

## RANCANG BANGUN MESIN SANGRAI KOPI DENGAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

Elfirza Rosiana<sup>1</sup>, Yogi Risaldi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik elektro, Universitas Pamulang

<sup>1,2</sup>Jln. Puspipetek Raya No. 46 Buaran, Setu-Tangerang Selatan, Banten, 15310, Indonesia

<sup>1</sup>[dosen00689@unpam.ac.id](mailto:dosen00689@unpam.ac.id)

<sup>2</sup>[yogirisaldi29@gmail.com](mailto:yogirisaldi29@gmail.com)

### INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 06-05-2021  
revisi : 10-05-2021  
diterima : 29-06-2021  
dipublish : 30-06-2021

### ABSTRAK

Sangrai kopi adalah proses mengeluarkan kandungan air pada biji kopi dan mengembangkan bijinya, serta mengurangi berat dari biji kopi. Sebagian besar proses pemasakan biji kopi dalam bisnis skala rumah tangga masih dilakukan secara manual. Sehingga penyangraian biji kopi membutuhkan tenaga dan waktu yang cukup banyak. Keadaan seperti ini membuat penyangraian biji kopi kurang efektif, dimana suhu pemasakan tidak dikontrol dan pengaduknya menggunakan tangan yang belum tentu stabil kecepatannya. Berdasarkan permasalahan tersebut terlihat bahwa diperlukan sebuah mesin sangrai kopi yang dapat bekerja secara otomatis dengan kecepatan pengadukkan yang lebih stabil. Oleh karena itu dilakukan rancang bangun mesin sangrai kopi otomatis menggunakan arduino uno, sensor MAX6675, sensor *load cell*, *termokopel*, motor DC, *heater* dan LCD. *Heater* digunakan sebagai penghangat untuk silinder pemanggangnya, *termokopel* sebagai pengukur suhu untuk tabung pemanggang, motor DC sebagai pengaduk biji kopi dan sensor *load cell* sebagai pelacak berat biji kopi. Dari hasil penelitian diketahui bahwa mesin sangrai kopi yang dibuat dapat berfungsi dengan baik. Hal ini diketahui dari hasil pengujian mesin sangrai kopi yang menunjukkan bahwa suhu pemanasan tabung sangrai kopi dapat mencapai suhu 150°C dalam waktu rata-rata 5.41 menit dan waktu yang dibutuhkan sistem untuk menghasilkan pematangan 100gr biji kopi adalah 40 menit, 200gr biji kopi adalah 50 menit dan 300gr biji kopi adalah 65 menit.

*Kata kunci : arduino uno; sensor MAX6675; sensor load cell; heater*

## ABSTRACT

**Design and Build of Coffee Roasting Machine with Arduino Uno Microcontroller.** Coffee roasting is a process of removing the water content in coffee beans and developing the beans, as well as reducing the weight of the coffee beans. Most of the coffee bean cooking process in a household scale business is still done manually. So that roasting coffee beans requires a lot of energy and time. This situation makes the roasting of coffee beans less effective, where the cooking temperature is not controlled and the stirrer using hands is not necessarily stable in speed. Based on these problems, it can be seen that a coffee roaster machine is needed that can work automatically with a more stable stirring speed. Therefore, an automatic coffee roaster was designed using arduino uno, MAX6675 sensor, load cell sensor, thermocouple, DC motor, heater and LCD. The heater is used as a heater for the roasting cylinder, a thermocouple as a temperature gauge for the roasting tube, a DC motor as a coffee bean stirrer and a load cell sensor as a coffee bean weight tracker. From the results of the study, it is known that the coffee roaster machine that is made can function properly. This is known from the results of the coffee roasting machine test which shows that the heating temperature of the coffee roaster tube can reach a temperature of 150°C in an average time of 5.41 minutes and the time required for the system to produce ripening of 100gr coffee beans is 40 minutes, 200gr coffee beans is 50 minutes and 300gr of coffee beans is 65 minutes.

