

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Poerwanty dkk,2020) dalam jurnal yang berjudul “**Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian Terhadap Total Asam Kopi Arabika**” Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu penyangraian terhadap total asam kopi yang dihasilkan dari beberapa metode pengolahan. Pengolahan buah kopi dilakukan dengan tiga pengolahan yaitu pengolahan basah (fermentasi dalam air selama 12 jam), pengolahan kering (tanpa fermentasi) dan fermentasi menggunakan teknologi Ohmic (OHM) dan dengan penambahan ekstrak nenas. Kopi hasil fermentasi dikeringkan hingga kadar air sekitar 11% bb kemudian disangrai pada tiga tingkat penyangraian light (193°C) dengan waktu 10 menit, medium (203°C) dengan waktu 8 menit, dan dark (213°C) selama 7 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kopi yang diperoleh dari penyangraian pada tingkat medium kandungan kafein tertinggi pada pengolahan kering dengan total kafein 0,119%, kemudian diikuti pengolahan basah dengan total kafein 0,087%, dan kadar kafein terendah diperoleh dari kopi yang difermentasi menggunakan teknologi *Ohmic* dengan penambahan ekstrak nenas yaitu 0,047%. Kandungan total asam tertinggi diperoleh dari kopi yang di fermentasi dengan menggunakan teknologi Ohmic dengan penambahan ekstrak nenas dengan kandungan total asam 0,0034%, diikuti pada pengolahan basah 0,0033%, dan total asam terendah diperoleh dari pengolahan kering dengan total asam 0,0032%. Atribut aroma yang dihasilkan pada tingkat penyangraian medium memberikan aroma *chocolate*, *caramel*, *fruity*, dan *earty*. Sedangkan pada citarasa seduhan kopi meberikan rasa yang seimbang antara *sweetness*, *acidity*, *bittiness*, dan *body* yang tebal yang disukai oleh panelis.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Rahmawati dkk, 2015) dalam jurnal yang berjudul “**Rancang Bangun Alat Penyangrai (Roasting) Kopi Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy**” Salah satu proses dalam pembuatan kopi adalah proses penyangraian, proses ini merupakan pengolahan biji kopi mentah menjadi biji kopi matang. Setiap penyangraian memiliki cara yang berbeda-beda, baik itu secara tradisional maupun modern. Adapun untuk cara tradisional, dari proses yang dilakukan hasil kematangan biji kopi yang didapatkan masih kurang merata sehingga tidak sesuai keinginan dan penggunaan alat dalam proses penyangraiannya kurang efisien. Sedangkan

cara modern, alat yang digunakan harus sesuai berdasarkan karakteristik sehingga jika penggunaannya tidak mengikuti aturan maka hasil dari penyangraian yang dilakukan tidak sesuai. Dari permasalahan tersebut maka akan dibuat alat penyangraian biji kopi yang efisien untuk menghasilkan kematangan biji kopi yang bermutu. Sistem kerja alat ini menggunakan input berat kopi yang menggunakan metode fuzzy logic untuk mendapatkan waktu kematangan biji kopi dan selanjutnya alat ini akan bekerja dengan cara memutar pengaduk biji kopi yang berada didalam tabung penyangraian dengan menggunakan motor dc (*dirrec current*) berdasarkan waktu yang didapat. Pemanasan menggunakan elemen pemanas, dengan sistem kontrol otomatis berdasarkan dari sensor suhu yang terdeteksi dan selanjutnya akan mengendalikan pemanas sampai suhu yang diinginkan. Jika suhu masih kurang dari set poin maka pemanasan akan tetap hidup, sedangkan jika suhu melebihi set poin maka pemanasan akan dimatikan. Sehingga didapatkan hasil suhu pemanasan yang stabil. Dari pengujian yang telah dilakukan alat ini dapat mematangkan 3 jenis biji kopi yaitu robusta, arabika, dan liberika. Alat ini memiliki 3 varian kematangan biji kopi antara lain *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Prabowo dkk, 2020) dalam jurnal yang berjudul “**Rancang Bangun Coffee Roaster Machine Kapasitas 1 Kg dengan Menggunakan Pengatur Suhu dan Waktu Termostat Rex-C 100**” Mesin penyangrai kopi dengan pengatur suhu dan waktu dengan kapasitas 1 kg didesain untuk mengoptimalkan panas dari alat pemanas dan memiliki harga lebih rendah dari pada mesin yg ada dipasaran. Tujuan dari desain mesin penyangrai kopi ini adalah untuk dilakukannya perancangan, manufaktur, dan uji performa fungsi mesin. Dalam pembuatan mesin ini, penulis menggunakan metode pendekatan desain dari James H. Earle, perangkat lunak Solidworks, dan proses penggambaran menggunakan standar ISO. Dari metode tersebut, didapatkan hasil evaluasi konsep dalam penentuan parameter seperti menggunakan motor DC 12 V, pemanas dengan menggunakan Finned heater daya 1500 Watt sebagai sumber panas.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Agastsya, 2017) dalam jurnal yang berjudul “**Mesin Roasting Biji Kopi Portable Berbasis Mikrokontroler**” Penelitian ini membuat mesin penyangrai biji kopi portable berbasis mikrokontroler, menggunakan gas sebagai bahan bakar pemanas dan

