

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian “Rancang Bangun *Monitoring* Suhu, Kelembapan Dan pH Pada Fermentasi Tempe Menggunakan Aplikasi Android Berbasis IoT” pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Syalmi Marnada, 2022) Tempe merupakan makanan khas tradisional dari Indonesia dengan bahan utama kacang kedelai dan ragi yang sudah difermentasikan. Tempe menjadi makanan yang selalu dicari masyarakat karena selain harganya terjangkau, terdapat kandungan protein dan mineral yang diperlukan dalam tubuh. Pada umumnya, pembuatan fermentasi tempe pada umumnya masih banyak menggunakan cara konvensional dengan memanfaatkan keadaan lingkungan dan cuaca. Padahal jika hanya memanfaatkan lingkungan dan cuaca saja, proses fermentasi akan memakan waktu lama karena dilihat kondisi cuaca tidak selalu baik. Dengan adanya teknologi yang berkembang, fermentasi tempe dapat dilakukan secara otomatis dengan berbasis *Internet of things*. Sistem fermentasi dipantau secara *real-time* menggunakan ESP32 kamera ditambah dengan sensor DHT22 dan sensor pH. Sensor DHT22 berfungsi sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan pada kotak penyimpanan dan LCD 20x4 untuk pemantauan langsung. Aplikasi android bekerja diawali dengan memulai fermentasi kemudian ESP32 kamera menampilkan fermentasi berlangsung. Fermentasi tempe yang baik dan cepat yaitu diletakkan disuhu kamar diantara 20°C- 35°C dengan kelembapan 60%-70% dan pH diantara 5,3-7,3. Pengujian pada pH tempe sesuai dengan standar pada fermentasi yaitu dari pH dalam ruangan berada antara 5,219 – 5,763 dan pH luar ruangan fermentasi yaitu berada antara 5,68 – 6,93. Pengujian jarak terhadap alat pada jarak 2 hingga 10 meter berhasil dilakukan tanpa terputusnya koneksi internet. Faktor yang mempengaruhi fermentasi lebih cepat yaitu suhu ruangan dan penggunaan ragi sebelum fermentasi pada permukaan tempe.

Penelitian “Rancang Bangun Alat *Monitoring* Suhu Menggunakan Sensor Ds18b20 Dan Pengaduk Otomatis Pada Proses Fermentasi Kakao” pada penelitian sebelumnya di lakukan oleh (Maheswara dkk., 2023) Kakao (*Theobroma cacao L.*)

merupakan salah satu komoditas perkebunan yang penting bagi perekonomian Indonesia. Fermentasi kakao merupakan proses pasca panen dari komoditas kakao, proses fermentasi membutuhkan waktu antara 3 sampai dengan 6 hari. Fermentasi kakao pasca panen akan menghasilkan cita rasa dan aroma yang lebih optimal pada olahan kakao seperti coklat batang dan juga olahan kakao lainnya. Pada proses fermentasi tersebut suhu fermentasi kakao akan bervariasi dimana perubahan suhu ini disebabkan oleh mikroorganisme yang ada pada kakao. Pemantauan suhu selama proses fermentasi sangat penting untuk menghasilkan kakao bermutu tinggi. Pengadukan biji kakao juga penting untuk memastikan fermentasi berlangsung secara merata. Pada penelitian ini dibuat sebuah alat yang dapat mengukur dan mencatat serta juga melakukan pengadukan secara otomatis pada proses fermentasi kakao. Pada penelitian ini digunakan sensor DS18B20 sebagai pengukur suhu, *MicroSD* dan *thingspeak* sebagai pencatat data dan juga relay sebagai kontrol otomatis pengadukan fermentasi kakao. Setelah dilakukan penelitian diketahui bahwa alat ini berhasil melakukan pengadukan dan pencatatan secara otomatis dan juga dapat memberikan notifikasi telegram pada saat terjadi pengadukan. Dari hasil pemantauan fermentasi yang dilakukan selama 5 hari diketahui bahwa suhu selama proses fermentasi antara 29,2°C sampai dengan 42,8°C dengan *error* pembacaan sensor sebesar 0.4%.

Penelitian “Sistem Kontrol Temperatur Dan *Monitoring* pH Kefir Pada Proses Fermentasi Alat Pengolahan Susu Kambing Menjadi Kefir” pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Dwiyansyah, Febri 2023). Pada tahun 2021 Peternak kambing di Hutan Kota Pakal Benowo Surabaya menghasilkan susu kambing sebanyak 100 liter per minggu. Hasil dari susu tersebut dijual ke konsumen dengan kisaran harga Rp. 35.000 dan sisa dari susu kambing yang tidak terjual hanya dibagikan ke warga sekitar secara gratis. Maka dari itu, diperlukan rancang bangun sistem kontrol temperatur dan *Monitoring* pH untuk proses fermentasi alat pengolahan susu kambing menjadi susu kefir agar peternak HKP Benowo Surabaya memiliki peningkatan profit. Penelitian ini menggunakan mode kontrol *on-off* sebagai metode dalam sistem pengendalian temperatur pada tangki proses fermentasi. Parameter yang diukur untuk proses fermentasi susu kefir ini yaitu

