

Aplikasi Teknologi Komunikasi Wireless Berbasis Zigbee Pada Sistem Kontrol Dan Monitoring Ruangan Kelas

Hasta, Rulliyanto

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional
Korespondensi : rulliyanto@yahoo.com

ABSTRAK. Merancang aplikasi teknologi komunikasi wireless berbasis zigbee pada sistem kontrol dan monitoring ruangan kelas. Dapat memanfaatkan fungsi dari jaringan kabel wireless sebagai media untuk mengontrol peralatan listrik jarak jauh. Idanya muncul setelah melihat pemanfaatan masalah ini terjadi dalam mengendalikan peralatan listrik dengan manual. Sistem kontrol tidak efektif dan efisien, karena masih memerlukan tenaga manusia untuk mengelola dan mengontrol peralatan listrik di setiap kelas. Desain menggunakan satu makets imulasi bangunan dibagi bagian terpasangl ampu pijar, kipas dan driver motor dalam ruangan dan terhubung kerelay yang terhubung dengan arus listrik kemudian dikendalikan dengan mikrokontroler Arduino UNO R3 dan komunikasi antara kedua bagian tersebut menggunakan ZigBee.

Kata kunci: *wireless, arduino, zigBee*

ABSTRACT. Design the application of wireless communications technology at the ZigBee-based control and monitoring system for the classroom. Can take advantage of the functions of a wired wireless network as a medium for controlling electrical appliances remotely. The idea came after seeing the utilization of these problems occur in electrical equipment with manual control. The control system is in effective and in efficient, because they still require manpower to manage and control electrical equipment in each class. The design uses a mock simulation of a building divided parts mounted incandescent lamp, fan and motor drivers in the room and connected to a relay that is connected to an electric current is then controlled by the microcontroller Arduino UNO R3 and communication between the two parties using ZigBee.

Keywords: *wireless, arduino, zigBee*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan gaya hidup menunjukkan semakin pentingnya kepraktisan dan efisiensi menyebabkan kebutuhan untuk mengontrol berbagai beban listrik tidak hanya dilakukan dengan mengharuskan dekatp erangkat listrik dan tekan tombol on/off tetapi juga dapat dilakukan dari jarak jauh (remote control). Jadi dirancanglah sistem kontrol listrik untuk mengendalikan peralatan listrik di ruangan kelas dengan jarak jauh. Hal ini dikarenakan pengendalian peralatan listrik di ruangan kelas memerlukan suatu sistem pengontrol yang praktis dan efisien yang dapat mempermudah pekerjaan Staf. Sistem pengumpulan data yang dirancang berfungsi untuk membaca data dari berbagai modul sesuai dengan fungsinya masing-masing. Untuk mengumpulkan data tersebut sistem menggunakan mode komunikasi serial. Sistem komunikasi yang dirancang menggunakan prinsip *master-slave*. *Master* menerima perintah yang dikirimoleh PC, kemudian *master* akan menerjemahkan perintah tersebut untuk diteruskan kepada *slave*. Untuk mengatur komunikasi data antara *master* dan *slave* dibutuhkan suatu protokol komunikasi yang khusus, sehingga perancangan protokol komunikasi menjadi salah satu perancangan dan realisasi yang dilakukan.

PARAMETER EKSPERIMEN

Arduino

Arduino merupakan sistem mikrokontroler yang relatif mudah dan cepat dalam membuat aplikasi elektronika maupun robotika. Arduino terdiri dari perangkat elektronika atau papan

rangkaian elektronika open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan atmel. Arduino saat ini telah menggunakan seri chip mega AVR, khusus Atmega8, Atmega168, Atmega328, Atmega1280, Atmega2560. Kebanyakan papan arduino memiliki regulator linear 5 volt 16 MHz osilator kristal.

Komunikasi Data Arduino

Arduino UNO memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran *board* ini komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi *inteface* pada sistem.

Programming

Arduino UNO dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pilih Arduino Uno dari *Tool* lalu sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan. Para ATmega328 pada Arduino Uno memiliki *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk meng-upload program baru untuk itu tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. Ini berkomunikasi menggunakan protokol dari bahasa C. Sistem dapat menggunakan perangkat lunak FLIP Atmel (windows) atau programmer DFU (Mac OS X dan Linux) untuk memuat *firmware* baru. Atau Anda dapat menggunakan header ISP dengan programmer eksternal.

ZigBee

ZigBee adalah protokol jaringan nirkabel yang ditargetkan untuk otomasi dan *aplikasi remote control* dengan teknologi data *rate* rendah, konsumsi daya rendah, dan murah. ZigBee diharapkan dapat memperkecil biaya dan menjadi konektivitas berdaya rendah untuk peralatan yang memerlukan baterai untuk hidup selama beberapa bulan sampai beberapa tahun, tetapi tidak memerlukan kecepatan transfer data tinggi seperti Bluetooth. Selain itu, ZigBee dapat diimplementasikan dalam jaringan *mesh* yang lebih luas dari pada yang mungkin dijangkau dengan Bluetooth. Perangkat nirkabel ZigBee diharapkan dapat digunakan untuk mengirimkan data sejauh 10-75 meter, tergantung pada lingkungan RF dan *output* konsumsi daya yang diperlukan untuk diberikan aplikasi. IEEE 802.15.4 berfokus pada spesifikasi dari dua lapisan bawah protocol (lapisan fisik dan lapisan MAC). Di sisi lain ZigBee Alliance bertujuan memberikan lapisan atas dari *stack* protokol (dari lapisan jaringan ke lapisan aplikasi) untuk jaringan data yang *interoperable*, menyediakan tes dukungan interoperabilitas, pemasaran teknik, dan standar terkini untuk evolusi standar.