kontrol PID pada gas servo valve. Mesin sangrai memiliki tiga pilihan tingkat kematangan biji kopi yaitu light, medium dan dark.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Mita dkk, 2017) dalam jurnal yang berjudul “**Rancang Bangun Alat Penyangrai (Roaster) Kopi dan Penggiling (Grinder) Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler**” Pada zaman modern banyak dijumpai produk-produk manufaktur. Produk tersebut dibuat dengan tujuan untuk membantu pekerjaan manusia. Salah satu contoh kerja yang membutuhkan bantuan mesin adalah alat penyangrai dan penggiling kopi. Proses pengolahan biji kopi ada tiga yaitu penyangraian, pendinginan, dan penggilingan. Pada saat ini ketiga proses tersebut dilakukan pada alat yang berdiri sendiri. Sehingga dibutuhkan waktu yang lama untuk dilakukan pemindahan dari satu mesin ke mesin yang lain. Oleh karena itu dibutuhkan alat yang terintegrasi. Alat penyangrai dan penggiling otomatis ini menggunakan mikrokontroler sebagai pengontrol electricalnya. Untuk melakukan proses sangrai, biji kopi kering dimasukkan kedalam tabung proses penyangrai kemudian set suhu sangraian dan tekan tombol start maka elemen pemanas serta pengaduk akan berputar hingga suhu yang diinginkan. Saat proses sangrai selesai alat ini akan menghidupkan buzzer sebagai tanda untuk memulai proses penggilingan. Penggiling berputar sesuai set timer yang diinginkan. Hasil dalam penelitian ini adalah alat penyangrai dan penggiling kopi otomatis ini dapat bekerja dengan baik dan dapat menyangrai kopi dengan merata serta dapat menghasilkan gilingan kopi yang halus dengan kadar air 3,6% dan cemaran logam 1,125 mg/kg memenuhi syarat umum kopi sangrai berdasarkan SNI.01-2983-1992. Alat ini juga dapat menampung biji kopi seberat 350 gram dengan daya 469,9 Watt.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Sutarsi, 2010) dalam jurnal yang berjudul “*Performance Evaluation of Rotating Cylinder Type Coffee Bean Roaster*” Salah satu upaya strategi untuk mengurangi ketergantungan pada pasar komoditas primer adalah pasar luar negeri ekspansi dan pengembangan produk sekunder. Pada produk sekunder pengolahan biji kopi adalah diperlukan peralatan pendukung untuk memperlancar upaya tersebut. Pusat Penelitian Kopi Indonesia dan Kakao telah mengembangkan alat pemanggang biji kopi. Namun, masih banyak orang yang tidak tahu tentang aspek teknis

mesin roaster jenis silinder berputar sehingga lebih banyak orang menggunakan cara tradisional untuk memanggang biji kopi. Agar manfaat mesin ini lebih dikenal masyarakat maka perlu mempelajari aspek teknis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja teknis dari mesin sangrai biji kopi tipe silinder berputar. Ini termasuk aspek teknis kapasitas kerja mesin, efisiensi teknis pemanggangan, kebutuhan bahan bakar, dan kebutuhan daya menggunakan roaster mesin. Metode penelitian meliputi pengumpulan data, perhitungan dan analisis. Hasilnya menunjukkan bahwa mesin sangrai jenis silinder berputar memiliki kapasitas 12,3 kg/jam. Efisiensi pemanggangan adalah 80%. Konsumsi bahan bakar 0,6 kg. Jumlah yang dihitung dari daya yang digunakan untuk pengukuran arus adalah rata-rata 0,616 kW.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Manurung, 2021) dalam jurnal yang berjudul *“The Effect of the Coffee Roasting Machine on Increasing Production of Arabica Coffee KSM Galuh Lestari Dusun Gunungmalang in Indonesia”* Potensi alam dusun Gunungmalang adalah dalam bidang pertanian khususnya kopi arabika. Petani kopi membentuk suatu perkumpulan yaitu Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) Galuh Lestari yang dalam menyangrai kopi arabika masih menggunakan peralatan sederhana berupa drum. KSM Galuh Lestari mengalami kendala dalam proses pengolahan kopi, yaitu (1) produksi kopi tidak memiliki kualitas, aroma, dan warna yang memadai; (2) membutuhkan waktu yang lama untuk memanggang kopi dan mendinginkan kopi sangrai. (3) Jumlah pekerja minimal dua orang; Ketiga masalah tersebut berdampak pada produksi kopi arabika. KSM Galuh Lestari membutuhkan pembaharuan proses penyangraian dari mesin penyangrai manual menjadi modern. Metode yang diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penyediaan mesin roasting dengan teknologi modern. Hasil yang diperoleh dari metode ini adalah (1) Peningkatan kualitas dan aroma kopi arabika; (2) Peningkatan kapasitas produksi Kopi Arabika; (3) Maksimal penggunaan 1 tenaga kerja. Dapat disimpulkan bahwa mesin sangrai modern dapat memberikan peningkatan produksi kopi Arabika KSM Galuh Lestari Gunungmalang. Keuntungan ekonomi adalah meningkatnya permintaan biji sangrai setelah menggunakan mesin sangrai modern. Sebelum menggunakan alat sangrai, rata-rata permintaan biji kopi sangrai adalah 200 kg/bulan. Setelah

