

Sistem Kontrol Suhu pada Mesin Peleleh Coklat Menggunakan Arduino Nano dan Sensor Suhu

S. Nurmuslimah*, Misbahul Munir, Rylo Pambudi

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

*Penulis korespondensi. E-mail: nurmuslimah@itats.ac.id

ABSTRACT

The heating process of chocolate requires temperature monitoring to keep the chocolate well. On chocolate heating or melting, conventionally is done by two containers and keep the chocolate doesn't have directly contact with the fire from the stove. There is a weakness in this method; the temperature can not be monitored accurately. In this study, a heating system was designed to monitor the temperature of chocolate melting with the temperature range between 20 to 50°C. Chocolate melting system was using microcontrollers, sensors and actuators - electric heaters. DS18B20 sensor is used to know the temperature. Sensor communication Communication sensor with controller was using One-Wire Dallas Communication method. Microcontroller acts as a data reader unit and controlling heat in chocolate. The aim of this designing system was to help in chocolate heating to prevent it from being damaged. The method used in this study was design and analysis. There were three systems designed. There were DS18B20 sensor system, the Arduino Nano microcontroller system and the electric heating output system. Integration system with automatic algorithm was able to keep the chocolate in safe condition at temperatures around 50-60°C. The heater will turn off if the temperature is above of the maximum set point value. The tool will keep the temperature to make the temperature in the range of set point by activating the relay signal and heater. When the temperature is below of the set point, so, the heater will be turn on. The result of the test showed that the sensor had a difference about 2-3°C to a standart measuring instrument (thermometer). The result of algorithm test indicated this tool was able control the on-off in automatic heater. From this study, it could be concluded that chocolate melting system which has been designed was able to maintain the temperature of chocolate melting according to the set point that has been determined.

Keywords

Sensor Suhu, DS18B20,
Pemanas, Arduino NANO,
Coklat.

ABSTRAK

Proses pemanasan coklat memerlukan monitoring suhu agar coklat tidak rusak. Pada pemanasan atau pelelehan coklat, secara konvensional dilakukan dengan dua wadah dan menjaga agar coklat tidak kontak langsung dengan sumber api. Terdapat kelemahan pada metode tersebut, karena suhu tidak bisa dipantau secara akurat. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem pemanas untuk memantau suhu pelelehan coklat dengan range suhu antara 20-50°C. Sistem peleleh coklat dengan menggunakan rangkaian mikrokontroler, sensor dan aktuator – pemanas listrik. Digunakan sensor DS18B20 untuk pembacaan suhu. Komunikasi sensor dengan mikrokontroler menggunakan metode komunikasi One-Wire Dallas. Tujuan dari perancangan sistem untuk membantu dalam pemanasan coklat agar tidak rusak. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah rancang bangun dan analisa. Terdapat tiga sistem yang dirancang, yaitu sistem sensor DS18B20, sistem mikrokontroler Arduino Nano dan sistem luaran pemanas listrik. Integrasi sistem dengan algoritma otomatis, mampu menjaga coklat pada keadaan aman pada suhu sekitar 50-60°C. Pemanas akan mati ketika suhu diatas nilai maksimum set point. Alat akan menjaga suhu agar tetap pada range sekitar suhu set-point dengan cara aktifasi sinyal relay dan pemanas. Ketika suhu berada dibawah set point, maka pemanas akan menyala. Dari hasil pengujian yang dilakukan, sensor memiliki selisih sekitar 2-3°C terhadap alat ukur standart (termometer). Hasil pengujian algoritma menunjukkan alat mampu mengendalikan on-off pemanas secara otomatis. Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa sistem peleleh coklat yang telah dirancang, mampu menjaga agar suhu pelelehan coklat sesuai dengan set point yang telah ditentukan.

PENDAHULUAN

Coklat merupakan bahan makanan yang sering dijumpai pada beberapa tempat, suasana dan perayaan (event) tertentu. Bahan makanan coklat memiliki tiga tipe, yaitu coklat mentah, coklat bahan baku dan hasil olahan coklat. Tipe pertama, yaitu coklat mentah, merupakan ekstrak coklat yang didapat dari fermentasi biji kakao. Coklat mentah memiliki karakteristik tidak bisa dikonsumsi langsung, karena masih memiliki kontaminasi bahan-bahan yang tidak boleh dikonsumsi oleh tubuh, misalnya getah, fungi atau ragi fermentasi. Tipe dua adalah coklat bahan baku. Coklat bahan baku, merupakan bentuk coklat yang sudah diolah untuk proses produksi tambahan makanan lain. coklat bahan baku memiliki campuran-campuran zat dengan menyesuaikan fungsi dari coklat tersebut. Tipe ketiga adalah hasil olahan coklat. Hasil olahan coklat dapat langsung dikonsumsi oleh konsumen. Karena pada hasil olahan coklat bersifat lezat dan aman dikonsumsi. Salah satu bentuk olahan coklat adalah permen, pasta dan roti-coklat (Eti, 2013).

