

Rancang Bangun *Coffee Maker* Berbasis Mikrokontroler dengan Notifikasi Suara

Aldi Pradika*¹, Aswardi²

^{1,2}Departemen Teknik Elektro Industri/ Teknik Elektro/ Universitas Negeri Padang
Jl. Prof Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia

*Corresponding author, aldifradika110@gmail.com.

Abstrak

Minuman kopi merupakan salah satu minuman yang sangat diminati oleh masyarakat. Salah satu permasalahan yang sering terjadi di masyarakat dalam membuat minuman kopi adalah membuat minuman kopi tidak sesuai takaran campuran bahan minuman kopi yang diinginkan dan waktu pembuatan kopi cukup lama. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat alat pembuat minuman kopi otomatis yang memiliki 3 varian menu sesuai dengan selera yang diinginkan peminum. Metode dari pembuatan alat ini terdiri dari pembuatan mekanik alat berupa bentuk fisik alat, pembuatan rangkaian kelistrikan alat agar kelistrikan pada setiap komponen bekerja dengan baik dan pembuatan coding program untuk menjalankan alat sesuai fungsinya. Setelah dilakukan beberapa percobaan, semua komponen dalam sistem ini dapat bekerja sesuai dengan tujuan penelitian dengan Dapat disimpulkan sistem kerja pembuatan minuman kopi dapat bekerja dengan baik dalam hal penakaran bahan minuman kopi dan terbilang cepat dengan lama pembuatan kopi hitam rata-rata 47,43 detik, lama pembuatan kopi gula rata-rata 47,85 detik dan lama pembuatan kopi susu rata-rata 50,41 detik. alat ini bisa menjadi salah satu alternatif yang dapat diterapkan oleh peminum atau peminat kopi dalam membuat kopi secara otomatis.

Abstract

Coffee is one of the most popular beverages among the public. One common issue in society when making coffee is not getting the desired coffee ingredient ratios and the relatively long preparation time. Therefore, this research aims to create an automatic coffee maker with three menu variations to cater to different preferences. The method for creating this device involves the mechanical design of the physical apparatus, the electrical circuitry to ensure proper functioning of each component, and the coding of a program to operate the device according to its functions. After conducting several experiments, all components in this system can work effectively for the intended purpose. In conclusion, the coffee-making system can accurately measure coffee ingredients and is relatively fast, with an average brewing time of 47.43 seconds for black coffee, 47.85 seconds for sweetened coffee, and 50.41 seconds for coffee with milk. This device can serve as an alternative for coffee enthusiasts to make coffee automatically.

INFO.

Info. Artikel:

No. 511

Received. September, 15, 2023

Revised. October, 17, 2023

Accepted. October, 23, 2023

Page. 853 - 862

Kata kunci:

- ✓ Arduino Uno
- ✓ Sensor Water flow
- ✓ Motor DC
- ✓ Sensor IR Obstacle
- ✓ Minuman Kopi

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini semakin pesat, sejalan dengan ketertarikan orang yang selalu ingin meningkatkan teknologi yang ada. Semakin maju teknologi maka akan semakin memberikan dampak yang lebih efisien pada kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah teknologi dalam bidang otomatisasi[1]. Alat otomatisasi dilakukan untuk mempermudah suatu pekerjaan. Salah satu otomatisasi yang sering digunakan adalah mikrokontroler, dimana mikrokontroler berguna untuk mengontrol peralatan elektronik, salah satu mikrokontroler yang dapat mengendalikan peralatan elektronik adalah Arduino[2].

Arduino merupakan *board* mikrokontroler yang terdiri dari *hardware* dan *software* yang bersifat *open source*. *Board* Arduino menggunakan IC mikrokontroler yaitu ATmega328 untuk Arduino uno[3]. Arduino adalah suatu alat pengendali yang harus dimasukkan sebuah program terlebih dahulu[4]. Untuk pemrograman data yang akan dikirim ke Arduino digunakan *software* Arduino IDE

dengan menggunakan bahasa pemrograman Bahasa C. Perintah program Arduino akan ditanam permanen sehingga tidak perlu hubungan kabel USB ke PC untuk menjalankan perintah. Perintah program pada Arduino bisa langsung dioperasikan setelah proses upload selesai dari PC ke Arduino[5]. Dengan menggunakan mikrokontroler jenis Arduino Uno ini diharapkan dapat membuat alat minuman kopi otomatis sehingga dapat meningkatkan daya Tarik peminat peminum kopi.

Berdasarkan data *International Coffee Organization* (ICO), konsumsi kopi global mencapai 166,35 juta kantong berukuran 60 Kilogram pada tahun 2020/2021. Jumlah konsumsi kopi naik 1,3% dibandingkan tahun sebelumnya yang sebanyak 164,2 juta kantong berukuran 60 kilogram. Indonesia menjadi urutan kelima didunia dengan konsumsi kopi sebanyak 5 juta kantong berukuran 60 kg[6]. Dengan ini dapat dikatakan bahwa Indonesia menjadi salah satu konsumsi kopi terbanyak di dunia sehingga untuk membuat sebuah teknologi berupa alat pembuat minuman kopi otomatis dapat mempermudah bagi peminum kopi dalam segi pembuatan minuman kopi.

