

# PROTOTYPE PENGENDALIAN DAYA LISTRIK AC DAN LAMPU DENGAN ANALISIS STANDAR KENYAMANAN RUANGAN BERBASIS ATMEGA 2560

Made Dwi Krisna Putra Sudiharta, I Gede Dyana Arjana, Cok Gede Indra Partha  
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Email: [krisnap30@gmail.com](mailto:krisnap30@gmail.com), [dyanaarjana@unud.ac.id](mailto:dyanaarjana@unud.ac.id), [cokindra@unud.ac.id](mailto:cokindra@unud.ac.id)

## Abstrak

Penggunaan AC dan lampu penerangan yang berlebihan dan tidak sesuai keperluan mengakibatkan kurangnya kenyamanan dan tingginya penggunaan energi listrik. Ultrasonik Sensor SRF-04 berfungsi mengetahui jumlah orang dalam ruangan, sensor suhu DHT 22 berfungsi menghitung suhu dan kelembaban dalam dan luar ruangan, Light Intensity sensor GY-302 berfungsi membaca tingkat intensitas cahaya dalam ruangan dan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 berfungsi memproses masukan sensor-sensor menjadi perintah pengaturan pengoperasian unit AC dan lampu. Sistem pengontrolan AC dan lampu dapat bekerja dengan baik menentukan kapan dan jumlah AC dan lampu harus menyala, yang berpedoman pada standar kenyamanan ruangan masyarakat Indonesia sehingga dapat meningkatkan kenyamanan ruangan dalam hal sistem pendinginan dan pencahayaan ruangan dengan suhu 22°C hingga 25°C dan intensitas cahaya 300 lux.

**Kata Kunci :** Air Conditioner, Mikrokontroler Arduino Mega 2560, Thermal Comfort, Smart room

## Abstract

The use of air conditioners (AC) and lighting that do not suit the needs and excessive results in a lack of comfort and high use of electrical energy. Ultrasonic Sensor of SRF-04 functions to find out the number of people in the room, temperature sensor of DHT 22 functions to calculate the temperature and humidity inside and outside the room, Light Intensity sensor of GY-302 functions to read the level of light intensity in the room and micro controller of Arduino Mega 2560 functions to process all input sensors become the command for operating the AC units and lights. The AC and lighting control system working well and can determine the time and number of AC and light that is needed. Those are based by Indonesian room comfort standards so that it can increase the comfort of the room in terms of cooling systems and room lighting with a temperature of 22°C to 25°C and light intensity of 300 lux.

**Keywords :** Air Conditioner, Mikrokontroler Arduino Mega 2560, Thermal Comfort, Smart room

## 1. PENDAHULUAN

Sistem pengkondisi AC menggunakan energi listrik tidak sesuai dengan keperluan. Hasil audit energi menunjukkan 60% pemakaian energi listrik digunakan oleh sistem pendingin ruangan AC dari kapasitas energi yang dipasang [1]. Unit AC dan lampu yang beroperasi secara terus menerus tidak sebanding dengan kebutuhan BTU<sub>h</sub> (*British Thermal Unit Per Hour*) untuk AC dan Lux untuk penerangan di ruangan akan berdampak kepada suhu ruangan dan tingkat intensitas cahaya rendah ataupun tinggi sehingga menyebabkan kurangnya kenyamanan dan besarnya energi listrik yang digunakan.

Mikrokontroler dan sensor-sensor digunakan untuk mengatur pengoperasian AC dan lampu dengan otomatis di ruangan. Sensor digunakan adalah sensor dapat mengetahui keberadaan orang, suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya ruangan. Ultrasonik sensor SRF-04 berfungsi mendeteksi keberadaan orang, sensor suhu DHT 22 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban, Light Intensity sensor GY-302 berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya dan ATmega 2560 berfungsi untuk memproses masukan dari sensor menjadi perintah untuk mengatur pengoperasian unit AC dan lampu di ruangan. Sistem pengontrolan AC dan lampu harus dapat

menentukan jumlah AC dan lampu harus menyala dengan cara mendeteksi dan menghitung jumlah orang di ruangan, menghitung suhu dan kelembaban ruangan yang berpedoman dari *Thermal comfort* yang dibutuhkan masyarakat Indonesia dan menghitung tingkat intensitas cahaya di dalam ruangan yang berpedoman pada tingkat lux yang dibutuhkan oleh ruangan.

