

PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN RUANGAN SECARA NIRKABEL MENGGUNAKAN ARF 7429B

Sheila Nauvaliana^{*)}, Darjat, and Yuli Christiono

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jln. Prof. Sudharto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}Email : sheila.nauvaliana@gmail.com

Abstrak

ARF (Adeunis Radio Frequency) 7429B merupakan modul radio transceiver yang berfungsi sebagai penerima dan pengirim sinyal informasi berupa gelombang radio pada frekuensi 900 MHz Modul ini menggunakan sistem komunikasi digital sehingga dapat mengirimkan data digital berupa data gambar, suara, maupun data-data digital lainnya. ARF 7429B dapat dikombinasikan dengan mikrokontroler sebagai sistem pengendalinya. Pada penelitian ini, dirancang sistem pemantauan ruangan secara nirkabel menggunakan ARF 7429B. Sistem ini terdiri dari stasiun master yang memberikan perintah untuk mengirimkan data dan menampilkan data akuisisi dari kamera dan sensor suhu serta stasiun slave yang berfungsi untuk mengendalikan kerja sensor dan mengirimkan data ke stasiun master. Pengujian dilakukan pada prototype ruangan dengan memberikan variasi pada posisi kamera, suhu ruangan, dan jarak pemancar dengan penerima baik Line of Sight (LOS) maupun non LOS. Tolok ukur keberhasilan berupa data citra dan suhu dapat dikirim dari slave ke master. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa data hasil akuisisi kamera dan sensor suhu dapat diterima berdasarkan permintaan stasiun master. Data citra dan suhu dapat diterima hingga jarak 300 m pada kondisi Line of Sight. Pada pengujian jarak 300 m ke atas, hanya data suhu yang dapat diterima.

Kata Kunci: Pemantauan Ruangan, Nirkabel, ARF 7429B

Abstract

ARF (Adeunis Radio Frequency) 7429B is radio transceiver modul that is applied as receiver and transmitter information signal in the form of radio wave within frequency of 900 Mhz. This modul use digital commnication sistem thus it is able to send digital data including picture, voice and the other digital datas. ARF 7429B can be applied together with the other microcontroller as controller system. In this final paper, wireless indoor monitoring system is built by having ARF 7429B. This sistem consists of master station that rule the command to send and show acuitition data from camera and temperature sensor as the matter of slave station that is utilized to control the sensor and send the data to master station. The experiment is conducted in room prototype by giving various camera position, room temperatures and the distance between transmitter and receiver as well as Line of Sight (LOS) or non LOS. The parameter of success is determined by picture and temperature data can be successfully sent from slave to master. Based on experiment, taken that the acuitition result of camera and temperature sensor can be received as master station request. Picture and temperature data are able to be well received up to 300 m long in Line of Sight condition. While, in the test for more than 300 m, only temperature data that can be received.

Keywords: Indoor monitoring, Wireless, ARF 7429B

1. Pendahuluan

ARF (Adeunis Radio Frequency) 7429B merupakan modul radio transceiver yang berfungsi sebagai penerima dan pengirim sinyal informasi berupa gelombang radio pada frekuensi 900 MHz Modul ini menggunakan sistem komunikasi digital sehingga dapat mengirimkan data digital berupa data gambar, suara, maupun data-data digital lainnya. ARF 7429B dapat

dikombinasikan dengan mikrokontroler sebagai sistem pengendalinya.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan ARF 7429B untuk stasiun *transponder* yang mampu merespon sinyal masukan dari stasiun pemancar yang telah ditentukan dan melakukan perhitungan waktu proses (tundaan) [1]. Beberapa penelitian lain tentang sistem pemantauan ruangan adalah pengendali lampu ruangan melalui komunikasi *wireless* Zigbee [2], pemantau ruangan

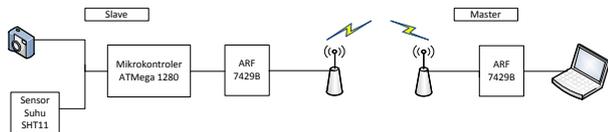
menggunakan *webcam* berbasis mikrokontroler [3] dan bahasa pemrograman Delphi [4], pemantau jarak jauh dengan sensor *passive infrared* [5], serta berbasis *Wireless Sensor Network* [6].

