

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian sebelumnya [12], meneliti tentang penggunaan sensor warna *TCS34725* untuk mendeteksi adanya formalin dalam makanan. dalam berbagai penelitian ini memanfaatkan selain dari sensor *TCS34725* yaitu ada *arduino uno*, *bluetooth HC-05* dan *smartphone* android. Pendekatan yang diterapkan adalah pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimental, dimana informasi dan hasil eksperimen dapat diketahui oleh sensor *TCS34725*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat deteksi formalin pada makanan dengan menggunakan sensor warna *TCS34725* dan berbasis android. Kesimpulan dari penelitian ini adalah menunjukkan bahwa sensor warna *TCS34725* dan aplikasi android dapat digunakan untuk mendeteksi formalin pada makanan dengan mudah, murah, dan cepat. Prototipe ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam menjaga kesehatan dan keamanan pangan.

Penelitian sebelumnya [13], meneliti tentang penggunaan sensor warna *TCS34725* untuk mendeteksi adanya kandungan boraks dalam makanan. dalam berbagai penelitian ini memanfaatkan selain dari sensor *TCS34725* yaitu ada *arduino uno CH340*, *bluetooth HM-10* dan android. Pendekatan yang diterapkan adalah pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimental, dimana informasi dan hasil eksperimen dapat diketahui oleh sensor *TCS34725*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat deteksi boraks pada makanan dengan menggunakan sensor warna *TCS34725* dan berbasis android. Kesimpulan dari penelitian ini menghasilkan alat pendeteksi boraks menggunakan sensor *TCS34725* berbasis android, menawarkan solusi praktis dan efisien untuk mendeteksi boraks dalam makanan. Prototipe ini diharapkan dapat membantu meningkatkan keamanan pangan dan melindungi konsumen dari bahaya boraks.

Penelitian sebelumnya [11], membahas tentang peran bahan tambahan pangan khususnya bahan pengawet menjadi semakin penting sejalan dengan kemajuan teknologi produksi bahan tambahan pangan sintesis. Penyalahgunaan penambahan zat pewarna pada makanan masih sering ditemukan contohnya

penggunaan zat pewarna untuk tekstil seperti *rhodamine b* serta kandungan zat yang berbahaya bagi tubuh seperti boraks dan formalin. Permasalahannya tersebut maka dibuatlah sebuah alat dengan menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* dengan memanfaatkan teknologi *IoT*. Sistem dirancang menggunakan *LCD 16x2* dengan sensor warna *TCS34725*. Pengujian kandungan *rhodamine b*, boraks, formalin, dan pewarna tekstil dilakukan dengan mencampur ekstrak kunyit pada sampel, perubahan warna yang terjadi terhadap sampel akan dibaca oleh sensor warna *TCS34725* dan dikirim secara *wireless* pada sebuah aplikasi android. Klasifikasi data dilakukan dengan menggunakan metode *fuzzy mamdani*. Setelah dilakukan beberapa pengujian, sistem berhasil mendeteksi kadar zat formalin, pewarna tekstil, *rhodamine b* dan boraks pada makanan dan ditampilkan pada aplikasi android. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat deteksi kontaminan pada bahan makanan dengan menggunakan sensor warna *TCS34725*. Kesimpulan dari penelitian ini menghasilkan alat pendeteksi kontaminan bahan makanan menggunakan sensor *TCS34725* berbasis android, menawarkan solusi praktis dan efisien untuk mendeteksi bahan dalam makanan. Prototipe ini diharapkan dapat membantu meningkatkan keamanan pangan dan melindungi konsumen dari bahaya bahan yang terdapat pada bahan pangan.

Penelitian sebelumnya [14], membahas tentang alat pendeteksi warna *RGB* menggunakan sensor *TCS34725* berbasis mikrokontroler *Atmega 328p* untuk menentukan warna sesuai kebutuhan pengguna. Metode untuk membuat alat ini menggunakan metode kuantitatif yaitu mengumpulkan data, diolah dan dianalisis untuk dicari hubungan variabel yang akan diteliti. Pengumpulan data berupa pengujian alat dengan memperhatikan dimensi objek, jarak objek, dan intensitas cahaya dari luar. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sensor berfungsi dengan baik jika dimensi objek lebih dari 1cm dari 2 jarak objek dengan sensor 3mm, dan intensitas cahaya yang masuk tidak banyak.

Penelitian sebelumnya [15], meneliti tentang penggunaan sensor *HCHO* berbasis *IoT* untuk mendeteksi adanya kandungan formalin dalam makanan. Penelitian ini memanfaatkan selain dari sensor *HCHO* yaitu ada *NodeMCU ESP8266*, *LCD*, *IoT*, *smartphone*. Pendekatan yang diterapkan adalah pendekatan *indisipliner* dengan metode *eksperimental*, dimana informasi dan hasil eksperimen

dapat diketahui oleh sensor *HCHO* dan dapat diakses melalui platform *IoT*. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat deteksi formalin yang berbasis *IoT* dan memanfaatkan sensor *HCHO*. Kesimpulan dari penelitian ini menghasilkan alat pendeteksi formalin menggunakan sensor *HCHO* berbasis *IoT*. Prototipe ini diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan keamanan pangan dan memberikan kemudahan bagi masyarakat dalam mendeteksi formalin dalam makanan.

Penelitian sebelumnya [16], membahas tentang penggunaan sensor *TC3200* untuk perlindungan konsumen terhadap zat warna berbahaya pada lipstik bidang industri kosmetik. Penelitian ini memanfaatkan selain dari sensor *TCS3200* yaitu ada *arduino uno R3*, *LCD*. Metode pengembangan prototipe dan kalibrasi sensor menggunakan *UV-Vis*. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat deteksi rhodamine b memanfaatkan sensor warna *TCS3200*. Kesimpulan dari penelitian ini menghasilkan alat pendeteksi zat *rhodamine b* pada lipstik untuk perlindungan bagi konsumen menggunakan sensor *TCS3200*. Prototipe ini diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan keamanan pada industri kosmetik.

Penelitian sebelumnya [17], membahas penggunaan *colorimeter* dan sensor *Opt101*. Dalam penelitian ini bertujuan untuk melihat menyelidiki hubungan antara nilai konsentrasi suatu larutan pewarna terhadap nilai respon sensor *Opt101* yang terdapat pada alat *colorimeter*. Penelitian ini memanfaatkan selain dari sensor *Opt101* yaitu ada *colorimeter*, *spectrometer UV-Vis*, *smartphone*. Metode yang digunakan yaitu perancangan dan pembuatan *hardware* menggunakan sensor cahaya *Opt101* untuk menangkap cahaya yang dipantulkan dari objek berwarna, pengembangan *hardware* menggunakan aplikasi android untuk pembuatan aplikasi android sebagai pengendali, tampilan hasil pengukuran, dan pengujian kalibrasi menggunakan *colorimeter* sebagai alat ukur yang pasti [17].

Semua penelitian tersebut memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sensor warna *TCS* dari sensor terdahulu ke sensor terbaru. Metode yang digunakan serta mikrokontroler yang dipilih juga memainkan peran krusial dalam kemajuan ini. Selain itu, penelitian ini memberikan pengetahuan mendalam tentang kandungan zat berbahaya yang mungkin terdapat pada tubuh manusia, sehingga meningkatkan kewaspadaan dan pemahaman dalam deteksi dini

kontaminasi. Tinjauan literatur yang dilakukan meliputi alat ukur yang sudah pasti digunakan sebagai referensi dalam mengkalibrasi sensor, memastikan keakuratan dan reliabilitas sensor yang digunakan dalam penelitian. Literatur ini menjadi fondasi yang kuat untuk mendukung penelitian yang berjudul “Prototipe Pendeteksi Bahan Pewarna Tekstil *Rhodamine B* dan *Auramine Metanil Yellow* pada Sosis Sapi dengan Sensor *TCS34725*”. Dengan dasar yang kokoh ini, diharapkan penelitian tersebut dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem deteksi sensor yang lebih efisien dan dapat berfungsi sebagai alat transparansi dalam menjamin keamanan produk. Penelitian ini tidak hanya membuka jalan bagi inovasi teknologi sensor yang lebih maju tetapi juga memperkuat aspek keamanan pangan melalui deteksi dini bahan berbahaya dalam produk makanan, khususnya pada sosis sapi.

