistem Power Supply

Sumber utama yang digunakan untuk *supply* tegangan pada alat yang telah dirancang adalah catu daya dengan keluaran sebesar 7,5 Volt. Catu daya utama menggunakan *regulator* dengan tegangan keluaran 5 Volt, yang akan diletakkan pada perangkat penampil informasi. Mikrokontroler, Radio Telemetry Kit 915Mhz, LCD 2x20 dan Penampil LED Dot Matriks

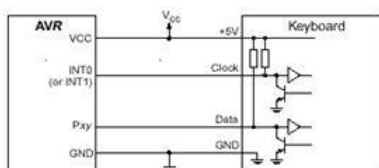
8x40 . Tipe LM7805 merupakan IC yang berfungsi untuk meregulasi tegangan 5 Volt.



Gambar 4 Rangkaian Regulator Tegangan

3.4 Antarmuka Keyboard PS/2 dengan Atmega8

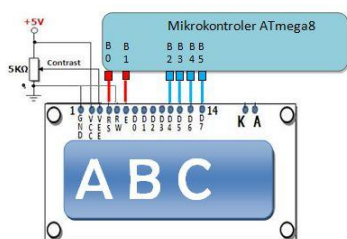
Pin clock pada PS/2 keyboard ini terhubung dengan interupsi eksternal mikrokontroler Atmega8 Port D.2 untuk mendeteksi ada atau tidaknya tombol keyboard yang ditekan, sedangkan pin data terhubung dengan Port D.4. PS/2 Keyboard terdiri dari 6 buah pin, tetapi hanya 4 buah pin yang terpakai yaitu: VCC, GND, clock, dan data. Pin VCC dan GND mendapat supply 5V. Untuk melihat hubungan antarmuka keyboard PS/2 dengan mikrokontroler Atmega8 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Antarmuka Keyboard dengan Atmega8

3.5 Antarmuka Atmega8 dengan tampilan LCD 2x20

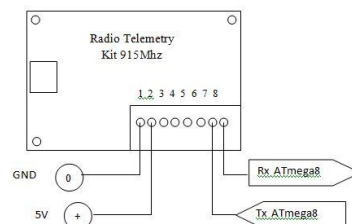
LCD berfungsi untuk menampilkan data karakter yang diinput dari keyboard, dimana LCD 2x20 dikonfigurasi menggunakan pengalamatan data 8-bit, yaitu pada Port B.0 – Port B.7. Mode 8-bit ini dipilih karena proses untuk menampilkan data pada LCD lebih cepat bila dibandingkan dengan mode 4-bit.



Gambar 6 Antarmuka Mikrokontroler dengan Tampilan LCD 2x20

3.6 Antarmuka Atmega8 dengan Radio Telemetry Kit 915Mhz

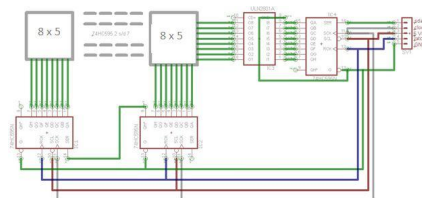
Data yang akan ditampilkan pada Penampil LED Dot Matriks dikirim secara wireless oleh pengirim (transceiver) melalui modem Tx Radio Telemetry Kit 915Mhz. Lalu data yang dikirim akan diterima oleh (receiver) pada modem Rx Radio Telemetry Kit 915Mhz secara wireless agar data karakter dari Atmega8 dapat ditampilkan pada Penampil LED Dot Matriks.