Proses sistem pemanas yang telah dikembangkan adalah sistem oven. Oven diberikan pengendali untuk memantau suhu. Pada penelitian ini akan didesain sebuah sistem peleleh dengan morfologi berupa pemanas non-oven (Istiadi, 2010). Pengolahan coklat membutuhkan variasi metode, hal ini dipengaruhi oleh tipe coklat dan tujuan akhir dari coklat. Pada tipe coklat bahan baku proses pemanasan dan pencampuran dengan bahan lain adalah hal penting dalam mempertahankan rasa dan kelezatan coklat. Pemanasan yang bisa dilakukan dengan meletakkan coklat pada wadah dan dipanaskan diatas kompor. Pemanasan coklat dilakukan dengan memberikan dua wadah atau Loyang. Penggunaan dua wadah tersebut, bertujuan agar coklat tidak langsung terkena api. Jika coklat terkena api, maka akan langsung gosong, menghitam dan sudah pasti rasanya berubah. Dewasa ini banyak ditemukan alat peleleh coklat yang terdiri dari sistem pemanas dan kontrol bi-metal. Pada alat kontrol bi-metal pemutusan panas dilakukan oleh dua plat logam dengan perbedaan koefisien muai. Kelemahan alat tersebut adalah suhu pelelehan tidak bisa ditentukan dengan pasti.

Merujuk pada permasalahan yang ada, pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun sistem kendali suhu untuk proses pelelehan coklat. Studi kasus yang akan diambil adalah pelelehan coklat-hitam untuk bahan baku makan roti atau dark coklat. Dark coklat memiliki suhu pelelehan sekitar kurang dari 20 °C – 50 °C. (Eti, 2013). Jika suhu terlalu panas, maka coklat akan gosong. Alat terdiri dari wadah mekanik, sensor suhu, mikrokontroler dan pemanas elektrik. Secara umum alat tersebut akan memanaskan, proses pemanasan di kendalikan oleh mikrokontroler. Sistem pemanas akan otomatis mati, ketika suhu sudah sesuai dengan penentuan derajat leleh (melting Point). Diharapkan dengan adanya alat ini, mampu didapatkan rasa coklat yang lezat dan berujung pada tingkat kualitas penjualan produk.

TINJAUAN PUSTAKA

Coklat dan Pengolahannya

Kakao merupakan salah satu komoditas yang dapat memberikan kontribusi untuk peningkatan devisa Negara. Indonesia sebagai salah satu negara pemasok utama kakao dunia setelah Pantai Gading (38,3%) dan Ghana (20,2%) dengan persentasi 13,6%. Dengan mengolah Kakao menjadi produk yang berkualitas di dalam Negeri. Kita sudah mampu menyelamatkan keuangan negara sekitar 5% atau USD 200/ ton setiap ekspor biji Kakao. Untuk mengolah biji Kakao menjadi coklat dibutuhkan pengetahuan yang memadai agar hasilnya berkuwalitas dan memiliki nilai jual untuk dipasarkan ke pasar menjadi sebuah produk . Makanan dan minuman yang dihasilkan dari tanaman kakao saat ini menjadi primadona di hampir semua golongan masyarakat. Jangankan anak-anak, orang dewasa pun menjadikan coklat sebagai jenis makanan dan minuman favorit mereka. Secara umum proses pengolahan biji kakao menjadi coklat melalui beberapa tahapan. Berikut beberapa informasi proses pengolahan biji kakao menjadi coklat (Haryadi, 2017).

