
RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI ORANG DALAM RUANGAN UNTUK MENGATUR NYALA/MATI LAMPU DAN AC BERBASIS MIKROKONTROLER AVR ATmega16

Ikram Fauzi (1), Irmayani (2), Poedji Oetomo (3)
Program Studi Teknik Elektro FTI ISTN Jakarta

ABSTRAK

Penelitian ini merencanakan suatu sistem kontrol yang mengendalikan nyala/mati lampu berdasarkan deteksi deret tempat duduk terisi atau kosong, dan kontrol AC (*Air Conditioner*) berdasarkan jumlah banyaknya orang dalam ruangan secara otomatis, sehingga penggunaan energi listrik dapat terkontrol. Sistem ini menggunakan mikrokontroler, signal input akan diambil dari *infrared detector* dan sensor LDR, jumlah orang dalam ruangan akan ditampilkan pada 7-segment. Sebagai penggerak akhir atau keluaran dari mikrokontroler adalah sinyal digital yang memicu driver relay yang digunakan sebagai saklar lampu dan sinyal PWM sebagai kontrol kecepatan fan AC. Sistem ini berbasis lokal kontrol, yaitu satu alat sistem kontrol untuk satu ruang perkuliahan.

Kata kunci : mikrokontroler, Infrared, LDR, LED laser, otomatisasi nyala/mati lampu dan AC.

ABSTRACT

This research aims to plan a control system that controls on/off switch of the lamp based on detection sequence loaded or empty seats, and control of AC (Air Conditioner) based on the number of people in a lecture in Automatic room, so the use of electric energy can be controlled. This system uses a microcontroller, signal input will be taken from the infrared detector and sensors LDR, then the number of people in the room will be shown on the 7-segment display. The output or final activator of a microcontroller is a digital signal that triggers the relay driver that are used as signal lights and switch PWM fan speed control air conditioning. The system based on local control, i.e. the one tool control system for one lecture room.

Keywords: microcontroller, Infrared, LED laser, LDR, automation on/off lamp switch and air conditioning.

1 PENDAHULUAN

Saklar manual saat ini masih digunakan untuk pengontrol nyala atau mati lampu dan pendingin udara (AC) dalam ruang perkuliahan, penerangan lampu tersebut terkadang diaktifkan semua sehingga terlalu banyak lampu yang menyala dan pemakaian pendingin udara yang berlebihan, kondisi tersebut juga dapat terjadi sebaliknya yaitu terlalu sedikit nyala lampu maupun pendingin udara yang menyebabkan ketidak nyamanan didalam ruangan saat proses belajar mengajar. Keadaan tersebut biasanya disebabkan karena jumlah orang yang berada di dalam ruangan tidak menentu, sehingga pada kondisi tertentu dapat mengakibatkan pemakaian daya beban listrik berlebihan dan pembayaran listrik menjadi besar. Hal ini menjadi suatu kendala yang

dihadapi beberapa kampus saat ini terutama pada ruang perkuliahan umum.

2 TINJAUAN PUSTAKA**2.1. Mikrokontroler ATmega16**

Mikrokontroler AVR ATmega16 mempunyai empat I/O pada port masing-masing yang terdiri dari portA, portB, portC, portD. keempat port tersebut merupakan jalur *bidirectional* dengan pilihan *internal pull-up*. Tiap port memiliki tiga buah register bit, yaitu DDxn, PORTxn, dan PINxn. Huruf 'x' mewakili nama huruf dari port sedangkan huruf 'n' mewakili nomer bit. Bit DDxn terdapat pada I/O address DDRx, bit PORTxn terdapat pada I/O address PORTx dan bit PINxn terdapat pada I/O address PINx. Bila DDxn diset 1 maka Px berfungsi

sebagai pin out. Bila DDxn diset 0 maka px berfungsi sebagai pin *input*. Bila PORTxn diset 0 maka pin terkonfigurasi sebagai *input*, maka resistor *pull-up* akan di aktifkan. Tetapi jika PORTxn diset 2 maka pin terkonfigurasi sebagai *output*. Pada ATmega16 terdapat juga *Timer/couter* yang digunakan sebagai perhitungan pewaktuan.

ATmega16 mempunyai empat buah port yang bernama portA, portB, portC dan portD. Keempat port tersebut merupakan jalur bi-directional dengan pilihan *internal pull-up*. Tiap port mempunyai tiga register bit, yaitu DDxn, PORTxn dan PINxn. Huruf 'x' mewakili nama huruf dari port sedangkan huruf 'n' mewakili nomor bit. Bit DDxn terdapat pada I/O address DDRx, bit PORTxn terdapat pada I/O address PORTx, dan bit PINxn terdapat pada I/O address PINx.

2.2. LDR (*Light Dependent Resistor*)

LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan salah satu komponen elektronika yang dapat berubah resistansinya ketika mendeteksi perubahan intensitas cahaya yang diterimanya sehingga LDR dapat juga dikatakan sebagai sensor cahaya, karakteristik dari LDR ini ialah LDR akan berubah resistansinya / tahanannya ketika terjadi perubahan cahaya yang dideteksi.

2.3. 7-Segment dan Driver

7-segment merupakan display visual yang umum digunakan dalam dunia digital. *7-segment* sering dijumpai pada jam digital, penunjuk antrian, display angka digital dan termometer digital. Penggunaan secara umum adalah untuk menampilkan informasi secara visual mengenai data-data yang sedang diolah oleh suatu rangkaian digital.

Driver 7-Segment atau biasa disebut dekoder BCD (*Biner Code Desimal*) ke *7-segment*, digunakan untuk menerima masukan data BCD 4-bit dari mikrokontroler dan memberikan keluaran yang melewati arus melalui segment.

