

MONITORING DAN KENDALI PERANGKAT PADA RUANG KELAS BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)

MONITORING AND CONTROL DEVICES ON CLASSROOMS BASED INTERNET OF THINGS

Ahmad Fauzan Jaya¹, Dr.Muhammad Ary Murti S.T., M.T.², Ratna Mayasari S.T.,M.T.³

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

fauzan.devil38@gmail.com¹, ary.murti@gmail.com², ratnamayasari@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Monitoring ruang perkuliahan dan pemberian laporan dalam rentang waktu tertentu merupakan salah satu hal yang cukup penting. Dengan pengontrolan alat-alat yang diruangan kelas seperti; kipas angin, proyektor, dan lampu. Butuh pengawasan dan pengontrolan lebih lanjut dikarenakan penggunaan alat selalu digunakan saat keadaan ruangan kosong.

Sistem terdiri dari 3 (Tiga) bagian yaitu sensor, processor dan aktuator. Bagian sensor terdiri sensor *Light Dependent Resistor* (LDR), Suhu LM35, dan *Passive Infra Red* (PIR). Processor yang digunakan adalah NodeMCU untuk mengolah hasil data sensor. Aktuator digunakan relay sebagai *switch* sebagai tindakan untuk *normally closed* atau *normally open*.

Sistem monitoring dan kendali perangkat mempunyai dua sistem kontrol, kontrol otomatis dan kontrol manual. Ketika kontrol otomatis aktif akan memutuskan kontrol manual dan akan berjalan sesuai sistem yang dibuat. Hasil data-data tersebut akan ditampilkan di *ThingSpeak*. ketika kontrol manual aktif, sistem akan mematikan kontrol otomatis dan semua kendali berada pada aplikasi BLYNK.

Kata kunci : *NodeMCU, Monitoring dan Kendali, Data*

Abstract

Monitoring the lecture hall and giving the report within the time frame is one of the most important things. By controlling the tools in the classroom such as; fans, projectors, and lights. Need supervision and further control because the use of the tool is always used when the room is empty.

The system consists of 3 (Three) parts ie sensors, processors and actuators. The sensor section consists of sensor Light Dependent Resistor (LDR), Temperature LM35, and Passive Infra Red (PIR). Processor used is NodeMCU to process the results of sensor data. Actuators are used relays as switches as actions for normally closed or normally open .

The device's monitoring and control system has two control systems, automatic control and manual control. When automatic control is active will decide manual control and will run according to the system created. The results of these data will be shown in Thingspeak. when manual control is on, the system will turn off automatic control and all controls are in BLYNK application..

Keywords: NodeMCU, Monitoring and Control, Data

1. Pendahuluan

Ruang perkuliahan atau ruang kelas merupakan tempat dimana mahasiswa melakukan kegiatan belajar mengajar. Di ruang perkuliahan tersebut banyak aktivitas mahasiswa yang sering terjadi, seperti melakukan presentasi laporan tugas, penyampaian materi perkuliahan dan lain-lain. Masalah teknis yang sering terjadi yaitu perangkat seperti lampu, kipas angin, dan proyektor tetap menyala walaupun sudah tidak digunakan. Masalah tersebut berdampak pada pembuangan energi yang sia-sia dikarenakan perangkat tersebut tetap menyala walaupun tidak digunakan lagi.

Penggunaan energi listrik di gedung perkuliahan sangatlah penting. Hal ini dapat dilihat bahwa beban-beban listrik seperti lampu, kipas angin, dan proyektor merupakan beban-beban listrik dominan yang digunakan. Penggunaan energi listrik tersebut menunjukkan adanya peningkatan dari tahun ke tahun. Saat ini pemakaian energi juga sudah semakin meningkat dari tahun ke tahun [10].

Menggunakan NodeMCU pada sebuah sistem monitoring ruangan perkuliahan dengan memanfaatkan jaringan internet untuk sebuah solusi alternatif baru untuk pengendalian jarak jauh. Sensor-sensor yang dihubungkan ke

NodeMCU akan mengirimkan data dan diproses. Setelah selesai data akan dikirim ke jaringan internet untuk dilihat dalam keadaan secara *realtime*. Perangkat yang ingin dikendalikan seperti: lampu, kipas angin, dan proyektor. Diharapkan perancangan sistem ini dapat mengurangi pemakaian daya secara percuma..

2. Dasar Teori

2.1 Internet of Things [9]

Internet of Things (IoT) pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Meski telah diperkenalkan sejak 18 tahun yang lalu, hingga kini belum ada sebuah consensus global mengenai IoT. Namun secara umum konsep Iot diartikan sebagai sebuah kemampuan untuk menghubungkan objek-objek cerdas dan memungkinkannya untuk berinteraksi dengan objek lain, lingkungan maupun dengan peralatan komputasi cerdas lainnya melalui jaringan *internet*. IoT dalam berbagai bentuknya telah mulai diaplikasikan pada banyak aspek kehidupan manusia CISCO bahkan telah menargetkan bahwa pada tahun 2020, 50 miliar objek akan terhubung dengan *internet* [9].

