

PERANCANGAN SISTEM KONTROL LAMPU PADA GEDUNG FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNISNU JEPARA MENGGUNAKAN WIRELESS SENSOR NETWORK

Dias Prihatmoko

Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara
diasprihatmoko@gmail.com

Abstract

National electrical energy is rising very fast. It happens due to the high electrical energy used by building, industry and factory. Besides, the use of electric energy in society is also very un efficient. Buildings which have many rooms often meet the lights with no people or no working hours, even sometimes until morning. It happened due to negligence of people and officer. This condition repeatedly would be wasting the energy of electricity. Therefore it needed solution to save energy efficiently and rationally by using the energy of lamp if it is necessary. One solution is by controlling and monitoring automatically by detector. Monitoring and controlling utilize internet and sensor technology , a wireless technology and internet technology . A wireless technology and the sensor commonly called a wireless sensor network (wsn) make use of wireless networks iqrf as communication data , where every room is fitted a sensor light control (nodes) censorship. The sensor nodes that are fitted in every room was related to one another set up a network. The advantage of this system is the use of free license. Each sensor control node then collected in a central system that server as a control and data processing. It will control every room in the building of the faculty of science and technology.

Keyword : *Wireless Sensor Network, Monitoring and Controlling, IQRF*

Abstrak

Kebutuhan energi listrik nasional terus meningkat. Peningkatan ini disebabkan pemakaian energi listrik yang besar pada gedung, industri dan pabrik. Di sisi lain, pemakaian energi listrik masyarakat juga sangat boros. Gedung-gedung yang memiliki jumlah ruangan yang banyak, sering kali lampunya tetap menyala padahal sudah di luar jam kerja, bahkan kadang-kadang sampai pagi. Hal ini disebabkan oleh kelalaian pengguna ruangan dan juga petugas yang harus mengecek lampu pada setiap ruangan. Kondisi seperti ini akan menyebabkan pemborosan energi listrik apabila terjadi berulang-ulang. Oleh sebab itu diperlukan adanya solusi untuk penghematan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan. Salah satu solusi penghematan energi adalah sistem kontrol dan monitor peralatan listrik secara otomatis dengan jarak yang jauh. monitoring dan controlling dapat dilakukan menggunakan internet dengan perpaduan antara teknologi sensor, teknologi wireless serta teknologi internet. Teknologi Wireless dan sensor yang biasa disebut Wireless Sensor Network (WSN) memanfaatkan jaringan nirkabel IQRF sebagai komunikasi datanya, dimana setiap ruangan dipasang sebuah sensor kontrol lampu (sensor node). Sensor node yang dipasang di setiap ruangan tersebut saling berhubungan satu sama lain membentuk sebuah jaringan. Keuntungan memakai sistem ini adalah digunakannya nirkabel IQRF yang bebas lisensi. Hasil kontrol lampu dari setiap sensor node kemudian dikumpulkan dalam sebuah pusat pengendali yang berfungsi sebagai pengendalian dan pengolahan datanya, sehingga terbentuklah suatu sistem kontrol lampu setiap ruangan pada gedung fakultas sains dan teknologi tersebut.

Kata Kunci : *Wireless Sensor Network, Kontrol Lampu, IQRF*

Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik nasional terus meningkat. Peningkatan ini disebabkan pemakaian energi listrik yang besar pada gedung, industri dan pabrik. Di sisi lain, pemakaian energi listrik masyarakat juga sangat boros. Hal ini disebabkan karena kurang memperhatikan besar kecilnya daya (*watt*) peralatan listrik yang digunakan. Kondisi ini akan berimbas pada sektor gedung perkantoran yang kebanyakan menggunakan energi listrik dari PLN. Permasalahan ini harus ditanggapi secara saksama para pengelola gedung untuk menekan pemakaian energinya. Salah satu cara yang paling mudah adalah dengan memanfaatkan energi secara maksimal melalui program hemat energi.