Sistem yang dirancang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik dengan memperhatikan unsur kenyamanan ruangan dalam hal sistem pendinginan dan pencahayaan ruangan.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1. Air Conditioner

Air Conditioner berfungsi untuk menstabilkan suhu dan kelembaban udara di ruangan ke suhu yang diinginkan menggunakan siklus refrigerasi. Proses pendinginan ruangan AC memiliki 3 bagian utama yaitu *Kompresor*, evaporator dan kondensor.

#### 2.1.1 Kompresor

Kompresor berfungsi untuk mensirkulasikan dan menekan refrigeran dalam sistem mesin pendingin. Akibat pendinginan di kondensor, refrigeran bertekanan mencair dan secara bertahap melalui pipa kapiler atau katup ekspansi mengalir ke evaporator [2]. Gambar 1 menunjukkan bentuk dari kompresor AC.



Gambar 1. Kompresor AC

#### 2.1.2. Evaporator

Evaporator berfungsi mengubah sebagian atau keseluruhan sebuah pelarut dari sebuah larutan dari bentuk cair menjadi uap. Evaporator mempunyai dua prinsip dasar, untuk menukar panas dan untuk memisahkan uap yang terbentuk

dari cairan [2]. Gambar 2 menunjukkan bentuk dari evaporator AC.



Gambar 2. Evaporator AC

#### 2.1.3 Kondensor

Kondensor berfungsi untuk mengembunkan atau mengkondensasikan refrigeran bertekanan tinggi dari kompresor [2]. Gambar 3 menunjukkan bentuk dari kondensor AC.



Gambar 3. Kondensor AC

### 2.2. Standar Suhu Dan Kelembaban Ruangan

Standar yang mengatur tentang tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara. Daerah kenyamanan termal untuk daerah tropis dapat dibagi menjadi :

1. Sejuk nyaman, antara temperatur efektif  $20,5^{\circ}\text{C}$ .
2. Nyaman optimal, antara temperatur efektif  $22,8^{\circ}\text{C} \sim 25,8^{\circ}\text{C}$ .
3. Hangat nyaman, antara temperatur efektif  $25,8^{\circ}\text{C} \sim 27,1^{\circ}\text{C}$

Untuk ruangan yang jumlah orangnya padat, kelembaban udara relatif yang diperbolehkan berkisar antara 55% ~ 60%. pengkondisian suhu ruangan diharapkan dapat memenuhi kondisi nyaman yaitu dengan suhu  $22,8^{\circ}\text{C} \sim 25,8^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban relatif 55% ~ 60%[3].

### 2.3. Standar Pencahayaan Ruangan

Keputusan Menteri Kesehatan No. 1405 tahun 2002, menyebutkan pencahayaan adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif [4]. Pencahayaan minimal yang dibutuhkan menurut jenis kegiatannya seperti ditunjukkan Tabel 1.

**Tabel 1.** Standar Tingkat Iluminasi Kepmenkes RI Tahun 2002

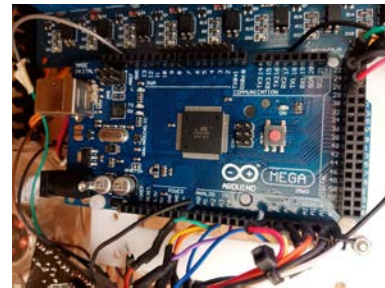
Jenis Kegiatan	Tingkat Pencahayaan Minimal (LUX)	Keterangan
Pekerjaan Kasar dan tidak terus menerus	100	Ruang penyimpanan dan pekerjaan yang terus menerus