*Keywords : arduino uno; MAX6675 sensor; load cell sensor; heater*

## PENDAHULUAN

Biji Kopi adalah salah satu bahan mentah andalan yang dapat melahirkan devisa negara. Indonesia mempunyai luas area perkebunan kopi terbesar kedua setelah negara Brazil. Namun ditinjau dari produksi biji kopi, Indonesia masih berada dibawah negara Vietnam dan Brazil. Sebagian besar hal ini dikarenakan produksi kopi yang diusahakan oleh perkebunan rakyat memiliki keterbatasan modal dan akses terhadap teknologi (Hanani et al., 2012).

Sebagian besar proses pemasakan biji kopi dalam bisnis skala rumah tangga, masih dilakukan secara manual, kayu atau gas digunakan untuk memanaskan oven

dan pengaduknya masih menggunakan tangan. Sehingga setiap takaran penyangraian biji kopi membutuhkan tenaga dan waktu yang cukup banyak. Keadaan seperti ini membuat pemanggangan biji kopi kurang efektif, dimana suhu pemasakan tidak dikontrol dan pengaduknya menggunakan tangan yang belum tentu stabil kecepatannya (Ristiawan & Ariyanto, 2016).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ade Mundari Wijaya yang berjudul Rancang Bangun Alat Pemanas dan Pengaduk Terintegrasi dengan Temperatur dan Kecepatan Terkendali Berbasis Mikrokontroler. Pada penelitian ini suhu dan temperatur sudah dapat dikendalikan dengan baik. Hanya saja belum dilengkapi

lama waktu proses penyangraian. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Masde Ristiawan dan Eko Ariyanto pada tahun 2016 yang berjudul Otomatisasi pengatur suhu dan waktu pada penyangrai kopi berbasis atmega 16 pada tampilan LCD. Mesin penyangrai tersebut dilengkapi dengan pengatur suhu dan waktu yang dimasukkan melalui *push button* sebagai *setpoint*. Sistem belum dilengkapi dengan perhitungan berat kopi dan suhu otomatis sesuai dengan berat kopi.

Berdasarkan permasalahan diatas, cenderung terlihat bahwa diperlukan sebuah mesin sangrai kopi yang dapat bekerja secara otomatis. Maka penelitian ini bertujuan membuat mesin sangrai kopi otomatis dengan kontrol otomatis, menggunakan komponen penghangat yang memanfaatkan listrik sebagai penghangat untuk silinder pemanggangnya, termokopel sebagai pengukur suhu untuk tabung pemanggang dan mesin DC sebagai pengaduk biji kopi. Mesin sangrai kopi ini dilengkapi dengan sensor pengukur berat sebagai pelacak berat biji kopi.

## TEORI

### Kopi

Kopi telah dikembangkan oleh berbagai negara, hampir 50 negara lebih. Kopi memiliki nilai finansial yang tinggi dan pengemarnya sangatlah banyak. Arabica dan Robusta merupakan dua jenis kopi yang umum dikenal (Rahardjo, 2019). Tanaman kopi berasal dari Abyssinia, suatu daerah di Afrika. Kopi menjadi komoditas komersial setelah dibawa oleh para pedagang Arab ke Yaman (Afriliana, 2018).

Proses penyangraian sangat berpengaruh untuk menentukan rasa dan warna dari biji kopi yang akan dibakar

(Panggabean, 2011). Pemanfaatan perubahan warna dari biji kopi merupakan indikator kematangannya, hal ini dapat digunakan untuk mempermudah sistem pengaturan.