Pada penelitian ini, akan dibuat suatu sistem pengembangan dari fungsi *transponder* yaitu sistem pemantauan ruangan. Sistem ini digunakan untuk mengetahui keadaan ruangan. Data yang diambil adalah berupa citra ruangan dan suhu ruangan. Sistem ini akan dirancang menggunakan ARF 7429B yang diaplikasikan sebagai media komunikasi data antara stasiun *master* dan stasiun *slave*. Stasiun *master* memberikan perintah kepada stasiun *slave* untuk mengirimkan data citra dari kamera dan data suhu dari sensor suhu, kemudian ditampilkan pada unit komputer di stasiun *master*. Stasiun *master* terdiri dari sebuah unit komputer yang digunakan untuk pengendali dan memerlukan program antarmuka untuk pengolahan serta menampilkan data yang dikirim dari *slave*. Pada stasiun *slave*, digunakan sebuah mikrokontroler sebagai pengendali kamera dan sensor suhu.

2. Metode

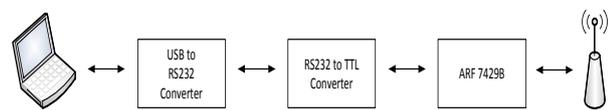
2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras dari penelitian ini meliputi sistem minimum mikrokontroler ATmega 1280, ARF 7429B, kamera, SHT11 dan laptop. Secara umum perancangan sistem yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1 Diagram sistem transmisi pemantauan ruangan

Stasiun *master* berfungsi sebagai pusat pengendali dan pemantau stasiun *slave*. Blok diagram stasiun *master* dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Blok diagram stasiun master

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

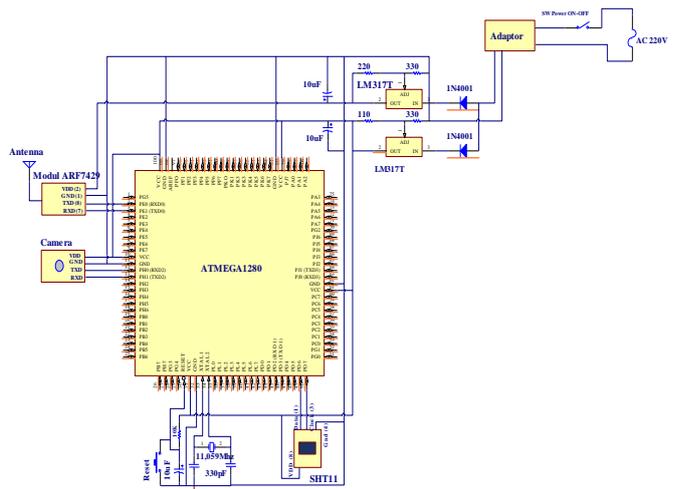
1. ARF (*Adeunis Radio Frequency*) 7429B digunakan sebagai perangkat komunikasi antara *master* dan *slave*. Modul ARF yang digunakan yaitu ARF

7429B yang berfungsi sebagai media pengirim dan penerima data.

2. *RS232 to TTL converter* digunakan untuk mengubah level tegangan dari RS232 menjadi TTL karena ARF bekerja pada level tegangan TTL.
3. *USB to RS232 converter* digunakan untuk mengubah level tegangan dari USB menjadi RS232. Hal ini dikarenakan tidak terdapatnya *port* RS232 pada laptop yang digunakan, sedangkan program Delphi sebagai antar muka mengharuskan penggunaan *port* RS232 untuk komunikasi serial.
4. Laptop sebagai *server*, pengendali, dan pemantau keadaan ruangan pada *slave*.

Stasiun *slave* berfungsi sebagai peralatan yang akan berhubungan langsung dengan kamera dan sensor suhu. Tiap-tiap bagian dari sistem pada Gambar 3 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sama seperti pada stasiun *master*, ARF 7429B pada stasiun *slave* digunakan sebagai perangkat komunikasi antara *master* dan *slave*.

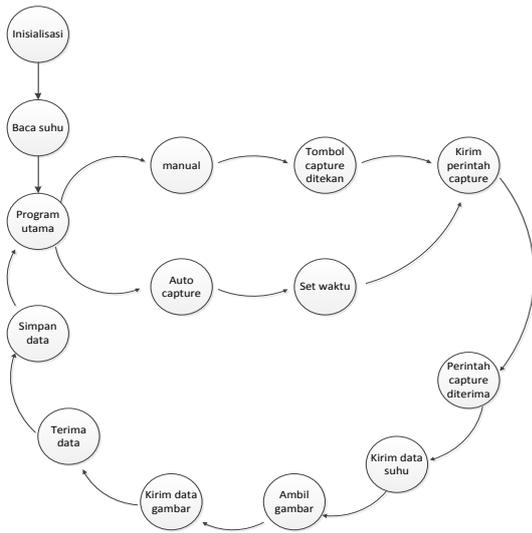


Gambar 3 Skematik stasiun slave secara keseluruhan.