temperatur dan pH. Aktuator yang digunakan yaitu *Thermoelectric Peltier* yang akan menurunkan temperatur susu kefir hingga $+27^{\circ}\text{C}$. Sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat temperatur susu yaitu sensor RTD PT-100 dan sensor SEN0161 untuk mengetahui tingkat pH susu kefir. Berdasarkan uji validasi sensor yang digunakan, persentase rata-rata *error* sensor RTD PT-100 dengan 20T Termometer Digital sebesar 0% dan akurasi 100%, sedangkan persentase rata-rata *error* sensor pH SEN0161C dengan pH meter digital sebesar 1% dan akurasi 99%. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa pada sistem kontrol ini untuk mencapai nilai *rise time* membutuhkan waktu 200 menit atau 3 Jam 20 menit. Memiliki *peak time* pada saat 260 menit atau 4 jam 20 menit dengan *maximum overshoot* 0,81%. Nilai *maximum overshoot* didapat Nilai Puncak - Nilai *Setpoint* dibagi Nilai *Setpoint* dikali 100%, dengan memiliki nilai puncak $26,78^{\circ}\text{C}$. Untuk mencapai *settling time* membutuhkan waktu 1750 menit atau 29 Jam 10 menit. Dari hasil tersebut didapatkan bahwa *Thermoelectric Peltier* mumpuni untuk digunakan dalam sistem kontrol temperatur susu Kambing di temperatur 27°C selama proses fermentasi 36 Jam.

Penelitian “Kajian Sifat Fisik, Kimia, Dan Sensoris Sambal Tempoyak (Durian Terfermentasi) Berkemasan *Retort Pouch*” penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Hesti Ayuningtyas dkk., 2020) Kualitas air dalam proses budidaya ikan hias memainkan peran penting dalam menciptakan lingkungan hidup yang sesuai dengan kebutuhan ikan hias. Keasaman (pH) dan suhu air adalah salah satu faktor penting pertumbuhan ikan hias. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan bagaimana desain sistem membangun alat ukur kelembaban dan pH berbasis Arduino. Meninjau validitas suhu kelembaban dan pH air. Memantau suhu kelembaban dan pH air akuarium ikan hias untuk mengetahui hasil data yang sama dengan literatur. Penelitian ini adalah penelitian pengembangan, dilakukan di Laboratorium Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember. Waktu penelitian dilakukan selama empat bulan. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan mas hias. Berdasarkan analisis data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa, (1) Pekerjaan sistem pH, suhu, dan sistem penyiraman berbasis Arduino Uno dibuat dengan sensor sen0161-V2, DS18B20, dan DHT-11 serta media penampilan data

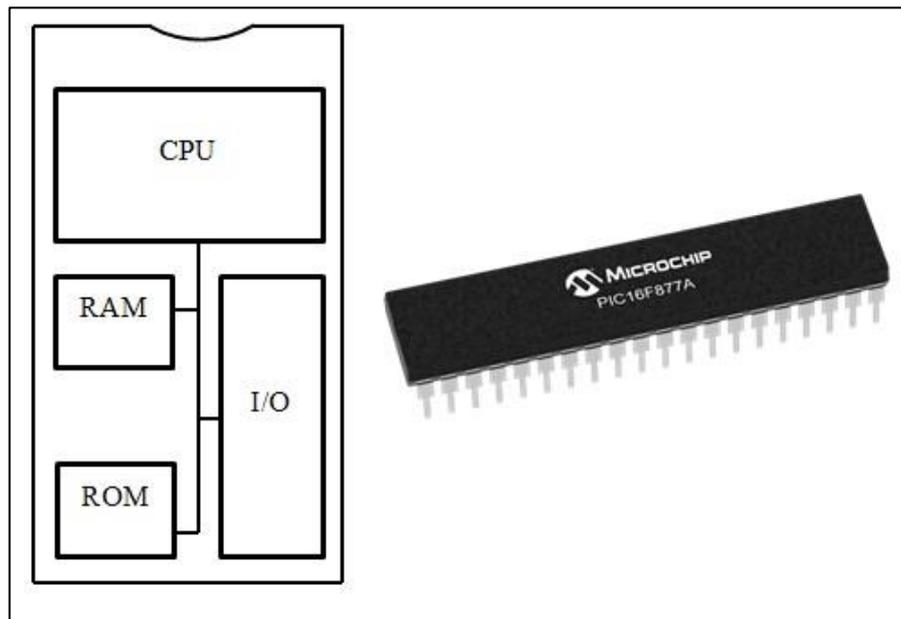
yaitu *LCD*. (2) Sistem rangkaian kemudian dikalibrasi untuk menyatakan bahwa sistem dapat digunakan dengan benar. Kalibrasi mencakup kalibrasi sensor pH, suhu, dan kelembaban berbasis Arduino serta pengujian *LCD*. (3) Data yang telah ditemukan oleh peneliti dan data dalam literatur memiliki kesesuaian.

Penelitian ” Identifikasi Kadar Alkohol Pada Proses Pembuatan Tempoyak” penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Numalasari dkk., 2023) Tempoyak adalah salah satu makanan tradisional hasil fermentasi spontan buah durian oleh bantuan bakteri yang memiliki umur simpan pendek, Fermentasi adalah pengolahan substrat yang menggunakan mikroba, sehingga menghasilkan produk baru yang diinginkan, Produk fermentasi yang dihasilkan berupa biomassa sel, enzim, metabolit primer dan sekunder serta produk *biokonversi*, Adapun faktor yang mempengaruhi fermentasi itu sendiri yaitu suhu, waktu, mikroba, oksigen dan waktu, Modifikasi pengolahan dan perbaikan kemasan diharapkan dapat mempertahankan mutu dan memperpanjang umur simpan (Reli et al., 2017). Parameter mutu tempoyak yang diamati adalah pH, kadar gula, asam laktat, alkohol, pertumbuhan bakteri asam laktat dan total bakteri. Hasil menunjukkan bahwa mutu tempoyak terbaik diperoleh pada produk pasteurisasi, Tempoyak memiliki kadar pH yang rendah sekitar 3,40-4,62, Rendahnya nilai pH disebabkan oleh aktivitas *mikroorganisme* dalam fermentasi, Nilai pH yang rendah ini berguna bagi ketahanan umur simpan karena menghambat pertumbuhan *mikroorganisme*.