2.4. Relay dan Driver Relay

Relay adalah saklar mekanik yang dikendalikan atau dikontrol secara elektronik (elektromagnetik). Saklar pada relay akan terjadi perubahan posisi *OFF* ke *ON* pada saat diberikan energi elektromagnetik pada armatur relay

tersebut. Relay pada dasarnya terdiri dari 2 bagian utama yaitu saklar mekanik dan sistem pembangkit elektromagnetik (induktor inti besi). saklar atau kontaktor relay dikendalikan menggunakan tegangan listrik yang diberikan ke induktor pembangkit magnet untuk menarik tuas armatur atau kontaktor relay.

Untuk menggerakkan relay, daya (arus/tegangan) dari mikrokontroler kurang mencukupi sehingga perlu penguat (*driver*). *Driver* relay yang sering digunakan biasanya terdiri dari sebuah transistor dan IC.

2.5. Sensor TSOP (Detektor inframerah)

Infra red (IR) detektor atau sensor infra merah adalah komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya infra merah (infra red, IR). Sensor infra merah atau detektor infra merah saat ini ada yang dibuat khusus dalam satu modul dan dinamakan sebagai *IR Detector Photomodules*. *IR Detector Photomodules* merupakan sebuah chip detektor infra merah digital yang di dalamnya terdapat fotodiode dan penguat (*amplifier*).

2.6. Multivibrator.

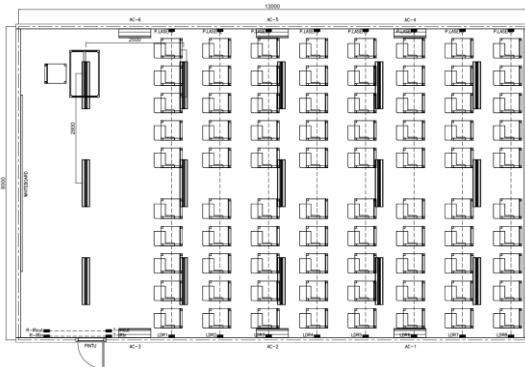
Multivibrator adalah rangkaian elektronik terpadu yang digunakan untuk menerapkan variasi dari sistem dua keadaan (*two state system*) yang dapat menghasilkan suatu sinyal *continue*, yang dapat digunakan sebagai pewaktu (*timer*) dari rangkaian-rangkaian sekuensial. Multivibrator beroperasi sebagai osilator, yaitu sebagai sebuah rangkaian pembangkit sinyal, di mana sinyal yang dihasilkan pada keluaran akan berbentuk gelombang persegi (*square wave*). Multivibrator dalam pengoperasiannya memiliki dua keadaan utama, yaitu keadaan stabil dan keadaan tak stabil. Keadaan stabil adalah keadaan di mana taraf amplitudo sinyal keluaran adalah tetap/stagnan pada suatu nilai tertentu, sedangkan keadaan tak stabil adalah keadaan di mana taraf amplitudo sinyal selalu berubah-ubah mengikuti denyut tegangan pada komponen aktif. Keadaan tak stabil dipengaruhi oleh waktu laju pengisian/pengosongan kapasitor yang besarnya ditentukan dari kapasitas kapasitor.

Multivibrator difungsikan sebagai piranti pemicu (*triggered device*) atau *free-running*. Multivibrator pemicu memerlukan isyarat masukan atau pulsa. Keluaran multivibrator dikontrol atau disinkronkan (*sincronized*) oleh isyarat masukan.

3 PERANCANGAN SISTEM

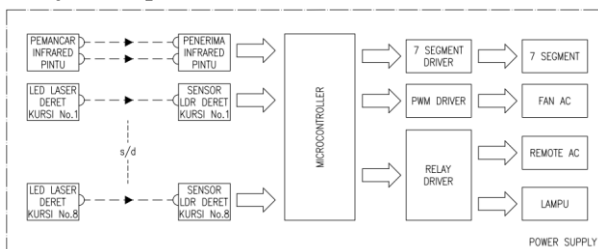
Sistem ini diaplikasikan pada sebuah miniatur ruang perkuliahan, untuk lampu akan disimulasikan menggunakan lampu LED, AC (Air Conditioner) disimulasikan dengan PC Fan, kontrol naik turun remote suhu disimulasikan dengan lampu LED.

Gambar 3.1 menunjukkan desain denah ruangan yang akan dikontrol dan juga menjelaskan tentang letak sensor, kursi, lampu dan AC. Sensor deteksi keluar masuk orang diletakkan pada pintu, sensor deteksi orang duduk diletakkan pada deret terpanjang ruangan pada sisi kursi sejumlah 8 pasang, AC diletakkan pada sisi terpanjang ruangan sejumlah 6 buah, dan lampu diletakkan pada ruangan bagian atas sejumlah 15 buah.



Gambar 3.1. Denah ruangan.

Perancangan sistem ini mengacu pada blok diagram perangkat keras yang digunakan, ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Blok diagram sistem kontrol.

Rancang bangun sistem ini terdiri dari rangkaian sensor LDR, modul pemancar & penerima inframerah, minimum system mikrokontroler, 7-segment, driver relay, penguat PWM.

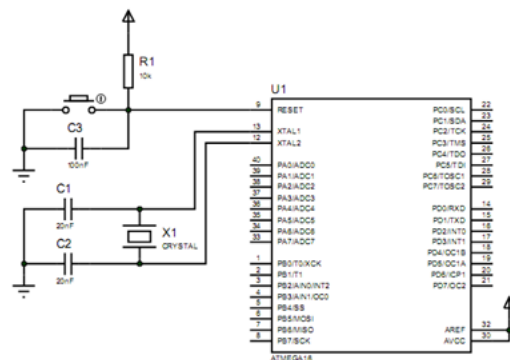
Secara umum, urutan kerja alat ini ketika seseorang memasuki ruangan dengan terpicunya detektor inframerah-In terlebih dahulu, diikuti oleh detektor inframerah-Out. Sebaliknya, ketika

seseorang meninggalkan ruangan, detektor inframerah-Out akan terpicu terlebih dahulu, diikuti oleh detektor inframerah-In. Pada dua kondisi pembacaan detektor inframerah tersebut program mikrokontroler berperan sebagai penentu apakah terbaca orang masuk atau meninggalkan ruangan sehingga mengaktifkan counter up dan counter down yang ditampilkan pada display 7-segment, dengan data variable jumlah orang yang berada di dalam ruangan digunakan sebagai pengontrol nyala/mati dan kecepatan fan AC dalam ruangan.