menggunakan mesin roasting modern, kebutuhan biji kopi sangrai adalah 300 kg/bulan. Hasil produksi kopi dengan menggunakan mesin sangrai menghasilkan peningkatan pendapatan yang signifikan bagi KSM Galuh Lestari. Di bidang pemasaran, keberadaan aplikasi e-coffee Gunungmalang terbukti lebih efektif dalam menjangkau pelanggan yang lebih luas.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Radi dkk, 2019) dalam jurnal yang berjudul "*Design of Portable Coffee Roaster for Home Industry*" ketersediaan roaster yang sesuai untuk industri pengolahan kopi rumahan sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat sangrai kopi portable dengan kapasitas maksimal 2 kg per batch. Mesin penyangrai ini dirancang dengan enam bagian utama, yaitu sebagai silinder penyangrai, silinder luar yang dilengkapi corong masuk-keluar, rangka utama, sumber panas dengan bahan bakar LPG, unit pendingin, dan sistem pengatur suhu. Mesin sangrai telah diuji untuk memanggang sejumlah kacang hijau pada suhu konstan 225°C dengan tiga target derajat sangrai, yaitu sebagai terang, sedang dan gelap. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin roasting dapat bekerja dengan baik. Sistem pengatur suhu mampu mengatur suhu penyangraian sama dengan target suhu selama proses. Dengan suhu yang stabil, mesin dapat memanggang sampel kopi hijau untuk mencapai tingkat sangrai yang ditargetkan dengan hasil yang baik. Pengujian menunjukkan bahwa alat sangrai dapat memanggang sampel 1 kg kacang hijau pada derajat sangrai ringan dengan waktu rata-rata 13,2 menit dan konsumsi energi 4708,92 kJ. Untuk jumlah sampel yang sama, penyangrai kopi dapat bekerja dengan baik untuk target derajat sangrai sedang dengan waktu rata-rata 16,9 menit dan konsumsi energi 4708,92 kJ. Sedangkan untuk target dark roasted, roaster membutuhkan waktu rata-rata 28,59 menit dan mengkonsumsi energi sebesar 9417,85 kJ.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Daywin dkk, 2020) dalam jurnal yang berjudul "*Community Service Report: Designing The Ergonomic Roasting Machine For Coffee Seed With Additional Electrical Motor At Seduh Kopi Coffee Shop*" Seduh Kopi Coffee Shop adalah sebuah kedai kopi yang memiliki mesin sangrai sendiri dengan kapasitas 2 kilogram untuk proses sangrai. Alasan perancangan mesin penyangrai

ini karena mahalnya harga mesin baru di pasaran dengan kapasitas kecil (400 gram) untuk proses penyangraian. Kegiatan benchmarking yang diperlukan untuk membandingkan mesin-mesin sebelumnya yang ada di pasaran sebelum merancang mesin roasting ini menggunakan metode VDI 2221. Mesin sangrai ini terdiri dari komponen-komponen penting seperti rangka keseluruhan yang terbuat dari Besi 50 x 35 Unp dan berfungsi sebagai dudukan mesin, tabung mesin sangrai yang terbuat dari plat stainless steel 2 mm, Sumbu untuk proses pemintalan terbuat dari bahan hss atau Besi Bulat Solid, Tube Cover, mesin input dan output untuk roasting kopi juga terbuat dari plat Stainless Steel. Penggerak utama mesin sangrai kopi ini menggunakan motor AC 220 V yang berfungsi sebagai penggerak utama yang menghubungkan dengan Sprocket-Chain dan Vbelt-Pulley.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Najar, 2017) dalam jurnal yang berjudul “*The Effectiveness of Coffee Bean Processing Machines in the Rezeki Farmers Group in Takengon, Central Aceh*” Program teknologi tepat guna dalam KKN dan Teknologi untuk masyarakat berjudul “Efektivitas Mesin Pengolah Biji Kopi di Kelompok Tani Rezeki di Takengon, Aceh Tengah” adalah untuk membantu masyarakat mitra dalam upaya meningkatkan produktivitas UD Rezeki Group melalui penerapan yang tepat teknologi dan pelatihan keterampilan diversifikasi produk. persiapan kopi. Metode dalam pelaksanaan KKN terdiri dari tiga kegiatan, yaitu (1) membuat Mesin Sangrai Kopi, Tepung dan Pengemasan, (2) Pelatihan keterampilan pengolahan untuk jenis biji kopi, Arabica dan Robusta dan (3) Sistem Pengemasan Kopi. Tujuan dari ini Kegiatan Perancangan Mesin Penggiling Kopi dapat mempermudah pekerjaan pada penggilingan kopi skala besar. Itu metode yang dilakukan dalam perancangan ini meliputi: tahap survei, tahap perencanaan, pelaksanaan tahap, pasca konstruksi dan pembuatan laporan. Melalui hasil uji performa mesin diperoleh sebagai berikut : Motor wiper 70 watt mampu memutar beban 10 kg dengan putaran 72 rpm kecepatan. Transmisi gigi dapat mengurangi putaran dari 180 rpm menjadi 72 rpm. Kontrol suhu unit dapat mengatur suhu dari 500 C hingga 2500 C, sedangkan unit kontrol kecepatan rotasi dapat atur kecepatan dari 10 rpm menjadi 72 rpm