2.2 Mikrokontroler

2.2.1 Pengertian Mikrokontroler

Pada dasarnya, Mikrokontroler adalah komputer lengkap dalam satu *chip* yang terdiri dari mikroprosesor, memori, jalur *input/output* (I/O), dan berbagai komponen lainnya. Secara sederhana, Mikrokontroler dapat dianggap sebagai otak dari suatu produk atau perangkat yang memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan lingkungannya (Pardede, dkk, 2022). Contoh Mikrokontroler dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Mikrokontroler dan arsitektur Mikrokontroler
(Sumber: <https://www.arduino.biz.id/>)

Mikrokontroler terdiri dari beberapa komponen yang terintegrasi dalam satu chip, seperti CPU, memori, dan pengendali *input/output* (I/O). CPU pada Mikrokontroler berfungsi untuk memproses instruksi dan mengendalikan operasi sistem. Memori pada Mikrokontroler mencakup RAM dan ROM yang digunakan untuk menyimpan data dan program. Pengendali I/O pada Mikrokontroler bertugas mengelola perangkat *input/output* seperti sensor dan aktuator.

2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Mikrokontroler

Keunggulan/Kelebihan:

1. Mudah dioperasikan dan dipelajari.
2. Pin pada Mikrokontroler dapat diprogram dengan berbagai perintah yang berbeda.
3. Eksekusi perintah pada Mikrokontroler sangat cepat.
4. Hemat biaya karena integrasi dan fungsi yang lengkap dalam Mikrokontroler.

Kekurangan/Kelemahan:

1. Kapasitas CPU yang rendah untuk pemrosesan data.
2. Kapasitas RAM dan ROM yang terbatas.
3. Keterbatasan dalam menjalankan perintah secara bersamaan.

Pada perancangan alat *monitoring* pH pada fermentasi tempoyak menggunakan Arduino Uno R3 sebagai Mikrokontroler yang digunakan.

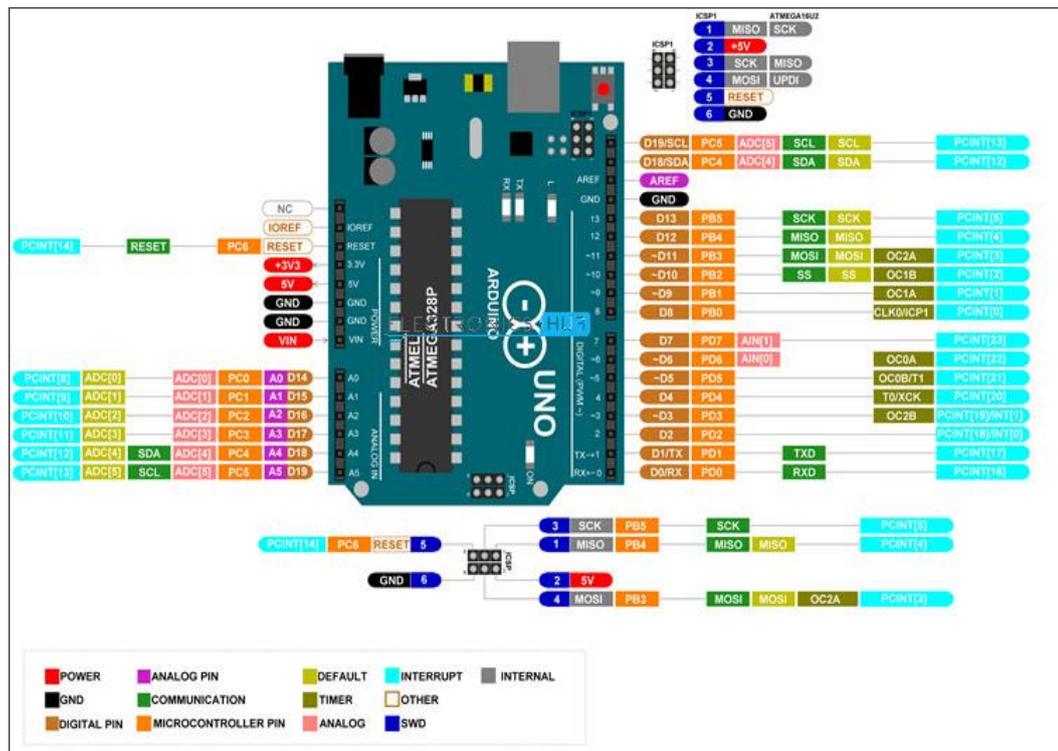
2.2.3 Arduino Uno R3

Arduino adalah perangkat elektronik atau papan sirkuit *open source* yang terdiri dari *chip* Mikrokontroler AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*integrated circuit*), yang biasanya dapat diprogram dengan komputer. Tujuan pemrograman Mikrokontroler ini adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memprosesnya, dan menghasilkan *output* yang diinginkan (Ridarmin, dkk, 2019)

Arduino Uno memiliki 14 pin *input/output* digital, dengan enam pin di antaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM (*Pulse Width Modulation*). Selain itu, ada enam pin *input* analog yang dapat digunakan untuk membaca data dari sensor analog. Arduino Uno dilengkapi dengan *port* USB, yang memungkinkan pengguna menghubungkannya ke komputer untuk melakukan pemrograman dan berkomunikasi dengan papan, serta untuk memberikan daya pada papan. Setelah terhubung ke komputer, Arduino Uno secara otomatis dikenal sebagai perangkat *Serial Communication Port* (COM), dan dengan cara ini pengguna dapat mengunggah program ke papan.