Gambar 7 Antarmuka Mikrokontroler dengan Radio Telemetry Kit 915Mhz

3.7 Antarmuka Atmega8 dengan Penampil LED Dot Matriks 8 x 40

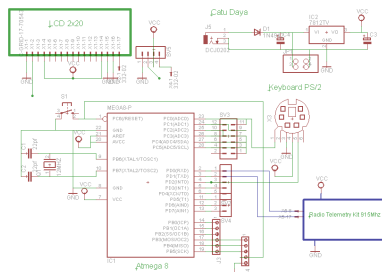
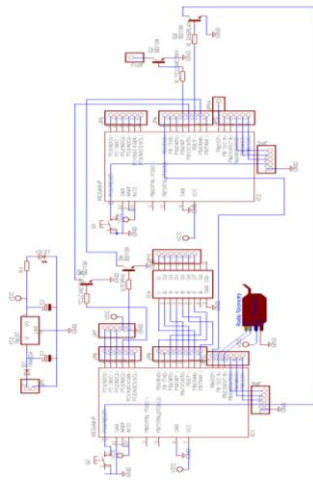
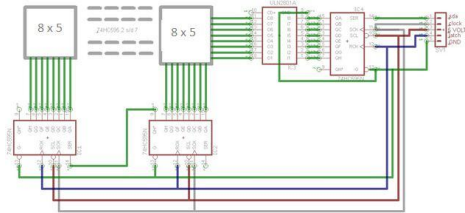
Untuk menampilkan data karakter yang telah diinput, maka digunakanlah Penampil LED Dot Matriks. Tampilan pada Penampil Dot Matriks ini menggunakan teknik scanning kolom, yaitu menyalakan setiap kolom tiap – tiap kolom secara bergantian pada kecepatan yang sangat tinggi. Scanning Penampil ini bertujuan untuk menghindari pembebanan arus pada rangkaian. Apabila pada suatu kolom bernilai logika “1” dan pada suatu baris bernilai logika “1”, maka Penampil LED Dot Matriks tersebut akan menyala.



Gambar 8 Antarmuka Atmega8 dengan Penampil LED Dot Matriks 8 x 40

3.8 Perancangan Rangkaian Keseluruhan

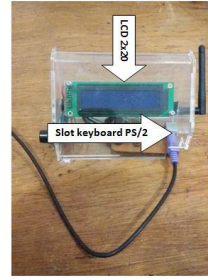
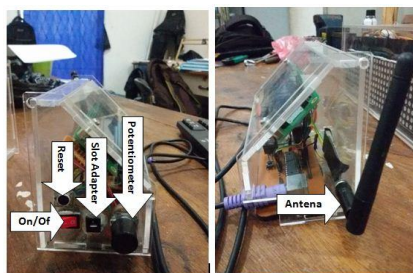
Rangkaian keseluruhan dari Penampil LED Dot Matriks menggunakan Atmega8 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Perancangan Rangkaian Keseluruhan

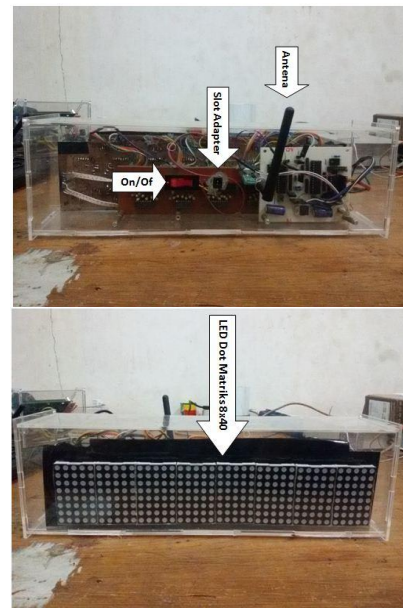
3.9 Perancangan Alat Keseluruhan

Gambar dari alat untuk mengirimkan perintah dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Tampilan dari alat pengirim perintah

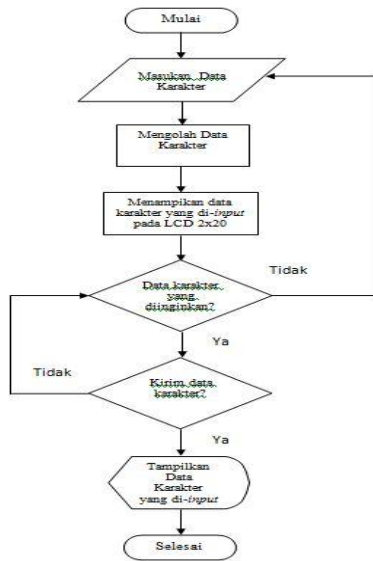
Gambar dari alat penerima perintah yang digunakan untuk menampilkan hasil dari perintah input dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Tampilan dari alat penerima perintah