Selain pendeteksi jumlah orang yang memasuki ruangan, pada sistem rancang bangun ini juga dilengkapi dengan sistem pendeteksi baris tempat duduk terisi atau kosong dengan menempatkan sepasang sensor LDR dan led laser pada setiap baris tempat duduk, sistem ini digunakan sebagai pemicu untuk menyalakan atau mematikan lampu yang sesuai dengan tempat duduk pada ruangan.

3.1. Perancangan Rangkaian Mikrokontroler.

Gambar 3.3. menunjukkan rangkaian dari minimum system AVR ATmega16.



Gambar 3.3. Rangkaian mikrokontroler ATmega16

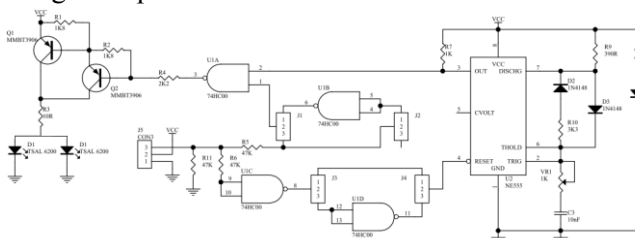
Rangkain dari minimum sistem ATmega16 membutuhkan dua elemen pendukung yaitu rangkaian reset dan kristal oscillator (XTAL). Fungsi kristal pada minimum system ini adalah sebagai pembangkit atau pemompa data, yaitu bersifat sebagai timer (clock) atau pulsa digital tipe kristal berfrekuensi 12MHZ, Dan fungsi rangkaian RESET adalah untuk membuat mikrokontroler memulai kembali pembacaan program pada saat mikrokontroler mengalami gangguan dalam mengeksekusi program. Pada rangkaian mikrokontroler digunakan tegangan supply 5V DC, sehingga nilai

tegangan inputan logika “low” adalah 0–1 Volt, dan inputan logika “high” adalah 3–5 Volt, sesuai dengan datasheet mikrokontroler membaca logika “low” untuk tegangan 0 sampai dengan $0.2 \times V_{cc}$ dan membaca logika “high” untuk input tegangan $0.6 \times V_{cc}$ sampai dengan tegangan V_{cc} .

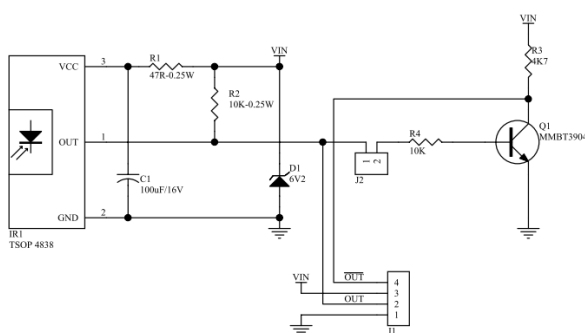
3.2. Perancangan Rangkaian pemancar & penerima Inframerah.

Rangkaian pemancar inframerah terdiri dari rangkaian *multivibrator astable* dengan ic timer NE555. *Output* dari ic timer tersebut di pin 3 adalah gelombang persegi dengan frekuensi sekitar 38 kHz. *Output* ini digunakan untuk mengaktifkan LED inframerah yang mengirimkan cahaya termodulasi pada frekuensi 38 kHz. Frekuensi 38 kHz digunakan karena rangkaian detektor inframerah yang digunakan dapat membaca sinyal inframerah yang termodulasi pada frekuensi 38 kHz. Untuk mendapatkan frekuensi yang

diinginkan, keluaran frekuensi *multivibrator* bisa diatur dengan mengatur variable resistor VR1. Gambar 3.4 menunjukkan rangkaian pemancar inframerah dan Gambar 3.5 menunjukkan rangkaian penerima inframerah.



Gambar 3.4. Rangkaian Pemancar inframerah.



Gambar 3.5. Rangkaian Penerima inframerah.

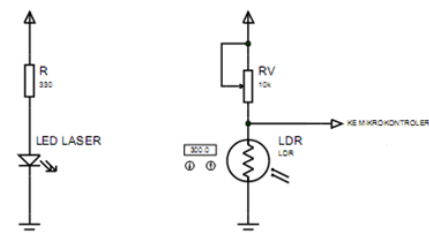
Rangkaian penerima inframerah menggunakan sensor TSOP 4838 yang telah dilengkapi filter frekuensi 38 kHz, sehingga penerima langsung mengubah frekuensi tersebut menjadi logika 0 dan 1. Jika detektor inframerah (TSOP) menerima frekuensi carrier tersebut, maka pin keluarannya

akan berlogika 0. Sebaliknya, jika tidak menerima frekuensi carrier tersebut, maka keluaran detektor inframerah (TSOP) akan berlogika 1.