XBee

XBee merupakan modul yang memungkinkan Arduino untuk berkomunikasi secara *wireless* menggunakan protokol ZigBee. ZigBee beroperasi pada spesifikasi IEEE802.15.4 radio fisik dan beroperasi pada *band* berlisensi termasuk 2.4 GHz, 900 MHz dan 868MHz. Basis XBee berasal dari modul Max Stream. Modul ini memungkinkan komunikasi *wireless* dalam jangkauan hingga 30 meter (dalam ruangan) atau 100 meter (luar ruangan). XBee dapat digunakan sebagai pengganti kabel serial, dapat juga digunakan sebagai mode perintah untuk suatu *broadcast*, dan pilihan menghubungkan suatu jaringan. Pada dasarnya, XBee merupakan komunikasi serial. Akan tetapi, apabila mode API digunakan, dibutuhkan pemaketan data RF. Untuk itu, data akan di-*buffer* terlebih dahulu sebelum dikirim atau diterima. *Flow data* serial menjadi paket RF. Pada XBee apabila ada data *input* (DI), data akan masuk ke DI *buffer*. Setelah itu, *input* data akan diteruskan ke RFTX *buffer*, kemudian untuk mentransmisikan *input* data, posisi RF *switch* menjadi *transmitter*. Begitu juga sebaliknya, apabila ada data yang diterima, posisi RF *switch* menjadi 4 *receiver* lalu data akan masuk RF RX *buffer*, kemudian data diteruskan ke DO *buffer* lalu menjadi data *output* (DO), kemudian DO diteruskan dari XBee ke *host*.

X-CTU

X-CTU merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengonfigurasi dan menguji radio modem Max Stream. Pemberian alamat pada XBee dilakukan melalui X-CTU. X-CTU juga dapat mengkonfigurasi XBee menjadi *coordinator* ataupun menjadi *end device*. Selain itu, pengaturan *retries* pada XBee juga dapat dilakukan. X-CTU mendukung XBee Series 1 maupun XBee Pro.

Relay

Relay adalah saklar yang dikendalikan secara elektronik (*electronically switch*). Arus listrik yang mengalir pada kumparan *relay* akan menciptakan medan magnet yang kemudian akan menarik lengan *relay* dan mengubah posisi saklar, yang sebelumnya terbuka menjadi tertutup atau terhubung. *Relay* memiliki 2 jenis kutub:

- *COMMON* (Kutub Acuan).
NC (*Normally Close*) Kutub yang dalam keadaan awalnya terhubung pada *COMMON*.
- *NO* (*Normally Open*) Kutub yang pada awalnya terbuka dan akan terhubung dengan *COMMON* saat kumparan relay diberi arus listrik.

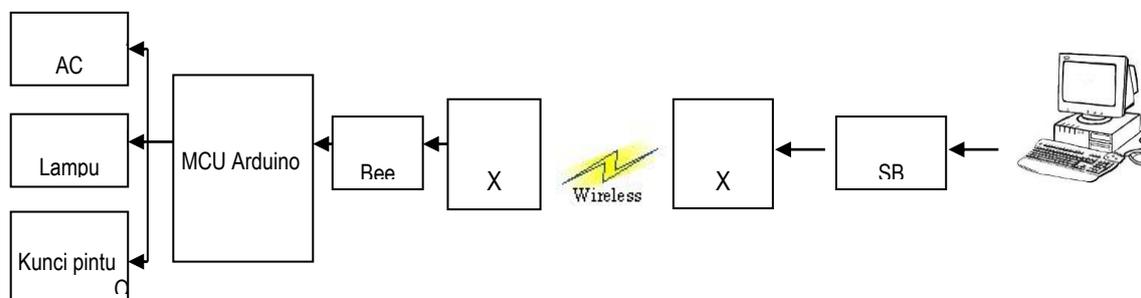
Sensor LDR

Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya. Biasanya LDR terbuat dari cadmium sulfida yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya. Resistansi LDR pada tempat yang gelap biasanya mencapai sekitar 10 MΩ, dan ditempat terang LDR mempunyai resistansi yang turun menjadi sekitar 150 Ω.

PERENCANAAN SISTEM

Perancangan Rangkaian Sistem Kontrol dan Monitoring

Pada perancangan sistem ini menggunakan berbagai aplikasi yang saling berhubungan satu sama lain, dengan mikrokontroler Arduino UNO sebagai pengatur dan pengendali seluruh perangkat pada system kontrol dan monitoring. Seluruh perangkat pada sistem aplikasi kontrol dan monitoring tersebut terintegrasi dengan komputer sebagai pusat kontrol yang dihubungkan melalui *interface* wireless Xbee, komunikasi antara komputer dan mikrokontroler tersebut dengan menggunakan data serial. Prinsip kerja dari sistem aplikasi ini digunakan sebagai *security, monitoring, controlling and automation* pada masing-masing ruang perkuliahan didalam kampus. *Monitoring* tersebut dilakukan oleh sensor yang diaktifkan pada saat program aplikasi dijalankan. Pada proses pengontrolan dilakukan oleh komputer, sistem kerja alat tersebut dapat dilihat pada blok diagram dibawah ini:



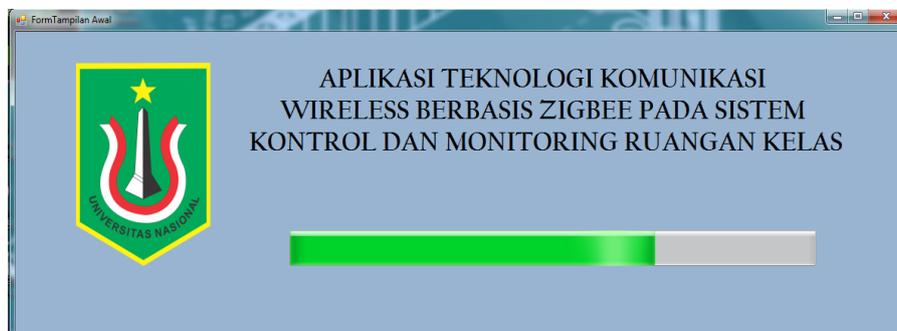
GAMBAR 1. Blok diagram aplikasi sistem kontrol dan monitoring.

