

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu mempunyai tujuan untuk melihat perbandingan dan patokan. Selain itu, untuk menghindari kesamaan dalam penelitian ini. Maka dalam penelitian Pustaka ini penulis mencantumkan berbagai hasil penelitian terdahulu sebagai berikut:

2.1.1 Penelitian “SISTEM BOOSTER DAN PENDETEKSI KADAR ALKOHOL PADA FERMENTASI TAPAI KETAN MENGGUNAKAN SENSOR MQ-3 BERBASIS IoT ” Oleh Cahyandari dan Harmadi, 2023.

Sistem booster menggunakan elemen Peltier untuk mengontrol suhu ruang fermentasi tapai pada rentang 35°C sampai 40°C yang dideteksi oleh sensor *DHT-11*. Peningkatan kadar gas alkohol selama proses fermentasi dideteksi oleh sensor *MQ-3*. Kadar gas alkohol 0,58% menjadi acuan bahwa tapai sudah matang. Hasil pengukuran suhu, kelembapan, dan kadar gas alkohol selama proses fermentasi ditampilkan pada *LCD* dan aplikasi Blynk berbasis *IoT*. *Buzzer* berbunyi pada saat tapai matang. Waktu fermentasi tapai ketan hitam lebih lama yaitu selama 39 jam, sedangkan tapai ketan putih selama 36 jam. Tapai ketan yang dihasilkan memiliki tekstur yang lunak, berair, dan memiliki rasa yang manis dengan kadar gas alkohol yang sama sebesar 0,58%.

Pada penelitian ini memiliki persamaan dalam tujuan utamanya, yaitu mendeteksi kadar alkohol dalam proses fermentasi tapai berbasis *IoT*, keduanya sama-sama menggunakan sensor *MQ-3* dan *buzzer*. Namun, terdapat beberapa perbedaan signifikan diantara kedua nya. Penelitian oleh Cahyandari dan Harmadi (2023) fokus pada fermentasi tapai ketan menggunakan sistem berbasis *IoT*. Mereka menggunakan *elemen Peltier* untuk menjaga suhu fermentasi dalam rentang tertentu dan memantau hasil fermentasi secara *real-time* melalui aplikasi Blynk. Sementara itu, pada penelitian penulis berfokus pada fermentasi tape singkong dan menggunakan *Arduino Nano* sebagai pengendali utama, dengan sensor *DHT-22* untuk suhu dan kelembapan.

2.1.2 Penelitian “RANCANG BANGUN ELEKTRONIK NOSE UNTUK UJI PENDETEKSI KADAR PADA PRODUK BAHAN ALKOHOL MAKANAN HASIL FERMENTASI” Oleh Wijanarko dkk, 2022.

Metode uji alkohol pada produk bahan makanan berfermentasi harus menggunakan alat pada industri besar dan harga yang tidak terjangkau seperti GC (*Gas Chromatograph*), HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Penelitian ini akan difokuskan pada kajian secara mendalam dalam analisis kadar alkohol dengan menggunakan sensor array *MQ 3, MQ 4, MQ 6, MQ 7* yang dirancang secara khusus dengan *arduino mega* menggunakan algoritma pendeteksi yang memiliki keunggulan *interface* dengan ukuran yang kecil, proses pemrograman yang mudah dan dapat didesign sesuai kebutuhan mulai dari kemudahan kontroling, monitoring hingga proses penyampaian data pada *lcd*.

Pada penelitian ini menunjukkan kesamaan dan perbedaan yang signifikan. Keduanya bertujuan mengembangkan perangkat pendeteksi kadar alkohol dalam makanan fermentasi menggunakan teknologi sensor dan mikrokontroler. Sensor MQ-3 dipilih sebagai komponen utama karena kemampuannya mendeteksi uap alkohol selama fermentasi. Platform arduino digunakan untuk mengatur sensor dan menampilkan hasil secara langsung.

Meski demikian, perbedaan antara kedua penelitian cukup mencolok. Penelitian yang dilakukan oleh Wijanarko, dkk (2022) memiliki lingkup yang lebih luas, mencakup berbagai produk fermentasi seperti tape, *yoghurt*, kecap, dan *nata de coco*. Penelitian ini menggunakan rangkaian sensor MQ (MQ-3, MQ-4, MQ-6, MQ-7) untuk meningkatkan akurasi deteksi berbagai gas. Tujuan utamanya adalah memastikan kehalalan dan keamanan produk fermentasi di pasar. Sebaliknya, pada penelitian penulis berfokus khusus pada tape singkong. Selain sensor MQ-3, penelitian ini menambahkan sensor DHT-22 untuk memantau suhu dan kelembapan selama proses fermentasi. Tujuannya adalah membantu produsen tape skala kecil dalam mengontrol proses fermentasi secara *real-time*, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan konsistensi produk mereka.

2.1.3 Penelitian “PENGARUH LAMA FERMENTASI, PENAMBAHAN RAGI DAN KONSENTRASI GULA PADA TAPE KETAN” Oleh Wahyuningsih, 2023.

