

Perancangan Sistem Kontrol Berbasis Arduino Uno pada Dispenser Penyedia Minuman Otomatis

Eddy Erham

Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung

Korespondensi: eddy.erham@polban.ac.id

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan teknologi elektronika digital, membuat banyak orang berharap dapat mengembangkan berbagai fasilitas yang dimiliki suatu alat. Kondisi inilah yang menjadi tantangan bagi para peneliti. Pada penelitian ini akan dikembangkan beberapa fasilitas dispenser dengan cara merancang sistem kontrolnya. Perancangan ini meliputi perancangan kontrol temperatur air minum, kontrol level permukaan air minum di dalam wadah dispenser dan kontrol penuangan air minum otomatis. Untuk itu digunakan komponen-komponen elektronika, Arduino Uno board sebagai pengontrol dan beberapa sensor sebagai detektor dan umpan balik. Arduino ini di-upload dengan program sistem kontrol sehingga dapat berfungsi sebagai pengontrol. Sedangkan, untuk display, yang berfungsi sebagai monitor, digunakan layar Laptop yang didukung PLX-DAQ dan Ms. Excel. Hasil-hasil menunjukkan bahwa respons sistem kontrol telah memenuhi tujuan yang diinginkan. Pertama, temperatur air dapat dipertahankan 8°C meskipun masih mempunyai *error* dalam *range* dari 0°C sampai $0,38^{\circ}\text{C}$. Kedua, penuangan air minum setinggi 5 cm dapat dilakukan secara otomatis, dengan *error* dalam *range* dari 0,2 cm sampai 0,5 cm. Dan ketiga, wadah air minum dapat menyediakan air minum tanpa mengalami keadaan kosong atau melimpah.

Kata Kunci: Dispenser, Arduino, sistem kontrol, penuangan otomatis, kontrol level.

ABSTRACT

The accelerated development of digital electronic technology, make many people hope that can develop various facilities of a device. This condition become challenge for researchers. In this paper was developed some facilities of dispenser by designing its control system. The design includes of control system for temperature of drinking water, for the water level in a container and for pouring the water automatically. To do this, it was used electronic components, an Arduino Uno as a controller and some sensors as detectors and feedbacks. The Arduino was uploaded a control system program so that can function as controller. Whereas, for display, that work as monitor, was used Laptop which is supported PLX-DAQ and Ms. Excel. The results showed that control system responses have satisfied desired objectives. First, water temperature can be maintained at 8°C , though still have error in range from 0°C to 0.38°C . Second, pouring the water as high as 5 cm can be performed automatically, with error in range from 0.2 cm to 0.5 cm. And finally, the container of water can provide the water without having any empty or overflow condition.

Key words: Dispenser, Arduino, control system, pouring automatically, level control.

1. PENDAHULUAN (10 PT)

Dispenser adalah alat penyedia minuman dingin dan panas. Untuk menangani bagian pendinginannya, dapat digunakan sistem refrigerasi kompresi uap. Biasanya sistem refrigerasi ini di-set pada rentang temperatur 5°C - 15°C yaitu sesuai dengan kebutuhan [1]. Untuk mengkonsumsi air dari dispenser ini tinggal ditekan kerannya saja. Akan tetapi, ketika wadah air telah kosong, perlu diisi kembali. Dilain pihak, pesatnya perkembangan teknologi elektronika digital, membuat banyak orang berharap dapat mengembangkan berbagai fasilitas yang dimiliki suatu alat. Tak terkecuali juga pengembangan beberapa fasilitas yang ada di dispenser. Kondisi inilah yang menjadi tantangan bagi para peneliti. Berkaitan dengan hal ini, beberapa peneliti seperti Sonya Istocka telah berhasil merancang dispenser minuman otomatis [6]. Tetapi, penuangan air minum pada dispenser ini tidak dilakukan full otomatis dan masih membutuhkan peran user untuk membuka keran air. Otomatisasi hanya dirancang untuk menutup keran ketika air di dalam gelas sudah penuh.

Peneliti yang lain, Mohita P. et. al telah berhasil merancang sistem monitoring level air minum di dalam dispenser sehingga dapat mengetahui kapan wadah air tersebut perlu diisi kembali [3]. Tetapi, sayangnya pengisiannya masih dilakukan secara manual.

