

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI MESIN KOPI OTOMATIS
BERBASIS MIKROKONTROLER
DESIGNING AND IMPLEMENTATION AN AUTOMATIC COFFEE
MACHINE BASED ON MICROCONTROLLER**

Bimo Adi Prasetyo¹, Erwin Susanto², Agung Surya Wibowo³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹bimoadip@students.telkomuniversity.ac.id, ²erwinelektro@telkomuniversity.ac.id,

³agungsw@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Dewasa ini, masyarakat menginginkan efisiensi yang semakin tinggi, tidak hanya dalam pekerjaan, namu juga dalam kehidupan sehari-hari. Tuntutan itu timbul karena budaya masyarakat modern yang serba instan dan menjunjung tinggi waktu. Salah satu dari kebutuhan sehari-hari masyarakat adalah mengkonsumsi kopi, dimana konsumsi kopi di pasar dalam negeri tumbuh sekitar 5% - 6% per tahun. Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia (AEKI) mencatat bahwa konsumsi kopi orang indonesia terus naik, tercatat dari tahun 2010 hingga sekarang telah meningkat sebesar 36% dengan penikmat rata-rata berusia lebih dari 25 tahun dan jenis kopi yang paling banyak dikonsumsi adalah kopi tubruk dan *white coffee*. Tahun 2017 Kementerian Pertanian mencatat produksi kopi Indonesia sebesar 637.539 ton, data tersebut menunjukkan bahwa mengkonsumsi kopi sudah menjadi gaya hidup bagi masyarakat Indonesia.

Dalam penelitian ini, Mesin kopi otomatis dirancang menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler diharapkan dapat menciptakan sistem otomatisasi yang baik dan mudah untuk digunakan, sehingga bisa menghasilkan sebuah produk yang unggul dan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat. Sistem *conveyor* akan digunakan pada *storage* gelas dan pada proses utama pembuatan kopi. Tabung digunakan sebagai tempat penyimpanan kopi, susu, dan gula. Sensor jarak digunakan untuk mengetahui keberadaan gelas pada tempat penyimpanan gelas. dan pada mesin ini akan menggunakan logika *finite state machine* yang diharapkan dapat mempermudah dan juga menghasilkan hasil proses yang baik

Hasil dari penelitian ini adalah pengguna dapat memenuhi kebutuhan kopi dengan mudah, nyaman, dan sesuai keinginan.

Kata Kunci : Mesin kopi otomatis, *conveyor*, *finite state machine*

Abstract

ABSTRACT

Nowadays, society wants higher efficiency, not only in work, but also in everyday life. The demand arises because the culture of modern society is instantaneous and upholding time. One of the daily needs of the community is coffee consumption, where consumption of coffee in the domestic market grows about 5% - 6% per year. The Association of Indonesian Coffee Exporters (AEKI) noted that Indonesian coffee consumption continues to rise, recorded from 2010 to now has increased by 36% with average audience aged over 25 years. In 2016 the Ministry of Agriculture recorded the Indonesian coffee production of 639,305 tons, the data shows that consuming coffee has become a lifestyle for the people of Indonesia.

In this research, automatic coffee machine is designed using microcontroller. Microcontroller is expected to produce a good automation system and easy to use, so it can produce a superior product and can meet the needs of the community. Conveyor system will be a storage place in the process of making coffee. Tubes as storage of coffee, milk, and sugar. Sensor information to know the market at the point of sale glass. and on this machine will use state machine until that can be used and also produce a good process.

The results of this study is the user can fill the needs of coffee with ease, comfortable, and as desired.