2. Mikrokontroler ATmega 1280 berfungsi untuk melaksanakan tugas meliputi pembacaan sensor SHT11, pengambilan gambar dengan kamera serial, mengolah data yang diterima dari *master*, mengirimkan data kembali ke *master*, mengirimkan hasil pengolahan data kepada laptop (*server*), dan mengatur waktu pengiriman.
3. Sensor SHT11 berfungsi sebagai pengukur temperatur dan kelembapan pada ruangan.
4. Kamera difungsikan sebagai alat untuk pengambilan gambar keadaan ruangan.
5. Rangkaian regulator 3 volt digunakan untuk member tegangan ARF 7429B sedangkan 5 volt untuk mikrokontroler ATmega 1280, kamera serial, dan SHT11

2.2 Perancangan Perangkat Lunak

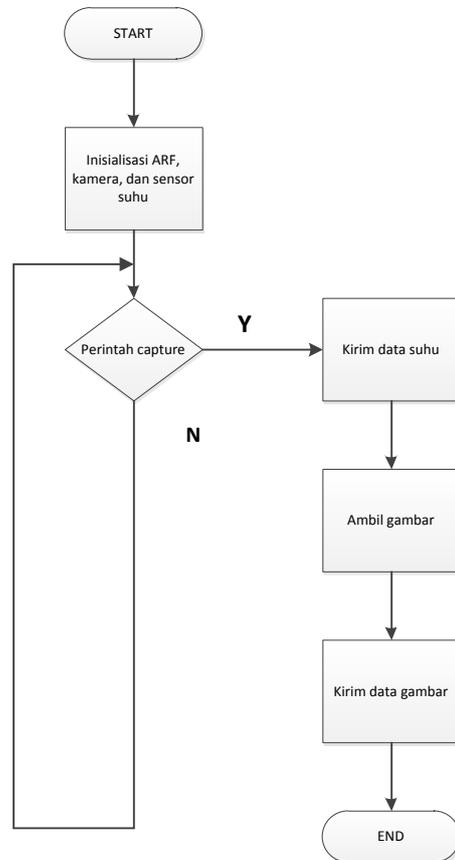
Perangkat lunak model sistem pemantauan ruangan ini terdiri dari perangkat Lunak Borland Delphi 7 untuk program antarmuka sistem dan CV AVR 2.05 untuk program pengendali mikrokontroler, kamera, SHT11, dan ARF 7429B. Berikut diagram *statechart* keseluruhan sistem:



Gambar 4 *Statechart* pada sistem pemantauan ruangan

Gambar 4 merupakan diagram *statechart* keseluruhan sistem pemantauan ruangan. sistem ini dirancang untuk dapat memilih dua mode, yaitu mode otomatis dan mode manual.

2.2.1 Perancangan Algoritma Sistem pada Mikrokontroler



Gambar 5 Diagram alir algoritma sistem pada mikrokontroler

1. Inisialisasi UART

Prosedur 'Inisialisasi UART' akan dikerjakan ketika mikrokontroler mulai dinyalakan atau mengalami *reset*. Di dalam prosedur ini dilakukan beberapa inisialisasi terhadap *baudrate* yaitu 9600 bps, USART, register-register ARF (pita kanal yang digunakan, RF out *level*, termasuk alamat ARF). Pada inisialisasi modem ARF ini semua konfigurasi register menggunakan *setting default* sesuai dengan datasheet ARF 7429B.

2. Inisialisasi Kamera

Prosedur 'Inisialisasi Kamera' dikerjakan mikrokontroler untuk melakukan proses konfigurasi terhadap USART pada kamera dan *baudrate* yang digunakan adalah 115200 bps. Inisialisasi kamera ini dilakukan agar kamera siap dalam proses pengambilan gambar.

3. Inisialisasi SHT11

Setelah melakukan inisialisasi, program mikrokontroler akan membaca data-data suhu dari sensor SHT11 melalui port mikrokontroler yaitu Port D.6 dan Port D.7, mikrokontroler

akan memberikan perintah kepada modul SHT11 untuk melakukan proses konversi suhu kemudian data yang sudah terkonversi akan diambil oleh program mikrokontroler.

4. Perintah *capture*

Pada prosedur perintah ini, mikrokontroler akan menunggu adanya permintaan data dari sisi penerima melalui pin Tx pada ARF 7429B. Data tersebut berupa perintah untuk mengambil data atau meng-*capture* data. Data yang diambil berupa gambar dan data suhu. Perintah *capture* ini berupa perintah kirim data suhu, ambil gambar, dan kirim data gambar.