Cara kerja dari blok diagram diatas adalah komputer yang digunakan sebagai server, setelah kita membuka dan menjalankan aplikasi kontrol dan monitoring pada komputer server, lalu petugas akan memberikan perintah atau mengaktifkan peralatan listrik pada ruangan kelas yang telah

ditentukan. Selanjutnya perintah tersebut akan dikirimkan melalui *Board* USB Adapter Xbee yang sudah *interface* dengan modul ZigBee TX, data tersebut lalu dimodulasikan dan dipancarkan ke ZigBee RX. Pada ZigBee RX data tersebut di demodulasi yang selanjutnya dibaca oleh Xbee Shield yang sudah *interface* terhadap modul Arduino Uno, selanjutnya Arduino akan membaca data informasi tersebut, dan selanjutnya memberikan perintah logika “A” pada IC ULN 2003 yang selanjutnya mengaktifkan relay 1 yang artinya lampu menyala, begitu juga bila ingin menyalakan peralatan listrik yang lainnya. Komunikasi ini adalah komunikasi dua arah menggunakan data serial, dengan menggunakan ZigBee. Dengan dihubungkannya Xbee Coordinator dan Xbee Router, maka router dapat melakukan pengiriman data informasi langsung secara otomatis kepada petugas kontrol. Seluruh kegiatan sistem dikontrol dan dimonitoring secara keseluruhan oleh petugas kontrol.

Perancangan Tampilan Antarmuka Perangkat Lunak

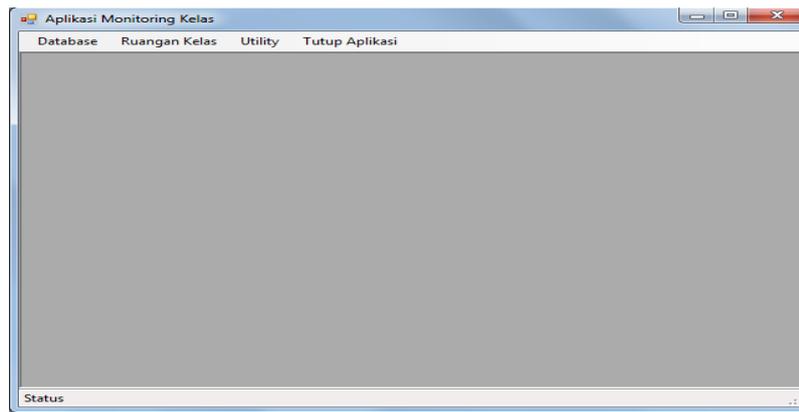
Salah satu komponen penting dalam pembuatan program adalah tampilan antarmuka (*interface*) program tersebut. Selain aliran (*root*) dari program yang menentukan sebuah program mudah dioperasikan atau tidak, tampilan antarmuka (*interface*) juga berpengaruh dalam hal tersebut. Seseorang akan senang mengoperasikan program komputer apabila orang tersebut menyukai tampilan dari program komputer tersebut. Apabila *interface* dan *screen* tidak efisien dan membingungkan bagi pengguna, orang akan kesulitan melakukan pekerjaannya dan akan membuat banyak kesalahan. Desain yang buruk akan membuat pengguna malas mengoperasikannya. Selain itu juga menyebabkan terjadinya frustrasi dan stress. Desain *interface* yang buruk juga berpengaruh pada keuangan pada pengguna dan organisasi. Perancangan pada dasarnya meliputi: Tampilan Awal, Login, Tampilan Menu, dan Ruang Kelas. Setelah menjalankan aplikasi tersebut akan keluar form tampilan awal, setelah selesai loading akan masuk ke form selanjutnya yaitu form login. Di form ini user atau pengguna diwajibkan memasukkan User Name dan Password lalu klik tombol OK, setelah berhasil masuk selanjutnya akan tampil Form Menu, dimana user atau pengguna bisa memilih ruangan kelas yang ingin diaktifkan atau dinyalakan peralatan listriknya. Cara menjalankan program Aplikasi Sistem Monitoring Ruangankelas akan dijelaskan lebih lengkap pada Lampiran.