Dalam perspektif agama islam menganjurkan manusia untuk bersikap hemat, baik dalam membelanjakan harta yang dimiliki maupun dalam memanfaatkan potensi alam. Pemanfaatan sumber daya alam yang berlebih-lebihan dan melampaui batas akan menyebabkan kerusakan lingkungan. Oleh karena itu Al-Qur'an melarang keras sikap berlebih-lebihan. Sebagaimana dijelaskan dalam surat Al-An'am ayat 141 yang artinya: "...dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan."

Ayat di atas menjelaskan kepada manusia untuk senantiasa memanfaatkan dan mengelola sumber daya alam yang

berupa hasil bumi dan melarang sikap berlebih-lebihan. Al-Qur'an juga menggolongkan manusia yang bersikap boros sebagai saudara syaitan. Sebagaimana firmanNya dalam surat Al-Isra' ayat 27 yang artinya : "Sesungguhnya pemboros-pemboros itu adalah saudara-saudara syaitan dan syaitan itu adalah sangat ingkar kepada Tuhannya."

Penghematan energi adalah pemanfaatan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan. Penghematan energi pada gedung dan industri bila dilaksanakan secara sistematis akan berpotensi mengurangi konsumsi energi yang besar. Namun pada prakteknya program penghematan energi tersebut masih menemui beberapa kendala. Salah satu masalah yang dihadapi dalam melakukan penghematan energi adalah sistem pengontrolan lampu pada gedung saat ini masih tergolong konvensional yaitu dengan menggunakan saklar atau relatif hanya menggunakan prinsip pengontrolan jarak dekat (manual), sehingga untuk menghidupkan dan mematikan lampu harus dengan mendatangi saklar terlebih dulu.

Gedung-gedung yang memiliki jumlah ruangan yang banyak, sering kali lampunya tetap menyala padahal sudah di luar jam kerja, bahkan kadang-kadang sampai pagi. Hal ini disebabkan oleh kelalaian pengguna ruangan dan juga

petugas yang harus mengecek lampu pada setiap ruangan. Kondisi seperti ini akan menyebabkan pemborosan energi listrik apabila terjadi berulang-ulang. Oleh karena itu perlu adanya sistem kontrol lampu pada gedung yang lebih praktis dan efisien.

Sistem kontrol lampu pada gedung ini merupakan sistem yang mengintegrasikan dan mengontrol alat-alat elektronik yang dalam hal ini adalah lampu. Tujuan dari sistem tersebut mencakup kemudahan, efisiensi energi, keamanan, dan kenyamanan didalam rumah atau gedung. Elemen pada sistem kontrol lampu meliputi sensor (seperti temperatur, cahaya, atau gerak), controller (berfungsi ibarat server pada suatu jaringan komputer sebagai pusat sistem yang mengendalikan perangkat lain), dan aktuator (seperti saklar lampu dan motor listrik).

Perkembangan di bidang teknologi elektronika, mekanik, komputer serta teknologi komunikasi nirkabel telah membuat teknologi sensor yang awalnya besar menjadi sangat kecil, multiguna, konsumsi energi rendah dan bisa saling berkomunikasi. Secara umum jaringan sensor ini memiliki banyak jenis, seperti sensor suhu, kelembapan, cahaya, tekanan, gas, suara, pergerakan orang dan masih banyak lagi jenis lainnya. Dan penerapan dari jaringan sensor ini telah banyak digunakan di berbagai bidang seperti militer, lingkungan, kesehatan,

bangunan, peternakan, pertanian, luar angkasa, peringatan dini terhadap bencana dan lain-lain. Teknologi jaringan sensor nirkabel mengacu pada standar IEEE 802.15.4 yang merupakan standar jaringan nirkabel baru untuk lowrate wireless personal area network (LR-WPAN).

Teknologi jaringan sensor nirkabel atau sering disebut wireless sensor network (WSN) adalah suatu jaringan nirkabel yang terdiri dari beberapa perangkat otonom yang terdistribusi secara spasial menggunakan sensor untuk memantau keadaan atau kondisi suatu lingkungan, WSN dapat digunakan untuk mengambil sejumlah data dari keadaan lingkungan tersebut yang biasa disebut sensor node, dimana sensor – sensor tersebut akan mendeteksi obyek dan mengirim data dengan nirkabel ke sensor koordinator.

