

PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING PADA *BUILDING AUTOMATION SYSTEM (BAS)* BERBASIS WEB DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ANDALAS

Oleh:
Putri Mandarani^{1,2}, Zaini³

¹ Mahasiswa Program Studi S2 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

² Dosen Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Padang

³ Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

Email: pmandarani2@gmail.com

Abstrak

Sistem otomatis suatu gedung diharapkan saat ini tidak hanya untuk pengontrolan yang berhubungan dengan peralatan tetapi juga dilengkapi sistem monitoring berbasis web yang dapat memantau operasional peralatan dan kondisi banyak ruangan pada suatu gedung secara otomatis dan dapat menampilkan data *real* sehingga menghasilkan informasi bagi pengguna *interface* yang bisa diakses di manapun dan kapanpun. Sistem monitoring ini menggabungkan prinsip kerja antara perangkat lunak dengan perangkat keras yang difokuskan pada pemantauan nilai suhu, kelembaban dan deteksi asap untuk keamanan serta pemakaian energi pada ruangan perkuliahan di Fakultas Teknik Universitas Andalas. Monitoring berhasil dilakukan pada tiga ruangan sekaligus yang masing-masingnya terdiri dari perangkat arduino, ethernet shield dan dilengkapi dengan tiga buah sensor, yaitu DHT11 untuk suhu dan kelembaban, MQ9 untuk keamanan ruangan berupa deteksi asap dan ACS758 untuk mengukur arus listrik. Masing-masing ruangan dilengkapi dengan kabel UTP. Beban yang dipilih adalah *Air Conditioner (AC)*, karena paling banyak memakai energi listrik. Sistem monitoring berhasil menampilkan data yang membandingkan 3 ruang sekaligus dalam bentuk grafik dan pelaporan dalam angka yang tersimpan dalam database MySQL, dimana delay 415 ms yang berarti pada kategori latensi sedang. Data yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh baik atau buruknya koneksi jaringan komputer pada saat itu. Analisa *Quality of Service (QoS)* perlu dilakukan untuk melihat bagaimana pelayanan dan kemampuan jaringan dalam pengiriman data, sehingga untuk kedepannya bisa menunjang penambahan layanan-layanan yang mendukung sistem berbasis *Information Communication Technology (ICT)*.

Kata Kunci : Sistem Monitoring Berbasis Web, *Building Automation System (BAS)*, Arduino Uno, Ethernet Shield, DHT11, ACS758, MQ9

Abstrac

Automated systems in a building is expected at this time not only for control-related equipment but also include a web-based monitoring system that can monitor the condition of the equipment and many of the rooms in a building automatically and can display real data to produce information for the user interface that can accessible anywhere and anytime.. This monitoring system combines the working principle of software with hardware that is focused on monitoring the value of the temperature, humidity and smoke detection for security as well as energy consumption in the lecture room at the Faculty of Engineering, University of Andalas. Monitoring successfully performed on three rooms simultaneously each of which consists of a device arduino, ethernet shield and is equipped with three sensors, namely DHT11 to temperature and humidity, MQ9 for indoor security in the form of smoke detection and ACS758 for measuring electric current. Each room is equipped with a UTP cable. The selected load is Air Conditioning (AC), because most often use electrical energy. The monitoring system managed to show data comparing three rooms at once in the form of graphs and reporting the numbers stored in a MySQL database, where the delay is 415 ms latency, which means the category of being. The data generated is strongly influenced by the good or bad computer's network connection at the time. Analysis of Quality of Service (QoS) needs to be done to see how the services and network capabilities in data transmission, so that for the future can support the addition of services that support the system based on Information Communication Technology (ICT).

Keywords : Web-Based Monitoring System, *Building Automation System (BAS)*, Arduino Uno, Ethernet Shield, DHT11, ACS758, MQ9

1. Pendahuluan

Rutinitas yang dilakukan oleh manusia semakin meningkat. Hampir semua kegiatan

dilakukan di dalam gedung dengan fasilitas yang lengkap. Pembangunan gedung-gedung tinggi semakin bertambah mengikuti

perkembangan teknologi sehingga berdampak terhadap kenaikan biaya listrik. Langkah utama yang dapat dilakukan oleh pengguna untuk mengendalikan pemakaian energi listrik yaitu dengan selalu memantau kondisi ruangan dan mengefisienkan pemakaian peralatan listrik. Untuk itu diperlukan sebuah sistem monitoring yang dapat memberikan informasi kondisi ruangan dan pemakaian energi pada suatu perangkat sehingga permasalahan yang muncul dapat dikontrol dengan baik^{[1][2]}.

Dalam operasional suatu gedung, tiga hal yang harus diperhatikan adalah penghematan energi, kenyamanan penghuni dan level keamanan^{[3][4]}. Oleh sebab itu terdapat beberapa sistem automasi diaplikasikan di gedung yaitu *Heating Ventilating and Air Conditioner (HVAC)*, pencahayaan, keamanan dan kebakaran, akses keamanan pengguna, pemantau daya dan transportasi dalam gedung. Integrasi sistem-sistem ini dikenal dengan nama *Building Automation System (BAS)*. Saat ini BAS masih terkendala pada penerapan jaringan yang tidak tepat : seperti protokol komunikasi yang rumit, masalah keamanan jaringan, waktu, biaya dan sumber daya^[4]. Diantara protokol komunikasi dan field bus yang diaplikasikan di BAS, protokol BACnet, LonWorks dan Ethernet/IP adalah yang paling populer^[1]. Perkembangan terakhir adalah penerapan komunikasi nirkabel 802.15.4 (ZigBee), 802.11 (WiFi) dan Bluetooth. Keuntungan terbesar dari teknologi ini jika diterapkan di BAS adalah fleksibilitas^[5].