2.2 Roasting (Penyangraian)

Penyangraian biji kopi merupakan suatu proses yang penting dalam industri perkopian yang amat menentukan mutu minuman kopi yang diperolehnya. Proses ini mengubah biji-biji kopi mentah yang tidak enak menjadi minuman dengan

aroma dan citarasa lezat. Penyangraian biasanya dilakukan pada tekanan atmosfer, sebagai media pemanas biasanya digunakan udara pemanas atau gas-gas hasil pembakaran. Panas juga diperoleh dengan mengadakan kontak antara kopi beras dengan permukaan metal yang panas. Setelah perlakuan pendahuluan untuk menghilangkan kandungan air. Pengolahan biji kopi ini perlu disesuaikan dengan permintaan dan kegemaran konsumen. (Cahyani et al., 2015) (Afriliana, 2018). Tingkatan penyangraian terdiri dari: light roast, medium roast , dan dark roast

Cara penyangraian yang berlainan ini selain berpengaruh terhadap citarasa, juga turut menentukan warna kopi yang dihasilkan. Tujuan Penyangraian biji kopi adalah mensintesis senyawa-senyawa pembentuk citarasa dan aroma khas kopi yang ada di dalam biji kopi. Proses penyangraian diawali dengan penguapan air yang ada di dalam biji kopi dengan memanfaatkan panas yang tersedia dan kemudian diikuti dengan penguapan senyawa volatil serta proses pirolisis/pencoklatan biji. Pada proses penyangraian kopi mengalami perubahan warna dari hijau atau coklat muda menjadi coklat kayu manis, kemudian menjadi hitam dengan permukaan berminyak.

Selanjutnya kopi segera diangkat dan didinginkan. Kesempurnaan penyangraian kopi dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu panas dan waktu. Kisaran suhu sangrai yaitu untuk tingkat sangrai ringan/warna coklat muda suhu 195-205°C, tingkat sangrai medium/warna coklat agak gelap suhu 215-245°C. Waktu penyangraian bervariasi dari 7- 30 menit tergantung jenis alat dan mutu kopi. Perendangan bisa dilakukan secara terbuka atau tertutup. Penyangraian secara tertutup banyak dilakukan oleh pabrik atau industri pembuatan kopi bubuk untuk mempercepat proses penyangraian. Penyangraian secara tertutup akan

menyebabkan kopi bubuk yang dihasilkan terasa agak asam akibat tertahannya air dan beberapa jenis asam yang mudah menguap. Namun aromanya akan lebih tajam karena senyawa kimia yang beraroma khas kopi tidak banyak menguap. Selain itu, kopi akan terhindar dari pencemaran bau yang berasal dari luar seperti bahan bakar atau bau gas hasil pembakaran yang tidak sempurna.

Suhu penyangraian mempengaruhi karakteristik cita rasa dari ekstrak kopi. Derajat penyangraian secara kualitatif dilihat dari warna kopi yang telah disangrai. Misalnya light roast, medium roast, dan dark roast.

Menurut National Coffee Association (1911) pada proses roasting terdapat beberapa tingkatan kematangan, yaitu sebagai berikut [26]:

1. Tingkat Light, pada tingkat ini biji kopi berwarna coklat muda, karakternya ringan dari sisi biji, tidak ada lapisan minyak dipermukaan seperti gambar 2.1, level acidity-nya lebih tinggi. Warna tingkat roasting light ini, ada pada warna Agtron nomor 55 hingga 80.



Gambar 2.1 Tingkat *Light Roast*

2. Tingkat Medium, pada tingkat ini kandungan gula alami sudah mulai sedikit berkaramel, dan keasaman juga mulai menurun seperti gambar 2.2. Kopi dengan kualitas tinggi sangat ideal untuk diroasting pada level ini, warna tingkat roasting medium ini ada pada warna Agtron nomor 40 hingga 55.



Gambar 2.2 Tingkat *Medium Roast*

3. Tingkat Dark, pada tingkat ini warna gelap seperti coklat dan kadang nyari hitam. Lapisan minyak pekat dipermukaan, dan dapat terlihat pada permukaan cangkir ketika kopi sudah di seduh seperti gambar 2.3. Rasa pahit menjadi lebih menonjol, aroma smoky, karakter rasa berkurang. Warna tingkat roasting dark ini, berada pada warna Agtron nomor 55 hingga 80.



