

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Biji Kopi

Biji kopi tumbuh dari tanaman pohon kopi, yaitu pohon yang biasanya tumbuh di daerah dataran tinggi. Tumbuhan kopi rata-rata memerlukan waktu kurang lebih 1 tahun untuk menciptakan bunga yang harum berwarna putih, dan memerlukan waktu 4 tahun kemudian untuk mulai berbuah. Namun, tumbuhan kopi memerlukan waktu kurang lebih 10 tahun untuk memproduksi biji kopi dalam jumlah banyak atau tingkat komersial yang menjadikan bernilai bagi petani [6].

Tumbuhan kopi di Indonesia memiliki umumnya terdapat 2 macam yaitu arabika dan robusta. Dari kedua jenis biji kopi tersebut mempunyai perbedaan yang beragam. Perbedaan biji kopi arabika dan robusta yaitu:

Tabel 2.1 Perbedaan biji kopi arabika dan robusta

Arabika	Robusta
Memiliki cita rasa yang khas yaitu mirip kacang-kacangan, biji-bijian, buah-buahan dan aroma yang lebih ke floral.	Mempunyai cita rasa yang pahit. Aroma dari robusta yang lebih <i>earthy</i> dan <i>nutty</i> .
Memiliki ukuran yang lebih besar, lipatan garis tengahnya yang lebih tegas, dan berbentuk lebih oval.	Secara umum berbentuk lebih kecil dan tidak oval atau bulat. Pada bagian lipatan garis tengah kurang begitu jelas.
Mengandung kadar gula kurang lebih 6-9% dari total seluruh senyawa di dalamnya.	Mengandung kadar gula kurang lebih 3-7% dari total seluruh senyawa di dalamnya.

2.1.2 Penyangraian

Proses penyangraian atau *roasting* kopi adalah salah satu proses menciptakan biji yang awalnya mentah menjadi matang dalam pembentukan cita rasa kopi. Penyangraian juga termasuk ke dalam proses menghilangkan kadar air dalam biji kopi. Proses ini biasanya hasil dari pembakaran yang mengalirkan tekanan udara panas.

Fase-Fase *Roasting*

Umumnya biji kopi melewati beberapa tahap atau fase pada proses *roasting*, seperti berikut:

1. Fase Pertama : *Drying* (Pengeringan)

Biji kopi mentah pada umumnya memiliki kandungan air sekitar 7%-11% yang terbagi diseluruh struktur padat biji kopi. Jadi pada fase ini disaat biji kopi dimasukan kedalam mesin *roasting* kopi, biji akan menyerap panas dan menguapkan kandungan air. Proses ini bisa dikatakan membutuhkan panas yang maksimal karena perlunya menghilangkan kadar air yang terdapat dibiji kopi mentah [7].

2. Fase Kedua : *Yellowing* (Penguningan)

Setelah kandungan air yang terdapat di biji kopi mentah sudah hilang, perubahan warna pun terjadi. Pada tahap ini, biji kopi mulai mengembang dan kulit dari biji kopi (yang menyerupai sekam) akan mengelupas, dan akan dipisahkan melalui sistem aliran udara dalam mesin *roasting* [7].

3. Fase Ketiga : *First Crack* (Pecahan Pertama)

Saat biji kopi mulai berubah menjadi kecoklatan pada tahap *yellowing*, terjadi percampuran antara gas karbon dioksida dan air yang menguap di dalam biji kopi. Ketika tekanan dari kedua elemen ini mencapai puncaknya, biji kopi akan mulai terbuka, yang dikenal sebagai proses *cracking*. Proses ini ditandai dengan bunyi renyah, mirip dengan bunyi kacang yang pecah. Pada tahap ini, karakter dan rasa khas dari biji kopi mulai berkembang dan terbentuk [7].

4. Fase Keempat: *Roast Development* (Pengembangan Pemangangan)

Setelah *cracking* pertama, biji kopi cenderung bertekstur lebih lembut di permukaannya tapi belum secara keseluruhan. Fase *roasting* ini menentukan warna akhir dari biji kopi dan termasuk juga “derajat” *roasting*-nya [7].