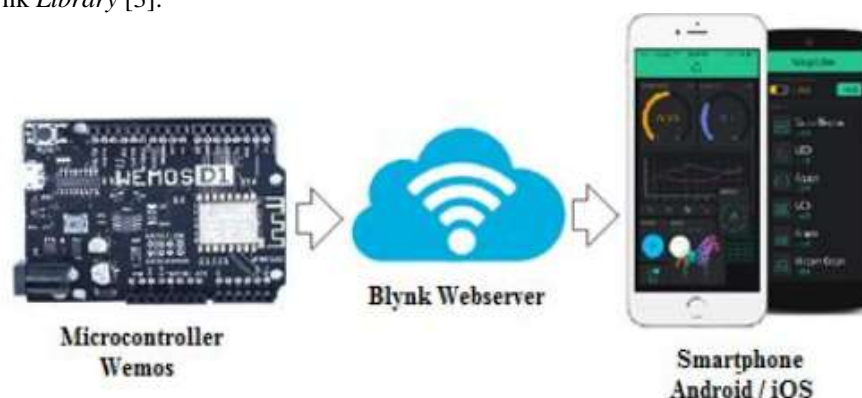
Meluasnya adopsi berbagai teknologi IoT, membuat kehidupan manusia menjadi jauh lebih nyaman. Dari sisi pengguna perorangan menjadi jauh lebih nyaman. Dari sisi pengguna perorangan, IoT sangat terasa pengaruhnya dalam bidang domestic seperti pada aplikasi rumah dan mobil cerdas. Dari sisi pengguna bisnis, IoT sangat berpengaruh dalam meningkatkan jumlah produksi serta kualitas produksi, mengawasi distribusi barang, mencegah pemalsuan, mempersingkat waktu ketidakterersediaan barang pada pasar retail, manajemen rantai pasok, dsb [9].

Teknologi-teknologi dalam IoT ini terhubung dengan berbagai terminal pengumpul data melalui jaringan internet maupun jaringan komunikasi lainnya. Informasi mengenai lingkungan di sekitar objek diambil secara *realtime*, kemudian diubah ke dalam format data yang sesuai untuk ditransmisikan melalui jaringan, dan dikirim ke pusat data. Data tersebut kemudian diolah oleh pengolah cerdas dengan menggunakan komputasi awan dan teknologi komputasi cerdas lain yang dapat mengolah data dalam jumlah besar, untuk mencapai tujuan IoT [9].

Dengan banyaknya teknologi yang terlibat dalam membangun IoT, maka dibutuhkan system pengamanan yang dapat melindungi setiap bagian sistem dari ancaman-ancaman. Secara garis besar ada 3 hal dari IoT yang dapat diancam keamanannya. Yang pertama adalah keamanan fisik, kedua adalah keamanan operasi, dan yang ke tiga keamanan data. Selain ketiga hal diatas, jaringan sensor juga menghadapi persoalan keterbatasan daya. Karena itu selain menghadapi persoalan keamanan jaringan, IoT juga diancam oleh serangan dan ancaman yang spesifik bagi IoT [9]. Dalam tulisan ini, hanya difokuskan pada pengiriman data sensor dan keadaan relay beban.

2.2. Blynk [3]

Blynk adalah platform aplikasi yang dapat diunduh secara gratis untuk iOS dan Android yang berfungsi mengontrol Arduino, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui internet. Blynk dirancang untuk *Internet of Things* dengan tujuan dapat mengontrol *hardware* dari jarak jauh, dapat menampilkan data sensor, dapat menyimpan data, visual dan melakukan banyak hal canggih lainnya. Ada tiga komponen utama dalam platform yaitu Blynk App, Blynk Server, dan Blynk Library [3].



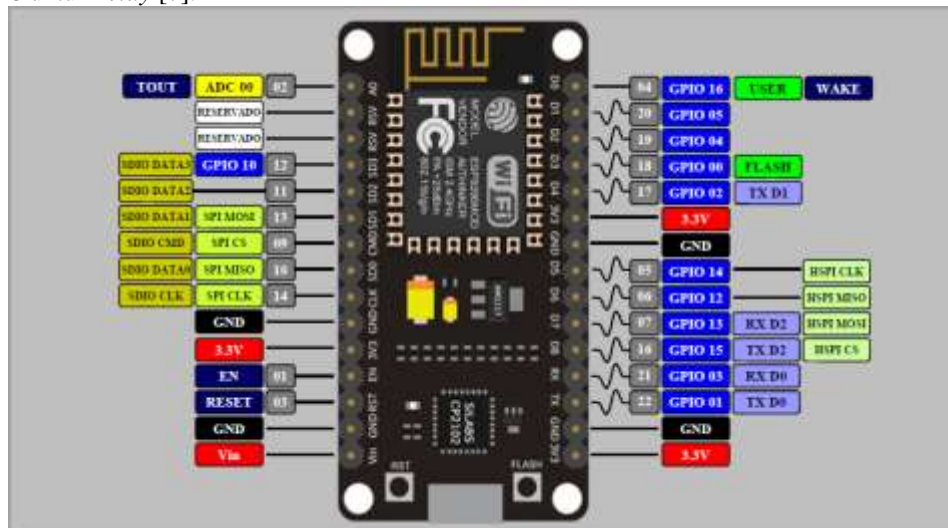
Gambar 2. 1 Aplikasi Blynk

2.3. Mikro WiFi [7]

Mikrokontroler adalah chip yang berisi mikroprosesor yang terpadu dengan komponen pendukungnya. Mikrokontroler memiliki fitur yang identik dengan komputer standar. Mikrokontroler terdiri dari CPU (*central precessing unit*), RAM (*random access memory*), ROM (*read only memory*), I/O lines, seri dan paralel ports, timers dan fitur *bult-in* yang umumnya dipakai seperti *analog to digital* (A/D) dan *digital to analog* (D/A) converter. Fitur utama dari mikrokontroler adalah kemampuan dalam mengunggah, menyimpan dan menjalankan program [7].