Gambar 2.3 Tingkat *Dark Roast*

Suhu sangrai yang umum adalah sebagai berikut:

1. Light Roast (Sangrai cukup, suhu 195-205°C)
2. Medium Roast (Sangrai sedang, suhu 200oC-215°C)
3. Dark Roast (Sangrai hitam, suhu diatas 215°C)

Waktu penyangraian bervariasi dari 7 sampai 30 menit tergantung pada jenis alat dan mutu kopi bubuk. Penyangraian diakhiri saat aroma dan citarasa kopi yang diinginkan telah tercapai yang diindikasikan dari perubahan warna biji yang semula berwarna kehijauan menjadi coklat tua, coklat-kehitaman dan hitam. Derajat sangrai dilihat dari perubahan warna biji kopi yang disangrai.

Penyangraian kopi dengan berbagai variasi suhu akan menyebabkan terjadinya perubahan sifat fisik biji kopi, yaitu penurunan kadar air yang lebih cepat, peningkatan kerapuhan dan mempercepat perubahan warna kegelapan. Kalibrasi tingkat kematangan pada saat menyangrai biji kopi dilakukan dengan membandingkan warna biji kopi yang sudah disangrai dengan standar warna Agtron. Standar warna Agtron dirancang untuk memberikan cara obyektif untuk mengklarifikasikan dan mengukur warna kematangan biji kopi.

2.3 Sensor Suhu

Sensor Suhu adalah suatu komponen yang dapat mengubah besaran panas menjadi listrik sehingga dapat mendeteksi gejala terjadinya perubahan suhu pada objek tertentu. Salah satu jenis sensor warna yaitu Max 6675.

Max 6675 merupakan komponen elektronik yang nilai resistansinya dipengaruhi oleh suhu. Konverter ini menyelsaikan suhu hingga $0,25^{\circ}\text{C}$, memungkinkan pembacaan setinggi $+1024^{\circ}\text{C}$, dan menunjukkan termokopel akurasi 8 LSB untuk suhu mulai dari 0°C hingga $+700^{\circ}\text{C}$.



Gambar 2.4 Max 6675

2.4 ARDUINO UNO

Arduino adalah kit elektronika atau papan rangkaian elektronika *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel” (Muhamad Syahwil.2013:60). Arduino merupakan sebuah *platform* dari *physical computing*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “platform” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak

hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari perangkat keras, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori mikrokontroler.

Arduino UNO adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328. Uno memiliki 14 pin digital input/output (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, *header* ICSP, dan tombol reset. Uno dibangun berdasarkan apa yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, sumber daya bisa menggunakan power USB (jika terhubung ke komputer dengan kabel USB) dan juga dengan adaptor atau baterai.

Arduino UNO berbeda dari semua papan sebelumnya tidak menggunakan FTDI chip *driver* USB-to-serial. Sebaliknya, fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai versi R2) diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Revisi 2 dari Uno memiliki resistor pulling 8U2 HWB yang terhubung ke tanah, sehingga lebih mudah untuk menggunakan mode DFU.



Gambar 2.5 Arduino UNO

Spesifikasi Arduino Uno

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan Operasi	5 Volt
Input Voltage (disarankan)	7 - 12 Volt
Input Voltage (batas akhir)	6 - 20 Volt
Digital I/O Pin	14 (6 pin sebagai output PWM)
Analog Input Pin	6
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) 0,5 KB untuk bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 Hz

2.5 Arduino Integrated Development Environment (IDE)

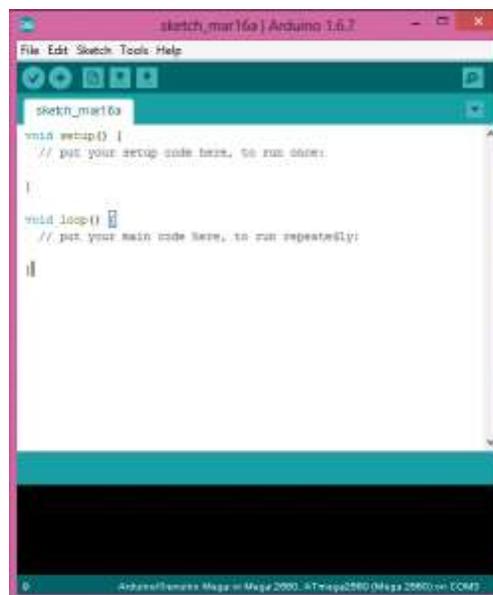
Integrated Development Environment, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui *sintaks* pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software Processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.

Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino Software (IDE) disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file

dengan ekstensi .ino. Teks editor pada *Arduino Software* memiliki fitur” seperti *cutting/paste* dan *seraching/replacing* sehingga memudahkan kamu dalam menulis kode program.

Pada *Software* Arduino IDE, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan *Sotware* Arduino IDE, menunjukkan board yang terkonfigurasi beserta COM Ports yang digunakan.



Gambar 2.6 Tampilan *Software* Arduino IDE

Pada aplikasi terdapat tools yang digunakan saat berjalannya aplikasi tersebut. dan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.2 Keterangan Tools pada Aplikasi Arduino IDE

Ikon	Nama	Keterangan
	<i>Verify</i>	Berfungsi untuk melakukan checking kode yang kamu buat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum
	<i>Upload</i>	Berfungsi untuk melakukan kompilasi program atau kode yang kamu buat menjadi bahasa yang dapat dipahami oleh mesih alias si Arduino.