Menurut (Wahyuningsih, 2023). Zat pati yang ada dalam bahan makanan diubah menjadi bentuk yang sederhana yaitu gula, dengan bantuan suatu mikroorganisme yang disebut ragi atau khamir. Mikroorganisme yang berperan yaitu *Saccaromyces cereviciae*. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi, penambahan ragi dan konsentrasi gula pada fermentasi tape ketan. Fermentasi dilakukan selama 2-3 hari atau 48 sampai 72 jam. Parameter yang diamati yaitu, perubahan warna, rasa, aroma pH tape ketan. Hasil yang diperoleh yaitu, fermentasi hari ke- 1 warna tape putih, rasa sedikit manis dan sedikit masam, aroma khas tape sedikit tajam, tekstur lunak, dengan pH 5. kemudian, pada hari ke- 2 warna tape putih kekuningan (krem), manis dan masam, aroma khas tape dan sangat tajam, tekstur sangat lunak, dengan pH 5. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan tape adalah suhu, keasaman, oksigen dan ragi. Lama fermentasi dapat mempengaruhi tingkat keasaman pada tape beras ketan. Lalu, penambahan ragi dapat mempengaruhi perubahan warna pada tape beras ketan yang semula berwarna putih menjadi krem. Sedangkan penambahan gula dapat mempengaruhi kadar air, kadar gula reduksi dan kadar alkohol yang terdapat pada tape beras ketan tersebut.

Pada penelitian ini dan penelitian yang dilakukan oleh penulis memiliki kesamaan dalam topik utama, yaitu membahas tentang tape sebagai produk fermentasi tradisional, serta fokus pada faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi seperti suhu, kelembapan, dan penggunaan ragi. Namun, perbedaan signifikan terlihat dari objek dan metode penelitian yang digunakan. Penelitian oleh Wahyuningsih (2023) meneliti pengaruh lama fermentasi, penambahan ragi, dan konsentrasi gula pada tape ketan, dengan observasi manual terhadap perubahan warna, rasa, aroma, tekstur, serta pH. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh penulis berfokus pada pengembangan alat berbasis mikrokontroler untuk mendeteksi kadar alkohol pada tape singkong, menggunakan sensor MQ-3 dan DHT-22 yang terhubung dengan Arduino. Alat ini dirancang untuk memantau kadar

alkohol, suhu, dan kelembapan secara *real-time* selama proses fermentasi, memberikan kemudahan bagi produsen tape skala kecil untuk meningkatkan kontrol dan kualitas produk.

2.2 Tape

Tape, atau dalam Tape merupakan makanan tradisional yang masih banyak dijumpai di pasar tradisional dan dibuat melalui proses fermentasi dengan menggunakan bantuan ragi. Tape biasanya dibuat dari beras ketan (tape ketan) atau dari umbi singkong (tape singkong). Produk olahan berbahan dasar singkong ini masih cukup banyak digemari masyarakat karena memiliki cita rasa yang khas dengan rasa manis dan asam serta beraroma alkohol. Tape singkong dibuat dengan penambahan ragi sebagai starter yang membantu proses fermentasi selama 2-3 hari pada suhu ruang. Pembuatan tape singkong dapat dimodifikasi dengan tambahan bahan lain seperti sari buah nanas atau sari buah nangka untuk menambah keragaman aneka pangan berbahan dasar singkong (Syahrumsyah dkk, 2021).

Tape dalam konteks kuliner Indonesia adalah makanan tradisional yang terbuat dari bahan dasar singkong atau beras ketan yang difermentasi. Proses fermentasi ini menggunakan ragi sebagai bahan utama yang berfungsi untuk mengubah karbohidrat dalam singkong atau ketan menjadi alkohol dan gula, memberikan rasa manis dan sedikit asam yang khas memiliki tekstur yang lembut dan sedikit berair, tergantung pada lamanya proses fermentasi. Di Indonesia, tape biasanya disajikan sebagai camilan atau bahan dasar untuk pembuatan minuman tradisional seperti es tape. Terdapat dua jenis tape yang populer di Indonesia, yaitu tape singkong dan tape ketan.

Proses pembuatan tape melibatkan pembersihan bahan dasar, perebusan, pendinginan, penambahan ragi, dan fermentasi yang biasanya memakan waktu 2-3 hari. Tape dikenal di berbagai daerah di Indonesia, dengan beberapa variasi rasa dan tekstur tergantung pada daerah dan metode pembuatannya.

Besarnya kadar alkohol yang dihasilkan akan meningkatkan cita rasa tape yang dihasilkan sebab besarnya kadar alkohol yang dihasilkan dari penguraian glukosa oleh khamir. Khamir mempunyai kemampuan untuk memecah karbohidrat menjadi alkohol dan karbondioksida. Proses ini diketahui sebagai fermentasi

alkohol yaitu proses anaerob. Khamir mempunyai sekumpulan enzim yang diketahui sebagai zymase yang berperan pada fermentasi senyawa gula, seperti glukosa menjadi etanol dan karbondioksida.