5. Fase Kelima: *Second Crack* (Pecahan Kedua)

Ketika biji kopi mencapai fase ini, minyak alami (*oil*) kopi biasanya akan muncul ke permukaan biji. Banyak karakter *acidity* kopi telah hilang di fase ini, rasa-rasa jenis baru sekaligus juga berkembang pada tahap ini [7].



Gambar 2.1 Fase / Tahap *Roasting* [7]

Tingkat Kematangan *Roasting*

Jenis kematangan biji kopi dalam proses *roasting* ada 3 yaitu *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*. Berikut penjelasan secara umum untuk tingkat kematangan hasil *roasting*:

1. *Light Roast*

Tingkat kematangan jenis *light roast* memiliki rasa cenderung asam pada saat dibuat minuman kopi. Jenis ini termasuk tingkat kematangan awal yang memiliki ciri-ciri warna berubah dari yang tadinya berwarna hijau menjadi coklat terang. Namun, kematangan pada jenis ini masih belum menghasilkan aroma yang kuat. Suhu yang diatur dalam proses *roasting* untuk hasil *light roast* yaitu di antara 180°C-205°C. Kematangan jenis *light roast* biasanya ditandai dengan retakan atau *first crack* [8]. Kode warna sebagai acuan pada *light roast* yaitu R=158, G=104, B=40, A=255.



Gambar 2.2 *Light Roast* [11]

2. *Medium Roast*

Jenis kematangan *medium roast* memiliki ciri rasa manis dan mengandung kafein yang rendah. Pada tingkat kematangan ini aroma mulai tercium aroma yang sedikit kuat. Saat proses *medium roast*, biji kopi tidak terlalu mengeluarkan minyak. Suhu yang diatur dalam proses *roasting* untuk menghasilkan *medium roast* yaitu di antara 210°C- 220°C. Kematangan jenis *medium roast* biasanya ditandai dengan *second crack* [9]. Kode warna sebagai acuan pada *medium roast* yaitu R=106, G=70, B=38, A=255.



Gambar 2.3 *Medium Roast*[11]

3. *Dark Roast*

Pada tingkatan kopi paling matang dalam proses *roasting* atau yang biasa disebut *dark roast*. Biji kopi pada tingkat ini biasanya mengeluarkan minyak. *Dark roast* memiliki rasa yang cenderung pahit dan warna lebih gelap. Proses ini selesai ketika sudah melewati *second crack* atau pada suhu 240°C. Biji kopi ini cocok untuk penikmat kopi yang bersifat (kental) *body* kopi yang tebal [10]. Kode warna sebagai acuan pada *dark roast* yaitu R=62, G=53, B=36, A=255.



Gambar 2.4 Dark Roast [11]

Mesin *Roasting*

Mesin *roasting* merupakan suatu mesin yang digunakan untuk memanggang atau menyangrai biji kopi mentah menjadi matang dengan melibatkan pemanasan pada suhu tinggi untuk merubah karakteristik kimia dan fisik biji kopi yang menghasilkan aroma, rasa dan warna khas kopi.



Gambar 2.5 Bagian mesin *roasting* kopi [14]

1. Control Panel

Berfungsi untuk mengatur secara menyeluruh proses menyangrai biji kopi, dari mulai durasi sistem pemanas, hingga tahap pendinginan biji kopi. Pada beberapa jenis mesin *roasting*, panel kontrol ini juga menampilkan informasi tentang tahapan proses biji kopi dan variabel penting lainnya yang dapat dianalisis

2. Feed Port

Bagian untuk masuknya biji kopi kedalam mesin *roasting* kopi.

3. Barrel

Bagian inti dari mesin *roasting* yang digunakan sebagai proses pemanggangan biji kopi secara langsung yang bersumber dari sistem pemanas yang didistribusikan ke dalam bagian *barrel* secara merata dengan material yang tahan panas seperti menggunakan plat besi atau stainless steel.

4. Observation Window

Digunakan untuk memantau sejauh mana biji kopi dalam proses *roasting*.

5. Sampling Spoon

Digunakan untuk melihat secara langsung dengan mengambil sampel biji kopi pada saat proses *roasting*.