	<i>New</i>	Berfungsi untuk membuat <i>Sketch</i> baru
	<i>Open</i>	Berfungsi untuk membuka <i>sketch</i> yang pernah kamu buat dan membuka kembali untuk dilakukan editing atau sekedar upload ulang ke Arduino.
	<i>Save</i>	Berfungsi untuk menyimpan <i>Sketch</i> yang telah kamu buat.
	<i>Serial Monitor</i>	Berfungsi untuk membuka serial monitor. Serial monitor disini merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara arduino dengan sketch pada port serialnya. Serial Monitor ini sangat berguna sekali ketika kamu ingin membuat program atau melakukan <i>debugging</i> tanpa menggunakan LCD pada Arduino. Serial monitor ini dapat digunakan untuk menampilkan nilai proses, nilai pembacaan, bahkan pesan error.

2.6 Liquid Crystal Display

Liquid Crystal Display (*LCD*) adalah modul penampil yang banyak digunakan karena tampilannya menarik. LCD yang paling banyak digunakan saat ini ialah tipe M1632 karena harganya cukup murah. LCD M1632 merupakan modul LCD dengan tampilan 2×16 (2 baris x 16 kolom) dengan konsumsi daya rendah (Setiawan, Afrie. 2011). Modul tersebut dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD. Untuk rangkaian *interfacing*, LCD tidak banyak memerlukan komponen pendukung. Hanya diperlukan satu *variable resistor* untuk memberi tegangan kontras pada matriks LCD.

Dengan menggunakan *CodeVision AVR*, pemrograman untuk menampilkan karakter atau *string* ke LCD sangat mudah karena didukung *library* yang telah disediakan oleh *CodeVision AVR* itu sendiri. Kita tidak harus memahami

karakteristik LCD secara mendalam, perintah tulis dan inisialisasi sudah disediakan oleh *library* dari *CodeVision AVR*.

2.6.1 Fitur dan Spesifikasi LCD 16x2

2.6.1.1 Fitur LCD 16x2

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan *back light*.



Gambar 2.7 Bentuk Fisik LCD 16 x 2

2.6.1.2 Spesifikasi LCD 16x2

Tabel 2.3 Spesifikasi LCD 16x2

Pin	Deskripsi
1	Ground
2	Vcc
3	Pengatur Kontras
4	“RS” Instruction/Register Select
5	“R/W” Read/Write LCD Registers
6	“EN” Enable
7-14	Data I/O Pins
15	Vcc
16	Ground

2.6.2 Cara Kerja LCD Secara Umum

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah “0”. Bus data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table diskripsi, *interface* LCD merupakan sebuah *parallel bus*, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8-bit dikirim ke LCD secara 4-bit atau 8 bit pada satu waktu. Jika mode 4-bit yang digunakan, maka 2 *nibble* data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8-bit (pertama dikirim 4-bit MSB lalu 4-bit LSB dengan pulsa clock EN setiap nibblenya). Jalur kontrol EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa mikrokontroller mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus menyet EN ke kondisi *high* “1” dan kemudian menyet dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus.

Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke “0” dan tunggu beberapa saat (tergantung pada datasheet LCD), dan set EN kembali ke *high* “1”. Ketika jalur RS berada dalam kondisi *low* “0”, data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor dll). Ketika RS dalam kondisi *high* atau “1”, data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf “A” pada layar maka RS harus diset ke “1”. Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi *low* (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi *high* “1”, maka program akan melakukan query (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu Get LCD status (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu diset ke “0”. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung mode yang dipilih pengguna), DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirim data secara parallel baik 4-bit atau 8-bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi *interface* LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting.

Mode 8-bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk

kontrol, 8 pin untuk data). Sedangkan mode 4 bit minimal hanya membutuhkan 7-bit (3 pin untuk kontrol, 4 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroler dan LCD. Jika bit ini di set ($RS = 1$), maka *byte* pada posisi kursor LCD saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di reset ($RS = 0$), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca. (Aris Munandar)

2.7 Motor Listrik

Motor listrik adalah sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain-lain.



Gambar 2.8 Motor Listrik

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum sama, yaitu :

1. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya ada arah yang berlawanan.
2. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/torque untuk memutar kumparan. Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

2.8 Interface Komunikasi I2C Dengan Arduino

Pada LCD 16x2 yang dilengkapi dengan I2C sistem komunikasi hanya memerlukan 4 kabel yang dihubungkan dengan pin Arduino.



Gambar 2.9 Modul I2C

Gambar 2.6 merupakan bentuk modul komunikasi 4 kabel I2C pada LCD.

Berikut ini keterangan kabel untuk modul I2C :

1. Hitam : Ground
2. Merah : 5V
3. Putih : Analog pin A4
4. Kuning : Analog pin A5

Pada papan Arduino secara umum SDA (*Serial Data*) pada input analog pin 4 dan SCL (*Serial Clock*) pada input analog pin 5. Pada modul I2C/TWI juga dilengkapi dengan potensiometer yang dapat digunakan untuk menyesuaikan kontras cahaya dengan memutar searah jarum jam untuk mendapatkan tampilan yang diinginkan.