Keywords : Automatic coffee machine, conveyor, Finite State Machine

1. Pendahuluan

Dewasa ini, masyarakat menginginkan efisiensi yang semakin tinggi, tidak hanya dalam pekerjaan, namun juga untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Tuntutan itu timbul karena budaya masyarakat modern yang serba instan dan menjunjung tinggi waktu. Salah satu dari kebutuhan sehari-hari masyarakat adalah mengkonsumsi kopi, dimana konsumsi kopi di pasar dalam negeri tumbuh sekitar 5% - 6% per tahun. Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia (AEKI) mencatat bahwa konsumsi kopi orang Indonesia terus naik, tercatat dari tahun 2010 hingga sekarang telah meningkat sebesar 36% dengan penikmat rata-rata berusia lebih dari 25 tahun, dan jenis kopi yang paling banyak dikonsumsi adalah kopi tubruk dan *white coffee*. Tahun 2016 Kementerian Pertanian mencatat produksi kopi Indonesia sebesar 639.305 ton, data tersebut menunjukkan bahwa mengkonsumsi kopi sudah menjadi gaya hidup bagi masyarakat Indonesia.

Banyak perusahaan mini market yang menyediakan mesin kopi untuk dapat memenuhi kebutuhan asupan kopi masyarakat, begitu pula pada perkantoran yang menyediakan mesin kopi untuk para karyawannya. Permasalahannya adalah jenis kopi yang ditawarkan pada setiap mesinnya sudah ditentukan atau tidak dapat diatur sesuai selera para penikmatnya. Maka, sebuah sistem perlu dirancang agar pengguna dapat memenuhi kebutuhan asupan kopi setiap harinya dengan mudah, sesuai dengan keinginan pengguna dan dalam segi waktu serta cara pembuatan kopi sesuai dengan standar pembuatan kopi jika dilakukan secara manual oleh *Barista*. Untuk mencapai tujuan itu, perlu adanya sebuah alat yang dapat mendukung proses pembuatan kopi menjadi lebih mudah dengan mengotomatisasi semua kegiatan yang biasanya dilakukan oleh manusia agar dapat mengurangi kelalaian manusia. Dalam tugas akhir ini akan dibuat sebuah mesin kopi otomatis berbasis mikrokontroler dengan seluruh aspek sistem diperintahkan melalui gawai sebagai antarmuka, serta terdapat sistem perintah cadangan berupa tombol sebagai masukan untuk memilih jenis kopi yang akan dibuat serta LCD yang digunakan sebagai tampilan untuk menu, dan pengguna dapat memilih jenis dan takaran bahan-bahan dasar pembuatan kopi sesuai keinginan.

Dalam sistem ini, mikrokontroler akan digunakan sebagai pemeran utama pada mesin kopi otomatis ini. Mikrokontroler diharapkan dapat menciptakan sistem otomatisasi yang baik dan mudah untuk digunakan, sehingga bisa menghasilkan sebuah produk yang unggul dan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Konsep Solusi

Konsep solusi pada tugas akhir ini akan membuat mesin kopi otomatis yang dapat memberikan berbagai macam pilihan untuk jumlah takaran bahan-bahan dasar pembuatan kopi dengan menggunakan metode *Finite State Machine* (FSM). Pada menu awal akan terdapat dua jenis kopi yang dapat dipilih yaitu arabica dan robusta, setelah itu akan masuk ke dalam sub-menu untuk masing-masing jenis kopi, yaitu sub-menu untuk kopi polos, kopi dengan gula, kopi dengan susu, dan kopi campur. Kondisi kopi dengan gula dan kopi dengan susu akan dibuat pula sub-menunya, terdapat tiga kondisi di setiap sub-menunya untuk menentukan jumlah takaran gula dan susu, yaitu kondisi sedikit dengan jumlah 2 gram untuk gula dan 15 mililiter untuk susu, kondisi sedang dengan jumlah 4 gram untuk gula dan 30 mililiter untuk susu, dan kondisi banyak dengan jumlah 6 gram untuk gula dan 45 mililiter untuk susu. Pada pilihan kopi campur digunakan 2 gram untuk gula dan 15 mililiter untuk susu.