Berdasarkan standar SNI No. 01-4018-1996, persentase kadar alkohol yang diperbolehkan dalam bahan makanan dan minuman maksimal berkisar antara 8-20%. Sehingga besar kadar alkohol yang dihasilkan pada tape umbi talas tergolong masih sesuai dengan batas maksimum yang ditentukan oleh SNI.

Berikut ini merupakan tabel penelitian pengecekan kadar alcohol pada tape singkong yang diamana tabel dapat menjadi acuan penulis dalam menentukan kadar alcohol pada alat hasil penelitian.

Tabel 2.1. Waktu fermentasi dan Kadar Alkohol yang dihasilkan (Hasanah dkk, 2012).

No.	Waktu Fermentasi	Kadar Alkohol (%)	PPM
1	24 Jam	0,9	90
2	48 Jam	2,1	210
3	72 Jam	4,5	450
4	96 Jam	5,2	520

2.3 PPM (Parts Per Million)

PPM (*Parts Per Million*) adalah satuan yang digunakan untuk mengukur konsentrasi suatu zat dalam campuran atau larutan, yang menyatakan jumlah bagian dari zat tersebut dalam satu juta bagian dari total campuran. Dalam konteks alkohol, PPM menggambarkan konsentrasi alkohol dalam suatu campuran, seperti dalam udara, cairan, atau gas. Sebagai contoh, dalam sistem deteksi alkohol untuk keamanan atau kesehatan, PPM alkohol sering digunakan untuk menunjukkan konsentrasi alkohol dalam udara yang dihembuskan, yang mencerminkan tingkat alkohol dalam darah (Ardiansayah dan Sari, 2019).

Prinsip Pengukuran PPM Alkohol Pengukuran konsentrasi alkohol dalam PPM biasanya dilakukan menggunakan sensor atau alat deteksi yang dirancang khusus untuk mendeteksi dan mengukur alkohol. Ada berbagai metode yang

digunakan untuk pengukuran ini. Yang pertama Sensor Elektrokimia, Sensor ini bekerja dengan mengukur reaksi elektrokimia antara alkohol dan elektrode sensor. Reaksi ini menghasilkan sinyal listrik yang dikalibrasi untuk memberikan nilai konsentrasi alkohol dalam PPM. Sensor elektrokimia sering digunakan dalam breathalyzer untuk mengukur konsentrasi alkohol dalam napas. Yang kedua Sensor *Infrared (IR)*, Sensor ini menggunakan sinar inframerah untuk mengukur konsentrasi alkohol. Alkohol menyerap cahaya inframerah pada panjang gelombang tertentu, dan sensor mengukur penyerapan cahaya ini untuk menentukan konsentrasi alkohol. Metode ini umumnya digunakan dalam alat pengukur alkohol yang lebih canggih. Yang Ketiga *Gas Chromatography*: Metode ini digunakan untuk memisahkan dan mengidentifikasi komponen alkohol dalam sampel udara atau cairan. Hasilnya kemudian dikonversi menjadi nilai PPM (Lestari dan Hadi, 2020).

Berikut Ini merupakan perumusan persen alkohol

$$\text{Persentase} = \frac{PPM}{100}$$

Rumus 2.1. Konversi PPM Menjadi Persentase

$$PPM = \text{Persentase} \times 100$$

Rumus 2.2. Konversi Persentase Menjadi PPM

2.4. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu IC yang di dalamnya berisi CPU, ROM, RAM, dan I/O. Dengan adanya CPU tersebut maka mikrokontroler dapat melakukan proses berfikir berdasarkan program yang telah diberikan kepadanya. Mikrokontroler banyak terdapat pada peralatan elektronik yang serba otomatis, mesin fax, dan peralatan elektronik lainnya. Mikrokontroler dapat disebut pula sebagai komputer yang berukuran kecil yang berdaya rendah sehingga sebuah baterai dapat memberikan daya. Mikrokontroler standar memiliki komponen komponen sebagai berikut:

- a. *Central Processing Unit (CPU)* Merupakan bagian utama dalam suatu mikrokontroler. CPU pada mikrokontroler ada yang berukuran 8 bit ada pula yang berukuran 16 bit. CPU ini akan membaca program yang tersimpan di dalam ROM dan melaksanakannya.
- b. *Read Only Memory (ROM)* Merupakan suatu memori (alat untuk mengingat) yang sifatnya hanya dibaca saja. Dengan demikian ROM tidak dapat ditulisi. Dalam dunia mikrokontroler ROM digunakan untuk menyimpan program bagi mikrokontroler tersebut. Program tersimpan dalam format biner ('0' atau '1'). Susunan bilangan biner tersebut bila telah terbaca oleh mikrokontroler akan memiliki arti tersendiri.
- c. *Random Acces Memory (RAM)* Berbeda dengan ROM, RAM adalah jenis memori selain dapat dibaca juga dapat ditulis berulang kali. Tentunya dalam pemakaian mikrokontroler ada semacam data yang bisa berubah pada saat mikrokontroler tersebut bekerja. Perubahan data tersebut tentunya juga akan tersimpan ke dalam memori. Isi pada RAM akan hilang jika catu daya listrik hilang.
- d. *Input/Output (I/O)* Untuk berkomunikasi dengan dunia luar, maka mikrokontroler menggunakan terminal I/O (*port I/O*), yang digunakan untuk masukan atau keluaran.