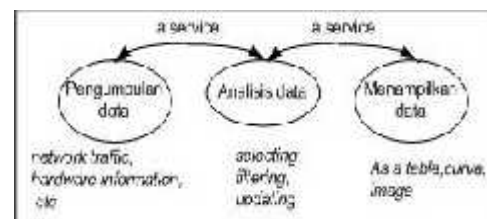
Building Automation System (BAS) berbasis web akan memberikan banyak keuntungan berbagai pihak, salah satunya monitoring terpusat dan informasi dapat diakses dengan jaringan yang luas dengan data *real-time*^{[4][8]}. Penelitian ini dilakukan pada 3 ruang perkuliahan dengan memanfaatkan jaringan komputer di Fakultas Teknik Universitas Andalas. *Hardware* yang digunakan adalah arduino uno, ethernet shield, sensor ACS758, sensor DHT11 dan sensor MQ-9, sedangkan *software* yang digunakan adalah arduino 1.0.5, wireshark 1.10.2 dan XAMPP 1.8.3.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Sistem Monitoring

Sistem *monitoring* merupakan suatu proses yang menghasilkan sekumpulan data dari berbagai sumber daya yang ada untuk dianalisa lebih lanjut. Biasanya data yang dikumpulkan merupakan data yang *realtime*. Secara garis besar tahapan dalam sebuah sistem *monitoring* terbagi ke dalam tiga proses besar yaitu :

1. proses di dalam pengumpulan data *monitoring*,
2. proses di dalam analisis data *monitoring*,
3. proses di dalam menampilkan data hasil *montoring*,



Gambar 1. Proses dalam sistem monitoring

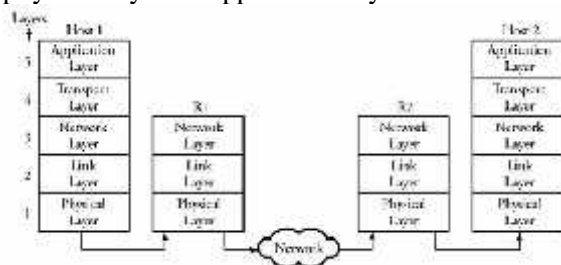
Aksi yang terjadi di antara proses-proses dalam sebuah sistem *monitoring* adalah berbentuk *service*, yaitu suatu proses yang terus-menerus berjalan pada interval waktu tertentu. Proses-proses yang terjadi pada suatu sistem monitoring dimulai dari pengumpulan data seperti data dari *network traffic*, *hardware information*, dan lain-lain yang kemudian data tersebut dianalisis pada proses analisis data dan pada akhirnya data tersebut akan ditampilkan. Pada beberapa aplikasi sistem *monitoring*, akses benar-benar dibatasi dari *local host* terminal saja. Pertanyaannya apakah bisa dilakukan *monitoring* dari jarak jauh, dimana semua data yang dikumpulkan dari terminal komputer yang berada di lokasi berbeda dengan instrumennya misalnya dengan menggunakan jaringan LAN (*Local Area Network*) atau bahkan *internet*.

2.2 TCP/IP

TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) adalah protokol yang digunakan oleh jaringan dalam proses tukar-menukar data dari satu komputer ke komputer lain. Protokol ini tidak dapat berdiri sendiri karena merupakan kumpulan protokol (*protocol suite*). IP menyediakan alamat setiap komputer yang terhubung ke jaringan dan menyediakan rute pengiriman data dari

sumber ke tujuan. TCP memberi layanan pengiriman data yang handal antar dua dimana komputer yang berkomunikasi saling mengetahui status mereka di jaringan.

Ketika Host 1 di jaringan 1 ingin berkomunikasi dengan Host 2 di jaringan yang ditunjukkan di Gambar 1 berikut, prosesnya adalah (1) data turun dari *application layer* sampai ke *physical layer* di host 1; (2) Router 1 menerima dan mengirim data di *physical layer* dan diproses algoritma routing oleh *network layer*; (3) Network mengirim data dari Router 1 ke Router 2 dan tahap 2 kembali berlangsung; (4) Data naik dari *physical layer* ke *application layer* di Host 2.



Gambar 2. Model implementasi protokol TCP/IP [9]

2.3 Building Automation System (BAS)

Sebuah gedung dikatakan modern apabila mampu meningkatkan pelayanannya, dalam hal ini terkait pada tingkat keamanan yang tinggi, pemakaian energi yang efisien dan kenyamanan. Untuk memantau dan mengontrol beberapa gedung secara otomatis maka diperlukan sebuah sistem canggih yang meliputi kemampuan sebagai berikut [10]:

1. *Monitoring* beberapa sistem dari satu tempat.
2. *Alarm system*.
3. Interaksi terhadap strategi control yang lebih efisien.
4. *Remot service*, dsb.