Kopi merupakan minuman yang banyak si konsumsi dikalangan masyarakat. Minuman ini tersedia di kantor, *coffee*, di kedai dan di tempat-tempat lainnya[7]. Pembuatan kopi secara manual membutuhkan waktu yang lama, dimulai dari mencampurkan gula, kopi dan memanaskan air[8]. Maka dari itu untuk mempermudah dan mempersingkat waktu dalam pembuatan kopi dibuatlah alat pembuat minuman kopi otomatis dalam pembuatan minuman kopi[9]. Dengan pembuatan minuman kopi dapat mempermudah dalam pembuatan minuman kopi dengan cara menaruh gelas pada alat dan memilih salah satu menu yang ada pada alat lalu mesin akan memproses minuman masuk ke gelas. Dibuatnya alat ini berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya dalam pembuatan alat minuman kopi.

Beberapa penelitian telah merancang pembuatan minuman kopi dengan mesin. Pada penelitian mengenai rancang bangun alat pembuat minuman kopi otomatis berbasis mikrokontroler, pada penelitian tersebut memiliki hasil penelitian dengan hasil sistem bekerja dengan baik, namun untuk pembacaan takaran air menggunakan sensor ultrasonik tidak dapat diketahui berapa takaran air masuk ke gelas[10]. Pada penelitian yang kedua mengenai rancang bangun alat pembuat kopi otomatis menggunakan konveyor. Alat tersebut mengendalikan konveyor dalam pemindahan gelas dari tempat penuangan kopi, bergerak ke tempat gula bergerak lagi ke air panas lalu ke tempat pengadukan dalam hal ini penggunaan konveyor tersebut dapat memperlambat proses pembuatan kopi[11].

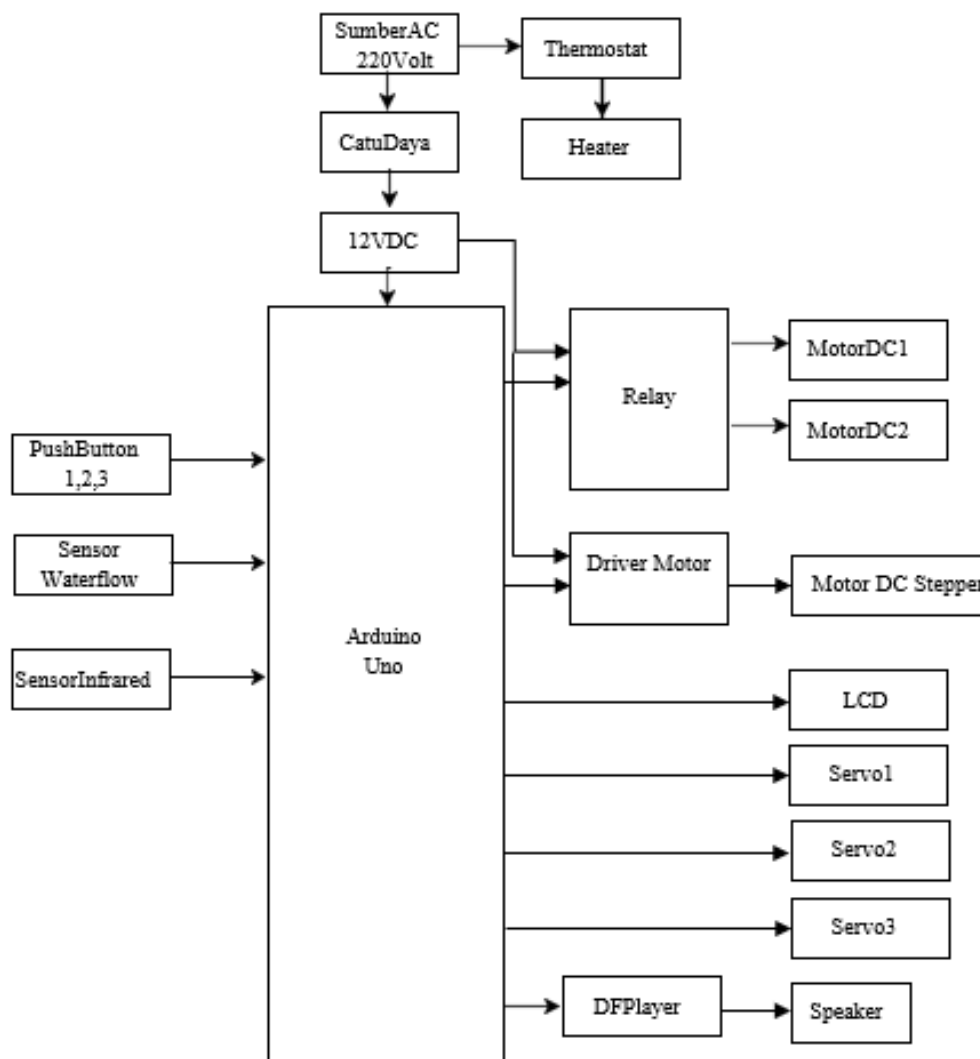
Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya maka perlu ditingkatkan sistem *coffee maker* dengan tujuan dapat membuat minuman kopi lebih cepat dan dapat dengan mudah digunakan. Dalam penelitian ini dirancang sebuah alat pembuat minuman kopi otomatis dengan 3 varian menu, yaitu Kopi Hitam, Kopi Gula dan Kopi Susu, Alat Ini menggunakan Arduino Uno sebagai controller. Untuk pengontrolan pemilihan menu menggunakan *Pushbutton*, LCD (*liquid Crystal Display*) digunakan sebagai tampilan *display* proses kerja alat, proses penuangan bubuk kopi, gula dan susu *cream* menggunakan motor servo. Servo berfungsi sebagai sebuah sistem yang akan melakukan pengisian takaran kopi, gula dan susu ke gelas. Alat juga dilengkapi dengan sensor *Infrared* (IR) sebagai pendeteksi ada atau tidaknya gelas pada alat. elemen pemanas sebagai pemanas air dan thermostat sebagai pemutus elemen pemanas jika sudah mencapai suhu maksimal yaitu 80°C. Motor Pompa DC sebagai penarik air panas ke gelas, sensor *waterflow* meter digunakan sebagai penakaran penuangan air panas ke gelas. *DFPlayer* digunakan sebagai media informasi suara mengenai proses kerja alat.