3.3. Perancangan Rangkaian Sensor LDR.

Rangkaian ini menggunakan rangkaian pembagi tegangan. Untuk mendapatkan nilai resistansi dari LDR dilakukan percobaan yaitu dengan memberikan cahaya led laser yang diarahkan kepada LDR dan diukur resistansinya dengan menggunakan *avometer* terhadap kaki-kaki LDR didapat nilai resistansi sebesar 25Ω untuk LDR terkena sinar laser dan $2,5K\Omega$ ketika sinar led laser terhalang. Nilai resistansi LDR yang diperoleh dari percobaan ini selanjutnya digunakan untuk menentukan resistor referensi menggunakan persamaan (2.1) rangkaian pembagi tegangan. Untuk nilai simulasi tempat duduk terisi 3,29 volt dan untuk nilai simulasi tempat duduk kosong 0,09 volt.

Gambar 3.6 menunjukkan rangkaian sensor LDR sebagai rangkaian pembagi tegangan.



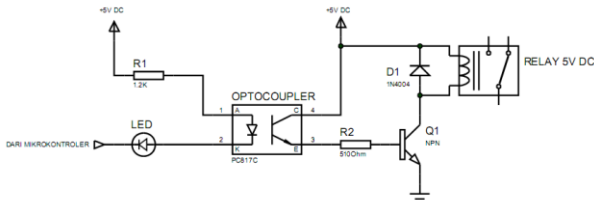
Gambar 3.6. Rangkaian Sensor LDR

3.4. Rangkaian driver relay.

Rangkaian *driver* relay ini menggunakan metode rangkaian terisolasi melalui perangkat *optocoupler* untuk menggerakkan sebuah relay dari *port output* mikrokontroler. *Optocoupler* adalah komponen yang terbuat dari bahan semikonduktor dan terdiri dari kombinasi LED (*Light Emitting Diode*) yang memancarkan cahaya inframerah dan *Phototransistor*. Prinsip kerja *phototransistor* hampir sama dengan transistor bipolar biasa, yang membedakan adalah terminal basis (*Base*) *phototransistor* merupakan penerima yang peka terhadap cahaya.

Gambar 3.7 menunjukkan rangkaian *driver* relay dengan *optocoupler* dan *switching* transistor NPN. Rangkaian ini akan aktif ketika mikrokontroler memberikan signal “low”, maka LED inframerah dalam *optocoupler* mendapat *ground* sehingga arus dapat diteruskan dan

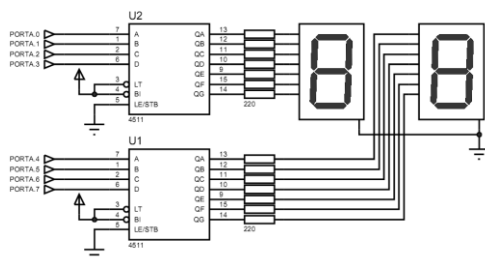
mengaktifkan inframerah dalam *optocoupler*, basis yang berupa *phototransistor* akan ter-trigger oleh inframerah yang menyebabkan arus dari Vcc akan diteruskan ke transistor Q1 yang berfungsi sebagai *switch-on* dan lilitan relay mendapat tegangan, kemudian pada saat elektromagnet muncul karena diberikannya sumber tegangan pada lilitan, maka terdapat medan magnet yang menarik *armature*.



Gambar 3.7. Skematik rangkaian *driver* relay dengan optocoupler.

3.5. Rangkaian driver relay.

Driver 7-Segment atau biasa disebut dekoder BCD (*Biner Code Desimal*) ke *7-segment*, digunakan untuk menerima masukan data BCD 4-bit dari mikrokontroler dan memberikan keluaran yang melewati arus melalui segment untuk menampilkan angka desimal. *Port* atau *pin output* dari ic *decoder* 4511 langsung dihubungkan dengan kaki-kaki *7-segment* sesuai dengan penamaan *port* pada masing-masing kaki yang telah disediakan yaitu *port* (a, b, c, d, e, f, g), diantara ic *decoder* 4511 dengan *7-segment* dipasang resistor sebesar 220Ω. Gambar 3.9 menunjukkan rangkaian *driver 7-segment* menggunakan ic decoder seri 4511.

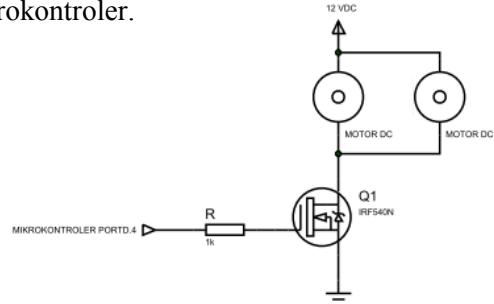


Gambar 3.8. Rangkaian BCD ke *7-Segment*

3.6. Rangkaian penguat PWM Motor DC

Rangkaian ini menggunakan sebuah transistor sebagai driver motor DC yang dapat diatur kecepatannya tanpa dapat mengatur arah putarnya. Untuk mengatur kecepatan putar motor DC digunakan PWM yang dibangkitkan melalui fitur Timer pada mikrokontroler, pada portD4, portD5 dan portD7. Besar power supply untuk

motor DC adalah sebesar 12 V, sedangkan output PWM dari mikrokontroler maksimal sebesar 5 V. Oleh karena itu digunakan transistor mosfet sebagai penguat tegangan. Gambar 3.9. adalah gambar driver penguat motor DC menggunakan transistor yang mendapat inputan signal dari mikrokontroler.



Gambar 3.9. Driver penguat motor DC dengan inputan internal PWM mikrokontroler.

