

SMART COFFEE MAKER BERBASIS INTERNET OF THINGS

SMART COFFEE MAKER BASED ON INTERNET OF THINGS

Fira Yunita¹, Ir. Porman Pangaribuan, M.T.², Dr. Eng. Willy Anugrah Cahyadi, S.T., M.T.³
^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
¹firayunita@student.telkomuniversity.ac.id, ²porman@telkomuniversity.co.id,
³waczze@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Saat ini tingginya kesibukan pada masyarakat membuat para pecinta kopi ingin membuat kopi secara mudah, cepat, dan rasa yang nikmat. Namun di beberapa kasus, rasa kopi yang diracik terkadang berbeda. Masyarakat banyak yang ingin membuat takaran pada masing-masing bahan secara pas tanpa harus menimbanginya terlebih dahulu dan dapat mengkombinasikan bahan-bahan tersebut sesuai dengan yang mereka minati. mesin kopi yang sudah ada hanya bisa membuat satu jenis rasa kopi dengan takaran sama, dan rata-rata mesin kopi yang sudah ada masih menggunakan cara manual untuk memesan kopi.

Untuk menyelesaikan masalah tersebut maka dibuat sistem *Smart Coffee Maker* yang berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan website sebagai media pemesanan dan memonitoring ketersediaan bahan kemudian sistem peracikan dilakukan oleh sistem kendali metode FSM (*Finite State Machine*). Adapun komponen yang digunakan yaitu sensor LDR dan LED untuk mendeteksi keberadaan gelas, motor stepper untuk membuat konveyor bergerak sesuai dengan step yang sudah ditentukan. Motor servo untuk membuka dan menutup katup pada bahan-bahan pembuatan kopi, sensor ultrasonik untuk mengirimkan data ke server guna mengetahui sisa bahan yang tersedia dan juga untuk memastikan berat dari bahan yang dimasukkan ke dalam gelas.

Sistem yang dibangun dapat menyajikan segelas kopi dengan resolusi error takaran kopi ± 2 gr, gula ± 1 gr, resolusi akurasi air 96,73% dari standar yang ditetapkan. Dengan adanya sistem pemesanan secara *wireless* LAN, jarak ideal melakukan pemesanan, yaitu 0-16 meter dengan *delay* sebesar 79,37 ms, status bahan dapat dimonitor secara WAN melalui platform Thingspeak yang dapat mengupdate data setiap ± 15 s. Sistem kendali FSM yang dipasang telah memenuhi standar takaran SCAA.

Kata Kunci : *Coffee Maker, Internet of Things, FSM, ultrasonik, LDR, dan LED.*

Abstract

Nowdays, the fast-paced societies makes influence coffee lovers to procure coffee easily, quickly, while keeping the taste delicious. However, in some cases, the taste of the blended coffee is somewhat different. Many people needs to have the right amount of each ingredient without having to weigh it first and be able to combine them accordingly. Existing coffee machines usually procure one type of coffee taste at the same rate, and on most existing coffee machines still utilize manual method to order coffee.

To solve this problem, Smart Coffee Maker system was created based on the Internet of Things using a web application as a medium for ordering and monitoring the coffee-making process, then the compounding system was carried out using the FSM method control system (Finite State Machine). The components used are the LDR and LED sensors for detecting the presence of glass, a stepper motor to move the glass receiver move according to a predetermined step. Servo motor for opening and closing valves on coffee-making ingredients, as well as ultrasonic sensors to send data to the server to find out the remaining available ingredients.

The smart coffee maker can serve a cup of coffee with an error resolution of ± 2 gr of coffee, ± 1 gr of sugar, a resolution of water accuracy of 96.73% of the set standard. With the wireless LAN ordering system, the ideal distance to place an order is from 0 to 16 meters. A delay of 79.374167 ms was measured. Ingridients status can be monitored by WAN via the Thingspeak platform which can update data every ± 15 s. The installed FSM control system meets the SCAA dosage standard.