**Tabel 1.** Standar Tingkat Iluminasi (Lanjutan)

Jenis Kegiatan	Tingkat Pencahayaan Minimal (LUX)	Keterangan
Pekerjaan Kasar dan terus menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar
Pekerjaan rutin	300	Ruang administrasi, ruang kontrol
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin kantor dan pemeriksaan
Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, pekerjaan mesin halus
Pekerjaan amat halus	1500 Tidak Menimbulkan bayangan	Perakitan yang bersifat halus
Pekerjaan terinci	3000 Tidak Menimbulkan bayangan	Pemeriksaan pekerjaan sangat halus

**2.4. Arduino Mega 2560**

Board *Arduino Mega 2560* memiliki 54 buah *digital pin input output* (14 pin keluaran PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). *Arduino Mega 2560* dilengkapi dengan sebuah *oscillator 16 Mhz*, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset [5]. Board *Arduino Mega 2560* dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** *Arduino Mega 2560*

*Arduino IDE (Integrated Development Environment)* merupakan *software* bawaan dari *Arduino* yang digunakan dalam membuat *listing* program. *Software Arduino IDE* dapat melakukan proses *compile* dan *upload* program kedalam mikrokontroler *Arduino* [6].

**2.5. Sensor Ultrasonik HC-SR04**

Sensor Ultrasonik HC-SR04 menggunakan prinsip pantulan gelombang suara, digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek di depannya. frekuensi kerja sensor ultrasonik berada pada 40 KHz hingga 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua bagian, yaitu unit pemancar dan unit penerima [7]. Sensor *Ultrasonik HC-SR04* dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Sensor Ultrasonik HC-SR04

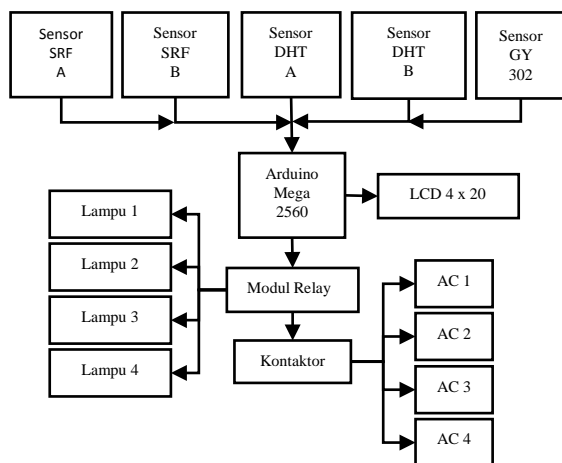
**2.6. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT-22**

Sensor DHT 22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Nilai Digital merupakan nilai Keluaran dari sensor suhu dan kelembaban *DHT-22* sehingga *analog digital converter (ADC)* tidak diperlukan untuk mengakses keluaran sensor [8].

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1. Perancangan *Prototype* Secara *Hardware***

*Prototype* menggunakan 2 buah sensor *Ultrasonik SRF-04*, 2 buah sensor suhu *DHT 22* dan 1 buah sensor intensitas cahaya *GY 302*. Sensor *Ultrasonik SRF-04* bertugas membaca keberadaan orang (*human counter*). Sensor suhu *DHT 22* bertugas membaca suhu dan kelembaban luar dan dalam ruangan. Data yang didapatkan dari sensor-sensor diproses oleh *Arduino Mega 2560* menggunakan analisis standar kenyamanan suhu dan penerangan ruangan untuk menentukan berapa jumlah AC dan lampu yang menyala menggunakan relay dan kontaktor. Diagram blok perangkat keras secara lengkap seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



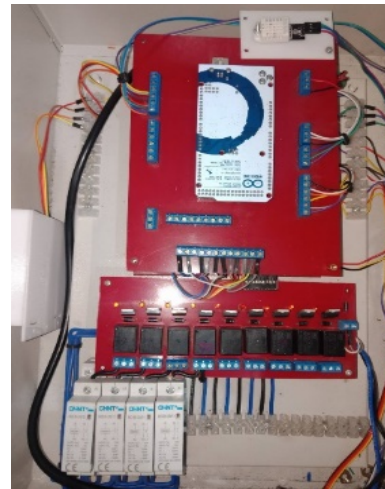
**Gambar 6.** Diagram blok *hardware* sistem *prototype*

Perangkat keras yang dirancang sebagai berikut :

1. Perancangan rangkaian sistem minimum *Arduino Mega 2560*.
2. Perancangan rangkaian sensor *Ultrasonik SRF-04*
3. Perancangan rangkaian *LCD*.
4. Perancangan sistem rangkaian sensor suhu *DHT 22*
5. Perancangan rangkaian sensor intensitas *GY - 302*
6. Perancangan rangkaian *Relay*.

Setelah perancangan selesai, dilanjutkan dengan realisasi rancangan, kemudian dilakukan pengujian pada masing masing bagian. Hasil perancangan ke-

seluruhan komponen dapat dilihat pada Gambar 7.

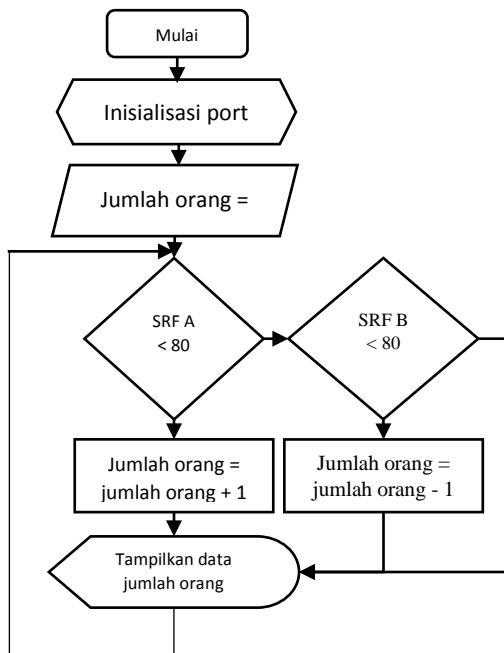


**Gambar 7.** Tampilan *Prototype* Secara Keseluruhan

### 3.2. Perancangan *Prototype* Secara *Software*

#### 3.2.1. Diagram Alir Sistem *Human Counter*

*Prototype* menggunakan 2 Sensor *Ultrasonik HC-SR04* untuk mendeteksi keberadaan orang. Ketika sensor ultrasonik A mendeteksi gerakan orang, maka nilai jumlah orang diruangan akan ditambah 1, sebaliknya ketika sensor ultrasonik B mendeteksi gerakan orang maka jumlah orang diruangan akan dikurang 1. Gambar 8 menunjukkan diagram alir proses *human counting* yang akan dibuat.



Gambar 8. Diagram Alir Kontrol Human Counter

### 3.2.2. Perhitungan Kebutuhan AC Pada Ruang DH 101

Persamaan 1 digunakan untuk menghitung kebutuhan CLR (*Cooling Load Ratio*) pada ruangan DH 101.

$$CLR = P \times L \times T \times \left( \frac{\text{Kebutuhan CLR}}{m^3} \right) \dots \dots \dots (1)$$

Diketahui :

$$P = 12 \text{ m} ; L = 10 \text{ m} ; T = 4 \text{ m}$$

$$\left( \frac{\text{Kebutuhan CLR}}{m^3} \right) = 150 \text{ Btuh}$$

Maka :

$$CLR = 12 \times 10 \times 4 \times \left( \frac{\text{Kebutuhan CLR}}{m^3} \right)$$

$$CLR = 480 \times \left( \frac{\text{Kebutuhan CLR}}{m^3} \right)$$

$$CLR = 480 \times 150 = 72.000 \text{ Btuh} = 8 \text{ Pk}$$

Cooling load laki-laki dan wanita diasumsikan sama yaitu 760 Btuh, sehingga :