Kemudian, pada tahun yang sama Stanley O. and Benjamin U.O. telah berhasil merancang dan mengembangkan dispenser adaptasi sehingga dapat menghemat energi listrik. Untuk penghematan energy ini digunakan Inverter [7].

Untuk turut berpartisipasi, dalam penelitian ini akan dikembangkan beberapa fasilitas dispenser dengan cara merancang sistem kontrolnya. Perancangan ini meliputi perancangan kontrol temperatur air minum, kontrol level permukaan air minum di dalam wadah dan kontrol penuangan air minum otomatis.

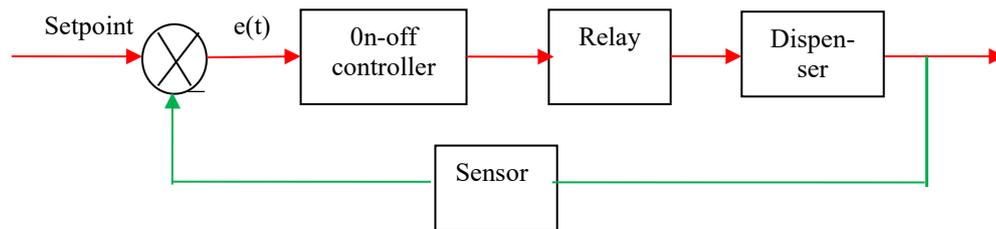
Untuk itu, akan digunakan komponen elektronika, Arduino Uno, sebagai pengontrol dan beberapa sensor sebagai detektor dan umpan balik. Arduino ini akan di-upload dengan program pengontrolan yang isinya sesuai dengan sistem kontrol yang dirancang. Dengan demikian, Arduino dapat berfungsi sebagai pengontrol.

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini, dispenser secara otomatis dapat menuangkan air minum ke dalam gelas tanpa perlu menekan keran. Selain itu, dapat mempertahankan level air minum di dalam wadah dengan cara mengontrol suplai air dari sumber air luar sehingga air tidak tumpah karena kepenuhan dan isi dispenser tidak pernah kosong. Tambahan pula, temperatur air tetap dingin, karena air yang lama disirkulasikan dan diganti dengan air baru yang telah didinginkan.

Selanjutnya, pada subbagian 1.1 dan subbagian 1.2 akan di-review secara berturut-turut teori dasar yang akan digunakan sebagai referensi pada metoda penelitian dan pada hasil dan analisis.

1.1 Sistem Kontrol On-Off

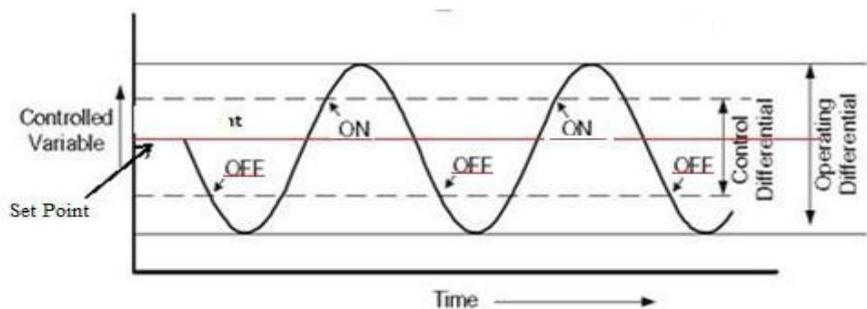
Sistem kontrol adalah sistem yang mempunyai pengontrol (*controller*) yang berfungsi untuk mengkoreksi kesalahan (error) respons sehingga diperoleh respons yang mendekati nilai input yang diinginkan [2]. Gambar 1 menunjukkan diagram blok sistem kontrol. Dalam hal ini digunakan pengontrol on-off. Contoh pengontrol ini adalah thermostat.