5. Kirim data suhu

Program mikrokontroler akan mengirimkan data suhu yang telah dikonversi oleh SHT11 melalui pin TxD0 mikrokontroler menuju pin RxD pada modem ARF 7429B.

6. Ambil gambar

Program mikrokontroler akan melakukan komunikasi dari serial kamera untuk mengambil gambar melalui pin TxD2 pada mikro menuju pin Rx di kamera. Pada tahap ini harus men-*setting compression ratio* untuk gambar yang diambil. Hal ini ditujukan agar ukuran gambar menjadi lebih kecil dan dapat disimpan di memori mikro terlebih dahulu, sebelum dikirim melalui modem ARF 7429B.

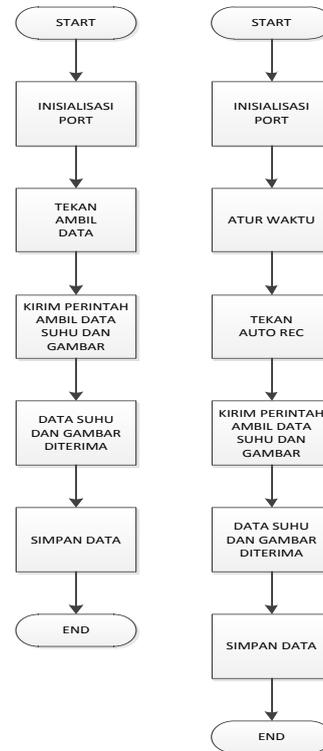
7. Kirim data gambar

Setelah kamera selesai mengambil gambar, program mikrokontroler akan memberikan perintah ke serial kamera untuk mengirimkan data gambar. Data-data gambar akan dikirim keluar melalui pin Tx kamera menuju pin Rx mikro. Kemudian mikro akan secara bertahap mengirimkan data-data gambar ke modem ARF 7429B.

Modem ARF akan memancarkan data-data tersebut yang kemudian diterima oleh sisi penerima sampai data gambar selesai. Program mikrokontroler akan *looping* membaca data suhu dan menunggu perintah dari output modem ARF dimana output modem mendapatkan perintah atau data dari sisi penerima.

Mikrokontroler akan mengirimkan data-data gambar ke modem secara bertahap. Data yang disimpan dalam memori mikro dibagi 100 byte untuk setiap paket pengiriman. Setiap 100 byte diberi penanda "END". Hingga diterima FF D9 diberi penanda "PICEND" yang berarti data gambar telah selesai dikirim.

2.2.2 Perancangan Program Antarmuka menggunakan Delphi



Gambar 6 Diagram alir program antarmuka (a) manual , (b) auto

Saat sistem mulai dioperasikan, sistem akan melakukan inisialisasi terlebih dahulu. Kemudian *master* akan mengirimkan perintah kepada *slave* apabila menekan tombol "Ambil Data". Jika ingin mengaktifkan mode otomatis maka tekan tombol "Auto Rec", kemudian *master* akan terus-menerus mengirimkan perintah kepada *slave* setiap 20 detik. Kita dapat mengatur waktu pengambilan data secara otomatis dari 20, 40, 60, 80, dan 100 detik.

Setelah mengirimkan perintah, maka *slave* akan segera menjalankan perintah tersebut dan mengirimkan data yang diminta oleh *master*. Data kemudian disimpan dalam *database* di laptop. Data yang disimpan ini berupa hasil gambar yang di-*capture* kamera dan nilai suhu yang dibaca oleh sensor.

3. Hasil dan Analisa

Tujuan dilakukannya pengujian adalah untuk mengetahui validitas sistem yang telah dibuat. Perancangan yang telah dilakukan dan dijabarkan pada Bab III, diuji dengan parameter-parameter tertentu. Metode pengujian tentu saja berlandaskan pada tujuan. Sistem yang telah dirancang, disusun sedemikian rupa. Wujud hardware dapat dilihat pada Gambar 7.



