

Pengembangan Sistem Kontrol dan *Monitoring* Berbasis *Arduino Uno* pada AC Window

Eddy Erham¹, Ibnu Hanafi¹

¹Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung
Korespondensi : eddy.erham@polban.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dan kepedulian akan sistem yang praktis atau hemat energi telah mendorong para peneliti untuk melakukan upaya-upaya kreativitas dan perbaikan terhadap peralatan dan teknologi yang ada di berbagai bidang. Hal ini termasuk pula dalam bidang AC. Pada penelitian ini dilakukan pengembangan sistem kontrol dan *monitoring* AC window. Selain itu, untuk penyetelan *setpoint* dan *control differential* dari tempat yang terpisah dari AC akan diaplikasikan *bluetooth*. Untuk perancangan sistem kontrol sebagai pengontrolnya akan digunakan *Arduino Uno*. *Arduino* ini akan di-*upload* dengan program sistem kontrol yang dirancang. Sementara itu, untuk sistem *monitoring* dirancang menggunakan tiga cara, yaitu layar *LCD*, laptop dan *smartphone* yang berturut-turut didukung *software Arduino IDE*, *Labview* dan *App Inventor*. Hasilnya adalah suatu sistem kontrol dan *monitoring* yang akurat dan lebih menarik. Sistem kontrol *on-off* yang diaplikasikan pada AC window mempunyai *error* perancangan sebesar 0,02 °C. Dan untuk AC yang posisinya tinggi, tidak perlu naik tangga, karena *setpoint* dan *control differential* dapat disetel melalui *bluetooth*.

Kata Kunci: sistem kontrol, *Arduino Uno*, *Labview*, *Ap Inventor*, AC Window.

ABSTRACT

Technological developments and concern for systems that are practical or energy efficient have encouraged researchers to make creative efforts and improvements to existing equipment and technology in various fields. This also includes in the AC field. In this research, the development of control and monitoring system for Window AC was carried out. For the design of the control system as the controller was used Arduino Uno. This Arduino was uploaded with the designed program. Meanwhile, the monitoring system was designed to use three ways, namely LCD, laptop and smartphone which were supported by Arduino, Labview and App Inventor software, respectively. The result is the control and monitoring system which is accurate and more attractive. The on-off control system applied to the window AC has a design error of 0.02 °C. And for AC that is in a high position, there is no need to go upstairs, because the setpoint and control differential can be adjusted via bluetooth.

Keywords: control system, Arduino Uno, Labview, Ap Inventor, AC Window.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan kepedulian akan sistem yang praktis atau yang hemat energi telah mendorong para peneliti untuk melakukan upaya-upaya kreativitas dan perbaikan terhadap peralatan dan teknologi yang ada di berbagai bidang. Hal ini termasuk pula dalam bidang AC.

Suatu komponen AC yang berfungsi untuk mempertahankan temperatur ruangan yang dihasilkan AC adalah *thermostat*. Salah satu masalahnya adalah *control differential* dari *thermostat* tidak dapat diubah oleh pemakai AC, karena telah disetel pada temperatur tertentu oleh Pabrik. Untuk mengubahnya diperlukan bantuan Teknisi. Padahal nilai setnya mempengaruhi penghematan daya listrik AC. Masalah ini sudah dilakukan penelitian pada tahun 2018. Hasilnya menunjukkan bahwa penyetelan sudah dapat dilakukan oleh pemakai. Dan temperatur ruangan yang didapat adalah akurat. Disamping itu, terjadi penghematan energi listrik 30%[1]. Tetapi, *display* atau tampilan datanya masih perlu diperbaiki agar lebih menarik.

Masalah lain yang terkait, bila posisi AC dipasang ditempat yang tinggi, maka untuk menyetel *setpoint* dan *control differential* perlu bantuan Teknisi dan harus naik menggunakan tangga. Hal ini menjadi tidak praktis. Jadi, perlu diusahakan suatu cara yang lebih praktis, yaitu penyetelan AC dari jarak jauh

Dari aspek pemakai, pemborosan daya listrik bisa terjadi bila lupa mematikan AC ketika pulang kerja. Apalagi, kalau di Pabrik atau di Perkantoran yang jumlah AC-nya banyak, maka perlu suatu upaya untuk mematikan AC dari jarak jauh, misalnya dari rumah. Masalah ini sudah dilakukan penelitian pada tahun 2020. Hasilnya menunjukkan bahwa penyetelan AC dari jarak jauh sudah dapat dilakukan oleh pemakai dan tidak menyebabkan *delay*. Dan juga temperatur ruangan yang didapat sama dengan temperatur bila disetel langsung dari AC[2].