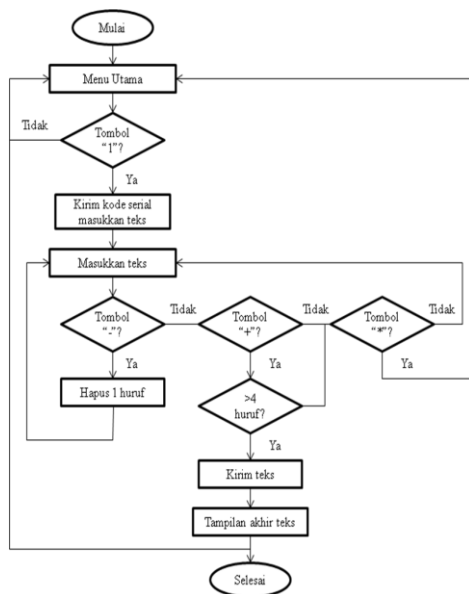
3.10 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak ini dibangun dengan bahasa *basic* menggunakan aplikasi Bascom AVR. Adapun alur program dapat dilihat pada Gambar 12.



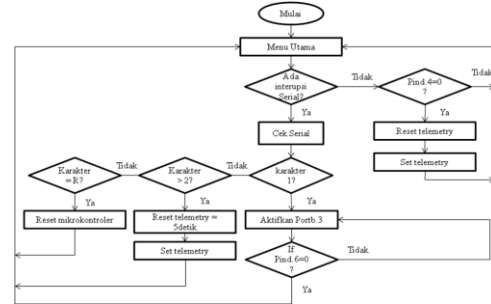
Gambar 12 Diagram alir program keseluruhan

3.11 Diagram Alir Program Mikrokontroler Bagian Pengirim



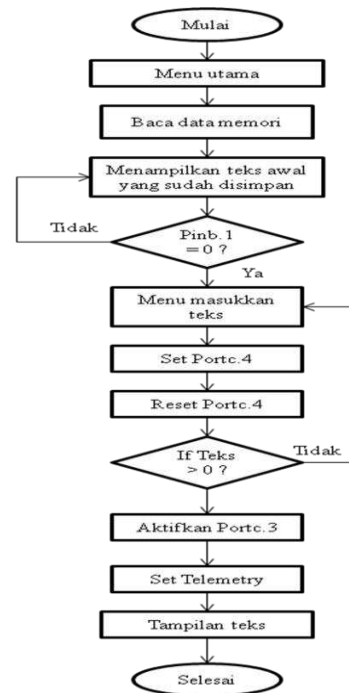
Gambar 13 Diagram alir program mikrokontroler bagian pengirim

3.12 Diagram Alir Program Mikrokontroler Pertama Bagian Penerima



Gambar 14 Diagram alir program mikrokontroler pertama bagian penerima

3.13 Diagram Alir Program Mikrokontroler Kedua Bagian Penerima



Gambar 15 Diagram alir program mikrokontroler kedua bagian penerima

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Pengujian dan Pengukuran Rangkaian Catu Daya

Pengujian rangkaian catu daya bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian catu daya yang dirancang dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan Rangkaian Catu Daya

Catu Daya	Tegangan Masukan (Volt AC)	Tegangan masukan (Volt DC)	Tegangan Keluaran (Volt DC)	Tegangan Ideal (Volt DC)
7,5 Volt	230 Volt	6,9 Volt	4,9 Volt	5 Volt

4.2 Pengujian Sistem Minimum

Pengujian pada rangkaian sistem minimum mikrokontroler Atmega8 dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran dari *pin* keluaran yaitu pada *Port C* dan *Port D*. Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan sebuah program sederhana dengan menggunakan aplikasi BASCOM AVR untuk mengaktifkan *Port C* dan *Port D*. Berikut merupakan program untuk pengujian sistem minimum mikrokontroler Atmega8. Hasil Pengujian ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16 Hasil Pengukuran Tegangan Keluaran Mikrokontroler Atmega8

Hasil dari pengukuran tegangan keluaran pada mikrokontroler untuk logika "1" adalah 5 V dan untuk logika "0" adalah 1,4 V.