Arduino Uno dapat diberi daya melalui *port* USB atau melalui pin DC yang ada di papan. Papan ini mendukung tegangan *input* dari 7 hingga 20V, dan regulator tegangan Arduino Uno dapat menghasilkan tegangan 5V untuk menggerakkan komponen elektronik yang terhubung. Selain itu, pin VCC dan GND juga tersedia. Pin-pin ini dapat digunakan untuk memberikan daya eksternal ke papan atau menghubungkannya dengan sumber daya eksternal.

Perangkat lunak pengembangan Arduino Uno memungkinkan Anda membuat dan mengunggah program ke papan Arduino. IDE ini mudah digunakan dan ramah pemula, dengan sintaksis yang mudah dipahami dan banyak pilihan program yang tersedia. Arduino IDE mendukung bahasa pemrograman berbasis *wiring C/C++*. Bentuk arduino dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Arduino Uno
(Sumber : <https://www.electronicshub.org>)

Berikut spesifikasi dari Arduino UNO R3 dapat di lihat pada **Tabel 2.1**.

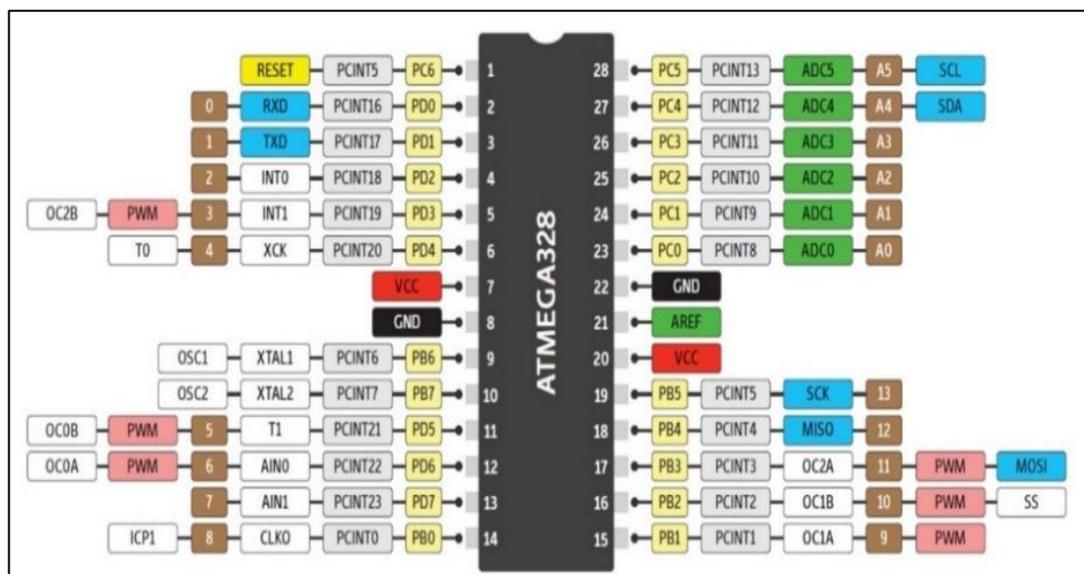
Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino UNO R3

Spesifikasi	Arduino UNO R3
SKU	A000066
Mikrokontroler	ATmega328P
konektor USB	USB-B
Pin LED bawaan	13
Pin I/O Digital	14
Pin masukan analog	6
Pin PWM	6
UART	Ya
I2C	Ya
SPI	Ya
Tegangan I/O	5V
Tegangan masukan (nominal)	7-12V

Arus DC per Pin I/O	20mA
Konektor Catu Daya	Steker barel
Prosesor Utama	ATmega328P 16MHz
Prosesor Serial USB	ATmega16U2 16MHz
ATmega328P	SRAM 2KB, FLASH 32KB, EEPROM 1KB
Berat	25 gram
Lebar	53,4 mm
Panjang	68,6mm

2.2.4 ATMEGA328

ATMEGA328 adalah produk Mikrokontroler dari Atmel yang menggunakan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), di mana setiap proses eksekusi data lebih cepat dibandingkan dengan arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ATMEGA328 memiliki arsitektur Harvard, yang memisahkan kode program dan memori data untuk meningkatkan kinerja dan paralelisme. (Rohmanu A & Widiyanto D, 2018). Bentuk Mikrokontroler ATMEGA328P dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 ATMEGA328
(Sumber : <https://solderingmind.com/>)

Mikrokontroler ATMEGA328 memiliki total 28 pin yang dapat dikonfigurasi sebagai *input* atau *output*, sesuai dengan pengaturan pengguna. Setiap pin memiliki fungsinya masing-masing, seperti *input* analog, *input* digital, *output* PWM (*Pulse Width Modulation*), komunikasi serial (UART), dan lain-lain. Berikut adalah 8 fungsi utama dari pin-pin penting di ATMEGA328:

1. VCC : Merupakan *power supply* tegangan digital.
2. GND : Merupakan *ground* untuk semua komponen alat yang membutuhkan *grounding*.
3. Port B (PB7...PB0) : Port B menyediakan koneksi untuk XTAL1, XTAL2, TOSC1, dan TOSC2. Terdiri dari 8 pin, dimulai dari B.0 hingga B.7. Setiap pin dapat berfungsi sebagai *input* maupun *output*.
4. Port C (PC5...PC0) : Port C adalah sebuah I/O Port 7 bit *bi-directional* yang memiliki *pull-up* resistor pada setiap pinnya. Terdiri dari 7 pin, dari C.0 hingga C.6. Sebagai *output*, Port C memiliki karakteristik serupa dalam hal penyerapan arus.
5. RESET/PC6 : Bila diatur dengan memprogram *Fuse* RSTDISBL, PC6 akan berperan sebagai pin I/O. Namun, jika *Fuse* RSTDISBL tidak diaktifkan, pin tersebut akan berfungsi sebagai *input reset*.
6. Port D (PD7...PD0) : Port D adalah I/O 8 bit dengan *pull-up* resistor internal yang dapat digunakan sebagai *input* dan *output*.
7. AVCC : Merupakan pin yang berfungsi sebagai *power supply* tegangan untuk ADC.
8. AREF: Merupakan pin referensi jika ingin menggunakan ADC.

