

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

1) Penelitian Terkait

Kebersihan lingkungan di tempat pangkalan merupakan suatu kewajiban bagi setiap pangkalan untuk menciptakan lingkungan yang bersih, indah, dan menyenangkan secara *non-visual*. Untuk mencapai hal tersebut, diperlukan adanya deteksi kebocoran gas. Menjaga kebersihan lingkungan adalah tanggung jawab pangkalan, karena selain bau yang mengganggu pernapasan, kebocoran gas dapat menyebabkan kebakaran akibat kebocoran tabung dan pemasangannya [1]. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan teknologi untuk mengatasi permasalahan lingkungan ini dan menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat. Teknologi tersebut akan mempermudah petugas pangkalan dalam melaksanakan tugasnya dengan tepat waktu, terutama ketika kebocoran gas terjadi. Dalam penelitian ini, dirancang sebuah deteksi kebocoran gas berbasis website yang menggunakan sistem kendali NodeMCU. NodeMCU merupakan papan elektronik yang menggunakan chip ESP8266 dengan fungsi mikrokontroler dan koneksi internet (Wi-Fi). Papan ini memiliki beberapa pin input/output yang dapat dikembangkan menjadi aplikasi monitoring dan kontrol pada proyek Internet of Things (IoT) [8]. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, dilakukan penelitian dengan judul “Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Deteksi Dini Kebocoran Gas LPG Berbasis Web di Pangkalan LPG 3 Kg Lili Hambali”. Penelitian ini menggunakan studi literatur terkait dengan penelitian sebelumnya sebagai acuan dalam perancangan sistem yang akan diteliti.

Table 1 Penelitian terkait

No	Nama (Tahun)	Judul
(1)	(2)	(3)
1	(D. Hutagulung, 2018)	Judul: Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas dan Api Dengan Menggunakan Sensor MQ2 dan Flame Detector. Hardware: Arduino Uno, Sensor Flame, Modul Relay, Buzzer, Kipas, LCD Display. Hasil Penelitian:

No	Nama (Tahun)	Judul
		<p>Sistem berhasil mendeteksi kebocoran gas dan langsung mengirim data ke layar LCD. Dengan adanya flame detector ini maka api dapat terdeteksi dan langsung mengirim data ke LCD. Dan apabila terjadi kebakaran, water pump langsung menyemprotkan air kepada titik api, supaya api tidak merambat ke bagian lainnya..</p> <p>Perbedaan:</p> <p>Berbeda dengan penelitian sekripsi ini microcontroller yang di menggunakan ESP8266, sensor yang diguakan MQ-6 dan DHT22, dimana saat terdeksi kebocoran selain dikirim langsung ke LCD jg akan di kirim langsung ke web sehingga dapat di pantau secara cepat</p>
2	(H. Setiadi et al., 2019)	<p>Judul: Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Dengan Menggunakan Sensor MQ-6 Untuk Mengatasi Bahaya Kebakaran.</p> <p>Hardware: Arduino Nano, Sensor MQ-6, Buzzer, LED.</p> <p>Hasil Penelitian:</p> <p>Alat dapat bekerja ketika tabung gas mengalami kebocoran, dimana alat tersebut dapat memberikan peringatan berupa alarm serta LED menyala, ketika tegangan output pada sensor melenihi 13 mili Volt. Serta tabung gas dapat dikategorikan AMAN, apabila tegangan output pada sensor dibawah 13</p>

No	Nama (Tahun)	Judul
		<p>mili Volt, sedangkan di kategorikan BERBAHAYA, apabila tegangan output pada sensor lebih atau sama dengan 13 mili Volt.</p> <p>Perbedaan:</p> <p>Pembeda pada penelitian sekripsi ini, mikrokontroler yang di gunakan adalah ESP8266 dan sensor DHT22, pada saat terjadi kebocoran gas memang ada peringatan berupa suara serta LED menyala. Ketika kategori kondisi yang dihaikan SEDANG dan BERBAHAYA</p>
3	(N. Fauziyah et al., 2020)	<p>Judul: Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-6 Berbasis Arduino.</p> <p>Hardware: Arduino Uno, Sensor MQ-6, Buzzer, LED.</p> <p>Hasil Penelitian:</p> <p>Berdasarkan analisa terhadap 30 kali pengujian, maka dapat disimpulkan bahwa alat yang dibuat mampu mendeteksi kebocoran gas LPG dengan baik, hal ini dibuktikan dengan nilai kepekaan yang terlihat dalm serial monitor ketika sensor disemprotkan dengan menggunakan gas portable, nilai ppm yang semula 11-12 ppm mulai meningkat sesuai dengan tekanan gas yang disemprotkan. Alat ini dapat mendeteksi sesuai degan kadar ppm gas yang terdapt pada box prototype dengan menghidupkan led dan buzzer ketika kadar ppm</p>

No	Nama (Tahun)	Judul
		<p>telah mencapai 500 ppm serta menghentikan buzzer led ketika kadar ppm sudah kurang dari 500 ppm.</p> <p>Perbedaan:</p> <p>Meggunakan mikokontroler ESP8266, serta Sensor DHT22, dimana suhu dan gas yang terdeteksi dan diolah sehingga menghasilkan kondisi yang nantinya akan menghidupkan LED, Buzzer serta mengirimnya ke web.</p>
4	(Ferdian Putra et al., 2017)	<p>Judul: Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Dengan Sensor MQ-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smartphone Android Sebagai Media Informasi.</p> <p>Hardware: Arduino, Sensor MQ-6, Buzzer, LED, Kipas.</p> <p>Hasil Penelitian:</p> <p>Alat Pendeteksi kebocoran gas LPG dapat bekerja dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan berfungsinya alat saat diberikan gas LPG. Buzzer berbunyi, kipas menyala dan menampilkan grafik pada android. Sensor akan mendeteksi adanya adanya kebocoran tabung gas, apabila di dekat sekitar regulator tabung gas benar-benar terdapat kandungan propana. Alat ini juga dapat mengetahui dan memudahkan pengguna mengetahui terjadinya kebocoran pada tabung gas LPG.</p> <p>Perbedaan:</p>

No	Nama (Tahun)	Judul
		<p>Alat pada penelitian ini nantinya akan mengirimkan data ke web dan menampilkan keseluruhan data, sehingga saat terjadi kebocoran gas sehingga pengguna dapat mengetahui adanya kebocoran gas dengan mudah saat tidak berada di dekat tabung gas karena mikrokontroller dapat mengirimkan data tersebut melalui internet.</p>
5	(R. Inggi et al., 2021)	<p>Judul: Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino.</p> <p>Hardware: Arduino Nano, Relay, Sensor MQ-2, Buzzer, LED.</p> <p>Hasil Penelitian:</p> <p>Alat pendeteksi kebocoran gas yang dibuat dapat memberikan informasi atau peringatan dini dari kebocoran gas LPG agar secepatnya dilakukan tindakan mitigasi secepat mungkin. Alat pendeteksi kebocoran gas yang dibuat dapat mengetahui kondisi bahaya ketika gas LPG bocor dimanapun kita berada hal ini dikarenakan cara kerja alat ini tidak memberikan peringatan melalui suara tetapi juga melalui SMS.</p> <p>Perbedaan:</p> <p>Pada alat penelitian ini saat terjadi kebocoran memberikan informasi peringatan berupa LED dan LCD yang tampil, tetapi di web tidak memberikan notifikasi kepada</p>

No	Nama (Tahun)	Judul
		<p>penggunaannya. Pembeda hardware yang digunakan adalah ESP8266, DHT22, LCD.</p>
6	(Wantoro et al., 2019)	<p>Judul: Penerapan Logika Fuzzy Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kelayakan Kualitas Telur Bebek</p> <p>Software: PHP.</p> <p>Hasil Penelitian:</p> <p>Sistem Pendukung keputusan pemilihan telur beek yang berkualitas untuk konsumsi menggunakan metode fuzzy, implementasi sistem menggunakan bahasa pemrogramna PHP, kemudian dilakukan dengan pengujian <i>Blackbox</i>. Dari 10 sample telur yang digunakan untuk mendapatkan perbandingan antara menurut pedagang telur bebek dan sistem dinyatakan bahwa hasilnya yaitu 2 dari 10 telur dinyatakan tidak layak menurut sistem jadi akurasi yang didapat 80%.</p> <p>Pembeda:</p> <p>pada penelitian kebocoran gas ini metode fuzzy yang digunakan adalah metode tsukamoto, pengolahan data terjadi di hardware ESP8266 dan selanjutnya di kirim ke web untuk di simpan dan di tampilkan.</p>

No	Nama (Tahun)	Judul
7	(Pranata et al., 2015)	<p data-bbox="735 311 1310 450">Judul: Penerapan Logika Fuzzy Pada Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler.</p> <p data-bbox="735 499 991 530">Software: Bahasa C</p> <p data-bbox="735 573 951 604">Hasil Penelitian:</p> <p data-bbox="735 651 1350 1234">Sistem fuzzy yang dirancang pada alat penyiraman tanaman dapat dikatakan sudah mampu mengatasi masalah penyiraman pada tanaman khususnya tanaman Seledri (Kondisi kelembapan tanah ideal 65%-75%). Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian sistem yang dilakukan pada tanaman Seledri. Dari semua pengujian sistem yang dilakukan selama 7 hari untuk dua buah polybag yang berisi tanaman seledri, diperoleh nilai rata-rata kelembapan tanah selama 7 hari pengujian dapat dijaga pada kondisi 73,93%.</p> <p data-bbox="735 1279 855 1310">Pembeda:</p> <p data-bbox="735 1357 1350 1603">Pada alat kebocoran gas ini ada dua variabel masukan yaitu suhu dan gas, keduanya mempunyai kondisi yang berbeda yang nantinya keluarannya akan berupa kondisi dimana dalam keluaran kondisi di peroleh nilai rata-rata pada proses defuzzyfikasi.</p>

No	Nama (Tahun)	Judul
8	(Burhanuddin A.,2023)	<p>Judul: Analisis Komparatif Inferensi Fuzzy Tsukamoto, mamdani dan Sugeno Terhadap Produktivitas Padi di Indonesia.</p> <p>Hasil Penelitian: Hasil perbandingan 3 metode menghasilkan metode fuzzy Tsukamoto dan metode fuzzy Sugeno mempunyai keakuratan terbaik.</p> <p>Pembeda: tidak membandingkan metode yang digunakan</p>

Dari tinjauan pustaka diatas sebanyak 4 tinjauan pustaka menyebutkan sensor MQ6 sering digunakan dan memiliki sensitivitas yang akurat untuk deteksi gas, untuk sensor DHT22, ESP8266 masih kurangnya penelitian dari tinjauan pustaka diatas, dan untuk metode fuzzy tsukamoto dari tinjauan pustaka di atas, menyebutkan bahwa hasil dari metode fuzzy tsukamoto mempunyai keakuratan terbaik, oleh karena itu penelitian yang akan di lakukan menggunakan sensor MQ6, DHT22,ESP8266 dan metode fuzzy tsukamoto.

2) Landasan Teori

1. Profil Pangkalan Gas

Pangkalan Lili Hambali merupakan salah satu pangkalan yang terletak di Kelurahan Kebonmanis, Kecamatan Cilacap Utara, Kabupaten Cilacap. Pangkalan Lili Hambali dinaungi oleh PT. Mekar Kartika, salah satu dari 19 agen penyalur langsung dari PT. Pertamina Persero. Pangkalan Lili Hambali setiap harinya mendapat pasokan tabung LPG 3 kg sebanyak 100-150 tabung, di mana kebutuhan dalam sehari untuk melayani lingkungan setempat sekitar 80-120 tabung, dan sisanya ditempatkan di gudang pangkalan. Gudang tersebut berukuran 5x6 meter dan tinggi 3,25 meter dengan dua ventilasi udara dan satu buah pintu keluar, susunan tabung gas 3 kg berbentuk persegi berukuran 5x6x4 tabung.



Gambar 2. 1 Lokasi Pangkalan Lili Hambali

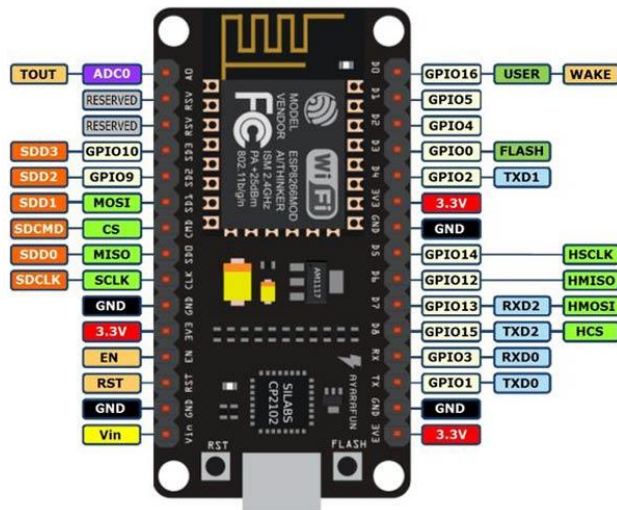
Identitas Pangkalan Lili Hambali yaitu:

Nama Pangkalan : Pangkalan LPG 3 Kg Lili Hambali
Nomer Registrasi : 453235804092032
Harga Eceran Tertinggi : Rp. 15.500,- Sesuai SK Bup. Cilacap No. 38 Tahun 2015
Alamat : Jln. Laban No.53 Rt. 03 Rw. 07 Kebonmanis, Cilacap Utara
Kode Pos : 53231
Kabupaten : Cilacap
Provinsi : Jawa Tengah
Penanggung jawab : PT. Mekar Kartika

2. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah modul yang terdiri dari mikrokontroler esp8266 dan NodeMCU. Pada board ini, ESP8266 dan NodeMCU diletakan pada satu tempat sehingga kita tidak perlu merangkainya lagi ataupun beli secara terpisah. NodeMCU ESP8266 juga disebut sebagai *System On Chip (SOC)* yang dibuat oleh *Espressif System* [9].

NodeMCU ESP8266 memakai standar tegangan JEDEC (tegangan 3.3V) untuk bisa digunakan. Lain halnya dengan mikrokontroler AVR dan sebagian besar board Arduino yang memiliki TTL 5 Vlot. Meski demikian, NodeMCU ESP8266 masih bisa terhubung dengan 5V namun melalui *port micro USB* atau pin Vin yang disediakan pada *board*-nya. Namun karena semua pin pada ESP8266 tidak toleran terhadap masukan 5V, maka jangan sekali-kali langsung menggabungkan dengan tegangan TTL jika tidak ingin merusak *board* [10]. Berikut penempatan pin pada NodeMCU ESP8266 :



Gambar 2. 2 NodeMCU ESP8266[11]

Pada gambar 2.2 dapat diketahui bahwa NodeMCU ESP8266 memiliki 16 pin digital I/O (DIO), 1 pin analog input (ADC), memiliki tegangan operasi 3.3 volt, serta terdapat *flash memory* sebesar 4mb. Berikut keterangan masing-masing pin pada NodeMCU ESP8266 :

1. **Micro-USB** : Berfungsi sebagai power yang dapat terhubung dengan USB port. Selain itu, biasanya juga digunakan untuk pengiriman sketch atau memantau data serial dengan serial monitor pada aplikasi Arduino IDE.
2. **3.3V** : Digunakan sebagai tegangan untuk device lainnya. Terdapat 3 tempat untuk 3.3V pada NodeMCU ESP8266.
3. **GND** : Ground sebagai nilai 0 atau nilai negatif untuk mengalirkan arus.
4. **Vin** : Sebagai External Power yang akan mempengaruhi Output dari seluruh pin. Cara menggunakannya yaitu dengan menghubungkannya dengan tegangan 7 hingga 12volt.
5. **EN, RST** : Yaitu pin yang digunakan untuk mereset program pada mikrokontroler.
6. **A0** : Analog pin, digunakan untuk membaca input secara analog.
7. **GPIO 1- GPIO 16** : merupakan pin yang dapat digunakan sebagai input dan output. Pin ini dapat melakukan pembacaan dan pengiriman data secara analog.
8. **SD1, CMD, SD0, CLK** : Adalah pin untuk komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface) dimana kita akan menggunakan clock untuk

sinkronisasi deteksi bit pada receiver.

9. **TXD0, RXD0, TXD2, RXD2** : Sebagai interface UART, Pasangannya adalah TXD0 dengan RXD0 dan TXD2 dengan RXD2. TXD1 digunakan untuk upload firmware atau program.

10. **SDA, SCL (I2C Pins)** : Digunakan untuk device yang membutuhkan I2C

3. LPG (*Liquified Petroleum Gas*)

LPG (*Liquified Petroleum Gas*) merupakan gas yang terdiri dari campuran berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Komposisi LPG tersebut terdiri dari senyawa propana (C_3H_8) propylene atau propena (C_3H_6), butana (C_4H_{10}), butylene atau butena (C_4H_8), dan sejumlah kecil ethana (C_2H_4), ethylene (C_2H_4), dan penthan (C_5H_{12}). LPG dihasilkan dari produksi kilang Migas atau pemisahan gas alam, yang komponen utamanya adalah gas propana (C_3H_8) dan butan (C_4H_{10}) yang dicairkan [12].

Konsentrasi propana pada LPG komersial umumnya berkisar dari 30% sampai 99%. Komposisi campuran ini tergantung pada keadaan lingkungan, termasuk kondisi temperaturnya. Faktor lain dalam penentuan komposisi adalah kebijakan energi suatu negara. Perbedaan komposisi ini juga menyangkut masalah ketersediaan dan proses produksi, mengingat LPG merupakan bahan bakar komersial yang bersifat domestik (*domestic fuel*) [36], [37].



Gambar 2. 3 Tabung Gas 3Kg[[13]

4. Sensor MQ-6

Sensor MQ-6 adalah sebuah sensor gas yang sangat sensitif terhadap gas LPG. Sensor ini mempunyai nilai resistensi RS yang akan berubah bila terkena gas dan juga mempunyai sebuah pemanas (*heater*) yang digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar. Sensor MQ-6 digunakan untuk mendeteksi gas LPG, Iso-butane, Propane dengan sensitivitas

yang tinggi. Sensor MQ-6 mempunyai sensitivitas yang kecil terhadap zat alkohol dan asap rokok serta menjadi sensor yang mempunyai respons cepat terhadap LPG, stabil dan tahan lama, serta dapat digunakan dalam rangkaian yang sederhana [14]

Output analog dihubungkan ke pin A0 pada NodeMCU, kemudian NodeMCU akan mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital agar dapat diproses.

a. Spesifikasi:

1) Kondisi Standar Bekerja

- Tegangan Sirkuit(Vc) : 5V ± 0.1 AC atau DC
- Tegangan Pemanasan(Vh) : 5V ± 0.1 AC atau DC
- Resistansi Load(PL) : 20kΩ
- Konsumsi Pemanasan(Ph) : kurang dari 750mw

2) Kondisi Lingkungan

- Suhu Penggunaan : -10°C hingga 50°C
- Suhu Penyimpanan : -20°C hingga 70°C
- Kelembapan Terkait : Kurang dari 95% Rh
- Konsentrasi Oksigen : 21%(Kondisi Standar)

3) Karakteristik Sensitivitas

- Resistansi Pengindraan(Rs) : 10KΩ- 60KΩ (1000ppm LPG)
- Kondisi Standar Deteksi : Temp: 20°C±2°C Vc:5V±0.1
Humidity:65%±5% Vh: 5V±0.1
- Jangkauan Deteksi : 200-10.000ppm LPG, iso-butane, propane, LNG

b. Konfigurasi MQ-6

Konversi Analog to Digital Converter (ADC) ke Part Per Milion (PPM) digunakan untuk merubah sinyal analog ke bentuk digital. NodeMCU memiliki ADC 10-bit dengan satu saluran ADC yaitu pada pin A0, rentang output yang dihasilkan adalah $2^{10}=1024$ dan untuk menentukan hasil konversi ADC ke satuan ppm diperlukan rumus seperti Persamaan i,ii dan iii [15].

$$\text{Konversi ADC} = \frac{\text{Tegangan Input}}{\text{Tegangan Referensi}} \times 1024 \quad (\text{i})$$

$$X = \frac{\text{Range}}{\text{Total Bit}} \quad (\text{ii})$$

$$\text{ppm} = X * \text{Konversi ADC} \quad (\text{iii})$$



Gambar 2. 4 Sensor MQ-6[16]

5. Sensor DHT-22

AM2302 atau biasa juga dikenal sebagai DHT-22 merupakan sensor pendeteksi suhu dan kelembaban, sensor DHT-22 mempunyai output berupa 6 sinyal-sinyal digital dengan sistem konversi dan perhitungan yang dilakukan oleh MCU 8-bit. Sensor DHT-22 ini mempunyai kalibrasi yang akurat. Rentang pengukuran suhu dan kelembaban yang dimiliki sensor DHT-22 ini sangat luas, DHT-22 mampu mentransmisikan signal keluaran melalui kabel sampai 20 meter sehingga dapat untuk ditempatkan dimana saja, tetapi jika kabel yang panjangnya di atas 2 meter harus ditambah buffer capacitor $0,33\mu\text{F}$ antara pin-1 (VCC) dengan pin-4 (GND) [17]. Spesifikasi teknis sensor DHT22 / AM2302 :

- a. Rentang catu daya: 3,3 - 6 Volt DC (tipikal 5 VDC)
- b. Konsumsi arus pada saat pengukuran antara 1 hingga 1,5 mA
- c. Konsumsi arus pada moda siaga antara $40\text{-}50\ \mu\text{A}$
- d. Sinyal keluaran: digital lewat bus tunggal dengan kecepatan 5 ms/operasi (MSB-first)
- e. Elemen pendeteksi: kapasitor polimer (polymer capacitor)
- f. Jenis sensor: kapasitif (capacitive sensing)
- g. Rentang deteksi kelembapan/humidity sensing range: $0\text{-}100\%$ RH (akurasi $\pm 2\%$ RH)
- h. Rentang deteksi suhu / temperature sensing range: $-40^\circ \sim +80^\circ$ Celcius
- i. Resolusi sensitivitas / sensitivity resolution: $0,1\%$ RH; $0,1^\circ\text{C}$
- j. Pengulangan / repeatability: $\pm 1\%$ RH; $\pm 0,2^\circ\text{C}$
- k. Histeresis kelembapan: $\pm 0,3\%$ RH
- l. Stabilitas jangka panjang: $\pm 0,5\%$ RH/tahun
- m. Periode pemindaian rata-rata: 2 detik
- n. Ukuran: $25,1 \times 15,1 \times 7,7$ mm



Gambar 2. 5 Sensor DHT-22[18]

6. Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya cara kerja buzzer hampir sama dengan loud *speaker*, buzzer terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah berakhir atau terjadi kesalahan pada sebuah sistem [19].



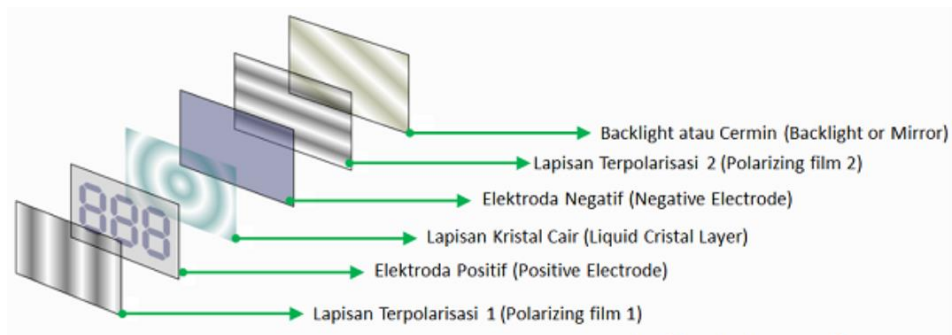
Gambar 2. 6 Buzzer[20]

7. LCD 20x4 I2C (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) Merupakan media penampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD (*Liquid Crystal Display*) pada dasarnya terdiri dari dua bagian yaitu bagian *Blacklight* (Lampu Latar Belakang) dan bagian *Liquid Crystal* (Kristal Cair), LCD tidak memancarkan pencahayaan apapun, LCD hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu, LCD

memerlukan *Backlight* atau cahaya latar belakang sebagai sumber cahaya. Cahaya *Backlight* tersebut pada umumnya adalah berwarna putih. Sedangkan Kristal Cair (*Liquid Crystal*) adalah cairan organik yang berada diantara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif [14]. Berikut merupakan bagian-bagian LCD atau *Liquid Crystal Display* diantaranya adalah:

- a. Lapisan Terpolarisasi 1 (*Polarizing Film 1*)
- b. Elektroda Positif (*Positive Electrode*)
- c. Lapisan Kristal Cair (*Liquid Crystal Layer*)
- d. Elektroda Negatif (*Negative Electrode*)
- e. Lapisan Terpolarisasi 2 (*Polarizing Film 2*)
- f. *Backlight* atau Cermin (*Backlight or Mirror*)



Gambar 2. 7 Struktur LCD (Liquid Crystal Display)[21]

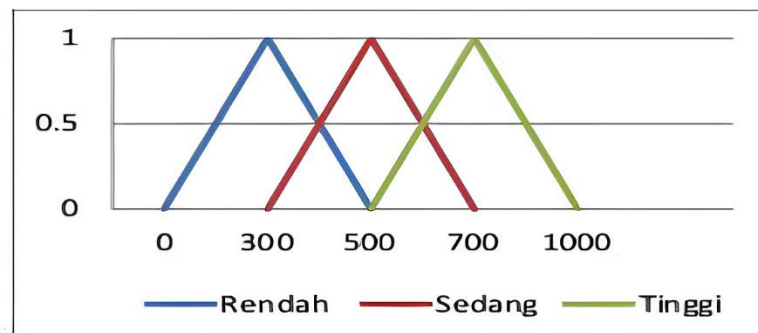
LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi untuk menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sesuai dengan keinginan yang berdasarkan pada program yang digunakan, sehingga tampilan tersebut dapat dilihat secara visual [14]. Pada perancangan alat ini menggunakan tipe LCD dengan 4 x 20 karakter atau 4 baris dan 20 karakter yang ditunjukkan pada gambar berikut:



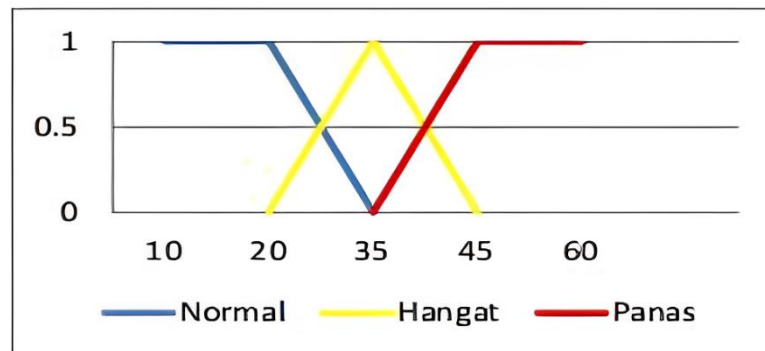
Gambar 2. 8 LCD (liquid Crstal Display)[22]

8. Fuzzy Tsukamoto

Pada Fuzzy Tsukamoto implikasi setiap aturan berbentuk implikasi "sebab-akibat" atau implikasi "input-output", yang mana antara antiseden dan konsekuen harus ada hubungannya. Setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan-himpunan fuzzy, dengan fungsi keanggotaan yang monoton [23]. Kemudian untuk menentukan hasil tegas (crisp solution) digunakan rumus defuzzifikasi yang disebut metode rata-rata terpusat atau metode defuzzifikasi rata-rata terpusat (center average defuzzifier) [24]. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Kristiyanto dan Zulfikar (2021) ditentukan penggolongan kadar gas menjadi tiga kriteria dan data suhu juga mempunyai tiga kriteria atau yang biasa disebut dengan fungsi keanggotaan. Berikut gambar fungsi keanggotaan data yang ditentukan :



Gambar 2. 9 Fungsi keanggotaan gas



Gambar 2. 10 Fungsi keanggotaan suhu

Terdapat empat tahap dalam menganalisis produksi barang menggunakan metode Tsukamoto [25], yaitu :

a. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses mengubah nilai masukan tegas menjadi nilai masukan fuzzy. Nilai masukan tegas pada tahap ini dimasukkan ke dalam fungsi pengaburan yang telah dibentuk sehingga menghasilkan nilai masukan fuzzy.

b. Pembentukan Aturan Fuzzy

Aturan fuzzy dibentuk untuk memperoleh hasil keluaran tegas. Aturan fuzzy yang digunakan adalah aturan "jika-maka" dengan operator antar variabel masukan adalah operator "dan". Pernyataan yang mengikuti "jika" disebut sebagai antiseden dan pernyataan yang mengikuti "maka" disebut sebagai konsekuen.

Jika $(a_1 \text{ adalah } A_1) \cap \dots \cap (a_n \text{ adalah } A_n)$ *maka* $(b \text{ adalah } k)$ (iv)

Dengan

a_1, \dots, a_n : Variabel masukan

b : Variabel keluaran

$(a_1 \text{ adalah } A_1) \cap \dots \cap (a_n \text{ adalah } A_n)$: Antiseden

$(b \text{ adalah } k)$: Konsekuen

c. Analisis Logika Fuzzy

Setiap aturan yang dibentuk merupakan suatu pernyataan implikasi. Analisis logika fuzzy yang digunakan pada tahap ini adalah fungsi implikasi min, karena operator yang digunakan pada aturan "jika-maka" adalah operator "dan". Fungsi implikasi min yaitu mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan fuzzy yang bersangkutan. Hasil fungsi implikasi dari masing-masing aturan disebut a-predikat atau bisa ditulis a.

$$a_i = \mu_{A \cap B} = \min(\mu_{A_i}(x), \mu_{B_i}(x)), \forall i = 1, 2, 3, \quad (\text{v})$$

Dengan

$a_i =$: Nilai minimal dari derajat keanggotaan pada aturan ke-i

$\mu_{A_i}(x)$: Derajat keanggotaan himpunan fuzzy A pada aturan ke-i

$\mu_{B_i}(x)$: Derajat keanggotaan himpunan fuzzy B pada aturan ke-i

d. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses mengubah nilai keluaran fuzzy menjadi nilai keluaran tegas. Rumus yang digunakan pada tahap ini adalah rata-rata terbobot.

$$Z = \frac{\sum z_i \cdot a_i}{\sum a_i}, i = 1, 2, 3, \quad (\text{vi})$$

Dengan

Z : nilai rata-rata terbobot

z_i : nilai konsekuen pada aturan ke-i

a_i : nilai a-predikat pada aturan ke-i

Untuk metode defuzzifikasi digunakan metode centroid dengan mencari nilai titik pusat, Dari hasil uji coba program dan manual didapatkan hasil reorder point dan quantity order yang tidak jauh berbeda, Perbedaan ini disebabkan karena pembulatan angka [26].

9. Web Hosting

Web hosting adalah sebuah ruangan yang dapat disewa untuk meletakkan website dan database kita agar dapat diakses oleh publik. Untuk memiliki web

hosting, pada penelitian ini dibutuhkan layanan jasa penyewaan untuk meletakkan aplikasi web yang sudah bangun. Selain butuh web hosting kita membutuhkan domain untuk memberikan alamat pada website kita. Domain pada website itu bisa diibaratkan alamat bagi sebuah rumah, sedangkan hosting diibaratkan sebagai tempat tinggal bagi pemilik rumah. Web hosting yang beredar di pasaran (internet) ada yang tersedia secara gratis dan ada juga yang berbayar [27].

Supaya situs Web yang telah dibangun dapat diakses oleh publik, website membutuhkan hosting pada sebuah server. Hosting bisa didapatkan dengan cara murah tanpa harus mengeluarkan uang atau didapatkan dengan cara yang sedikit mahal dengan mengeluarkan uang. Penggunaan hosting dari segi biaya tergantung pada fitur dan kinerjanya. Fitur yang dibutuhkan berupa aplikasi yang ingin dipublikasikan, database, mail server, perangkat lunak keamanan yang berguna sebagai firewall dan detektor virus, sedangkan kinerja yang dibutuhkan pada hosting bergantung pada jenis hosting yang akan digunakan. Jika ingin menggunakan jenis hosting secara gratis, biasanya kuota yang diberikan terbatas. Kuota itu bisa berupa batasan waktu penyewaan dan ukuran data yang dapat ditampung, pada penelitian ini alamat web yang di gunakan adalah <https://webpangkalangas.projectk.my.id/index.php>.



Gambar 2. 11 Web Hosting[28]