(a)



(b)

Gambar 7 Wujud hardware (a) master; (b) slave

Program user antarmuka dibuat dengan bahasa pemrograman Delphi. Hasil antarmuka dapat dilihat pada Gambar 8

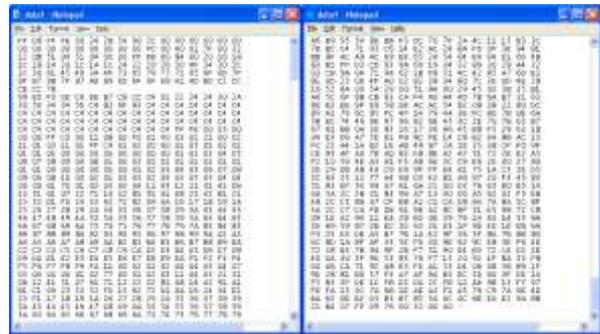


Gambar 8 Tampilan program antarmuka

3.1 Pengujian Validitas Data yang Dikirimkan antara Master dan Slave

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan apakah data yang dikirimkan dari *slave* sama dengan yang diterima oleh *master* dan ditampilkan di program antarmuka. Caranya adalah dengan menghubungkan langsung perangkat *slave* dengan komputer secara serial. Data ini merupakan data yang didapat dari hasil keluaran kamera dan SHT11 sebelum dikirim.

3.1.1 Pengujian data citra



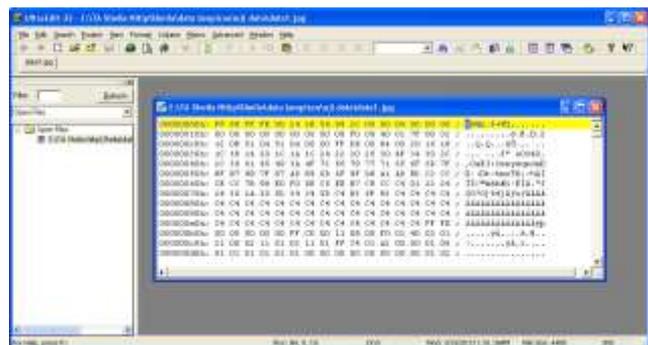
Gambar 9 Data output kamera serial v0.9b

Gambar 9 merupakan data keluaran dari kamera serial v0.9b. Data ini sudah berupa data ASCII. Awal data citra dimulai dari FF D8 dan berakhir pada FF D9. Data-data inilah yang akan dikirim melalui perantara ARF 7429B. Data dikirim secara bertahap setiap 100 byte. Kemudian data-data diterima dan diolah oleh program antarmuka sehingga dapat ditampilkan menjadi citra.



Gambar 10 Citra tampilan di program antarmuka

Dari data citra gambar 10 dapat dilihat data ASCII dengan bantuan *software* UltraEdit-32.



Gambar 11 tampilan data ASCII citra

Gambar 11 merupakan data ASCII dari citra yang ditampilkan pada program antarmuka. Dapat dilihat bahwa data yang diterima sudah sama dengan data yang dikirim.

3.1.2 Pengujian data suhu



Gambar 12 Perbandingan data pada program terminal dan antarmuka

Dari gambar 12 dapat dilihat bahwa ada kesesuaian antara data yang ditampilkan dengan data yang dikirim.

3.2 Pengujian Sistem Deteksi Suhu Ruang

Sistem deteksi suhu menggunakan perangkat sensor suhu SHT11. Sensor ini dipasang di atas pintu ruangan. Metode pengujian sistem deteksi suhu ruangan ini ada dua tahap yaitu pengujian data keluaran dari sensor SHT11 dan pengujian menggunakan alat pembanding pengukur suhu seperti *thermometer*.

3.2.1 Pengujian Data Keluaran SHT11

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai keluaran dari SHT11 yang berupa bilangan hexadesimal. Sensor suhu ini dipengaruhi secara signifikan oleh besarnya tegangan. Dalam pengukuran suhu menghasilkan konversi berupa keluaran digital yang linier. Dapat dilihat dari persamaan di bawah ini dengan koefisien tabel konversi pada datasheet
 Temperatur = $d_1 + d_2 \cdot SO_T$

Berikut hasil pengukuran suhu dengan nilai keluaran dari SHT11:

Tabel 1 Hasil pengujian nilai keluaran SHT11

Pengujian ke	Suhu (°C)	RAW
1	27,60	6760
2	27,61	6761
3	27,62	6762
4	27,58	6758
5	27,60	6760

Dari tabel 1, nilai RAW merupakan nilai keluaran SHT berupa bilangan hexadesimal yang sudah dikonversikan menjadi bilangan desimal. Pada pengujian 1, pembacaan suhu menunjukkan nilai 27,60 °C dengan data keluaran dari SHT 6760 atau 1A68_H. Perhitungan suhu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= d_1 + d_2 \cdot SO_T \\ &= -40 + (0,01 \cdot 6760) \\ &= -40 + 67,60 \\ &= 27,60 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Perhitungan diatas berlaku juga untuk perhitungan 2 hingga 5. Dapat disimpulkan bahwa tidak ada *error* pada data terukur dengan data perhitungan.