2.2.5 Aplikasi Arduino IDE

Aplikasi *Integrated Development Environment* (IDE) memungkinkan Anda membuat program untuk Arduino Uno. Program ini ditulis dengan menggunakan *Software Arduino* (IDE), dikenal sebagai *sketch*, dan disimpan dalam *file* dengan ekstensi *ino*. Terdapat kotak pesan berwarna hitam pada *Software IDE* Arduino yang dapat menampilkan status seperti pesan *error*, *compiling*, dan *upload* program. Bagian bawah paling kanan IDE *Software Arduino* menunjukkan *board*

yang telah dikonfigurasi dan *port* COM yang digunakan (Shofiyullah & Sulistiyanto, 2020).

1. *Verify/Compile* mengecek sintaks *sketch*. Jika tidak ada kesalahan, sintaks akan *dicompile* ke dalam bahasa mesin.
2. Fungsi *upload* mengirimkan program yang sudah dikompilasi ke *Board* Arduino.



Gambar 2.4 Software Arduino IDE

(Sumber: <https://eprints.utdi.ac.id/>)

Arduino Uno adalah lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk pengembangan, menurut Andrianus (Wijaya, dkk., 2020). Terdapat tombol verifikasi di tampilan awal Arduino IDE yang dapat mengkompilasi program yang sudah ada di editor. Tombol New, di sisi lain, memiliki kemampuan untuk membuat program baru dengan mengosongkan isi dari jendela editor. Ketika Anda mengklik tombol upload Arduino, IDE mengkompilasi program dan mengirimkannya ke papan Arduino Uno yang telah Anda pilih di menu Tools, lalu ke serial port. Ini memungkinkan Anda menyimpan semua perubahan yang belum disimpan sebelumnya.

2.3 Sensor

2.3.1 Pengertian Sensor

Sensor adalah perangkat yang dapat mendeteksi perubahan energi alam seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik, dan sebagainya. Di dalam sensor terdapat transduser yang mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi besaran listrik seperti tegangan, resistansi, dan arus listrik. Sensor sering kali terhubung ke sistem elektronik atau komputer dan dapat menghasilkan sinyal (Rahmadhani dkk. 2022).

2.3.2 Macam-Macam Sensor

Sensor memainkan peran yang sangat penting dalam perkembangan teknologi karena memungkinkan sistem untuk mengumpulkan data dan merespons lingkungan sekitarnya secara akurat dan *real-time*. Akibatnya, penggunaan sensor yang tepat dan akurat dapat meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan dalam banyak aplikasi (Rahmadhani dkk. 2022). Berikut ini merupakan macam-macam jenis sensor:

1. Sensor kemiringan adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi kemiringan atau posisi dari suatu objek relatif terhadap gravitasi. Prinsip kerja dari sensor kemiringan adalah dengan memanfaatkan perubahan resistansi atau kapasitansi dari elemen sensitif dalam sensor ketika posisi atau kemiringan objek berubah.
2. Sensor Cahaya: Sensor yang digunakan untuk mendeteksi cahaya atau intensitas cahaya. Beberapa jenis sensor cahaya adalah *fotodiode*, *fotoresistor*, dan *phototransistor*.
3. Sensor Suhu: Sensor yang digunakan untuk mengukur suhu. Beberapa jenis sensor suhu adalah *thermocouple*, *thermistor*, dan RTD (*resistance temperature detector*).
4. Sensor Gerakan: Sensor yang digunakan untuk mendeteksi gerakan atau perubahan posisi. Beberapa jenis sensor gerakan adalah sensor gerak PIR, sensor gerak ultrasonik, dan sensor akselerometer. Sensor Tekanan: Sensor yang digunakan untuk mengukur tekanan atau perubahan tekanan. Beberapa

jenis sensor tekanan adalah sensor tekanan atmosfer, sensor tekanan darah, dan sensor tekanan hidrolik.

5. Sensor Gas: Sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas atau kadar gas tertentu dalam udara, seperti sensor gas LPG, gas hidrogen, dan karbon monoksida.
6. Sensor Kelembaban: Sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembaban atau kadar air dalam udara. Beberapa jenis sensor kelembaban adalah *kapasitif*, *resistif*, dan sensor suhu-kelembaban.
7. Sensor Suara: Sensor yang digunakan untuk mendeteksi suara atau bunyi dalam udara. Sensor Tekstur: Sensor yang digunakan untuk mengukur tekstur permukaan benda. Beberapa jenis sensor tekstur adalah sensor kekasaran, sensor kehalusan, dan sensor kekerasan.
8. Sensor Jarak: Sensor yang digunakan untuk mengukur jarak atau jangkauan. Beberapa jenis sensor jarak adalah sensor inframerah, ultrasonik, dan optik.
9. Sensor Kecepatan: Sensor yang digunakan untuk mengukur kecepatan suatu objek atau pergerakannya. Beberapa jenis sensor kecepatan adalah *tachometer*, sensor akselerasi, dan sensor kecepatan roda.
10. Sensor Warna: Sensor yang digunakan untuk mengukur warna atau perbedaan warna. Beberapa jenis sensor warna adalah sensor inframerah, sensor optik, dan sensor jarak.
11. Sensor Sidik Jari: Beberapa jenis sensor sidik jari adalah kapasitif, optik, dan ultrasonik.

