

Rancang Bangun Sistem Monitoring Jamaah Haji Berbasis Komunikasi Radio

Muhammad Alif Haidar¹, Moch. Taufik², Ridho Hendra Y. P.³
Jaringan Telekomunikasi Digital, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

Abstrak

Pada proses ibadah haji, salah satu hal yang mungkin tidak bisa diabaikan adalah permasalahan banyaknya jamaah haji yang tersesat. Meskipun sebelum berangkat setiap jamaah haji sudah dibekali persiapan yang tidak sedikit dan jamaah haji dibagi sampai menjadi 11 orang tiap regu, seringkali masalah tersesatnya jamaah haji masih muncul. Saat jamaah keluar dari rombongan regu, saat itu pula resiko tersesatnya jamaah muncul. Maka dari itu, diperlukan pencegahan terhadap kondisi tersebut untuk meminimalisir tersesatnya jamaah haji.

Pada makalah ini menyajikan sebuah sistem yang dapat membantu ketua regu dalam memonitoring jamaah haji dari rombongan regunya. Pada sistem ini, ketua regu dan jamaah sama-sama memiliki perangkat yang menggunakan modul HC-12 untuk komunikasi radio sebagai pendeteksi jamaah yang keluar rombongan dan mikrokontroler Arduino Uno dan ATmega8 untuk identifikasi jamaah tersebut. Dengan mengubah nilai daya transmisi (power) dan baud rate pada HC-12, jauh tidaknya jarak jangkauan akan terpengaruh dan akan diidentifikasi tersesat jika perangkat jamaah tidak terjangkau oleh perangkat ketua regu.

Daya transmisi yang dimiliki HC-12 sebesar -1 dBm sampai 20 dBm dengan interval +3dBm. Sedangkan baud rate yang digunakan 9600 dan 2400. Dari hasil pengubahan daya transmisi dan baud rate, jarak yang terukur paling dekat 1,7 meter dan paling jauh 51,1 meter. Setiap penambahan daya sebesar -3 dBm sama dengan meningkatkan daya dalam satuan mW sebesar 100% dan meningkatkan jarak jangkauan sebesar ±54%. Baud rate 9600 memiliki sensitifitas penerima -112 dBm dan baud rate 2400 memiliki sensitifitas penerima -117 dBm yang meningkatkan jarak sebesar ±54,5%. Sensitifitas penerima yang lebih kecil dapat dapat menerima kekuatan sinyal dari jangkauan yang lebih jauh. Pada pola radiasinya perangkat ketua regu memiliki cakupan paling luas pada sisi sebelah kiri atau pada sudut 315 derajat sampai 360 derajat.

Kata Kunci: HC-12, Komunikasi Radio, Arduino Uno, ATmega8

I. PENDAHULUAN

Dalam penyelenggaraan ibadah haji seringkali terdapat sejumlah masalah yang muncul setiap tahunnya. Salah satu hal yang mungkin tidak bisa diabaikan adalah permasalahan banyaknya jamaah haji yang tersesat. Maka dari itu, diperlukan pencegahan terhadap kondisi tersebut untuk meminimalisir tersesatnya jamaah haji.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka akan dirancang sebuah sistem yang dapat membantu ketua regu untuk mengetahui adanya jamaah yang keluar dari rombongan regu. Serta adanya proses identifikasi agar ketua regu mengetahui siapa jamaah yang keluar dari rombongan regu. Oleh sebab itu diperlukan penerapan dari komunikasi bergerak. Untuk komunikasi bergerak, sistem komunikasi yang paling optimal dan banyak dipakai saat ini adalah melalui komunikasi radio.

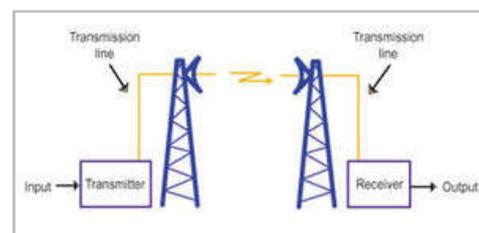
Pada proses identifikasi, diperlukan adanya identitas untuk setiap jamaah dan identitas tersebut berupa data yang saling dikirim dan diterima pada penerapan komunikasi radio ini. Karena identitas berupa data, maka diperlukan mikrokontroler sebagai pengolah data.