IP stack yang dapat menghubungkan perangkat mikrokontroler dengan internet melalui jaringan WiFi. ESP8266 dapat berlaku sebagai *Access Point*, sehingga perangkat lain seperti komputer dan *smartphone* dapat terhubung langsung ke ESP8266 dan mengirimkan sinyal tertentu [7].

Mikro WiFi merupakan salah satu arduino *compatible development board* yang dirancang khusus untuk keperluan IoT menggunakan chip SoC WiFi yang cukup terkenal saat ini yaitu ESP8266. Arduino *compatible*, artinya dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dengan sintaks program dan library yang banyak terdapat di internet. Mikro WiFi yang akan digunakan *type* NodeMCU V3 sebagai perangkat IoT yang dapat diintegrasikan dengan perangkat yang akan di kontrol dan monitor melalui internet yang terhubung ke akses point. Port yang digunakan pada mikro wifI adalah A0 untuk ADC, D1 untuk PIR, D2 dan D3 untuk IC Multiplexer 74HC4051 dan D6, D7 dan D8 untuk *relay* [7].



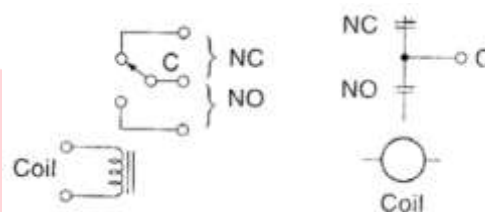
Gambar 2. 2 Datasheet NodeMCU

2.4. Relay [1]

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal (*electromechanical*) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*) [7]. Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan tinggi. Sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5V 50mA mampu menggerakkan Armature relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A [1].

Relay terdiri dari 2 jenis, yaitu:

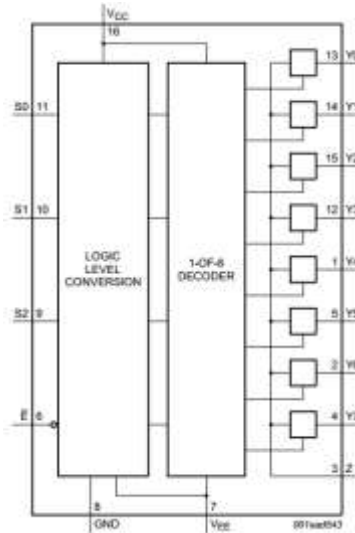
- Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup).
- Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka)



Gambar 2. 3 Datasheet Relay

2.5. Multiplexer [11]

Multiplexer (mux) adalah perangkat yang memilih salah satu dari beberapa analog atau digital sinyal *input* dan meneruskan *input* yang dipilih menjadi garis tunggal. 74LV4051 adalah perangkat CMOS tegangan rendah dan merupakan pin dan fungsi yang kompatibel dengan 74HC/HCT4051. 74LV4051 adalah multiplexer *multiplexer/demultiplexer 8-channel* dengan 3 (tiga) pin digital (S_0 sampai S_2) dengan masukan aktif rendah (E). Mempunyai 8 (delapan) masukan dan keluaran *independen* (Y_0 sampai Y_7) dan 1 (satu) *input/output* (Z). Vcc dan Gnd adalah pin tegangan suplai untuk kontrol digital (S_0 sampai S_2 , dan E) rentang tegangan Vcc dan GND adalah 1 sampai 6V. Vcc dan Vee tidak boleh melebihi 6V untuk operasi sebagai multiplexer/demultiplexer digital, Vee terhubung ke GND. Untuk penelitian ini penulis menggunakan IC *Multiplexer 74HC4051* [11].

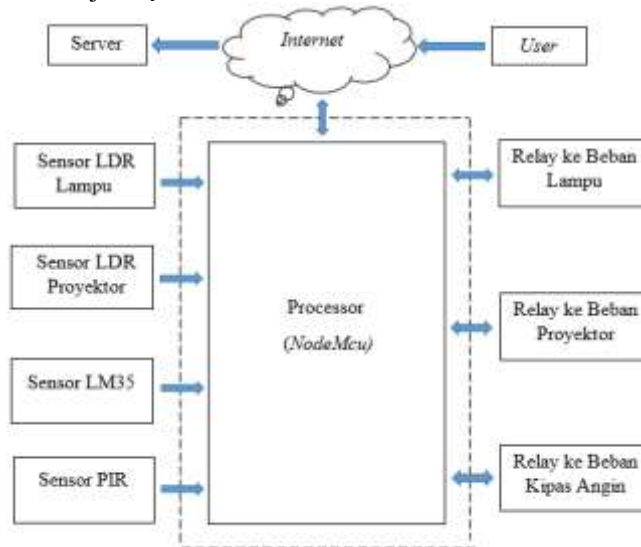


Gambar 2. 4 Datasheet Ic Multiplexer 74HC4051

3. Pembahasan

3.1 Diagram Blok Umum

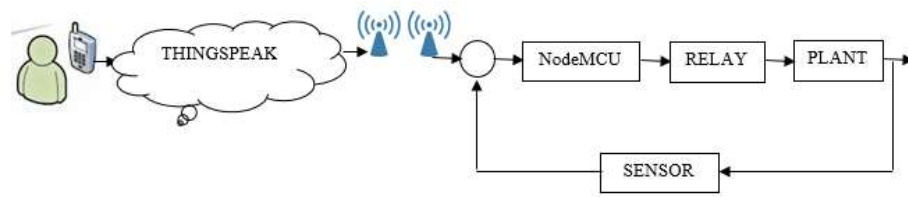
Desain sistem untuk monitoring dan kendali perangkat pada ruang kelas berbasis *internet of thing* (IoT). Dimana mempunyai dua bagian utama yaitu NodeMCU dan internet. NodeMCU akan mengelola dan mengirim data ke *ThingSpeak*. Data yang dikirim berupa hasil pembacaan sensor LDR lampu, sensor LDR proyektor, sensor LM35, sensor PIR dan kondisi *relay* ke beban. Menggunakan jaringan *internet* sebagai media penghubung antara *ThingSpeak* ke NodeMCU. Pengguna (*user*) dapat melihat data yang telah diterima dalam *ThingSpeak*. Pengguna (*user*) juga bisa mengontrol beban dari jarak jauh