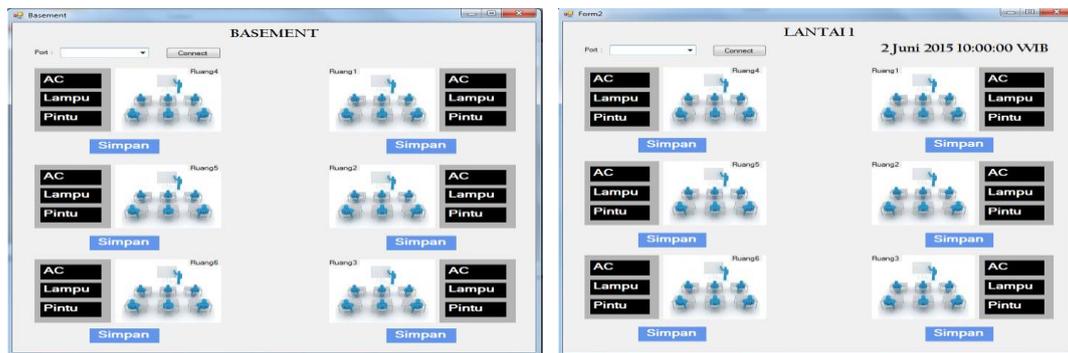
GAMBAR 2. Tampilan *Form* awal.



GAMBAR 3. Tampilan *Form* Login



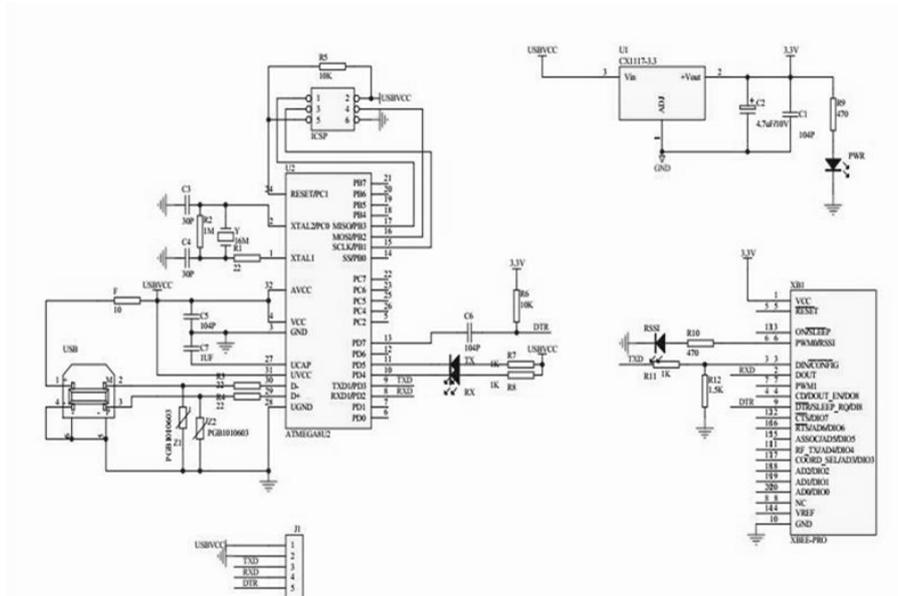
GAMBAR 4. Tampilan Form Menu



GAMBAR 5. Tampilan Form Lantai

USB Adaptor XBee

Pada bagian *ground segment* XBee yang digunakan ditambahkan XBee USB Adapter agar dapat langsung terhubung dengan PC/laptop dan mengeluarkan data serial yang dikirimkan pada RX XBEE.



GAMBAR 6. Xbee USB adapter schematic.

Xbee Shield

Xbee *Shield* merupakan modul tambahan yang dipergunakan untuk menghubungkan antara *board* Arduino Uno dengan XBee S2 yang digunakan Xbee *Shield* ini memungkinkan *board*

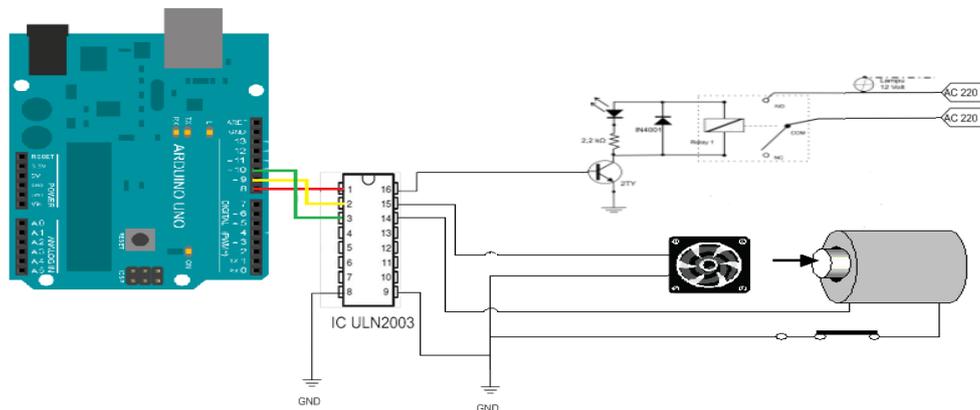
Arduino Uno untuk berkomunikasi secara *wireless* menggunakan XBee S2 dengan dilengkapi LED indikasi RSSI.

Rangkaian LDR (*Light Dependen Resistor*)

Prinsip kerja LDR itu sendiri adalah dipengaruhi cahaya, yaitu nilai resistansinya akan bertambah besar apabila tidak terkena cahaya (gelap) dan akan mengecil resistansinya apabila terkena cahaya (terang), dalam rangkaian ini kerja LDR resistansinya akan berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Pada pengujian ini program LDR memakai pin A1 pada Arduino Mega328.

Perancangan Rangkaian Driver Relay

Rangkaian *driver relay* adalah rangkaian yang digunakan sebagai saklar untuk mengontrol peralatan listrik ruangan kelas. Pada perancangan ini, beban yang harus dikontrol adalah lampu dan AC yang memiliki tegangan 220 volt. Untuk menyalakan dibutuhkan relay, yang mana dibutuhkan driver relay untuk menggerakkannya.



GAMBAR 7. Tampilan diver relay, fan dan solenoid.