Merujuk pada penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan oleh Dias Prihatmoko (2013) yang berjudul PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK GATEWAY UNTUK HOME AUTOMATION BERBASIS IQRF TR53B MENGGUNAKAN KONSEP CGI, bahwa Dengan menggunakan perpaduan antara wireless sensor network (WSN), Controller, dan Internet maka sistem kontrol lampu pada gedung dapat dilakukan secara otomatis. Wireless sensor network yang dipakai adalah jenis IQRF, Hasil dari penelitian tersebut adalah sudah dilakukan pengujian jarak

jangkauan baik didalam ruangan maupun jarak diluar ruangan. Jarak komunikasi antar IQRF diluar ruangan maksimal 32 meter sedangkan jarak komunikasi di dalam ruangan maksimal 3 meter.

Penelitian yang dilakukan berdasarkan latar belakang diatas adalah dengan merancang sistem kontrol lampu yang diterapkan pada gedung fakultas sains dan teknologi universitas islam nahdlatul ulama (UNISNU) jepara dengan menggunakan wireless sensor network IQRF. Sistem kontrol lampu ini diharapkan dapat menghemat pemakaian energi listrik khususnya lampu pada gedung tersebut.

Tinjauan Pustaka

Wireless Sensor Network

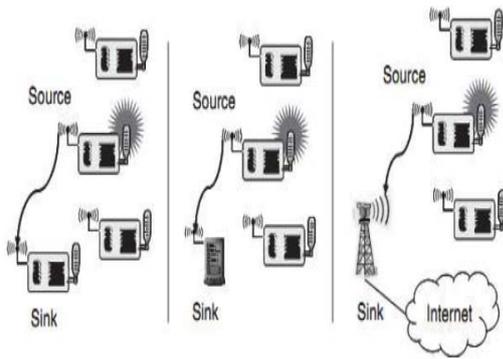
Jaringan sensor merupakan suatu infrastruktur yang terdiri dari komponen *sensing* (pengukuran), komputasi dan komunikasi sehingga *administrator* bisa melakukan pengamatan dan bertindak jika ada kejadian atau fenomena yang khusus pada lingkungan. *Administrator* bisa pemerintah, masyarakat, komersial atau industri.

Lingkungan dapat berupa dunia fisik, sistem biologis, atau teknologi informasi. Ada empat hal dasar pada jaringan sensor : (1) pemasangan sensor-sensor secara terdistribusi atau hanya lokal; (2) menghubungkan dengan jaringan; (3) titik pusat informasi clustering; (4) seperangkat sumber komputasi pada titik pusat untuk

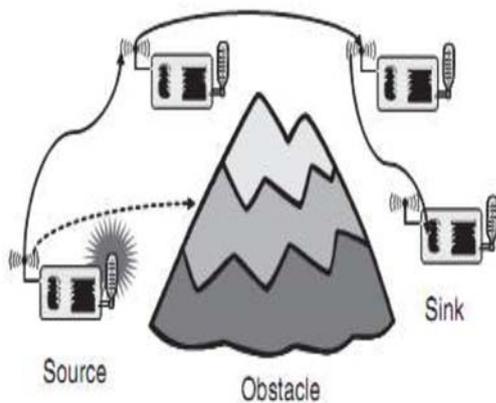
menangani korelasi data, kejadian, query, dan data mining.

Teknologi untuk sensing dan control meliputi banyak bidang termasuk bidang sensor elektrik dan magnetik, frekuensi gelombang radio, optik, elektrooptik, infra merah, radar, laser, navigasi, seismic dan sensor tekanan, sensor untuk lingkungan dan keamanan. Sekarang sensor dikatakan sebagai sensor cerdas, murah, mudah, dan konsumsi energi rendah. Wireless sensor network (WSN) terdiri dari node-node terdistribusi yang mendukung penginderaan, pemrosesan sinyal, embedded computing, dan konektivitas. Karakteristik WSN yang unik, seperti keterbatasan sumber daya, akuisisi data yang redundan, duty cycle nya rendah dan alirannya dari banyak ke satu titik. Sehingga dalam desainnya harus melibatkan banyak disiplin ilmu termasuk pemindahan informasi, jaringan dan pengaturan operasi, kerahasiaan, integritas dan ketersediaan.