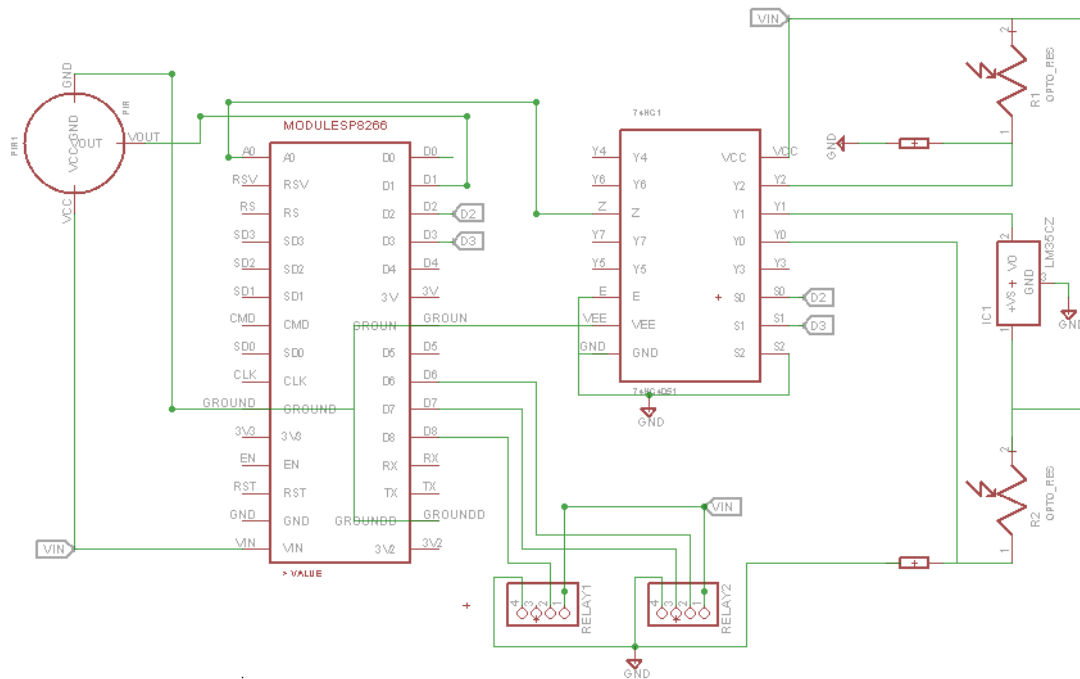
Gambar 3. 1 Desain Sistem

3.2 Diagram Blok

Diagram blok sistem perangkat untuk monitoring dan kendali perangkat pada ruang kelas berbasis *Internet of Thing* (IoT). Dimana masukan (*input*) lampu, proyektor, dan kipas angin dengan kondisi menyala/mati. Untuk keadaan kontrol manual sistem akan mematikan kontrol otomatis Setelah data diterima akan masuk ke NodeMCU data akan dikelola lalu dikirimkan ke internet . Data tersebut akan disimpan dalam *ThingSpeak* setelah data tersimpan di *ThingSpeak*. *User* (pengguna) akan mengakses data tersebut akan melihat data yang telah di simpan di *ThingSpeak* dan akan mengendalikan melalui BLYNK. Didalam aplikasi BLYNK user bisa menghubungkan dan memutuskan *relay* beban. Setelah perintah diberikan data akan dikirim lagi ke *ThingSpeak*.