2.9 Relay Modul

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan-rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas. Ketika armatur tertarik menuju ini, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka.



Gambar 2.10 Relay

Relay merupakan komponen elektronika berupa saklar atau *switch* elektrik yang dioperasikan secara listrik dan terdiri dari 2 bagian utama yaitu Elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak Saklar/*Switch*). Komponen elektronika ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

2.9.1 Fungsi Relay

Seperti yang telah di jelaskan tadi bahwa relay memiliki fungsi sebagai saklar elektrik, namun jika di aplikasikan ke dalam rangkaian elektronika, relay memiliki beberapa fungsi yang cukup unik. Berikut beberapa fungsi saat di aplikasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika.

1. Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah.
2. Menjalankan *logic function* atau fungsi logika.
3. Memberikan *time delay function* atau fungsi penundaan waktu.
4. Melindungi motor atau komponen lainnya dari korsleting atau kelebihan tegangan.

2.9.2 Cara Kerja Relay

Setelah mengetahui pengertian serta fungsi dari relay, anda juga harus mengetahui cara kerja atau prinsip kerja dari relay. Namun sebelumnya anda perlu mengetahui bahwa pada sebuah relay terdapat 4 bagian penting yaitu electromagnet (*coil*), *Armature*, *Switch Contact Point* (saklar) dan *spring*.

Kontak point relay terdiri dari 2 jenis yaitu:

1. Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada pada posisi close (tertutup).
2. Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada pada posisi open (terbuka).

2.10 Adaptor

Adaptor adalah sebuah rangkaian yang berguna untuk mengubah tegangan AC yang tinggi menjadi DC yang rendah. Adaptor merupakan sebuah alternatif pengganti dari tegangan DC (seperti; baterai, Aki) karena penggunaan tegangan AC lebih lama dan setiap orang dapat menggunakannya asalkan ada aliran listrik di tempat tersebut. ada.



Gambar 2.11 Adaptor

Adaptor terdapat beberapa bagian yaitu:

1. Trafo(Transormator)

Adalah sebuah komponen yang berfungsi untuk menurunkan atau menaikkan tegangan AC sesuai kebutuhan. Pada sebuah adaptor, trafo yang digunakan adalah trafo jenis step down atau trafo penurun tegangan. Trafo terdiri dari 2 bagian yaitu bagian primer dan bagian sekunder, pada masing-masing bagian terdapat lilitan kawat email yang jumlahnya berbeda. Untuk trafo step- down, jumlah lilitan primer akan lebih banyak dari jumlah sekunder. Lilitan Primer merupakan input dari pada Transformator sedangkan Output-nya adalah pada lilitan sekunder. Meskipun tegangan telah diturunkan, output dari Transformator masih berbentuk arus bolak-balik (arus AC) yang harus diproses selanjutnya.

2. Rectifier (Penyearah)

Dalam rangkaian adaptor atau catu daya, tegangan yang sudah di turunkan oleh trafo, arusnya masih berupa arus bolak-balik atau AC. Karena arus yang dibutuhkan oleh rangkaian elektronika adalah arus DC, sehingga harus disearahkan terlebih dahulu. Bagian yang berfungsi untuk menyearahkan arus AC menjadi DC pada adaptor disebut dengan istilah rectifier (penyearah gelombang). Rangkaian Rectifier biasanya terdiri dari komponen Dioda.

3. *Filter* (Penyaring)

Filter adalah bagian yang berfungsi untuk menyaring atau meratakan sinyal arus yang keluar dari bagian rectifier. Filter ini biasanya terdiri dari komponen Kapasitor (Kondensator) yang berjenis Elektrolit atau ELCO (Electrolyte Capacitor). Sebenarnya dengan adanya bagian trafo, rectifier dan filter syarat dari sebuah adaptor sudah terpenuhi, namun terkadang tegangan yang dihasilkan biasanya tidak stabil sehingga diperlukan bagian lain yaitu yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan dan mendapatkan tegangan yang akurat. Bagian tersebut adalah bagian regulator atau pengatur tegangan.

Adaptor adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC). Adaptor / power supply merupakan komponen inti dari peralatan elektronik. Adaptor digunakan untuk menurunkan tegangan AC 220 Volt menjadi kecil antara 3 volt sampai 12 volt sesuai kebutuhan alat elektronika. Terdapat 2 jenis adaptor berdasarkan sistem kerjanya, adaptor sistem trafo step down dan adaptor sistem switching.

Dalam prinsip kerjanya kedua sistem adaptor tersebut berbeda, adaptor stepdown menggunakan teknik induksi medan magnet, komponen utamanya adalah kawat email yang di lilit pada teras besi, terdapat 2 lilitan yaitu lilitan primer dan lilitan sekunder, ketika listrik masuk kelilitan primer maka akan terjadi induksi pada kawat email sehingga akan terjadi gaya medan magnet pada teras besi kemudian akan menginduksi lilitan sekunder.