Network Arsitektur yang digunakan bisa single hop atau multihop, yang bisa dilihat pada gambar dibawah. Single hop yaitu komunikasi yang terjadi alat akhir atau node langsung terhubung dengan sink. Sedangkan multi hop, sebelum ke sink node-node mengirimkan ke node yang terdekat baru kemudian ke sink.



Gambar 2.1 komunikasi single hop



Gambar 2.2 Komunikasi Multihop

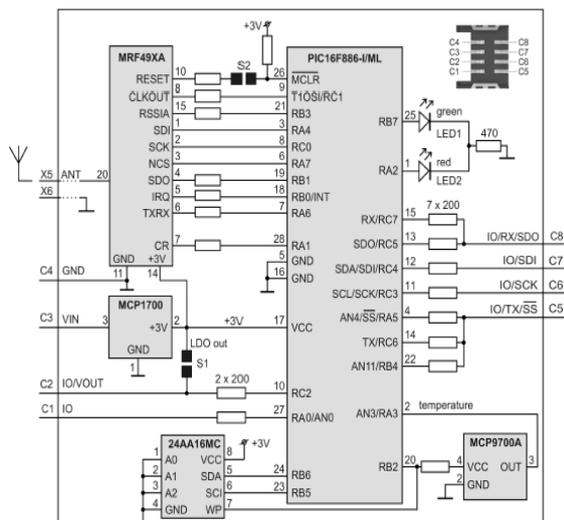
IQRF

IQRF merupakan bentuk jaringan sensor untuk harga yang murah, kecepatan rendah, hemat energi, handal dan mudah digunakan untuk konektivitas nirkabel seperti telemetri, pengaturan industri dan otomatisasi bangunan. IQRF baik digunakan untuk aplikasi remote, untuk peralatan yang dapat dikontrol secara nirkabel, dan jarak yang tidak terlalu jauh. IQRF tidak cocok digunakan untuk data streaming, pemindahan data suara atau gambar dan jarak yang sangat jauh (puluhan kilom).

Keuntungan menggunakan IQRF antara lain bentuknya modular, protokol yang digunakan bebas dan terbuka, mudah dipelajari dan diterapkan, mendukung semua topologi jaringan, dan tidak ada biaya lisensi untuk penggunaannya. Beberapa keutamaan IQRF :

- a. Extra low power consumption: ~1 μ A sleep, 35 μ A XLP Rx
- b. Frequency: license-free ISM bands 868 MHz (EU), 916 MHz (USA), SW selectable
- c. Output RF power up to 3.5 mW, SW selectable in 8 steps
- d. Range up to 700 m per hop with small antennas
- e. Adjustable receive sensitivity
- f. Incoming signal level check
- g. RFIM mode (signal strength check during receiving)
- h. Operating System

IQRF terdiri dari beberapa komponen modul transceiver, gateway, router, end device, dan development tool.



Gambar 2.3 Modul Transceiver

Modul transceiver (TR) merupakan komponen dasar pada IQRF dan berupa perangkat elektronik yang kecil untuk komunikasi RF. TR terdiri dari mikrokontroler dengan sistem operasi sendiri, EEPROM serial, LDO regulator tegangan terintegrasi, sensor suhu dan mendukung pengembangan yang baik sehingga mudah pengembangannya dan dengan konsumsi daya yang rendah.

Routing Protokol

Routing berguna meningkatkan jangkauan RF menggunakan hop, paket data RF diteruskan ke end point dengan bantuan alat jaringan yang lain. Setiap peralatan IQRF dapat melakukan routing.

End device terdiri dari peralatan yang disesuaikan dengan kebutuhan dari pengguna seperti sensor, thermostat, specific gateway, industrial application, automotive application. Aksesoris peralatan terdiri dari antena, konektor, kabel, dan baterai. Alat-alat

pengembangan terdiri dari perangkat lunak dan perangkat keras, untuk pengembangan yang dibutuhkan oleh pengguna.