3.2.2 Pengujian Sistem Deteksi Ruang

Sistem deteksi suhu menggunakan perangkat sensor suhu SHT11. Sensor ini dipasang di atas pintu ruangan. Metode pengambilan data dilakukan dengan memberikan kondisi di lingkungan sensor. Variasi yang diujikan adalah suhu ruangan normal, suhu ruangan dengan pendingin, dan suhu ruangan dengan pemanas. Adapun hasil uji dapat dirangkum menjadi sebuah tabel. Tabel 2 adalah tabel yang menunjukkan hasil uji.

Tabel 2 Hasil uji sistem deteksi suhu ruangan

No.	Kondisi	Nilai Suhu Tertampil
1.	Suhu ruangan normal	31,22°C
2.	Suhu ruangan didinginkan	29,05°C
3.	Suhu ruangan dipanaskan selama 1 menit	40,80°C
4.	Suhu ruangan dipanaskan selama 2 menit	51,15°C
5.	Suhu ruangan dipanaskan selama 3 menit	57,85°C

Tabel 2 menunjukkan bahwa suhu awal ruangan adalah 31,22 °C, setelah ruangan didinginkan suhu ruangan turun menjadi 29,05 °C. selanjutnya suhu ruangan dipanaskan secara bertahap dari 1 menit awal hingga 3 menit dan suhu ruangan menunjukkan ^(4.1)kenaikan secara bertahap. Dapat dilihat dari hasil uji bahwa sensor suhu sudah bekerja dengan baik sesuai dengan keadaan ruangan. apabila ruangan dingin maka suhu akan turun, dan sebaliknya jika ruangan panas maka suhu akan naik.

3.3 Pengujian Sistem Pengambilan Citra Ruang

Pengujian hasil citra dari kamera serial dilakukan di dalam *prototype* maket ruangan dengan variasi berbagai posisi kamera. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur validitas data yang terkirim.

3.3.1 Pengujian Data Citra Berdasarkan Posisi Kamera

3.3.1.1 Pengujian Data Posisi 1

Pengujian dilakukan dengan memberi variasi pada posisi kamera di ruangan. Dari hasil pengujian didapatkan data citra seperti ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13 Hasil uji pengambilan citra pada posisi 1

Pada gambar di atas, dapat dilihat bahwa kamera mengambil objek dinding dan lantai. Objek yang terambil adalah papan tulis dan objek manusia. Maka dapat disimpulkan bahwa data yang terambil dengan data yang terkirim benar.

3.3.1.2 Pengujian Data Posisi 2

Dari hasil pengujian didapatkan data citra seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14 Hasil uji pengambilan citra pada posisi 2

Pada gambar di atas, dapat dilihat bahwa kamera mengambil objek dinding dengan dua jendela dan lantai. objek yang terambil adalah dinding ruangan dengan dua jendela. Maka dapat disimpulkan bahwa data yang terambil dengan data yang terkirim benar.

3.3.1.3 Pengujian Data Posisi 3

Dari hasil pengujian didapatkan data citra seperti ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15 Hasil uji pengambilan citra pada posisi 3

Pada gambar di atas, dapat dilihat bahwa kamera mengambil objek sudut ruangan, objek yang terambil adalah dinding pada sudut ruangan. Maka dapat disimpulkan bahwa data yang terambil dengan data yang terkirim benar.

3.3.1.4 Pengujian Data Posisi 4

Dari hasil pengujian didapatkan data citra seperti ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16 Hasil uji pengambilan citra pada posisi 4

Pada gambar di atas, dapat dilihat bahwa kamera mengambil objek dinding dan pintu, objek yang terambil adalah pigura foto di dinding dan objek manusia di depan pintu. Maka dapat disimpulkan bahwa data yang terambil dengan data yang terkirim benar.

3.3.2 Pengujian Data Citra Berdasarkan Kondisi Ruangan

Pengujian ini dilakukan untuk melihat pengaruh ukuran file data citra dan waktu terima apabila diambil dalam kondisi ruangan gelap maupun terang. Pengujian dilakukan di dalam prototype maket. Model pengujian yang dilakukan yaitu pengambilan data pada kondisi ruangan tertutup gelap, ruangan dengan jendela terbuka, ruangan tanpa atap, dan ruangan tertutup dengan lampu menyala. Berikut hasil pengujian dirangkum pada Tabel 3:

Tabel 3 Tabel hasil uji data citra berdasarkan kondisi ruangan

No.	Kondisi Ruangan	Ukuran file citra	Waktu Terima
1.	Ruangan tertutup gelap	3,436 bytes	9 detik
2.	Ruangan dengan jendela terbuka	3,948 bytes	11 detik
3.	Ruangan tanpa atap	5,132 bytes	13 detik
4.	Ruangan tertutup dengan lampu menyala	3,832 bytes	10 detik

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin terang kondisi ruangan maka ukuran file data citra yang diterima semakin besar. Hal ini disebabkan karena file citra disimpan dalam *binary file*, semakin terang citra maka nilai binernya semakin besar sehingga berpengaruh pada ukuran file. Ukuran file citra berpengaruh pada lamanya waktu terima data. Jika data yang diterima semakin besar maka waktu terima akan semakin lama.

3.4 Pengujian ARF 7429B

Pengujian terhadap modul ARF 7429B dilakukan dengan melakukan pengiriman data dari *slave* ke *master*, kemudian data yang dikirim di bandingkan dengan data yang diterima. Model pengujian yang dilakukan yaitu menguji kemampuan daya pancar ARF 7429B dengan memberikan variasi jarak antara *master* dan *slave*.

Pada pengujian ini dilakukan pada keadaan *line of sight* dan tidak. Pengujian *line of sight* dengan cara meletakkan perangkat *master* di luar ruangan sedangkan *slave* dipindah-pindahkan sesuai dengan jarak yang diinginkan. Sedangkan pengujian tidak *line of sight* dilakukan di dalam ruangan yang terdapat penghalang berupa tembok. Dari hasil pengamatan data yang tampil melalui komputer, diperoleh hasil sebagai berikut:

3.4.1 Pengujian data pada kondisi *line of sight*

Tabel 4 Hasil pengujian data ARF 7429 B saat penerima dalam keadaan *line of sight*

Jarak (m)	Stasiun Slave	Stasiun Master	
		Suhu	Citra
5	Terkirim	Diterima	Diterima
10	Terkirim	Diterima	Diterima
15	Terkirim	Diterima	Diterima
20	Terkirim	Diterima	Diterima
28	Terkirim	Diterima	Diterima
50	Terkirim	Diterima	Diterima

100	Terkirim	Diterima	Diterima
130	Terkirim	Diterima	Diterima
150	Terkirim	Diterima	Diterima
200	Terkirim	Diterima	Diterima
250	Terkirim	Diterima	Diterima
300	Terkirim	Diterima	Diterima
400	Terkirim	Diterima	Tidak Diterima
500	Terkirim	Diterima	Tidak Diterima

3.4.2 Pengujian data pada kondisi tidak *line of sight*

Tabel 5 Hasil pengujian data ARF 7429 B saat penerima dalam keadaan tidak *line of sight*

Jarak (m)	Stasiun Slave	Stasiun Master	
		Suhu	Citra
5	Terkirim	Diterima	Diterima
10	Terkirim	Diterima	Diterima
15	Terkirim	Tidak Diterima	Tidak Diterima
20	Terkirim	Tidak Diterima	Tidak Diterima
28	Terkirim	Tidak Diterima	Tidak Diterima
50	Terkirim	Tidak Diterima	Tidak Diterima
100	Terkirim	Tidak Diterima	Tidak Diterima
130	Terkirim	Tidak Diterima	Tidak Diterima
150	Terkirim	Tidak Diterima	Tidak Diterima
200	Terkirim	Tidak Diterima	Tidak Diterima
250	Terkirim	Tidak Diterima	Tidak Diterima
300	Terkirim	Tidak Diterima	Tidak Diterima
400	Terkirim	Tidak Diterima	Tidak Diterima
500	Terkirim	Tidak Diterima	Tidak Diterima

Pada pengujian, terlihat bahwa proses kirim terima data akan optimal pada kondisi *line of sight*. Komunikasi data akan lancar pada kondisi tersebut. Perintah oleh *master* berhasil dikirimkan ke *slave*. *Slave* berhasil mendistribusikan perintah pada sensor suhu dan kamera pemantau ruangan. Hal ini dibuktikan dengan munculnya nilai derajat suhu serta munculnya citra hasil rekam kamera.