Pada perancangan alat *monitoring* pH pada fermentasi tempoyak menggunakan *Probe pH Elektroda E-201* sebagai sensor yang digunakan.

2.3.3 Probe pH Elektroda E-201

Alat ukur derajat keasaman (pH meter) adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH (derajat keasaman) dari suatu cairan (Saputra, 2020). Dapat dilihat pada **Gambar 2.5**.



Gambar 2.5 Probe pH Elektroda E-201
(Sumber: <https://www.fruugonorge.com/>)

Prinsip kerja alat pH meter didasarkan pada potensial elektrokimia yang terjadi antara dua larutan: satu larutan yang diketahui berada di dalam *Elektroda* gelas dan satu lagi larutan yang tidak diketahui berada di luar *Elektroda* gelas, biasanya air. Alat pH meter bekerja dengan mengukur perbedaan potensial antara dua larutan ini, yang dihasilkan oleh interaksi *ion hidrogen* (H^+) dalam larutan.

Pengukuran pH air dengan alat pH meter, khususnya menggunakan *Elektroda* kaca (*glass electrode*), dilakukan dengan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. *Elektroda* kaca sangat sensitif terhadap ion hidrogen, dan ketika dicelupkan ke dalam larutan yang akan diukur, *Elektroda* ini menghasilkan potensial listrik yang bergantung pada konsentrasi ion H_3O^+ dalam larutan tersebut.

Alat pH meter kemudian mengukur potensial ini dan mengonversinya menjadi nilai pH, yang memberikan indikasi tentang tingkat keasaman atau kebasaan air. Nilai pH dihasilkan dengan menghitung perbedaan potensial antara *Elektroda* gelas dan *Elektroda* referensi, yang kemudian ditampilkan sebagai angka pH pada layar alat ukur (Jufriadi, dkk. 2019). Berikut spesifikasi dari *Probe* pH *Elektroda* E-201 dapat di lihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 *Probe pH Elektroda E-201*

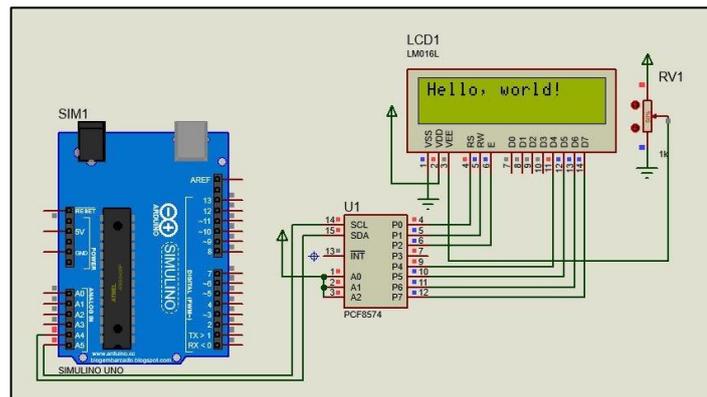
Spesifikasi	<i>Probe pH Elektroda E-201</i>
Range Deteksi pH	0 ~ 14
Suhu Kerja	5 ~ 60 ° C
Titik Netral	pH 7 ± 0,5
<i>Internal Resistance</i>	< 250MΩ
Waktu Respon	kurang dari 2 menit
<i>Masa Lifetime Probe</i>	> 0,5 tahun (tergantung dengan frekuensi penggunaan)
Panjang Kabel <i>Probe</i>	100cm

2.4 LCD

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah komponen elektronika yang dapat menampilkan data seperti huruf, karakter, atau grafik. Aplikasi yang sering digunakan LCD adalah kalkulator, arloji digital, dan instrumen elektronik seperti multimeter digital karena mereka membutuhkan tegangan dan daya yang kecil. LCD menggunakan kristal cair yang terbuat dari silikon dan galium sebagai pemendar cahaya.

Dalam layar LCD, setiap matriks terdiri dari piksel yang diatur dalam baris dan kolom. Pada bidang latar, atau lempengan kaca belakang dengan lapisan *Elektroda* transparan di sisi dalam, terdapat LED. Dalam keadaan normal, cairan di dalam layar berwarna cerah; namun, ketika tegangan diberikan antara bidang latar dan *Elektroda* di sisi dalam kaca depan, warna tersebut berubah menjadi hitam.

Salah satu keunggulan utama LCD adalah konsumsi daya yang rendah dan arus yang kecil (hanya beberapa mikro ampere), yang membuatnya ideal untuk perangkat portabel dengan catu daya yang kecil. Selain itu, ukurannya yang tepat, tampilannya yang jelas, dan tampilannya yang mudah dibaca menambah nilainya (Astuti dan Fauzi 2018). Dapat di lihat pada **Gambar 2.6**.



Gambar 2.6 LCD 16x2

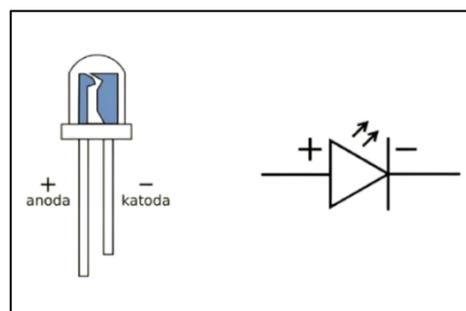
(Sumber : <https://anakkendali.medium.com>)

Spesifikasi dari LCD 16×2 yang tersedia antara lain:

1. Terdiri dari 16 kolom dan 2 baris.
2. Dilengkapi dengan *backlight*.
3. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
4. Dapat dialamatkan dengan mode 4-bit dan 8-bit 5. Terdapat karakter generator terprogram.