Driver bertipe *active high* atau kumparan relay akan aktif saat pin pengendali diberilogika “1” dari mikrokontroler.

Perancangan Software Aplikasi Sistem Kontrol dan Monitoring

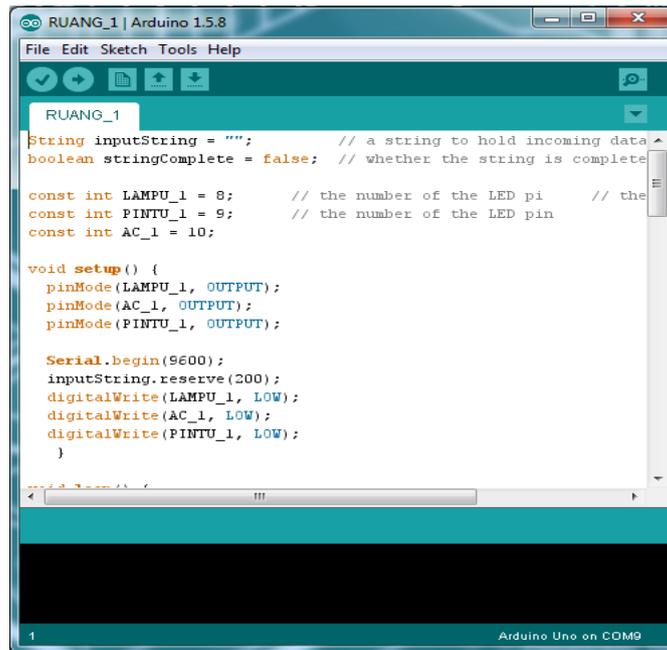
Prinsip kerja pada software aplikasi ini adalah untuk melakukan pengontrolan, maupun *pe-monitoring*-an secara menyeluruh. Petugas kontrol dapat *me-remote* komputer server dengan *client*. Setelah selesai melakukan proses login maka software akan melakukan interkoneksi keaplikasi system untuk mengaktifkan. Selain melakukan pengaktifan, program juga melakukan pembacaan data melalui serial port. Apabila terjadi keadaan yang diinginkan pada ruangan kelas maka mikrokontroler akan mengirimkan data ke program aplikasi, dan program aplikasi akan menunjukkan kondisi peralatan listrik ruangan kelas yang bermasalah. Pada proses pengontrolan pada ruangan kelas, program aplikasi akan memberikan perintah kepada mikrokontroler dengan mengirim data serial. Data tersebut akan dibaca mikrokontroler untuk segera melakukan tindakan. Apabila program tidak menerima data apapun dari mikrokontroler maka kondisi ruangan kelas dalam keadaan normal.

PENGUJIAN SISTEM

Pengujian sistem dilakukan dengan mengujip perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem secara keseluruhan yang telah selesai dibuat untuk mengetahui komponen-komponen sistem apakah berjalans esuai dengan perancangan atau tidak.

Pengujian Mikrokontroler Arduino

Pengujian mikrokontroler *arduino* dilakukan untuk mengetahui apakah mikrokontroler tersebut dapat berjalan dengan baik ataut idak. Pengujian *arduino* dilakukan dengan menulis program dan melakukan *upload* ke *arduino* berjalan dengan baik.



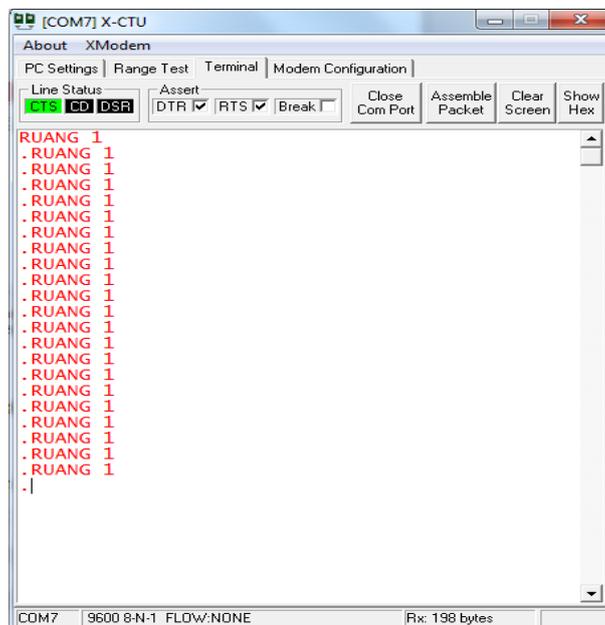
GAMBAR 8. Pengujian terhadap arduino.

Pengujian Xbee

Pengujian komunikasi Xbee ini dilakukan untuk mengetahui kamunikasi antar Xbee koordinator dengan Xbee router. Pengujian komunikasi Xbee ini dilakukan dengan mengkonfigurasi parameter yang telah dilakukan dengan baik dan dapat diterima serta ditampilkan pada layar komputer.

Hasil pengujian

Dari prosedur pengujian komunikasi data antar Xbee yang telah dilakukan dapat berjalan dengan baik, pada Gambar dibawah adalah hasil pengujian komunikasi antar xbee.



GAMBAR 9. Hasil pengujian komunikasi antar xbee.

Pengujian jarak makimal kemampuan pengiriman data Xbee S2

Untuk mengetahui kemampuan jangkauan area Xbee S2 dalam melakukan penerimaan data dari

Xbee S2. Dari prosedur pengujian komunikasi data pada Xbee yang telah dilakukan di luar ruangan (*Outdoor Area*) didapatkan hasil pengamatan jangkauan sebagai berikut : Tabel Hasil Pengamatan Jangkauan Xbee Dalam Kondisi Di Luar Ruangan (*Outdoor Area*)

TABEL 1. Beberapa hasil pengujian Xbee.