Pengujian dilakukan secara bertahap dari jarak dekat sampai jarak paling jauh yaitu 500 m. Pada pengujian *line of sight* dari jarak 5 m sampai jarak 300 m data nilai suhu dan citra hasil rekam kamera dapat diterima dengan baik. Pada pengujian jarak 400 m data suhu masih diterima dengan baik, sedangkan data citra tidak diterima. Hal ini disebabkan karena sinyal semakin lemah sehingga data yang dikirim tidak dapat diterima dengan baik.

Hal tersebut akan berbeda jika proses kirim terima data dilakukan pada kondisi tidak *line of sight*, untuk jarak dekat (5 meter), proses kirim terima data masih berlangsung lancar. Namun ketika jarak dibuat lebih jauh (15 meter), proses kirim terima data tersendat. Hal ini terjadi akibat sinyal perintah yang dipancarkan dari *master* tidak dapat menjangkau *slave* akibat terhalang oleh objek fisik yang menghalangi ataupun dapat juga terpantulkan.

4. Kesimpulan

Pada hasil pengujian data yang dikirim dari *slave* sudah sesuai dengan data yang ditampilkan melalui program antarmuka. Sensor suhu yang digunakan sudah bekerja dengan baik, sesuai dengan kondisi ruangan, apabila ruangan dingin maka suhu yang ditunjukkan akan memiliki nilai kecil atau turun dari suhu awal, sedangkan apabila ruangan panas maka suhu yang ditunjukkan akan naik dari suhu awal.

Pada hasil pengujian kamera sesuai dengan kondisi ruangan, semakin terang kondisi ruangan, akan semakin besar ukuran *file* data citra. Hal ini berpengaruh juga pada lamanya waktu terima data, jika ukuran *file* semakin besar maka waktu terima akan lebih lama.

Pada kondisi *line of sight*, data suhu dan citra dapat diterima baik pada jarak 5 m hingga 300 m. Pada jarak 400 m ke atas data suhu masih diterima dengan baik, namun data citra sudah tidak dapat diterima dikarenakan data citra ukurannya besar dan sinyal makin melemah. Pada kondisi tidak *line of sight* data hanya mampu diterima hingga jarak 10 m.

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut, maka diberikan saran yaitu perlu ditambahkan memori pada mikrokontroler, jika ingin mendapatkan data citra yang lebih baik. Selain itu juga dapat membuat sistem lain seperti sistem kontrol AC, sistem deteksi manusia dan sebagainya dengan metode pengiriman melalui teknologi kabel seperti LAN atau *fiber optic*

Referensi

- [1]. Viansyah, Okto, "Perancangan *Transponder* 900MHz Menggunakan ARF 7429B Berbasis Mikrokontroler ATmega 1280", Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2012.
- [2]. Ilham, Julian, "Perancangan Sistem Pengendali dan Penjadwal Lampu Ruangan Berdasarkan *Database* Melalui Komunikasi *Wireless Zigbee*", Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2011.
- [3]. Prastama, Harminanto, dkk., "Pembuatan Alat Pemantau Ruangan pada Gedung Menggunakan Webcam Berbasis Bahasa Pemrograman Delphi", Politeknik Telkom, Bandung, 2011.
- [4]. Zuhro, Murisa, dkk. "Perancangan dan Realisasi Model Sistem Monitoring Ruangan Menggunakan Webcam Berbasis Mikrokontroler ATmega 16", Reka Elkomika, Volume 1 No. 2 (174-185), Februari 2013.
- [5]. Gifson, Albert, "Sistem Pemantau Ruang Jarak Jauh dengan Sensor *Passive Infrared* Berbasis Mikrokontroler AT89S52", Telkommika, Volume 7 No. 3 (201-206), Desember 2009.
- [6]. Qifen, Dong, dkk, "Design of Building Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks", Wireless Sensor Network, No.2 (703-709), September 2010.
- [7]. Rita, Daria, dkk, "A Wireless Electronic Nose for Emergency Indoor Monitoring", Sensorcomm : The Fifth International Conference on Sensor Technologies and Application, 2011.
- [8]. Tanenbaum, Andrew S., "Computer Networks", Prentice Hall, 2003.
- [9]. Halsall, Fred, "Introduction to Communication and Computer Networks", Addison-Wesley Publishing Company Inc, Massachusetts, 1985.
- [10]. Banner Engineering Corp., "Frequency Hop Spread vs. Direct Sequence Spread Spectrum", USA, 2007.
- [11]. Uffenbeck, John, "Microcomputer and Microprocessor", Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1985.
- [12]. Anil K., Maini, "Digital Electronics. Principles, Devices and Applications", John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, 2007.
- [13]. W., Adi P., M.A, Heryanto, "Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA8535", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2008.