II. KAJIAN PUSTAKA

Komunikasi Radio

Komunikasi radio yang dimaksud adalah komunikasi tanpa kabel yang memanfaatkan udara atau ruang bebas sebagai media transmisi untuk perambatan gelombang radio dimana gelombang radio tersebut yang bertindak sebagai pembawa sinyal informasi.

Sistem terdiri atas dua bagian pokok, yaitu pemancar (Tx) dan penerima (Rx). Pemancar terdiri atas modulator dan antena pemancar, sedangkan penerima terdiri atas demodulator dan antena penerima. Prinsip dasar komunikasi radio dapat ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Prinsip Dasar Komunikasi Radio

Modulator berfungsi memodulasi informasi menjadi sinyal elektromagnetik yang akan dipancarkan melalui antena pemancar. Sinyal elektromagnetik inilah yang akan dipancarkan melalui udara atau ruang bebas.

HC-12

HC-12 adalah modul komunikasi serial wireless yang merupakan modul generasi terbaru untuk transmisi data multi-channel tanpa kabel. Pita frekuensi kerjanya adalah antara 433MHz – 473MHz. Frekuensi kerjanya dapat diatur dengan jarak tiap saluran sebesar 400KHz sehingga dapat memiliki 100 channel. Daya transmisi maksimal dari HC-12 adalah sebesar 100mW (20dBm). Modul ini dapat diubah pengaturannya sesuai dengan kebutuhan meliputi besar frekuensi, daya transmisi, dan baud rate melalui AT-Command.



Gambar 2 Modul HC-12

Modul HC-12 mempunyai 4 mode penggunaan diantaranya mode FU1, FU2, FU3, dan FU4. Mode-mode tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda.

Tabel 1 Mode pada HC-12

Mode	FU1	FU2	FU3	FU4	Remarks
Idle current	3.6mA	80uA	16mA	16mA	Average value
Transmission time delay	15-25mS	500mS	4-80mS	1000mS	Sending one byte
Loopback test time delay 1	31mS				Serial port baud rate 9600, sending one byte
Loopback test time delay 2	31mS				Serial port baud rate 9600, sending 10 bytes
Operating range at full power (20dBm)	100m	100m	600m at 9600bps 1000m at 2400bps	1800m at 1200bps	Clear line of sight between modules under ideal conditions

Mode default adalah FU3 dimana daya transmisi yang bekerja sebesar 20dBm dan baud rate yang bekerja sebesar 9600, tetapi daya transmisi dan baud rate dapat diubah sesuai kebutuhan. Pilihan besaran daya transmisi dimulai dari -1dBm, 2dBm, 5dBm, 8dBm, 11dBm, 14dBm, 17dBm, dan 20dBm.

Arduino Uno R3

Arduino memiliki bahasa pemrograman sendiri yang mirip bahasa C. di dalam unit mikokontrolernya sendiri, produk-produk arduino sudah ditanami dengan bootloader khusus. Bootloader ini yang menjembatani antara software compiler arduino dan hardware sistem minimumnya. arduino membuka semua sumbernya mulai dari diagram rangkaian, jalur pcb, software compiler, hingga bootloadernya. Arduino didesain untuk menjadi satu produk yang modular. Artinya pada produk-produk arduino menjadi satu produk yang modular. Artinya pada produk-produk arduino dapat ditambahkan board lain yang memiliki fungsi khusus yang biasa disebut shield. Arduino memiliki banyak produk. Skripsi ini menggunakan board arduino uno R3.