Adapun kekurangan yang ditemukan yaitu diperlukannya tingkat kompetensi yang tinggi, resiko yang lebih besar apabila pelayanan menjadi tidak baik, biaya investasi yang tinggi, dll. Untuk itu diperlukan strategi dalam pengelolaannya.

Sistem Otomatis pada gedung atau dikenal dengan BAS (*Building Automatin System*) adalah suatu sistem pengendalian dan pemantauan yang terpusat dari seluruh peralatan mekanikal dan elektrikal yang terdapat disuatu gedung. BAS terdiri dari beberapa *Direct Digital Control (DDC)* yang

mempunyai input dan output baik secara analog maupun digital. Input dan output tersebut berguna sebagai indikator untuk mengetahui status dari perangkat yang akan dikontrol [11]. Untuk beberapa macam bangunan, *Building Automatin System* adalah sebuah solusi untuk mengatur, mengontrol dan mengotomatisasi perlengkapan dan fungsi dari suatu gedung tersebut, termasuk (*Hetaing Ventilating and Air Conditioner*), *Thermal Source*, peralatan listrik dan sanitasi, penerangan, *elevator*, keamanan, kebakaran dan kenyamanan penyewa gedung [12].

Saat ini BAS tidak hanya diharapkan untuk menangani energi ataupun yang berhubungan dengan peralatan, tetapi juga untuk operasional informasi dan *interface* kontrol pada sistem lain, termasuk salah satunya adalah sistem manajemen. Inilah yang menjadi acuan kenapa BAS berbasis web sangat diperlukan. Sangat penting bahwa semua pengaturan energi fasilitas lainnya siap untuk beroperasi, memodifikasi dan memperbaiki informasi monitoring sehingga memberikan kenyamanan kepada pengguna *interface* [7].

Hampir semua perangkat yang ada dalam gedung dapat dipantau dan dikontrol secara otomatis dari satu komputer dan semua data aktivitas yang terjadi dalam gedung dapat dikirimkan ke komputer lain melalui jaringan Ethernet atau LAN

2.4 Aplikasi Web

Aplikasi web adalah sebuah sistem informasi yang mendukung interaksi pengguna melalui antarmuka berbasis web. Fitur-fitur aplikasi web biasanya berupa *data persistence*, mendukung transaksi dan komposisi halaman web dinamis yang dapat dipertimbangkan sebagai hibridasi, antara hipermedia dan sistem informasi. Aplikasi web adalah bagian dari client-side yang dapat dijalankan oleh browser web. Client-side mempunyai tanggung jawab untuk pengeksekusian proses bisnis. Interaksi web dibagi ke dalam 3 langkah, yaitu permintaan, pemrosesan dan jawaban

Web masa kini jauh lebih baik daripada tempat penyimpanan yang terdistribusi dari dokumen statis. Client dapat mengirimkan informasi kepada server, halaman web dapat dihasilkan secara dinamis, dan bentuk interaksi yang kaya antara

pengguna dan client web dapat didukung. Web telah menjadi metode yang dominan untuk saling berinteraksi dengan sistem terkomputerisasi berbasis server.

2.5 Quality of Service (QoS)

QoS (*Quality of Service*) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwith*, mengatasi *jitter* dan *delay*. Performansi merupakan kumpulan dari beberapa parameter besaran teknis ^[12], salah satu parameter tersebut adalah *delay (latenc)*, yaitu adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama ^[13]

Tabel 1 One-Way Delay/Latensi

Kategori Latensi	Besar Delay	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 s/d 450 ms	2
Jelek	> 450 ms	1

(sumber : TIPHON)

Persamaan perhitungan delay :

$$\text{Delay Rata-rata} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total packet yang diterima}}$$

2.6 Arduino

Arduino adalah kontroler *single-board* yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik digital dalam berbagai bidang. Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.

a). Arduino Uno

Gambar 2 memperlihatkan board Arduino Uno dengan prosessor Atmel AVR 16 MHz sebagai otakny. Board ini dapat terhubung ke 14 sinyal digital I/O dan 6 sinyal analog input. Untuk pemograman firmware digunakan IDE Arduino berbasis bahasa C. Jenis dan ukuran memori adalah: memori *Flash* 32 KB, *SRAM* 2 KB dan *EEPROM* 1 KB.



Gambar 3. Board Arduino Uno

b) Ethernet shield

Ethernet shield merupakan NIC (*Network Interface Card*) bagi arduino sehingga data data dikirim atau diterima dari jaringan komputer. Pengembang shield ini menyediakan library sehingga memudahkan programmer untuk membuat aplikasi *real-time monitoring*.

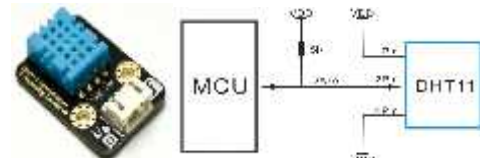


Gambar 4. Board Ethernet Shield

Gambar 3 memperlihatkan board Ethernet shield. Komunikasi antara chip prosessor di board Arduino Uni (*master*) dengan prosessor di board ethernet (*slave*) berupa bus SPI (Serial Peripheral Interface). Empat sinyal SPI adalah *Master In Slave Out (MISO)*, *Master Out Serial In (MOSI)*, *Serial Clock (SCLK)* dan *Chip Select (CS)*. Pada master dan slave terdapat register serial shift yang mengirimkan byte melalui sinyal MOSI (master slave) dan MISO (slave master).

