

OTOMATISASI DAN MONITORING *AIR CONDITIONER* (AC) BERBASIS ARDUINO UNO RUANG SEMINAR GEDUNG TEKNIK PENERBANGAN BARU

HENDRO WIDIARTO ⁽¹⁾, PRASETYA DWI DARMA KUSUMA ⁽²⁾

^{1,2}Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang

E-mail : ¹23417038@ppicurug.ac.id, ^{2,3} ppi@ppicurug.ac.id

ABSTRAK

Air conditioner (AC) saat ini menjadi kebutuhan yang cukup penting baik di dalam industri maupun rumah tangga. Tapi tanpa disadari *Air conditioner* (AC) merupakan peralatan elektronik yang boros energi listrik yang berarti berdampak pada tagihan listrik yang membengkak. Banyak sekali kasus yang merugikan dalam pengoperasian dan penggunaan AC di gedung teknik penerbangan baru contoh nya AC masih menyala dalam keadaan tidak ada orang. Kasus tersebut sering terjadi pada salah satu ruangan yang ada di gedung teknik penerbangan baru yaitu ruang seminar. Ruang seminar adalah ruang serba guna yang biasa dipergunakan sebagai tempat pertemuan atau acara penting dari Politeknik Penerbangan Indonesia Curug ataupun internal jurusan teknik penerbangan. Hal ini sering terjadi pada AC ruang seminar karena hanya ruang seminar yang minim sekali kegiatan sehingga tidak ada yang merasa bertanggung jawab atas ruang tersebut. Dalam perencanaan, teori sangat dibutuhkan untuk memberi keterangan rancang bangun otomatisasi dan monitoring AC. Dengan adanya teori yang mendukung maka rancang bangun akan berjalan dengan maksimal. Dalam penulisan tugas akhir ini teori teori yang digunakan antara lain teori tentang Arduino, Relay, DHT22, sensor PIR, dan lain lain.

Kata Kunci: *Air Conditioner* (AC), *Sensor Passive Infrared* (PIR), Sensor suhu DHT22, Relay.

ABSTRACT

Air conditioner (AC) is currently a fairly important requirement both in industry and households. But without realizing it, Air conditioner (AC) is an electronic equipment that wastes electrical energy, which means that it has an impact on swelling electricity bills. There are so many cases that are detrimental to the operation and use of air conditioners in new aeronautical engineering buildings, for example, the air conditioner is still on when no one is around. This case often occurs in one of the rooms in the new aeronautical engineering building, namely the seminar room. The seminar room is a multi-purpose room that is usually used as a meeting place or important event from the Indonesian Aviation Polytechnic Curug or internally majoring in aviation engineering. This often happens in the AC seminar room because only the seminar room has minimal activities so that no one feels responsible for the room. In planning, theory is needed to provide information on the design of automation and air conditioning monitoring. With the theory that supports it, the design will run optimally. In writing this final project, the theories used include the theory of Arduino, Relay, DHT22, PIR sensors, and others.

Keywords: Air Conditioner (AC), Passive Infrared Sensor (PIR), DHT22 temperature sensor, Relay.

PENDAHULUAN

Air conditioner (AC) adalah mesin yang dibuat untuk menstabilkan suhu dan kelembapan udara di suatu ruangan. Alat ini digunakan untuk mendinginkan atau memanaskan, tergantung kebutuhan. Namun, AC sering disebut sebagai pendingin udara karena lebih banyak digunakan untuk menyejukkan ruangan (Indriani P., 2017).

Sistem AC (Air Conditioning) merupakan suatu proses pengkondisian udara dimana udara itu didinginkan, dikeringkan, dibersihkan dan disirkulasikan yang selanjutnya jumlah dan kualitas dari udara yang dikondisikan tersebut dikontrol (Sinaga, N. d., 2013).

Pengkondisian udara pada suatu ruang mengatur mengenai kelembaban, pemanasan dan pendinginan udara dalam ruangan. Pengkondisian ini bertujuan memberikan kenyamanan, sehingga mampu mengurangi kelelahan yang efeknya untuk meningkatkan kebugaran. Sistem pengkondisian udara pada suatu ruang umumnya terdiri dari evaporator, kondensor, receiver dan kadang-kadang dilengkapi elemen pemanas yang tergabung menjadi satu dalam evaporator housing (Kusnanto S., 2004).