Gambar 3 Mikrokontroler Arduino

Tabel 2 Spesifikasi Arduino

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz

ATmega8

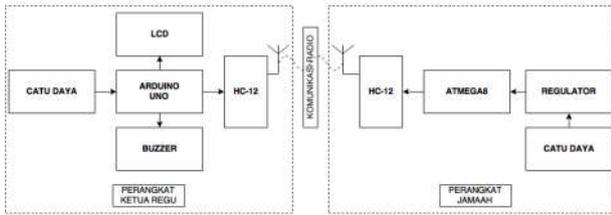
AVR ATmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berarsitektur AVR RISC yang memiliki 8K byte in-System Programmable Flash. Mikrokontroler dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16MIPS pada frekuensi 16MHz. Jika dibandingkan dengan ATmega8L perbedaannya hanya terletak pada besarnya tegangan yang diperlukan untuk bekerja. Untuk ATmega8 tipe L, mikrokontroler ini dapat bekerja dengan tegangan antara 2,7 - 5,5 V sedangkan untuk ATmega8 hanya dapat bekerja pada tegangan antara 4,5 - 5,5 V.



Gambar 4 Tampilan fisik Atmega8

III. METODE PENELITIAN

Blok Diagram Sistem



Gambar 5 Blok Diagram Sistem

Dari skema perancangan blok diagram pada Gambar 2.5, terdapat 2 bagian yang masing-masing terpisah yaitu perangkat untuk ketua regu dan perangkat jamaah, namun tetap saling berkomunikasi melalui frekuensi radio.

Pada penelitian ini, sampel yang digunakan berjumlah 4 perangkat, yaitu perangkat ketua regu berjumlah 1, dan perangkat jamaah berjumlah 3. Untuk lebih jelasnya, berikut adalah blok diagram dari perangkat ketua regu dan perangkat jamaah secara terpisah.

Komponen Perangkat Ketua regu :

1. Catu daya
Catu daya sebagai sumber tegangan untuk seluruh komponen perangkat ketua regu. Tegangan yang digunakan adalah sebesar 9V.
2. Arduino Uno
Mikrokontroler utama yang bekerja sebagai kontrol yang mengatur inputan data karakter yang diterima oleh HC-12 yang nantinya akan dikelola melalui program yang telah dirancang pada Arduino. Outputan berupa data karakter yang akan dikirim dan notifikasi pada LCD dan Buzzer.
3. LCD
Komponen penampil notifikasi untuk hasil dari seleksi program Arduino secara tertulis.
4. Buzzer
Komponen notifikasi melalui suara.
5. HC-12
Modul utama untuk komunikasi radio yang nantinya akan diatur sesuai kebutuhan. Bekerja sebagai pengirim dan penerima data karakter.

Komponen Perangkat Jamaah

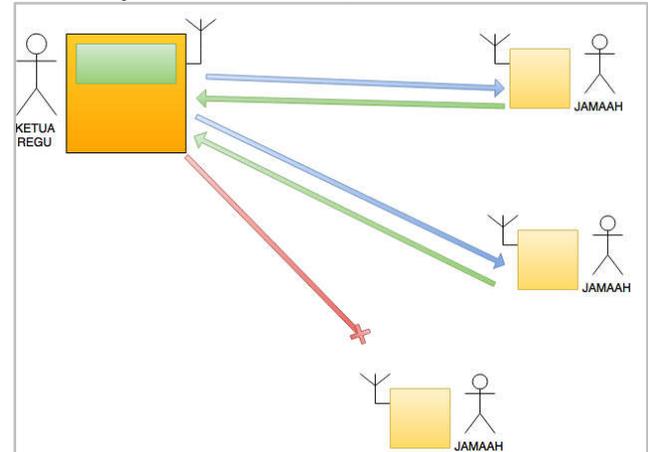
1. Catu daya
Catu daya sebagai sumber tegangan untuk seluruh komponen perangkat jamaah. Tegangan yang digunakan adalah sebesar 9V yang nantinya akan disesuaikan oleh regulator.
2. Regulator
Sebagai penyesuaian besar tegangan yang digunakan. Tegangan dari catu daya sebesar 9V akan diperkecil menjadi sebesar 5V karena menyesuaikan dengan kebutuhan tegangan dari Atmega8.
3. ATmega8
Sebagai mikrokontroler utama pada perangkat jamaah yang mengelola data karakter yang diterima melalui

program yang telah dirancang dan mengirimkan balasan berupa data karakter melalui HC-12. Data karakter yang dikirim adalah karakter penjawab dan yang diterima adalah karakter pemanggil.