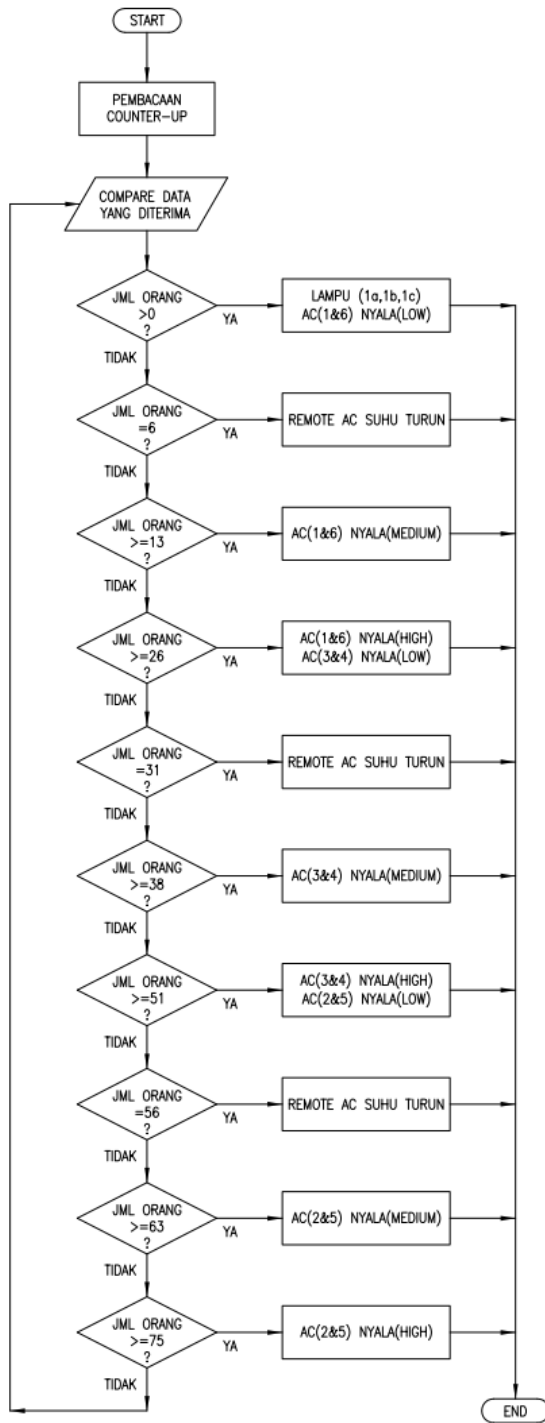
3.7. Pengontrolan nyala/mati AC.

Blok alur pengontrolan nyala/mati AC dapat dilihat pada Gambar.3.10 yang menunjukkan urutan kerja dari program yang akan dilakukan.

Blok alur pengontrolan nyala/mati AC ini dapat dilihat pada Gambar 3.10 yang menunjukkan urutan kerja dari program yang akan dilakukan. Dari data jumlah yang berada dalam ruangan tersebut di *compare*/dibandingkan dengan logika yang ada dalam program mikrokontroler dan jumlah orang dalam ruangan ditampilkan pada display *7-Segment*. Pengontrolan AC ini *object* yang dikontrol adalah nyala/mati ac, kecepatan putaran *blower* AC dan remote untuk kontrol suhu pada AC. Ruangan dipasang 6 AC pada 2 sisi dinding terpanjang, kontrol nyala/mati AC dibagi menjadi 3 tingkatan sehingga masing-masing tingkatan menyalakan/mematikan 2 AC, selain kontrol nyala/ mati ac, putaran dari *blower* AC juga dikontrol secara bertingkat. Untuk kontrol kecepatan putaran *blower* ac dibagi menjadi 3 yaitu kecepatan *low*, *medium* dan *high*.

Kondisi awal, pada diagram alir gambar 3.10 dijelaskan bahwa pendeteksian orang pertama yang memasuki ruangan akan terdeteksi dan sistem akan melakukan penghitungan naik. Orang pertama yang masuk dalam ruangan akan menyalakan ac nomor 1&6 dengan kecepatan *blower* AC *low*, orang ke-13 meningkatkan kecepatan *blower* ac menjadi *medium*, orang ke-26 kecepatan *blower* AC menjadi *high* dan sekaligus menyalakan ac nomor 3&4 dengan kecepatan

blower AC low. AC nomor 3&4 akan meningkat kecepatan blower nya pada saat orang ke-38 dan ke-51 sekaligus menyalakan AC nomor 2&5 dengan kecepatan blower AC low. Untuk kecepatan blower AC nomor 2&5 akan meningkat kecepatannya pada saat orang ke-63 dan orang ke-75.



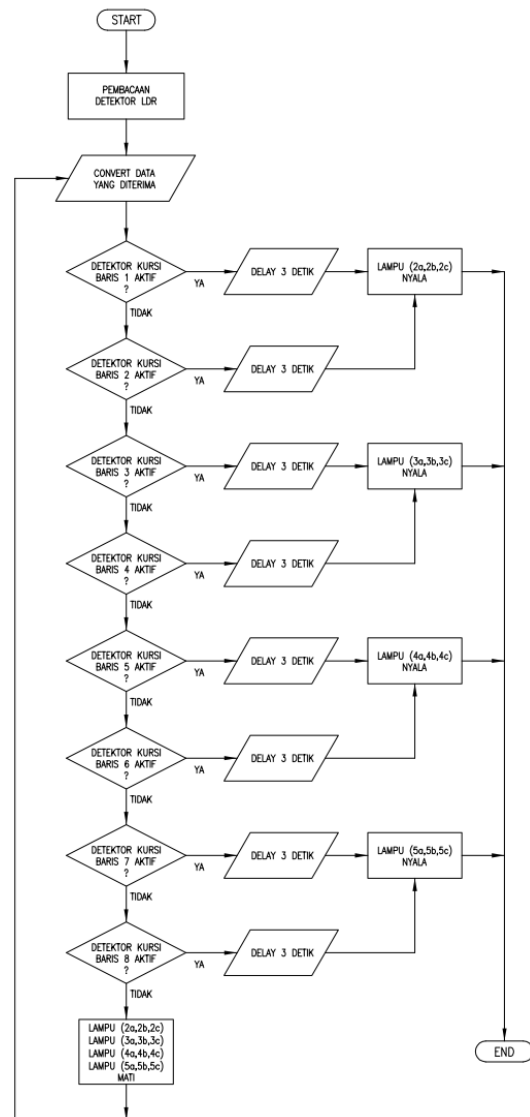
Gambar 3.10 Diagram alir kontrol nyala/mati AC Counter-up.