Untuk mendapatkan suhu udara yang sesuai dengan yang diinginkan banyak alternative yang dapat diterapkan, diantaranya adalah dengan menaikkan koefisien perpindahan kalor kondensasi (Yawara, Eka. Purnomo, Prajitno. 2002) dan dengan menambahkan kecepatan udara pendingin pada kondensor sehingga akan diperoleh harga koefisien prestasi yang lebih besar. Lebih lanjut Kusnanto mengatakan bahwa dengan menambahkan kecepatan udara pendingin pada kondensor maka laju aliran massa akan menurun

Di antara beragam peralatan elektronik saat ini, AC menempati urutan teratas yang paling banyak mengonsumsi energi, menurut Ketua Kajian Tenaga Listrik dan Energi Universitas Indonesia, Prof. Dr. Ir Iwa Garniwa Mulyana K. MT. AC. Pada bangunan komersil misalnya, bisa mengonsumsi energi hingga 60 persen. Terlebih, saat ini tren penggunaan AC tak lagi menggunakan AC central.

Banyak sekali kasus yang merugikan dalam pengoperasian dan penggunaan AC di gedung teknik penerbangan baru contoh nya AC masih menyala dalam keadaan tidak ada orang. Kasus tersebut sering terjadi pada salah satu ruangan yang ada di gedung teknik penerbangan baru yaitu ruang seminar. Ruang seminar adalah ruang serba guna yang biasa dipergunakan sebagai tempat pertemuan atau acara penting dari Politeknik Penerbangan Indonesia Curug ataupun internal jurusan teknik penerbangan. Ruangan ini termasuk ruangan penting namun terbengkalai.

AC ruang seminar sering kali ditemukan dalam keadaan masih menyala dan diatur pada titik suhu terendah sedangkan kegiatan sudah selesai terselenggara bahkan ditemukan di esok hari nya. Bahkan pernah ditemukan kasus AC menyala selama dua hari berturut-turut dengan keadaan pintu terkunci. Hal ini sering terjadi pada AC ruang seminar karena hanya ruang seminar yang minim sekali kegiatan sehingga tidak ada yang merasa bertanggung jawab atas ruang tersebut. Di dalam ruang seminar terdapat empat buah AC 2 PK merk daikin dengan daya 1710 watt jika daya langganan pln seharga Rp. 1.145/kwh jika digunakan selama 12 jam saja per hari nya dengan mengatur suhu dititik paling rendah sudah menghabiskan tagihan Rp. 23.400 jika dikalikan sebulan maka mencapai angka Rp. 701.000 dikalikan lagi dengan AC didalam ruang tersebut berjumlah 4 buah menjadi Rp. 2.803.000 menyimpulkan bahwa untuk satu ruang saja harus mengeluarkan dana lebih dari dua juta rupiah.

Untuk mengatasi masalah yang sedang terjadi saat ini, perlu diletakkan sistem otomatisasi dan monitoring yang mampu mengendalikan nyala atau mati nya air conditioner secara otomatis serta mengawasi pengoperasian air conditioner. Sistem otomatisasi dan monitoring dengan arduino yang dapat menyalakan serta mematikan air conditioner secara otomatis dengan mendeteksi pergerakan manusia dan juga menyarankan suhu air conditioner pada titik suhu yang nyaman dengan menggunakan sensor dan juga mengawasi status air conditioner dilayar monitoring, sehingga dapat dijadikan solusi pada permasalahan tersebut. Penulis berusaha membuat sebuah prototype kendali pengoperasian serta pengawasan AC secara otomatis yang dituangkan dalam bentuk tugas akhir dengan judul “OTOMATISASI DAN MONITORING AIR CONDITIONER (AC) BERBASIS ARDUINO UNO RUANG SEMINAR GEDUNG TEKNIK PENERBANGAN BARU”.

METODE PENELITIAN

Banyak sekali kasus yang merugikan dalam pengoperasian dan penggunaan AC di gedung teknik penerbangan baru contoh nya AC masih menyala dalam keadaan tidak ada orang. AC ruang seminar sering kali ditemukan dalam keadaan masih menyala dan diatur

pada titik suhu terendah sedangkan kegiatan sudah selesai terselenggara bahkan ditemukan di esok hari nya. Bahkan pernah ditemukan kasus AC menyala selama dua hari berturut- turut dengan keadaan pintu terkunci.