Jumlah Orang Maksimal

$$= \frac{72.000 \text{ Btuh}}{760 \text{ Btuh}} = 94 \text{ Orang}$$

Jumlah Orang / 1 AC

$$= \frac{94}{4} = 23 \text{ Orang}$$

Tabel kerja ruang DH 101 ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Kerja AC Ruang DH 101

No	Keterangan	Jumlah Orang	AC Aktif
1	Sedikit	1-23	1
2	Sedang	23-46	2
3	Banyak	47-69	3
4	Sangat Banyak	>69	4

### 3.2.3. Kontrol AC Pada Ruang DH 101

Suhu Luar ruangan sangat berpengaruh terhadap kenyamanan pendinginan ruangan, oleh karena itu dibutuhkan penambahan variabel suhu luar ruangan berdampak kepada penambahan jumlah AC yang dihidupkan saat awal. Suhu luar ruangan dikelompokkan menjadi 4 kelompok yaitu : sejuk, hangat, panas, sangat panas. Sehingga dapat dibuat tabel penambahan jumlah AC yang dibutuhkan ditunjukkan pada Tabel 3.

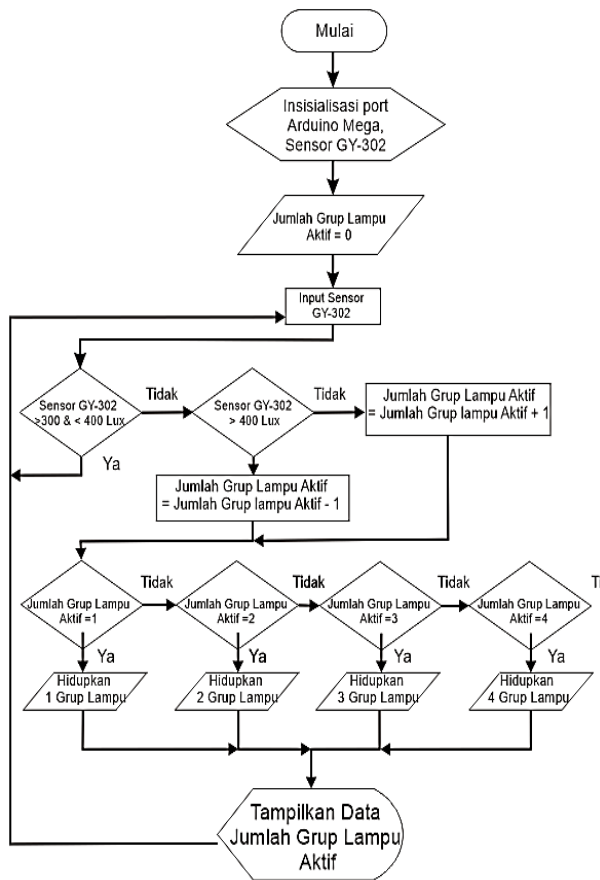
Tabel 3. Tabel Pengaruh Suhu Luar Terhadap Kerja AC Ruang DH 101

No	Keterangan	Suhu	Penambahan AC Aktif
1	Sejuk	<26°C	0
2	Hangat	26°C-29°C	1
3	Panas	30°C-33°C	2
4	Sangat Panas	>33°C	3

### 3.2.4. Kontrol Lampu Pada Ruang DH 101

Standar intensitas cahaya yang dibutuhkan dalam ruangan kelas adalah 300 Lux dari perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat dibuat diagram alir pengontrolan lampu ditunjukkan pada Gambar 9.





Gambar 9. Diagram Alir Kontrol Lampu Pada ruangan DH 101

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Pengujian Masing-Masing Komponen Penyusun

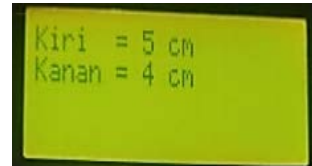
Sistem kontrol yang sudah direalisasikan dilakukan pengujian, apabila hasil pengujian sudah memenuhi harapan maka dapat dilanjutkan dengan menggabungkan rangkaian yang ada sehingga sistem dapat memberikan hasil keluaran sesuai harapan.