4. HC-12

Modul utama untuk komunikasi radio yang nantinya akan diatur sesuai kebutuhan. Bekerja sebagai pengirim dan penerima data karakter.

Cara Kerja Sistem



Gambar 6 Blok diagram cara kerja sistem

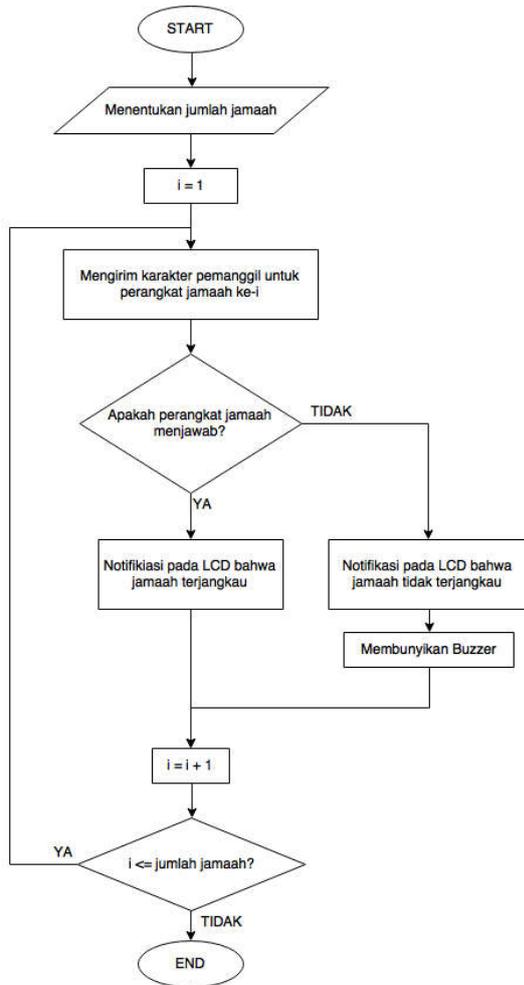
Penjelasan sistem secara umum dari Gambar 2.8 adalah, perangkat ketua regu akan selalu mengecek apakah setiap jamaah keluar dari jarak yang ditentukan dan setiap pengecekan jamaah akan terdapat notifikasi atau pemberitahuan pada perangkat ketua regu dilayar LCD.

Jarak ditentukan dengan asumsi dalam radius satu meter terdapat satu sampai dua orang jamaah. Sedangkan pada umumnya dalam satu regu terdapat 11 orang jamaah, maka jarak yang dipakai $\pm 6,5$ meter. Jika dipergunakan untuk rombongan, rata-rata rombongan haji berjumlah 44 orang, maka jarak yang terhitung ± 22 meter.

Perangkat ketua regu akan mengirimkan sebuah data berupa karakter tertentu (huruf, angka, dll) kepada semua perangkat jamaah, data yang dikirimkan akan sampai pada perangkat jamaah jika jangkauan masih dalam jarak yang ditentukan, setelah data sampai pada perangkat jamaah akan dibalas dengan karakter tertentu juga.

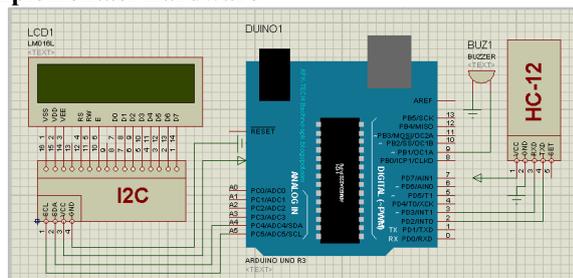
Sebaliknya, jika karakter tersebut tidak sampai pada perangkat jamaah, menandakan bahwa jamaah berada diluar jangkauan lalu akan muncul notifikasi pada LCD .