Proses pengolahan Kakao menjadi coklat dengan sistem Fermentasi akan menghasilkan kakao dengan cita rasa setara dengan kakao yang berasal dari Ghana. Karena, kakao Indonesia memiliki kelebihan tidak mudah meleleh sehingga cocok untuk blending. Fermentasi merupakan suatu proses produksi suatu produk dengan mikroba sebagai organisme pemroses. Fermentasi biji kakao merupakan fermentasi tradisional yang melibatkan mikroorganisme indigen dan aktivitas

enzim endogen. Fermentasi biji kakao tidak memerlukan penambahan kultur starter (biang), karena pulp kakao yang mengandung banyak glukosa, fruktosa, sukrosa dan asam sitrat dapat mengundang pertumbuhan mikroorganisme sehingga terjadi fermentasi. Tahapan pengolahan pasca panen kakao yaitu buah hasil panen dibelah dan biji berselimut pulp dikeluarkan, kemudian dikumpulkan pada suatu wadah. Jenis wadah yang digunakan dapat bervariasi

Fermentasi pada biji kakao terjadi dalam dua tahap yaitu fermentasi anaerob dan fermentasi aerob. Keberadaan asam sitrat membuat lingkungan pulp menjadi asam sehingga akan menginisiasi pertumbuhan ragi dan terjadi fermentasi secara anaerob. Fermentasi aerob diinisiasi oleh bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat. Produk fermentasi yang dihasilkan berupa etanol, asam laktat, dan asam asetat yang akan berdifusi ke dalam biji dan membuat biji tidak berkecambah. (Haryadi, 2017).

Selama fermentasi terjadi pula aktivitas enzimatik, enzim yang terlibat adalah endoprotease, aminopeptidase, karboksipeptidase, invertase (kotiledon dan pulp), polifenol oksidase dan glikosidase. Enzim-enzim ini berperan dalam pembentukan prekursor cita rasa dan degradasi pigmen selama fermentasi. Prekursor cita rasa (asam amino, peptida dan gula pereduksi) membentuk komponen cita rasa di bawah reaksi Maillard (reaksi pencoklatan non-enzimatis) selama penyangraian. Untuk menghentikan proses fermentasi, biji kakao kemudian dikeringkan. Pengeringan dilakukan sampai kadar air menjadi 7 – 8 % (setimbang dengan udara berkelembaban 75 %).



Gambar 1. Pengolahan coklat biji hingga hasil olahan

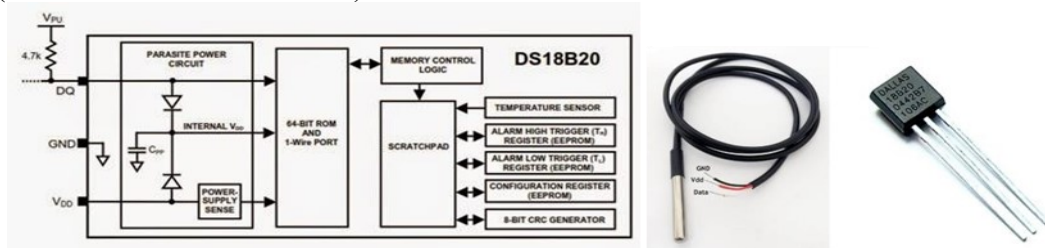
Sistem Akuisisi Data

Sensor secara garis besar adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan sinyal-sinyal yang berasal dari energi fisis menjadi energi listrik. Perubahan energi dilakukan dengan mengkonversi sinyal mekanik menjadi sinyal listrik. Contoh ; sistem sensor cahaya yang berada pada sebuah panel listrik tepi jalan. Ketika siang maka secara otomatis akan mati. Sensor pada besaran listrik layaknya panca indra pada manusia, yaitu : kulit sebagai sensor peraba, LDR (light dependent resistance) sebagai sensor cahaya, dan lainnya. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian. Beberapa jenis sensor yang banyak digunakan dalam rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya, sensor suhu, dan sensor tekanan (Bejo, 2008).

Sensor DS18B20

Dalam pembuatan alat ukur suhu kita mengenal beberapa jenis sensor yang digunakan diantaranya sensor LM35 dan sensor DS 1820. Kedua sensor ini memiliki perbedaan dalam hal keakuratannya. Sensor DS 1820 merupakan sensor suhu 9-12 bit yang memiliki fungsi seperti termometer serta terdapat sistem alarm. Sensor DS1820 memiliki kemampuan untuk mengukur suhu pada kisaran -55°C sampai 125°C dan bekerja secara akurat dengan kesalahan $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ pada kisaran -10°C sampai 85°C. Selain itu, daya yang digunakan sensor suhu DS1820 bisa langsung didapat dari data line ("parasite power"), sehingga tidak perlu lagi listrik eksternal (Datasheet Maxim – DS18820). Sensor DS1820 memiliki keunikan yaitu 64-bit, yang memungkinkan DS1820 terhubung ke beberapa fungsi yang sama melalui satu kabel yang sama. Oleh karena itu, satu