### Arduino Uno

Arduino adalah sebuah platform komputasi fisik *open source* berbasiskan rangkaian masukan / keluaran sederhana (I/O) dan pengembangannya mengimplementasikan bahasa *Processing*. Arduino Uno adalah sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (Sokop et al., 2016). Arduino UNO memiliki 14 pin I/O lanjutan (6 di antaranya dapat digunakan sebagai hasil PWM), 6 sumber data sederhana, osilator Permata 16 MHz, asosiasi USB, *jack* paksa, *header* ICSP, dan tombol *reset*. Gambar Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Arduino Uno  
(Hamed & El-Moghany, 2013)

### Motor DC

Motor DC adalah perangkat elektromekanis yang mampu mengkonversikan energi listrik menjadi energi dalam bentuk lain, yaitu energi mekanik. Motor DC adalah jenis mesin yang memanfaatkan sumber tegangan arus searah sebagai sumber kekuatannya. Prinsip kerjanya ketika konduktor pembawa arus ditempatkan dalam medan magnet, maka ia akan mengalami gaya mekanik

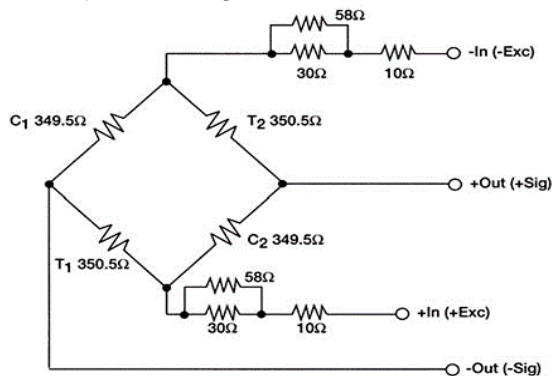
yang arahnya diberikan oleh aturan tangan kiri Fleming. Ketika medan magnetnya tereksitasi dan konduktor jangkarnya disuplai dengan arus dari suplai utama, mereka mengalami gaya yang cenderung memutar jangkar. Gambar 2 menunjukkan motor DC yang digunakan pada mesin sangrai biji kopi sebagai pengaduk biji kopi.



Gambar 2. Motor DC 12 V

### Load Cell

Load cell merupakan alat yang mengeluarkan signal listrik proporsional dengan gaya atau beban yang diterima. Load cell menggunakan prinsip kerja yang memanfaatkan strain gauge sebagai pengindra (sensor). Strain gauge adalah transduser pasif yang merubah suatu pergeseran mekanis menjadi perubahan tekanan (Nuryanto, 2015). Jembatan wheatstone digunakan sebagai pengkondisi sinyal yang dihasilkan oleh sensor load cell (WAHYUDI et al., 2018). Gambar 3 menunjukkan diagram load cell.



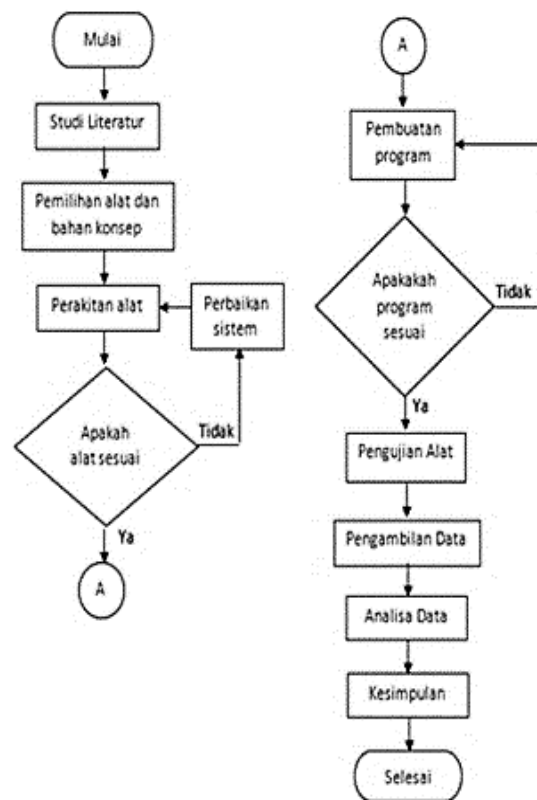
Gambar 3. Diagram load cell (Sinaga, 2020).