Gambar 3. 2 Diagram Blok



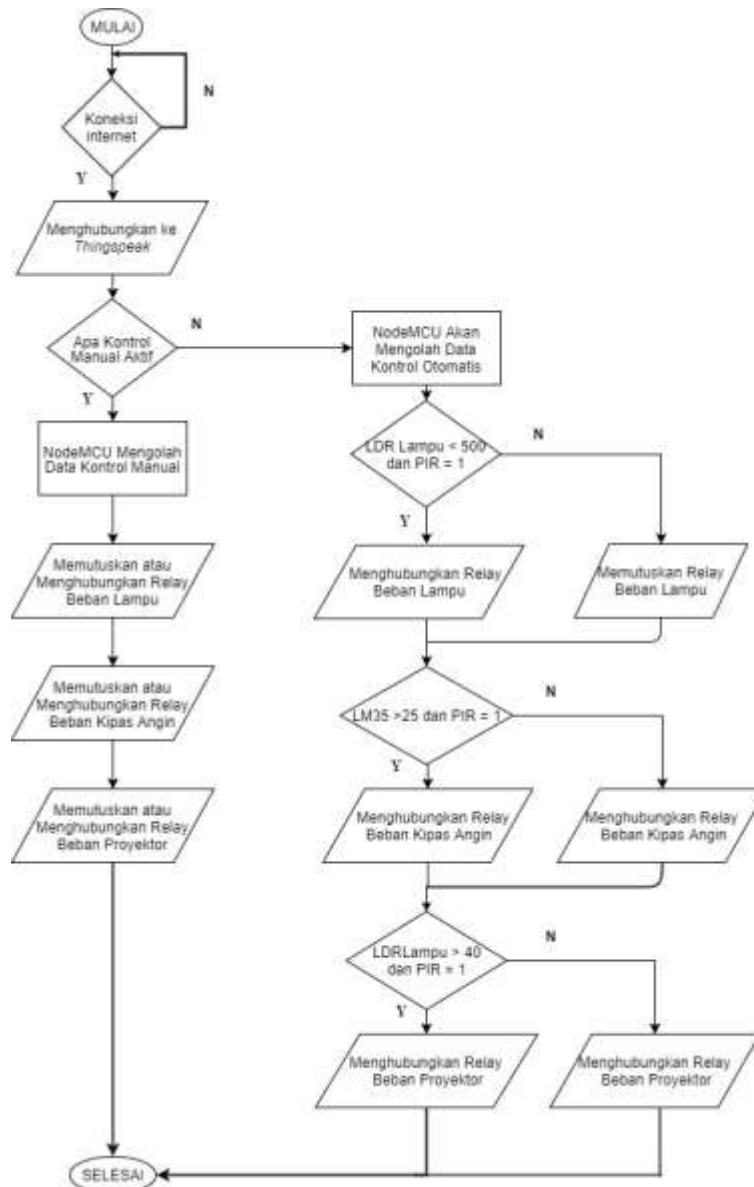
Gambar 3.3. Rangkaian Sistem

Gambar 3.3 diatas merupakan rangkaian sistem monitoring dan kontrol pada ruang kelas berbasis *Internet of Things* (IoT), dimana ada beberapa bagian dalam sistem seperti, NodeMCU, Relay, Sensor dan IC *multiplexer*.

- NodeMCU merupakan sebuah *open source platform* IoT dan pengembangan *kit* yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu *makers* dalam membuat *prototype* produk IoT atau bisa dengan memakai *sketch* dengan arduino IDE. Pengembangan *kit* ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (*Pulse Width Modulation*), IIC, 1-Wire dan ADC (*Analog to Digital Converter*) semua dalam satu *board*. NodeMCU juga dilengkapi fitur *wifi* dan *firmware*nya yang bersifat *opensource*.
- Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal (*electromechanical*) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*) [7]. Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan tinggi. Sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5V 50mA mampu menggerakkan Armature relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.
- Sensor sebuah pendeteksi keluaran untuk dibandingkan dengan masukan. Sensor yang menerima keluaran dari plant dan akan dimasukkan kembali ke NodeMCU dan akan dibandingkan dengan masukan dari sistem. Terdapat beberapa sensor yang digunakan dalam penelitian ini. *Passive Infra Red* (PIR), *Light Dependent Resistor* (LDR) dan sensor suhu (LM35). Dimana sensor PIR fungsinya untuk mendeteksi dalam ruangan apakah ada orang apa tidak. Sensor LDR fungsinya untuk membaca banyaknya cahaya baik dalam ruangan maupun cahaya diproyektor. Sensor LM35 fungsinya mendeteksi suhu dalam suatu ruangan.
- Multiplexer* adalah IC (*integrated circuit*) yang berfungsi sebagai pengolah data analog untuk sensor-sensor yang digunakan dengan keluaran dari IC *multiplexer* satu sinyal digital yang diteruskan ke pin A0 NodeMCU. Untuk IC *multiplexer* yang digunakan tipe IC 74HC4051

3.4. Diagram Alir Sistem

Secara garis besar, diagram alir untuk kerja sistem tugas akhir ini bisa dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Diagram Alir Sistem

Diagram alir pada gambar 3.6 dari sistem **Monitoring dan Kendali Perangkat Pada Ruang Kelas Berbasis Internet of Things (IoT)**. Ketika sistem diaktifkan maka akan digunakan koneksi internet untuk menghubungkan NodeMCU ke Cloud *ThingSpeak*, ketika sistem telah terhubung maka akan ada dua kondisi yang dapat dipilih untuk mengontrol sistem dengan cara otomatis atau dengan cara manual menggunakan aplikasi BLYNK pada *smartphone*. Semua data *input* (data pembacaan sensor atau intruksi pada aplikasi BLYNK) akan di kelolah pada NodeMCU untuk menentukan kondisi atau intruksi selanjutnya yang akan dilakukan pada sisitem.

4. Pengujian dan Analisis

4.1 . Pengujian Kontrol Otomatis Aktif

Tujuan Pengujian :