Keywords: Coffee Maker, Internet of Things, FSM, ultrasonic, LDR, and LED

1. Pendahuluan

Saat ini untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari masyarakat yang serba instan, dibutuhkan alat elektronik yang dapat memudahkan pekerjaannya. Tidak jarang banyak bermunculan mesin-mesin otomatis yang dapat menunjang pekerjaannya secara mudah dan cepat. Salah satu dari kebutuhan sehari-hari masyarakat adalah mengkonsumsi kopi. Minat minum kopi pada masyarakat saat ini meningkat menurut Pusat Data dan Sistem Informasi Kementerian Pertanian, konsumsi kopi nasional pada 2016 mencapai sekitar 250 ribu ton dan tumbuh 10,54% menjadi 276 ribu ton. Konsumsi kopi Indonesia sepanjang periode 2016-2021 diprediksi tumbuh rata-rata 8,22%/tahun. Pada 2021, pasokan kopi diprediksi mencapai 795 ribu ton dengan konsumsi 370 ribu ton, sehingga terjadi surplus 425 ribu ton." [1].

Pada umumnya, jika ingin membuat kopi maka kita harus menyiapkan alat dan bahan lalu membuatnya secara manual. Sedangkan saat ini tingginya kesibukan pada masyarakat membuat para pencinta kopi ingin dapat membuat kopi secara mudah, cepat, dan rasa yang nikmat. Namun di beberapa kasus, rasa kopi yang diracik terkadang berbeda. Masyarakat banyak yang ingin membuat takaran pada masing-masing bahan secara pas tanpa harus menimbangnyaterlebih dahulu dan dapat mengkombinasikan bahan-bahan tersebut sesuai dengan yang mereka minati. mesin kopi yang sudah ada hanya bisa membuat satu jenis rasa kopi dengan takaran sama, dan rata-rata mesin kopi yang sudah ada masih menggunakan cara manual untuk memesan kopi [2]. Untuk menyelesaikan masalah tersebut maka dibuat sistem *Smart Coffee Maker* berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan web aplikasi sebagai media pemesanan dan memonitoring ketersediaan bahan kemudian sistem peracikan dilakukan oleh sistem kendali metode FSM (*Finite State Machine*).

Pada penelitian ini, *Smart Coffee Maker* berbasis *Internet of Things* dengan metode FSM berfungsi untuk membuat minuman kopi secara otomatis di mana mesin tersebut dapat mengeluarkan air, gula dan bubuk kopi sesuai dengan takaran yang sudah di *setting* pada sistem dikemas dalam bentuk aplikasi yang sudah dirancang oleh peneliti, dan dapat memberikan notifikasi guna mempermudah konsumen dalam meracik rasa kopinya sendiri dan mempermudah untuk mengisi bahan secara otomatis.

Dari latar belakang tersebut didapatkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana menanamkan sistem kontrol pada *Smart Coffee Maker* agar dapat membuat minuman kopi sesuai takaran yang diinginkan?
2. Bagaimana menerapkan *Internet of Things* ke *Smart Coffee Maker* untuk menentukan jumlah gula, air, dan bubuk kopi pada website?
3. Bagaimana merancang diagram state untuk menu mesin *Smart Coffee Maker*?

2. Dasar Teori

2.1 Takaran Racikan Kopi

Kopi adalah minuman hasil olahan dari biji kopi yang sudah di sangrai dan dihaluskan menjadi bubuk. Kopi merupakan tanaman yang sudah cukup lama dibudidayakan, mampu menjadi sumber ekonomi dan menjadi andalan ekspor bagi para petani Indonesia. Pada tugas akhir ini, peneliti menggunakan dua jenis kopi yaitu kopi robusta dan kopi arabika. Karena dua jenis kopi ini merupakan pemasok sebagian besar perdagangan kopi di dunia. berbeda dengan kopi robusta, kopi arabika memiliki cita rasa yang tinggi, kafein yang rendah namun harganya lebih mahal dibandingkan dengan kopi robusta. Tapi kopi robusta lebih tahan terhadap penyakit karat daun [3].