No.	Jarak (Meter)	Keterangan
1	5	Aktif
2	10	Aktif
3	15	Aktif
4	20	Aktif
5	25	Aktif
6	30	Aktif
7	35	Aktif
8	40	Aktif
9	45	Aktif
10	50	Aktif
11	55	Aktif
12	60	Aktif
13	65	TidakAktif

Dik : TX = 20 dBm; RX = (-96) dBm; F = 2,4 GHz; D = 60 meter

$$RSL(RX) = TX - FSL$$

$$RSL(RX) = 20 - 32,44 + 20 \log 2400 + 20 \log 0,06$$

$$RSL(RX) = 20 - 92,44 + 67,60 + (-24,4)$$

$$RSL(RX) = 20 - 75,64$$

$$RSL(RX) = -55,64 \text{ dBm}$$

Jika pada pada jarak 65 meter maka nilai dari RSL (RX) :

$$RSL(RX) = TX - FSL$$

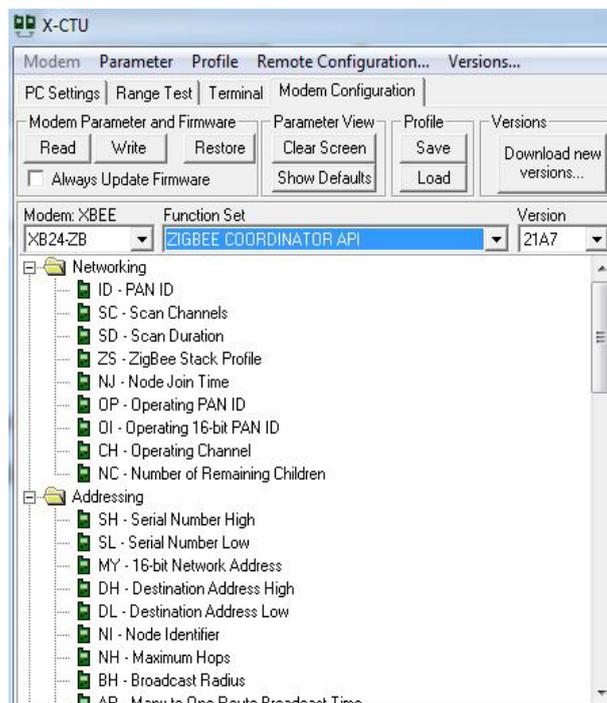
$$RSL(RX) = 20 - 32,44 + 20 \log 2400 + 20 \log 0,065$$