2.7 DHT11, MQ9 dan ACS758

2.7.1 Sensor DHT11



Gambar 5. Rangkaian Sensor DHT11

Sensor DHT11 terdiri dari elemen *polimer kapasitif* digunakan untuk mengukur kelembaban dan sensor temperatur. Di dalamnya juga terdapat memori kalibrasi yang digunakan untuk menyimpan koefisien kalibrasi hasil pengukuran sensor. Data hasil pengukuran dari DHT11 ini berupa *digital logic* yang diakses secara serial ^{[24][26]}. DHT11 merupakan sensor digital untuk temperatur dan kelembaban sekaligus yang memiliki kisaran pengukuran dari 20-90 % RH dan 0–50 derajat celsius. Data yang diperoleh berupa data pengukuran temperatur dari lingkungan. Jika, sensor membaca temperatur makin

rendah maka tegangan *pull-down* yang di alirkan menjadi lebih besar, sehingga akan menghasilkan V_{cc} data yang semakin besar, data yang dihasilkan dari sensor ini adalah sudah berupa data digital.

2.7.2 Sensor MQ9



Gambar 6. Rangkaian Sensor MQ9

Sensor MQ-9 merupakan sensor yang memiliki sensitifitas yang tinggi untuk Karbon Monoksida, Metana dan LPG. Data yang dihasilkan dari sensor ini adalah data analog. Sensor dapat digunakan untuk mendeteksi gas yang berbeda mengandung CO dan gas mudah terbakar. Diantara kelebihan dari sensor ini adalah harganya murah dan cocok untuk berbagai aplikasi yang berbeda [24][27]. Untuk spesifikasi dari sensor ini dengan *concentration* 10-1000ppm CO dan 100-10000ppm *combustible gas*

2.7.3 Sensor ACS758



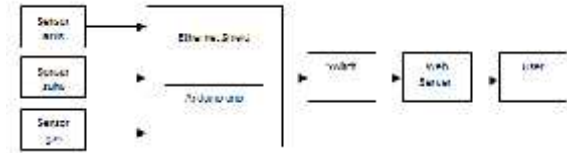
Gambar 7. Rangkaian Sensor ACS758

Sensor ACS758 adalah sensor arus yang dapat digunakan untuk mengukur arus AC maupun DC. Bekerja pada temperaur $-40 \sim 150^{\circ}\text{C}$ dengan *sensitivity* 40 mV/A tegangan 3000V(AC) dan 500V(DC). Data yang dihasilkan merupakan data analog. Modul sensor ini telah dilengkapi dengan konduktor tembaga yang memungkinkan untuk perangkat pada kondisi arus lebih tinggi [24][25].

3. Metodologi Penelitian

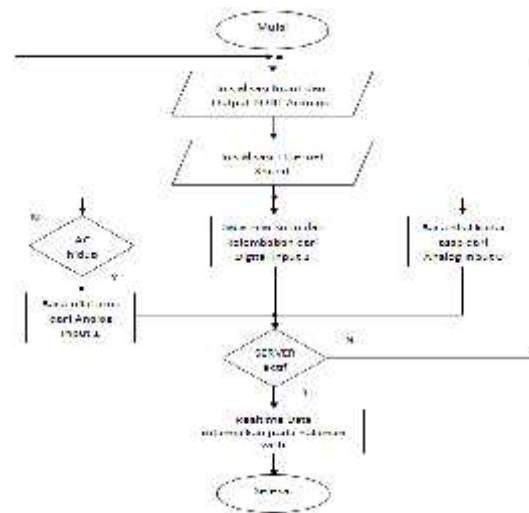
Penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian terapan (aplikatif) dan eksperimen, yaitu pemecahan terhadap suatu masalah untuk tujuan tertentu dan merupakan aplikasi baru dari penelitian yang telah ada.

Dalam merancang sistem monitoring pada penelitian ini, dibagi menjadi dua cara yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras berupa rangkaian alat yang dipasang pada masing-masing ruangan, sedangkan untuk perangkat lunak merupakan web yang menampilkan data secara *realtime*.



Gambar 8. Blok Diagram Sistem

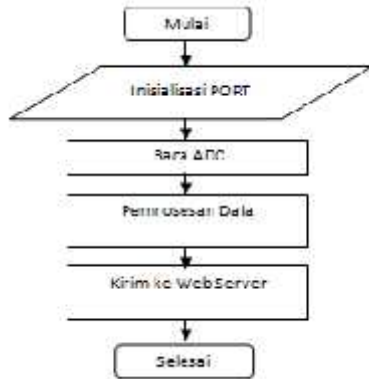
Data yang diambil adalah data yang dibaca oleh ketiga sensor, dalam penelitian ini menggunakan 3 buah sensor yaitu sensor ACS758 untuk mengukur arus beban, sensor DHT11 untuk suhu dan kelembaban serta sensor MQ9 untuk deteksi asap. Perangkat keras yang dirangkai adalah Arduino Uno, Ethernet Shield, sensor ACS758, DHT11 dan MQ9 sebanyak 3 rangkaian. Masing-masing rangkaian akan ditempatkan pada ruang perkuliahan. Beban yang dijadikan objek adalah *Air Conditioner (AC)*.



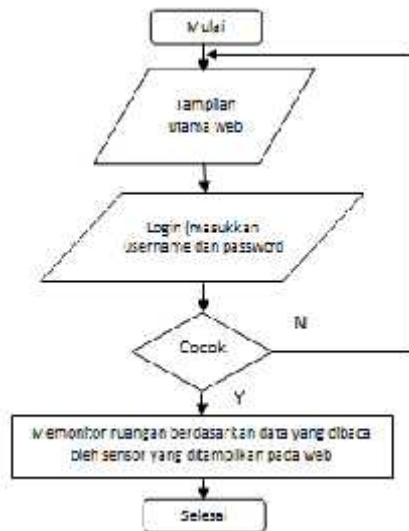
Gambar 9. Flowchart Sistem

Setiap perangkat terhubung ke jaringan komputer menggunakan kabel UTP. Data yang ditangkap oleh masing-masing sensor akan tersimpan di dalam database pada sebuah PC sebagai server. Data tersebut merupakan data *realtime* yang ditampilkan pada web. User interface berbasis web dirancang dengan tujuan agar data yang ditampilkan real per detik membentuk grafik berjalan, sehingga dapat diamati bagaimana kondisi ruangan dan

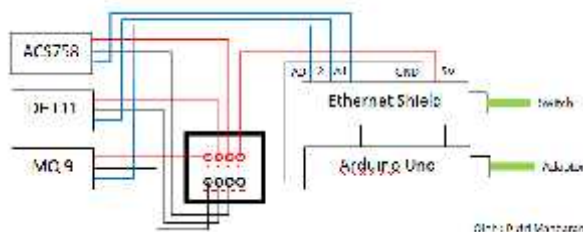
pemakaian energi dalam ruangan tersebut. Pada web juga disediakan form untuk memonitor data detail sesuai dengan waktu, baik tanggal/hari maupun jam untuk analisa dan laporan yang tersimpan dalam database



Gambar 10. Flowchart Pembacaan Data



Gambar 11. Flowchart Penggunaan Website



Gambar 12. Diagram Wiring Sensor dan Arduino

Sensor arus ACS758, sensor suhu DHT11 dan sensor asap MQ9 dihubungkan ke papan PCB guna mengefisienkan pemakaian pin pada papan arduino uno yang terhubung

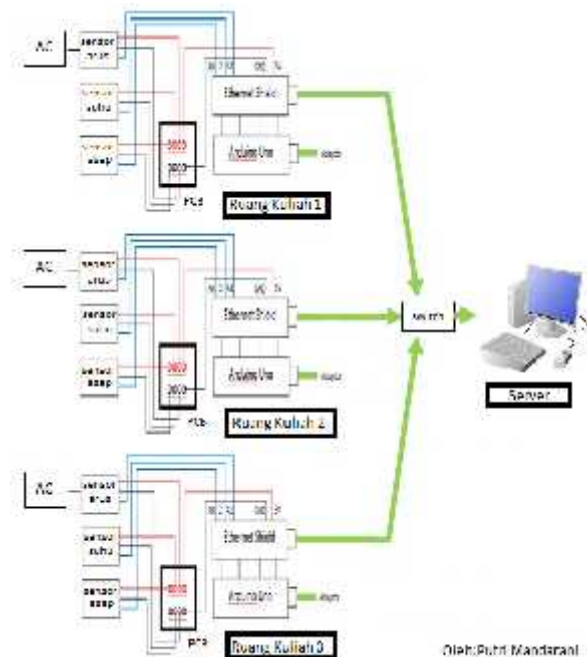
ke papan Ethernet shield. Papan arduino uno terhubung ke tegangan 220V menggunakan adaptor sedangkan papan ethernet shield terhubung ke switch untuk dapat terkoneksi ke jaringan komputer menggunakan kabel UTP.

4. Hasil Dan Pembahasan

Pada penelitian ini ada 3 titik yang di jadikan objek untuk menganalisa data yang di hasilkan oleh sensor, yaitu ruang kuliah 1, 2 dan 3. Satu ruang kuliah terdiri atas tiga sensor, yaitu sensor ACS758, DHT11 dan MQ9. Arduino uno digunakan sebagai perangkat untuk monitoring yang di lengkapi dengan ethernet shield, yaitu merupakan *Network Interface Card (NIC)* untuk dapat melakukan komunikasi menggunakan jaringan lokal di Fakultas Teknik Unand. Board arduino uno menggunakan daya eksternal yang terhubung ke adaptor 5 volt. Ethernet Shield menyediakan library untuk membuat aplikasi *realtime* monitoring.



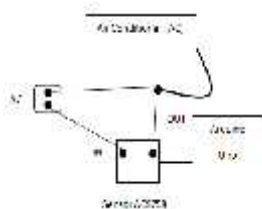
Gambar 13. Rangkaian Alat untuk 1 ruangan



Gambar 14. Topologi Jaringan BAS

Ketika perangkat pada penelitian ini diinisialkan sebagai channel 1, 2 dan 3 mewakili perangkat yang di pasang pada ruang kuliah 1 (ch1), ruang kuliah 2 (ch2) dan ruang kuliah 3 (ch3), maka untuk dapat berkomunikasi dengan PC sebagai server prosesnya adalah data turun dari *application layer* sampai ke *physical layer* pada masing-masing channel (ch1, ch2 dan ch3) dihubungkan oleh switch kemudian menuju router menerima dan mengirim data di *physical layer* dan diproses algoritma routing oleh *network layer* dan diteruskan ke server. *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)* adalah sebuah protokol permintaan dan respon di *Application layer* yang berjalan di atas TCP dan biasanya pada port 80, yang artinya bahwa koneksi TCP harus terbentuk sebelum client meminta layanan ke server. Untuk sistem pengalokasian alamat IP dalam jaringan LAN pada kasus ini, *Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)* tidak diaktifkan. Untuk kelancaran pengalokasian alamat IP maka dalam program ditanamkan IP server dan IP arduino yang statis.

Karena percobaan dilakukan untuk 3 ruangan maka rangkaian pada gambar 13 di buat sebanyak 3 rangkaian. Terlihat pada jumper yang terhubung, dimana sensor DHT11 pada pin 2 digital sinyal output, sensor MQ9 pada pin A0 sinyal analog dan sensor ACS758 pada pin A1 sinyal analog. Untuk kabel koaksial dari ethernet shield dihubungkan ke switch dan dari arduino uno ke adapter 5 volt. Ketika perangkat terhubung ke arus AC maka secara otomatis sensor DHT11 dan sensor MQ9 mulai membaca data di sekitarnya. Sedangkan untuk sensor ACS758 dihubungkan terlebih dahulu ke beban dalam penelitian ini adalah *Air Conditioner (AC)*. Berikut bentuk skema rangkaian antara sensor ACS758 dengan beban :



Gambar 15. Skema Rangkaian Sensor ACS758 ke Beban

Untuk *interface*, halaman utama web dapat dilihat pada gambar 16. Hak akses dibatasi hanya untuk admin, dekan, ketua jurusan dan dosen. Masing-masing data *user* sudah di simpan dalam database, untuk masuk ke dalam sistem bisa menggunakan *password* dan *username* yang diberikan oleh admin untuk di inputkan pada halaman login seperti gambar 17.



Gambar 16. Halaman Utama Web



Gambar 17. Form Login

Ketika sudah berhasil login maka data masing-masing ruangan perkuliahan dapat dilihat menggunakan grafik dan dibaca pada menu report yang memberikan laporan berdasarkan waktu yang diperlukan.



Gambar 18. Tampilan Menu Monitoring

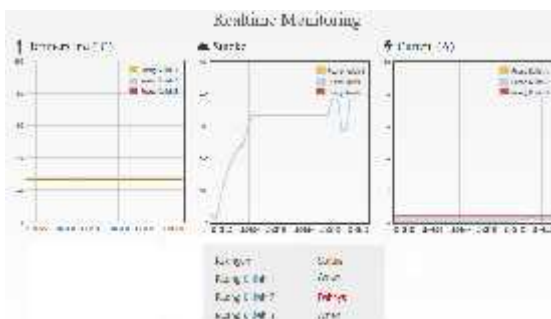


Gambar 19. Tampilan Menu Report

Pada gambar 18 terlihat halaman web yang menampilkan data lengkap yang dibaca oleh ketiga sensor, sedangkan untuk report berdasarkan waktu dapat dilihat pada halaman seperti gambar 19. Untuk tampilan grafik pemakaian energi berdasarkan data yang ditangkap oleh masing-masing sensor arus pada 3 ruangan dapat dilihat pada gambar 20 bahwa pemakaian energi jika diurutkan berdasarkan nilai tertinggi yaitu, ruang 1, ruang 3 dan ruang 2. Sedangkan grafik perbandingan dari ketiga sensor pada 3 ruangan ditampilkan secara *realtime* pada grafik seperti pada gambar 21.



Gambar 20. Grafik Pemakaian Energi



Gambar 21. Grafik Data Dari 3 Sensor

3.1 Pengujian Sensor ACS758

Pada penelitian ini, sensor ACS758 digunakan untuk mengukur arus AC. Dengan dilengkapi dengan konduktor tembaga sensor ini memungkinkan untuk perangkat pada konsidi arus lebih tinggi ^{[24][25]}. Keluaran dari sensor ini adalah tegangan analog dengan sensitivitas 40 mV/A, yaitu setiap ada arus yang melewati sensor sebesar 1 A, maka sensor akan merespon dengan memberikan keluaran sebesar 40 mV/A. Berdasarkan datasheet ^[25] karakteristik sensor arus ini jika tidak diberikan beban listrik yang dilewatkan

secara seri pada sensor arus tersebut tersebut maka tegangan keluarannya adalah 2,5 V.