Kopi yang enak merupakan kopi yang dibuat dengan racikan yang pas. Menurut SCAA (*Speciality Coffee Association of America*), untuk setiap 55gr kopi membutuhkan air sebanyak 100 mL [4] atau dengan *ratio* 1:18 dan berlaku kelipatannya rasio ini disebut sebagai *The Golden Ratio* atau *Coffee to Water Ratio*. Namun beberapa barista membuat kopi dengan *ratio* 1:15 di mana kopi biasa digunakan 10 gr dan air yang dibutuhkan adalah 170 mL. seharusnya dari perbandingan tersebut dibutuhkan air sebanyak 150 mL namun setiap bubuk kopi akan menyerap air sebanyak 20 mL pada setiap pembuatannya. Maka dari itu, barista sering menambahkan 20 mL air untuk setiap pembuatan kopi.

2.2 *Internet of Things*

Internet of Things adalah sebuah infrastruktur umum bagi penikmat informasi, di mana penikmat tersebut dapat mengaktifkan layanan dengan menghubungkan hal-hal (fisik dan virtual) berdasarkan teknologi informasi dan komunikasi yang dapat dioperasikan dan dikembangkan [5].

Internet of Things adalah sebuah konsep yang populer saat ini, prinsip utama dari IoT adalah menghubungkan perangkat ke jaringan internet. Konsep dari IoT mengarah pada gagasan yang besar dan hebat [15]. Dengan adanya IoT, untuk melakukan *monitoring* dan *controlling* dapat dilakukan secara mudah asalkan masing-masing perangkat terhubung ke internet. Dengan IoT komunikasi diperluas melalui internet ke semua hal yang ada disekeliling kita. IoT jauh lebih dari komunikasi mesin ke mesin, jaringan nirkabel, jaringan sensor, 2G/3G/4G, GSM, GPRS, RFID, Wi-Fi, GPS, mikrokontroler, mikroprosesor dan lain-lain. Hal ini dianggap memungkinkan IoT untuk diterapkan ke teknologi [14].

2.3 Finite State Machine

FSM adalah sebuah metodologi perancangan sistem control yang menggambarkan tingkah laku atau prinsip kerja sistem dengan menggunakan tiga hal yaitu State (keadaan), Event (Kejadian), dan Action (aksi). FSM cocok digunakan sebagai basis perancangan perangkat lunak pengendalian yang bersifat reaktif dan *realtime*. Biasanya FSM digambarkan dengan diagram state di mana diagram tersebut mewakili seluruh tingkah laku atau prinsip kerja dari sistem [6].

2.4 Web Aplikasi

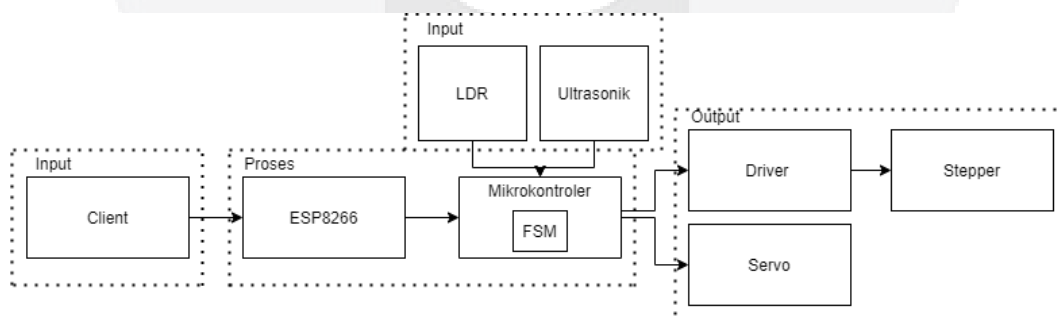
Web aplikasi adalah sebuah aplikasi yang dapat diakses melalui internet. Aplikasi berbasis web dapat digunakan untuk berbagai macam tujuan yang berbeda. Sebagai contoh, aplikasi berbasis web digunakan untuk membuat *invoice* dan memberikan cara yang mudah dalam penyimpanan data di database. Aplikasi ini juga dapat bekerja untuk *monitoring* dan *controlling* sistem. Selain fungsi yang sudah disebutkan, aplikasi berbasis web memiliki keunggulan yaitu ringan dan dapat diakses dengan cepat melalui browser dan koneksi internet atau intranet ke server. Ini berarti bahwa pengguna dapat mengakses data atau informasi apapun melalui laptop, smartphone bahkan komputer PC dengan mudah. Tidak seperti aplikasi-aplikasi desktop dimana pengguna harus menginstal perangkat lunak atau aplikasi yang diperlukan hanya untuk mengakses data atau informasi [7].