Flowchart Sistem



Gambar 7 Flowchart sistem

Implementasi Hardware



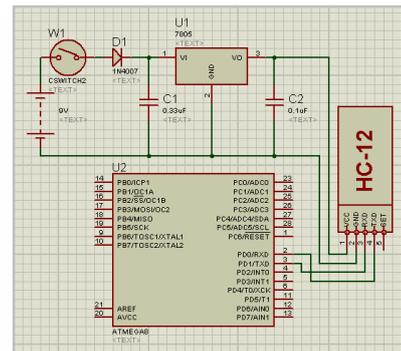
Gambar 8 Rangkaian perangkat ketua regu

1. Arduino uno
Berperan sebagai mikrokontroler utama, dimana semua komponen-komponen yang digunakan terhubung pada pin-pinnya
2. HC-12
Modul radio frekuensi yang bekerja pada frekuensi 433Mhz sebagai pengirim dan penerima data karakter. Pada perangkat ketua regu, HC-12 akan mengirim data karakter pemanggil dan menerima data karakter penjawab dari perangkat jamaah.

3. LCD
LCD berdimensi 16x2 untuk menampilkan notifikasi secara tertulis berupa jamaah yang terjangkau maupun jamaah yang tidak terjangkau
4. I2C
Komponen yang diintegrasikan pada LCD guna meminimalisir penggunaan pin pada Arduino Uno dimana LCD yang sebelumnya membutuhkan 16 pin untuk dihubungkan pada Arduino diperkecil jumlahnya hingga membutuhkan 4 pin saja yang terhubung pada Arduino.
5. Buzzer
Buzzer dengan kebutuhan tegangan $\pm 5V$ untuk notifikasi melalui suara dan hanya akan berbunyi jika adanya jamaah yang tidak terjangkau.



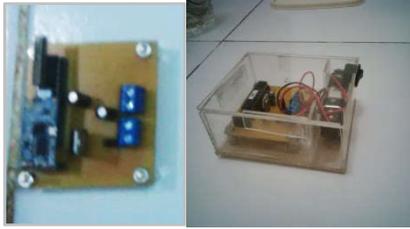
Gambar 9 Keseluruhan perangkat ketua regu



Gambar 10 Rangkaian perangkat jamaah

1. Catu Daya 9V
Berupa baterai kotak 9V untuk kebutuhan daya seluruh komponen pada perangkat
2. Switch
Tombol ON/OFF untuk menghidupkan dan mematikan perangkat
3. Dioda
Menggunakan dioda 1N4007 sesuai dengan datasheet dari HC-12 guna mengamankan jika adanya arus balik
4. Regulator
Menggunakan regulator 7805 untuk mengecilkan tegangan dari 9V ke 5V, karena kebutuhan tegangan ATmega8 adalah sebesar 4.5V-5.5V dan kebutuhan tegangan untuk HC-12 sebesar 3.3V-5V
5. Kapasitor
Sesuai dengan datasheet dari regulator 7805, kapasitor yang digunakan adalah sebesar 0.33µF dan 0.1µF

6. ATmega8
Mikrokontroler utama sebagai pengolah data karakter pemanggil yang diterima
7. HC-12
Modul radio frekuensi yang bekerja pada frekuensi 433MHz sebagai pengirim dan penerima data karakter

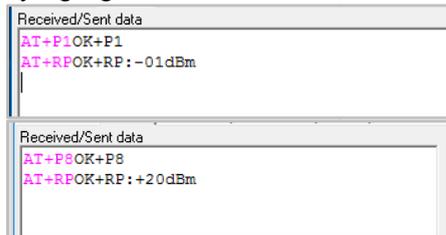


Gambar 11 Keseluruhan Perangkat jamaah

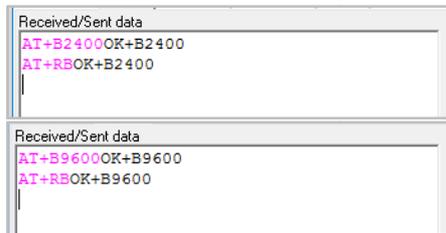
IV. HASIL DAN ANALISA DATA

Pengujian AT-Command

Pada pengujian ini, dilakukan percobaan mengirim perintah dalam bentuk AT-Command untuk modul HC-12. Pengaturan tersebut ditujukan untuk mengubah nilai dari daya transmisi yang digunakan (power) dan besar baud rate yang digunakan



Gambar 12 AT-Command pengubah daya transmisi berhasil



Gambar 13 AT-Command pengubah baud rate berhasil

Pengujian Jarak Jangkauan

Pada pengujian ini dilakukan percobaan untuk mengukur jarak maksimal antara perangkat ketua regu dengan perangkat jamaah. Jarak yang diukur adalah jarak dari setiap perubahan daya transmisi dan baud rate.