### Elemen Pemanas

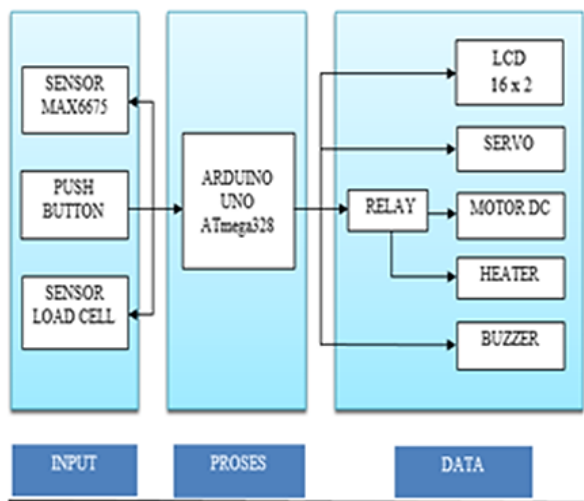
Elemen pemanas adalah sebuah transduser, prinsipnya mengubah energi listrik menjadi energi panas. Material konduktor digunakan dalam pembuatan elemen pemanas, yang dapat menghantarkan panas secara radiasi, konduksi maupun konveksi (Permana & Setiono, 2017). Elemen pemanas yang dipakai pada rancang mesin sangrai kopi ini menggunakan heater band berdaya 750Watt 220VAC. Jenis pemanas heater band digunakan karena pertimbangan pada instalasi yang lebih mudah serta lebih praktis.

### METODOLOGI

Secara garis besar tahapan pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini ditunjukkan oleh diagram alir gambar 6.



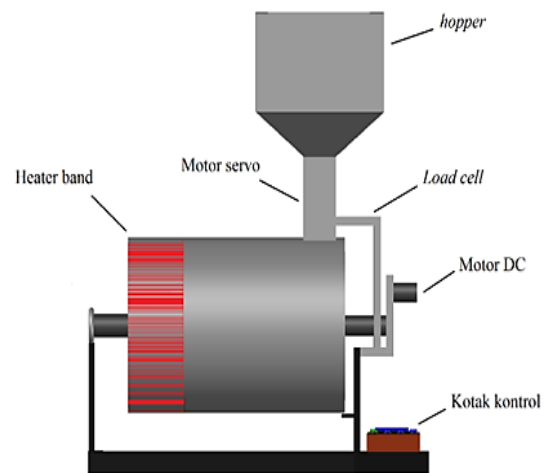
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 6. Blok Diagram Sistem

Mesin pengsangrai kopi yang dibuat pada penelitian ini, memuat beberapa bagian yaitu sensor Termokopel tipe-k beserta rangkaian MAX6675 untuk pengkonversi sinyal yang dipergunakan untuk pembacaan suhu pada tabung sangrai yang kemudian di rubah menjadi sinyal masukan yang dikirimkan ke modul relay 2 channel untuk mengaktifkan dan mematikan *heater* dan motor DC.