Saat kondisi orang meninggalkan ruangan akan terbaca sebagai *counter down* /perhitungan

turun, ketika orang dalam ruangan kurang dari 75 atau orang ke-75 meninggalkan ruangan maka akan menurunkan kecepatan blower AC nomor 2&5 menjadi *medium*, kemudian kurang dari 63 kecepatan blower AC nomor 2&5 menjadi *low*. Ketika orang dalam ruangan kurang dari 51 maka AC 2&5 akan mati dan menurunkan kecepatan blower AC 3&4 menjadi *medium*, dan selanjutnya akan turun kecepatan blower 3 beserta matinya AC tertentu sesuai dengan diagram alir yang ada.

3.8. Pengontrolan nyala/mati lampu.

Gambar 3.11 menunjukkan blok alur pengontrolan nyala/mati lampu yang mulai bekerja ketika terdeteksinya orang yang duduk pada salah satu deret bangku mahasiswa yang terdapat dalam ruangan.



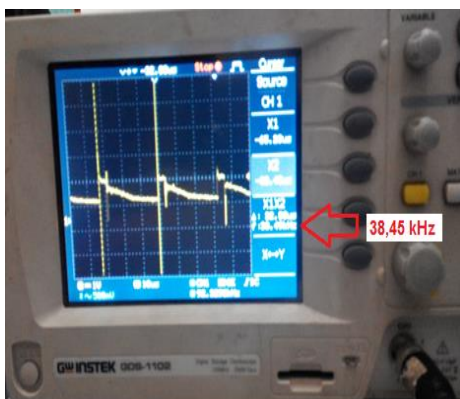
Gambar 3. 11 Diagram alir kontrol nyala/mati lampu

Kontrol ini menggunakan rangkaian sensor LDR yang yang diletakkan pada kedua sisi panjang ruangan yang jumlahnya sesuai dengan jumlah deret tempat duduk mahasiswa yaitu berjumlah 8 pasang. Adanya orang yang melewati sinar atau duduk dideret kursi, maka akan mengeluarkan sinyal "high" sebagai inputan ke mikrokontroler, pada mikrokontroler akan dilanjut untuk menyalakan lampu yang berada diatas kursi tempat duduk yang terisi. Ketika detektor 1 atau 2 aktif, selanjutnya akan menyalakan timer selama 3 detik, setelah 3 detik untuk selanjutnya menyalakan lampu (2a, 2b, 2c). Penggunaan timer ini bertujuan untuk menghindari terjadinya kesalahan baca sensor, sebagai contoh seorang mahasiswa berjalan kearah deret kursi paling belakang sehingga mahasiswa tersebut harus melewati sensor deret 1 dengan 7, dengan adanya delay tersebut diharapkan ada koreksi pembacaan apakah orang tersebut duduk dideret tersebut atau hanya lewat saja.

4. PENGUJIAN SISTEM

4.1. Pengujian Rangkaian Sensor Inframerah

Rangkaian ini terdiri dari dua rangkaian yaitu pemancar dan penerima inframerah. Sinyal keluaran yang diinginkan yaitu sinar inframerah berfrekuensi 38 kHz.



Gambar 4.1 Hasil Pengukuran frekuensi pemancar inframerah.

Hasil yang didapat dalam pengukuran rangkaian dengan oscilloscope didapat bahwa frekuensi sinar inframerah yang dikeluarkan rangkaian adalah sebesar 38,45 KHz, sehingga

sinyal keluaran dari rangkaian dapat ditangkap oleh rangkaian penerima inframerah.

Tabel 4.1 Hasil pengujian rangkaian penerima inframerah

TSOP4838	Menerima 38 kHz	Tidak menerima 38 kHz
	Output (Volt)	Output (Volt)
Sensor 1	4,7	0,02
Sensor 2	4,7	0,01

Hasil dari pengukuran rangkaian penerima inframerah yaitu, ketika kondisi sensor tidak terhalang atau sensor menerima sinar inframerah 38 Khz rangkaian akan menghasilkan tegangan sebesar 4,7 VDC yang sinyal tersebut sebagai masukan untuk mikrokontroler bernilai "High". Dan ketika kondisi sensor terhalang yang menandakan terlewati orang atau kondisi sensor tidak menerima sinar inframerah, rangkaian akan menghasilkan tegangan sebesar 0,02 VDC dan sebagai masukan untuk sinyal mikrokontroler bernilai "Low".

4.2. Pengujian Rangkaian sensor LDR

Rangkaian ini terdiri dari 8 pasang rangkaian sensor LDR. Pengujian pada rangkaian ini yang dilakukan adalah memberikan sinar led laser kepada LDR. Pada pengujian ini dilakukan dalam 2 kondisi yaitu kondisi laser tidak terhalang dan kondisi terhalang. Hasil yang diharapkan dari pengujian ini adalah tegangan output dari rangkaian ini 0-1 Volt untuk kondisi laser tidak terhalang dan 3-5 Volt untuk kondisi laser terhalang.

Hasil pengukuran pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pengukuran dilakukan 5 kali pada tiap keluaran tegangan rangkaian dan hasil keluaran sebesar $\pm 3,45$ VDC (contoh untuk LDR-1) akan menjadi sinyal masukan ke mikrokontroler dan terbaca sebagai sinyal "High" untuk kondisi laser terhalang/ ada orang.

Tabel 4.2 Data pengujian rangkaian sensor LDR kondisi laser terhalang.