2.2. Perancangan Rangkaian Logika Digital Sekuensial

Rangkaian sekuensial merupakan rangkaian logika yang kondisi keluarannya dipengaruhi oleh masukan dan keadaan keluaran sebelumnya atau dapat dikatakan rangkaian yang bekerja berdasarkan urutan waktu. Ciri rangkaian logika sekuensial yang utama adalah adanya jalur umpan balik di dalam rangkaianannya. Bentuk dasar rangkaian sekuensial adalah *latch* dan flip-flop. *Latch* dan flip-flop dapat dirangkai untuk membentuk rangkaian logika sekuensial yang berguna untuk penyimpanan, pewaktu, perhitungan, dan pengurutan. logika digital sekuensial dibagi menjadi tipe sinkron dan asinkronus. Dalam rangkaian sekuensial sinkron, status perangkat hanya berubah pada waktu tertentu sebagai respons terhadap sinyal *clock*. Dalam rangkaian asinkronus status perangkat dapat berubah sewaktu-waktu sebagai respons terhadap masukan yang berubah.

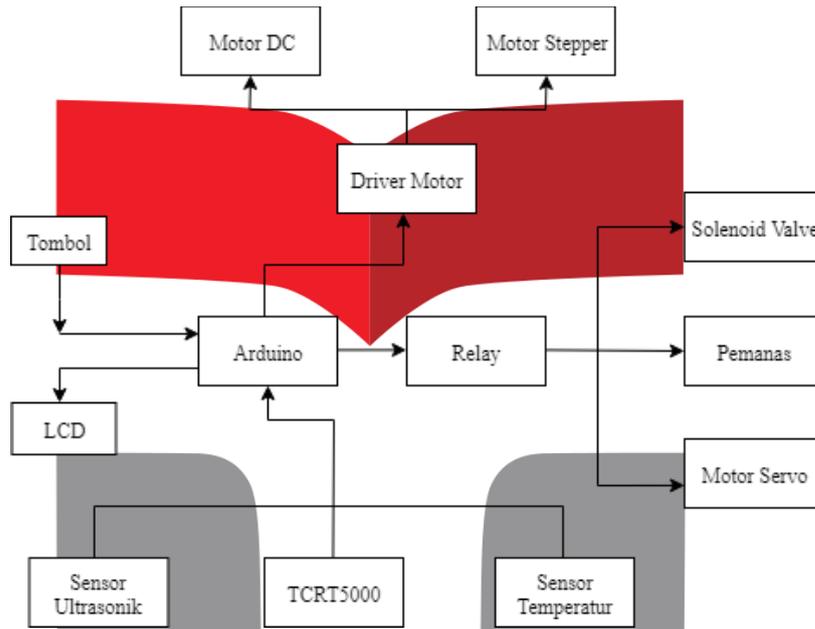
2.3. *Finite State Machine*

Finite State Machine merupakan teknik pemodelan khusus untuk logika rangkaian sekuensial. Pemodelan ini sangat membantu dalam perancangan sistem terutama jenis tertentu yang tugasnya membentuk urutan yang jelas, *Finite State Machine* juga dapat dikatakan sebagai sebuah metodologi perancangan sistem kontrol yang

menggambarkan tingkah laku atau prinsip kerja sistem dengan menggunakan tiga hal berikut: *State* (Keadaan), *Event* (kejadian) dan *action* (aksi). Pada satu saat dalam periode waktu yang cukup signifikan, sistem akan berada pada salah satu *state* yang aktif. Sistem dapat beralih atau bertransisi menuju *state* lain jika mendapatkan masukan atau *event* tertentu, baik yang berasal dari perangkat luar atau komponen dalam sistemnya itu sendiri. Transisi keadaan ini umumnya juga disertai oleh aksi yang dilakukan oleh sistem ketika menanggapi masukan yang terjadi. Aksi yang dilakukan tersebut dapat berupa aksi yang sederhana atau melibatkan rangkaian proses yang relatif kompleks.