IQRF mempunyai dua konsep routing dalam sistem komunikasi multihope (Mesh) antara lain yaitu :

1) SFM (Static Full Mesh)

SFM (Static Full Mesh) adalah algoritma routing dimana address dari node itu sudah ditentukan terlebih dahulu, kemudian penempatannya harus urut yaitu dengan menempatkan node yang mempunyai alamat terkecil lebih dekat dengan koordinator daripada node yang mempunyai alamat terbesar pada topologi SFM.

Jumlah node maksimal yang diperbolehkan sebanyak 240 node, dengan aturan pengalamatan untuk alamat koordinator RX = 0, alamat node antara 1 s/d 239, dan alamat broadcast 0xFF.

2) DFM (Discovered Full Mesh)

DFM (Discovered Full Mesh) adalah algoritma routing dimana alamat node boleh disusun secara acak dan alamat tersebut secara otomatis akan diberikan oleh koordinator yang disebut VRN (Virtual Routing Numbers). Sedangkan untuk penempatannya bisa disusun secara acak dan tidak harus urut.

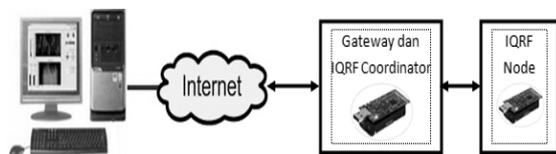
Jumlah node maksimal yang diperbolehkan sebanyak 240 node, dengan aturan pengalamatan untuk

alamat *coordinator* RX = 0, alamat node antara 1 s/d 239 dibagi kedalam beberapa bagian, dan alamat broadcast 0xFF.

Perancangan Sistem

Untuk mewujudkan suatu sistem kontrol lampu menggunakan teknologi WSN, maka pada bagian ini akan dijelaskan bagaimana merancang suatu sistem pengendalian, mulai dari perancangan perangkat keras setiap node sampai ke perancangan komunikasi WSN.

Perancangan sistem kontrol lampu yang akan dibuat mempunyai konfigurasi seperti pada gambar 3.1. Pada perancangan ini dibatasi pada gedung fakultas sains dan teknologi universitas islam nahdlatul ulama jepara lantai 1 dan lantai 2.



Gambar 3.1 Perancangan Komunikasi IQRF

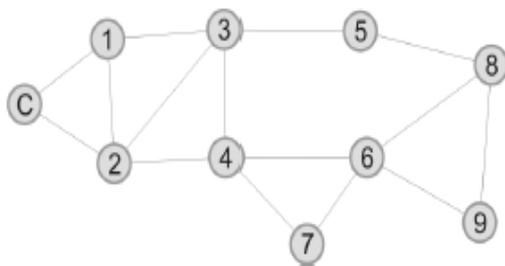
Sistem komunikasi antara Access point dengan IQRF *Coordinator* menggunakan media komunikasi serial. Sedangkan sistem komunikasi antara IQRF *Coordinator* dengan IQRF node menggunakan media komunikasi RF dengan menggunakan lisensi frekuensi bebas 868 MHz sampai dengan 916 MHz. Komunikasi serial tersebut dilewatkan

menggunakan kabel serial DKU-5. Data yang diterima IQRF *coordinator* kemudian diubah menjadi dalam bentuk format txt, kemudian data tersebut diakses dengan menggunakan PHP yang disimpan ke dalam database. Data yang telah di akses oleh database kemudian ditampilkan oleh website menjadi informasi.