$$RSL(RX) = 20 - 32,44 + 67,60 + (-23,74)$$

$$RSL(RX) = 20 - 76,3$$

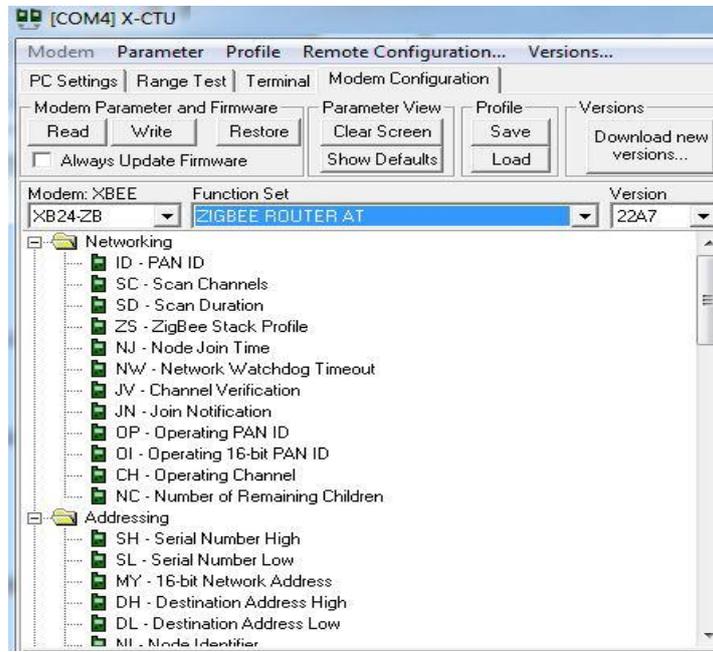
$$RSL(RX) = -56,3 \text{ dBm}$$

Pengujian Komunikasi XBee S2

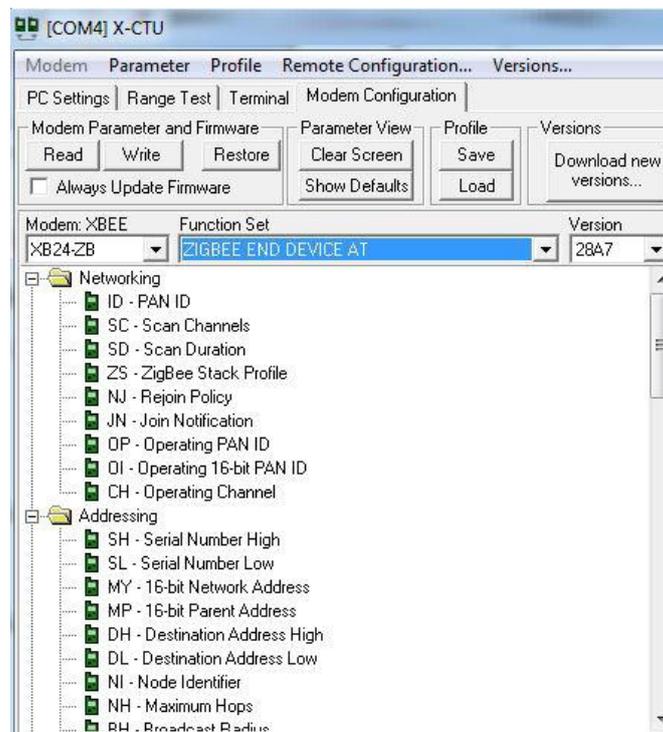


GAMBAR 10. Konfigurasi Xbee S2 sebagai *coordinator*

Pengujian komunikasi XBee S2 dilakukan dengan menguji komunikasi antardua XBee S2 (topologi *peer to peer*), kemudian menguji komunikasi dengan tiga XBee S2 sebagai pengirim dan satu XBee S2 sebagai penerima (topologi *star*) dan yang terakhir menguji dengan topologi *mesh*. Sebelum melakukan pengujian komunikasi, maka telemetri XBee S2 harus dikonfigurasi terlebih dahulu. Konfigurasi untuk telemetri XBee S2 yang digunakan dalam penelitian ini ada tiga jenis yaitu konfigurasi *coordinator*, *route* dan *end device* dengan menggunakan perangkat lunak X-CTU. Untuk konfigurasi *coordinator* dapat dilihat ada gambar 10.



GAMBAR 11. Konfigurasi XBee S2 sebagai *router*



GAMBAR 12. Konfigurasi XBee S2 sebagai *end device*

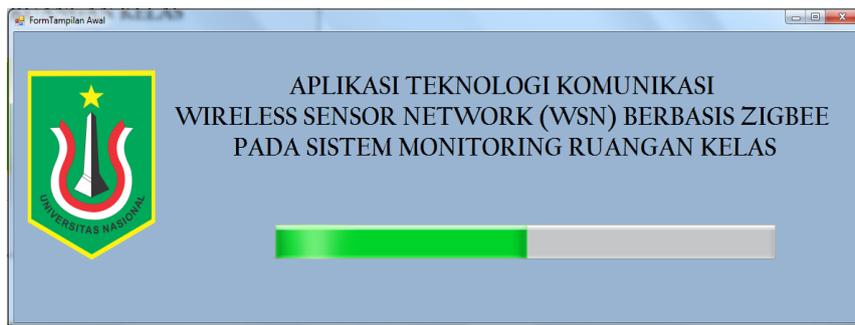
Pengujian Perlengkapan Listrik Ruang Kelas

Pengujian perlengkapan listrikr uangan kelas dilakukan untuk mengetahui kondisi perlengkapan listrik dalam keadaan ON dan OFF.

TABEL 2. Pengujian perlengkapan listrik ruangan kelas.

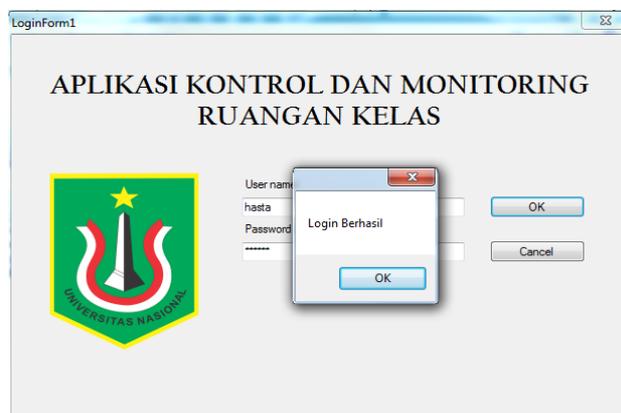
AC		LAMPU		PINTU	
ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL
BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL
BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL
BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL
BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL
BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL
BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL
BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL
BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL
BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL	BERHASIL

Pengujian aplikasi dilakukan dengan menggunakan *hyperterminal*, untuk dapat melihat data kirim maupun data terima melalui komputer. Bentuk data yang digunakan adalah menggunakan data serial. Implementasi antarmuka dilakukan dengan setiap tampilan program yang dibangun. Berikut ini adalah implementasi antarmuka dari perangkat lunak Aplikasi Teknologi Komunikasi Wireless Berbasis ZigBee Pada Sistem Kontrol dan Monitoring Ruang Kelas. Merupakan tampilan awal dari aplikasi monitoring ruangan kelas



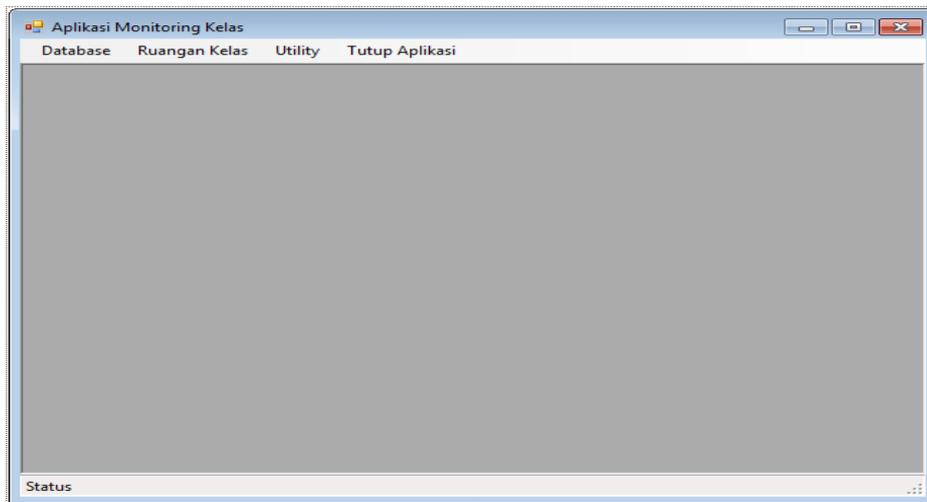
GAMBAR 13. Antarmuka aplikasi monitoring kelas.

Antarmuka pengisian login aplikasi merupakan tampilan login untuk verifikasi data sebelum masuk ke form selanjutnya.



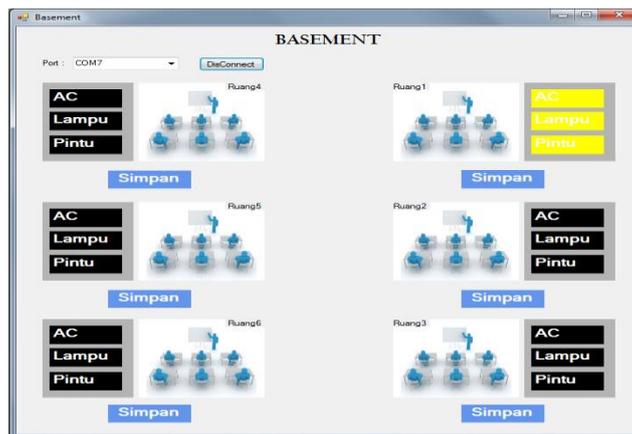
GAMBAR 14. Antarmuka pengisian login aplikasi.

Antarmuka menu utama merupakan tampilan menu yang tampil setelah login



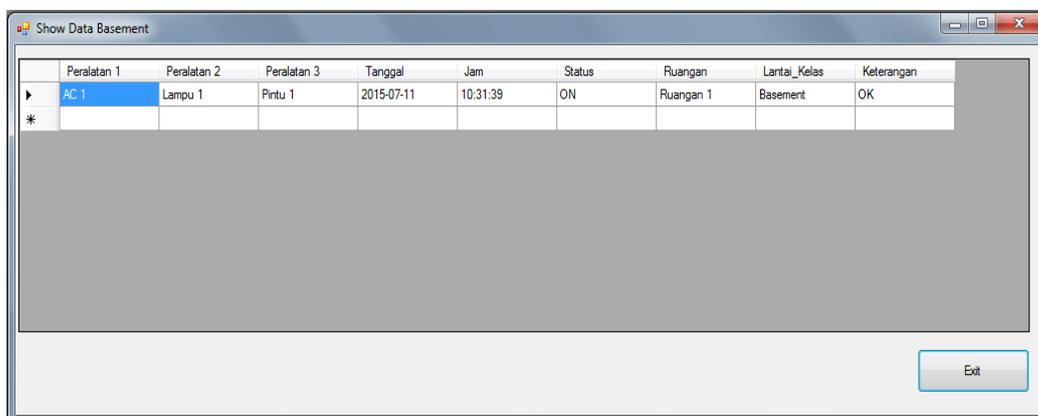
GAMBAR 15. Antarmuka menu utama.

Antarmuka ruangan kelas merupakan tampilan ruangan kelas ada lantai *basement*, pada tampilan ini menyatakan ruangan kelas dalam kondisi AC, Lampu, Pintu Ruangan 1 ON.



GAMBAR 16. Antarmuka ruangan kelas.

Antarmuka show data basement merupakan tampilan hasil dari hasil *record* kondisi ruangan kelas ketika ON



GAMBAR 17. Antarmuka show data *basement*.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa telah berhasil dirancang sebuah sistem kontrol dan monitoring secara nirkabel dengan Xbee pada ruangan kelas. Pengujian komunikasi data pada Xbee yang telah dilakukan di luar ruangan (*Outdoor Area*) didapatkan hasilnya sampai pada jarak 60 meter. Sedangkan komunikasi antara Arduino UNO dengan Xbee *shield* dan juga modul Xbee berjalan dengan baik yang difungsikan sebagai kontrol dan monitoring. Sementara jarak dan kecepatan pengiriman data dipengaruhi oleh kekuatan sinyal XBee S2 melalui jaringan nirkabel yang digunakan sebagai media transmisi data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nugra, Perkasa, *Sistem Kontrol Jarak Jauh Melalui Media Jaringan Komputer Untuk Mengontrol Penerangan Ruangan Dan Air Conditioner (AC) Pada Laboratorium STMIK AMIKOM Yogyakarta Dalam Bentuk Maket Berbasis Mikrokontroler Arduino*, Laporan Penelitian Teknik Informatika STMIK AMIKOM, Maret, 2013.
- [2] Arduino Uno board, “Based on the ATmega 328 (datasheet)”, <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>, 24.09.2013.
- [3] Atmel Corporation, “8-bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash”, <http://www.atmel.com/Images/doc2487.pdf>, 2008, 05.11.2013.
- [4] M. Ary Heryanto, ST dan Wisnu Adi P, Ir, Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler Atmega 328, Yogyakarta, Andi.
- [5] “Visual Basic.NET Tutorial” <http://mkasoft.com/downloads/VB.NET%20programming.pdf>
- [6] Neda Noorani, “Wireless Multi-Sensor Monitoring System Utilizing IEEE 802.15.4 Communication Standards for Water Leakage Detection”, Department of Electrical and Computer Engineering
- [7] ZigBee Alliance, ZigBee and Wireless Radio Frequency Coexistence, White paper date june 2007.