3. Perancang Sistem

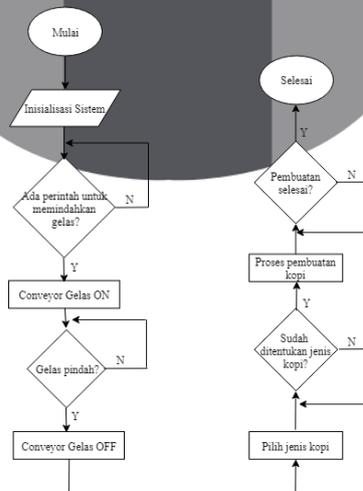
Perancangan perangkat keras merupakan hal yang sangat penting dalam pembuatan tugas akhir ini. Karena dengan adanya perangkat keras maka sistem dapat diuji secara nyata, apakah alat ini dapat bekerja dengan baik atau tidak. Secara garis besar, diagram blok dari mesin lopi otomatis ini ditunjukkan pada gambar 3-1. di bawah ini.



Gambar 3-1. Diagram blok perancangan sistem

3.1. Perancangan Perangkat Lunak

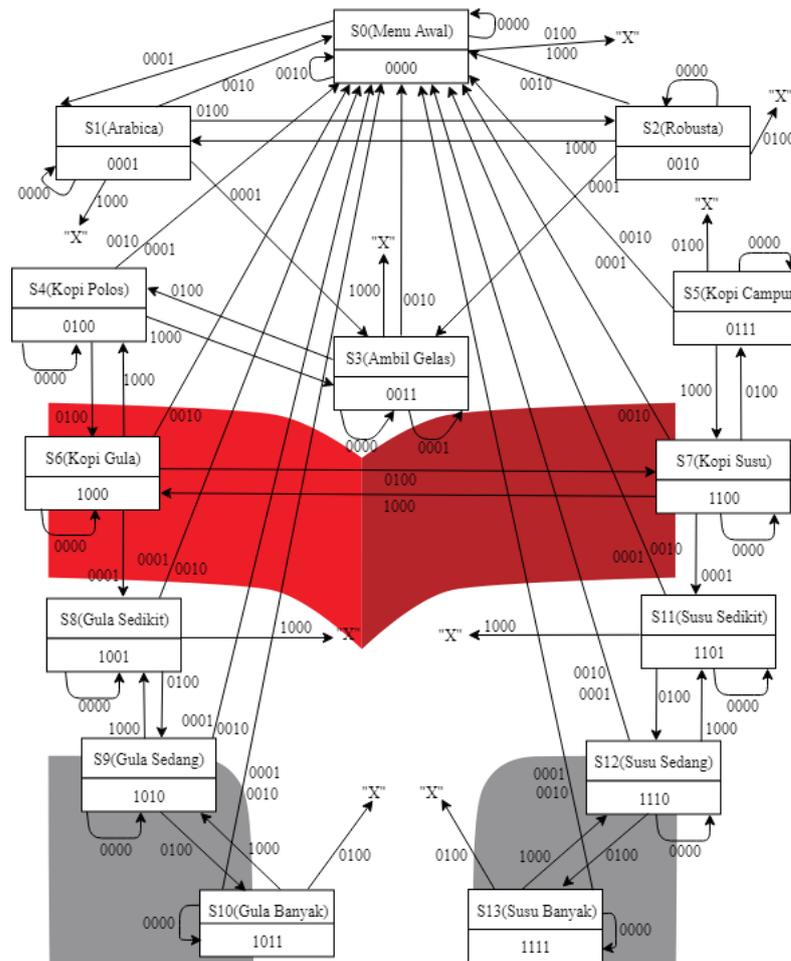
Perancangan perangkat lunak merupakan suatu hal yang penting dalam perancangan mesin kopi otomatis agar berjalan lancar. Pada gambar 3-2 merupakan diagram alir umum dari mesin kopi otomatis, nantinya pada setiap kondisi terdapat sub-sistemnya masing-masing.



Gambar 3- 2. Diagram blok data

3.2. Diagram State

Pada gambar 3-3. Dapat dilihat diagram state yang akan digunakan pada sistem menu pada mesin kopi otomatis. Pada setiap state mewakili setiap kondisi yang ada di dalam menu.