Sedangkan sistem switching menggunakan teknik transistor maupun IC switching, adaptor ini lebih baik dari pada adaptor teknik induksi, tegangan yang di keluarkan lebih stabil dan komponennya suhunya tidak terlalu panas sehingga mengurangi tingkat resiko kerusakan karena suhu berlebih, biasanya regulator ini di gunkan pada peralatan elektronik digital. Adaptor dapat dibagi menjadi empat macam, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Adaptor DC Converter, adalah sebuah adaptor yang dapat mengubah tegangan DC yang besar menjadi tegangan DC yang kecil. Misalnya: Dari tegangan 12v menjadi tegangan 6v;
2. Adaptor Step Up dan Step Down. Adaptor Step Up adalah sebuah adaptor yang dapat mengubah tegangan AC yang kecil menjadi tegangan AC yang besar. Misalnya: Dari Tegangan 110v menjadi tegangan 220v. Sedangkan Adaptor Step Down adalah adaptor yang dapat mengubah tegangan AC yang besar menjadi tegangan AC yang kecil. Misalnya: Dari tegangan 220v menjadi tegangan 110v.
3. Adaptor Inverter, adalah adaptor yang dapat mengubah tegangan DC yang kecil menjadi tegangan AC yang besar. Misalnya: Dari tegangan 12v DC menjadi 220v AC.
4. Adaptor Power Supply, adalah adaptor yang dapat mengubah tegangan listrik AC yang besar menjadi tegangan DC yang kecil. Misalnya: Dari tegangan 220v AC menjadi tegangan 6v, 9v, atau 12v DC.

2.11 Kompor Induksi

Kompor induksi bekerja dengan menggunakan kumparan sebagai pembangkit medan magnet yang nantinya akan digunakan untuk memasak.

Tegangan DC tersebut akan disaring menggunakan filter agar ripple-nya kecil. Setelah mendapatkan tegangan DC yang bagus, tegangan tersebut akan terhubung dengan kumparan yang dirangkai paralel dengan kapasitor. Tegangan DC akan diputus- hubungkan dengan menggunakan IGBT yang bekerja dalam frekuensi tinggi. Listrik dengan frekuensi tinggi ini dialirkan ke kumparan induksi sehingga arus mengalir melalui kumparan tersebut.

Arus bolak-balik ini membangkitkan garis-garis medan magnet. Medan magnet ini selalu berubah mengikuti perubahan arusnya. Medan magnet ini memotong/menembus tempat (wadah) memasak yang terbuat dari logam (penghantar). Pada logam akan timbul ggl induksi. Oleh karena logam tempat memasak merupakan satu kesatuan maka secara kelistrikan sama seperti dihubung singkat. Ketika tegangan dihubung singkat akan timbul arus yang dalam hal ini arahnya berputar-putar. Karena arahnya, arus ini kemudian disebut arus pusar atau arus Eddy (Eddy current).

Arus pusar akan mengalir dalam logam dan logam tersebut tetap mengandung resistansi walaupun kecil, maka terbentuklah panas dan panas inilah yang dimanfaatkan untuk memasak. Panas yang dibangkitkan oleh kompor tergantung dari energi listrik yang dikonversikan ke bentuk panas. Semakin besar arusnya maka akan didapatkan daya yang besar pula, sesuai dengan rumus daya: $P = I^2R$. Dimana P merupakan daya, I merupakan arus, dan R merupakan hambatan.



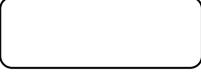
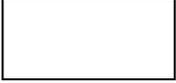
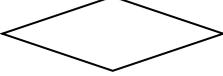
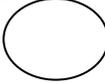
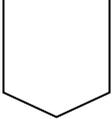
Gambar 2.12 Kompor Induksi

2.12 Flowchart

Flowchart adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program. Flowchart menolong analis dan programmer untuk memecahkan masalah kedalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisa alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian. Flowchart biasanya mempermudah penyelesaian suatu masalah khususnya masalah yang perlu di pelajari dan di evaluasi lebih lanjut.

Masing-masing simbol telah ditetapkan terlebih dahulu fungsi dan artinya. Penjelasan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.4 Simbol-Simbol Flowchart

Simbol	Keterangan
Terminal 	Digunakan untuk menunjukkan awal dan akhir dari program
Persiapan 	Digunakan untuk memberikan nilai pada awal suatu variabel atau <i>counter</i>
Proses 	Digunakan untuk mengolah aritmatika dan pemindahan data
Keputusan 	Digunakan untuk mewakili operasi perbandingan logika
Proses 	Digunakan untuk proses yang detailnya dijelaskan terpisah, misalnya dalam bentuk <i>subroutine</i>
Connector 	Digunakan untuk menunjukan hubungan arus proses yang terputus masih dalam halaman yang sama
Penghubung 	Digunakan untuk menunjukan hubungan arus dari suatu proses yang terputus dalam halaman yang berbeda
Arus 	Penghubung antar prosedur / proses

<p>Document</p> 	<p>Simbol yang menyatakan input berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau output di cetak dikertas</p>
<p>Input-Output</p> 	<p>Simbol yang menyatakan proses input dan output tanpa tergantung dengan jenis peralatannya</p>
<p>Disk Storage</p> 	<p>Simbol untuk menyatakan input berasal dari disk atau output disimpan ke disk.</p>