Gambar 1. Diagram blok sistem kontrol

1.2 Respons Sistem Kontrol On-Off

Respons sistem kontrol On-Off ditunjukkan pada Gambar 2. Setpoint adalah input yang diinginkan dan nilainya konstan. Dengan adanya system control, diharapkan nilai output sama dengan input yang diinginkan. Akan tetapi faktanya, output hanya dapat mendekati nilai input atau hampir sama. Output nampak berfluktuasi terhadap setpoint. Jadi, nilai output adalah dari $T_{cut-off} = [\text{setpoint} - (\text{control dif}/2)]$ sampai $T_{cut-in} = [\text{setpoint} + (\text{control dif}/2)]$.



Gambar 2. Respons sistem kontrol On-Off [5].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama, melakukan perancangan dan implementasi system control dari dispenser. Setelah itu, dilanjutkan tahap kedua, menguji performansi system control yang dirancang. Pengujian ini meliputi pengambilan data, pangamatan data serta pengolahan data dan analisis data.

Perancangan sistem kontrol ini terdiri dari dua bagian, yaitu perancangan hardware dan software. Perancangan hardware meliputi pemilihan kontroler, sensor, dan relay. Kontroler adalah suatu komponen untuk mempertahankan suatu besaran konstan. Itu biasanya merupakan komponen mekanik-listrik atau suatu rangkaian elektronik, misalnya thermostat. Akan tetapi, saat ini prinsip kerjanya bisa diadopsi ke dalam program komputer sehingga komputer dengan program yang terkait bisa berfungsi sebagai kontroler. Hal ini disebut sistem kontrol berbasis komputer. Perancangan ini fokus pada komponen-komponen utama yang terkait pada sistem control, yaitu Arduino, sensor, dan display. Untuk menampilkan data digunakan layar Laptop. Kemudian, semua komponen diintegrasikan dalam bentuk wiring diagram.

Sedangkan, perancangan software adalah perancangan program komputer untuk membuat kontroler On-Off sehingga program ini bisa merepresentasikan karakter dari thermostat. Untuk melakukan hal ini, dimulai dengan merancang sebuah flowchar dari kontroler tersebut.

Selanjutnya, dilakukan integrasi hardware dan software yang telah dirancang sebelumnya. Untuk itu, program pengontrolan yang isinya sesuai dengan sistem kontrol yang dirancang di-upload ke dalam Arduino. Setelah itu, sistem kontrol yang telah dirancang diinstalasi pada dispenser yang ada.

3.1. Perancangan Hardware

Dalam perancangan ini, perancangan fokus pada perancangan komponen-komponen utama yang terkait pada system control. Komponen-komponen utama adalah Arduino, sensor, dan *display*. Itu dijelaskan secara singkat alasan-alasan dalam pemilihannya. Untuk menampilkan data digunakan monitor Laptop. Sedangkan, komponen-komponen yang lain ditunjukkan secara langsung lintasan-lintasan hubungannya ke Arduino yang bisa ditelusuri melalui diagram *wiring* dari perancangan hardware keseluruhan.

3.1.1 Pemilihan Kontroler

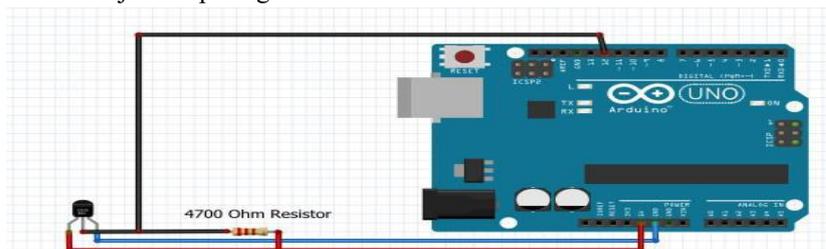
Arduino meliputi sebuah *microcontroller* yang berfungsi sebagai sebuah komputer. Jadi, dia bisa digunakan untuk memproses program komputer. Catat bahwa, sebuah *microcontroller* bukan sebuah *controller* dalam pengertian disiplin sistem kontrol. Karena, dalam paper ini dirancang controller on-off dengan menggunakan program, maka dipilih Arduino Uno seperti ditunjukkan pada gambar 3. Arduino juga dilengkapi dengan *static random-access memory* (SRAM) untuk memegang data dan *flash memory*, dan *erasable programmable read-only memory* (EPROM) untuk menyimpan program.