Kalibrasi pada program perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai arus yang sebenarnya. Ketika tanpa beban, keluaran sensor arus 2,5 mV/A diturunkan terlebih dahulu menjadi 0 mV/A. Sinyal input dari sensor dikonversi menjadi data digital oleh ADC arduino resolusi 10 bit yang artinya akan terdapat 1024 (0-1023) kemungkinan nilai yang akan muncul. Jadi untuk menurunkan nilai keluaran sensor arus dari 2,5 menjadi 0, maka data yang didapat dari ADC dikurangkan dengan 513 (data analog yang terbaca) yang dalam kondisi normal merupakan setengah dari 1023 (511), kemudian data tersebut dibagi dengan 1023 dan dikalikan dengan 50 (5*25), hal ini dikarenakan sensitivitas dari sensor arus ini sebesar 40 mV/A. jadi untuk mengubahnya menjadi 1 V/A data dikalikan terlebih dahulu dengan 25. Datang angka 25 yaitu :

$$40 \text{ mV/A} = A/40 \text{ mV} = 1000 \text{ A} / 40 \text{ V} = 25 \text{ A}$$

Sehingga nilai arus didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Arus} = \left((\text{data ADC} - 511) \times \frac{5}{1023} \right) \text{V} \times \frac{25 \text{ A}}{\text{V}}$$

Nilai arus yang digunakan untuk perhitungan daya bukanlah setiap nilai yang muncul, melainkan dari I_{rms} dalam satu periode sinyal, berikut rumusnya :

$$I_{\text{rms}} = \frac{I_{\text{puncak}}}{\sqrt{2}}$$

Pengujian dilakukan setelah semua peralatan terpasang dan terkoneksi ke server melalui jaringan komputer. Dalam perhitungan secara teori tegangan dianggap 220 V. Beban yang diuji adalah *Air Conditioner* (AC) dengan 2 PK, yaitu *Air Conditioner* Konvensional merek PANASONIC, daya 1920 watt, sumber tegangan 220-240 V, 50 Hz, 1 fasa dan arus kerja 8,4-8,7 A.

3.2 Pengujian Sensor MQ9

Sensor MQ9 merupakan sensor gas yang memiliki konduktifitas rendah jika di udara bersih. Konduktivitas akan naik seiring kenaikan konsentrasi gas. Untuk mengkonversi terhadap kepekaan gas maka perlu dilakukan kalibrasi. Dengan memanfaatkan prinsip kerja sensor ini, kandungan gas-gas disekitarnya dapat diukur. Karakteristik keluaran sensor ini yaitu apabila mendeteksi keberadaan CO, output tegangan

semakin besar sesuai dengan besarnya kadar ppm. Pengukuran kadar ppm diperoleh dari perbandingan antara resistansi sensor pada saat terdapat gas (R_s) dengan resistansi sensor pada udara bersih atau tidak mengandung asap rokok (R_o). semakin banyak asap maka nilai V_{out} semakin membesar^[27].

Berdasarkan data yang didapat, deteksi asap pada tegangan 1,05 pada sensor di ruangan 1 (R1), 0,72 pada sensor 2 di ruangan 2 dan 0,78 pada sensor di ruangan 3. Dengan nilai tegangan output di atas dapat dihitung nilai ADC yang akan memunculkan peringatan bahaya.

Tabel 2. Data Sensor MQ9

No	Kondisi	V_{out}		
		Ruang 1	Ruang 2	Ruang 3
1	Tidak ada asap	0,60	0,72	0,78
2	Tidak ada asap	0,63	0,73	0,85
3	Tidak ada asap	0,87	0,74	0,89
4	Tidak ada asap	0,88	0,75	0,90
5	Tidak ada asap	0,98	1,02	0,98
6	Ada asap	1,05	1,07	1,05
7	Ada asap	1,53	1,30	1,18
8	Ada asap	1,98	2,25	1,28
9	Ada asap	2,50	2,59	1,30
10	Ada asap	3,35	3,60	2,33

$$\text{Data ADC} = \frac{1,05 \times 255}{5} = 53,55$$

$$\text{Data ADC} = \frac{1,07 \times 255}{5} = 54,57$$

$$\text{Data ADC} = \frac{1,05 \times 255}{5} = 53,55$$

Dari rumus di atas dapat dilihat nilai $ADC \geq 54$ maka sensor mendeteksi adanya asap dan menampilkan status pada web “berbahaya” ke user secara otomatis.

3.3 Pengujian Sensor DHT11

Dengan menggunakan sensor suhu DHT 11 dapat dilihat perubahan kondisi ruangan ketika tidak ada asap atau ada asap. Berikut contoh data yang terbaca pada ruang kuliah 1.

Tabel 3. Data Sensor MQ9 dan DHT11

No	Asap	V_{out} MQ9	Ruang 1		
			Suhu (°C) menggunakan sensor	Suhu (°C) real	Kelembaban (%)
1	Tidak ada	0,60	29	29	45
2	Tidak ada	0,63	29	29	45
3	Tidak ada	0,87	29	30	45
4	Tidak ada	0,88	29	29	45
5	Tidak ada	0,98	29	29	45

6	Ada asap	1,05	32	31	44
7	Ada asap	1,53	31	31	44
8	Ada asap	1,98	31	31	44
9	Ada asap	2,50	32	32	44
10	Ada asap	3,35	33	33	43

Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tegangan output pada sensor yang mendeteksi asap maka semakin tinggi suhu pada ruangan, hal ini diakibatkan oleh panas yang terasa pada ruangan.

5. Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

1. Komunikasi data pada detektor (sensor arus, asap dan suhu) untuk pemakaian energi dan kondisi ruangan dengan menggunakan perangkat *arduino uno* dan *ethernet shield* sudah dapat dibangun untuk proses pengiriman data pada gedung otomatis.
2. Selain mampu melakukan monitoring berbasis web, data yang dihasilkan sudah mencakup sisi pemakaian energi, keamanan dan kenyamanan ruangan. Karena sistem ini berbasis web dan menggunakan jaringan komputer yang luas dengan media kabel, maka extended star sangat baik digunakan untuk sebagai topologi pada gedung-gedung bertingkat dan akses antar gedung. Salah satu keuntungannya adalah apabila salah satu perangkat terputus atau *down*, maka perangkat yang lain masih dapat bekerja dengan baik. Implementasi komunikasi data pada sistem detektor suhu, kebakaran dan pemakaian energi dapat diterapkan dengan baik.
3. Masing-masing sensor dapat menghasilkan data yang tidak jauh berbeda dengan data real yaitu mencapai 95%. Dalam ruang lingkup Fakultas Teknik Unand sudah dapat saling memantau bagaimana kondisi dan pemakaian energi pada beberapa ruang perkuliahan yang berbeda.
4. Semakin banyak gumpalan asap, semakin berkurang udara bersih, semakin tinggi tegangan keluaran sensor yang mengakibatkan semakin tingginya temperature ruangan, sehingga kerja beban AC semakin meningkat yang berdampak

pada bertambahnya daya dan pemakaian energi.

5.2 Saran

Pada tahapan penerapan perangkat perlu diperhatikan kondisi penempatan sensor dalam ruangan agar proses pemantauan kondisi ruangan agar dapat bekerja dengan optimal dan menghasilkan data yang presisi. Baik perangkat lunak maupun perangkat keras perlu sumber daya yang handal untuk mengoptimalkan kerja sistem ini. Koneksi jaringan komputer perlu dibenahi agar sesuai dengan standar untuk komunikasi yang baik.

Untuk penelitian berikutnya dapat dikembangkan dengan menambahkan sistem pengontrolan dan menerapkan keamanan jaringan agar data dapat dilindungi dari pihak yang tidak bertanggung jawab. Selain itu penelitian berikutnya juga dapat dikembangkan dengan mengganti jaringan kabel dengan nirkabel.

Daftar Pustaka

- [1]. A I Abdullateef, M J E Salami, M A Musse, M A Onasanya & M I Alebiosu (2013) *New Consumer Load Prototype for Electricity Theft Monitoring*, 5th International Conference on Mechatronics (ICOM'13), IOP Conf. Series: Material Science and Engineering 53, DOI: 10.1088/1757-899X/531/1/012061.
- [2]. A. A. Ketut Agung Cahyawan W (2011) *Sistem Monitoring dan Kendali Ruang Server dengan Embedded Ethernet*, Lontar Komputer, Vol. 2 No.1, ISSN: 2088-1541.
- [3]. Ziyang Jiang, Jianjun Xia & Yi Jang (2009) *An Informaton Sharing Building Automation System*, Intelligent Buildings International, 1:3, 195-208.
- [4]. Ziyang Jiang (2005) *An Information Platform for Building Automation System*, IEEE, Tsinghua University, China.
- [5]. Shengwei Wang (2008) Editorial : *Wireless Network and Their Applications in Building Automation System*, HVAC&R Research, 14:4, 529-533
- [6]. Johan Kensby & Rasmus Olsson (2012) *Building Automation System Design*, Mater's Thesis, Chalmers University of Technology.
- [7]. Dadang Iskandar (2001) *Sistem Informasi Gardu Induk dan Gardu Distribusi PLN*, semnasIF, issn : 1979-2328.
- [8]. Ler, Englo Loo (2006) *Intelligent Building Automation System*, Research Project, University of Southern Queensland.
- [9]. Abdurarachim, Halim, Pasek, Darmawan Ari, dan Sulaiman, TA. 2002. *Audit Energi, Modul 2, Energi Conservation Efficiency And Cost Saving Course*, Bandung : PT. Fiqry Jaya Mandiri.
- [10]. www.famosastudio.com (2014) Arduino Uno, Ethernet Shield, Sensor DHT11, Sensor MQ-9, Sensor ACS758.
- [11]. www.hwsensor.com (2014)
- [12]. www.allegromicro.com (2014)
- [13]. www.droboticonline.com (2014)
- [14]. Sandeep Sethi CEM (2009) *Creating a Quality Building Environment with a Building Automation System*, Energy Engineering, 98:1, 6-22.
- [15]. Paul Allen, Rich Remke, David Green, Barney Capehart & Klaus Pawlik (2003) *IT Basics for Energy Managers – The Evolution of Building Automation System Toward the Web*, Strategic Planning for Energy and the Environment, 22:4, 6-31, DOI:10.1080/10485230309509622.
- [16]. Jeffery A. Hoffer, V. Ramesh and Heikki Topi (2011) *Modern Database Management*, Tenth Edition, Prentice Hall.
- [17]. Luqman Arif Rahman Hakim (2009) *Analisa dan Implementasi Quality of Service (QOS) Pada Jaringan JARDIKNAS (Jaringan Pendidikan Nasional)*, Naskah Publikasi, AMIKOM Yogyakarta.
- [18]. Abdul Kadir (2013) *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*, Yogyakarta : Andi Offset.
- [19]. Muhammad Syahwil (2013) *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino*, Yogyakarta : Andi Offset.
- [20]. Jazi Eko Istiyanto (2014) *Pengantar Elektronika & Instrumentasi : Pendekatan Project Arduino & Android*, Yogyakarta : Andi Offset.