Tabel 3 Hasil Pengukuran Jarak

	Jarak (meter)			
	LOS		NLOS	
Baud rate	9600	2400	9600	2400
Power				

-1 dBm	1.7	2.9	1.3	2.2
2 dBm	2.9	4.8	2.1	3.6
5 dBm	4.4	6.9	3.3	5.2
8 dBm	7.6	11.5	5.8	8.7
11 dBm	9.1	13.9	6.8	10.5
14 dBm	16.7	24.5	12.6	18.4
17 dBm	21.1	30.8	15.9	23.2
20 dBm	35.6	51.1	26.8	38.5

Proses konversi daya dalam satuan dBm menjadi satuan mW dihitung melalui rumus persamaan berikut.

Keterangan rumus

dBm : Daya transmisi dalam satuan decibel (dBm)

P : Daya transmisi dalam satuan milliwatt (mW)

P_{ref} : Referensi untuk daya, bernilai 1 mW

Tabel 4 Hasil konversi dBm ke mW

Daya (dBm)	-1	2	5	8	11	14	17	20
Daya (mW)	0.8	1.6	3.2	6.3	12.6	25.1	50.1	100

Daya transmisi dalam satuan mW selalu meningkat 100% setiap bertambah 3 dBm. Jika dibandingkan dengan peningkatan jarak yang telah diukur, hasilnya hanya meningkat 50%.

Perbandingan jarak dengan daya berbeda dengan perbandingan jarak dengan *baud rate*. Perbandingan *baud rate* dengan jarak berbanding terbalik, semakin rendah *baud rate* yang digunakan maka semakin tinggi jarak jangkauan yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan perubahan *baud rate* pada modul radio frekuensi HC-12 mempengaruhi sensitivitas penerima (*receiver*).

Tabel 5 Hubungan baud rate dengan sensitifitas

Baud Rate	2400	9600
Sensitivitas Penerima	-117dBm	-112dBm

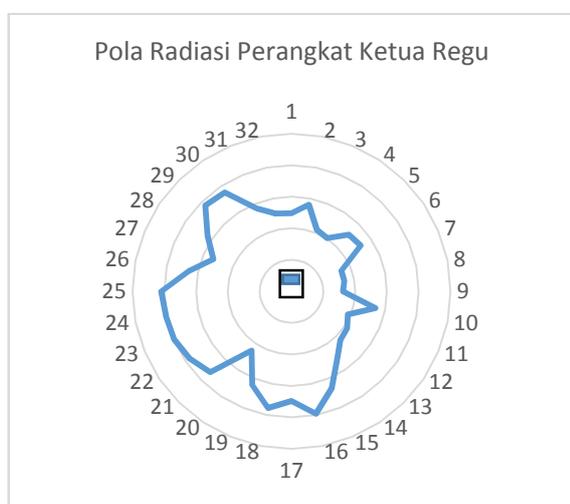
Semakin tinggi *baud rate* maka semakin tinggi pula sensitivitas penerima. Pada dasarnya, sensitivitas penerima merupakan daya minimal dari kekuatan sinyal yang dapat diterima oleh *receiver* dan kekuatan sinyal akan berkurang seiring dengan jauhnya jarak. Sehingga semakin rendah sensitivitas penerima maka semakin jauh jarak jangkauan.

4.1 Pengujian Pola Radiasi

Pada pengujian ini, dilakukan percobaan untuk menggambarkan pola radiasi dari perangkat ketua regu. Sudut yang digunakan adalah sebesar 11.25 derajat sehingga ada 32 titik untuk pengukuran jaraknya.