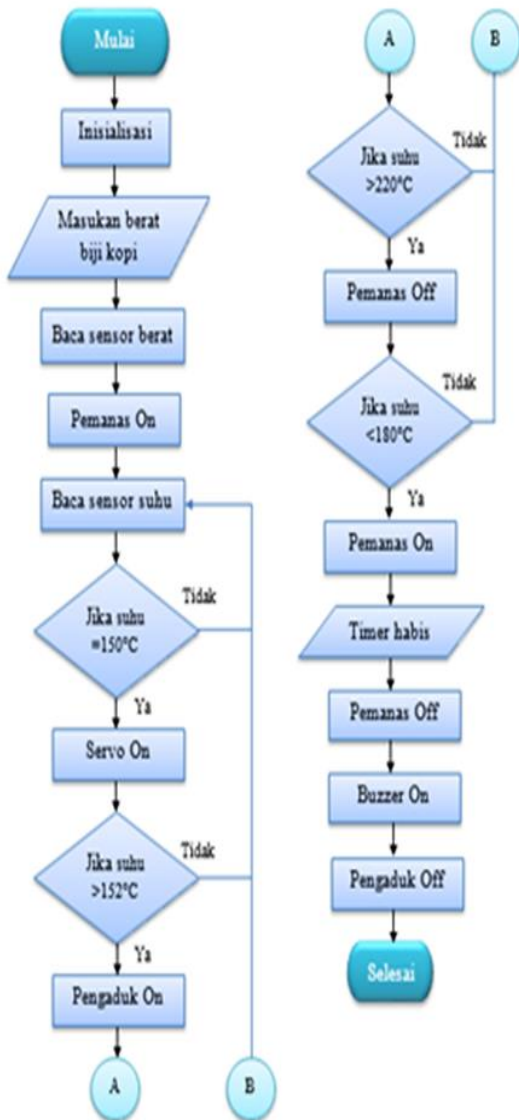
Selanjutnya Sensor *Load Cell* dan rangkaian HX711 berfungsi untuk mengkonversi sinyal yang akan difungsikan untuk mengukur berat (gr) biji kopi dalam *hopper* dan mengaktifkan proses sangrai secara otomatis. Arduino Uno ATmega328 digunakan sebagai pengelola data dan memproses masukan pada setiap sensor. *Push button* digunakan sebagai *input* pengaktifan proses sangrai secara manual, LCD digunakan untuk menampilkan informasi suhu dan berat (gr), motor servo sebagai penggerak pintu buka tutup *hopper*, motor DC sebagai pengadukan biji kopi dalam tabung.



Gambar 7. Desain mesin sangrai kopi

Adapun cara kerja sistem, pengguna terlebih dahulu memasukan biji kopi yang di inginkan (pilihan berat 100gr, 200gr, dan 300gr). Biji kopi dimasukan ke dalam *hopper* yang dilengkapi pengukur berat biji kopi dan motor servo sebagai penggerak pintu buka tutup *hopper*, setelah biji kopi dimasukan sesuai dengan berat yang diinginkan maka otomatis *heater on* untuk pemanasan tabung sangrai.

Ketika suhu tabung 150°C motor servo bergerak membuka pintu *hopper* agar biji kopi masuk ke dalam tabung dan ketika suhu 152°C motor pengaduk *on* untuk pengadukan biji kopi dalam tabung. ketika suhu tabung lebih dari 220°C maka otomatis *heater off*, *heater* akan aktif kembali apabila suhu tabung kurang dari 180°C, proses sangrai terus berlangsung sampai waktu sangrai habis, setelah itu *heater* dan motor pengaduk otomatis *off*.



Gambar 7. Diagram Alir cara kerja Mesin Sangrai

Mesin sangrai kopi dilengkapi dengan mode manual untuk menjaga-jaga ketika mode otomatis tidak berfungsi dengan baik. Pada Mode manual *Push button* berfungsi sebagai pengaktifan proses sangrai jika *load cell* tidak berfungsi. dan *relay* akan berfungsi menyalakan *heater* dan motor pengaduk.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Sensor Suhu

Kinerja sensor suhu termokopel module MAX6675 diperoleh dengan cara membandingkan nilai suhu keluaran sensor

dengan keluaran thermometer TM-902C. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan cara menempelkan sensor suhu ke tabung sangrai kopi yang dipanaskan. Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 1 diperoleh *error* rata-rata sebesar 2,71 %. Mesin sangrai masih layak digunakan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Termokopel

No	Termometer digital (°C)	Sensor MAX6675 (°C)	Error (%)
1	31,00	31,75	2,41
2	40,00	41,30	3,25
3	50,00	52,75	5,5
4	100,00	101,25	1,25
5	150,00	151,75	1,16
Rata-rata			2,71
Akurasi(%)			97,29(%)

### Pengujian Sensor Load Cell

Pengujian sensor *load cell* bertujuan untuk menganalisis kinerja sensor *load cell* yang dihubungkan dengan module HX71. Pengujian sensor *load cell* dilakukan dengan cara membandingkan nilai berat (gr) keluaran timbangan digital sebagai acuan.