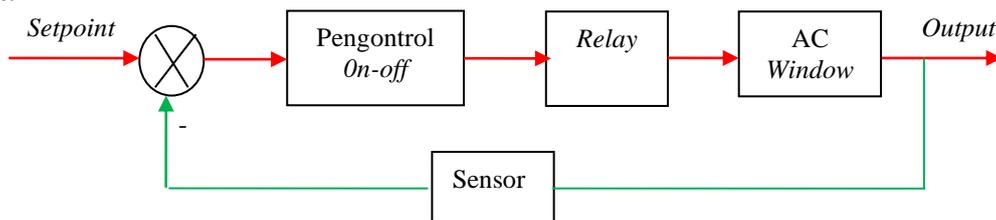
Untuk turut berpartisipasi dalam pengembangan AC, dalam penelitian ini akan dilakukan pengembangan sistem kontrol dan *monitoring* AC window. Untuk itu, akan dirancang sistem kontrol berbasis *Arduino*. Dan akan dikembangkan sistem *monitoring* yang menggunakan tiga cara, yaitu melalui layar *LCD*, layar *laptop* dan layar *smartphone*. Selain itu, untuk penyetelan *setpoint* dan *control differential* dari tempat yang terpisah dari AC akan diaplikasikan *bluetooth*.

Untuk perancangan sistem kontrol digunakan *Arduino Uno* sebagai pengontrol dan sebuah sensor sebagai detektor dan umpan balik. *Arduino* ini akan di-*upload* dengan program sistem kontrol sehingga dapat berfungsi sebagai pengontrol. Program ini adalah program utama yang tidak hanya berfungsi untuk mengontrol temperatur ruangan, tetapi juga memberikan instruksi yang terkait dengan bekerjanya sistem *monitoring*. Program sistem kontrol ini ditulis dalam bahasa *Arduino IDE*.

Sementara itu, untuk sistem *monitoring* akan dirancang menggunakan layar *LCD*, layar *laptop* dan layar *smartphone* yang berturut-turut didukung *software* *Arduino IDE*, *Labview* dan *Ap Inventor* sehingga dapat menampilkan data. Untuk *monitoring* pada layar *laptop* ditulis program dengan bahasa *Labview* dan *file*-nya disimpan di *laptop*. Dan untuk *monitoring* pada layar *smartphone* ditulis program dengan bahasa *App Inventor* dan *file*-nya disimpan di *smartphone*. Karena program-program *monitoring* ini dengan program utama letaknya terpisah maka untuk menghubungkannya disediakan *link* pada program utama. Catat bahwa untuk *monitoring* pada layar *LCD*, programnya ditulis bersatu dengan program sistem kontrol.

1.1 Sistem Kontrol On-Off

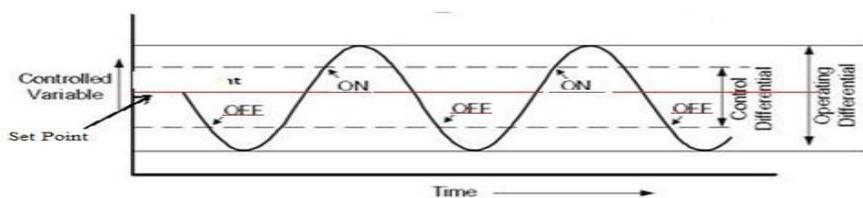
Sistem kontrol adalah sistem yang mempunyai pengontrol (*controller*) yang berfungsi untuk mengoreksi kesalahan (*error*) respons sehingga diperoleh respons yang mendekati nilai input yang diinginkan [1]. Gambar 1 menunjukkan diagram blok sistem kontrol. Dalam hal ini digunakan pengontrol *on-off*. Contoh pengontrol ini adalah *thermostat*.



Gambar 1. Diagram blok sistem kontrol.