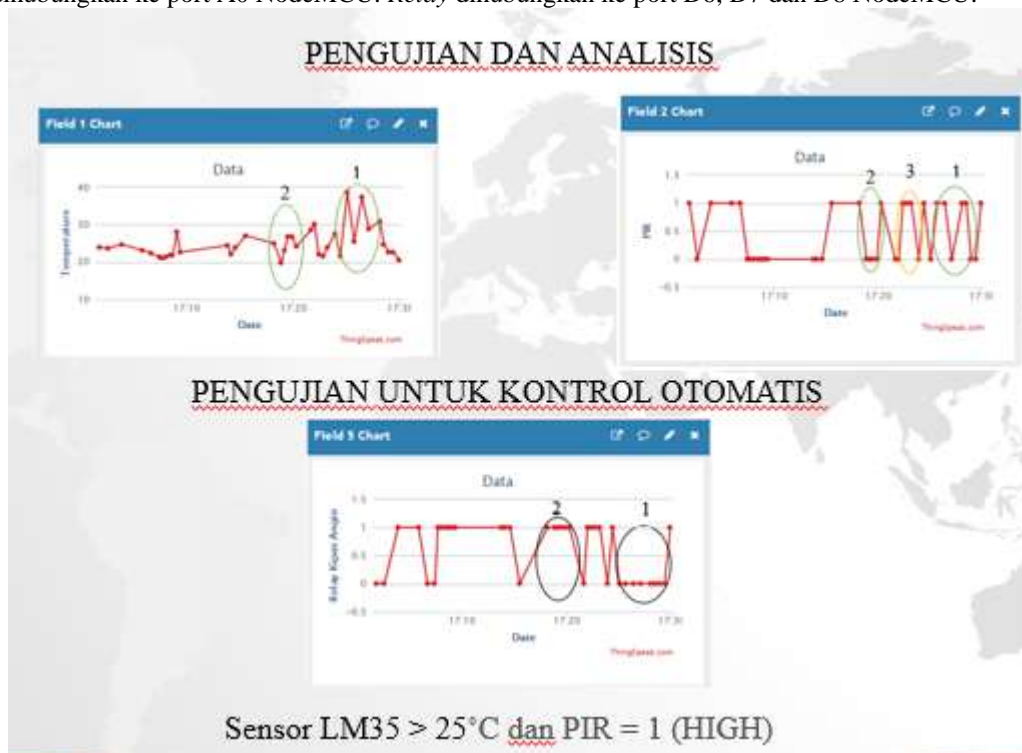
Dalam tahap ini untuk melihat kondisi beban dalam keadaan menyala atau mati sesuai sistem yang dibuat dengan *ThingSpeak* sebagai penampilan data- data dari pengolahan NodeMCU.

Alat Pengujian :

- NodeMCU
- 2 relay 2 channel
- Sensor LDR Lampu, Sensor LDR Proyektor, Sensor LM35 dan Sensor PIR
- Ic 74HC4051 *multiplexer*

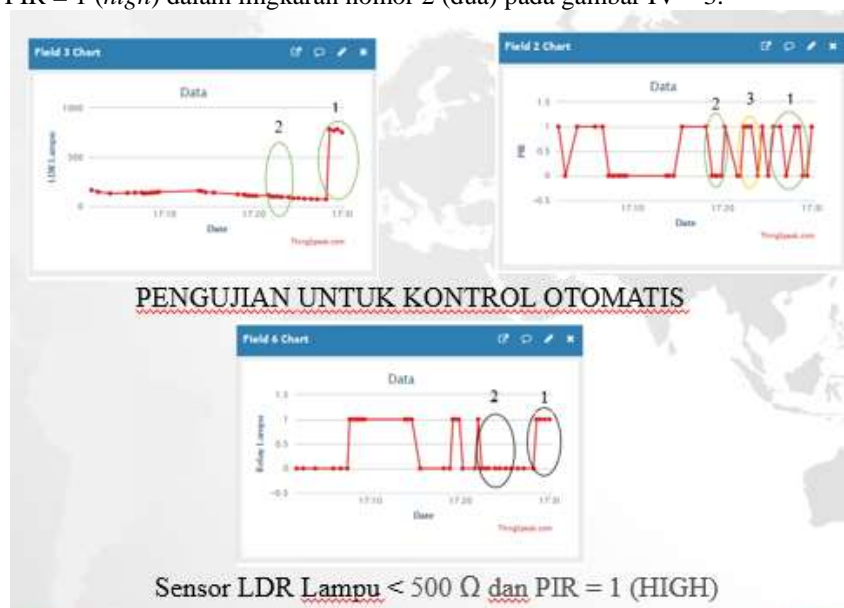
Langkah Pengujian :

Sensor- sensor harus dipasang sesuai dengan penggunaan port pada NodeMCU. Untuk sensor PIR port D1 NodeMCU, sensor LDR lampu port 15 ic 74HC4051 *multiplexer*, sensor LM35 port 14 ic 74HC4051 *multiplexer*, sensor LDR proyektor port 13 ic 74HC4051 *multiplexer* dan port 3 ic 74HC4051 *multiplexer* dihubungkan ke port A0 NodeMCU. *Relay* dihubungkan ke port D6, D7 dan D8 NodeMCU.



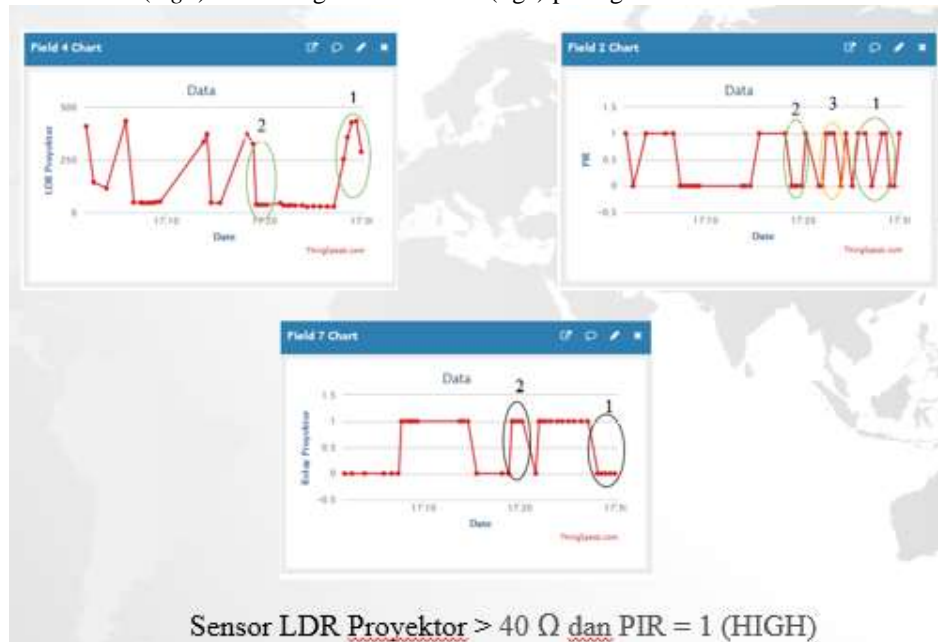
Gambar 4. 1 Kontrol Otomatis pada beban Kipas Angin