Perancangan sistem gateway ini secara garis besar ditunjukkan pada gambar 3.1. Sistem gateway tersebut akan diaplikasikan untuk controlling actuator dalam hal ini adalah untuk kontrol lampu. Pada saat pengguna melakukan permintaan kontrol lampu melalui internet maka secara otomatis pengguna akan mengirimkan data ke IQRF Node. Setelah data diterima oleh IQRF node maka IQRF node akan melakukan action sesuai dengan kode command. Kemudian setelah sukses menjalankan action, sebagai bentuk konfirmasi IQRF node maka akan dikirimkan data kepada IQRF *coordinator*, data tersebut menunjukkan bahwa informasi yang dikirim telah sampai pada IQRF node dan IQRF node telah melaksanakan action sesuai dengan apa yang diperintahkan oleh pengguna. Setelah kode konfirmasi diterima oleh IQRF *coordinator* kemudian disimpan kedalam database, data yang tersimpan dalam database kemudian ditampilkan di website sehingga pengguna mendapatkan informasi dari hasil kontrol lampu melalui web.

Perancangan Topologi Jaringan

Topologi jaringan wireless sensor network IQRF yang digunakan dalam perancangan ini adalah topologi SFM (Static Full Mesh). Gambar 3.2 adalah menggambarkan topologi jaringan SFM yang digunakan dalam sistem kontrol lampu.



Gambar 3.2 Algoritma Routing SFM

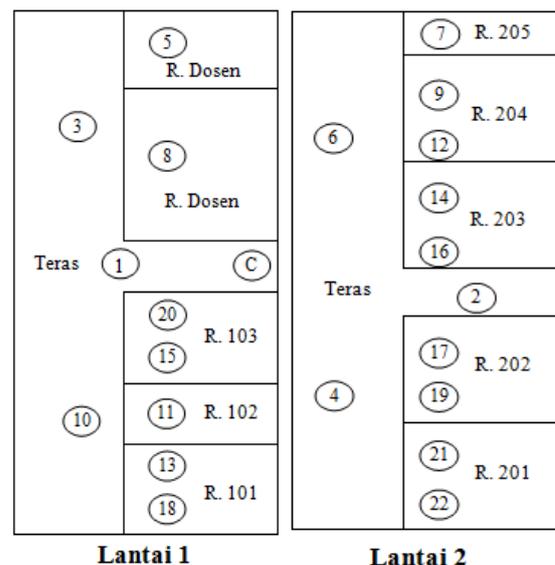
Pada gambar 3.2 terlihat bahwa C berfungsi sebagai IQRF *Coordinator* dan angka 1 s/d 9 berfungsi sebagai IQRF node. Topologi tersebut menggunakan algoritma node static yaitu alamat node sudah ditentukan terlebih dahulu. Jadi masing-masing node sudah mempunyai alamat (address). Sistem komunikasinya yaitu dengan cara menempatkan node secara urut / dari urutan terkecil sampai urutan terbesar. Sedangkan untuk jumlah node yang diperbolehkan dalam perancangan ini maksimal sebanyak 240 node.

IQRF *coordinator* bertugas mengirimkan data dari gateway ke node dan menerima data dari node kemudian mengirimkan kembali ke gateway. Sedangkan IQRF node bertugas sebagai router yaitu meneruskan data ke node

tujuan dengan sistem estafet (meneruskan data ke node dengan mengirim ke node terdekatnya) dan yang terakhir jika data sudah sampai ke node tujuan maka data tersebut akan langsung di eksekusi oleh node tersebut.

Perancangan Kontrol Lampu

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang perancangan sistem kontrol lampu yang diterapkan pada gedung fakultas sains dan teknologi UNISNU Jepara. Gambar 3.3 adalah gambar perancangan sistem kontrol lampu di gedung fakultas sains dan teknologi lantai 1 dan lantai 2.



Gambar 3.3 Perancangan Kontrol Lampu

Pada gambar 3.3 tersebut, di setiap ruangan dipasang wireless sensor network begitu juga di teras. Jumlah WSN yang dipasang pun berbeda, tergantung jumlah lampu dalam ruangan tersebut. Ada yang hanya 1 buah WSN dan ada

juga yang 2 buah WSN. Untuk ruang kuliah di gunakan 2 WSN karena untuk jumlah lampu lebih banyak dan dibagi dua untuk efektifitas dan efisiensi penggunaan lampu. Ada 22 WSN yang dipasang di lantai 1 dan lantai 2. WSN tersebut mempunyai 2 fungsi yaitu berfungsi sebagai *router* dan sebagai *end device*.