##### 4.1.1. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian dilakukan menggunakan media halangan dan alat ukur penggaris besi untuk mengetahui keakuratan pembacaan yang dilakukan sensor. Media halangan diletakan di hadapan sensor SRF A dan B sejauh 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm, 35cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm, 70 cm dan tanpa halangan, dengan hasil pengukuran ditunjukkan oleh Gambar 10, 11, 12, 13 dan Tabel 4.



Gambar 10. Hasil Pengujian Sensor HC-SR04 tanpa halangan



Gambar 11. Hasil Pengujian Sensor HC-SR04 dengan halangan 5 cm



Gambar 12. Hasil Pengujian Sensor HC-SR04 Dengan halangan 10 cm



Gambar 13. Hasil Pengujian Sensor HC-SR04 Dengan halangan 15 cm

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor HC-SR04

Jarak Halangan	SRF A	SRF B
Tanpa Halangan	90 cm	89 cm
5 cm	5 cm	4 cm
10 cm	10 cm	10 cm
15 cm	15 cm	16 cm
20 cm	20 cm	19 cm
25 cm	25 cm	25 cm
30 cm	30 cm	29 cm
35 cm	35 cm	35 cm
40 cm	40 cm	39 cm
50 cm	50 cm	50 cm
60 cm	60 cm	59 cm
70 cm	70 cm	70 cm

Hasil pembacaan sensor SRF A dan B tanpa media halangan adalah 90 cm dan 89 cm yang merupakan jarak terjauh pembacaan yang dibaca pada sensor,

pada sistem merupakan kondisi tidak adanya orang yang melewati sensor. Hasil pembacaan sensor SRF memiliki perbedaan dengan jarak sebenarnya tidak terlalu mempengaruhi kinerja sistem karena yang diperlukan hanya kondisi ada tidaknya orang yang melewati sensor.

#### 4.1.2. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban DHT 22

Sensor diuji dengan cara menghubungkan dengan mikrokontroler kemudian membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur suhu dan kelembaban. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Gambar 14 Tabel 4.3.



Gambar 14. Hasil Pengujian pembacaan suhu dan kelembaban sensor DHT A dan B.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor DHT A dan B

Hasil Pembacaan					
Alat ukur		DHT A		DHT B	
Suhu	Kelembaban	Suhu	Kelembaban	Suhu	Kelembaban
		Hasil	Hasil	Hasil	Hasil
32,1 °C	65,0 %	33,2 °C	59,6 %	32,3 °C	62,2 %
26,5 °C	70,0 %	26,2 °C	65,4 %	25,4 °C	67,4%
20,1 °C	78,0 %	19,8 °C	75,0 %	19,1 °C	74,0%
18,2 °C	85,0 %	18,1 °C	85,1 %	18,1 °C	85,1%

Hasil pengujian sensor DHT A dan B mendapatkan hasil yang mendekati hasil pembacaan pada alat ukur suhu dan kelembaban.

#### 4.1.3. Pengujian Sensor Intensitas Cahaya GY-302

Sensor diuji dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur lux meter. Gambar 15, 16 dan Tabel 6 merupakan hasil pengujian sensor GY-302.



Gambar 15. Hasil Pengujian Sensor GY-302 saat gelap.



Gambar 16. Hasil Pengujian Sensor GY-302 saat terang.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor GY-302

Alat Ukur Lux Meter	Sensor GY-302
4 lux	5 lux
84 lux	85 lux
290 lux	291 lux
368 lux	365 lux
694 lux	682 lux

#### 4.1.4. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian dilakukan dengan cara melihat hasil keluaran pada *prototype* pengendalian daya listrik pada *prototype* pengendalian daya listrik pada *prototype* air conditioner dan lampu penerangan dengan analisis standar kenyamanan ruangan berbasis Mikrokontroler Atmega 2560. Hasil pengujian keseluruhan ditunjukkan oleh Gambar 17.



Gambar 17. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem.

Hasil pengujian dari *prototype* yang dijabarkan sebagai berikut :

1. kondisi 1 saat tidak ada orang di ruangan, lampu dan AC tidak menyala.

2. kondisi 2 saat ada orang yang memasuki ruangan, AC dan lampu pada ruangan menyala sesuai dengan pengaturan jumlah AC dan lampu. Jumlah AC menyala pada kondisi 2 bergantung pada suhu luar ruangan, semakin tinggi suhu luar ruangan maka semakin banyak pula AC menyala.
3. Kondisi 2 hingga kondisi 4 lampu menyala pada ruangan jumlahnya terus meningkat menyesuaikan nilai intensitas cahaya di ruangan hingga bernilai 300-400 lux yang merupakan standar pencahayaan pada ruangan kelas.
4. Kondisi 5 menunjukkan hasil pengaturan suhu ruangan sesuai dengan standar kenyamanan ruangan yaitu berada pada suhu  $22^{\circ}\text{C}$  - $25^{\circ}\text{C}$ .
5. Kondisi 6 menunjukkan adanya peningkatan intensitas cahaya di ruangan mencapai 460 lux, sistem langsung melakukan proses dengan mengurangi jumlah lampu pada ruangan hingga tercapai standar pencahayaan pada ruangan.
6. Kondisi 10 menunjukkan penurunan suhu ruangan menjadi  $21^{\circ}\text{C}$  sehingga kurang dari standar, apabila dalam 10 menit suhu tidak berada pada kondisi standar, jumlah AC menyala di ruangan akan dikurangi 1 yang ditunjukkan pada kondisi 12.
7. Kondisi 13 menunjukkan suhu di ruangan sudah kembali pada kondisi standar suhu ruangan.
8. Kondisi 14 menunjukkan peningkatan jumlah orang di ruangan hingga 25 orang, jumlah AC menyala di ruangan ditambah 1 unit.
9. Kondisi 15 menunjukkan kenaikan suhu ruangan mencapai  $26^{\circ}\text{C}$  akibat penambahan jumlah orang di ruangan, apabila dalam 10 menit suhu di ruangan tidak juga kembali ke kondisi standar, sistem akan mulai menambah jumlah AC yang menyala di ruangan.
10. Kondisi 18 menunjukkan adanya penambahan jumlah orang di ruangan mencapai 50 orang, sehingga jumlah

AC yang menyala di ruangan bertambah menjadi 4 unit.

## 11. KESIMPULAN

Hasil dari pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan :

1. Sistem *prototype* sudah dapat menghitung naik (*counter Up*) ketika sensor *SRF A* dilewati orang dan menghitung turun (*counter down*) ketika sensor *SRF B* dilewati orang.
2. AC dan lampu di dalam ruangan, sudah menyala apabila jumlah orang di ruangan berjumlah 1 orang dan padam apabila tidak ada orang di dalam ruangan.
3. AC yang menyala pada ruangan jumlahnya bergantung pada suhu luar ruangan, suhu dalam ruangan dan jumlah orang dalam ruangan yang berpedoman pada standar kenyamanan suhu ruangan yaitu  $22^{\circ}\text{C}$  hingga  $25^{\circ}\text{C}$ .

## 12. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Malik, "Audit Energi Pada Gedung IV Kantor PT PLN (PERSERO) Wilayah Kalimantan Barat," *PT PT PLN Persero Wil. Kalimantan Barat*, hlm. 1–3, 2013.
- [2] Darwis Tampubolon dan Robert Samosir, "Pemahaman Tentang Refrigrasi.," *Politek. Negeri Medan*, hlm. 4–9, 2005.
- [3] [3] Standar Nasional Indonesia, "Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung, Badan Standarisasi Nasional," vol. 03-6572–2001., 2001.
- [4] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri, Tata Kelola Pencahayaan," 2002.
- [5] "Arduino Mega 2560," *Arduino*. .
- [6] "Arduino software," *Arduino*. .



- [7] "SR04 Ultrasonic Module User Guide,"  
*Ultrasonic Sensor HC-SR 04.* .
- [8] "Sensor DHT22," *Temperature Sensor*  
*DHT22.* .