2.5 LED

Salah satu jenis dioda yang unik adalah LED, yang digunakan sebagai indikator dalam beberapa aplikasi elektronika. LED memiliki kecepatan penyaklaran yang cepat, usia pakai yang lama, dan konsumsi tegangan yang rendah. LED dan dioda biasa hampir identik. Dibandingkan dengan dioda biasa, dioda listrik mengeluarkan energi dalam bentuk panas (disipasi daya), tetapi dioda listrik (LED) mengeluarkan energi dalam bentuk pancaran cahaya. (Taufiq & Suyadhi, 2021). Dapat di lihat pada **Gambar 2.7**.



Gambar 2.7 LED

(Sumber : <https://www.belajaronline.net/>)

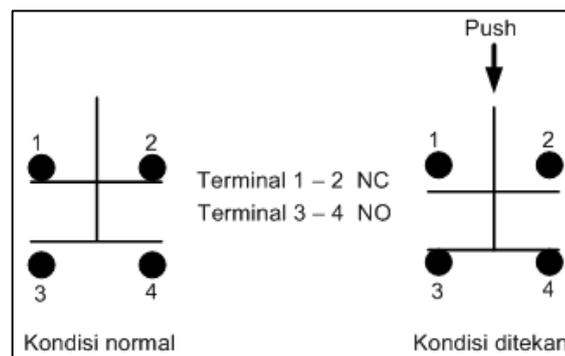
Untuk mengetahui polaritas terminal anoda (positif) dan katoda (negatif) pada LED, kita dapat mengetahuinya dengan melihat secara fisik berdasarkan gambar yang ada di atas.

Ciri-ciri terminal anoda dan katoda pada LED adalah:

1. Kaki terminal anoda lebih panjang dan katoda lebih pendek.
2. *Lead frame* anoda lebih kecil dan *lead frame* katoda lebih besar.
3. Katoda berada disisi yang flat

2.6 Push button

Push button yang dapat ditemukan di dalam dan di luar panel listrik, adalah komponen kontrol yang sangat berguna. Tombol tekan ini berfungsi untuk mengontrol kondisi on atau off dari rangkaian listrik. Prinsip kerja tombol tekan sesaat adalah bahwa ketika tombol ditekan, ia hanya akan tetap dalam posisi tersebut selama ditekan, kemudian akan kembali ke posisi semula (Mulyono M.A, 2019). Bentuk *Push button* dapat dilihat pada **Gambar 2.8**



Gambar 2.8 *Push button*

(Sumber : <https://blog.unnes.ac.id/>)

Push button dapat digunakan dalam berbagai cara tergantung pada desain dan tujuannya. Beberapa contoh penggunaan *push button* meliputi:

1. Aktivasi: Mengaktifkan atau mematikan perangkat seperti lampu, kipas angin, atau peralatan elektronik lainnya.
2. Kendali Mesin: Pada aplikasi industri, *push button* digunakan untuk mengendalikan mesin atau proses produksi.

3. Keamanan: Dalam sistem keamanan, *push button* dapat digunakan untuk membuka atau mengunci pintu, pagar, atau akses lainnya.
4. *Reset*: *Push button* juga dapat digunakan untuk mereset perangkat atau sistem ke keadaan awal.

Push button hadir dalam berbagai bentuk, ukuran, dan tipe, termasuk yang tahan air atau tahan debu untuk aplikasi luar ruangan atau industri. Keberagaman ini memungkinkan mereka digunakan dalam berbagai konteks sesuai kebutuhan.

2.7 Tempoyak

Tempoyak adalah jenis makanan khas etnis Melayu di pulau Sumatra dan Kalimantan. Makanan ini terbuat dari durian yang sudah melalui proses fermentasi. Makanan ini biasanya dikonsumsi sebagai lauk yang dicampur dengan sambal saat menyantap nasi. Cita rasa tempoyak adalah asam karena terjadinya proses fermentasi daging buah durian. Selain itu, tempoyak dijadikan bumbu masakan. Tempoyak dikenal di Indonesia, terutama di pulau Sumatra dan Kalimantan. Jambi, terkenal dengan tempoyak campuran ikan patin dan ikan baung dibuat gulai tempoyak, sambal tempoyak dan brengkes tempoyak (Erfisa, dkk. 2022).



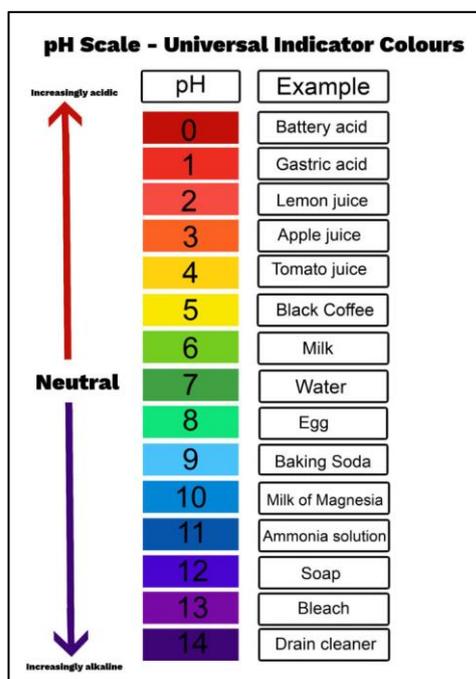
Gambar 2.9 Tempoyak
(Sumber : <https://lampung.idntimes.com/>)