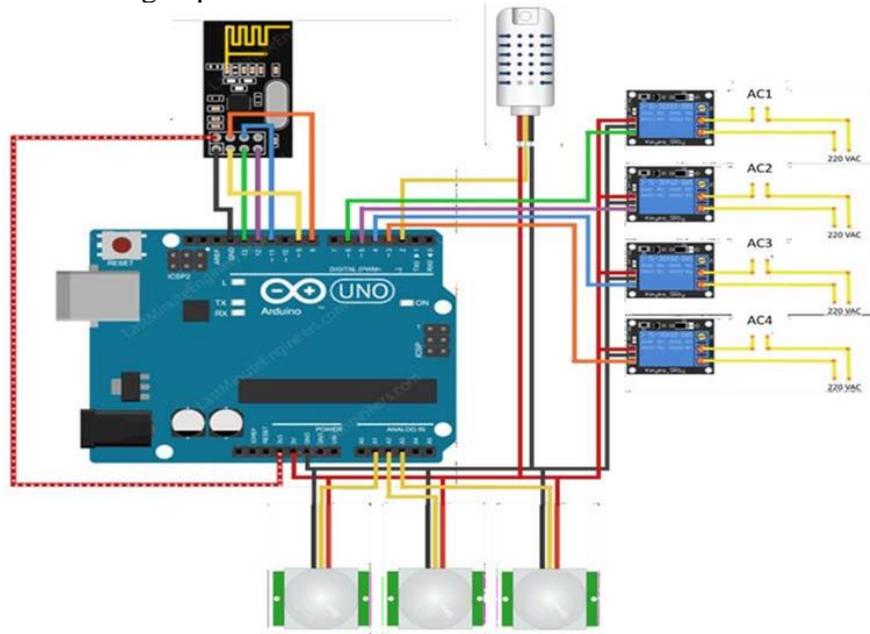
Perlu diletakkan sistem otomatisasi dan monitoring yang mampu mengendalikan nyala atau mati nya air conditioner secara otomatis serta mengawasi pengoperasian air conditioner. Sistem otomatisasi dan monitoring dengan arduino yang dapat menyalakan serta mematikan air conditioner secara otomatis dengan mendeteksi pergerakan manusia dan juga menyarankan suhu air conditioner pada titik suhu yang nyaman dengan menggunakan sensor dan juga mengawasi status air conditioner dilayar monitoring. Penulis berusaha membuat sebuah prototype kendali pengoperasian serta pengawasan AC secara otomatis yang dituangkan dalam bentuk tugas akhir dengan judul “OTOMATISASI DAN MONITORING AIR CONDITIONER (AC) BERBASIS ARDUINO UNO RUANG SEMINAR GEDUNG TEKNIK PENERBANGAN BARU”.

Berikut adalah daftar kegiatan dan waktu yang diperlukan oleh penulis selama pengerjaan rancang bangun (prototype) :

Table 1. Perancangan Waktu Penelitian

NO.	KEGIATAN	WAKTU																											
		Jan		Feb				Mar				Apr				Mei				Jun				Jul				Ags t	
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2				
1	Persiapan Proposal Tugas Akhir	█	█																										
2	Penentuan Judul Tugas Akhir		█	█																									
3	Pengambilan Data Tugas Akhir	█	█	█	█	█	█	█																					
4	Penyusunan Bab I							█	█	█	█	█																	
5	Penyusunan Bab II												█	█	█	█													
6	Penyusunan Bab III												█	█	█	█													
7	Penyusunan Bab IV													█	█	█	█												
8	Penyusunan Bab V																█	█	█										

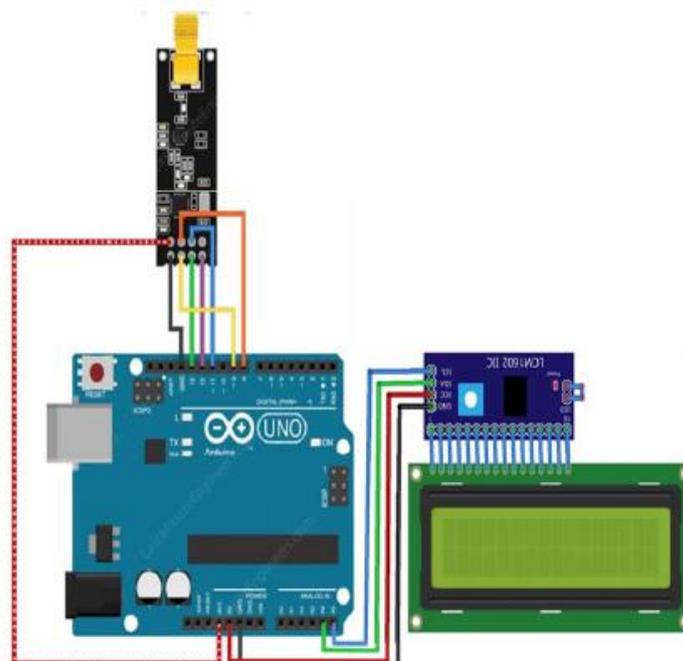
Infrared Receiver), sensor suhu DHT22, relay dan modul nrf24101. *Transmitter* akan ditempatkan didalam ruangan penelitian.