1.2 Output Sistem Kontrol On-Off

Gambar 2 menunjukkan bahwa output sistem kontrol *on-off* adalah berfluktuasi terhadap *setpoint*. *Setpoint* adalah input yang diinginkan dan nilainya konstan. Dengan adanya sistem kontrol ini, kenaikan nilai outputnya akan dibatasi oleh batas atas (T_{cut-in}) dan penurunannya akan dibatasi oleh batas bawah ($T_{cut-off}$) sehingga nilai outputnya akan berada disekitar nilai *setpoint* atau hampir sama dengan nilai input.



Gambar 2. Grafik output sistem kontrol *on-off* [5].

2. METODE PENELITIAN

Perancangan sistem kontrol dan *monitoring* pada AC window ini terdiri dari dua bagian, yaitu perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan *hardware* meliputi pemilihan pengontrol, sensor, dan *display*. Pengontrol yang biasa digunakan pada AC window adalah *thermostat*. Akan tetapi, saat ini prinsip kerjanya bisa diadopsi ke dalam program komputer sehingga komputer atau *laptop* dengan program yang terkait bisa berfungsi sebagai pengontrol. Perancangan ini fokus pada komponen-komponen utama yang terkait pada sistem kontrol, yaitu *Arduino*, sensor, dan *display*. Untuk menampilkan data digunakan tiga metoda, yaitu *LCD*, layar *laptop* dan layar *smartphone*. Kemudian, semua komponen diintegrasikan dalam bentuk *wiring diagram*.

Sedangkan, perancangan *software* adalah perancangan program komputer untuk merancang sistem kontrol *on-off* sehingga program ini bisa merepresentasikan karakter dari *thermostat*. Selain itu, dilengkapi pula sistem *monitoring* dengan menggunakan tiga metoda, yaitu layar *LCD*, layar *laptop* dan layar *smartphone*. Untuk melakukan hal ini, dimulai dengan merancang suatu algoritma dari sistem kontrol dan *monitoring* tersebut. Algoritma ini dinyatakan dalam bentuk *flow chart* yang ditunjukkan pada gambar 6.

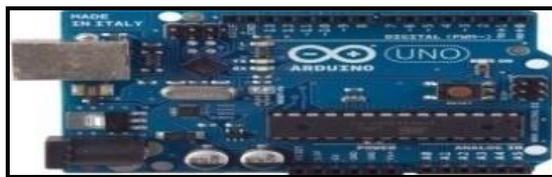
Selanjutnya, dilakukan integrasi *hardware* dan *software* yang telah dirancang sebelumnya. Untuk itu, program yang berisi sistem kontrol dan *monitoring* yang dirancang di-*upload* ke dalam *Arduino*. Setelah itu, sistem kontrol dan *monitoring* yang telah dirancang ini diinstalasikan pada *AC Window* yang ada.

2.1 Perancangan *Hardware*

Perancangan ini lebih fokus pada perancangan komponen-komponen utama yang terkait pada sistem kontrol. Komponen-komponen utama adalah *Arduino*, sensor, dan *display*. Itu dijelaskan secara singkat alasan-alasan dalam pemilihannya. Untuk menampilkan data digunakan *LCD*, *laptop* dan *smartphone*. Sedangkan, komponen-komponen yang lain ditunjukkan secara langsung lintasan- lintasan hubungannya ke *Arduino* yang bisa ditelusuri melalui diagram *wiring* dari perancangan *hardware* keseluruhan.

2.1.1 Pengontrol

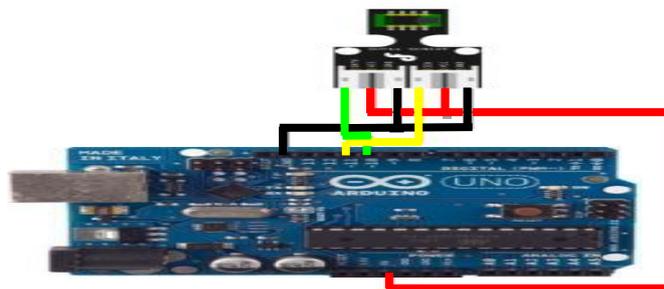
Arduino sebagai sebuah produk teknologi elektronika digital akan dipilih dan dirancang sebagai pengontrol *on-off*. *Arduino* ini terdiri dari *microcontroller*, *static random-access memory (SRAM)* dan *flash memory*, dan *erasable programmable read-only memory (EPROM)* sehingga dapat berfungsi sebagai sebuah komputer[4]. Untuk merancang pengontrol *on-off* ini , *Arduino* harus di-*upload* dengan program sistem kontrol *on-off*. *Arduino* ini ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. *Arduino board* [4]

2.1.2 Sensor Temperatur

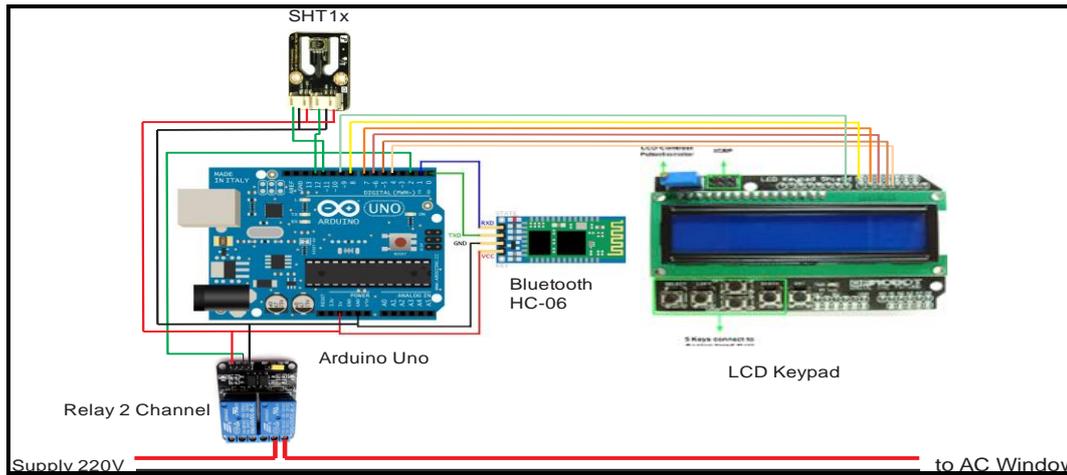
Untuk mengukur temperatur dipilih sensor SH T 1x. Sensor ini bisa mengukur temperatur dari -40°C sampai 123.8°C dan akurasi +/- 0.5 °C. Spesifikasi ini relevan dengan yang dibutuhkan dalam perancangan ini. Gambar 4 menunjukkan koneksi sensor SHT1x dengan *Arduino UNO R3*.



Gambar 4. Koneksi sensor SHT1x dengan *Arduino UNO R3*

2.1.3 Perancangan *Hardware* Secara Keseluruhan

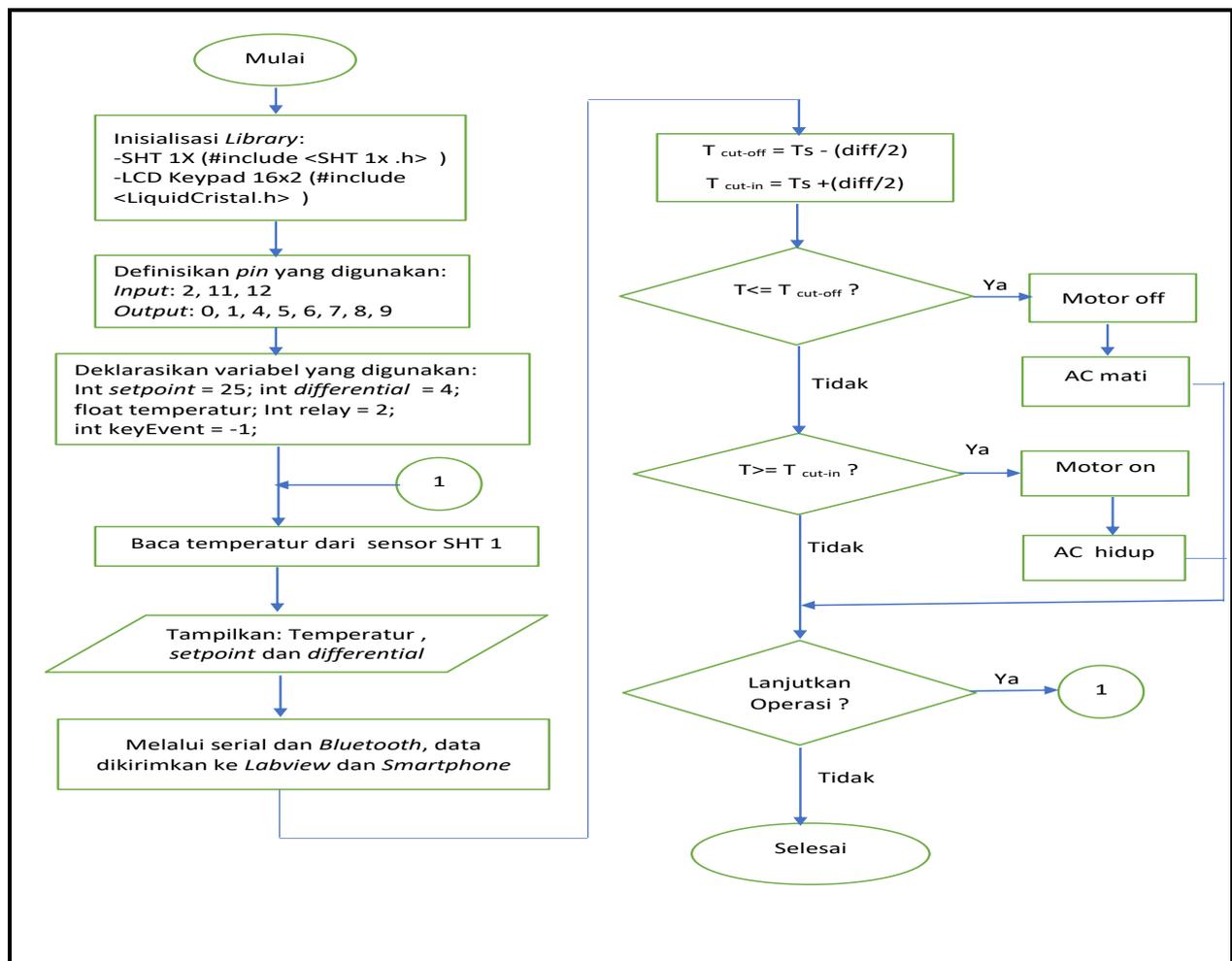
Gambar 5 menunjukkan cara mengintegrasikan semua komponen *hardware* sehingga menjadi satu kesatuan dalam bentuk diagram *wiring* [3]. Dalam diagram ini semua komponen ditampilkan dan ditunjukkan koneksi-koneksinya kecuali *laptop* yang koneksinya telah disediakan sebuah slot khusus dan kabel *USB*, tidak diperlihatkan. *Arduino Uno* sebagai pengontrol dihubungkan langsung ke sensor temperatur SHT1x, *relay* , *bluetooth* dan *laptop*.



Gambar 5. Perancangan *hardware* secara keseluruhan

2.1.4 Perancangan *Software*

Perancangan *software* atau program dilakukan berdasarkan *flowchart* yang ditunjukkan pada gambar 6. *Flowchart* ini terdiri dari dua bagian utama. Bagian pertama, memuat inisialisasi *library*, mendefinisikan *pin-pin* yang digunakan dan mendeklarasikan variabel-variabel yang digunakan. Bagian kedua, berupa *looping* yang memuat perintah untuk menampilkan hasil, yaitu *setpoint*, *differential control* dan temperatur ruangan. Selain itu, juga memuat logika untuk mempertahankan temperatur ruangan tetap. Dengan cara menghidupkan (*on*) atau mematikan (*off*) kompresor.



Gambar 6. *Flowchart* sistem kontrol temperatur ruangan.