Penggunaan mikrokontroler ini umumnya diaplikasi pada perangkat yang membutuhkan pengendali otomatis seperti pengontrol mesin mobil, perangkat perangkat medis di rumah sakit, dan juga peralatan elektronika lainnya. Perangkat mikrokontroler ini hanya akan berfungsi jika di dalamnya telah di isi dengan sebuah program perintah tertentu, (Mulyati, 2019).

Mikrokontroler adalah perangkat kecil yang mengintegrasikan prosesor, memori, dan periferal untuk mengontrol sistem elektronik. Berikut jenis-jenis mikrokontroler:

1. Berdasarkan Arsitektur:

- *8-bit*: Contoh: Intel 8051, AVR, PIC. Digunakan untuk aplikasi sederhana.

- *16-bit*: Contoh: MSP430, PIC24. Cocok untuk aplikasi dengan perhitungan kompleks.
- *32-bit*: Contoh: ARM Cortex-M, ESP32. Digunakan dalam aplikasi kompleks seperti IoT dan kontrol robotik.

2. Berdasarkan Produsen:

- Atmel AVR: Contoh: ATmega328 (Arduino). Digunakan dalam proyek DIY dan pendidikan.
- PIC: Banyak digunakan di industri.
- ARM Cortex-M: Contoh: STM32, LPC. Populer dalam sistem real-time dan IoT.
- ESP (ESP8266, ESP32): Fokus pada konektivitas *Wi-Fi/Bluetooth* untuk IoT.
- MSP430: Hemat daya, cocok untuk perangkat sensor dan medis.
- *Raspberry Pi Pico*: Berbasis ARM, harga terjangkau, ideal untuk proyek DIY.

3. Berdasarkan Aplikasi:

- IoT: ESP32, STM32.
- Sistem *Embedded*: ATmega328, PIC16F.
- Aplikasi Industri: PIC, STM32.

Setiap jenis memiliki fitur khusus sesuai kebutuhan aplikasi, seperti kecepatan, kapasitas memori, dan efisiensi daya.

2.5 Arduino NANO

Arduino *Nano* adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada *ATmega328*. *Arduino NANO* mempunyai 14 pin digital *input/output* (6 di antaranya dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 *input analog*, sebuah *osilator Kristal* 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah *ICSP header*, dan sebuah tombol *reset*. *Arduino NANO* memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah *computer* dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya (Ardiansyah, 2013).



Gambar 2.1. *Arduino NANO.*
(Sumber: <https://tinyurl.com/y484rp9k>)

Pada *Arduino Uno* terdapat 14-pin digital yang dapat diatur sebagai *input* atau *output*. Digital Pin 0 (RX) digunakan sebagai pin input serial untuk menerima data dari perangkat eksternal melalui *UART (serial communication)*. Digital Pin 1 (TX): Digunakan sebagai pin *output* serial untuk mengirim data ke perangkat eksternal melalui *UART*. Digital Pin 2 hingga Digital Pin 13 Pin ini dapat diatur sebagai *input* atau *output* digital. Beberapa dari mereka memiliki fungsi tambahan yang bisa diatur, seperti dukungan PWM atau fungsi SPI. Digital Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 Pin ini mendukung *output* PWM (*Pulse Width Modulation*), yang memungkinkan *Arduino* untuk menghasilkan sinyal dengan lebar pulsa yang dapat diatur. PWM sering digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor DC, intensitas lampu LED, dan sebagainya. Digital Pin 2 dan 3 pin ini mendukung fitur *external interrupts*, yang memungkinkan *Arduino* untuk merespons perubahan status tertentu secara eksternal. Mereka biasanya digunakan untuk menanggapi peristiwa yang memerlukan tanggapan cepat, seperti gerakan atau tombol yang ditekan. Digital Pin 4 hingga 13 Pin ini dapat digunakan sebagai *input* atau *output* digital biasa. Mereka juga mendukung berbagai fungsi tambahan seperti PWM atau komunikasi SPI (Rahman Dkk, 2013).

2.6 Sensor *MQ-3*

Sensor *MQ-3* adalah sensor gas yang dirancang untuk mendeteksi konsentrasi alkohol dalam udara. Sensor ini sering digunakan dalam aplikasi seperti alat uji napas untuk mengukur tingkat alkohol, serta dalam sistem keamanan dan lingkungan untuk mendeteksi keberadaan alkohol di udara. Prinsip kerja sensor *MQ-3* didasarkan pada perubahan resistansi ketika sensor terpapar gas alkohol.