Tabel 6 Hasil pengukuran tiap sudut

Sudut	Jarak(m)	Sudut	Jarak(m)	Sudut	Jarak(m)
0°	2.5	123.75°	2.1	247.5°	4.0
11.25°	2.8	135°	2.2	258.75°	4.0
22.5°	2.1	146.25°	2.6	270°	4.1
33.75°	2.0	157.5°	3.3	281.25°	3.3
45°	2.5	168.75°	4.0	292.5°	2.7
56.25°	2.6	180°	3.5	303.75°	3.2
67.5°	1.7	191.25°	3.8	315°	3.8
78.75°	1.7	202.5°	3.2	326.25°	3.8
90°	1.6	213.75°	2.3	337.5°	2.8
101.25°	2.7	225°	3.6	348.75°	2.5
112.5°	1.9	236.25°	3.8		



Gambar 14 Pola radiasi perangkat HC-12

Dari gambar pola radiasi tersebut terlihat bahwa jangkauan paling luas dari perangkat ketua regu berada pada sisi kiri perangkat sehingga dapat disimpulkan bahwa posisi ketua regu yang paling optimal untuk menjangkau seluruh rombongan regu jamaah haji adalah disebelah kanan rombongan regu jamaah haji tersebut.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Pembuatan perangkat ketua regu menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan sumber tegangan 9V sebagai catu daya, LCD 16x2 sebagai notifikasi tertulis, Buzzer sebagai peringatan melalui suara, dan HC-12 sebagai transmitter untuk komunikasi radio.
2. Pembuatan perangkat jamaah menggunakan mikrokontroler ATmega8 dengan sumber tegangan 9V sebagai catu daya, Regulator 7805 sebagai pengecil tegangan menjadi 5V, dan HC-12 sebagai transmitter untuk komunikasi radio.
3. Komunikasi antar perangkat menggunakan modul radio frekuensi HC-12 yang berkerja pada frekuensi 433.4 MHz dan disesuaikan jarak jangkauannya dengan mengubah daya transmisi (power) dan baud rate melalui perintah AT-Command. Penambahan daya transmisi +3dBm sama dengan meningkatkan daya transmisi sebesar 100% dan meningkatkan jarak sebesar ±54%. Pengubahan baud rate dari 9600 ke 2400 sama dengan mengubah sensitifitas penerima dari -112dBm ke -117dBm yang meningkatkan jarak sebesar ±54,5%.
4. Posisi perangkat ketua regu untuk jangkauan yang optimal adalah pada sisi kanan rombongan karena pola radiasi dari perangkat memiliki area jangkauan paling luas pada sudut 315° sampai sudut 360°.

5.2 Penelitian Selanjutnya

1. Dalam cakupan kinerja sistem, notifikasi hanya ada pada ketua regu dan akan lebih baik jika dikembangkan dengan menambahkan notifikasi pada jamaah haji juga.
2. Dalam cakupan teknis, modul radio frekuensi HC-12 memiliki port untuk antena eksternal dan akan lebih baik jika dipasang antena *omni-directional* agar ketua regu dapat lebih optimal dalam memonitoring karena pola radiasi yang lebih rata.

REFERENSI

- [1] D. Nurmanto, Muhajji FINDER Alat Pemandu Jamaah Haji Yang Tersesat Via GPS (Global Positioning System), Malang: Universitas Brawijaya, 2008.
- [2] A. Zainudin, Rancang Bangun Infrastruktur RFID Untuk Manajemen Jamaah Haji Di Tanah Suci, Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, 2011.
- [3] "Datasheet Arduino Uno, Microcontroller board based on the ATmega328P," www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno.
- [4] "Datasheet LCD, 16x2 Character LCD," Vishay.
- [5] "Datasheet ATmega8, 8-bit Atmel with 8KBytes InSystem Programmable Flash," Atmel Corporation.
- [6] "Datasheet L7800 Series, Positive Voltage

Regulators," STMicroelectronics.

- [7] J. L. Olenewa, Guide to Wireless Communication, Boston: Course Technology, 2014.
- [8] "Datasheet HC-12, Wireless Serial Port Communication Module," www.seedstudio.com.
- [9] A. E. Putra, Tutorial Pemrograman Mikrokontroler AVR dengan AVR Studio dan WinAVR GCC (ATMega16/32/8535), Yogyakarta, 2011.