Tabel 2. Pengujian Load Cell

No	Timbangan digital (gr)	Load Cell (gr)	Error (%)
1	100 gr	101,45	1,45
2	200 gr	202,35	1,17
3	300 gr	301,55	0,51
4	400 gr	402,35	0,58
5	500 gr	502,25	0,45
Rata-rata			0,83
Akurasi(%)			99,17(%)

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 2. Besarnya nilai akurasi yaitu sebesar 99,17%. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa sensor *load cell* layak digunakan.

### Pengujian Pemanasan Tabung

Pengujian pemanasan tabung dilakukan untuk melihat seberapa lama

waktu pemanasan tabung mesin sangrai kopi mencapai suhu 200°C.

**Tabel 3.** Pengujian Pemanasan Tabung

No	Suhu (°C)	Arus (A)	Waktu (menit)
1	150	3,2	5.45
2	150	3,2	5.42
3	150	3,2	5.55
4	150	3,2	5.35
5	150	3,2	5.30
Rata-rata			5.41

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian pemanasan tabung sangrai kopi. Tabung sangrai pada percobaan pertama mencapai suhu 150°C membutuhkan waktu selama 5.45 menit dan percobaan ke lima 5.30 menit. Diperoleh waktu rata-rata (dari lima kali pengujian) untuk memanaskan tabung dari kondisi mati dan tabung dalam keadaan dingin adalah 5.41 menit.

**Tabel 4.** Setpoint suhu terhadap waktu

No	Lama Waktu Rata-rata (detik)	Suhu (°C)	Heater
1.	33	150-160	ON
2.	35	160-170	ON
3.	36	170-180	ON
4.	36	180-190	ON
5.	51	190-200	ON
6.	49	200-210	ON
7.	57	210-220	OFF
8.	192	220-180	ON

Heater mesin penyangrai kopi akan terus aktif sampai suhu mencapai 220°C. Jika suhu sudah lebih dari 220°C maka heater akan mati. Ketika terjadi penurunan suhu mencapai 180°C maka heater akan menyala kembali untuk menaikkan suhu menjadi 220°C. Berdasarkan pengujian pada alat, waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melakukan pemanasan tabung sangrai dari 150°C ke 220°C adalah 297 detik atau 4.95 menit.

**Tabel 5.** Waktu pematangan kopi terhadap berat

No	Berat (gr)	Waktu (menit)	Keterangan
1.	100	14	Kuning belum matang
		27	Coklat muda belum matang
		40	Kematangan coklat tua
2.	200	17	Kuning belum matang
		33	Coklat muda belum matang
		50	Kematangan coklat tua
3.	300	20	Kuning belum matang
		40	Coklat muda belum matang
		65	Kematangan coklat tua

Berdasarkan tabel 5, proses pematangan biji kopi dengan mesin sangrai kopi yang telat dibuat, membutuhkan waktu 14 menit untuk memasuki tahap kekuningan (belum matang), pengujian ini menggunakan biji kopi dengan berat 100gr. Pada menit ke 27 kopi menjadi coklat muda belum matang dan pada menit ke 40 biji kopi sudah memasuki kematangan coklat tua.

Berat biji kopi 200gr pada menit ke-17, biji kopi melewati fase menguning, kemudian pada menit ke-33 biji kopi melewati fase uap. di mana air dalam biji kopi mulai menghilang, berubah menjadi cokelat muda. Waktu yang dibutuhkan sampai biji kopi matang adalah 50 menit. Penyangraian berat biji kopi 300gr mulai memasuki kekuningan pada menit 20. selanjutnya di menit 40 biji kopi melalui tahap *steam*, dimana air yang terkandung dalam biji kopi mulai menguap, warna berubah menjadi coklat muda. Biji kopi mencapai kematangan coklat tua membutuhkan waktu 65 menit.