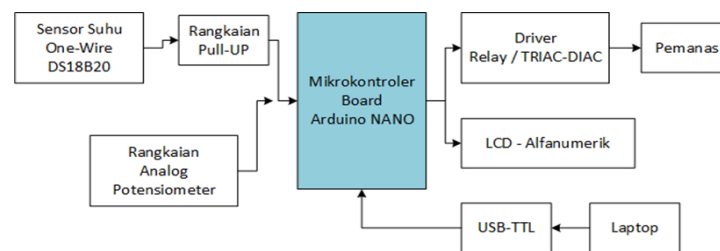
microprocessor saja dapat digunakan untuk mengendalikan banyak sensor yang akan didistribusikan ke daerah yang lebih besar. Aplikasi dari fitur ini meliputi pengontrol lingkungan (HVAC), sistem pemantauan suhu di dalam bangunan, peralatan, atau mesin, dan proses monitoring dan sistem control. (Datasheet Maxim – DS18B20).



Gambar 2. Fitur rangkaian internal DS18B20 (sumber : datasheet Maxim – DS18820)

METODE

Sistem memiliki bentuk blok diagram yang terdiri dari mekanik, elektronika, rangkaian control, dan pemanas. Wadah terbuat dari logam-foodgrade dan diberikan tempelan pemanas. Pemanas akan beroperasi berdasarkan kendali yang diberikan oleh mikrokontroler. Data acuan mikrokontroler dalam proses aktivasi pemanas, dirujuk dari pembacaan sensor suhu. Sensor suhu digunakan DS18B20 untuk melihat perubahan suhu pada wadah peleleh.



Gambar 3. Diagram blok sistem perangkat keras

Desain Wadah dan Pemanas

Pada penelitian ini, sistem dirancang dengan dua proses, yaitu perancangan mekanik wadah dan perancangan elektronika. Perancangan mekanik bertujuan untuk membuat wadah pelelehan coklat. Wadah terdiri dari logam stainless untuk menghindari karat dan termasuk dalam logam food-grade. Proses pemanasan menggunakan pemanas sifat konduktif. Panas merambat dari lemen menuju pada wadah pemanas. Wadah pemanas memiliki bentuk bulat dan mudah dipisahkan dengan sistem dasar pemanas. Resalisasi struktur mekanik ditunjukkan seperti pada Gambar 4, yaitu mekanik peleleh coklat. Desain peleleh memiliki wadah terpisah dengan sistem pemanas. Hal ini dilakukan untuk mempermudah proses pembersian saat diberi coklat. Pemanas diletakkan dengan cara ditempel pada bagian bawah. Hal ini untuk memanaskan bagian bawah. Panas akan merambat hingga menuju pada seluruh wadah. Proses pereambatan panas, memiliki bentuk konduksi.



Gambar 4. Realisasi mekanis sistem peleleh coklat

Pada peletakan pemanas, diberikan isolasi agar tidak terjadi hubungan arus pendek. Isolasi terbuat dari bahan tahan panas, yaitu selang putih yang mana berfungsi sebagai proteksi panas pada

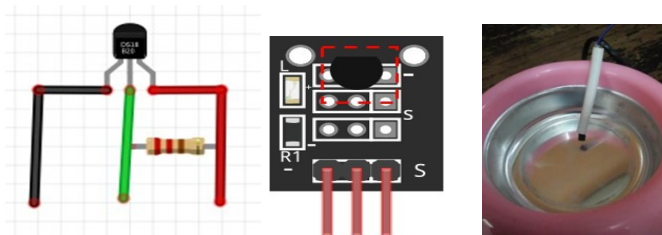
pengkabelan. Perlindungan panas ditunjukkan seperti pada Gambar 3.4, yaitu instalasi pemanas pada wadah. Pemanas akan memanaskan coklat dari bawah. Pemanas tersebut memiliki daya panas kisaran 20-25 Watt. Daya tersebut, tertera dalam label produksi. Panas akan merambat dari wadah dasar (wadah yang terhubung pemanas) menuju wadah peleleh coklat.



Gambar 5. Peletakan pemanas listrik pada bagian wadah dasar.