Sensor ini memiliki elemen pemanas internal yang membantu memanaskan sensor, sehingga meningkatkan sensitivitas terhadap gas alkohol.

MQ-3 bekerja dengan tegangan input 5V dan mengeluarkan sinyal analog yang bisa dibaca oleh mikrokontroler, seperti Arduino, untuk mengukur kadar alkohol. Sensor ini sensitif terhadap alkohol dan memiliki waktu respons yang cepat, sehingga cocok untuk digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pendeteksian alkohol dalam kadar tertentu, termasuk alat pendeteksi kadar alkohol dalam minuman atau dalam proses fermentasi.

Sensor *MQ-3* digunakan untuk mendeteksi kadar alkohol secara langsung, misalnya pada saat bernafas. Pada rangkaian driver menggunakan 1 buah variabel resistor. saja. *Output* dari sensor *MQ-3* berupa tegangan *analog* yang sebanding dengan alkohol yang diterima. Menggunakan fungsi ADC untuk dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler. ADC dapat merespon tegangan 0– 5 volt (Ismail dkk, 2021). Gambar dari sensor *MQ-3* dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2. Sensor *MQ-3*.

(Sumber: <https://www.flipkart.com/aktronics-mq-3/itm2d65e386ddcfc>)

Sensor *MQ-3* terdiri dari elemen pemanas (*heater*) dan bahan semikonduktor oksida logam (SnO_2) sebagai elemen deteksi. Ketika alkohol hadir di lingkungan, gas tersebut akan berinteraksi dengan permukaan elemen semikonduktor, menyebabkan perubahan konduktivitas. Elemen Pemanas: Menghangatkan elemen deteksi untuk mencapai suhu operasi yang optimal. Elemen Deteksi (SnO_2) Konduktivitasnya berubah ketika bereaksi dengan gas alkohol. Terdapat 4 *Pinout* pada sensor *MQ-3* ini yaitu satu VCC adalah Terhubung ke 5V

DC, dua *GND* adalah Terhubung ke ground, tiga *AOUT* adalah keluaran analog (tegangan yang berubah sesuai dengan konsentrasi alkohol), dan keempat *DOUT* adalah Keluaran digital (biasanya terhubung ke komparator untuk deteksi batasan) (Hidayat dan Susanto, 2018).

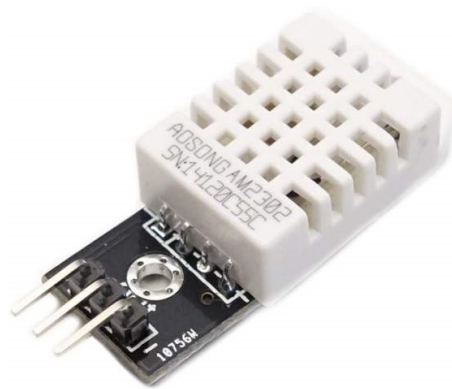
Sensor MQ-3 termasuk dalam kategori sensor gas seri MQ yang dikembangkan untuk mendeteksi berbagai jenis gas. Khusus untuk MQ-3, sensor ini fokus pada pendeteksian alkohol. Seri sensor MQ memiliki berbagai varian, masing-masing dirancang untuk mendeteksi jenis gas tertentu. Berikut adalah beberapa jenis sensor dalam seri MQ beserta gas yang dapat mereka deteksi:

1. MQ-2: Dapat mendeteksi gas LPG, asap, metana, hidrogen, alkohol, propana, dan butana. Ini adalah sensor serbaguna yang sering digunakan dalam sistem deteksi kebocoran gas atau kebakaran.
2. MQ-3: Dirancang khusus untuk mendeteksi alkohol, ideal untuk aplikasi seperti breathalyzer (alat uji kadar alkohol melalui napas) dan pemantauan fermentasi minuman.
3. MQ-4: Sensitif terhadap metana, sering digunakan dalam sistem pendeteksi kebocoran gas alam atau metana di tambang.
4. MQ-5: Mendeteksi gas LPG, hidrogen, metana, dan karbon monoksida, digunakan untuk aplikasi keselamatan di rumah atau pabrik.
5. MQ-6: Dirancang untuk mendeteksi gas LPG dan isobutana, sering digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas di peralatan rumah tangga.
6. MQ-7: Khusus mendeteksi karbon monoksida (CO), digunakan dalam sistem deteksi gas berbahaya untuk keselamatan.
7. MQ-8: Sensitif terhadap gas hidrogen, digunakan dalam sistem deteksi hidrogen yang bisa ditemukan di laboratorium atau industri.
8. MQ-9: Mendeteksi karbon monoksida (CO) dan metana (CH₄), digunakan untuk deteksi gas beracun dan mudah terbakar.
9. MQ-135: Dapat mendeteksi gas berbahaya seperti amonia (NH₃), karbon dioksida (CO₂), benzena, alkohol, asap, dan uap kimia lainnya.