3. Perancangan Sistem

Pada tugas akhir ini dibuat sistem mesin kopi otomatis. Mesin kopi otomatis ini mempunyai beberapa sistem pendukung yang meliputi dua konveyor di mana konveyor pertama untuk mendistribusikan gelas, konveyor kedua untuk mengisi gelas dengan bahan-bahan pembuat kopi, wadah untuk menaruh bahan-bahan dan IoT sebagai pendukung lainnya. Konveyor untuk mengisi gelas dan wadah untuk bahan-bahan pembuatan kopi menjadi lingkup kerja yang akan dikerjakan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

3.2 Diagram Blok Sistem

Pembuatan perangkat keras merupakan hal yang sangat penting dalam tugas akhir ini. Karena dengan adanya perangkat keras maka tujuan yang ingin dicapai akan terpenuhi. Berikut gambaran blok diagram sistem dari alat yang akan dibuat.

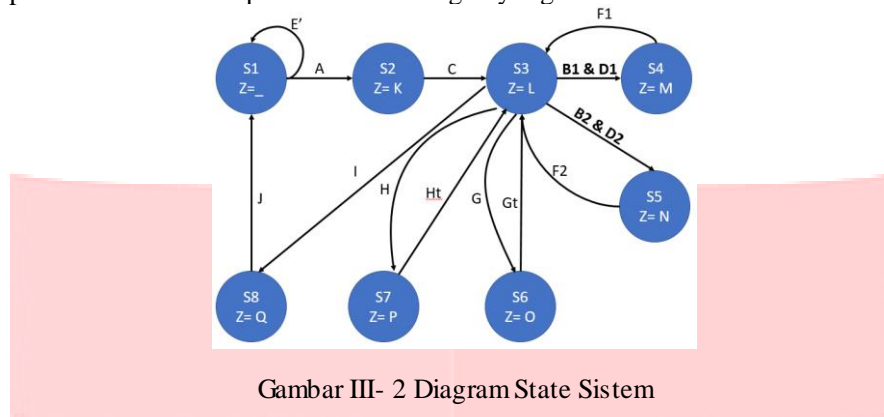


Gambar III- 1 Blok Diagram Sistem

Gambar III-2 menjelaskan diagram blok sistem dari alat yang akan dibuat pada tugas akhir ini.

3.3 Diagram State Sistem

Pada sistem mesin kopi otomatis ini dibuat diagram state agar langkah-langkah untuk memesan kopi dapat dilakukan secara presisi sesuai dengan yang telah ditentukan.



Gambar III- 2 Diagram State Sistem

State:

- S1: SistemStart
- S2: Menjalankan konveyor pengantar gelas
- S3: Menjalankan Receiver Gelas
- S4: Pengisian Robusta
- S5: Pengisian Arabika
- S6: Pengisian Gula
- S7: Pengisian Air
- S8: Mereset posisi konveyor/receiver gelas

Input:

- A: Jumlah gelas tercapai & gelas sudah berada di konveyor pengantar
- B1: Pilihan user: Robusta
- B2: Pilihan user: Arabika
- C: Receiver gelas di posisi 0 (sudah jatuh ke konveyor utama)
- D1: Posisi gelas di bawah tabung robusta
- D2: Posisi gelas di bawah tabung Arabika
- E: Semua Bahan tersedia dan suhu air
- F1: Timer Robusta beres
- F2: Timer Arabika beres
- G: Posisi gelas di bawah tabung gula
- Gt: Timer Gula beres
- H: Posisi gelas di bawah tabung air
- Ht: Timer Air habis
- I: receiver gelas sudah direset (di posisi 1)

Output:

- K: konveyor pengantar gelas berjalan
- L: konveyor utama bergerak, gelas diantarkan.
- M: pengisian gelas dengan kopi robusta
- N: pengisian gelas dengan arabika
- O: pengisian gelas dengan gula
- P: pengisian gelas dengan air
- Q: Pengembalian konveyor ke posisi

4. Hasil Pengujian dan Analisis

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai hasil pengujian dan analisis sistem dan perancangan alat di bab sebelumnya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar keberhasilan alat yang sudah dibuat dan untuk memenuhi tujuan pada bab sebelumnya.

4.1 Pengujian Berat Bahan

Tabel IV- 1 Pengujian Berat Kopi 15 gr

Pengujian Ke-	Berat Seharusnya (gr)	Berat Sebenarnya (gr)	Bias	Mutlak Bias	Error	akurasi
1	15	14	1	1	7%	93,33%
2	15	14	1	1	7%	93,33%
3	15	15	0	0	0%	100,00%
4	15	15	0	0	0%	100,00%
5	15	19	-4	4	27%	73,33%
...
rata-rata		15,5	-0,5	1,43	9,56%	90,44%

Tabel IV-1 menunjukkan jumlah berat yang dihasilkan dari waktu dan sudut bukaan motor servo yang sudah ditetapkan. Dengan menetapkan waktu bukaan servo selama 550 ms dan sudut 0 derajat, menghasilkan berat rata-rata adalah 15,5 gr dari yang seharusnya 20 gr.

Tabel IV- 2 Pengujian Berat Kopi 20 gr

Pengujian Ke-	Berat Seharusnya (gr)	Berat Sebenarnya (gr)	Bias	Mutlak Bias	Error	akurasi
1	20	18	2	2	10%	90,00%
2	20	12	8	8	40%	60,00%
3	20	19	1	1	5%	95,00%
4	20	19	1	1	5%	95,00%
5	20	20	0	0	0%	100,00%
...
rata-rata		19,96	0,033	2,63	13,17%	86,83%

Tabel IV-2 menunjukkan jumlah berat yang dihasilkan dari waktu dan sudut bukaan motor servo yang sudah ditetapkan. Dengan menetapkan waktu bukaan servo selama 600 ms dan sudut 0 derajat, menghasilkan berat rata-rata adalah 19,967 gr dari yang seharusnya 20 gr.

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa motor servo layak untuk digunakan sebagai aktuator pada katup tower bahan karena daerah kerjanya masih di bawah *upper control limit* dan di atas *lower control limit*. Akurasi rata-rata berat kopi yang dihasilkan dari delay tersebut adalah 86,83% untuk menghasilkan berat mendekati 20 gr dengan persentase rata-rata error 13,17% dan 90,44% untuk berat mendekati 15 gr dengan persentase error rata-rata 9,56%.

Tabel IV- 3 Pengujian Berat Gula 15 gr

Pengujian Ke-	Berat Seharusnya (gr)	Berat Sebenarnya (gr)	Bias	Mutlak Bias	Error	akurasi
1	15	14	1	1	7%	93,33%
2	15	15	0	0	0%	100,00%
3	15	15	0	0	0%	100,00%
4	15	17	-2	2	13%	86,67%
5	15	16	-1	1	7%	93,33%
...
rata-rata		15	-0,4	0,83	5,56%	94,44%

Tabel IV-3 menunjukkan jumlah berat yang dihasilkan dari waktu dan sudut bukaan motor servo yang sudah ditetapkan. Dengan menetapkan waktu bukaan servo selama 260 ms dan sudut 25 derajat, menghasilkan berat rata-rata adalah 15,36 gr dari yang seharusnya 15 gr.

Tabel IV- 4 Pengujian Berat gula 20 gr

Pengujian Ke-	Berat Seharusnya (gr)	Berat Sebenarnya (gr)	Bias	Mutlak Bias	Error	akurasi
1	20	20	0	0	0%	100%
2	20	20	0	0	0%	100%
3	20	19	1	1	5%	95%
4	20	19	1	1	5%	95%
5	20	19	1	1	5%	95%
...
rata-rata	20	19,5	0,5	0,83	4,17%	95,83%

Tabel IV-4 menunjukkan jumlah berat yang dihasilkan dari waktu dan sudut bukaan motor servo yang sudah ditetapkan. Dengan menetapkan waktu bukaan servo selama 320ms dan sudut 25 derajat, menghasilkan berat rata-rata adalah 19,5 gr dari yang seharusnya 20 gr.

Dari tabel dan gambar diatas dapat disimpulkan bahwa motor servo layak untuk digunakan sebagai aktuator pada katup tower bahan karena daerah kerjanya masih di bawah *upper control limit* dan di atas *lower control limit*. Akurasi rata-rata berat gula yang dihasilkan dari delay tersebut adalah 95,83% untuk menghasilkan berat mendekati 20 gr dengan persentase rata-rata error 4,17% dan 90,44% untuk berat mendekati 15 gr dengan persentase error rata-rata 5,56%.

Tabel IV- 5 Pengujian Massa Air 20 gr

Pengujian Ke-	Berat Seharusnya (mL)	Berat Sebenarnya (mL)	Bias	Mutlak Bias	Error	akurasi
1	220	216	4	4	2%	98,18%
2	220	210	10	10	5%	95,45%
3	220	214	6	6	3%	97,27%
4	220	217	3	3	1%	98,64%
5	220	209	11	11	5%	95,00%
...
rata-rata	220	214,93	5,06	7,2	3,27%	96,73%

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa rata-rata berat air yang dapat dikeluarkan selama delay 4000 ms adalah 214,93 mL dimana seharusnya 220 mL dengan persentase akurasi sebesar 96,73% dan error sebesar 3,27%. Error tersebut dikarenakan adanya anomali pada selang karena setelah relay mati dan valve tertutup, masih banyak tumpahan air yang keluar.

4.2 Uji Alir FSM dan Uji Output Sistem Kendali

Tabel IV- 6 Tabel Keberhasilan Sistem Dalam Menjalankan Fungsi Sesuai Diagram State

Pengujian Ke-	Menu	Jalur Seharusnya	Jalur Sebenarnya	Status
1	Gula 0, Robusta 15	S1,S2,S3,S4,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	S1,S2,S3,S4,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	Berhasil
2	Gula 15, Robusta 15	S1,S2,S3,S4,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	S1,S2,S3,S4,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	Berhasil
3	Gula 20, Robusta 15	S1,S2,S3,S4,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	S1,S2,S3,S4,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	Berhasil
4	Gula 0, Robusta 20	S1,S2,S3,S4,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	S1,S2,S3,S4,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	Berhasil
5	Gula 15, Robusta 20	S1,S2,S3,S4,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	S1,S2,S3,S4,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	Berhasil
6	Gula 20, Robusta 20	S1,S2,S3,S4,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	S1,S2,S3,S4,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	Berhasil

Pengujian Ke-	Menu	Jalur Seharusnya	Jalur Sebenarnya	Status
7	Gula 0, Arabika 15	S1,S2,S3,S5,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	S1,S2,S3,S5,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	Berhasil
8	Gula 15, Arabika 15	S1,S2,S3,S5,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	S1,S2,S3,S5,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	Berhasil
9	Gula 20, Arabika 15	S1,S2,S3,S5,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	S1,S2,S3,S5,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	Berhasil
10	Gula 0, Arabika 20	S1,S2,S3,S5,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	S1,S2,S3,S5,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	Berhasil
11	Gula 15, Arabika 20	S1,S2,S3,S5,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	S1,S2,S3,S5,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	Berhasil
12	Gula 20, Arabika 20	S1,S2,S3,S5,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	S1,S2,S3,S5,S3,S6, S3,S7,S3,S8,S1	Berhasil

Berdasarkan data pengujian diatas, sistem berjalan sesuai dengan diagram state dan menu yang dipilih dengan tingkat akurasi keberhasilan sebesar 100% dan dapat disimpulkan, sistem berfungsi sesuai dengan perintah yang diberikan.

Tabel IV- 6 Tabel Keberhasilan Sistem Dalam Menjalankan Fungsi Sesuai Diagram State

Pengujian Ke-	Menu	Rata-Rata Kopi (gr)	Rata-Rata Gula (gr)	Rata-Rata Air (mL)	Akurasi Penuangan Kopi	Akurasi Penuangan Gula	Akurasi Penuangan Air
1	Gula 0, Robusta 15	18	0	222	96%	100%	98%
2	Gula 15, Robusta 15	15	15	212	87%	92%	96%
3	Gula 20, Robusta 15	21	13	213	96%	92%	96%
4	Gula 0, Robusta 20	15	0	210	82%	100%	95%
5	Gula 15, Robusta 20	17	19	206	82%	78%	96%
6	Gula 20, Robusta 20	15	25	218	87%	87%	98%
7	Gula 0, Arabika 15	14	0	212	89%	100%	97%
8	Gula 15, Arabika 15	14	14	196	93%	93%	98%
9	Gula 20, Arabika 15	13	17	225	89%	85%	98%
10	Gula 0, Arabika 20	20	0	219	98%	100%	98%
11	Gula 15, Arabika 20	22	14	213	97%	96%	95%
12	Gula 20, Arabika 20	19	18	202	98%	88%	96%
Rata-Rata Akurasi					91%	93%	97%

Berdasarkan tabel diatas data pengujian menunjukkan rata-rata akurasi dari penuangan berdasarkan menu yang dipilih sebesar 91%, penuangan gula 93% dan penuangan air 97% error yang terjadi karena anomali yang sudah dipaparkan pada pengujian di sub bab 4.2.

5. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis pada Tugas Akhir diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Mesin dapat menyajikan segelas kopi dengan resolusi error takaran kopi ± 2 gr, error takaran gula ± 1 gr, resolusi akurasi takaran air 96,73 %.
2. *Thingspeak* sebagai *platform* pemantau sisa bahan WAN yang dapat mengupdate data tiap ± 15 detik. Aplikasi menu dapat melayani pemesanan kopi secara *wireless* LAN, dengan jarak ideal yaitu 0-16 meter dengan *delay* sebesar 79,37 ms.
3. Sistem kendali FSM yang dipasang telah memenuhi standar takaran SCAA dengan metode peracikan tubruk.

6. Saran

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis pada Tugas Akhir ini terdapat kekurangan yang dapat dijadikan saran untuk pengembangan Tugas Akhir ini kedepannya. Berikut saran dari penulis.

1. Perlu adanya penambahan sensor berat sebagai *feedback* untuk mendapatkan berat bahan sesuai dengan yang seharusnya.
2. Penambahan fungsi yang dapat melakukan pemesanan lebih dari satu dengan menu, takaran dan nama pemesan yang sama.
3. Perlu adanya modifikasi sistem mekanik yang fleksibel dengan jenis bahan kopi lainnya.
4. Aplikasi pemesanan dapat dijadwalkan.

Daftar Pustaka

- [1] A. Evalina, F. Utami, R. Nurcahyo, and M. Dachyar, "Seminar dan Konferensi Nasional IDEC Karakteristik dan Strategi Perusahaan Rintisan : Perusahaan rintisan Kedai Kopi Indonesia," no. 2017, pp. 2–3, 2019, [Online]. Available: www.indonesia-investments.com
- [2] Rev, "Ulasan 9 Mesin Kopi Espresso Murah Bagi Pecinta Kopi," *inreview.id*, 2019.
- [3] Pudji Rahardjo, *KOPI*, 1st ed. Jakarta: Penebar Swadaya, 2012.
- [4] Specialty Coffee Association of America, "Standard Golden Cup," *Brew. Stand.*, pp. 1–2, 2015, [Online]. Available: <http://www.scaa.org/PDF/resources/golden-cup-standard.pdf>.
- [5] K. K. Patel, S. M. Patel, and P. G. Scholar, "Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges," *Int. J. Eng. Sci. Comput.*, vol. 6, no. 5, pp. 1–10, 2016, doi: 10.4010/2016.1482
- [6] I. Setiawan, "Perancangan Software Embedded System Berbasis FSM," *J. Tek. Elektro*, pp. 1–2, 2006.
- [7] N. Das, R. Mandal, A. Mitra, B. Maiti, S. Nandy, and D. Datta, "FPGA Based Vending Machine," vol. 3, no. 3, pp. 1533–1537, 2018.