Rancangan Sensor dan Implementasi

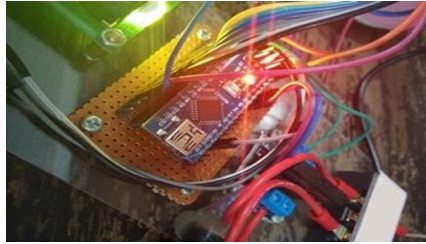
Pada penelitian ini digunakan sensor suhu tipe digital, yaitu DS18B20. Sensor tersebut memiliki tipe digital dan terintegrasi terhadap naik-turun tegangan analog. Sensor DS18B20 merupakan varian sensor yang berfungsi untuk mendeteksi suhu. Sensor tersebut tergolong varian yang update karena merupakan jenis seri sensor terbaru dari keluaran produsen Maxim. Sensor ini dapat mendeteksi suhu dari -55°C sampai 125°C dengan tingkat keakurasian ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) dan dengan resolusi 9 – 12-bit. Sensor ini merupakan salah satu jenis sensor suhu yang unik, apabila terdapat banyak sensor yang disusun secara paralel data dari keluaran setiap sensor tersebut dapat dibaca hanya dengan menggunakan 1 kabel data atau (Onewire) saja. Bentuk sensor DS18B20 dan board pendukung ditunjukkan seperti pada Gambar 3.6, yaitu rangkaian One-Wire DS18b20 dengan R-Pull UP 4,7KOhm. Terdapat dua macam kemasan, yaitu Single-IC dan Water-proof Probe. Pada penelitian ini adakan digunakan tipe water proof, karena nantinya akan diintegrasikan dengan wadah. Sehingga perlu diberikan tahanan atau kedap air. Peletakan sensor pada wadah pemanas diberikan perlindungan berupa selubung bakar dan diletakkan ditengah wadah. Peletakan itu bertujuan untuk mengukur suhu di tengah wadah tersebut. Pada saat dilakukan pengukuran sensor akan membaca titik suhu pada bagian yang tidak langsung kontak dengan pemanas. Peletakan sensor ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian sensor DS18B20 maxim dan Resistor Pull-Up 4.7K.

Integrasi Sistem Arduino NANO

Pada penelitian digunakan mikrokontroler sebagai pengendali atau otak dari sistem embedded. Mikrokontroler yang digunakan adalah tipe ATMEGA328 dengan kapasitas memori sekitar 16 Kbyte. Mikrokontroler ATMEGA328 dirancang dengan minimum sistem yang terdiri dari rangkaian osilator dan rangkaian reset sesuai dengan ketentuan yang sudah ditetapkan oleh pabrik. Pada perancangan alat ini mikrokontroler ATMEGA328 berfungsi untuk menerima input dari sensor, lalu mengolahnya sehingga menghasilkan output pada komunikasi data serial. Penyusun mikrokontroler dikemas dalam bentuk board tipe ARDUINO-NANO. Varian Arduino tersebut memiliki bentuk kecil dan sesuai dengan implementasi sistem embedded. Perbedaan tipe Arduino pada umumnya terletak pada memori dan map I/O. pada tipe nano memiliki konfigurasi yang hampir menyerupai Arduino NANO.



Gambar 7. Bentuk board Arduino Nano.

Panel display atau tampilan sebagai hasil luaran beberapa parameter pada rancang bangun sistem kendali kecepatan digunakan LCD alfanumerik. LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan di berbagai bidang, misalnya dalam alat-alat elektronik, seperti televisi, kalkulator ataupun layar komputer. Kombinasi karakter LCD yang digunakan adalah 16 x 2 karakter. Bentuk LCD yang ditunjukkan seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan LCD alfanumerik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor DS18B20

Sensor yang telah dirancang, yaitu DS18B20 dilakukan proses pengukuran validasi untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor. Didapatkan data seperti pada Tabel 1, yaitu tabel perbandingan sensor DS18B20 terhadap termometer digital. Hasil pada tabel tersebut, didapatkan kisaran selisih rata-rata adalah 1. 1°C. Nilai selisih yang cukup kecil tersebut menunjukkan sensor memiliki nilai pembacaan yang hampir sama dengan nilai alat ukur standar. Termometer yang digunakan adalah tipe digital untuk alat pembanding dari sistem yang telah dirancang.