Gambar 3. Arduino UNO R3 board [4]

3.1.2. Pemilihan Sensor Temperatur.

Untuk mengukur temperatur kompartemen dipilih sebuah sensor DS18B20. Sensor ini tahan terhadap air dan cukup akurat sehingga dapat ditempatkan didalam air minum. Koneksi sensor DS18B20 dengan Arduino Card ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Koneksi Sensor DS18B20 ke Arduino Card

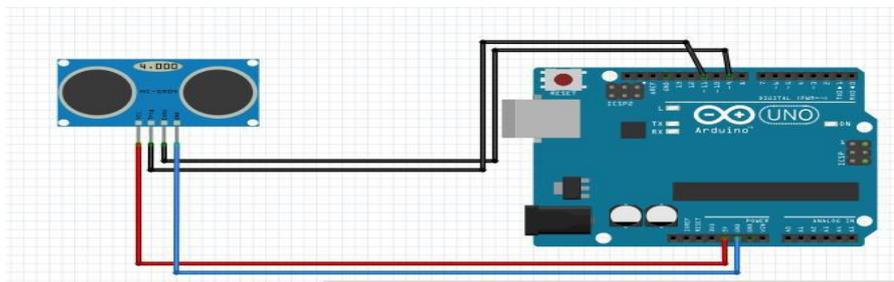
Sensor DS18B20 sebagai sensor temperatur memiliki koneksi dan warna kabel yang berbeda sesuai dengan fungsi masing-masing kabel seperti yang terdapat pada Tabel 1

Tabel 1. Koneksi Sensor DS18B20 ke Arduino Card

No	Sensor DS18B20	Arduino Card	Warna Kabel
1.	Vcc	5V	Merah
2.	GND	GND	Biru
3.	DQ	Pin 2	Hitam

3.1.3 Pemilihan Sensor Jarak

Untuk mengukur tinggi air minum dipilih sebuah sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ini adalah untuk mengukur jarak dari sensor ke posisi suatu benda. Jadi, untuk mengukur tinggi permukaan air minum, dilakukan pengukuran jarak ketika wadah belum berisi air minum dengan jarak ketika wadah sudah berisi air. Selisih jarak ini merupakan tinggi air minum yang diukur. Koneksi sensor ultrasonik HC-SR04 dengan Arduino Card ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5 Diagram Perakitan Sensor HC-SR04 ke Arduino Card

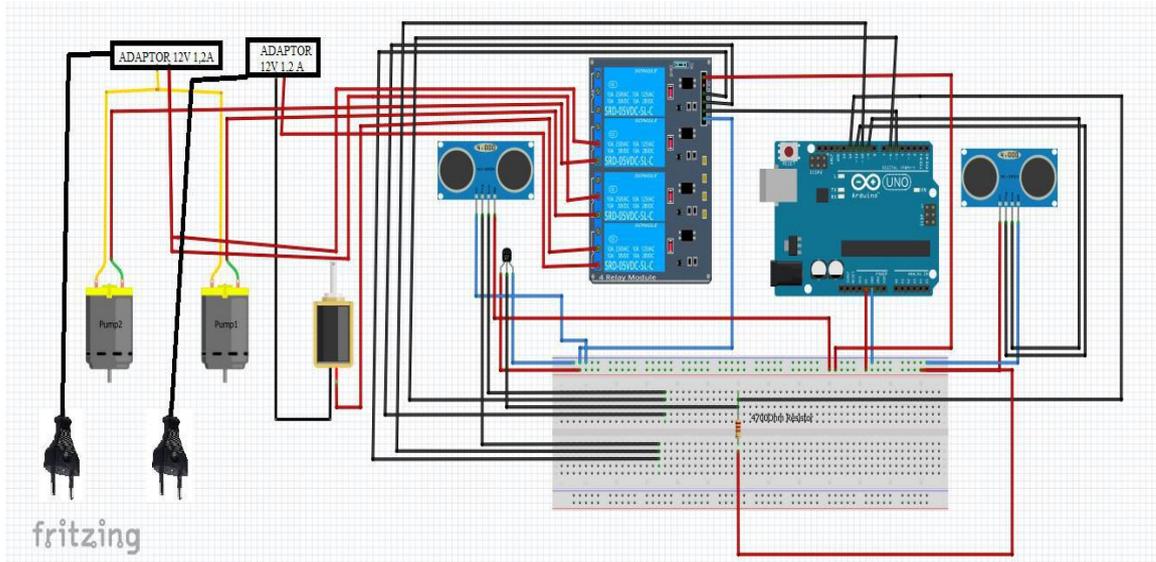
Sensor HC-SR04 sebagai sensor jarak memiliki koneksi dan warna kabel yang berbeda sesuai dengan fungsi masing-masing kabel seperti yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Koneksi Sensor HC-SR04 ke Arduino Card

No	Sensor HC-SR04	Arduino Card	Warna Kabel
1.	Vcc	5V	Merah
2.	GND	GND	Biru
3.	Echo	Pin 6,9	Hitam
4.	Trig	Pin 10,11	Hitam

3.1.4. Perancangan Hardware Keseluruhan

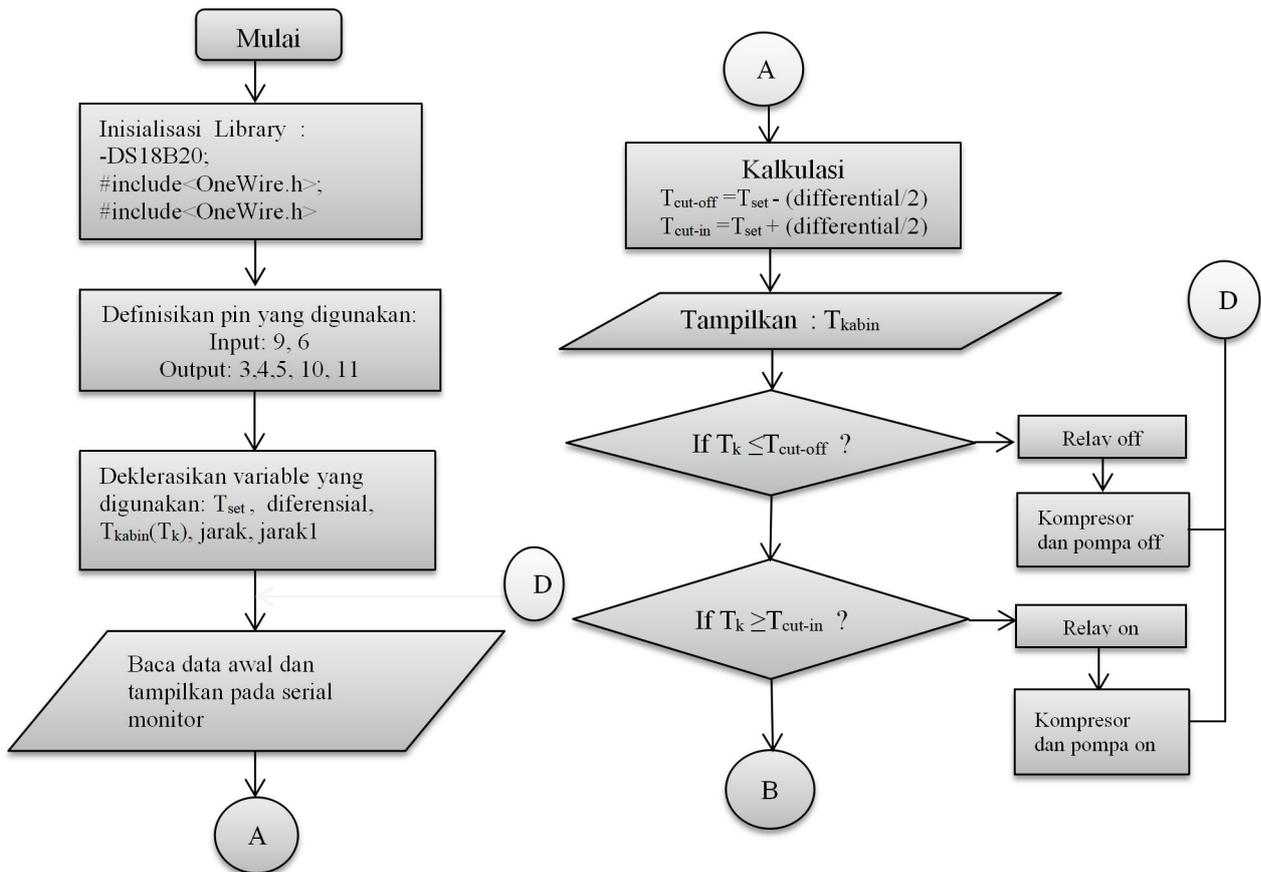
Gambar3.4 menunjukkan bagaimana cara semua komponen hardware diintegrasikan menjadi satu kesatuan dalam bentuk diagram *wiring*. Dalam diagram ini semua komponen ditampilkan dan ditunjukkan koneksi-koneksinya kecuali Laptop, yang koneksinya telah disediakan sebuah slot khusus dan kabel USB, tidak diperlihatkan. Arduino Uno sebagai pengontrol dihubungkan langsung ke sensor temperature DS18B20, *relay* dan Laptop. Akantetapi, karena Arduino tidak bisa dihubungkan langsung pada pompa dan solenoid valve, maka untuk menghidupkan atau mematikannya harus dilakukan melalui relay.

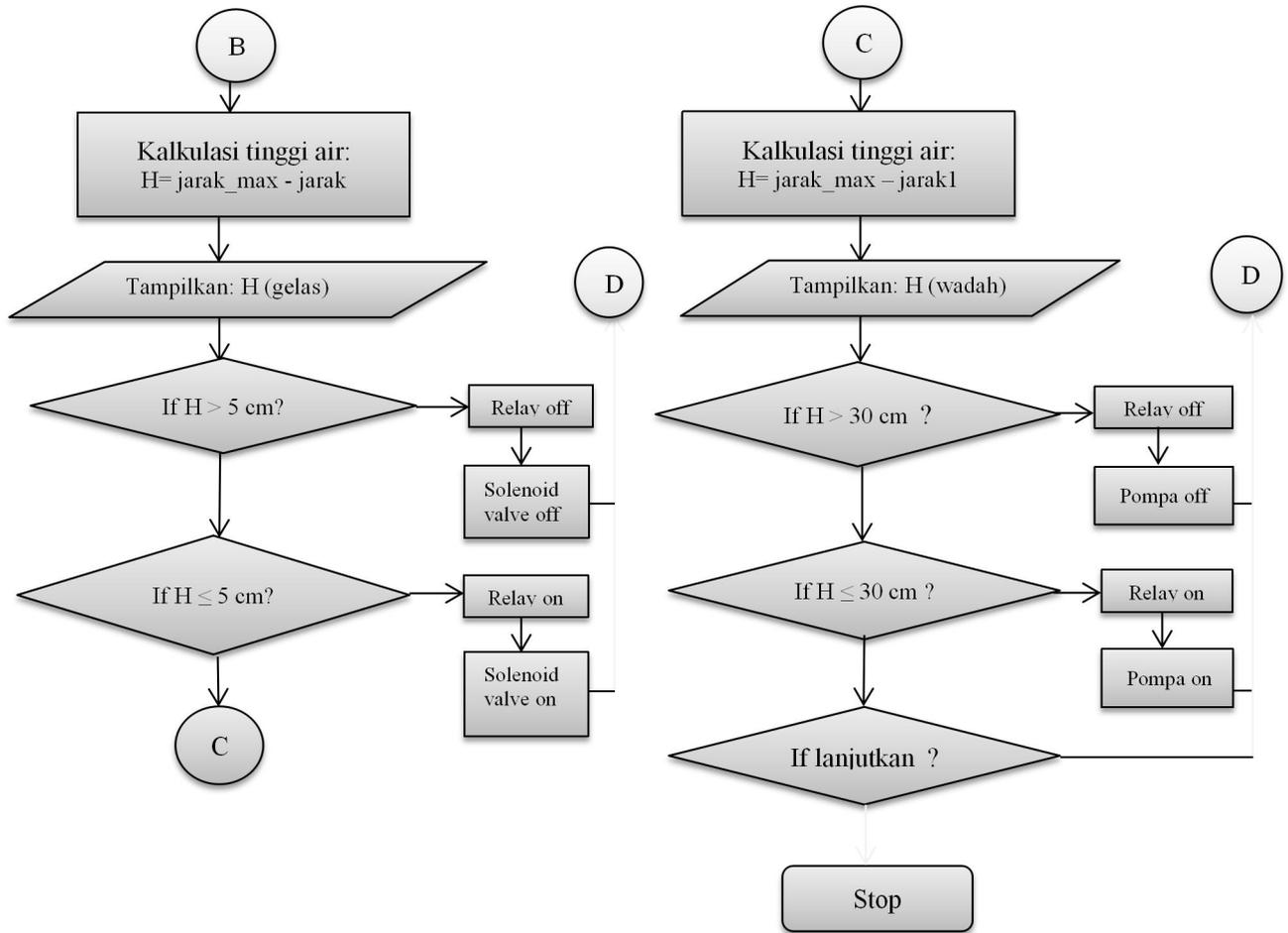


Gambar 6. Diagram *wiring* sistem keseluruhan

3.2 Flowchart

Perancangan program dilakukan berdasarkan *flowchart* yang ditunjukkan pada gambar 7. *Flowchart* ini terdiri dari tiga bagian utama. Bagian pertama, memuat logika untuk menjaga agar air dalam wadah tidak tumpah. Kedua, memuat logika untuk penuangan air minum secara otomatis. Dan ketiga, untuk mempertahankan temperature air minum agar tetap konstan digunakan pengontrol on-off.



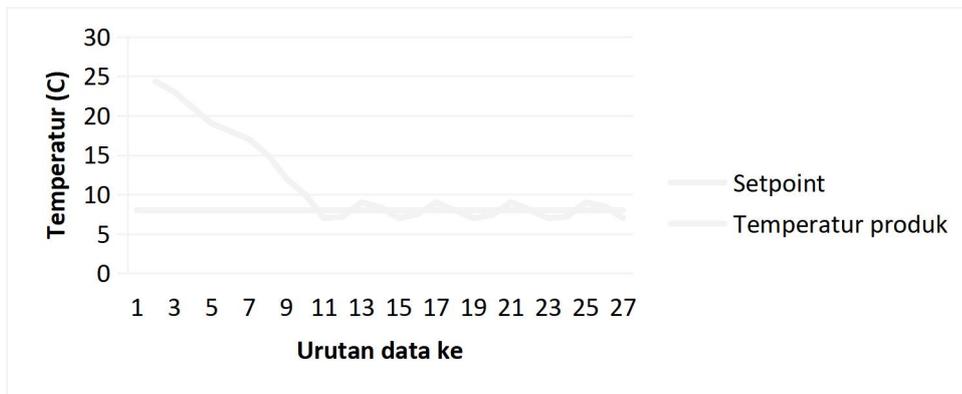


Gambar7. Flowchart untuk perancangan program

3. HASIL DAN ANALISIS (10 PT)

3.1 Analisis Respons Sistem Kontrol untuk Temperatur Produk

Untuk menentukan akurasi dari sistem kontrol on-off yang diusulkan dilakukan pengukuran data temperatur produk dan kemudian dianalisis. Dalam hal ini, temperatur setpoint 8°C dan differential sebesar 2°C, kemudian grafik respons sistem kontrol on-off diselidiki dan dibahas.



Gambar 8. Grafik respons sistem kontrol on-off untuk temperatur produk

Gambar 8 menunjukkan bahwa grafik respons yang merupakan temperature produk berfluktuasi terhadap temperatur setpointnya. Pada awalnya, temperatur produk sebesar $24,31^{\circ}\text{C}$, kemudian kompresor memulai proses pendinginan dan temperatur turun menjadi lebih rendah. Ketika temperatur mencapai temperatur cut-off 7°C , kompresor stop bekerja sehingga proses pendinginan juga berhenti. Akibatnya, terjadi proses sebaliknya temperatur menjadi naik. Ketika temperatur mencapai temperatur cut-in $9,38^{\circ}\text{C}$, kompresor mulai bekerja lagi sehingga proses pendinginan juga mulai kembali dan temperature menjadi turun lagi. Jadi, respons sistem kontrol on-off mempunyai pola seperti ini untuk mempertahankan temperatur produk 8°C . Catat bahwa pada saat kompresor stop bekerja, relay dan pompa juga di-stop sehingga aliran produk ke wadah berhenti. Sebaliknya, ketika kompresor bekerja, maka aliran produk dialirkan ke wadah.

Selanjutnya, akurasi dari sistem kontrol on-off yang dirancang ditentukan dari *error* yang terjadi pada saat temperatur *cut-in* dan temperatur *cut-off* tercapai. Untuk itu, didefinisikan *error* adalah $[T_{\text{aktual}} - T_{\text{cut-in}}]$ atau $[T_{\text{cut-off}} - T_{\text{aktual}}]$. Dari grafik pada Gambar 4.1 didapat *error* pada $T_{\text{cut-off}} = T_{\text{cut-off}} - T_{\text{aktual}} = 7 - 7 = 0^{\circ}\text{C}$ dan *error* pada $T_{\text{cut-in}} = T_{\text{aktual}} - T_{\text{cut-in}} = 9,38 - 9 = 0,38^{\circ}\text{C}$. Jadi, sistem kontrol on-off ini mempunyai range *error* dari 0°C sampai $0,38^{\circ}\text{C}$. Jika dibandingkan dengan thermostat yang biasanya memiliki *error* dari $0,5^{\circ}\text{C}$ sampai $0,95^{\circ}\text{C}$, maka sistem kontrol ini adalah cukup akurat.

4.2 Penuangan Air Minum Otomatis dan Ketersediaan Air Minum

Ketika cangkir diletakkan di bawah keran, beberapa detik kemudian keran terbuka dan air minum dapat mengalir secara otomatis. Setelah tinggi air di dalam cangkir mencapai 5 cm, keran mulai tertutup kembali. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali, dan didapati hasil yang hampir sama, yaitu dengan *error* dari 0,2 cm sampai 0,5 cm. Begitu pula, sistem kontrol dapat menjaga ketinggian air di dalam wadah sehingga air tidak pernah tumpah dan selalu tersedia.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyediakan fasilitas tambahan pada dispenser. Itu bisa dipertimbangkan sebagai opsi dalam pemilihan dispenser. Hasil-hasil menunjukkan bahwa respons sistem telah memenuhi tujuan yang diinginkan. Pertama, temperatur air dapat dipertahankan 8 C meskipun masih mempunyai *error* dalam range dari 0°C sampai $0,38^{\circ}\text{C}$. Jika dibandingkan dengan thermostat yang biasanya memiliki *error* $0,5^{\circ}\text{C}$ sampai $0,95^{\circ}\text{C}$, maka sistem kontrol ini adalah cukup akurat. Kedua, penuangan air minum setinggi 5 cm dapat dilakukan secara otomatis, dengan *error* dalam range dari 0,2 cm sampai 0,5 cm. Dan ketiga, wadah air minum dapat menyediakan air minum tanpa mengalami keadaan kosong atau melimpah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andrew DA., Carl T. Modern Refrigeration and Air Conditioning. South Holland Illinois : The Goodheart-Willcox Company. 2004.
- [2] Eddy E, Markus, Wina PS. Design of a New On-Off Controller Based on Arduino Uno R3 with Application to Window
A/C. IPTEK J. of Pro. Series. 2018; 2:180-188
- [3] Mohita P . Water Level Monitoring System in Water Dispensers using IoT Int. Research J. of Eng. And Tech. 2018; 5(4):
1217 – 1220.
- [4] Premeaux E. Arduino Project to Save the World. Technology in Action. 2011.
- [5] Ross DM, Robert M . Fundamentals of HVAC Control Systems. Atlanta : American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning. 2009: p 1791.
- [6] Sonya I . Automated Beverage Dispenser. Honors Research Projects. 2015: 87.
- [7] Stanley O. and Benjamin U.O.. Design and Development of Adaptable Hot and Cold Water Dispenser with Inbuilt Inverter for Rural Communities in Nigeria. American J. of Eng. Research. 2018; 7(5) :34 - 41