Setiap sensor memiliki sensitivitas dan spesifikasi berbeda tergantung pada jenis gas yang dideteksi, sehingga pemilihan sensor yang tepat tergantung pada aplikasi spesifik yang diinginkan.

2.7 Sensor *DHT-22*

DHT-22, juga dikenal *DHT-22* **Gambar 2.3** adalah sensor digital kelembaban dan suhu relatif. Sensor *DHT-22* menggunakan kapasitor dan termistor untuk mengukur udara disekitarnya dan keluar sinyal pada pin data. *DHT-22* diklaim memiliki kualitas pembacaan yang baik, dinilai dari respon proses akuisisi data yang cepat dan ukurannya yang minimalis, serta dengan harga relatif murah.



Gambar 2.3. *DHT-22*.

(Sumber: <https://id.szks-kuongshun.com/uno/uno-sensor/dht22-digital-temperature-humidity-sensor-module.html>)

Sensor *DHT-22* sangat mudah diaplikasikan pada mikrokontroler tipe *Arduino* karena memiliki tingkat stabilitas yang dapat dipercaya dan fitur kalibrasi yang memiliki hasil sangat akurat. Salah satu jenis *arduino* adalah *Arduino Uno*. *Arduino Uno* merupakan papan minimum sistem mikrokontroler yang memiliki sifat *pen source*. Selain itu *arduino* memiliki keistimewaan tersendiri dibanding dengan *board* mikrokontroler yang lain, *Arduino* telah menggunakan bahasa pemrograman yang dibuat menggunakan perangkat lunak (Puspasari dkk, 2020).

DHT-22 menggunakan komunikasi digital satu kabel untuk mengirimkan data suhu dan kelembaban ke mikrokontroler. Data dikirimkan dalam format *40-bit*, yang terdiri dari *16-bit* data kelembaban, *16-bit* data suhu, dan *8-bit* checksum

untuk verifikasi integritas data. Terdapat 4 pin pada sensor ini yaitu pin 1 VCC, Pin 2 Data, Pin 3 NC, dan Pin 4 GND (Sukma dan Pratama, 2020).

2.8 Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan fisik atau lingkungan di sekitarnya dan mengubah perubahan tersebut menjadi sinyal yang dapat diukur atau diolah secara elektronik. Sensor berfungsi sebagai alat pengindra yang merespons terhadap suatu rangsangan, seperti cahaya, suhu, tekanan, gerakan, atau zat kimia, dan kemudian mengonversikannya menjadi data yang dapat dianalisis oleh sistem atau perangkat lain.

Secara umum, sensor terdiri dari dua bagian utama:

1. Elemen Pengindra: Bagian sensor yang merasakan atau mendeteksi perubahan dalam lingkungan fisik atau kimia.
2. Pengonversi: Mengubah sinyal yang diterima oleh elemen pengindra menjadi sinyal listrik, optik, atau sinyal lain yang dapat dianalisis.

Sensor sangat penting dalam berbagai aplikasi, seperti dalam teknologi otomatisasi, perangkat elektronik, sistem kesehatan, dan lingkungan untuk memantau dan mengendalikan kondisi di sekitar sistem tersebut.

Teori tentang *sensor* melibatkan pemahaman tentang alat atau perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan fisik atau lingkungan di sekitarnya, kemudian mengubah perubahan tersebut menjadi sinyal yang dapat diukur atau diolah. Sensor biasanya bekerja berdasarkan prinsip-prinsip fisika, kimia, atau biologi untuk mengukur parameter tertentu, seperti suhu, tekanan, cahaya, gerakan, atau komposisi kimia.

- Jenis-Jenis Sensor
 - Sensor Fisik: Mendeteksi perubahan fisik, seperti suhu (sensor suhu), tekanan (sensor tekanan), atau gerakan (sensor akselerasi).

- Sensor Kimia: Mendeteksi perubahan atau konsentrasi zat kimia, misalnya sensor gas yang mengukur konsentrasi gas tertentu di udara.
- Sensor Biologis: Mendeteksi fenomena biologis, seperti biosensor yang digunakan dalam bidang medis untuk mengukur konsentrasi glukosa dalam darah.
- Prinsip Kerja Sensor:
 - Pengukuran Langsung: Sensor mengukur parameter secara langsung dan memberikan sinyal sesuai perubahan tersebut. Contohnya adalah termistor yang mengubah perubahan suhu menjadi perubahan resistansi listrik.
 - Pengukuran Tidak Langsung: Beberapa sensor bekerja dengan prinsip penginderaan tidak langsung. Misalnya, sensor cahaya menggunakan fotodiode yang menghasilkan arus listrik proporsional terhadap intensitas cahaya yang diterima.
- Konversi Energi:
 - Sensor biasanya mengubah suatu bentuk energi (misalnya, energi panas, cahaya, atau kimia) menjadi sinyal listrik yang dapat diolah oleh sistem elektronik. Proses ini disebut transduksi.
- Parameter Sensitivitas:
 - Sensitivitas mengacu pada seberapa besar sensor dapat merespons perubahan kecil pada variabel yang diukur. Sensor yang sensitif dapat mendeteksi perubahan kecil dengan lebih akurat.

- Rentang Operasional:
 - Setiap sensor memiliki rentang operasional, yaitu batas maksimum dan minimum dari nilai yang bisa diukur dengan akurat oleh sensor tersebut. Di luar rentang ini, sensor mungkin tidak memberikan pengukuran yang dapat diandalkan.
- Resolusi:
 - Resolusi sensor menggambarkan kemampuan sensor untuk membedakan perubahan kecil dalam parameter yang diukur. Semakin tinggi resolusinya, semakin kecil perubahan yang bisa dideteksi.
- Aplikasi Sensor:
 - Industri Otomasi: Digunakan untuk memantau dan mengontrol proses produksi.
 - Kesehatan: Digunakan dalam alat medis seperti EKG atau sensor glukosa.
 - Elektronik Konsumen: Sensor digunakan dalam smartphone, perangkat wearable, dan sistem rumah pintar.

Teori sensor penting dalam berbagai bidang teknik, fisika, biomedis, dan ilmu komputer karena memfasilitasi pengukuran otomatis yang presisi.

Berikut adalah beberapa jenis sensor yang umum digunakan berdasarkan apa yang mereka ukur dan prinsip kerjanya:

1. Sensor Suhu (Temperature Sensor):
 - Termistor: Komponen elektronik yang resistansinya berubah seiring perubahan suhu.
 - Termokopel: Menghasilkan tegangan seiring dengan perubahan suhu.

- RTD (Resistance Temperature Detector): Sensor suhu yang resistansinya meningkat secara linear dengan suhu.
2. Sensor Cahaya (Light Sensor).
 - Fotodioda: Mengubah intensitas cahaya menjadi arus listrik.
 - LDR (Light Dependent Resistor): Resistansi berubah sesuai dengan jumlah cahaya yang diterima.
 - Phototransistor: Menggunakan prinsip yang mirip dengan transistor untuk mendeteksi intensitas cahaya.
 3. Sensor Tekanan (Pressure Sensor):
 - Piezoelektrik mengubah tekanan menjadi tegangan listrik melalui efek piezoelektrik.
 - Strain Gauge: Digunakan untuk mengukur tekanan dengan mendeteksi perubahan bentuk suatu material.
 - Bourdon Tube: Mekanisme mekanik yang mengukur tekanan dalam sistem gas atau cairan.
 4. Sensor Gas.
 - Sensor Gas Elektrokimia: Menggunakan reaksi kimia untuk mendeteksi gas seperti CO, O₂, atau CO₂.
 - Sensor Gas Semikonduktor: Menggunakan semikonduktor untuk mendeteksi gas berbahaya di udara.
 - MOS (Metal Oxide Semiconductor) Sensor: Umumnya digunakan untuk mendeteksi gas seperti alkohol, propana, atau metana.
 5. Sensor Kelembaban (Humidity Sensor):
 - Kapasitif: Mengukur kelembaban dengan mendeteksi perubahan kapasitansi pada material yang sensitif terhadap kelembaban.

- Resistif: Mengukur kelembaban dengan mendeteksi perubahan resistansi material saat menyerap uap air.

- Psychrometer: Menggunakan dua termometer untuk mengukur kelembaban relatif udara.

6. Sensor Jarak (Proximity Sensor):

- Sensor Ultrasonik: Mengukur jarak dengan memancarkan gelombang suara ultrasonik dan menghitung waktu pantul baliknya.

- Sensor Kapasitif: Mendeteksi objek berdasarkan perubahan medan kapasitansi di sekitar sensor.

- Sensor Induktif: Digunakan untuk mendeteksi benda logam melalui perubahan medan elektromagnetik.

7. Sensor Gerak (Motion Sensor)

- PIR (Passive Infrared Sensor): Mendeteksi radiasi inframerah dari tubuh manusia atau hewan.

- Akselerometer: Mengukur perubahan kecepatan atau orientasi.

- Gyroscope: Mengukur perubahan orientasi atau rotasi suatu objek.

Setiap jenis sensor ini memiliki aplikasi spesifik dalam berbagai bidang seperti otomasi industri, kesehatan, transportasi, dan perangkat elektronik konsumen.

2.9 LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menampilkan suatu ukuran besaran atau angka, sehingga dapat dilihat dan ketahu melalui tampilan layar kristalnya (Gambar 2.4). Dimana penggunaan LCD dalam logger suhu ini menggunakan LCD dengan 16x2 karakter (2 baris 16 karakter). LCD 16x2 memiliki 16 nomor pin, dimana masingmasing pin memiliki tanda simbol dan juga fungsi-fungsinya. LCD 16x2 ini beroperasi pada *power supply* +5V, tetapi juga dapat beroperasi pada *power supply* +3V (Budyanto, 2012).



Gambar 2.4. LCD.

(Sumber: https://www.researchgate.net/figure/The-162-liquid-crystal-display_fig4_366717356)

Terdapat 16 Pin pada LCD. VSS (Pin 1) Pin ini dihubungkan ke *ground* (GND). Berfungsi sebagai referensi tanah untuk modul LCD. VDD (Pin 2) Pin ini dihubungkan ke sumber tegangan positif, biasanya 5V. Menyediakan daya untuk modul LCD. VO (Pin 3) Pin ini digunakan untuk mengatur kontras layar. Biasanya dihubungkan ke *potensiometer* (variabel resistor) untuk mengubah kontras tampilan. RS (Pin 4): Pin ini adalah "*Register Select*". Digunakan untuk memilih antara mode instruksi dan mode data. Ketika RS = 0, LCD berada dalam mode instruksi; ketika RS = 1, LCD berada dalam mode data. RW (Pin 5) Pin ini adalah "*Read/Write*". Digunakan untuk memilih antara mode baca dan mode tulis. Ketika RW = 0, LCD berada dalam mode tulis; ketika RW = 1, LCD berada dalam mode baca. EN (Pin 6) Pin ini adalah "*Enable*". Digunakan untuk memicu eksekusi perintah yang dikirim ke LCD. Ketika pin ini diberi sinyal high, data atau instruksi dikirim ke LCD. D0 hingga D3 (Pin 7 hingga 10) Pin ini adalah pin data lower nibble untuk mode *4-bit*. Dalam mode *8-bit*, pin ini dihubungkan ke data bus dari D0 hingga D7. D4 hingga D7 (Pin 11 hingga 14) Pin ini adalah pin data upper nibble untuk mode *4-bit* dan digunakan dalam mode *8-bit*. A (Pin 15) Pin ini adalah pin *anoda* untuk *backlight* LCD. Dihubungkan ke sumber tegangan positif untuk

menyalakan *backlight* (jika tersedia). K (Pin 16) Pin ini adalah pin *katoda* untuk *backlight* LCD. Dihubungkan ke *ground* (Susanto dan Budiarto, 2018).

2.9 Arduino IDE

Arduino *IDE* adalah *software* yang digunakan untuk membuat *sketch* pemrograman atau dengan kata lain *arduino IDE* sebagai media untuk pemrograman pada *board* yang ingin diprogram. *Arduino IDE* ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-*upload* ke *board* yang ditentukan, dan meng-*coding* program tertentu. *Arduino IDE* dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan *library* C/C++(*wiring*), yang membuat operasi *input/output* lebih mudah (Kamal dkk, 2023).





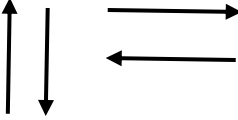

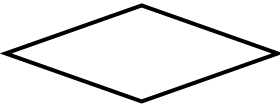


Gambar 2.5. Tampilan *Aduino IDE*.


Terdapat beberapa Fitur utama yang tersedia pada *software* ini yang pertama Editor Kode Menyediakan fitur penyorotan sintaks (*syntax highlighting*) untuk bahasa pemrograman *Arduino* (mirip dengan C/C++). Mendukung *auto-formatting* untuk menjaga kerapian kode. Fitur pencarian dan penggantian (*find and replace*). Yang kedua Kompilasi dan Unggah Mengompilasi kode menjadi format yang dapat dijalankan oleh mikrokontroler *Arduino*. Mengunggah kode yang telah dikompilasi ke papan *Arduino* melalui koneksi USB. Yang ketiga *Serial Monitor* Alat untuk berkomunikasi dengan *Arduino* melalui *port serial*. Digunakan untuk debug dan memantau *output* dari *Arduino*. Yang keempat Pustaka (*Library*) Mendukung pustaka yang dapat ditambahkan untuk memperluas fungsionalitas, seperti sensor, modul komunikasi, dan lain-lain. Pengguna dapat membuat pustaka mereka sendiri atau menggunakan pustaka yang tersedia secara *online*. Yang kelima *Board Manager* Alat untuk mengelola berbagai jenis papan *Arduino* dan mikrokontroler

lainnya yang kompatibel. Memungkinkan pengguna untuk menambah dukungan untuk papan baru dengan mengunduh dan menginstal paket tambahan. Dan yang keenam *Library Manager* Memungkinkan pengguna untuk meng-*instal*, meng-*update*, dan menghapus pustaka tambahan dari dalam *IDE* (Hartanto dan Sutrisno, 2019).

2.10 Flowchart

Tabel 2.2. Daftar Simbol Flowchart

NO.	Simbol	Keterangan
1.		Simbol masukan data atau keluaran.
2.		Simbol proses.
3.		Simbol-simbol garis alir
4.		Simbol penyambung
5.		Simbol keputusan
6.		Simbol proses yang telah ditentukan sebelumnya
7.		Simbol persiapan

8.		Simbol titik terminal
----	---	-----------------------