## KESIMPULAN

Mesin sangrai kopi ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan, baik dalam mode otomatis maupun dalam mode

manual. *Error* rata-rata yang dihasilkan dari pembacaan sensor MAX6675 adalah sebesar 2,71% dan pembacaan sensor *load cell* memiliki *error* rata-rata 0,83%. Pemanasan tabung sangrai mencapai suhu 150°C membutuhkan waktu rata-rata 5.41 menit. Sedangkan waktu yang di butuhkan sistem untuk menghasilkan pematangan 100gr biji kopi adalah 40 menit, 200gr biji kopi adalah 50 menit dan 300gr biji kopi adalah 65 menit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abasi, K. (2016). *Rancang bangun model alat pembuat minuman kopi otomatis menggunakan sensor ultrasonik, screw conveyor dan mixing propeller berbasis mikrokontroler Atmega2560* (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik, Universitas Lampung)
- Afriliana, A. (2018). *Teknologi Pengolahan Kopi Terkini*. Deepublish.
- Hamed, B. M., & El-Moghany, M. S. (2013). Fuzzy Controller Design Using FPGA for Sun and Maximum Power Point Tracking in Solar Array System. *International Journal of Modeling and Optimization*, 189–197. <https://doi.org/10.7763/ijmo.2013.v3.265>
- Hanani, N., Asmara, R., & Fahriyah, F. (2012). Persaingan Ekspor Kopi Indonesia di Pasar International. Perhimpunan Ekonomi Pertanian Indonesia.
- Kholatingulloh, T. (2015). Otomatisasi Pengatur Suhu dan Waktu Pada Oven Listrik Berbasis arduino yang ditampilkan pada LCD. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Nuryanto, R. (2016). *Pengukur Berat dan Tinggi Baadan lideal Berbasis Arduino* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Panggabean, I. E. (2011). *Buku pintar kopi*. AgroMedia.
- Permana, A., & Setiono, I. (2017). SISTEM PENGENDALIAN SUHU DAN PEMANTAUAN KELEMBABAN BIJI KOPI PADA MESIN PENYANGRAI BERBASIS ARDUINO 2560. *Gema Teknologi*, 19(2), 19. <https://doi.org/10.14710/gt.v19i2.21866>
- Rahardjo, P. 2012. (2019). Panduan Budi Daya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta. Penebar Swadaya. Jakarta. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Ristiawan, M., & Ariyanto, E. (2016). Otomatisasi Pengatur Suhu Dan Waktu Pada Penyangrai Kopi ( Roaster Coffee ) Berbasis Atmega 16 Pada Tampilan LCD ( Liquid Crystal Display ). *Gema Teknologi*, 19(1),6. <https://doi.org/10.14710/gt.v19i1.21949>
- Sinaga, F. O., & Rajagukguk, J. (2019). Rancang Bangun Miniatur Eskalator Otomatis Menggunakan Sensor Berat (Load Cell) Berbasis Mikrokontroler Atmega 2560. *EINSTEIN (e-Journal)*, 7(3), 15-21.
- Sokop, S., Mamahit, D., & Sompie, S. (2016). Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 5(3), 13-23. doi:<https://doi.org/10.35793/jtek.5.3.2016.11999>
- WAHYUDI, W., RAHMAN, A., & NAWAWI, M. (2018). Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 5(2), 207. doi:<https://doi.org/10.26760/elkomika.v5i2.207>





Wijaya, A. (2011). Rancang Bangun Alat Pemanas dan Pengaduk Terintegrasi dengan Temperatur dan Kecepatan Terkendali Berbasis Mikrokontroler. Depok : Universitas Indonesia.