Tabel 1. Selisih sensor terhadap termometer standart

No	Data Sensor (selsius)	Termometer (selsius)	selisih mutlak (selsius)
1	9	10	1
2	15	15	0
3	21	20	1
4	25	25	0
5	32	30	2
6	34	35	1
7	41	40	1
8	43	45	2
9	52	50	2
10	54	55	1
rata-rata error			1.1

Pengukuran Kinerja Relay

Hasil pengujian Relay Solid dilakukan dengan pengetesan pengiriman data on – off untuk mengetahui apakah relay tersebut bisa berfungsi dengan baik. Relay bisa berfungsi dengan baik, jika tidak ada aliran listrik AC pada rangkaian DC. Jika terdapat aliran AC, maka dapat diindikasikan ada sinyal bocor dan berdampak pada kerusakan alat. Sinyal AC mampu merambat, jika insulator dalam relay rusak. Pada penelitian ini digunakan tipe relay padat, untuk menghindari kerusakan akibat insulator rusak. Hasil pengujian relay terhadap sinyal pulsa dari mikrokontroler, ditampilkan dalam Tabel 2, yaitu kesesuaian sinyal dan luaran relay dalam kontrol panas. Pada relay yang digunakan, memiliki logika active-Low, sehingga ketika sinyal diunpankan adalah LOW atau sinyal rendah, maka sistem relly akan ON. Ketika ON, arus dari listrik AC akan mengalir pada pemanas.

Tabel 2 Kesesuaian Sinyal mikrokontroler dan luaran *relay*

NO	Kode	Status Relay	Keberhasilan
1	digitalWrite(pin_relay,HIGH)	OFF	berhasil
2	digitalWrite(pin_relay,HIGH)	OFF	berhasil
3	digitalWrite(pin_relay,HIGH)	OFF	berhasil
4	digitalWrite(pin_relay,LOW)	ON	berhasil
5	digitalWrite(pin_relay,LOW)	ON	Berhasil
keberhasilan			100%

Kendali panas merupakan hal terpenting dari sistem yang telah dirancang. Sistem mampu merespon secara otomatis ketika ada perubahan suhu. Perubahan suhu dipertahankan dalam interval atau batas tertentu. Batas pada setting suhu, dapat diatur dengan memutar potensiometer. Potensiometer akan dibaca oleh ADC. Nilai ADC 10 bit akan dikonversi menjadi suhu 0-100 °C. Pengguna dapat melakukan setting, sesuai keinginan. Pada penelitian ini digunakan dark coklat dengan batas suhu pelelehan sekitar 50-60 °C.



Gambar 9 Pengujian rangkaian relay padat

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian alat yang digunakan pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan Sebagai berikut ::

1. Sensor DS18B20 mampu digunakan sebagai sensor suhu pada sistem otomasi peleleh coklat.
2. Mikrokontroler ATMEGA328 yang tergabung dalam Arduino nano, mampu bertindak sebagai unit kontroler seluruh system.
3. Sistem Algoritma embedded mampu mengendalikan panas secara otomatis dengan merujuk pada pembacaan sensor dan set-point pemanasan coklat.

DAFTAR PUSTAKA

- Albert,P, Malvino. 1994. Prinsip-prinsip Dasar Elektronika. Penerbit Erlangga:Jakarta. Bejo, Agus. 2008. CVAVR pemrograman menggunakan bahasa C. Graha Ilmi : Yogyakarta
 Datasheet ATMEGA328 Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash Rev. 2466C–AVR–03/02. ATMEL.Corp

- Datasheet. 2015. DS18B20- One-Wire Parasite-Power Digital Thermometer. Dallas Semiconductor
- Haryadi, Supriyanto. 2017. Teknologi Cokelat. Gajah Mada University Press. ISBN: 978-979-420-788-8
- Kadir, Abdul. 2018. Arduino Dan Sensor, Tuntunan Praktis Mempelajari Penggunaan Sensor Untuk Aneka Proyek Elektronika Berbasis Arduino. andipublisher. ISBN: 978-979-29- 6670-1
- Kadir, Abdul. 2015 .From Zero To A Pro : Arduino, andipublisher: Yogyakarta. ISBN: 978-979- 29-5118-9
- Indarti, eti, dan Normalina Arpi ,Slamet Budijanto. 2013 . Kajian Pembuatan Cokelat Batang Dengan Metode Tempering dan Tanpa Tempering. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia Vol. (5) No.1, 2013
- Istiadi, dan Ngudi Tjahjono. Model Pengendali Oven Semiotomatis Berbasis Mikrokontroler. Widya Teknika Vol.18 No.1; Maret 2010. ISSN 1411 – 0660 : 34- 39 Setiawan, Rachmat. 2007. “Teknik Antar Muka ”. Graha Ilmu : Yogyakarta
- Sidik Nurcahyo. 2015. Aplikasi dan Teknik Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmel. andipublisher. 978-979-29-3214-0
- , Sejarah coklat dan manfaatnya, <https://www.kajianpustaka.com/2017/03/jenis-kandungan-manfaat-dan-pengolahan.html>