2.8 Keasaman (*Potensial Hidrogen/pH*)

Keasaman adalah tingkat asam dan basa air yang sering pula dikenal dengan istilah *potential Hidrogen* (pH). pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau tingkat kebasaan yang dimiliki suatu larutan. Total skala pH berkisar dari 1 sampai 14, dengan 7 dianggap netral. Sebuah pH

kurang dari 7 dikatakan asam dan larutan dengan pH lebih dari 7 dasar atau alkali. Asam dan basa adalah besaran yang sering digunakan untuk pengolahan suatu zat, baik di industri maupun kehidupan sehari-hari (Basuki, K. H. 2021). Pada industri kimia, keasaman merupakan variabel yang menentukan, mulai dari pengolahan bahan baku, menentukan kualitas produksi yang diharapkan sampai pengendalian limbah industri agar mencegah pencemaran pada lingkungan. Pada bidang pertanian, keasaman pada waktu mengelola tanah pertanian perlu diketahui.

Dasar pengukuran derajat keasaman akan diuraikan dahulu pengertian derajat keasaman itu sendiri. Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektrokimia yang terjadi antara larutan yang terdapat di dalam *Elektroda glass (membrane glass)* yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar *Elektroda glass* yang tidak diketahui. Hal ini di karenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, *Elektroda* gelas tersebut akan mengukur potensial elektro kimia dari ion hidrogen. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan *Elektroda* pembanding. Sebagai catatan alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan. Dapat di lihat pada **Gambar 2.10**.

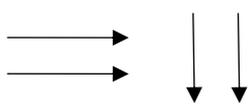
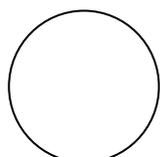
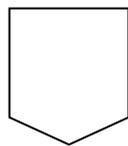
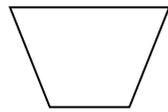


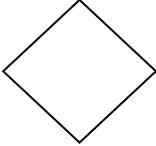
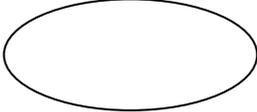
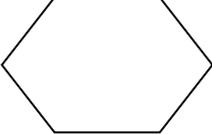
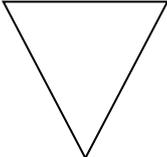
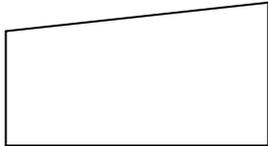
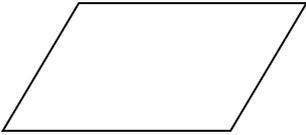
Gambar 2.10 Contoh gambaran Nilai PH untuk beberapa benda
(Sumber : <https://www.science-sparks.com/>)

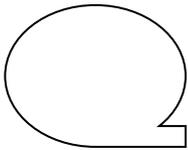
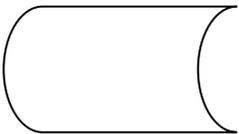
2.9 Flowchart

Flowchart atau bagan alur adalah diagram yang menampilkan langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program. Setiap langkah digambarkan dalam bentuk diagram dan dihubungkan dengan garis atau arah panah. *Flowchart* berperan penting dalam memutuskan sebuah langkah atau *fungsi* dari sebuah proyek pembuatan program yang melibatkan banyak orang sekaligus. Selain itu dengan menggunakan bagan alur proses dari sebuah program akan lebih jelas, ringkas, dan mengurangi kemungkinan untuk salah penafsiran. Penggunaan *Flowchart* dalam dunia pemrograman juga merupakan cara yang bagus untuk menghubungkan antara kebutuhan teknis dan non-teknis (Setiawan, 2021). Simbol-simbol *Flowchart* dapat di lihat pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Simbol-Simbol *Flowchart*

NO	SIMBOL	KETERANGAN
1		Simbol arus/ <i>flow</i> , berfungsi untuk menyatakan jalannya arus suatu proses.
2		Simbol <i>connector</i> , berfungsi untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama.
3		Simbol <i>offline connector</i> , berfungsi untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang berbeda.
4		Simbol <i>process</i> , berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang dilakukan oleh komputer.
5		Simbol <i>manual</i> , berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang tidak dilakukan oleh komputer.

6		<p>Simbol <i>decision</i>, berfungsi untuk menunjukkan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban : ya/tidak.</p>
7		<p>Simbol <i>terminal</i>, berfungsi untuk menyatakan permulaan atau akhir suatu program.</p>
8		<p>Simbol <i>predefined process</i>, berfungsi untuk menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal.</p>
9		<p>Simbol <i>keying operation</i>, berfungsi untuk menyatakan segala jenis operasi yang diproses dengan menggunakan suatu mesin yang mempunyai <i>keyboard</i>.</p>
10		<p>Simbol <i>offline-storage</i>, berfungsi untuk menunjukkan bahwa data dalam simbol ini akan disimpan ke suatu media tertentu.</p>
11		<p>Simbol <i>manual input</i>, berfungsi untuk memasukkan data secara manual dengan menggunakan <i>online keyboard</i>.</p>
12		<p>Simbol <i>input/output</i>, berfungsi untuk menyatakan proses <i>input</i> atau <i>output</i> tanpa tergantung jenis peralatannya</p>

13		Simbol <i>magnetic tape</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari pita magnetis atau <i>output</i> disimpan ke pita magnetis.
14		Simbol <i>disk storage</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari <i>disk</i> atau <i>output</i> disimpan ke <i>disk</i> .
15		Simbol <i>document</i> , berfungsi untuk mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui <i>printer</i>).
16		Simbol <i>punched card</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu.