

RANCANG BANGUN ALAT PENYEDUH MINUMAN SACHET OTOMATIS PADA DISPENSER AIR DENGAN KONTROL ARDUINO MEGA 2560

Reni Listiana¹⁾, Muhammad Habiburrahman Ghozali²⁾

¹⁾²⁾ Teknik Otomasi, Politeknik TEDC Bandung

Email: renilistiana@yahoo.com¹⁾, rahmanghozali.rg@gmail.com²⁾

Abstrak

Dispenser air adalah salah satu peralatan rumah yang digunakan untuk menyalurkan air dari dalam galon ke dalam wadah air lainnya seperti gelas, mangkuk, dll. Pemanfaatan air ini tidak hanya untuk air minum yang diambil langsung dari dalam galon saja, namun bisa juga digunakan untuk menyeduh minuman lainnya seperti susu, teh, kopi, dll yang kini sudah tersedia dalam kemasan sachet biasanya berisi bubuk/*powder*. Dalam penyeduhannya, waktu yang diperlukan ± 1 menit hingga selesai dengan kondisi membuka sachetnya mudah, air panasnya sudah tersedia, dan pengaduknya tersedia pula. Namun membuka sachet tidak selalu mudah sehingga perlu gunting untuk membukanya. Lalu ketersediaan air panas juga tidak selalu siap sedia sehingga perlu waktu memanaskan air baik dengan *dispenser* air listrik atau kompor dan juga memerlukan sendok atau pengaduk lain untuk mengaduknya. Dengan demikian, perlu alat yang siap digunakan untuk membuka sachet, menyediakan dan mengisi air panas ke gelas, dan mengaduk minuman serta mengotomatisasi tiap prosesnya agar lebih mudah. Dengan pengotomatisasian proses tersebut menggunakan Arduino Mega 2560, proses menyeduh minuman sachet hanya memerlukan waktu antara 1 – 3 menit dengan pembuka sachet, pemanas air, dan pengaduk yang sudah tersedia dalam 1 mesin.

Kata kunci: dispenser, otomatisasi penyeduhan minuman sachet, arduino mega 2560

I. PENDAHULUAN

Dispenser air adalah alat rumah tangga yang biasa digunakan sebagai alat untuk menyediakan air minum. Layaknya penampungan air, terdapat keran yang digunakan untuk mengambil air dan kemudian ditampung dalam wadah air lainnya seperti gelas, cangkir, mug, mangkuk, dsb.

Pemanfaatan air pada *dispenser* ini tidak hanya untuk air minum yang diambil langsung dari dalam galon saja, namun bisa juga digunakan untuk menyeduh minuman lainnya seperti susu, teh, kopi, dll yang kini sudah tersedia dalam kemasan sachet biasanya berisi bubuk/*powder* dan memerlukan air antara 125 - 200 mL dalam penyeduhannya. Dalam penyeduhannya secara manual, waktu yang diperlukan ± 1 menit hingga selesai dengan kondisi membuka sachetnya mudah, air panasnya sudah tersedia, dan pengaduknya tersedia pula.

Namun membuka sachet tidak selalu mudah sehingga perlu gunting untuk membukanya. Lalu ketersediaan air panas juga tidak selalu siap sedia sehingga perlu waktu memanaskan air baik dengan *dispenser* air listrik atau kompor dan juga memerlukan sendok atau pengaduk lain untuk mengaduknya. Dengan demikian, perlu alat yang siap digunakan untuk membuka sachet, menyediakan dan

mengisi air panas ke gelas, dan mengaduk minuman serta mengotomatisasi tiap prosesnya agar lebih mudah.

Adapun tujuan yang ingin dicapai oleh penulis sebagai berikut :

1. Menambah fungsi *dispenser* air guci.
2. Mempermudah proses membuka bungkus sachet, memanaskan air, mengisi air ke gelas, dan mengaduk minuman hanya dalam 1 alat sehingga lebih praktis.

Dengan mengotomatisasi dan ketersediaan komponen untuk memprosesnya, membuat proses menyeduh minuman sachet menjadi lebih cepat dan lebih efisien waktunya dibandingkan manual.

II. LANDASAN TEORI

Pada alat ini menggunakan : Arduino Mega 2560, catu daya, pompa diaphragma, LCD, relay, elemen pemanas, sensor suhu, sensor elektroda, saklar (push button), buzzer, AC-DC adaptor 12 Volt, motor servo, pengaduk mini, motor DC gear box, motor brushless DC, Servo tester, blower, heatsink,

Arduino adalah *board* berbasis mikrokontroler atau papan rangkaian elektronik yang bersifat *open source* (fungsinya ditentukan oleh penggunaannya)

yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler atau IC (*Integrated Circuit*) dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel yang bisa diprogram menggunakan computer.

Arduino Mega mendapat power melalui koneksi USB atau dengan Catu daya Eksternal. Daya Eksternal (*non-USB*) dapat diperoleh dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya plug pusat-positif 2.1 mm ke dalam board penghubung listrik. Atau cara lainnya adalah dengan menghubungkan Lead dari beterei ke header pin GND dan Vin dari konektor Power.

Pompa adalah alat untuk memindahkan fluida dari tempat satu ke tempat lainnya yang bekerja atas dasar mengkonversikan energi mekanik menjadi energi kinetik. Energi mekanik yang diberikan alat tersebut digunakan untuk meningkatkan kecepatan, tekanan atau elevasi (ketinggian).

LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD (*liquid crystal display*) bisa memunculkan gambar atau dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (*piksel*) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri.

Relay adalah saklar elektrik yang dapat membuka atau menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektrik lain. Sebuah relay tersusun atas kumparan, pegas, saklar (terhubung pada pegas) dan 2 kontak elektrik (*normally close* dan *normally open*).

Elemen pemanas listrik adalah suatu alat yang digunakan untuk merubah energi listrik menjadi energi panas. Perubahan ini terjadi jika pada kawat elemen teraliri arus listrik sehingga elemen akan menghasilkan panas.

Sensor suhu DS18B20 merupakan perangkat pengukur suhu dalam satuan derajat celcius yang memiliki ADC 12 bit. Komunikasi protokol sensor DS18B20 ini melalui bus 1-*wire* (w1).

Saklar push button merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan dua titik atau lebih dalam suatu rangkaian elektronika. Salah satu jenis saklar adalah saklar *Push Button* yaitu saklar yang hanya akan menghubungkan dua titik atau lebih pada saat tombolnya ditekan dan pada saat tombolnya tidak ditekan maka akan memutuskan dua titik atau lebih dalam suatu rangkaian elektronika.

Buzzer adalah komponen elektronik yang menghasilkan bunyi akibat dari suatu getaran yang dihasilkan oleh getaran membran karena diberi tegangan. Biasanya *buzzer* dijadikan alat untuk memberikan peringatan melalui suara. *Buzzer* yang

sering ditemukan dan digunakan adalah *Buzzer Piezoelektric*, hal ini dikarenakan harganya yang murah, mudah digunakan.

Adaptor AC-DC adalah alat yang mengubah tegangan dari tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi DC (*Direct Current*). Berfungsi untuk menyuplai rangkaian atau komponen elektronik yang bertegangan DC dari sumber AC.

Motor *Servo* adalah jenis motor DC dengan sistem umpan balik tertutup yang terdiri dari motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol, dan *potensiometer*. Fungsi *potensiometer* dalam *servo* yaitu untuk menentukan batas sudut dari putaran *servo*.

Mixer atau pengaduk merupakan alat yang digunakan untuk mengaduk atau mencampurkan sesuatu baik padatan ataupun cairan. Saat ini pengaduk sudah ada yang menggunakan listrik bahkan dengan listrik yang dihasilkan oleh baterai. Karena menggunakan baterai maka ukurannya pun lebih kecil dan ringan dari pengaduk yang bertegangan AC. Pengaduk ini berputar akibat putaran motor DC yang diberi tegangan dari baterai sehingga dalam penggunaannya hanya cukup dengan menekan saklar agar motor mendapat tegangan.

Motor DC *Gearbox* adalah motor DC yang dimodifikasi agar menghasilkan torsi yang besar dengan tegangan yang kecil. Umumnya motor ini beroperasi pada tegangan 3-12 volt sehingga dalam penggunaannya bisa menggunakan baterai. Motor ini terdiri dari motor dc yang dihubungkan dengan serangkaian *gear* di dalam kotak sehingga *output shaft* dari motor tersebut memiliki putaran yang lambat namun dengan torsi yang lebih besar dari sebelumnya akibat manipulasi perputaran *gear*.