METODE PENELITIAN

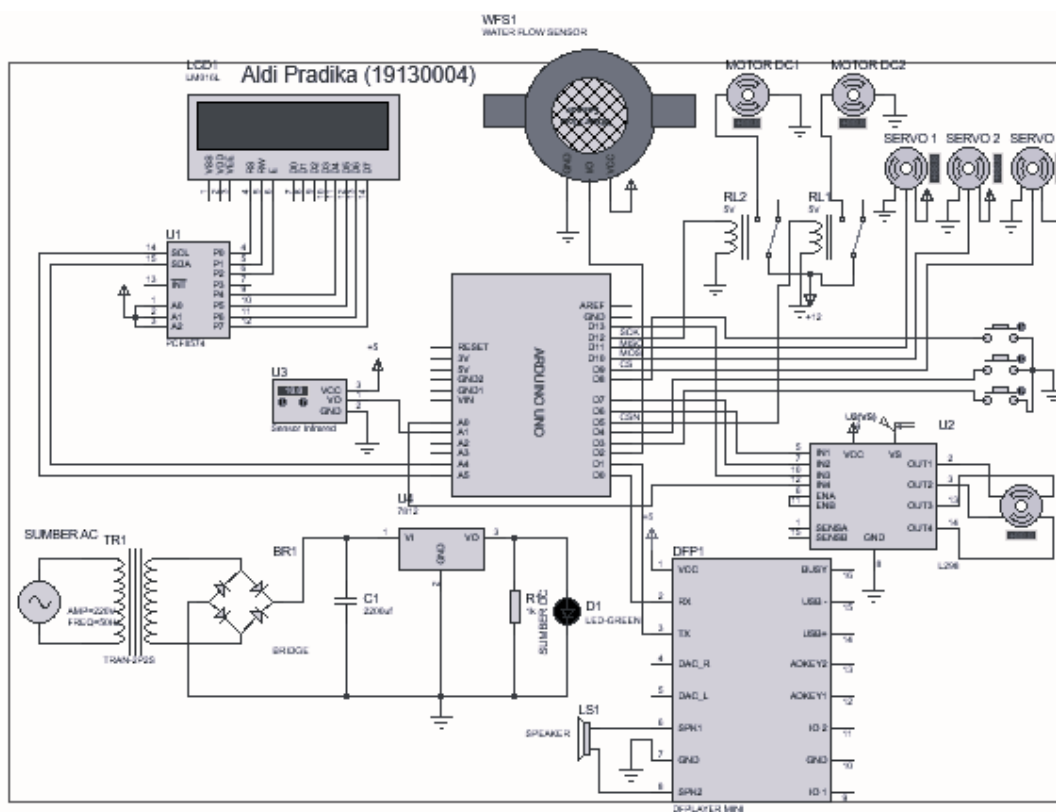
Metode yang digunakan pada perancangan dan pembuatan sistem pada alat ini adalah menggunakan metode percobaan. Perancangan dan pembuatan sistem dari alat digunakan untuk menentukan komponen penyusun dari suatu alat yang akan dibuat, sehingga hasil akhir yang didapat sesuai dengan yang diinginkan. Perancangan dan pembuatan sistem alat ini menjelaskan mengenai blok diagram, prinsip kerja rangkaian, perancangan *hardware* sebagai Langkah pertama dalam perancangan agar nantinya alat dapat bekerja sesuai dengan yang telah di rancang.

