

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

2.1.1. Penelitian oleh Faisal Ibramsah Pademui, Khozainuz Zuhri, Destoprani Brajannoto (2022) “Sistem Kendali Dan *Monitoring* Tingkat Kekeruhan Air Pada Air PDAM Menggunakan Arduino Uno”

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah sistem kendali dan *monitoring* tingkat kekeruhan air pada air PDAM menggunakan Arduino Uno dengan komunikasi *Wi-Fi*. Sistem ini menggunakan sensor kekeruhan untuk mengukur tingkat kekeruhan air, modul *Wi-Fi* ESP8266 untuk mengirimkan data melalui jaringan nirkabel, LCD untuk menampilkan informasi tingkat kekeruhan, dan baterai sebagai sumber daya. Mikrokontroler Arduino Uno diprogram untuk membaca data dari sensor kekeruhan dan mengirimkan informasi tingkat kekeruhan air melalui komunikasi *Wi-Fi*.

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem mikrokontroler berbasis Arduino Uno yang dapat mengukur dan memonitoring tingkat kekeruhan air pada air PDAM dengan komunikasi *Wi-Fi*. Alat ini dapat digunakan oleh pihak PDAM dalam *me-monitoring* tingkat kekeruhan air guna memastikan kualitas air yang didistribusikan. Hasil pengujian alat dan aplikasi pada sistem ini menunjukkan kinerja yang baik, sehingga pihak PDAM dapat memantau tingkat kekeruhan air melalui perangkat yang terhubung dengan *Wi-Fi*.

2.1.2. Penelitian oleh Indra Wiguna, Andi Adriansyah (2019) “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kekeruhan Air Tambak Udang Menggunakan Sensor Cahaya dan Mikrokontroler ATmega 328P”

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah sistem *monitoring* kekeruhan air tambak udang menggunakan sensor cahaya dan mikrokontroler ATmega328P. Sensor cahaya digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang diterima dari air tambak,

yang berkorelasi dengan tingkat kekeruhan air. Mikrokontroler ATmega328P diprogram untuk membaca data dari sensor cahaya, mengolah data tersebut menjadi nilai tingkat kekeruhan, dan menampilkan informasi tingkat kekeruhan pada tampilan LCD.

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem *monitoring* kekeruhan air tambak udang menggunakan sensor cahaya dan mikrokontroler ATmega328P. Sistem ini dapat mengukur dan memonitoring tingkat kekeruhan air tambak udang secara akurat berdasarkan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor cahaya. Informasi tingkat kekeruhan ditampilkan pada tampilan LCD, sehingga memudahkan pemantauan kualitas air tambak udang secara *real-time*.

2.1.3. Penelitian oleh Rika Sri Utami, Roslidar, Alfatirta Mufti, Muhammad Rizki (2023) “Sistem Kendali dan Pemantau Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Salinitas, Suhu, dan pH Air”

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah sistem *monitoring* dan kendali kualitas air untuk tambak udang menggunakan mikrokontroler sebagai unit pengendali utama. Sensor salinitas, suhu, dan pH digunakan untuk mengukur parameter kualitas air yang relevan secara berturut-turut. Data dari ketiga sensor tersebut dikirimkan ke mikrokontroler untuk diolah dan ditampilkan pada antarmuka pengguna.

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem kendali dan pemantauan kualitas air tambak udang berbasis salinitas, suhu, dan pH air. Sistem ini dapat membantu dalam memantau dan menjaga kualitas air pada tambak udang agar sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan oleh udang dan biota lainnya. Sistem juga dilengkapi dengan aktuator atau perangkat kendali untuk mengatur kondisi air, seperti pompa air atau aerator. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi dengan baik dan dapat mengukur kadar salinitas, suhu, dan pH air secara akurat serta menampilkan data hasil pengukuran secara *real-time* pada antarmuka pengguna.

2.1.4. Penelitian oleh Rina Amalia, Bayu Nugroho (2022) “Sistem *Monitoring* Kualitas Air Akuarium Ikan Hias Menggunakan Arduino Uno dengan Sensor Oksigen Terlarut dan Suhu”

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah sistem *monitoring* kualitas air akuarium ikan hias menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama. Sensor oksigen terlarut dan sensor suhu digunakan untuk mengukur kadar oksigen terlarut dan suhu air secara berturut-turut. Data dari kedua sensor tersebut dikirimkan ke Arduino Uno untuk diolah dan ditampilkan pada layar LCD.

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem *monitoring* kualitas air akuarium ikan hias berbasis Arduino Uno dengan menggunakan sensor oksigen terlarut dan sensor suhu. Sistem ini dapat membantu dalam memantau dan menjaga kualitas air pada akuarium ikan hias agar sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan oleh ikan hias. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi dengan baik dan dapat mengukur kadar oksigen terlarut dan suhu air secara akurat serta menampilkan data hasil pengukuran secara *real-time* pada layar LCD.

2.1.5 Penelitian oleh Andi Kurniawan, Indra Setiawan (2020) “Sistem *Monitoring* Kualitas Air Akuarium Tawar Menggunakan Arduino Uno dengan Sensor Turbidity dan Nitrat”

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah sistem *monitoring* kualitas air akuarium tawar menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama. Sensor turbidity dan sensor nitrat digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan dan kadar nitrat air secara berturut-turut. Data dari kedua sensor tersebut dikirimkan ke Arduino Uno untuk diolah dan ditampilkan pada layar LCD.

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem *monitoring* kualitas air akuarium tawar berbasis Arduino Uno dengan menggunakan sensor turbidity dan sensor nitrat. Sistem ini dapat membantu dalam memantau dan menjaga kualitas air pada akuarium tawar agar sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan oleh ikan air tawar.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi dengan baik dan dapat mengukur tingkat kekeruhan dan kadar nitrat air secara akurat serta menampilkan data hasil pengukuran secara real-time pada layar LCD.

Berdasarkan analisis terhadap penelitian terdahulu dan penelitian saat ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan dan persamaan yang signifikan. Perbedaan utama terletak pada pemilihan mikrokontroler dan sensor. Penelitian terdahulu menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama, sedangkan penelitian saat ini menggunakan NodeMCU ESP32, yang memiliki keunggulan dalam konektivitas nirkabel. Selain itu, penelitian terdahulu memanfaatkan sensor oksigen dan sensor nitrat untuk mengukur parameter kualitas air, sementara penelitian saat ini menggunakan sensor turbidity untuk mengukur kekeruhan dan sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman air. Meskipun terdapat perbedaan dalam mikrokontroler dan sensor yang digunakan, penelitian ini memiliki tujuan yang sama, yaitu merancang dan membangun sistem *monitoring* kualitas air secara *real-time*, yang dapat memberikan informasi akurat dan tepat waktu mengenai kondisi air dalam akuarium.

2.2 Rancang Bangun

Perancangan merupakan salah satu hal yang penting dalam membuat program. Adapun tujuan dari perancangan ialah untuk memberi gambaran yang jelas lengkap kepada pemrogram dan ahli teknik yang terlibat. Perancangan harus berguna dan mudah dipahami sehingga mudah digunakan. Pengertian pembangunan atau bangun sistem adalah kegiatan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada secara keseluruhan. Jadi dapat disimpulkan bahwa Rancang Bangun adalah penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Dengan demikian pengertian rancang bangun merupakan kegiatan menerjemahkan hasil analisa ke dalam bentuk paket perangkat lunak kemudian menciptakan sistem tersebut atau memperbaiki sistem yang sudah ada (Mluyati, 2019).

2.3 *Monitoring*

Monitoring merupakan sebuah kegiatan untuk menjamin akan tercapainya semua tujuan organisasi dan manajemen. *Monitoring* juga didefinisikan sebagai langkah untuk mengkaji apakah kegiatan yang dilaksanakan telah sesuai dengan rencana, mengidentifikasi masalah yang timbul agar langsung dapat diatasi, melakukan penilaian apakah pola kerja dan manajemen yang digunakan sudah tepat untuk mencapai tujuan, mengetahui kaitan antara kegiatan dengan tujuan untuk memperoleh ukuran kemajuan. Berdasarkan definisi di atas disimpulkan bahwa *monitoring* adalah kegiatan yang mengkaji dan mengevaluasi atas informasi tentang kinerja pelaksanaan suatu proyek atau kegiatan dengan melihat apakah telah terjadi peningkatan dengan adanya tindakan serta memastikan kepatuhan terhadap peraturan (Wantoro, 2021).

2.4 **Akuarium**

Akuarium merupakan fasilitas buatan yang dirancang khusus untuk menyediakan lingkungan hidup terkontrol bagi berbagai jenis organisme akuatik. Lingkungan terkontrol ini memungkinkan pengelola akuarium untuk menciptakan kondisi yang menyerupai habitat alami dari spesies-spesies yang ditampung. Dengan demikian, akuarium dapat menjadi rumah bagi beragam organisme air, baik dari lingkungan air tawar maupun air laut. Namun, perlu dicatat bahwa akuarium lebih berfokus pada menampung ikan dan invertebrata laut, seperti kerang, udang, dan krustasea lainnya. Hal ini disebabkan karena keunikan dan keragaman biota laut yang menarik minat banyak pengunjung akuarium.

Lebih dari sekedar tempat untuk memelihara dan memamerkan kehidupan akuatik, akuarium juga memiliki peranan penting dalam upaya konservasi, pendidikan, penelitian, dan rekreasi. Melalui akuarium, spesies-spesies langka atau terancam punah dapat dikonservasi secara *ex-situ* untuk mencegah kepunahan. Selain itu, akuarium berperan dalam memberikan edukasi kepada masyarakat mengenai keanekaragaman hayati dan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan. Tidak hanya itu, akuarium juga menjadi tempat yang ideal untuk melakukan berbagai penelitian terkait biologi,

ekologi, dan perilaku organisme akuatik. Di samping fungsi-fungsi tersebut, akuarium juga menawarkan nilai rekreasi bagi pengunjung yang dapat menikmati keindahan dan keunikan dunia bawah laut melalui pemandangan hidup di akuarium (Bunnell et al., 2019).

2.5 *Internet of Things (IOT)*

Internet of Things merupakan sebuah gagasan yang bertujuan untuk memperluas fungsi dari konektivitas internet yang terhubung secara terus-menerus. Adapun kegunaan yang dimiliki seperti berbagi data, *remote control*, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata.

Penerapan *Internet of Things* pada dunia nyata dapat digunakan untuk memonitoring atau mengontrol berbagai aspek bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang sudah tertanam dan juga selalu aktif (Tukadi et al., 2019).

Internet of Things diartikan sebagai sebuah kemampuan untuk berinteraksi dengan objek lain, lingkungan maupun dengan peralatan komputasi cerdas lainnya melalui jaringan internet (Kusumah dan Pradana, 2019).

2.6 *Kekeruhan Air*

Kekeruhan merupakan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut, maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain. Kekeruhan air diukur dalam *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU), yang menggambarkan intensitas cahaya yang dihamburkan oleh partikel tersuspensi dalam air. Kekeruhan ≥ 50 NTU dianggap sangat tinggi dan dapat memiliki

dampak yang signifikan pada makhluk hidup dalam akuarium atau kolam (Mahreni dan Endang, 2020).

Standar nilai NTU yang menunjukkan tingkat kekeruhan air:

1. 0-1 NTU : Air sangat jernih.
2. 1-5 NTU : Air masih jernih.
3. 5-50 NTU : Air mulai terlihat keruh.
4. 50+ NTU : Air sangat keruh.

Kekeruhan air ≥ 50 NTU memiliki dampak-dampak yang sangat negatif pada ekosistem akuarium dan kolam, seperti mengurangi pertumbuhan dan meningkatkan mortalitas ikan, mengganggu invertebrata akuatik dan sistem *filter-feeding* mereka, menghambat pertumbuhan tanaman air melalui pengurangan cahaya, mengurangi efisiensi sistem filtrasi biologis, dan meningkatkan kerentanan terhadap penyakit dan parasit.

Untuk menjaga kesehatan makhluk hidup dalam akuarium atau kolam, disarankan untuk menjaga kekeruhan di bawah 10 NTU. Nilai ≥ 50 NTU memerlukan tindakan segera seperti penggantian air, peningkatan filtrasi, atau pengurangan beban pakan untuk mengurangi produksi limbah.

2.7 Potential of Hydrogen (pH)

Potential of Hydrogen (pH) atau derajat keasaman adalah nilai yang menunjukkan konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam suatu larutan. Skala pH berkisar dari 0 hingga 14 dan merupakan alat penting dalam kimia untuk mengukur konsentrasi ion hidrogen dalam larutan. Nilai pH 7 menunjukkan kondisi netral, yang biasanya dimiliki oleh air murni. Jika nilai pH kurang dari 7, larutan tersebut bersifat asam, yang berarti memiliki konsentrasi ion hidrogen lebih tinggi daripada ion hidroksida. Sebaliknya, jika nilai pH lebih dari 7, larutan tersebut bersifat basa atau alkalin, menunjukkan bahwa konsentrasi ion hidroksida lebih tinggi daripada ion hydrogen (Yusnita dan Sari, 2020).

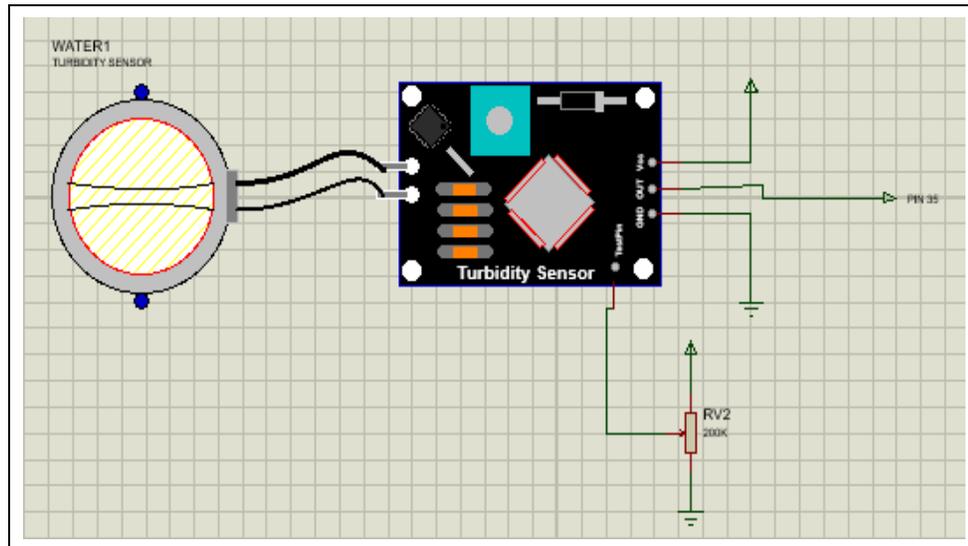
2.8 Sensor Turbidity

Sensor turbidity yang dapat mendeteksi kekeruhan air dengan membaca sifat *optic* air akibat sinar dan sebagai perbandingan cahaya untuk dipantulkan dengan cahaya yang akan datang. Kekeruhan merupakan kondisi air yang tidak jernih dan diakibatkan oleh partikel individu (*suspended solids*) yang umumnya tidak terlihat oleh mata telanjang, mirip dengan asap di udara. Semakin banyak partikel dalam air menunjukkan tingkat kekeruhan air juga tinggi. Pada sensor turbidity, bahwa semakin tinggi tingkat kekeruhan air akan diikuti oleh perubahan dari tegangan *output* sensor. (Hamrul dan Mansyur, 2021). Berikut merupakan gambar dan *schematic* sensor *turbidity* dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan 2.2.



Gambar 2. 1 Sensor Turbidity

(Sumber : https://m.media-amazon.com/images/I/61oTuevnfL._SL1001_.jpg)



Gambar 2. 2 Schematic Sensor Turbidity

Tabel 2. 1 Standar Parameter Kualitas Air pada Akuarium

Parameter	<i>Standard Nilai (Air Laut)</i>	<i>Standard Nilai (Air Tawar)</i>
Suhu	24-28°C	22-28°C
pH	7,8-8,4	6,5-8,5
Salinitas	28-35 ppt	<5 ppt
Oksigen Terlarut	>5 mg/L	>5 mg/L
Amoniak (NH ₃ /NH ₄ ⁺)	<0,05 mg/L	<0,05 mg/L
Nitrit (NO ₂ ⁻)	<0,2 mg/L	<0,2 mg/L
Nitrat (NO ₃ ⁻)	<20 mg/L	<20 mg/L
Kalsium (Ca ²⁺)	380-450 mg/L	20-150 mg/L
Magnesium (Mg ²⁺)	1200-1350 mg/L	5-20 mg/L
Alkalinitas	8-12 dKH	3-8 dKH

(Sumber : Penning et al., 2020)

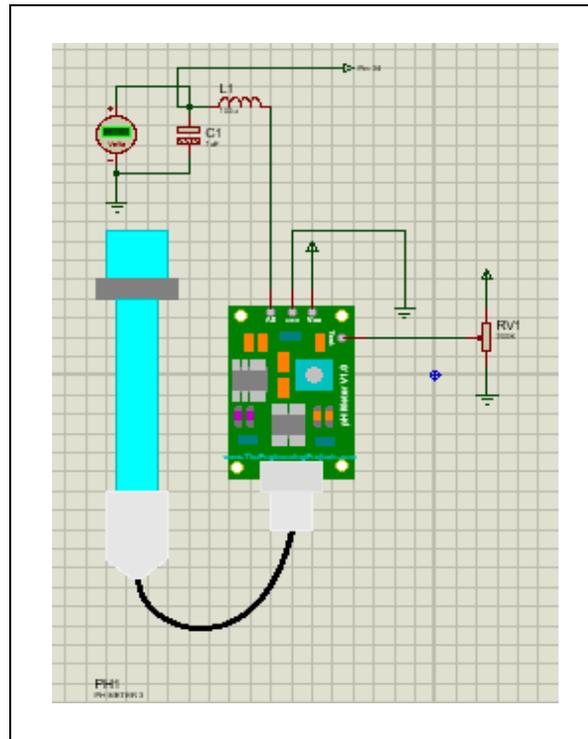
2.9 Sensor pH

Sensor pH adalah alat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH (keasaman) dari air. PH meter adalah sebuah alat elektronik yang berfungsi untuk mengukur pH (derajat keasaman atau kebasaan) suatu cairan (ada elektroda khusus yang berfungsi untuk mengukur pH bahan-bahan semi padat). Sebuah pH meter terdiri dari sebuah elektroda (probe pengukur) yang terhubung ke sebuah alat elektronik yang mengukur dan menampilkan nilai pH. Sensor mengukur kadar air menggunakan elektroda yang bersentuhan dengan fluida. Dalam pengukuran kadar air terdiri atas 2 bagian yaitu sensor Ph dan rangkaian pengkodisian sinyal sensor pH. Pengkodisian sinyal menggunakan analog Ph meter kit dari DFRobot (Rahmanto et al., 2020). Berikut merupakan gambar dan *schematic* sensor pH dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan 2.4.



Gambar 2. 3 Sensor Ph

(Sumber : <https://sensotronic.co.in/images/ph-sensor.jpg>)



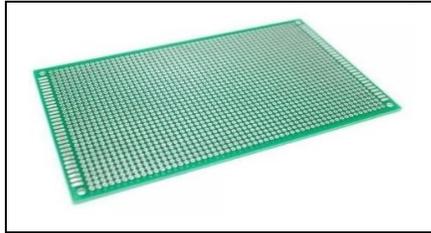
Gambar 2. 4 Schematic Sensor pH

2.10 Printed Circuit Board (PCB)

Printed Circuit Board (PCB) adalah papan yang terbuat dari bahan *non*-konduktor seperti resin epoksi yang dilapisi dengan lapisan logam konduktif seperti tembaga. PCB berfungsi sebagai tempat untuk menempatkan dan menghubungkan komponen-komponen elektronik seperti resistor, kapasitor, dan IC (*Integrated Circuit*) melalui jalur konduktif pada PCB" (Zulfadli et al., 2019).

PCB *Matrix Strip Board* atau biasa dikenal dengan PCB “berlubang” merupakan salah satu jenis PCB yang biasa digunakan untuk menyusun komponen-komponen elektronika. Dikarenakan bentuknya yang terdiri atas susunan lubang-lubang yang membentuk matriks bergaris, maka PCB ini disebut dengan PCB *Matrix Strip Board*. Umumnya PCB ini dipakai oleh penggemar elektronika untuk membuat rangkaian elektronika sederhana. Pada dasarnya, PCB ini memang dibuat untuk memudahkan penggunaanya dalam merangkai komponen-komponen elektronika hanya

dengan kabel penghubung (jumper). Berikut gambar PCB dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 *Printed Circuit Board (PCB)*

(Sumber : <https://google.com>)

2.11 *Power Supply*

Power supply atau catu daya adalah perangkat listrik yang dapat menyediakan energi listrik dan elektronik lainnya. Catu daya ini merupakan sumber energi listrik yang mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronik lainnya. Oleh karena itu *power supply* kadang-kadang disebut juga sebagai *Electric Power Converter* (Junfithrana et al., 2019).

Secara umum, *power supply* memiliki beberapa komponen utama, antara lain:

1. *Transformer*: Berfungsi untuk menyesuaikan tegangan *input* sesuai dengan kebutuhan.
2. *Rectifier*: Mengubah arus listrik bolak-balik (AC) menjadi arus listrik searah (DC).
3. *Filter*: Menyaring riak atau gelombang tidak diinginkan dari arus keluaran untuk mendapatkan arus DC yang stabil.
4. *Regulator*: Mengatur dan menstabilkan tegangan keluaran agar sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.
5. Pelindung: Melindungi *power supply* dan beban dari kerusakan akibat masalah seperti arus lebih, tegangan lebih, atau suhu berlebih (Putra et al., 2020).

Berikut gambar dari *Power supply* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 *Power Supply*

(Sumber : <https://www.filotronix.com>)

2.12 Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* (elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklat/*switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi (Komang dan Riskiono, 2020).

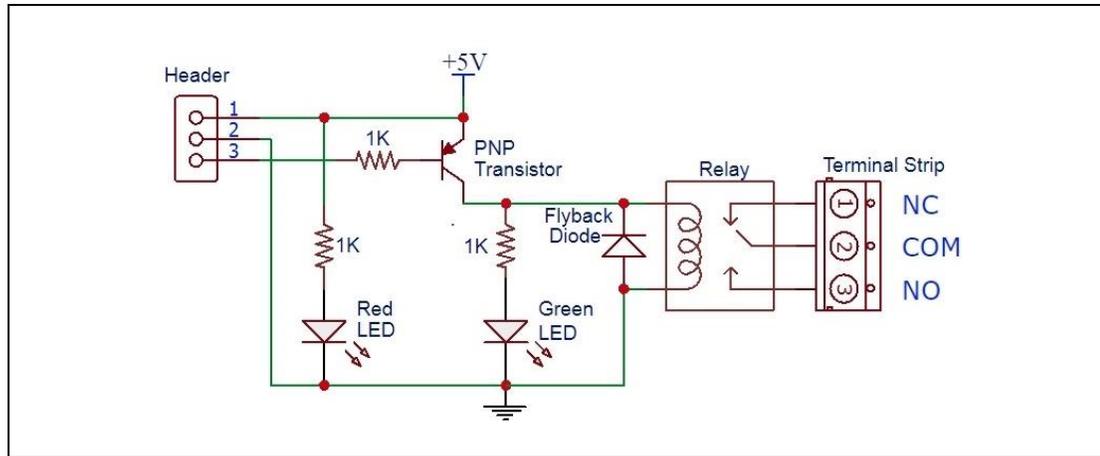
Relay merupakan jenis golongan saklar yang dimana beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik yang dimanfaatkan untuk menggerakkan kontaktor guna menyambungkan rangkaian secara tidak langsung (Tantowi dan Kurnia, 2020).

Prinsip kerja relay didasarkan pada induksi elektromagnetik. Jadi pengendalian arus listrik yang mengalir ke relay tidak dilakukan berdasarkan cara manual tetapi menggunakan sinyal listrik. Sinyal inilah yang akan mengontrol elektromagnetik untuk memutus atau menghubungkan arus listrik.



Gambar 2. 7 Relay

(Sumber : <https://alexnld.com>)



Gambar 2. 8 Schematic Relay

2.13 Push Button

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat/saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sesuai dengan namanya, *saklar push button* fungsinya adalah untuk memutuskan atau menghubungkan aliran listrik dengan cara ditekan bagian tombolnya. Saklar ini termasuk jenis saklar kontak tukar yang dalam operasinya disesuaikan dengan penggunaannya. *Normally Open* (NO), saklar berfungsi sebagai normal buka dan berfungsi untuk menghubungkan arus menuju suatu beban. *Normally Close* (NC), saklar berfungsi sebagai normal tutup dan berfungsi untuk memutuskan arus ke beban (Salim et al., 2020). Berikut gambar *push button* dapat dilihat pada Gambar 2.9.

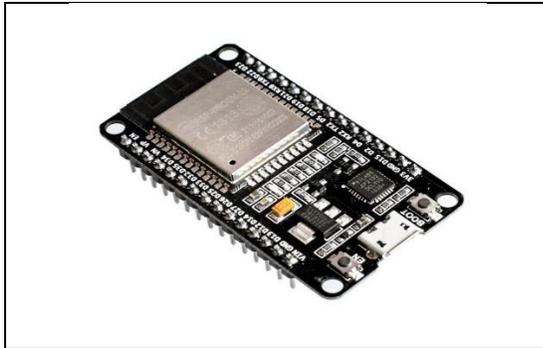


Gambar 2. 9 Push Button

(Sumber : ElectricChannel, 2019)

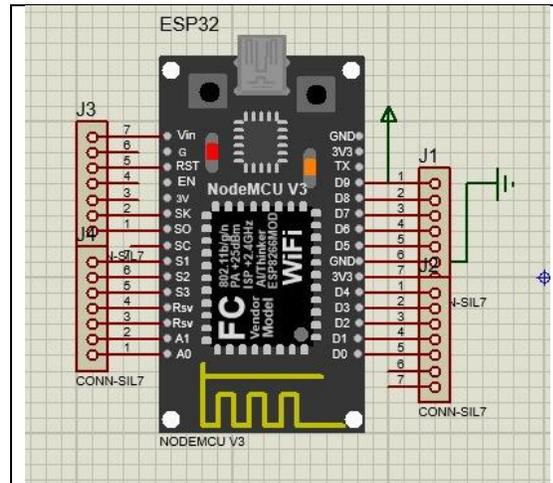
2.14 NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah sebuah *single chip* yang sudah terintegrasi dengan modul Wi-Fi dan modul Bluetooth. Chip mikrokontroler NodeMCU ESP32 dibuat oleh *Espressif System* dengan bantuan perusahaan semi konduktor TSMC yang menggunakan teknologi *ultra-low power* 40 nm. ESP32 dibuat untuk tujuan sebuah *chip* yang memiliki penggunaan sumber daya terendah dengan performa radio *frequency* (RF) yang tinggi, untuk menunjukkan ketangguhan, kekuatan dan dapat digunakan untuk berbagai macam implementasi. Beberapa fitur yang diunggulkan pada mikrokontroler NodeMCU ESP32 adalah solusi untuk alat-alat dengan sumber daya yang sangat rendah atau hemat sumber daya dan juga ESP32 dapat digunakan untuk solusi alat-alat *Internet of Things* (IoT) karena mudahnya integrasi ESP32 dengan modul-modul eksternal lainnya (Raihan, 2022). Berikut merupakan gambar dan *schematic* mikrokontroler NodeMCU ESP32 dapat dilihat pada Gambar 2.10 dan 2.11.



Gambar 2. 10 Mikrokontroler NodeMCU ESP32

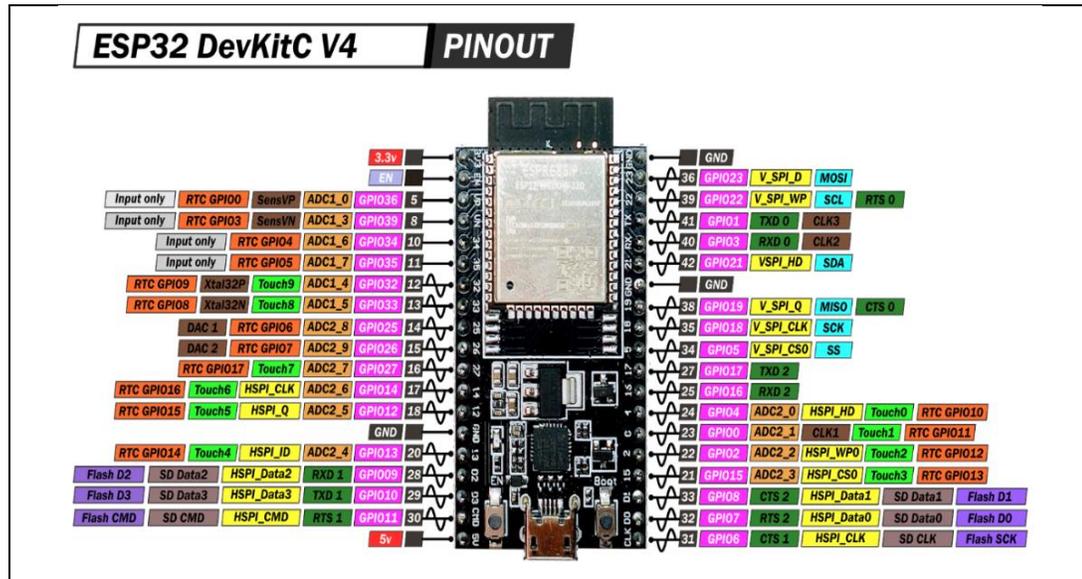
(Sumber : <https://tse2.mm.bing.net/th?id>)



Gambar 2. 11 Schematic NodeMCU32

Chip ESP32 pada NodeMCU ESP32 memiliki prosesor *dual-core Tensilica Xtensa LX6* dengan *clock speed* hingga 240 MHz, 520 KB RAM, dan 4 MB *flash eksternal*. Selain itu, mikrokontroler NodeMCU ESP32 juga memiliki modul Wi-Fi 802.11 b/g/n/e/i dan Bluetooth 4.2 terpadu, yang memungkinkan konektivitas nirkabel yang kuat dan efisien. NodeMCU ESP32 dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman seperti C, C++, Arduino IDE, dan MicroPython, serta mendukung berbagai antarmuka seperti UART, SPI, I2C, I2S, *Remote Control*, *Pulse Counter*, LED PWM, dan *Hall Sensor*.

Dengan fitur-fitur yang canggih dan konsumsi daya yang rendah, mikrokontroler NodeMCU ESP32 menjadi *platform* yang sangat cocok untuk digunakan dalam berbagai aplikasi IoT, pengembangan prototipe, dan aplikasi yang membutuhkan konektivitas nirkabel yang kuat (Setiawan et al., 2019). Berikut merupakan gambar dari pin-pin NodeMCU ESP32 dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Pin-Pin NodeMCU ESP32

(Sumber : <https://tse1.mm.bing.net/th?id>)

Tabel 2. 2 Pin-pin NodeMCU ESP32

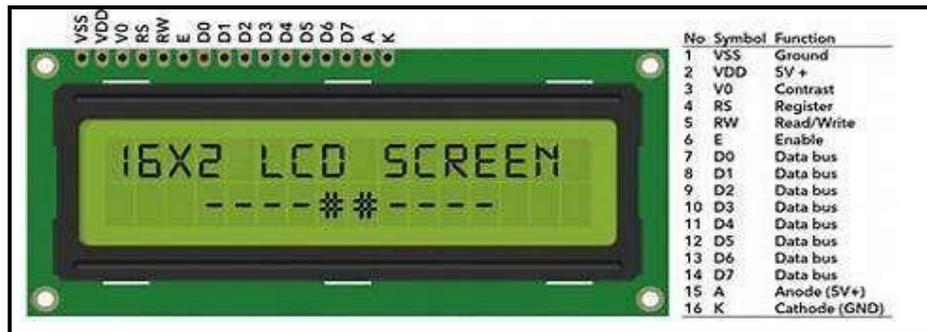
Pin Name on the Board	Function	Pin Number in Arduino IDE	Name in Arduino IDE
EN	Reset/Enable	-	-
3V3	3.3V Power Supply	-	-
GND	Ground	-	-
VIN	Power Supply	-	-
IO34	ADC Input, Sensor Touch 1	34	ADC1_CH6
IO35	ADC Input, Sensor Touch 2	35	ADC1_CH7
IO32	ADC Input	32	ADC1_CH4
IO33	ADC Input	33	ADC1_CH5
IO25	Sensor Touch 11, Digital Input/Output	25	GPIO25
IO26	Sensor Touch 12, Digital Input/Output	26	GPIO26
IO27	Sensor Touch 13, Digital Input/Output	27	GPIO27
IO14	Sensor Touch 6, Digital Input/Output	14	GPIO14

IO12	Sensor <i>Touch</i> 4, Digital <i>Input/Output</i>	12	GPIO12
IO13	Sensor <i>Touch</i> 5, Digital <i>Input/Output</i>	13	GPIO13
IO15	Sensor <i>Touch</i> 7, Digital <i>Input/Output</i>	15	GPIO15
IO2	LED <i>External</i> , Digital <i>Input/Output</i>	2	GPIO2
IO4	<i>Chip Select</i> for External <i>Flash Memory</i>	4	GPIO2
IO0	<i>Boot Mode Selection</i>	0	GPIO0
IO5	<i>Chip Enable</i> for External <i>Flash Memory</i>	5	GPIO5
IO18	Sensor <i>Touch</i> 8, Digital <i>Input/Output</i>	18	GPIO18
IO19	Sensor <i>Touch</i> 9, Digital <i>Input/Output</i>	19	GPIO19
IO21	SPI, I2C, Digital <i>Input/Output</i>	21	GPIO21
IO3	SPI, Digital <i>Input/Output</i>	3	GPIO3
IO1	TX for UART0	1	GPIO1
IO22	SPI, I2C, Digital <i>Input/Output</i>	22	GPIO22
IO23	Sensor <i>Touch</i> 10, Digital <i>Input/Output</i>	23	GPIO23
IO36	ADC <i>Input</i> , Sensor <i>Touch</i> 3	36	ADC1_CH0
IO39	ADC <i>Input</i> , Sensor <i>Touch</i> 4	39	ADC1_CH3
IO17	RX for UART0	17	GPIO17
IO16	Digital <i>Input/Output</i>	16	GPIO17

(Sumber : Susanto dan Widodo, 2020)

2.15 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2 adalah suatu *display* dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan *system* dot matriks. LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dan tiap baris dapat menampilkan 16 karakter (Widodo dan Suleman, 2020). Berikut merupakan gambar dari *Liquid Crystal Display* dapat di lihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2. 13 *Liquid Crystal Display*

(Sumber : <https://google.com>)

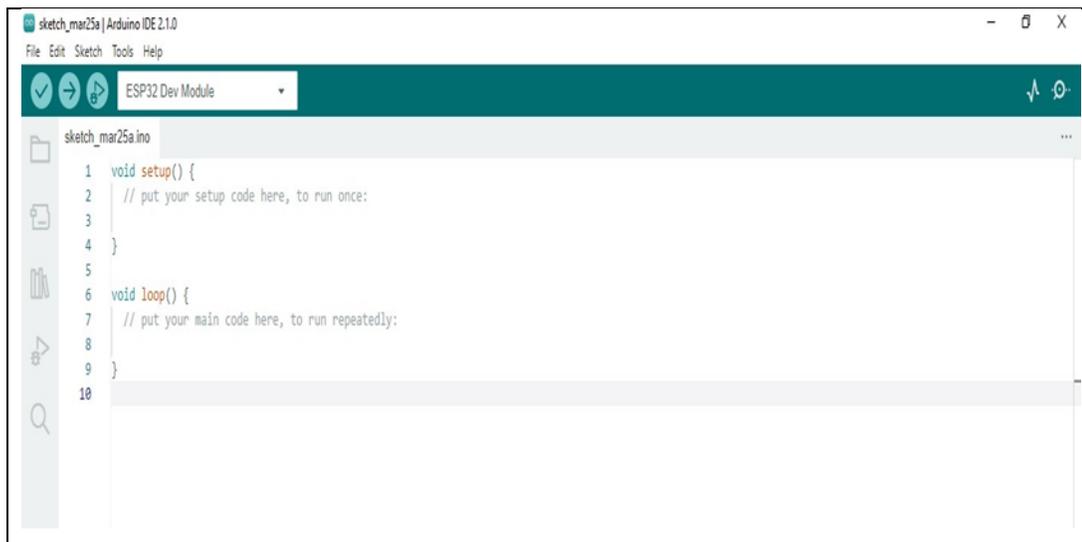
Tabel 2. 3 Konfigurasi pin-pin LCD

No.	Nama	Keterangan
1	VSS	Ground
2	VDD	+5V
3	V0	Contras
4	RS	Register Select
5	R/W	Read/write
6	E	Enable
7-14	D0-D7	Data bit 0-7
15	A	Anoda (<i>back light</i>)
16	K	Katoda (<i>back light</i>)

(Sumber : Prayudha, J., et al, 2020)

2.16 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah *software* yang digunakan untuk memprogram di arduino, dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk memprogram *board* Arduino. Arduino IDE bisa di *download* secara gratis di *website* resmi Arduino IDE. Arduino IDE ini berguna sebagai *text editor* untuk membuat, mengedit, dan juga mevalidasi kode program, bisa juga digunakan untuk *meng-upload* ke *board* Arduino. Kode program yang digunakan pada Arduino disebut dengan istilah Arduino "*sketch*" atau disebut juga *source code* Arduino, dengan ekstensi *file source code* (Nugroho, 2022). Berikut tampilan gambar dari *Software* Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2. 14 *Software* Arduino IDE

2.17 Aplikasi *Blynk*

Blynk merupakan *platform* baru yang memungkinkan anda untuk dengan cepat membangun interface untuk mengendalikan dan memantau proyek *hardware* dari iOS dan perangkat Android. *Blynk* adalah IOT (*Internet of Things*) yang dirancang untuk membuat *remote control* dan data sensor membaca dari perangkat ESP32 ataupun Arduino dengan sangat cepat dan mudah. *Blynk* bukan hanya sebagai "*cloud IOT*", tetapi *blynk* juga merupakan solusi *end to end* yang menghemat waktu dan sumber daya

ketika membangun sebuah aplikasi yang berarti bagi produk dan jasa terkoneksi (Nasution et al., 2019).

Blynk didesain untuk *Internet of Things* yang dapat mengendalikan *hardware* dari jarak jauh, *blynk* juga dapat menampilkan data sensor, menyimpan data, dan memvisualisasikannya, serta masih banyak hal lainnya yang dapat dilakukan oleh *blynk*. Ada tiga komponen utama dalam *platform* ini, yaitu :

1. *Blynk App*

Blynk App adalah aplikasi *blynk* yang ada pada *platform* Android atau iOS di *smartphone* untuk dapat membuat sebuah antarmuka dari alat yang dibuat dengan menggunakan berbagai *widget* yang disediakan.

2. *Blynk Server*

Blynk Server adalah sebuah *server blynk* yang bertanggung jawab atas semua komunikasi antara aplikasi *blynk* pada *smartphone* dengan *hardware* atau alat yang dibuat.

3. *Blynk Library*

Blynk Library adalah sebuah *library* yang memberi kemampuan *hardware* atau alat yang dibuat untuk dapat berkomunikasi dengan *blynk server* dan memproses semua data dari *input* dan *output* (Kusumah dan Pradana, 2019).

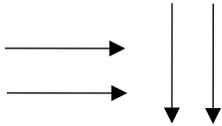
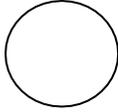
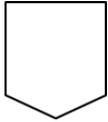
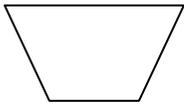
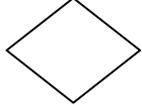
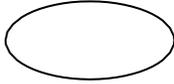
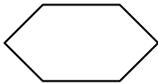


Gambar 2. 15 Logo Blynk

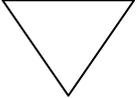
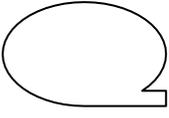
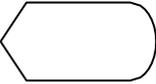
2.18 *Flowchart*

Flowchart (Diagram Alir) atau disebut *flowchart* merupakan bagan (*Chart*) yang mengarahkan alir (*flow*) di dalam prosedur atau program sistem secara logika. *Flowchart* adalah cara untuk menjelaskan tahap-tahap pemecahan masalah dengan merepresentasikan simbol- simbol tertentu yang mudah dipahami, mudah digunakan dan standar (Syamsiah, 2019). Simbol-simbol berikut ini digunakan dalam diagram alir bersama dengan deskripsi fungsinya seperti yang dijelaskan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2. 4 Simbol Diagram *Flowchart*

NO	SIMBOL	KETERANGAN
1		Simbol arus/ <i>flow</i> (Simbol yang menghubungkan antar prosedur/proses)
2		Simbol <i>connector</i> (Simbol untuk meninggalkan/memasuki prosedur atau proses lembar/halaman yang sama)
3		Simbol <i>off-line connector</i> (Simbol untuk keluar/masuk prosedur atau proses dalam lembar/halaman yang lain)
4		Simbol <i>process</i> (simbol yang menunjukkan pemrosesan komputer)
5		Simbol <i>manual operation</i> (simbol untuk pemrosesan yang dilakukan dengan tangan, bukan dengan komputer)
6		Simbol <i>decision</i> (menunjukkan serangkaian keadaan yang dapat menghasilkan berbagai tanggapan atau tindakan)
7		Simbol <i>terminal</i> (menandakan awal atau akhir dari suatu program)
8		Simbol <i>predefined process</i> (simbol yang digunakan untuk mengatur tempat penyimpanan yang akan digunakan untuk memproses data)

Tabel 2.3 Simbol Diagram *Flowchart* (Lanjutan)

NO	SIMBOL	KETERANGAN
9		Simbol <i>keying operation</i> (menggunakan komputer yang dilengkapi <i>keyboard</i> untuk memasukkan simbol)
10		Simbol <i>off-line storage</i> (Simbol yang menunjukkan bahwa data di dalam simbol ini akan disimpan)
11		Simbol <i>manual input</i> (Simbol untuk pemasukan data secara manual on-line keyboard)
12		Simbol <i>input-output</i> (Simbol yang menyatakan proses <i>input</i> dan <i>output</i> tanpa tergantung dengan jenis peralatannya)
13		Simbol <i>magnetic-tape unit</i> (Simbol yang menyatakan input berasal dari pita magnetik atau output disimpan ke pita magnetik)
14		Simbol <i>disk and on-line storage</i> (Simbol untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari <i>disk</i> atau <i>output</i> disimpan ke <i>disk</i>)
15		Simbol <i>document</i> (menunjukkan bahwa <i>output</i> dicetak di atas kertas atau <i>input</i> berasal dari dokumen di atas kertas)
16		Simbol <i>punched card</i> (Simbol yang menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu)
17		Simbol <i>display</i> (Simbol yang menyatakan peralatan <i>output</i> yang digunakan yaitu layar, <i>plotter</i> , <i>printer</i> , dan sebagainya)

(Sumber : Budiman et al., 2021)