Gambar 4.1 menunjukkan kondisi dari kipas angin yang ditampilkan dalam *ThingSpeak* di atas. Nilai 1 (satu) mengindikasikan *relay* memutuskan tegangan ke beban dan nilai 0 (nol) mengindikasikan *relay* menghubungkan tegangan ke beban. Lingkaran 1 (satu) menunjukkan keadaan beban sedang aktif karena parameter untuk beban kipas angin terpenuhi dimana parameter sensor LM35 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ dalam lingkaran nomor 1 (satu) pada gambar IV – 2 dan sensor PIR = 1 (*high*) dalam lingkaran nomor 1 (satu) pada gambar IV- 3. Lingkaran 2 (dua) menunjukkan keadaan beban sedang mati (*off*) karena parameter untuk beban kipas angin tidak terpenuhi dimana parameter sensor LM35 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ dalam lingkaran nomor 2 (dua) pada gambar IV – 2 dan sensor PIR = 1 (*high*) dalam lingkaran nomor 2 (dua) pada gambar IV – 3.



Gambar 4. 2 Kontrol Otomatis pada beban Lampu

Gambar 4.2 menunjukkan kondisi dari beban lampu yang ditampilkan dalam *ThingSpeak* di atas. Nilai 1 (satu) mengindikasikan *relay* memutuskan tegangan ke beban dan nilai 0 (nol) mengindikasikan *relay* menghubungkan tegangan ke beban. Lingkaran 1 (satu) menunjukkan keadaan beban sedang tidak aktif karena parameter untuk beban lampu tidak terpenuhi dimana parameter sensor LDR lampu > 500 dalam lingkaran nomor 1 (satu) pada gambar IV – 4 dan sensor PIR = 0 (nol) dalam lingkaran nomor 2 (dua) pada gambar IV-3. Lingkaran 2 (dua) menunjukkan keadaan beban sedang aktif karena parameter untuk beban lampu terpenuhi dimana parameter sensor LDR lampu < 500 dalam lingkaran nomor 2 (dua) pada gambar IV – 4 dan sensor PIR = 1 (*high*) dalam lingkaran nomor 3 (tiga) pada gambar IV – 3.



Gambar 4. 3 Kontrol Otomatis pada beban Proyektor

menunjukkan kondisi dari beban proyektor yang ditampilkan dalam *ThingSpeak* di atas. Nilai 1 (satu) mengindikasikan *relay* memutuskan tegangan ke beban dan nilai 0 (nol) mengindikasikan *relay* menghubungkan tegangan ke beban. Lingkaran 1 (satu) menunjukkan keadaan beban sedang aktif karena parameter untuk beban proyektor terpenuhi dimana parameter sensor LDR proyektor > 40 dalam lingkaran nomor 1 (satu) pada gambar IV – 5 dan sensor PIR = 1 (*high*) dalam lingkaran nomor 1 (satu) pada gambar IV- 3. Lingkaran 2 (dua) menunjukkan keadaan beban tidak aktif karena parameter untuk beban proyektor tidak terpenuhi dimana parameter sensor LDR proyektor < 40 dalam lingkaran nomor 2 (dua) pada gambar IV – 4 dan sensor PIR = 0 (*low*) dalam lingkaran nomor 2 (dua) pada gambar IV – 3.

4.2 Pengujian Kontrol Manual Aktif

Tujuan Pengujian :

Apabila terjadi kesalahan dalam sistem otomatis yang dirancang, fungsi kontrol manual dapat digunakan sebagai alternatif untuk memudahkan monitoring dan kontrol dalam suatu ruangan.

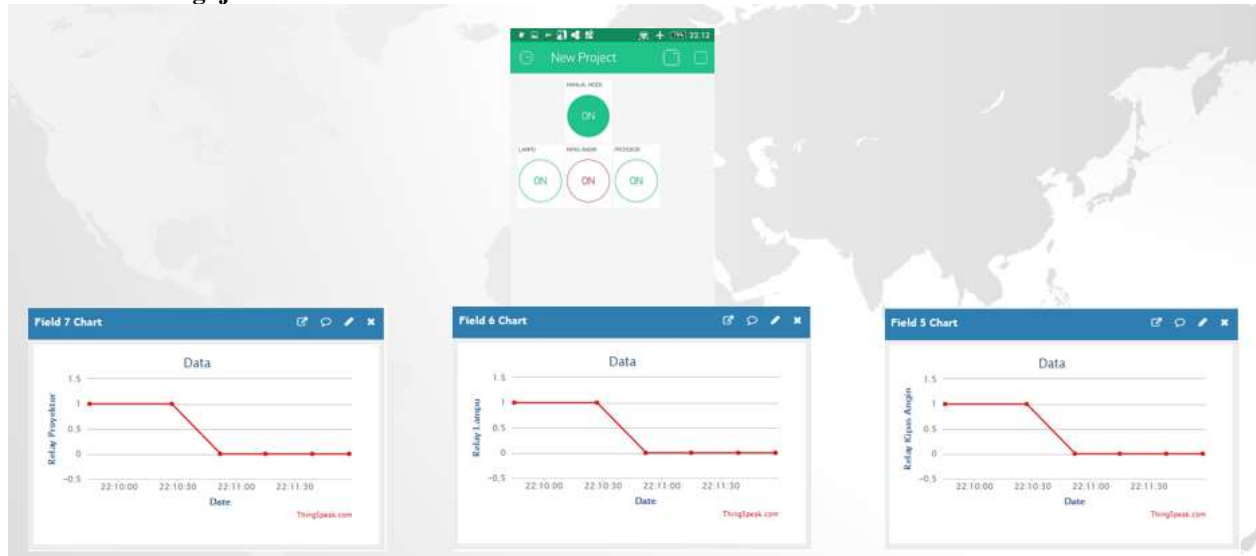
Alat Pengujian :