6. Discharge Port

Saluran buka tutup atau sebagai pintu bagian biji kopi keluar dari mesin *roasting*.

7. Dust Collector

Tempat menyimpan kulit biji kopi yang didorong oleh *dust collecting fan*.

8. Dust Collecting Fan

Bagian mendorong kulit-kulit biji kopi yang sudah terkelupas menuju ke *dust collector*.

9. Colling Plate

Tempat biji kopi yang sudah dipanaskan melalui tahap proses pendinginan untuk menstabilkan suhu biji kopi, pada tahap ini biji kopi di ayak otomatis menggunakan *mixing shovel* sistematis.

10. Mixing Shovel

Pengaduk yang terhubung pada *colling plate* untuk mengayak biji kopi pada saat pendinginan.

11. Heating System

Sistem utama pemanas yang terletak dibawah mesin *roasting* kopi.

2.1.3 Sistem Otomasi

Automation atau Otomasi yaitu teknologi yang dimana proses atau prosedur dikerjakan atau dilakukan baik tanpa bantuan manusia maupun dengan bantuan manusia [11]. Otomasi adalah teknologi yang menggabungkan mekanika, elektronika, dan sistem berbasis komputer untuk menjalankan dan mengoperasikan berbagai proses. Fungsi utama

sistem otomatisasi adalah untuk mengendalikan proses yang tidak atau tanpa campur tangan manusia. Dalam proses ini harus dijelaskan secara terperinci lewat satu per satu untuk menciptakan sistem otomatis yang efektif dan lancar, sehingga dapat mencapai tujuan yang diinginkan.

Ada 3 elemen utama yang menjalankan sistem otomasi, yaitu:

1. Sumber tenaga untuk menjalankan proses otomasi

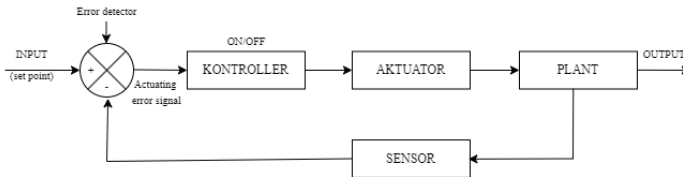
Sumber tenaga listrik adalah sumber tenaga yang digunakan untuk mengoperasikan sistem otomatis. Energi listrik tersedia sangat luas dan dapat dengan mudah diubah menjadi berbagai bentuk energi lainnya.

2. Program Instruksi

Program instruksi adalah perintah yang digunakan dalam menjalankan sistem otomasi supaya bekerja sesuai tujuan dan mendapatkan hasil yang maksimal.

3. Sistem kendali

Sistem kendali adalah sistem yang mendeteksi status dari suatu sistem, membandingkannya dengan prosedur otomatisasi, menetapkan tujuan prosedur, dan melaksanakannya.



Gambar 2.6 Sistem Kendali *Close Loop*

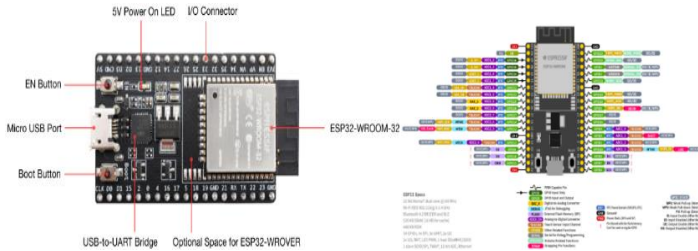
Sistem kendali tertutup menggunakan sensor untuk memberikan umpan balik langsung kepada pengendali tentang status aktual dari proses *roasting*. Hal ini memungkinkan *respons* yang cepat terhadap perubahan kondisi dan memastikan bahwa proses tetap dalam parameter yang diinginkan.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 ESP 32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler *ESP8266*. Mikrokontroler *ESP32* memiliki keunggulan yaitu sistem berbiaya rendah, dan juga berdaya rendah dengan modul *WiFi* yang terintegrasi

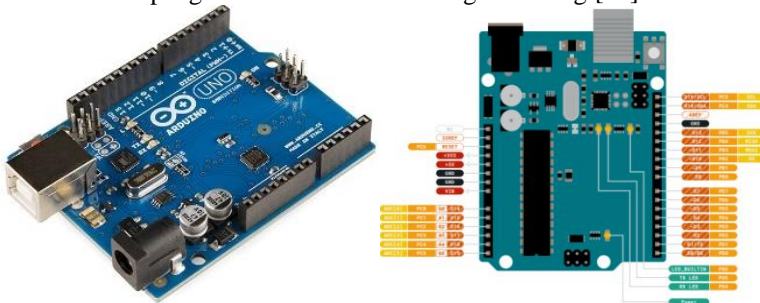
dengan *chip* mikrokontroler serta memiliki *bluetooth* dengan mode ganda dan fitur hemat daya menjadikannya lebih fleksibel [12].



Gambar 2.7 ESP32 [12]

2.2.2 Arduino Uno

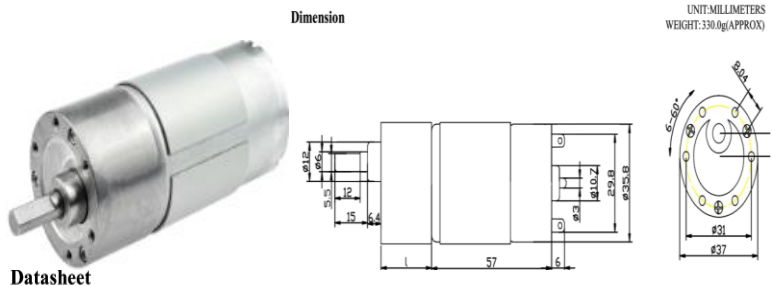
Arduino Uno merupakan salah satu papan kontroler mikro (mikrokontroler) berbasis *Datasheet Atmega328*. Papan kontroler ini bersifat sumber terbuka yang paling populer karena dirancang untuk memudahkan pengendalian elektronik di segala bidang [13].



Gambar 2.8 Arduino Uno [14]

2.2.3 Motor DC JGB37 555

Motor DC JGB37 555 membutuhkan tegangan 12 V sebagai tegangan operasionalnya. *Motor DC* ini sering digunakan dalam berbagai project yang membutuhkan aktuator. *Motor DC JGB37 555* menggunakan prinsip arus searah untuk memutar rotor. Torsi dan kecepatan motor ini beragam tergantung pada beban yang dipakai.



Datasheet

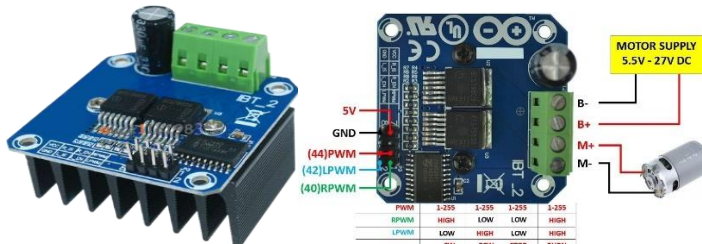
Model: NFP-JGB37-555-1250

Voltage	Rated	V	DC 12V										
Reducer	Ratio	i:1	6.3	10	19	30	56	90	131	168	270	506	810
	Size "L"	mm	19	19	22	22	24	24	26.5	26.5	26.5	29	29
No Load	Speed	rpm	800	500	267	167	89	56	38	30	19	10	6
	Current	A	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Rated Load	Speed	rpm	650	407	217	136	72	45	31	24	15	8	5
	Torque	Kgf.cm	1.2	2	3.7	6	11.2	18	26	33.6	54	70	70
	Current	A	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	Output	W	8.22	8.56	8.44	8.56	8.52	8.56	8.48	8.52	8.56	5.92	3.7
Stall	Torque	Kgf.cm	3.5	7	10	16	30	50	No Stall				
	Current	A	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5					
Weight		g	295	295	305	305	305	305	317	317	317	330	330

Gambar 2.9 Motor DC JGB37 555 dan Datasheet [15]

2.2.4 Motor Driver BTS7960

BTS7960 adalah sebuah motor driver yang memiliki rangkaian komponen utama berupa optoisolator dan H-bridge. Rangkaian optoisolator digunakan untuk memisahkan sumber tegangan DC dengan sumber tegangan mikrokontroler dan menghasilkan PWM. Sedangkan Rangkaian H-bridge digunakan untuk mengontrol gerak maju dan mundur motor. BTS7960 dapat disuplai oleh tegangan input sebesar 5.5 VDC sampai 27 VDC dengan arus yang dihasilkan dapat mencapai 43 Ampere. BTS7960 memiliki 2 output yang dapat digunakan untuk 2 motor [16].



Gambar 2.10 Motor Driver BTS7960 [17]

2.2.5 Servo Driven Control Valve

Servo Driven Control Valve adalah sistem pengendalian katup yang menggunakan *Motor servo MG995* sebagai aktuator utamanya. *Motor servo MG995* digunakan untuk mengatur posisi katup secara presisi sesuai dengan sinyal kontrol yang diberikan. Hal ini memungkinkan pengendalian yang akurat terhadap aliran fluida atau gas dalam suatu sistem. *Servo Driven Control Valve* berfungsi sebagai pengatur utama aliran gas yang digunakan dalam sistem pembakaran.



Gambar 2.11 Motor Driven Control Valve [18]

2.2.6 Motor DC Fan 12V

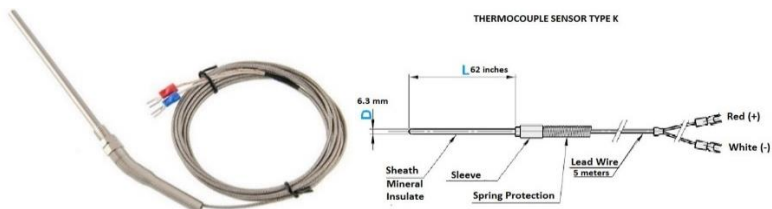
Motor DC fan 12V adalah salah satu aplikasi umum dari *Motor DC* yang digunakan untuk menghasilkan aliran udara dengan menggerakkan bilah kipas. Motor ini biasanya digunakan dalam berbagai perangkat elektronik untuk pendinginan dan ventilasi.



Gambar 2.12 Motor DC Fan 12 V[19]

2.2.7 Sensor Termokopel Type K

Sensor Termokopel termasuk sensor yang banyak ditemui di industri. Sensor ini memiliki beberapa tipe yaitu Tipe J, Tipe K, dan masih banyak lainnya. Prinsip kerjanya adalah merubah adanya perbedaan suhu menjadi perubahan tegangan karena adanya perbedaan tingkat kerapatan yang dipunyai oleh tiap-tiap logam dengan bergantung pada massa jenis logam. Setiap tipe memiliki *range* suhu berbeda dikarenakan perbedaan material logam penyusunnya [20].



Gambar 2.13 Sensor Thermocouple Type K [21]

2.2.8 MAX 6675

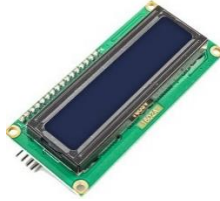
MAX6675 adalah *chip* yang dirancang untuk mengukur suhu menggunakan termokopel tipe K. *Chip* ini menguatkan sinyal tegangan kecil yang dihasilkan oleh termokopel dan mengkompensasi suhu sambungan dingin melalui sensor internalnya. Setelah itu, *MAX6675* mengkonversi sinyal analog yang sudah dikoreksi menjadi data digital menggunakan konverter analog-ke-digital (ADC) dengan resolusi 12-bit. Data digital ini kemudian dapat diakses melalui antarmuka SPI, memungkinkan sistem mikrokontroler atau pengolah data lainnya untuk membaca suhu dengan akurat dan mudah [22].



Gambar 2.14 MAX 6675 [23]

2.2.9 LCD I2C (Liquid Crystal Display)

Liquid Crystal Display adalah sebuah komponen elektronika yang mempunyai fungsi untuk dapat menampilkan suatu informasi baik itu teks maupun *symbol-symbol* tertentu. *LCD* merupakan sistem *dot* matriks yang digunakan untuk mengoperasikan dari bahan *liquid crystal* [24].



Gambar 2.15 LCD I2C [25]