4.3 Pengujian LCD 2x20

Pengujian dapat dilakukan dengan mendownload listing program ke mikrokontroler Atmega8.



Gambar 17 Hasil pengujian LCD

4.4 Pengujian Jarak Pancar Radio Telemetry 915Mhz

Data hasil pengujian jarak pancar radio telemetry dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Hasil Pengujian Jarak Pancar Radio Telemetry 915Mhz Tanpa Halangan

Jarak	Kondisi
100 meter	Terhubung
200 meter	Terhubung
300 meter	Terhubung
407 meter	Terhubung

Tabel 3 Hasil Pengujian Jarak Pancar Radio Telemetry 915Mhz Dengan Halangan Dinding Semen

Jarak	Kondisi
50 meter	Terhubung
100 meter	Terhubung
150 meter	Terhubung
232 meter	Terhubung

4.5 Pengujian Pengiriman Data ke Penampil LED Dot Matriks

Pengujian pengiriman data ke Penampil LED Dot Matriks dapat dilakukan dengan mengetikkan tulisan yang ingin ditampilkan dari keyboard PS/2 ke Penampil LED Dot Matriks.



Gambar 18 Hasil dari pengujian pengiriman data ke Penampil LED Dot Matriks

4.6 Waktu Transfer

Panjang gelombang dapat dihitung dengan menggunakan $c = f \cdot \lambda$, dimana c = cepat rambat gelombang elektromagnetik, f = frekuensi yang dipilih 915Mhz agar

transceiver dan *receiver* dapat terkoneksi, λ = panjang gelombang. Gelombang radio merambat dengan kecepatan $3 \times 10^8 \text{ m/s}$. Frekuensi yang digunakan pada penelitian ini adalah 915Mhz.

$$c = f \cdot \lambda \quad (1)$$

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{91,5 \times 10^6 \text{ Hz}}$$

$$\lambda = 32,787 \text{ m}$$

$$fc = f \cdot \lambda \quad (3)$$

$$fc = 91,5 \times 10^6 \text{ Hz} \times 32,78 \text{ m}$$

$$fc = 29993700000 \text{ m/s}$$

fc merupakan cepat rambat yang hampir setara dengan kecepatan cahaya.

$$\text{Waktu Transfer} = \frac{232 \text{ m}}{29993700000 \text{ m/s}}$$

$$= 0,0000000077 \text{ s}$$

Waktu *Transfer* kondisi ada halangan tembok semen adalah 0,0000000077s

$$\text{Waktu Transfer} = \frac{407 \text{ m}}{29993700000 \text{ m/s}}$$

$$= 0,0000000135 \text{ s}$$

Waktu *Transfer* kondisi tanpa halangan adalah 0,0000000135s.

4.7 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan



Gambar 19 Hasil dari pengujian secara keseluruhan

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah merancang dan melakukan pengujian pada penampil informasi yang dikendalikan dengan jarak jauh menggunakan frekuensi radio berbasis mikrokontroler Atmega8 dengan keyboard sebagai input perintah dapat disimpulkan bahwa:

1. Rancangan penampil informasi yang dikendalikan dengan jarak jauh menggunakan frekuensi radio berbasis mikrokontroler Atmega8 dengan keyboard sebagai input perintah dapat bekerja dengan baik sesuai perancangan.
2. Jarak maksimal dari radio telemetry 915Mhz untuk mengirimkan data karakter pada Penampil LED Dot Matriks dengan kondisi adanya halangan dinding semen adalah 232 meter dan untuk kondisi pada tanpa adanya halangan adalah 407 meter.
3. Penampil informasi ini menggunakan frekuensi radio, sehingga dapat dioperasikan dalam jarak jauh serta memudahkan dalam pengaplikasiannya.
4. Jumlah karakter yang dapat ditampilkan pada Penampil LED Dot Matriks hanya berjumlah 35 karakter yang disebabkan oleh keterbatasan pada memori mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang diharapkan mampu untuk menyempurnakan kerja dari sistem yang telah dibuat dan pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Perlunya penggantian mikrokontroler dengan kapasitas memori yang lebih besar agar dapat menampilkan tulisan lebih dari 35 karakter.
2. Agar tulisan yang ditampilkan dapat terlihat lebih panjang dapat dilakukan dengan cara menambahkan Penampil LED Dot Matriks.
3. Untuk memudahkan dalam proses pengiriman data karakter ke Penampil LED Dot Matriks dapat menggunakan smartphone dengan sistem android yang telah banyak digunakan.
4. Adanya penambahan fitur menu pengaturan kecepatan teks berjalan.

5. Penggunaan bahan aluminium untuk kemasan penampil informasi akan membuat menjadi tahan lama dan ringan.

DAFTAR PUSTAKA

Doktertech. "Perancangan dan pembuatan display led dot matriks". <http://doktertech.blogspot.com/2011/02/perancangan-dan-pembuatan-display.html>.

Callista, "Perancangan penampil karakter led dot matriks 12x24 berbasis mikrokontroler At89S52. <http://www.distrodoc.com/36554-penampil-karakter-led-dot-matrix-12x24-berbasis-mikrokontroler#w=500>

Masykur. "Pengenalan teknologi nirkabel". <http://indonesiaindonesia.com/f/78606-mengenal-teknologi-nirkabel-kabel/>

Benny Julisha Pratida. 2012. Perancangan Display LED Dot Matrix Menggunakan Mikrokontroler Atmega32. *Tugas Akhir*. Universitas Tanjungpura, Fakultas Teknik.

Alfibriiefly. "Kelebihan dan kelemahan jaringan kabel dan nirkabel". <https://alfibriiefly.wordpress.com/2012/12/03/kelebihan-dan-kelemahan-jaringan-kabel-dan-nirkabel/>

Hardi santosa, 2012. "Mengenal ATmega8 Mikrokontroler, Universitas Gunadarma". hardi-santosa.blog.ugm.ac.id/2012/07/03/mengenal-atmega8-3/.

Yopi Firmansyah. 2014. Perancangan penampil informasi shalat jum'at menggunakan dot matrix berbasis mikrokontroler dan wireless. *Tugas Akhir*. UNIKOM, Jurusan Teknik Komputer. Bandung.

Ngatemi Puji Astuti. Perancangan dan Pembuatan Alat Display Tulisan Berjalan Menggunakan Dot Matrik Berbasis Mikrokontroler AT89S51. *Tugas Akhir*. Akademi Teknik Telkom Sandhy Putra Purwokerto.

Evy Christanto Sri Nugroho. 2010. Papan Informasi Elektronik Dengan PS2 Keyboard. *Tugas Akhir*. Universitas Indonesia, Fakultas Teknik.

Alibaba.com, 2015. "Rincian Tentang 3dr Radio Telemetry Kit 915Mhz Modul Untuk

apm Foto Udara". <http://indonesian.alibaba.com/product-gs/details-about-3dr-radio-telemetry-kit-915mhz-module-for-apm-aerial-photography-60008990698.html>.

Nyoman Yudi, 2011. "Dot Matrix". <http://www.aisi555.com/2011/08/dot-matrix.html>.

Biografi

Budi Santoso, Lahir di Pontianak pada tanggal 16 Juli 1990. Menyelesaikan studi Strata-I di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak pada tahun 2015.

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Drs. Ade Elbani, MT.

NIP. 19630522 199502 1 001

Dosen Pembimbing II

Muhammad Saleh, ST, MT.

NIP. 19670516 199412 1 001