- a) NodeMCU
- b) Handphone
- c) 2 relay 2 channel

Langkah Pengujian :

Ketika tombol manual pada aplikasi BLYNK aktif (on), semua kontrol otomatis akan diputuskan dan kendali penuh berada pada aplikasi BLYNK. Diaplikasi BLYNK yang digunakan sudah di sediakan tombol-tombol yang terhubung dengan NodeMCU. Untuk mengontrol dan monitoring apa saja yang seharusnya dihubungkan atau memutuskan tegangan ke beban bisa melihat data-data tersebut pada *ThingSpeak*. Dengan cara mengaktifkan kontrol manual melalui *Handphone* dengan menggunakan aplikasi BLYNK

Hasil Pengujian dan Analisa :



Gambar 4. 4 Kontrol Otomatis Aktif

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada bab IV, maka dapat disimpulkan:

- 1) Menggunakan Ic 74HC4051 *multiplexer* dapat membantu penggunaan pin *analog* pada NodeMCU yang hanya tersedia satu pin (A0).
- 2) Pengiriman data untuk di *update* ke *ThingSpeak* membutuhkan kisaran waktu 20-30 detik. Waktu tersebut bisa kurang ataupun lebih tergantung konektivitas jaringan internet.
- 3) *Relay* yang bekerja untuk memutuskan ataupun menghubungkan tegangan ke beban.
- 4) Terjadi penundaan pengiriman data ke *ThingSpeak* ketika kontrol manual aktif kisaran waktu 1-3 menit tergantung konektivitas jaringan internet.
- 5) Menggunakan catu daya sebesar 5V 1A cukup untuk mengaktifkan sistem yang dirancang.

Saran

Saran untuk pengembangan sistem monitoring dan kendali perangkat pada ruang kelas berbasis *internet of things* (IoT) sebagai berikut;

1. Alat dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor PIR untuk pendeteksi orang lebih akurat.
2. Membuat web sendiri dimana web itu bisa sebagai monitoring dan kontrol agar tidak terjadi lagi penundaan *update* data ke web.
3. Menggunakan jaringan 4G agar pengiriman data tidak terjadi penundaan *update* ke *ThingSpeak*.

nambahkan fitur untuk melakukan monitoring tegangan dari inverter.

Daftar Pustaka

- [1] H. Wicaksono, "Relay – Prinsip dan Aplikasi," pp. 1–12, 2009.
- [2] A. K. Tsauqi *et al.*, "SAKLAR OTOMATIS BERBASIS LIGHT DEPENDENT RESISTOR (LDR)," vol. V, pp. 19–24, 2016.
- [3] F. Supegina, T. Elektro, "Jurnal Teknologi Elektro , Universitas Mercu Buana RANCANG BANGUN IOT TEMPERATURE CONTROLLER UNTUK ENCLOSURE BTS BERBASIS MICROCONTROLLER WEMOS DAN ANDROID ISSN : 2086 - 9479," vol. 8, no. 2, pp. 145–150, 2017.
- [4] A. Science, "1 , 2 , 3," vol. 1, no. 1, pp. 806–813, 2015.
- [5] B. S. Pampapathi and P. C. Manjunath, "Intrusion Detection Using Passive Infrared Sensor (PIR)," pp. 134–139.
- [6] B. V Nexperia, "8-channel analog multiplexer/demultiplexer," no. September, pp. 1–32, 2017.
- [7] M. A. Murti, R. Nugraha, F. T. Elektro, and U. Telkom, "SISTEM KONTROL DAN MONITORING GENSET MELALUI INTERNET CONTROL SYSTEMS AND MONITORING GENSET VIA INTERNET," pp. 2–8.
- [8] W. Bolton, Sistem Instrumentasi dan sistem kontrol, Erlangga, 2004.
- [9] E. D. Meutia, S. Kuala, "Internet of Things – Keamanan dan Privasi," 2015.
- [10] detik, "Konsumsi Listrik di Indonesia melonjak 10%," detik.com, [Online]. Available: <https://finance.detik.com/energi/2274875/konsumsi-listrik-di-indonesia-melonjak-hampir-10>. [Accessed 3 April 2017].

- [11] P. Semi, Low Voltage CMOS & BiCMOS Logic, PHILIPS, 1993.
- [12] H. A. A. Darmawan, ARDUINO Belajar Cepat Dan Pemrograman, Bandung: Informatika, 2015.
- [13] A. Belly, C. Agusman, and B. Lukman, "Daya aktif, reaktif & nyata," 2010.
- [14] The MathWorks, Inc. (2017), Thingspeak. [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/help/thingspeak/>
- [15] M. A Murti, R. Mayasari, N. C. Pratama, F.T. Elektro, and U. Telkom, " *SISTEM PENGAWASAN DAN KONTROL DENGAN PERANGKAT CERDAS YANG DITERAPKAN PADA RUMAH MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS DAN MODUL 3G*, pp. 20-36, 2017.