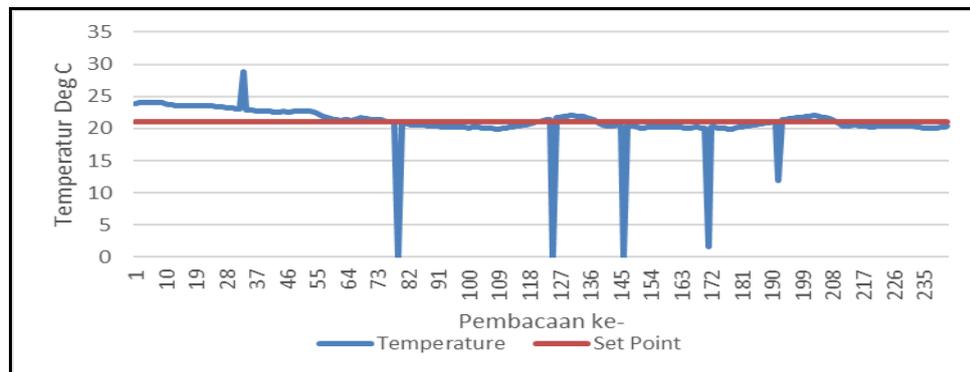
3. HASIL DAN ANALISIS

Analisis akurasi sistem kontrol meliputi pengamatan pola grafik temperatur di dalam ruangan dan penentuan kesalahan perancangan pada saat *cut-in* maupun pada saat *cut-off*. Sementara itu, untuk analisis sistem *monitoring* akan diamati bentuk-bentuk data yang dapat ditampilkan baik pada *monitoring* data *Labview* maupun pada *monitoring* data *smartphone*.

3.1 Analisis Akurasi Sistem Kontrol

Gambar 7 menunjukkan grafik temperatur udara ruangan terhadap waktu, yaitu respons sistem kontrol *on-off*. Temperatur udara ruangan yang didapat cenderung berfluktuasi terhadap *setpoint* 21C. Artinya pada keadaan AC- hidup temperatur berada di atas *setpoint*. Dan pada keadaan AC-mati temperatur berada di bawah *setpoint*. Bentuk grafik temperatur ini sesuai dengan pola respons sistem kontrol *on-off*.

Pada grafik temperatur udara ini terlihat adanya lonjakan- lonjakan nilai atau pulsa-pulsa yang terjadi pada saat-saat tertentu. Lonjakan-lonjakan tersebut diperkirakan karena adanya *noise* dari peralatan listrik yang berada di sekitar sistem kontrol. Hal ini tidak terhindarkan karena pada saat yang bersamaan banyak peneliti lain yang beraktivitas.



Gambar 7. Grafik temperature udara ruangan terhadap waktu pembacaan ke- pada $T_s = 21^\circ\text{C}$ dan $\text{Diff} = 2^\circ\text{C}$

Selanjutnya untuk menentukan akurasi perancangan sistem kontrol, perlu didefinisikan kesalahan perancangan (*designing error*). Kesalahan perancangan adalah $|\text{temperatur cut off (data)} - \text{temperatur cut off (rancangan)}|$ atau $|\text{temperatur cut in (data)} - \text{temperatur cut in (rancangan)}|$.

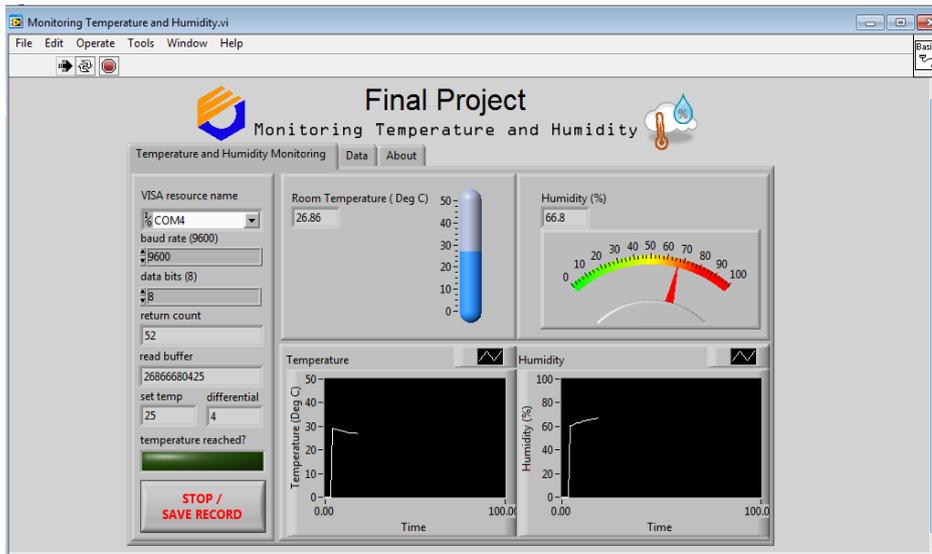
Kemudian dengan menggunakan rumus tersebut didapatkan *error* perancangan pada temperatur *cut off* yaitu $20^\circ\text{C} - 19,98^\circ\text{C} = 0,02^\circ\text{C}$, dan *error* pada temperatur *cut in* yaitu $20,02^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 0,02^\circ\text{C}$. Dalam kasus ini, *error* yang dihasilkan sangat kecil yaitu 0,02. Dengan demikian, dapat dikatakan sistem kontrol yang dibuat cukup akurat. *Error* ini disebabkan *evaporator* tidak dapat segera menghentikan atau melakukan penarikan kalor secara bersamaan dengan perintah atau instruksi dari pengontrol.

3.2 Analisis Monitoring Data

Analisis *monitoring* data terdiri dari *monitoring* data *LabVIEW* dan *monitoring* data *smartphone*.

3.2.1 Monitoring Data LabVIEW

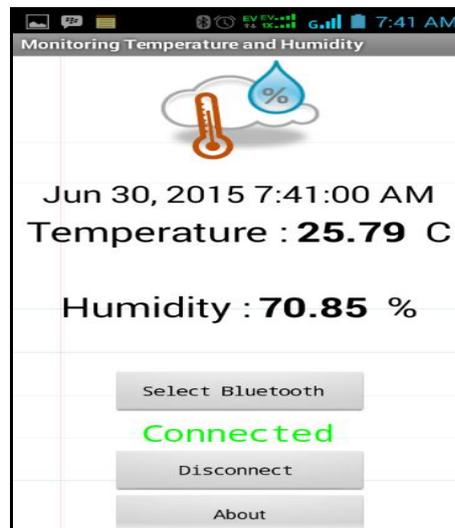
Monitoring data *LabVIEW* adalah *monitoring* data pada monitor *laptop* dengan menggunakan *LabVIEW*. *Monitoring* ini dapat menampilkan secara kontinu data temperatur dan kelembaban relatif untuk *setpoint* temperatur dan *differential control* tertentu. Data ini ditampilkan dalam bentuk seperti pada alat ukur biasa, yaitu berupa angka. Selain itu, data tersebut juga ditampilkan dalam bentuk grafiknya. Gambar 8 menunjukkan data temperatur dan kelembaban relatif untuk *setpoint* temperatur = 25 C dan *differential control* = 4 C [3].



Gambar 8. Monitoring data LabVIEW.

3.2.2 Monitoring Data Smartphone

Monitoring data *smartphone* adalah *monitoring* data pada *smartphone* dengan menggunakan *App Inventor*. *Monitoring* ini dapat menampilkan secara kontinu data temperatur dan kelembaban relatif untuk *setpoint* temperatur dan *differential control* tertentu. Data ini ditampilkan dalam bentuk seperti pada alat ukur biasa, yaitu berupa angka. Pada gambar 9 ditunjukkan data temperatur ruangan dan kelembaban relatif, yaitu *temperature* = 25.79 C dan *humidity* = 70.85% [3].



Gambar 9. Monitoring Data Smartphone

4. KESIMPULAN

Sistem kontrol dan sistem *monitoring* data yang dirancang dan disebut *monitoring* data *Labview* atau *monitoring* data *smartphone* adalah akurat dan lebih menarik. Sistem kontrol *on-off* yang diaplikasikan pada AC *window* mempunyai *error* perancangan sebesar 0,02 °C. Untuk AC yang posisinya tinggi, *setpoint* temperatur dan *control differential* dapat disetel melalui *smartphone*. Jadi tidak perlu naik tangga,

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan selesainya penelitian ini, diucapkan terimakasih banyak pada UPPM Politeknik Negeri Bandung sebagai afiliasi yang telah memberikan dukungan baik berupa pengarahan dan pendanaan. Dan juga diucapkan terima kasih kepada rekan sejawat dan Kepala UPPM Prof. Ir. Sumeru, M.T., Ph.D., atas informasi dan saran-saran yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Eddy E., Markus, and Wina P.S. (2018).” Design of a New On-Off Controller Based on Arduino Uno R3 with Application to Window A/C.” *IPTEK J. of Pro. Series* 2:180-188
- [2]. Eddy E., Rezky S.(2020). “Design of an on-off control system and a new display via internet based on arduino uno r3 with application to window a/c “ *IOP Conf. series Mat. Sc. and Eng.* 830(4) .
- [3]. Ibnu H., Eddy E., Luga M. (2016) “Pengembangan sistem kontrol dan *monitoring* pada AC Window” , Poban.
- [4]. Premeaux E. *Arduino Project to Save the World. Technology in Action.* 2011.
- [5]. Ross D.M., and Robert M. (2009). “Fundamentals of HVAC Control Systems.” *Atlanta : American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning*, p 1791.