Mikrokontroler Arduino Uno digunakan sebagai pusat pemrosesan kendali atau pengontrolan masukkan yang digunakan[12]. Seluruh data *input* akan disimpan dan diproses didalam mikrokontroler Arduino Uno sesuai dengan program yang telah digunakan. Sensor IR *Obstacle* digunakan sebagai inputan pada saat sensor membaca adanya objek berupa gelas [13]. Proses pembuat minuman yang *output*-nya berupa tampilan *display* LCD[14]. suara speaker melalui Input *DFPlayer*[15]. Setelah gelas

terdeteksi oleh sensor IR *Obstacle* maka *input* dari *push button* bisa diproses oleh Arduino dan akan memerintahkan *output* berupa servo akan bergerak untuk mengeluarkan bahan minuman ke gelas. *Input* dari Sensor *waterflow* akan mendeteksi air. Alat ini terdiri dari *primary device*, yang disebut sebagai alat utama dan *secondary device* (alat bantu sekunder). *Flowmeter* umumnya terdiri dari dua bagian, yaitu alat utama untuk menghasilkan suatu sinyal yang merespon terhadap aliran air karena laju aliran tersebut telah terganggu yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan dan alat bantu sekunder untuk menerima sinyal dari alat utama lalu menampilkan, merekam dan mentransmisikannya sebagai hasil dari laju aliran[16][17]. *Driver* motor dan *driver* relay yang diaktifkan menggunakan tegangan 5 volt dan diberikan tegangan 12 volt pada terminal *common* sebagai penguat tegangan putaran motor DC yang dapat menggerakkan motor *stepper* putar kiri dan putar kanan [18][19]. Untuk mengaktifkan semua komponen tersebut dibutuhkan *power supply*. *Power supply* catu daya digunakan untuk merubah tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan yang searah atau DC (*Direct Current*) sebesar 220 V_{AC} dirubah menjadi 12V_{DC} dan diturunkan Kembali menjadi 5 V_{DC} untuk supply ke seluruh komponen [20]. Metode perancangan dilakukan dalam sistem alat berupa blok diagram yang dirancang:



Gambar 1. Blok diagram

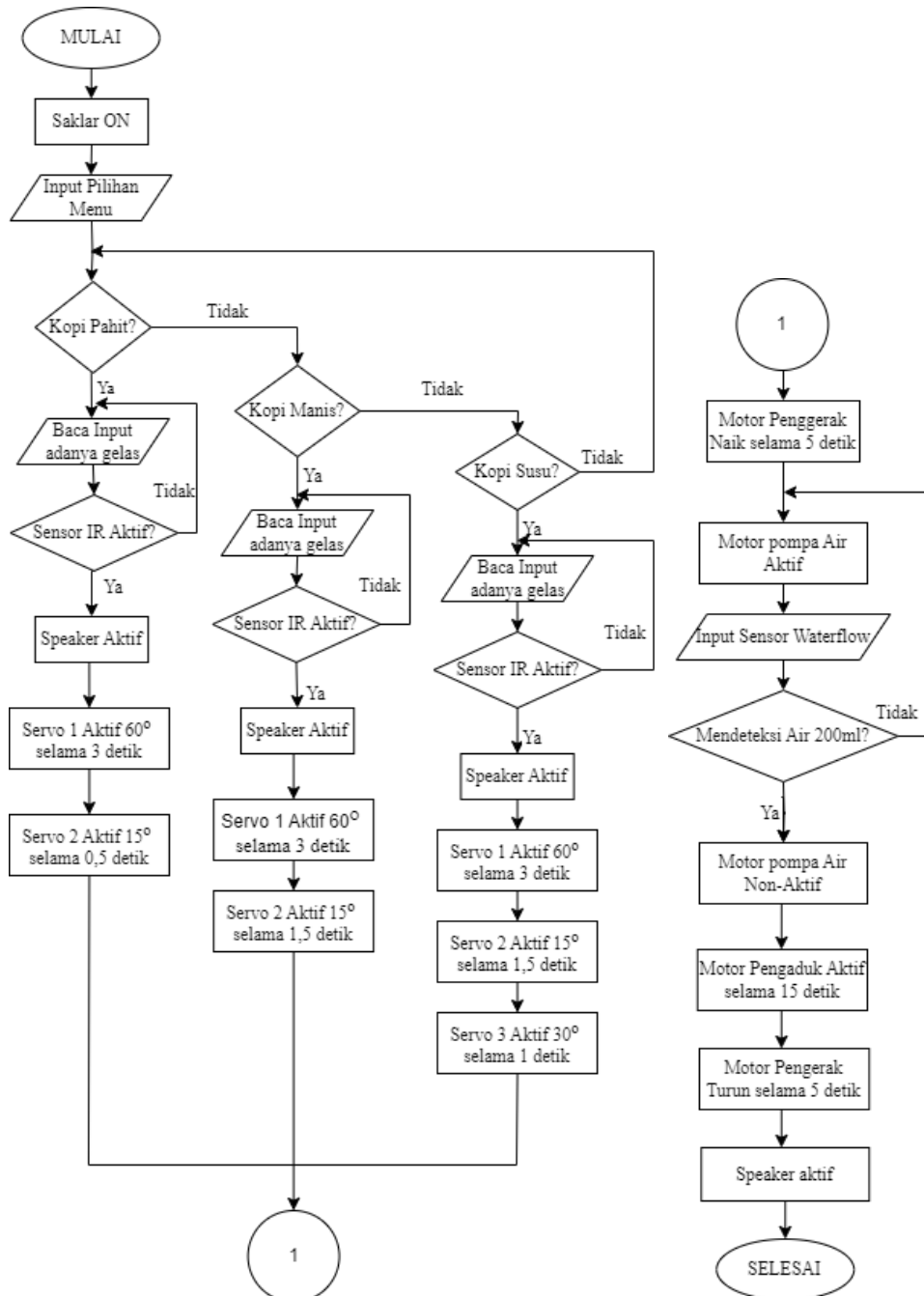


Gambar 2. Rangkaian keseluruhan

Berdasarkan blok diagram diatas dari keseluruhan sistem, fungsi dari masing-masing diagram blok adalah sebagai berikut:

1. *Power supply* catu daya berfungsi sebagai *converter* tegangan AC 220 Volt ke 5 atau 12 Volt DC yang akan menjadi sumber tegangan untuk Arduino dan komponen yang digunakan.
2. *Buck Converter* berfungsi sebagai penurun tegangan dari power supply.
3. Sensor IR *Obstacle* berfungsi sebagai sensor yang akan mendeteksi objek berupa gelas.
4. Sensor *waterflow* meter berfungsi sebagai pemindai aliran air yang mengalir melalui gear dari sensor waterflow.
5. *Push button* 1 berfungsi untuk memilih kondisi pembuatan kopi hitam.
6. *Push button* 2 berfungsi untuk memilih kondisi pembuatan kopi gula.
7. *Pushbutton* 3 berfungsi untuk memilih kondisi pembuatan kopi susu.
8. Mikrokontroler Arduino uno berfungsi sebagai pengendali yang akan menerima data dari *input* yang akan di proses berupa sebuah keluaran *output*.
9. *Driver motor* L298 berfungsi sebagai pengontrol motor stepper untuk pembalik arah putaran.
10. *Driver relay* digunakan sebagai pengontrol motor Pompa (DC1) dan Motor pengaduk (DC2).
11. Motor servo 1 berfungsi sebagai pengeluaran bahan kopi.
12. Motor servo 2 berfungsi sebagai pengeluaran bahan gula.
13. Motor servo 3 berfungsi sebagai pengeluaran bahan susu.
14. *DFPlayer* mini digunakan sebagai pemutar audio yang diinputkan oleh Arduino yang disampaikan ke speaker.

Rangkaian keseluruhan sistem alat yang sedang dibangun dan rangkaian keseluruhan dibuat dengan sebuah aplikasi rancangan *scematic* yakni aplikasi proteus. Prinsip kerja dari sistem alat ini ditunjukkan pada *flowchart* pada gambar 3. *Flowchart* ini dibuat untuk memudahkan dalam memahami suatu alat. dengan adanya *flowchart* dapat menunjukkan secara jelas alur algoritma dan proses dari pelaksanaan rangkaian kegiatan atau sistem kerja alat yang dibuat.



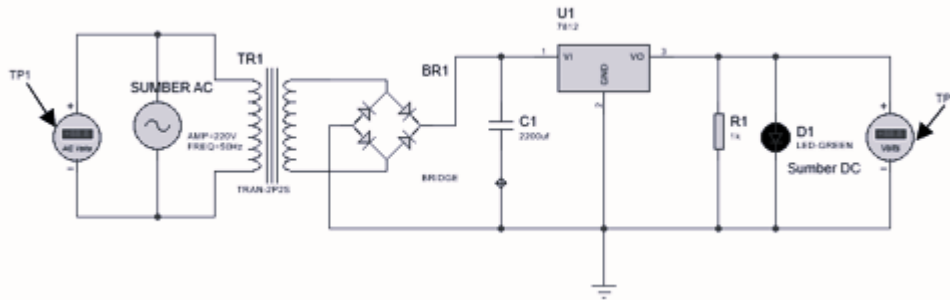
Gambar 3. Flowchart sistem alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

pada bagian ini akan menjelaskan hasil dari perancangan serta pengujian sistem yang ditunjukkan untuk mengetahui apakah peralatan yang dirancang dapat bekerja dengan baik atau tidak sesuai dengan fungsi kerja yang di rancang. Dari pengujian ini akan didapat data-data dan bukti-bukti hasil akhir dari perangkat keras yang telah dibuat bisa bekerja dengan baik.

Pengujian Catu Daya

Pengujian dan pengukuran pada catu daya bertujuan untuk mengukur tegangan yang dikeluarkan oleh catu daya serta untuk menjelaskan fungsi dari catu daya yaitu dengan merubah tegangan AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*). Dimana tegangan yang didapatkan melalui pengukuran dengan alat ukur yakni sebesar 241 V_{AC} dan tegangan yang dihasilkan dari pengukuran tegangan DC catu daya sebesar 11,72 V_{DC}



Gambar 4. Titik pengukuran catu daya

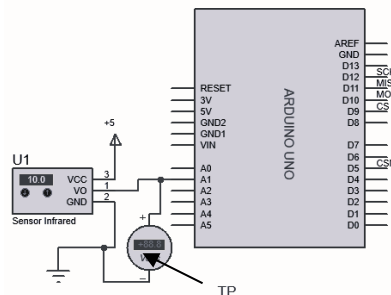
Dari gambar 4 terlihat dan dapat dianalisa, hasil pengukuran yang didapatkan melalui alat ukur multimeter dengan sumber tegangan dari PLN yang masuk ke *power supply* catu daya maka dapat dikatakan tegangan rentangan nilai normal dan dalam keadaan baik untuk pemakain keluaran aktif *power supply* pada indikator led berwarna merah serta dapat memberikan tegangan keluaran menuju komponen lainnya. Adapun tabel pengukuran sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan *power supply* catu daya

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran
TP1	241 V _{AC}
TP2	11,72 V _{DC}

Pengujian Sensor IR *Obstacle*

Pengujian dan pengukuran pada sensor *Infrared Obstacle* bertujuan untuk mendapatkan hasil pengukuran dengan melihat tegangan data Ketika ada objek dan Ketika tidak ada objek dan juga jarak yang dapat dibaca oleh sensor *infrared obstacle*.



Gambar 5. Titik pengukuran sensor IR *obstacle*



Gambar 6. Hasil pengukuram tegangan IR *obstacle*

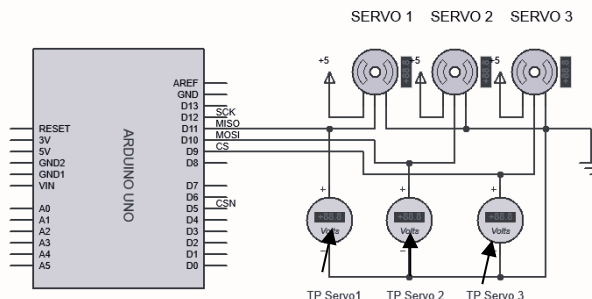
Dari gambar 5 terlihat dan dapat di Analisa, Nilai tegangan yang di dapat dari hasil pengukuran adalah sebesar 3,79V_{DC} Ketika tidak ada objek dan 131mV_{DC} Ketika ada objek. Untuk lebih jelasnya pengukuran tegangan sensor infrared obstacle dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan sensor IR *obstacle*

Kondisi	Tegangan	Jarak
HIGH(1)	3,79 V _{DC}	>2cm
LOW(0)	131mV _{DC}	<2cm

Pengujian Servo

Pengujian motor servo bertujuan untuk melihat dan mengukur tegangan motor servo Ketika aktif dan melihat hasil takaran kopi sesuai dengan menu yang disediakan pada alat. Pengujian ini menggunakan 3 buah motor servo yang masing-masing digunakan untuk menuangkan kopi, gula, dan susu *cream*.



Gambar 7. Titik pengukuran tegangan servo

Rata-rata hasil pengujian motor servo dapat dilihat pada tabel 3, tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 3. Hasil pengukuran tegangan motor servo

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran
TP Servo 1	4,99 V _{DC}
TP Servo 2	4,98 V _{DC}
TP Servo 3	4,98 V _{DC}

Tabel 4. Komposisi bahan

Keterangan	Komposisi Kopi (gram)	Komposisi gula (gram)	Komposisi susu (gram)
Minuman kopi hitam	15	-	-
Minuman kopi gula	13	18	-
Minuman kopi susu	14	18	20

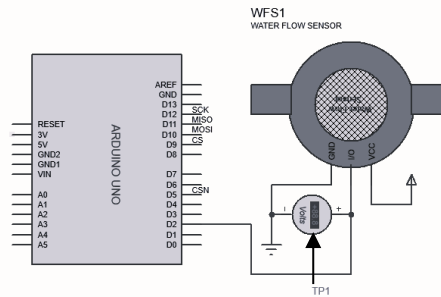
Tabel 5. Waktu penuangan

Keterangan	Komposisi Kopi (detik)	Komposisi gula (detik)	Komposisi susu (detik)
Minuman kopi hitam	3	-	-
Minuman kopi gula	3	1,5	-
Minuman kopi susu	3	1,5	1

Berdasarkan tabel 3 dan tabel 4 dapat dilihat proses penuangan kopi, gula dan susu. Untuk penuangan kopi hitam motor servo menuangkan hanya kopi dengan komposisi rata-rata 15gram dalam waktu 3 detik. Untuk penuangan kopi gula motor servo akan menuangkan kopi dengan komposisi rata-rata 13gram dalam waktu 3 detik dan menuangkan gula dengan komposisi rata-rata 18gram dalam waktu 1,5 detik. Untuk pembuatan kopi susu motor servo akan menuangkan kopi dengan komposisi rata-rata 14gram dalam waktu 3 detik, menuangkan gula dengan komposisi rata-rata 18gram dalam waktu 1,5 dan menuangkan susu cream dengan komposisi rata-rata 20gram dalam waktu 1 detik.

Pengujian Sensor *Waterflow* Meter

Pengujian sensor *waterflow* meter bertujuan untuk mengukur dan melihat tegangan sensor *waterflow* Ketika aktif dan melihat hasil takaran jumlah air yang ditentukan pada alat.



Gambar 8. Titik pengukuran sensor *waterflow* meter

rata-rata hasil pengujian sensor *waterflow* dapat dilihat pada tabel 6 dan 7 berikut:

Tabel 6. Hasil pengukuran tegangan sensor *waterflow*

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran
TP1	3,85 V _{DC}

Tabel 7. Takaran jumlah air menggunakan sensor *waterflow*

Percobaan ke	Hasil Pengukuran (ml)
1	195 ml
2	195 ml
3	200 ml

Berdasarkan tabel 5 dapat dilihat hasil takaran air panas menuju ke gelas sebesar 195 ml pada percobaan pertama, 195 ml air pada percobaan kedua dan 200 ml air pada percobaan ketiga. Dengan hasil penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa sensor *waterflow* memiliki akurasi yang akurat dalam pembacaan aliran air. Rata-rata nilai pengukuran air dari sensor *waterflow* adalah sebagai berikut:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Hasil Pengukuran}}{\text{Jumlah percobaan}} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{(195 + 195 + 195)\text{ml}}{3} \\ &= \frac{590}{3} \\ &= 196,6 \text{ ml} \end{aligned}$$

Dari persamaan tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata pembacaan sensor *waterflow* adalah 196,6ml.

Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan bertujuan untuk mengetahui lama rata-rata waktu proses air panas dan pembuatan minuman kopi pada setiap menu. Pada percobaan penungguan air panas Waktu proses air panas adalah kurang lebih 4,30 menit atau 270 detik dengan suhu maksimal 80° C. selanjutnya untuk lama pembuatan kopi hitam dapat dilihat pada tabel 8 berikut:

Tabel 8. Waktu proses pembuatan minuman kopi hitam

Percobaan ke	Waktu
1	47,56 detik
2	47,80 detik
3	46,93 detik

Rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam membuat minuman kopi hitam adalah:

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{(47,56 + 47,80 + 46,93)\text{detik}}{3} \\ &= \frac{142,29}{3} \\ &= 47,43 \text{ detik} \end{aligned}$$

Rata-rata lama membuat minuman kopi hitam adalah 47,43 detik. Selanjutnya untuk lama pembuatan kopi gula dapat dilihat pada tabel 9 berikut:

Tabel 9. Waktu proses pembuatan kopi gula

Percobaan ke	Waktu
1	47,76 detik
2	47,82 detik
3	47,98 detik

Rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam membuat minuman kopi gula adalah:

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{(47,76 + 47,82 + 47,98)\text{detik}}{3} \\ &= \frac{143,56}{3} \\ &= 47,85 \text{ detik} \end{aligned}$$

Rata-rata lama membuat minuman kopi hitam adalah 47,85 detik. Selanjutnya untuk lama pembuatan kopi susu dapat dilihat pada tabel 10 berikut:

Tabel 10. Waktu proses pembuatan kopi susu

Percobaan ke	Waktu
1	50,30 detik
2	50,80 detik
3	50,13 detik

Rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam membuat minuman kopi gula adalah:

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{(50,30 + 50,80 + 50,13)\text{detik}}{3} \\ &= \frac{151,23}{3} \\ &= 50,41 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dari pengujian keseluruhan yang dilakukan didapat bahwa dalam pembuatan kopi hitam rata-rata waktu pembuatannya adalah 47,43 detik, pengujian pada kopi gula waktu rata-rata pembuatannya adalah 47,85 detik dan pengujian pada kopi susu waktu rata-rata pembuatannya adalah 50,41 detik, dengan lama pembuatan air panas adalah 4,50 menit. Jika dibandingkan dengan *coffee maker* yang standart pembuatan kopi dengan *coffee maker* membutuhkan waktu 1,15 menit.

KESIMPULAN

Alat Pembuat minuman kopi otomatis diusulkan dalam penelitian ini menggunakan Arduino Uno sebagai kontroler dalam proses pembuatan minuman kopi. Proses pemilihan menu menggunakan push button. Pendeteksi gelas digunakan sensor IR *obstacle*. Sensor *waterflow* sebagai sensor untuk mengetahui jumlah air. Tampilan *display* menggunakan LCD 16x2 notifikasi suara menggunakan *DFPlayer* mini beserta *speaker*. Sistem penakaran pembukaan wadah bahan menggunakan motor servo. Proses pengangkat dan penurunan besi pengaduk diimplementasikan pada motor *stepper* 12 Volt. Proses pengadukan dilakukan dengan motor DC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat pembuat minuman kopi otomatis ini dapat bekerja dengan baik dalam hal pendeteksi gelas, jumlah air yang diinginkan masuk ke gelas. Sistem pemilihan menu berjalan dengan baik sehingga servo bergerak dan membuka wadah bahan bubuk kopi, gula dan susu sesuai dengan kebutuhan. Proses pengadukkan berjalan dengan baik sehingga bubuk kopi dapat larut dan di dapat hasil lama pembuatan minuman kopi bisa menyaingi lama pembuatan minuman kopi pada mesin *coffee maker* standart umumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Nugroho and J. Sardi, "Otomatisasi Sistem Penerangan dan Penyejuk Ruang Kantor," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 6–10, 2021, doi: 10.24036/jtein.v2i1.97.
- [2] C. Wardi Putra and O. Candra, "Rancang Bangun Alat Pembuat Minuman Milkshake Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *Chipset*, vol. 3, no. 02, pp. 120–130, 2022, doi: 10.25077/chipset.3.02.120-130.2022.
- [3] A. Murdhiani, "Pengembangan Sistem Penghitung Pengunjung Ruang Baca Departemen Teknik Elektro Menggunakan Teknologi Mikrokontroler," vol. 4, no. 2, pp. 609–618, 2023.
- [4] A. S. Ismailov, "Study of arduino microcontroller board," vol. 3, no. 3, pp. 172–179, 2022.
- [5] M. Raudiah and E. Elfizon, "Perancangan Keamanan Brangkas Berbasis Arduino dan Android," *JTEIN J. Tek.*

-
- Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 246–250, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.80.
- [6] F. R. Putra, S. Sukardi, D. E. Myori, and ..., "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Alat Pengering Kopi berbasis Internet Of Things (IOT)," *JTEIN J. Tek. ...*, vol. 4, no. 1, pp. 190–201, 2023, [Online]. Available: <http://jtein.ppi.unp.ac.id/index.php/JTEIN/article/view/389%0Ahttp://jtein.ppi.unp.ac.id/index.php/JTEIN/article/download/389/166>
- [7] S. I. Fitri, J. Sardi, and U. N. Padang, "Alat Penyeduh Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega," vol. 1, no. 2, pp. 280–287, 2020.
- [8] P. A. Rosyady and B. Indriyanto, "Perancangan Sistem Pengisian pada Alat Pembuat Kopi Otomatis Menggunakan PLC OMRON CP1E," *J. Teknol. Elektro*, vol. 13, no. 1, p. 41, 2022, doi: 10.22441/jte.2022.v13i1.008.
- [9] N. Firmawati, G. Farokhi, and W. Wildian, "Rancang Bangun Mesin Pembuat Minuman Kopi Otomatis Berbasis Arduino UNO dengan Kontrol Android," vol. 01, pp. 25–29, 2019.
- [10] A. Kurniawan, "Rancang Bangun Alat Pembuat Minuman Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler," *Tek. Mesin*, vol. 1, no. 2, p. 34, 2018.
- [11] M. Hidayat, "Prototipe Mesin Penyeduh Minuman Kopi Otomatis Menggunakan Arduino Uno," *J. Ilm. Inform. Komput.*, vol. 23, no. 2, pp. 116–123, 2018, doi: 10.35760/ik.2018.v23i2.2353.
- [12] A. A. Sinaga and A. Aswardi, "Rancangan Alat Penyiram Dan Pemupukan Tanaman Otomatis Menggunakan Rtc Dan Soil Moisture Sensor Berbasis Arduino," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 150–157, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.60.
- [13] F. Muhtarom and H. Effendi, "Alat Pendeteksi Logam Pada Makanan Berbasis Arduino Uno," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 43–48, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.14.
- [14] S. Sufri and A. Aswardi, "Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Kesehatan Berbasis Arduino," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 69–75, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.31.
- [15] A. Wahid, S. Nahwa Utama, and D. Muriyatmoko, "Rancang Bangun Sistem Navigasi Menggunakan Suara Pada Helm," *Fountain Informatics J.*, vol. 5, no. 2, p. 60, 2020, doi: 10.21111/fij.v5i2.4902.
- [16] S. A. Qatrunnada, Y. Oktarina, T. Dewi, E. Ginting, and P. Risma, "Sistem Kendali Pengisian Jus Otomatis Menggunakan Sensor Infrared Dan Waterflow Berbasis PLC," *J. Appl. Smart Electr. Netw. Syst.*, vol. 1, no. 01, pp. 1–5, 2020, doi: 10.52158/jasens.v1i01.26.
- [17] C. D. Alel and A. Aswardi, "Rancang Bangun Buka Tutup Pintu Air Otomatis Pada Irigasi Sawah Berbasis Arduino Dan Monitoring Menggunakan Android," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, p. 167, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.107924.
- [18] R. Rikwan and A. Ma'arif, "DC Motor Rotary Speed Control with Arduino UNO Based PID Control," *Control Syst. Optim. Lett.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–31, 2023, doi: 10.59247/csol.v1i1.6.
- [19] D. T. Arif and A. Aswardi, "Kendali Kecepatan Motor DC Penguat Terpisah Berbeban Berbasis Arduino," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 2, p. 33, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i2.108395.
- [20] E. P. Sitohang, D. J. Mamahit, and N. S. Tulung, "Rancang Bangun Catu Daya Dc Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 135–142, 2018.