Motor *Brushless* DC atau motor tanpa *brush/sikat* adalah motor yang berputar tanpa adanya kontak fisik dengan sikat karbon sehingga putarannya tidak terdapat hambatan gesek yang besar akibat bergesekan dengan sikat.

Servo Tester merupakan alat yang digunakan untuk mengecek motor *servo*, perputaran motor brushless menggunakan ESC, atau komponen lainnya yang menggunakan *duty cycle* untuk menggerakannya.

Kipas atau *blower* yaitu alat yang berfungsi untuk menghembuskan udara yang masuk dari *inlet* ke *outlet*. *Blower* terdiri dari sebuah baling-baling yang terpasang langsung pada rotor sehingga dapat berputar dan menghembuskan udara. *Blower* biasanya menggunakan motor brushless agar tidak terjadi hambatan gesek yang besar dan menyebabkan kurangnya laju hembusan udara.

Heatsink yang panas akibat perpindahan kalor dari prosesor akan didinginkan dengan cara dihembuskan udara oleh *blower* yang terpasang di depannya dan terus dihembuskan supaya mendingin.

III. METODE PENELITIAN

Metode ini dilakukan dengan cara mempelajari seluruh komponen-komponen penunjang *dispenser* dan alat yang akan dibuat.

1. Perancangan Alat

Metode ini merupakan tahap awal dalam pembuatan alat dan tindak lanjut dari tahap perancangan, yaitu merealisasikan alat sesuai dengan tujuan.

2. Analisis Alat

Dalam metode ini berbagai macam data yang terjadi akibat dari berbagai kondisi yang terdapat pada alat dicatat dan dipelajari.

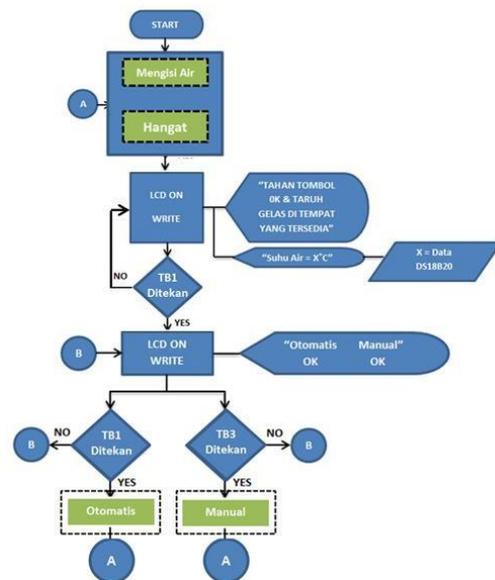
3. Pengambilan Data

Dengan melakukan serangkaian percobaan pada alat, sehingga didapat data yang ingin dicapai dan dapat mengetahui karakteristik dari alat tersebut.

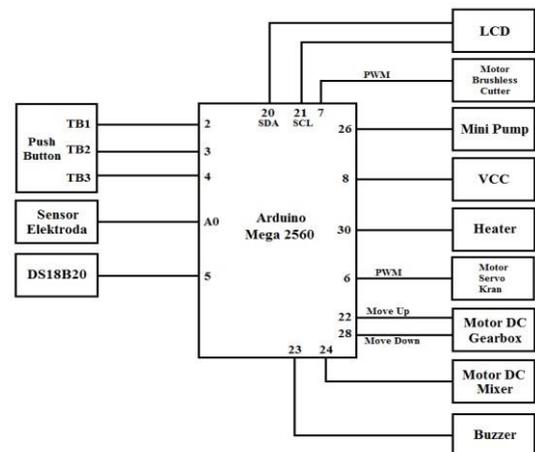
IV. HASIL DESAIN & REALISASI ALAT

Alat ini merupakan alat penyeduhan minuman sachet yang berisi bubuk. Dari mulai membuka sachet, memasukkan bubuk ke dalam gelas, menentukan volume air, menentukan suhu air untuk menyeduh minuman tersebut, hingga mengaduk, semuanya sudah tersedia dalam menu yang ditampilkan oleh LCD.

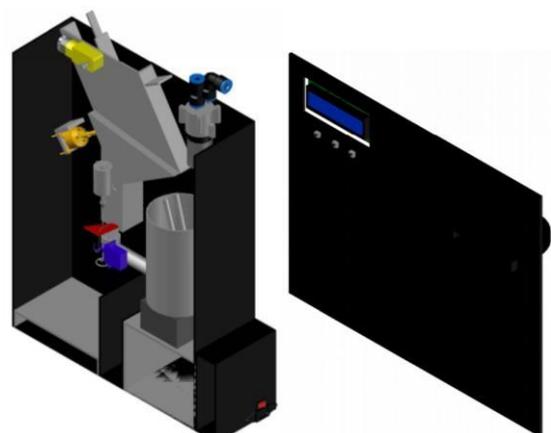
Alat penyeduh ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengontrolnya, LCD 16x2 untuk menampilkan menu, 3 *push button* untuk memilih dan mengeksekusi menu, *buzzer* untuk pemberitahuan melalui suara, *motor brushless* dengan *mini rotating saw* (mata gergaji putar berukuran kecil untuk membuka sachet, pompa diafragma untuk menghisap air dari dispenser atau wadah air lainnya ke tabung pemanas air, sensor elektroda untuk menentukan volume air berdasarkan ketinggian tabung pemanas air, elemen pemanas untuk memanaskan air, sensor DS18B20 untuk mengatur suhu air, *blower* untuk menghembuskan/ membuang uap air dari tabung pemanas keluar alat, *motor servo* untuk membuka keran, *motor DC gearbox* untuk naik-turun *mixer*, dan *motor DC* untuk mengaduk.



Gambar 1. Flow Chart Proses



Gambar 2. Skema penggunaan I/O



Gambar 3. Hasil mendesain alat



Gambar 4. Hasil membangun alat

PEMBAHASAN

Air merupakan senyawa ionik yang dapat menghantarkan listrik meskipun air adalah senyawa ionik yang termasuk lemah. Agar air bisa dialiri listrik maka diperlukan konduktor lain untuk memberi aliran listrik dan menerima aliran listrik. Pada alat ini, pemberi dan penerima listrik berbahan *stainless steel*, tepatnya adalah lempengan sendok *stainless steel* yang telah dimodifikasi dan air digunakan untuk meneruskan aliran listrik. Komponen yang digunakan bisa kita sebut sebagai sensor elektroda.

Alat ini diatur agar air yang dihasilkan bervolume 150mL dengan suhu 40 - 78°C. Dalam menentukan volume air, bisa kita gunakan rumus bangun ruang. Dengan mengukur luas alas dari penampung air, maka untuk mengetahui volume kita hanya perlu menentukan ketinggian air dalam penampung.

Penampung air yang digunakan berbentuk tabung sehingga rumusnya :

$$Volume = Luas Alas \times t \dots\dots\dots (1)$$

$$Volume = (\pi \times r \times r) \times t \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

n = konstanta lingkaran (*phi*)

r = jari-jari lingkaran

t = tinggi bangun ruang

Tabung yang digunakan berdiameter 8 cm atau jari-jari 4 cm dengan tinggi 14,5 cm sehingga volume total yang bisa ditampung oleh tabung ini sebanyak :

$$Volume = (\pi \times 4 \times 4) \times 14,5$$

$$Volume = 728,85 \text{ mL}$$

Untuk menentukan ketinggian air dengan volume 150mL, maka hanya perlu melakukan perpindahan ruas dalam rumus sehingga rumus menjadi :

Volume

$$t = \frac{\text{Volume}}{\pi \times r \times r}$$

$$150\text{mL}$$

$$t = \frac{150}{\pi \times 4 \times 4}$$

$$t = 2,98 \text{ atau dibulatkan menjadi } 3\text{cm}$$

Dari perhitungan dan pembulatan nilai, untuk mencapai volume 150mL perlu melakukan pengisian air hingga ketinggian air berada pada 3cm dari dasar tabung pemanas.

Setelah mengetahui ketinggian yang diperlukan, maka peletakkan *stainless steel* perlu diatur agar saat air menyentuh *stainless steel* berada pada ketinggian 3 cm untuk menghasilkan volume 150 mL.

Namun ketinggian tersebut belum bisa merendam elemen pemanas yang terpasang pada tabung dengan tinggi minimal 4,3 cm dan maksimal 8 cm. Jika tidak terendam elemen pemanas tersebut akan terbakar dan rusak akibat panas yang dihasilkan. Oleh sebab itu, agar elemen pemanas terendam, maka ketinggian air diatur tetap yaitu pada ketinggian 7,3 cm.

Dengan tetapnya ketinggian air, maka peletakkan *stainless steel* diatur pada ketinggian 7,3cm. Dengan demikian, untuk menghasilkan air bervolume 150 mL kita hanya perlu mengeluarkan air dari tabung pemanas sebanyak 3cm. Sehingga sisa air dalam tabung :

$$7,3\text{cm} - 3\text{cm} = 4,3\text{cm}$$

Proses pengurangan air ini hanya dengan cara membuka kran air selama 9 detik hingga air berkurang ketinggiannya sebanyak 3 cm atau sebanyak ±150 mL.

Pertama Kali Digunakan

Tabel 1. Hasil proses pertama kali digunakan

PERTAMA KALI DIGUNAKAN				
MENGISI AIR	MEMANASKAN AIR			
DURASI	SUHU AIR			DURASI
	AWAL	SET POINT	AKHIR	
0 : 40 : 95	23 °C	43 °C	49 °C	1 : 21 : 38

SETELAH PERCOBAAN yang PERTAMA				
MENGISI AIR	MEMANASKAN AIR			
DURASI	SUHU AIR			DURASI
	AWAL	SET POINT	AKHIR	
0 : 17 : 20	38 °C	43 °C	49 °C	0 : 36 : 59

SETELAH PERCOBAAN yang KEDUA				
MENGISI AIR	MEMANASKAN AIR			
DURASI	SUHU AIR			DURASI
	AWAL	SET POINT	AKHIR	
0 : 17 : 73	40 °C	43 °C	54 °C	0 : 17 : 72

Pertama kali digunakan, untuk mengisi tabung hingga ketinggian air mencapai 7,3cm atau 366,9 mL memerlukan waktu selama 40 detik lebih. Namun pada pengisian yang berikutnya hanya memerlukan waktu selama 17 detik saja. Hal ini terjadi karena pada pertama kali digunakan, tabung akan diisi dari kosong hingga setinggi 7,3 cm. Sedangkan pada pengisian berikutnya hanya memerlukan waktu 17 detik karena tabung memiliki simpanan air dengan ketinggian 4,3 cm atau 216,1 mL sehingga tabung hanya perlu ditambahkan air setinggi 3cm untuk mencapai 7,3 cm.

Begitu pula yang terjadi pada saat proses pemanasan air. Proses ini memerlukan waktu hampir 1 menit lebih karena banyaknya air yang perlu dipanaskan hingga mencapai *set point*. Selain itu jarak suhu mula-mula air yang jauh dengan nilai *set point* membuat proses tersebut menjadi semakin lama.

Pada proses yang berikutnya, memanaskan air hanya memerlukan waktu kurang dari 40 detik. Hal ini disebabkan jarak nilai suhu mula-mula dengan *set point* tidak terlalu jauh sehingga hanya perlu memanaskan sedikit saja.

Selain itu, suhu mula-mula air pada proses berikutnya merupakan suhu air panas yang masih tersisa di dalam tabung. Maka ketika telah selesai memproses menu, air simpanan masih menyimpan suhu mendekati nilai *set point*-nya dengan ketinggian 4,3 cm. Pada saat tabung diisi oleh air dengan suhu normal atau $\pm 25^{\circ}\text{C}$, maka suhu air berkurang namun tidak mencapai suhu normal.

Suhu air sebelum proses pemanasan setelah diisi ini bisa kita ketahui dengan cara menghitung menggunakan rumus termodinamika yaitu *asas black* dengan rumus :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- Q = Kalor
- m = massa benda (1 mL = 1 gr) –
- c = kalor jenis benda
- ΔT = Perubahan Suhu ($T_2 - T_1$)

Pada perhitungannya, rumus tersebut dibuat menjadi perbandingan antara :

- Q lepas = Q terima
- Q dingin = Q panas

Contohnya suhu awal air dalam tabung yaitu 40°C dengan volume 216,1 mL. Tabung akan diisi oleh air bersuhu 25°C dengan volume 150 mL maka perhitungannya :

$$Q \text{ dingin} = Q \text{ panas}$$

$$\begin{aligned}
 m \cdot c \cdot \Delta T_1 &= m \cdot c \cdot \Delta T_2 \\
 150\text{mL} \cdot c \cdot (T_c - 25^{\circ}\text{C}) & \\
 = 216,1\text{mL} \cdot c \cdot (40^{\circ}\text{C} - T_c) & \\
 \underline{216,1} & \\
 (T_c - 25) &= 150 \cdot (40 - T_c) \\
 (T_c - 25) &= 1,44067 \cdot (40 - T_c) \\
 (T_c - 25) &= 57,6268 - 1,44067T_c \\
 (T_c + 1,44067T_c) &= 25 + 57,6268 \\
 (2,44067c) &= 82,6268 \\
 \underline{82,6268} & \\
 T_c &= 2,44067 \\
 T_c &= 33,85415^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

Dengan suhu tersebut, maka proses pemanasan air menjadi lebih cepat karena berbeda dengan pertama kali penggunaan yang bersuhu 25°C memiliki banyak selisih kurang dari *set point* yaitu 18°C . Sedangkan pada proses berikutnya, selisihnya hanya $\pm 9^{\circ}\text{C}$ atau setengahnya dari proses pertama.

Membuka Sachet

Pada proses membuka sachet, menggunakan motor brushless yang shaft-nya dipasang mini rotating saw seperti gambar berikut ini.



Gambar 5. Motor brushless dan mini rotating saw

Tabel 2. Hasil pengujian membuka sachet

NO	MENU :	MEMBUKA SACHET		
	DURASI :	15 DETIK		
	HASIL :	PERCOBAAN 1	PERCOBAAN 2	PERCOBAAN 3
1.	Panjang :	6,2 cm	7 cm	6,8 cm
2.	Lebar :	0,5 cm	0,6 cm	0,6 cm

Baik menu manual atau otomatis menggunakan ukuran *delay* yang sama yaitu 15 detik. Namun yang menjadi perbedaan adalah hasil sobekan yang dilakukan mata gergaji putar mini yang terpasang pada *motor brushless*.



Gambar 6. Ukuran hasil sobekan pada sachet

Dari tabel di atas, hasil sobekan memiliki perbedaan yang tidak terlalu jauh. Hal ini disebabkan karena posisi peletakkan mata gergaji berada di posisi 0,5cm dari kiri dan ±3cm dari bawah ruang pembuka sachet sehingga lebar sobekan sachet kurang lebih 0,5cm. Sedangkan panjang sobekan 2 kalinya karena ukuran gergaji mini berdiameter 3,2cm.

Memanaskan Air Sesuai Menu

Tabel 3. Hasil pengujian suhu hangat

PERCOBAAN 1						
MEMANASKAN AIR			MENGISI GELAS	MENGADUK	DURASI TOTAL	
SUHU AIR		DURASI				
SET POINT	AWAL	DURASI	DURASI	DURASI		
43 °C	49 °C	0 : 0 : 0	0 : 12 : 56	0 : 18 : 32	0 : 57 : 93	

PERCOBAAN 2						
MEMANASKAN AIR			MENGISI GELAS	MENGADUK	DURASI TOTAL	
SUHU AIR		DURASI				
SET POINT	AWAL	DURASI	DURASI	DURASI		
43 °C	50 °C	0 : 0 : 0	0 : 11 : 80	0 : 18 : 15	0 : 55 : 60	

Tabel 4. Hasil pengujian menu panas

PERCOBAAN 1						
MEMANASKAN AIR			MENGISI GELAS	MENGADUK	DURASI TOTAL	
SUHU AIR		DURASI				
SET POINT	AWAL	DURASI	DURASI	DURASI		
58 °C	50 °C	0 : 45 : 67	0 : 12 : 13	0 : 18 : 43	1 : 45 : 86	

PERCOBAAN 2						
MEMANASKAN AIR			MENGISI GELAS	MENGADUK	DURASI TOTAL	
SUHU AIR		DURASI				
SET POINT	AWAL	DURASI	DURASI	DURASI		
58 °C	50,31 °C	0 : 44 : 52	0 : 11 : 93	0 : 18 : 71	1 : 42 : 15	

Tabel 5. Hasil pengujian menu >70°C

PERCOBAAN 1						
MEMANASKAN AIR			MENGISI GELAS	MENGADUK	DURASI TOTAL	
SUHU AIR		DURASI				
SET POINT	AWAL	DURASI	DURASI	DURASI		
78 °C	46,13 °C	1 : 57 : 17	0 : 12 : 38	0 : 18 : 29	2 : 55 : 7	

PERCOBAAN 2						
MEMANASKAN AIR			MENGISI GELAS	MENGADUK	DURASI TOTAL	
SUHU AIR		DURASI				
SET POINT	AWAL	DURASI	DURASI	DURASI		
78 °C	56,27 °C	1 : 21 : 47	0 : 12 : 43	0 : 18 : 3	2 : 19 : 12	



a.



b.

c.

Gambar 6. Proses penyeduhan minuman

- a. Proses Memanaskan
- b. Proses Mengisi Air Ke Gelas
- c. Proses Mengaduk Minuman

V. KESIMPULAN

Ketika alat penyeduh pertama kali digunakan, waktu yang diperlukan untuk mengisi air sekitar 40:95 detik dan memanaskan air hingga mencapai *set*

point yaitu 43°C memerlukan waktu 1 menit 21:38 detik.

Penyebabnya adalah volume air yang diisi dan dipanaskan sekitar 366,9 mL.

Baik menu "Otomatis" atau "Manual", hasil sobekan pembuka sachet selama 15 detik berkisar pada panjang 6 – 7cm dan lebar 0,5 – 0,6cm. Artinya nilai rentang sobekan tidak besar.

Pada proses pemanasan air baik menu "Otomatis" atau "Manual", waktu yang diperlukan tidak jauh berbeda karena kesamaan *set point* pada program.

Menu "Hangat" akan melakukan pemanasan air apabila nilai suhu kurang dari *set point* yaitu 43°C dan tidak akan melakukan pemanasan air apabila suhu air sama dengan atau lebih dari *set point* sehingga proses mengeksekusi menu menjadi lebih cepat.

Pada menu "Panas" perlu dilakukan proses pemanasan hingga mencapai *set point* yaitu 58°C. Waktu yang diperlukan tergantung suhu air mula-mula, pada percobaan suhu air mula-mula adalah 50°C sehingga dengan selisih 8°C memerlukan waktu berkisar pada 44 – 45 detik.

Pada menu ">70°C" perlu dilakukan proses pemanasan hingga mencapai *set point* yaitu 78°C. Sama halnya dengan menu "Panas", waktu yang diperlukan tergantung suhu air mula-mula. Pada percobaan 1 suhu air berada pada 46,13°C, maka selisihnya dengan *set point* sebesar 31,87°C sehingga waktu yang diperlukan yaitu 1 menit 57 detik dan di percobaan 2 mengalami percepatan hingga 1 menit 21 detik karena suhu air berada pada 56,27°C sehingga selisihnya hanya 21,73°C.

Air yang dikeluarkan dari kran sebanyak ±150 mL atau berkurang air pada tabung pemanas hingga 3cm.

Pada proses pengisian dan pemanasan air yang berikutnya setelah selesai mengeksekusi menu menjadi lebih cepat karena tabung pemanas hanya akan mengisi sebanyak 150 mL atau hingga bertambah ketinggiannya sebanyak 3cm dan air simpanan dalam tabung masih memiliki sisa suhu hasil dari proses mengeksekusi menu.

Untuk mengetahui suhu air setelah diisi dan sebelum dipanaskan bisa melakukan perhitungan menggunakan rumus termodinamika *asas black*.

Cepat lambatnya proses mengeksekusi menu "Otomatis" dan menu "Manual" (menu "Isi Air") tergantung pada lamanya proses pemanasan air. Dan cepat lambatnya proses pemanasan air bergantung pada suhu mula – mula atau suhu awal ketika sebelum dipanaskan apakah mendekati nilai *set point* atau jauh kurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Hamdan K. (2013). "Motor Servo DC". Bandung: Politeknik Bandung.
<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/dispenser?q=Dispenser>
<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/dispense?q=Dispense>
- Johan Wilberg. (2003). "Controlling a Brushless DC Motor". Thesis University Linkoping Sweden.
- Kadir Abdul. (2013). "Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino". edisi 1. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Leonard N. Elevich. (2005). "-Phase BLDC Motor Control with Hall Sensors Using 568000/E Digital".
- Sumanto. (1994). "Mesin Arus Searah". Jogjakarta: Penerbit : Andi Offset.
- Zuhal. (1988). "Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya". Jakarta: Gramedia.