No.	Output (volt)							
	LD R-1	LD R-2	LD R-3	LD R-4	LD R-5	LD R-6	LD R-7	LD R-8
1	3,49	3,83	3,50	3,50	3,83	3,48	3,49	3,50
2	3,50	3,82	3,50	3,50	3,83	3,48	3,49	3,50
3	3,49	3,82	3,49	3,50	3,83	3,49	3,49	3,49
4	3,49	3,83	3,50	3,50	3,83	3,48	3,49	3,50
5	3,50	3,82	3,50	3,50	3,83	3,48	3,49	3,50

4.3. Pengujian Rangkaian driver Relay

Rangkaian ini terdiri dari 8 buah rangkaian *driver* relay. Pengujian pada rangkaian ini yang dilakukan adalah memberikan tegangan power supply sebesar 5 VDC dan memberikan inputan pada setiap rangkaian *driver* relay yang berjumlah 8 buah dengan inputan *ground* (*low*) dan *Vcc* (*high*) pada titik yang akan di sambungkan ke mikrokontroler. Titik pengukuran tegangan pada rangkaian ini adalah *collector* dan *emiter* pada transistor NPN.

Tabel 4.3 Data pengujian driver relay dengan inputan “0”/ *ground* (*low*).

No	Tegangan Output CE (Volt)							
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 4	Re 5	Re 6	Re 7	Re 8
1	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12
2	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12
3	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11
4	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12
5	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12

Hasil pengukuran pada Tabel 4.3 menunjukkan nilai tegangan pada transistor driver relay pada kaki *collector* dan *emiter* sebesar $\pm 0,12$ VDC (contoh untuk relay 1) sehingga dianggap sebagai nilai ground untuk relay yang mengakibatkan relay aktif (*close*).

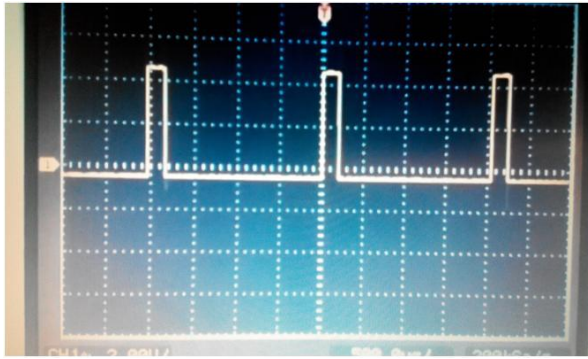
Tabel 4.4 Data pengujian driver relay dengan inputan “1”/ *Vcc* (*high*).

No	Tegangan Output CE (Volt)							
	Re 1	Re 2	Re 3	Re 4	Re 5	Re 6	Re 7	Re 8
1	4,46	4,47	4,46	4,46	4,46	4,47	4,46	4,46
2	4,47	4,47	4,46	4,47	4,48	4,47	4,47	4,47
3	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	4,48	4,47
4	4,46	4,47	4,46	4,46	4,46	4,47	4,46	4,46
5	4,47	4,47	4,46	4,47	4,48	4,47	4,47	4,47

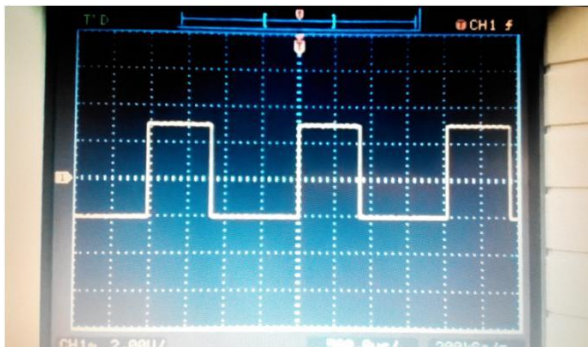
Hasil pengukuran pada Tabel 4.4 menunjukkan nilai tegangan pada transistor driver relay pada kaki *collector* dan *emiter* sebesar $\pm 4,47$ VDC (contoh untuk relay 1) dianggap bernilai “High” untuk relay yang mengakibatkan relay tidak mendapatkan ground sehingga relay tidak aktif (*open*).

4.4. Pengujian Rangkaian penguat PWM

Rangkaian ini berjumlah 3 penguat PWM untuk mengatur 6 buah fan, masing- masing penguat mengatur 2 fan untuk 3 kecepatan berbeda yaitu *low*, *medium* dan *high* rangkaian ini mendapat inputan dari mikrokontroler berupa sinyal PWM. Tujuan dari pengujian adalah untuk mendapatkan dan membuktikan bahwa rangkaian dapat mengontrol 3 kecepatan fan yang berbeda. Konsep PWM pada driver motor DC adalah mengatur lebar sisi positif dan negatif pulsa kontrol pada frekuensi kerja yang tetap. Semakin lebar sisi pulsa positif maka semakin tinggi kecepatan putaran motor DC dan semakin lebar sisi pulsa negatif maka semakin rendah kecepatan putaran motor DC.



Gambar 4.2 Hasil pengukuran penguat PWM Ton Duty Cycle $\pm 10\%$.



Gambar 4.3 Hasil pengukuran penguat PWM Ton Duty Cycle $\pm 45\%$.



Gambar 4.4 Hasil pengukuran penguat PWM Ton Duty Cycle $\pm 95\%$.

4.5. Pengujian Fungsi Alat

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan inputan simulasi orang masuk dan keluar yang jumlahnya ditampilkan pada display 7-segment. Selanjutnya mensimulasikan orang duduk pada deret kursi yang disediakan sehingga dapat menyalakan lampu yang telah diatur dengan program mikrokontroler. Nyala/mati AC terkontrol oleh jumlah orang yang memasuki ruangan. Tabel 4.5 menunjukkan hasil dari pengujian sistem.

Dari hasil pengujian sistem tersebut, maka dapat dibuktikan bahwa alat dapat berfungsi untuk menyalakan/mematikan lampu berdasarkan deret tempat duduk yang terisi dan menyalakan AC berdasarkan jumlah orang yang masuk dalam ruang perkuliahan.

5. SIMPULAN

Setelah melaksanakan perancangan, perakitan modul, pendataan, pengujian dan pembahasan rangkaian dapat menarik kesimpulan bahwa:

1. Sistem kontrol yang telah dirancang dan dibuat mampu menggantikan kontrol manual menjadi kontrol otomatis dan dapat bekerja sesuai dengan tujuan.
2. Alat mampu melakukan pengontrolan nyala/mati lampu berdasarkan lokasi duduk.
3. Alat mampu melakukan pengontrolan nyala/mati AC, kecepatan fan dan kontrol suhu berdasarkan jumlah orang dalam ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Setiawan, Afrie (2011). 20 Aplikasi Mikrokontroler Atmega16 menggunakan BASCOM – AVR. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
2. Wardhana, Lingga (2006). Belajar sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
3. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi dan Badan Standar Nasional Pendidikan (2013). Rancangan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Tentang Standart Nasional Pendidikan Tinggi (SNPT).
4. Kusumo, Prawiro R dan Adityo Dimas (2008). Tugas Akhir, “Sistem Deteksi Orang Dalam Ruangan Untuk Mengatur Nyala Lampu Ruang Kuliah yang

- Dipantau Secara Terpusat Dalam Ruang Kontrol. Surabaya: ITS Surabaya.
5. ATMEL, 2010, "*ATmega16, ATmega16L.*" [Online], <http://www.atmel.com/images/doc2466.pdf>, diakses tanggal 12 januari 2015 pukul 10:24.
 6. Jaenal91's Blog, 2009, "*OPTOCOUPLER*", [Online], <https://jaenal91.wordpress.com/tag/optocoupler/>, diakses tanggal 23 januari 2015 pukul 11:14.
 7. Varia nusantara, 2015, "*Catu Daya Switching*", [Online] <http://www.varia.web.id/2015/01/catu-daya-switching.html>, diakses tanggal 29 januari 2015 pukul 10:15.
 8. Badan Standarisasi Nasional, 2000, "*Konservasi energi pada sistem pencahayaan SNI 03-6197-2000*", Standar Nasional Indonesia.
 9. PT Gendis Mulia Lestari, 2010, "*Tips Mengetahui Kebutuhan PK AC dan Daya Pendingin (BTU/hr)*", [Online] <http://www.serviceac.net/pk-ac-dan-daya-pendingin-btu.php>, diakses tanggal 1 maret 2016 pukul 9:14.
 10. Departemen Pekerjaan Umum (1993), Standar: Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi Pada Bangunan Gedung, Bandung: Yayasan LPMB.
 11. Talarosha, Basaria (2005). Jurnal sistem teknik industri, "Menciptakan kenyamanan thermal dalam bangunan" Program studi arsitektur USU.

Tabel 4.5 Hasil pengujian sistem kontrol

Jumlah Orang	Display	Duduk di	Nomor lampu nyala	AC nyala		AC nyala		AC nyala		Remote AC
				Nomor	Fan Speed	Nomor	Fan Speed	Nomor	Fan Speed	
1	01	kursi dosen	1a, 1b, 1c	1 & 6	Low	-	-	-	-	-
2	02	kursi deret 1	2a, 2b, 2c	1 & 6	Low	-	-	-	-	-
3	03	kursi deret 2	2a, 2b, 2c	1 & 6	Low	-	-	-	-	-
4	04	kursi deret 3	3a, 3b, 3c	1 & 6	Low	-	-	-	-	-
5	05	kursi deret 4	3a, 3b, 3c	1 & 6	Low	-	-	-	-	-
6	06	kursi deret 5	4a, 4b, 4c	1 & 6	Low	-	-	-	-	Suhu turun (Count Down)
7	07	kursi deret 6	4a, 4b, 4c	1 & 6	Low	-	-	-	-	-
8	08	kursi deret 7	5a, 5b, 5c	1 & 6	Low	-	-	-	-	Suhu naik (Count Up)
9	09	kursi deret 8	5a, 5b, 5c	1 & 6	Low	-	-	-	-	-
10	10	kursi deret x	semua	1 & 6	Low	-	-	-	-	-
11	11	kursi deret x	semua	1 & 6	Low	-	-	-	-	-
12	12	kursi deret x	semua	1 & 6	Low	-	-	-	-	-
13	13	kursi deret x	semua	1 & 6	Medium	-	-	-	-	-
14	14	kursi deret x	semua	1 & 6	Medium	-	-	-	-	-
24	24	kursi deret x	semua	1 & 6	Medium	-	-	-	-	-
25	25	kursi deret x	semua	1 & 6	Medium	-	-	-	-	-
26	26	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	Low	-	-	-
30	30	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	Low	-	-	-
31	31	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	Low	-	-	Suhu turun (Count Down)
32	32	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	Low	-	-	-
33	33	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	Low	-	-	Suhu naik (Count Up)
34	34	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	Low	-	-	-
37	37	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	Low	-	-	-
38	38	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	Medium	-	-	-
50	50	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	Medium	-	-	-
51	51	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	Low	-
55	55	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	Low	-
56	56	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	Low	Suhu turun (Count Down)
57	57	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	Low	-
58	58	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	Low	Suhu naik (Count Up)
59	59	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	Low	-
60	60	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	Low	-
61	61	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	Low	-
62	62	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	Low	-
63	63	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	Medium	-
74	74	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	Medium	-
75	75	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	High	-
79	79	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	High	-
80	80	kursi deret x	semua	1 & 6	High	3 & 4	High	2 & 5	High	-