Gambar 1. Rangkaian pada transmitter

Recevier

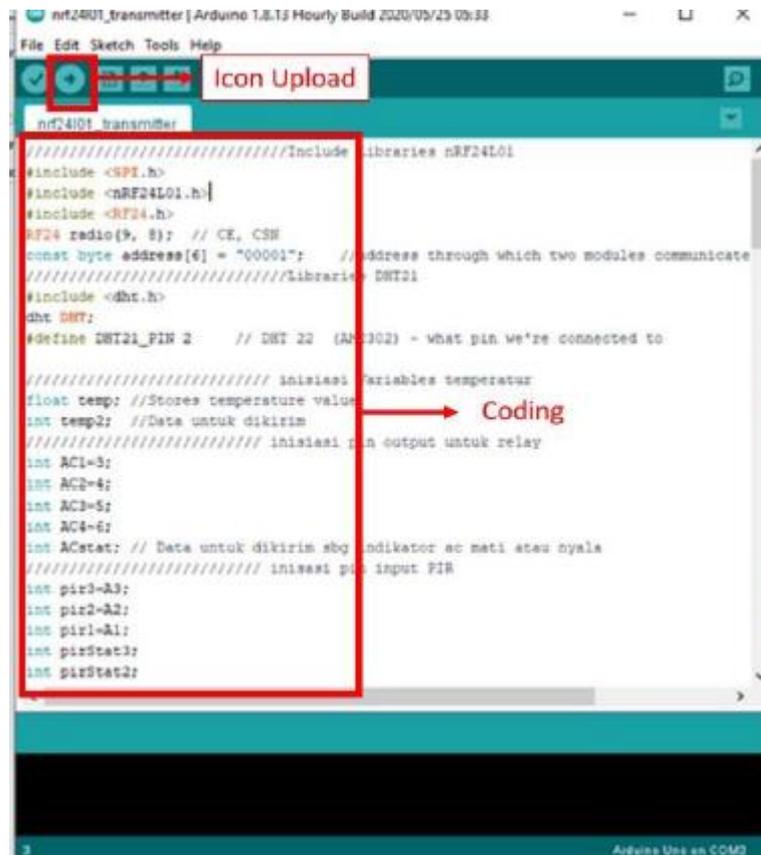
Receiver adalah alat monitoring utama yang berupa box atau kotak yang didalam nya terdapat beberapa komponen utama antara lain arduino, *Liquid Crystal Display (LCD) 16 x 2 I2C* dan modul nrf24101. *Receiver* akan ditempatkan diluar ruangan penelitian berfungsi sebagai alat pemberi informasi status kinerja dari rancang bangun serta *Air Conditioner (AC)* yang sedang berkerja saat itu.



Gambar 4. 5 Rangkaian pada Receiver

Penggunaan software Arduino IDE

Tulis *coding* yang akan digunakan untuk di *upload* ke Arduino Uno. Setelah coding selesai, selanjutnya klik *icon upload* agar program dapat dijalankan pada *hardware* Arduino.

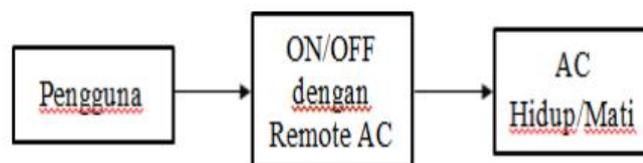


Gambar 3. Tampilan Saat Coding Pada Aplikasi Arduino IDE

Merancang Program Mikrokontroler pada Arduino Uno

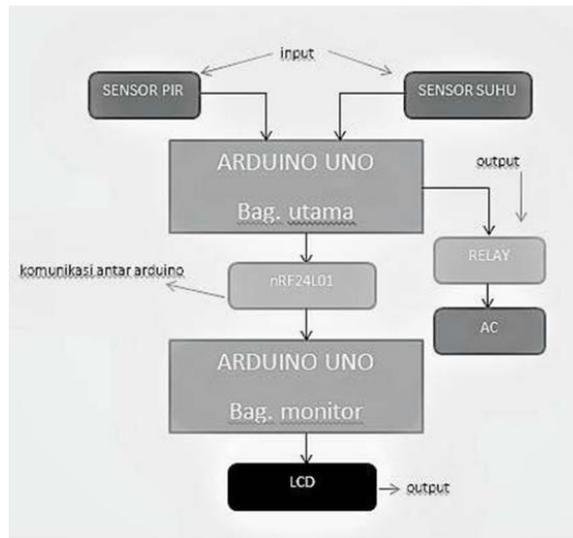
Untuk melakukan sebuah perintah atau eksekusi pada Arduino Uno sebelumnya harus diisikan suatu instruksi/program pada IC *microkontroler* yang terdapat pada Arduino Uno. Hal-hal yang diisikan berupa penggunaan *port serial*, penggunaan *character*, penggunaan inisial, penggunaan *delay* dan perintah-perintah yang diinginkan pada *microkontroler* tersebut.

Berdasarkan kondisi saat ini, pengoperasian pada masing-masing AC masih dioperasikan secara manual yaitu dengan menghidupkan atau mematikan menggunakan remote. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari gambar blok diagram kondisi saat ini.



Gambar 1. Kondisi saat ini

Berdasarkan kondisi saat ini, kondisi yang diinginkan dengan adanya rancangan ini adalah sistem otomatisasi AC di ruang seminar gedung Teknik Penerbangan Baru memberikan dampak yang besar. Dengan adanya kendali Arduino uno dapat memberikan perintah untuk menghidupkan atau mematikan AC ruangan secara otomatis. Selain itu, dengan rancangan ini dapat menjadi bahan pertimbangan untuk menambahkan sistem otomatisasi AC di ruang seminar gedung Teknik Penerbangan Baru. Berikut akan ditampilkan komponen-komponen dari prototype yang akan ditambahkan:



Gambar 2. Kondisi yang diinginkan

Hasil uji coba rancang bangun Sensor PIR

Pengujian pada sensor *passive infrared (PIR)* meliputi pembacaan sensor pada suatu pergerakan antara lain gerakan segala macam organ tubuh manusia. Gerakan itu meliputi berjalan, melambaikan dua tangan, melambaikan satu tangan dan menggoyangkan kepala . Berikut adalah hasil pengujian dari sensor *passive infrared (PIR)*:

Tabel 3. Tabel uji coba sensor PIR

No.	Jenis pergerakan	Jarak (m)	Sudut (°)	Keberhasilan (%)
1	Berjalan	1 meter	0	100%
			20	100%
			45	100%
			90	100%
		2 meter	0	100%
			20	100%
			45	100%
			90	100%
		3 meter	0	100%
			20	100%
			45	100%
			90	100%
		4 meter	0	100%
			20	100%
			45	100%
			90	100%
			0	100%

2	Melambaikan dua tangan	1 meter	20	100%
			45	100%
			90	100%
		2 meter	0	100%
			20	100%
			45	100%
		3 meter	90	100%
			0	100%
			20	100%
		4 meter	45	100%
			90	100%
			0	100%
20	100%			
3	Melambaikan satu tangan	1 meter	0	100%
			20	100%

Sensor suhu DHT 22

Pengujian pada sensor suhu DHT22 meliputi perbandingan pengukuran pembacaan suhu ruang dengan menggunakan sensor itu sendiri dan pembacaan suhu menggunakan thermometer serta melihat kinerja suhu *Air Conditioner (AC)* untuk mencapai suhu nyaman ruangan sesuai standar nasional Indonesia dengan mengatur suhu tidak dibawah suhu 20 derajat celcius. Berikut adalah hasil pengujian dari sensor suhu DHT22:

Tabel 4. Tabel uji coba sensor suhu relay

Percobaan Sensor	Pengukuran Thermometer	ngukuran DHT22
Percobaan 1	30 °C	29,5 °C
Percobaan 2	30 °C	29,3 °C
Percobaan 3	30 °C	29,5 °C
Percobaan 4	30 °C	29,5 °C
Percobaan 5	30 °C	29,8 °C

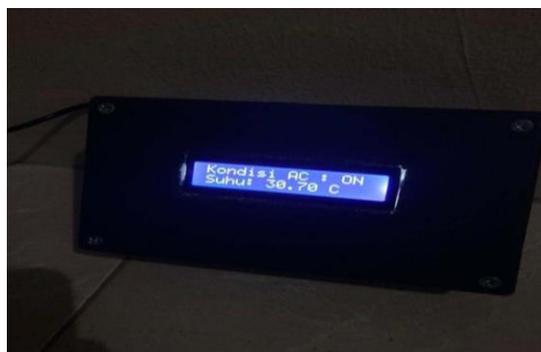
Suhu Rata-Rata	30 °C	29,52 °C
----------------	-------	----------

Pengujian pada relay dipasang langsung pada sumber 220 volt perangkat *Air Conditioner (AC)* dengan cara memodifikasi sumber listrik menuju perangkat *Air Conditioner (AC)* yang akan masuk harus melewati relay terlebih dahulu yang bertujuan untuk memutus dan menyambungkan listrik ke perangkat *Air Conditioner (AC)*. Pada box *transmitter* terdapat 4 relay sesuai jumlah perangkat *Air Conditioner (AC)* pada ruang seminar. Berikut adalah hasil pengujian dari relay:

Tabel 5. Tabel uji coba relay Lcd (liquid qrystal display)

kapasitas <i>Air Conditioner (AC)</i>	Relay	Keberhasilan
½ pk	Relay 1	√
	Relay 2	√
	Relay 3	√
	Relay 4	√
1 pk	Relay 1	√

Pengujian pada *Liquid Crystal Display (LCD)* berupa melihat apakah *Liquid Crystal Display (LCD)* menampilkan status yang diberikan oleh bagian *transmitter* saat itu juga seperti status *Air Conditioner (AC)* sedang *ON/OFF* saat itu dan juga pembacaan suhu ruang oleh sensor suhu DHT22 saat itu juga. Berikut adalah hasil pengujian *Liquid Crystal Display (LCD)*:



Gambar 6. Uji coba lcd

Setelah menganalisis pengujian diatas, untuk pengujian komponen bagian transmitter seperti sensor Passive Infrared (PIR), sensor suhu DHT22 dan relay jika dirata-rata maka persentase kinerja seluruh komponen yaitu 98% dengan kata lain seluruh komponen bagian transmitter sudah berfungsi sesuai tugasnya. Selanjutnya pengujian komponen pada bagian receiver seperti Liquid Crystal Display (LCD) dan modul nrf24l01 jika dirata-rata maka persentase kinerja seluruh komponen yaitu 99% dengan kata lain seluruh komponen bagian receiver sudah berfungsi sesuai tugasnya. Dan yang terakhir pengujian monitor timer dengan program otomatis mematikan perangkat *Air Conditioner (AC)* selama 15 menit memiliki persentase kinerja yaitu 100% dengan kata lain program ini sudah bekerja dengan sangat baik.

Tabel 6. Data Hasil Pengujian

No	Jenis Komponen	Nilai Rata-rata
1	Sensor <i>passive infrared (PIR)</i>	100%
2	Sensor suhu DHT22	98,4%
3	Relay	100%
4	Reciever	100%

Interpretasi Hasil Pengujian

Dari hasil uji coba rancang bangun yang telah dilakukan, rancang bangun dinyatakan telah memenuhi kebutuhan yang diharapkan. Rancang bangun otomatisasi *Air Conditioner (AC)* menggunakan Arduino uno sebagai pengatur pengoperasian sensor-sensor dan relay dapat dijalankan dengan fungsinya masing-masing. Serta dapat menampilkan status *ON/OFF* dan suhu didalam ruangan pada *Liquid Crystal Display (LCD)*. Dibagi menjadi 2 yaitu *transmitter* dan *receiver*.

Komponen dalam *transmitter*:

1. Sensor *Passive Infrared (PIR)*, terdapat 3 buah ditempatkan pada area strategis yang banyak terbaca suatu pergerakan.
2. Sensor suhu DHT22, terdapat 1 buah untuk membaca suhu ruangan
3. Relay, terdapat 4 buah sesuai jumlah perangkat *Air Conditioner (AC)* di dalam ruang seminar. Berfungsi memutus dan menghubungkan listrik.
4. Modul nrf24l01, terdapat 1 buah untuk mengirim data dari *transmitter* menuju *reciever*.

Komponen dalam *receiver*:

1. *Liquid Crystal Display (LCD)*, terdapat 1 buah berukuran 16x02 yang akan menampilkan status seperti kondisi *Air Conditioner (AC)* *ON/OFF* serta suhu yang sudah di baca oleh sensor suhu DHT22.
2. Modul nrf24l01, terdapat 1 buah untuk menerima data dari *transmitter*.

Setelah itu terdapat program *monitor timer* yang akan otomatis mematikan *Air Conditioner (AC)* setelah 15 menit tidak terbaca pergerakan didalam ruangan. Pengujian rancang bangun memperlihatkan bahwa rancang bangun dapat digunakan sebagai sistem otomatisasi dan monitoring *Air Conditioner (AC)* pada ruang seminar Gedung Teknik Penerbangan Baru dan dimanfaatkan untuk mengurangi energi listrik, sehingga dapat menghemat biaya listrik.

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dan pengujian rancang bangun maka dapat disimpulkan bahwa rancang bangun ini:

1. Pada ruang seminar gedung teknik penerbangan baru belum terdapat sistem pengendali otomatis dan monitoring AC sehingga rancang bangun ini berguna dalam menambah sistem tersebut pada ruang seminar gedung teknik penerbangan baru.
2. Rancang bangun ini memiliki dua bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*. Bagian *transmitter* berfungsi sebagai alat kontrol otomatis utama yang di dalam nya dibantu oleh beberapa sensor, relay, serta modul. Sedangkan bagian *receiver* berfungsi sebagai alat monitoring utama yang nanti akan menampilkan status kerja dari *Air Conditioner (AC)*. Program *monitor timer* nanti menjadi program utama di rancang bangun ini ketika sensor *Passive Infrared (PIR)* membaca pergerakan dan mengintruksi *Air Conditioner (AC)* untuk menyala otomatis, maka untuk mematikan *Air Conditioner (AC)* itu kembali secara otomatis program ini akan mengintrusikan mati jika tidak terbaca pergerakan oleh sensor *Passive Infrared (PIR)* selama 15 menit atau 900 detik. Dengan demikian akan

menurunkan resiko *Air Conditioner (AC)* tetap menyala saat tidak ada kegiatan dan dapat menghemat penggunaan energi listrik.

3. Rancangan bangun ini terbuat dari beberapa komponen yaitu arduino uno, sensor *Passive Infrared (PIR)*, sensor suhu DHT22, relay dan sebagainya. Komponen tersebut akan bekerja sesuai dengan fungsi serta konsep yang telah dibuat.

Saran

Penulis menyadari akan keterbatasan waktu, kemampuan dan biaya dalam pembuatan rancang bangun ini, sehingga penulis sangat mengharapkan ide-ide baru untuk mengembangkan alat ini, adapun saran-saran penulis dalam penulisan ini sebagai berikut:

1. Dalam rancang bangun ini masih dapat dikembangkan kembali diantaranya menambah fitur indikator kerusakan yang dapat menyala jika terjadi kerusakan pada AC, dan menambah fitur menaikkan dan menurunkan suhu pada AC.
2. Selain ruang seminar, alat ini bisa digunakan pada ruangan yang memiliki *Air Conditioner (AC)* lebih dari 1 dan banyak digunakan untuk kegiatan seperti ruang kelas, ruang prodi dan sebagainya. Bertujuan agar memudahkan kerja manusia dalam pengoperasian *Air Conditioner (AC)*.
3. Penelitian ini masih dapat dikembangkan kembali diantaranya pengaruh suhu diluar ruangan terhadap kondisi didalam ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Angga, R. (2016). Mari Mengetahui Jenis-Jenis Kabel Listrik Beserta Kegunaannya. Retrieved from <https://skemaku.com/mari-mengenal-jenis-jenis-kabel-listrik-beserta-kegunaannya/>
- Antony, H., & Sumarta, S. C. (2017). Sistem Otomasi Rumah Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan Arduino Uno R3 untuk Mengoptimalkan Penggunaan Listrik. *Jurnal Tematika*, 5(1), 17-25.
- Arifah, A. B., Adhitama, M. S., & Nugroho, A. M. (2017). Pengaruh Bukaian Terhadap Kenyamanan Termal pada Ruang Hunian Rumah Susun Aparna Surabaya. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur*, 5(4).
- Banzi, M. (2008). *Getting Started With Arduino*. In (pp. 1-130).
- Basaria, M. (2020). 8 Kesalahan Penggunaan AC yang Menyebabkan Tagihan Listrik Tinggi. Retrieved from <https://www.homify.co.id/ideabooks/5531889/8-kesalahan-penggunaan-ac-yang-menyebabkan-tagihan-listrik-tinggi>
- Batamtoday.com. (2017). Inilah Tiga Perangkat Elektronik yang Paling Boros Listrik. Retrieved from <http://m.batamtoday.com/Berita88856-Inilah-Tiga-Perangkat-Elektronik-Yang-Paling-Boros-Listrik.Html>
- Dai, B., Chen, R. C., & Yang, W. B. (2016). *Using Arduino to Develop A Bluetooth Electronic Scale for Water Intake*. Paper presented at the 2016 International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C), China.
- Djuandi, F. (2011). *Pengenalan Arduino*. Jakarta: Elexmedia.
- Elektronika Dasar. (2021). Infra Red (IR) Detektor (Sensor Infra Merah). Retrieved from <https://elektronika-dasar.web.id/Infra-Red-Ir-Detektor-Sensor-Infra-Merah/>
- Gree Indonesia. (2019). Komponen Ac Yang Wajib Dikenali. Retrieved from <https://medium.com/@greeindonesia/komponen-ac-yang-wajib-dikenali-cbe131d86b6e>
- Gohi D., Dhea A. R., Gilang M., Tyara Z. T., Maykel M. & Agus S. 2019. Sistem Otomatisasi dan Monitoring Perawatan Berkala AC (Air Conditioner) Berbasis Arduino yang Terintegrasi IoT (Internet of Things). Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Depok.
- Indriani, A., Hendra, E., & Witanto, Y. (2017). Pemanfaatan Sistem Peningkatan Menggunakan Mikrokontroler Genuino Uno dan Solar Sel untuk Pengolahan Hasil Pertanian

- Masyarakat Desa Pasar Pedati dan Desa Harapan. *Dharma Raflesia Jurnal Ilmiah Pengembangan dan Penerapan IPTEKS*, 15(2), 103-112. doi:10.33369/dr.v15i2.4055
- Kho, D. (____). Pengertian Relay dan Fungsinya. Retrieved from <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>
- Kurniawan, D. A. (2018). *Pengendalian Air Conditioner dari Jarak Jauh Menggunakan Arduino dan Wifi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Kusnanto, S. (2004). *Optimasi Pengaruh Kecepatan Udara Pendingin Pada AC Mobil*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Mirul, K. (2017). Apa itu Mikrokontroler AVR ATMega328P ? dan Bagaimana Konfigurasi Pinnya? Retrieved from <http://k-science.blogspot.com/2017/07/apa-itu-mikrokontroler-avr-atmega328p.html>
- Putra. (2020). Pengertian AC: Fungsi, Jenis, Cara Kerja dan Komponen Air Conditioner. Retrieved from [https://salamadian.com/pengertian-ac-air-conditioner/#:~:text=Air%20conditioner%20\(AC\)%20adalah%20mesin,banyak%20digunakan%20untuk%20menyejukkan%20ruangan](https://salamadian.com/pengertian-ac-air-conditioner/#:~:text=Air%20conditioner%20(AC)%20adalah%20mesin,banyak%20digunakan%20untuk%20menyejukkan%20ruangan)
- Susanto, A., Arnas, Y., & Hidayat, Z. (2017). Analisis Kebutuhan Beban Pendingin Dengan Metode Cooling Load Temperature Difference (CLTD) Pada Ruang Lobby Gedung Simulator Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Bitu*, 10(3), 31-41.
- Toyib, R., Bustami, I., Abdullah, D., & Onsardi. (2019). Penggunaan Sensor Passive Infrared Receiver (PIR) untuk Mendeteksi Gerak Berbasis Short Message Service Gateway. *Jurnal Pseudocode*, 6(2), 114-124.
- Wirawan, A. S., & Ghozali, T. (2020). NRF 24L01 sebagai Pemancar atau Penerima untuk Wireless Sensor Network. *Jurnal TEKNO (Civil Engineering, Electrical Engineering and Industrial Engineering)*, 17(1), 26-34. doi:10.33557/jtekno.v17i1.856
- Yawara, E., & Purnomo, P. (2002). *Koefisien Perpindahan Kalor Kondensasi Petrozon Rossy-12 di Dalam Pipa Vertikal*. Paper presented at the Prosiding Simposium Nasional I RAPI UMS Surakarta, Surakarta.