Gambar 3- 3. Diagram state

4. Pembacaan Hasil

4.1. Pengujian katup kopi 1 dan 2

Penelitian ini membahas mengenai hasil pengujian dan analisis pada sistem yang telah dibuat yaitu pengujian katup kopi 1 dan katup kopi 2, dimana nilai acuan untuk takaran 1 gelas kopi sebesar 10 gr untuk acuan minimum dan 14 gr untuk acuan maksimum, dan diambil rata-ratanya yaitu 12 gr. Dilakukan pengujian ini untuk menguji keberhasilan alat serta berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Setelah dilakukan beberapa kali pengujian dengan sudut dan waktu *delay* yang berbeda-beda didapatkan hasil yang paling mendekati nilai acuan yang dibutuhkan.

Tabel 4-3. Pengujian katup kopi 1

No.	Sudut	Delay (detik)	Massa Acuan Minimum (gr)	Massa Acuan Maksimum (gr)	Massa Hasil Pengujian (gr)	Error (%)
1	50°	0,2	10	14	10	16,7
2	50°	0,2	10	14	11	8,3
3	50°	0,2	10	14	11	8,3
4	50°	0,2	10	14	12	0
5	50°	0,2	10	14	10	16,7

.....
Rata-rata			12	11,98	0,2%	

Tabel 4-4. Pengujian katup kopi 2

No.	Sudut	Delay (detik)	Massa Acuan Minimum (gr)	Massa Acuan Maksimum (gr)	Massa Hasil Pengujian (gr)	Error (%)
1	50°	0,2	10	14	10	16,7
2	50°	0,2	10	14	11	8,3
3	50°	0,2	10	14	12	0
4	50°	0,2	10	14	12	0
5	50°	0,2	10	14	10	8,3
....
Rata-rata			12	11,98	11,98	0,2%

Pada akhir pengujian didapatkan hasil untuk pengujian katup kopi 1 menggunakan sudut sebesar 50° dan delay sebesar 0,2 detik, didapatkan rata-rata nilai massa acuan sebesar 11,98 gr dengan nilai error sebesar 3,080 %. Kemudian untuk katup kopi 2 menggunakan sudut sebesar 50° dan delay sebesar 0,2 detik, didapatkan nilai rata-rata massa acuan sebesar 11,94 gr dengan nilai error 2,914 %.

4.2. Pengujian katup gula

Penelitian ini membahas mengenai hasil pengujian dan analisis pada sistem yang telah dibuat yaitu pengujian katup gula, dimana nilai acuan untuk takaran 1 gelas kopi dibedakan menjadi tiga kondisi, yaitu untuk kondisi sedikit menggunakan takaran sebanyak 2 gr, untuk kondisi sedang menggunakan takaran sebanyak 4 gr, dan untuk kondisi banyak menggunakan takaran sebanyak 6 gr. Pengujian dilakukan beberapa kali dengan sudut dan waktu delay yang berbeda-beda, yang nantinya dari beberapa hasil pengujian tersebut akan diambil hasil yang paling mendekati tiga nilai acuan yang akan digunakan.

Tabel 4-5. Pengujian katup gula dengan kondisi sedikit

No.	Sudut	Delay (detik)	Massa Acuan (gr)	Massa Hasil Pengujian (gr)	Error (%)
1	70°	0,5	2	2	0
2	70°	0,5	2	2	0
3	70°	0,5	2	2	0
4	70°	0,5	2	2	0
5	70°	0,5	2	2	0
....
Rata-rata				1,92	3%

Tabel 4-6. Pengujian katup gula dengan kondisi sedang

No.	Sudut	Delay (detik)	Massa Acuan (gr)	Massa Hasil Pengujian (gr)	Error (%)
1	70°	0,6	4	4	0

2	70°	0,6	4	4	0
3	70°	0,6	4	4	0
4	70°	0,6	4	4	0
5	70°	0,6	4	4	0
....
Rata-rata				3,9	2,5%

Tabel 4-7. Pengujian katup gula dengan kondisi banyak

No.	Sudut	Delay (detik)	Massa Acuan (gr)	Massa Hasil Pengujian (gr)	Error (%)
1	70°	0,7	6	6	0
2	70°	0,7	6	6	0
3	70°	0,7	6	7	16,7
4	70°	0,7	6	6	0
5	70°	0,7	6	6	0
...
Rata-rata				6,14	2,3%

Pada Tabel 4-5 hasil pengujian katup gula dengan nilai acuan 2 gr didapatkan hasil rata-rata nilai pengujian sebesar 1,92 gr. Pada Tabel 4-5 hasil pengujian katup gula dengan nilai acuan 4 gr didapat hasil pengujian dengan nilai rata-rata sebesar 3,9 gr. Pada Tabel 4-5 hasil pengujian katup gula dengan nilai acuan 6 gr didapat hasil pengujian dengan nilai rata-rata 6,14 gr.

4.3. Pengujian katup susu

Penelitian ini membahas mengenai hasil pengujian dan analisis pada sistem yang telah dibuat yaitu pengujian katup susu, dimana nilai acuan untuk takaran 1 gelas kopi dibedakan menjadi tiga kondisi, yaitu untuk kondisi sedikit menggunakan takaran sebanyak 15 ml, untuk kondisi sedang menggunakan takaran sebanyak 30 ml, dan untuk kondisi banyak menggunakan takaran sebanyak 45 ml. Pengujian dilakukan beberapa kali dengan sudut dan waktu *delay* yang berbeda-beda, yang nantinya dari beberapa hasil pengujian tersebut akan diambil hasil yang paling mendekati tiga nilai acuan yang akan digunakan.

Tabel 4-8. Pengujian katup susu dengan kondisi sedikit

No.	Sudut	Delay (detik)	Massa Acuan (ml)	Massa Hasil Pengujian (ml)	Error
1	80°	1,5	15	15	0
2	80°	1,5	15	15	0
3	80°	1,5	15	14	6,7
4	80°	1,5	15	15	0
5	80°	1,5	15	16	6,7
....
Rata-rata				15,06	0,1%

Tabel 4-9. Pengujian katup susu dengan kondisi sedang

No.	Sudut	Delay (detik)	Massa Acuan (ml)	Massa Hasil Pengujian (ml)	Error
1	80°	2,5	30	30	0
2	80°	2,5	30	30	0
3	80°	2,5	30	28	6,7
4	80°	2,5	30	30	0
5	80°	2,5	30	32	6,7
....
Rata-rata				29,96	0,3%

Tabel 4-10. Pengujian katup susu dengan kondisi banyak

No.	Sudut	Delay (detik)	Massa Acuan (ml)	Massa Hasil Pengujian (ml)	Error
1	80°	3,5	45	45	0
2	80°	3,5	45	45	0
3	80°	3,5	45	42	6,7
4	80°	3,5	45	45	0
5	80°	3,5	45	48	6,7
....
Rata-rata				44,82	0,4%

Pada Tabel 4-8 hasil pengujian katup susu dengan nilai acuan 15 ml didapatkan hasil rata-rata nilai pengujian sebesar 15,06 ml. Pada Tabel 4-9 hasil pengujian katup susu dengan nilai acuan 30 ml didapat hasil pengujian dengan nilai rata-rata sebesar 29,96 ml. Pada Tabel 4-10 hasil pengujian katup susu dengan nilai acuan 45 ml didapat hasil pengujian dengan nilai rata-rata 44,82 ml.

4.4. Pengujian katup air

Penelitian ini membahas mengenai hasil pengujian dan analisis pada sistem yang telah dibuat yaitu pengujian katup air, ada dua bagian dalam proses ini yaitu proses *blooming* membutuhkan nilai acuan 30 ml air dan proses penyeduhan dengan nilai acuan 120 ml air. Dalam pengujian ini dilakukan beberapa kali percobaan dengan waktu *delay* yang berbeda-beda yang nantinya dari beberapa hasil pengujian tersebut akan diambil hasil yang paling mendekati dua nilai acuan yang akan digunakan

Tabel 4-11. Pengujian katup air untuk proses *blooming*

No.	Delay (detik)	Massa Acuan (ml)	Massa Hasil Pengujian (ml)	Error
1	1,5	30	30	0
2	1,5	30	30	0
3	1,5	30	30	0

4	1,5	30	30	0
5	1,5	30	27	10
....
Rata-rata			29,74	0,9%

Tabel 4-12. Pengujian katup air untuk proses penyeduhan

No.	Delay (detik)	Massa Acuan (ml)	Massa Hasil Pengujian (ml)	Error
1	2,6	120	120	0
2	2,6	120	116	3,3
3	2,6	120	120	0
4	2,6	120	119	0,8
5	2,6	120	117	2,5
....
Rata-rata			118,94	0,9%

Pada Tabel 4-11 hasil pengujian katup air untuk proses *blooming* dengan nilai acuan 30 ml, didapatkan hasil rata-rata nilai pengujian sebesar 29,74 ml. Pada Tabel 4-12 hasil pengujian katup air dengan nilai acuan 120 ml, didapat hasil pengujian dengan nilai rata-rata sebesar 118,94 ml.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa yang sudah dilakukan dari mesin kopi otomatis berbasis mikrokontroler, maka dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Berdasarkan hasil pengujian setiap sub sistem, mesin kopi dapat bekerja secara otomatis dan dapat menyesuaikan kondisi sesuai masukan dari pengguna.
2. Pengisian bahan-bahan dasar kopi ke dalam gelas sudah sesuai dengan nilai acuan yang digunakan untuk setiap kondisinya. 12 gr untuk kopi, 2 gr, 4 gr, dan 6 gr untuk tiga kondisi gula yaitu sedikit, sedang dan banyak. Nilai acuan untuk tiga kondisi susu yaitu 15 ml untuk sedikit, 30 ml untuk sedang, dan 45 untuk banyak. Pengisian air untuk proses *blooming* 30 ml dan proses penyeduhan sebanyak 120 ml.

6. Saran

Berikut ini beberapa saran yang dapat diberikan :

1. Gunakan tabung penyimpanan yang kokoh, serta katup yang dapat menahan secara utuh bubuk kopi yang ada di dalam tabung.
2. Gunakan tabung penyimpan air yang terbuat dari *stainless steel* untuk menghindari terjadinya plastik tabung air meleleh akibat suhu air yang terlalu tinggi.
3. Menambahkan *espresso-based* pada mesin, agar pilihan kopi pada menu akan semakin bervariasi..

Daftar Pustaka:

- [1] Avisena, M. (2016, January 14). *Konsumsi Kopi di Pasar Domestik Naik Pesat*. Dipetik February 1, 2017, dari <http://industri.bisnis.com>: <http://industri.bisnis.com/read/20160114/99/509504/aeki-konsumsi-kopi-di-pasar-domestik-naik-pesat>
- [2] R.W, R. R., & DHARMA , P. (2014, Juni 30). *Orang Indonesia Makin Gemar Minum Kopi*. Dipetik Februari 3, 2017, dari tempo.co: <https://m.tempo.co/read/news/2014/06/30/092589168/orang-indonesia-makin-gemar-minum-kopi>
- [3] F. Tinder, Richard (1991, May 1). *Digital Engineering Design: A Modern Approach*. USA, Washington.

[4] Shelton, Jeff (2015, Februari 10). *Sequential Logic Finite State Machines*. Dipetik 10 Mei 2018, dari <https://engineering.purdue.edu/ME588/LectureNotes/Unit4b--FiniteStateMachines.pdf>

[5] Villa, Tiziano., Kam, Timothy., K. Brayton, Robert., and Sangiovanni-Vincentelli Alberto (1997). *Synthesis of Finite State Machine: Logic Optimization*.