Satu Buah WSN berfungsi sebagai *coordinator* yang mengirimkan data dari gateway ke node maupun sebaliknya mengirimkan data dari node ke gateway. Hasil pengiriman data kontrol lampu kemudian dikirimkan ke server yang berupa perangkat PC. Pada PC inilah terdapat tampilan hasil monitoring dan kontrol lampu di setiap ruangan serta keadaan ON / OFF lampu secara realtime. Dengan adanya konfigurasi ini maka sistem kontrol lampu dengan WSN akan lebih mudah diaplikasikan pada gedung fakultas sains dan teknologi unisnu jepara.

Hasil

Sesuai dengan perancangan diatas maka dibutuhkan 23 buah IQRF, 1 buah bertugas sebagai IQRF *Coordinator* dan 22 buah bertugas sebagai IQRF node. IQRF *coordinator* berada di lantai 1 yang ditempatkan di posisi tengah antara lantai 1 dan lantai 2 supaya komunikasi antara IQRF *coordinator* dan IQRF node dapat berjalan lancar dan tidak terhambat oleh tembok.

Hasil perancangan yang telah dibahas pada bab sebelumnya dapat dibangun dengan berbagai perangkat

keras maupun perangkat lunak. Adapun perangkat yang telah dicoba adalah Microcontroller IQRF TR53B yang didalamnya sudah ada modul RF untuk komunikasi antar node dan modul serial untuk komunikasi dengan gateway, Server gateway berupa komputer sebagai perangkat yang menjembatani data dari IQRF ke internet. Dengan perangkat tersebut maka lampu pada gedung dapat dikontrol baik secara otomatis maupun secara manual melalui web serta dapat dipantau keadaan lampu tersebut secara real time.

Simpulan

Berdasarkan perancangan maka topologi yang sesuai untuk diaplikasikan pada gedung fakultas sains dan teknologi universitas islam nahdlatul ulama adalah topologi SFM (Static Full Mesh) topologi tersebut efektif karena node sudah diberi *address* tetap maka data yang akan dikirim ke alamat node bisa tetap dan tidak perlu merubah-ubah data yang dikirim dari web, sedangkan setiap WSN harus mempunyai komponen memori, modul RF dan modul serial serta catu daya.

Penerapan Wireless Sensor Network (WSN) pada sistem kontrol lampu untuk gedung fakultas sains dan teknologi universitas islam nahdlatul ulama mempunyai keunggulan antara lain : penggunaan frekuensi radio (RF) yang bebas lisensi serta tanpa kabel, konsumsi daya listrik yang kecil, kecepatan dalam

akuisisi data kontrol lampu, serta kemudahan dalam pengembangan sistem selanjutnya.

Daftar Pustaka

- [1] Wikipedia, *Wireless Sensor Network*, https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_sensor_network, diakses tanggal 6 Agustus 2015
- [2] Dias Prihatmoko, *Pengembangan Perangkat Lunak Gateway Untuk Home Automation Berbasis Iqrf Tr53b Menggunakan Konsep Cgi*, Sesindo. 2013
- [3] Microrisc, *Data Sheet TR-53B Transceiver Modul*, 2011
- [4] Microrisc, *User's Manual CK-USB-04, IQRF Development Kit. Firmware v1.00*, 2011
- [5] Microrisc, *Reference Guide IQRF OS, Operating System Version 3.00*, 2011
- [6] Sulc, V.,Kuchta, R.,Vrba, R ,” *IQRF Smart House - A Case Study*”, Third International Conference on Advances in Mesh Networks, pp.103-108, 2010
- [7] Ana Heryana & Sahrul Arif, 2012 . *Panduan Membuat Linux Embedded System dan Aplikasi* . Informatika
- [8] IQRF. (2012). Di akses 6 maret 2013, dari website resmi IQRF : <http://www.iqrf.org/weben/index.php>
- [9] Gutierrez , JosC A. “*On The Use Of IEEE 802.15.4 TO Enable Wireless sensor networks in Building Automation.*”, *International Journal of Wireless Information Networks* Volume 14, Number 4, 2007