2.2 DASAR TEORI

Pada penelitian ini, memiliki tujuan utamanya adalah mengembangkan sebuah sistem alat protoripe yang mampu mendeteksi keberadaan bahan pewarna tekstil berbahaya seperti *rhodamine b* dan *auramine metanil yellow*. Pewarna-pewarna ini sering digunakan dalam industri tekstil meskipun telah diketahui memiliki potensi risiko kesehatan yang dapat menyebabkan serius jika dihirukan. Ada beberapa teori yang mendasari perancangan sistem ini.

2.2.1 Sosis

Sosis adalah suatu produk pangan yang dihasilkan dari gabungan daging yang telah digiling dan tepung atau pati, dengan tambahan bumbu dan bahan tambahan pangan, serta dimasukkan ke dalam selongsong sosis. *Linderwurst* adalah sejenis sosis jerman olahan menyerupai sosis sapi. Terdapat banyak sosis dengan kualitas yang berbeda beda dipasaran. Bahan utama dalam suatu hidangan ini adalah daging, yang menjadi elemen sentral dalam penyajiannya. Selain daging, ada juga berbagai bahan lainnya yang digunakan untuk menambah tekstur dan cita rasa. Bahan ini meliputi bahan pengisi seperti tepung atau nasi yang dapat berfungsi untuk bahan pengikat seperti telur atau tepung kanji yang membantu menyatukan semua komponen. Daging sapi, ayam, dan kambing sering digunakan untuk

mengolah sosis. Namun diantara ketiga jenis daging tersebut, daging ayam yang paling banyak digemari karena kandungan proteinnya yang tinggi yaitu 20-23% dan harganya yang terjangkau [18].



Gambar 2.1 Sosis [18]

Pada Gambar 2.1, merupakan sosis sapi pada umumnya berwarna merah karena daging sapi yang berwarna merah, tetapi pewarna makanan juga bisa digunakan untuk memberikan warna tertentu pada sosis, baik itu sosis sapi, ayam, atau babi. Oleh karena itu, lebih baik melihat label bahan untuk memastikan jenis daging yang digunakan dalam sosis.

2.2.2 Pewarna Makanan

Pewarna makanan mengacu pada zat yang digunakan untuk mewarnai atau menonjolkan warna makanan dengan tujuan menciptakan citra tertentu pada makanan meningkatkan daya tarik produk. Penambahan zat pewarna pada pangan dilakukan untuk memperbaiki perubahan warna atau pемudaran selama proses pengolahan atau untuk menambah warna pada pangan yang semula tidak berwarna [19]. Pewarna dapat digunakan pada berbagai bidang seperti tekstil, cat, percetakan, dll. Pewarna dapat berasal dari pewarna alami yang berasal dari tumbuhan, hewan, dan mineral dan dianggap aman untuk dikonsumsi, serta dari bahan kimia, dan dapat digunakan dalam tekstil, cat, percetakan, dll. Pewarna sintetis mempunyai efek negatif terhadap kesehatan manusia, termasuk iritasi mata dan kulit, kerusakan hati, serta sifat *mutagenik* dan *karsinogenik* [20].

2.2.3 Rhodamine b

Rhodamine b merupakan zat warna sintetis berbentuk serbuk kristal berwarna hijau atau merah ungu yang tidak berbau dan menghasilkan warna merah cerah pada larutan. Pemanfaatan *rhodamine b* umumnya terjadi dalam industri tekstil dan kertas, digunakan sebagai pewarna pada tekstil, kosmetik, produk obat

kumur, dan sabun. *Rhodamine b* termasuk pewarna sintetis yang dilarang untuk tambahan pangan, dan masih banyak ditemukan kasus penggunaan zat warna ini yaitu warna merah terang pada produk makanan. Kecenderungan menggunakan bahan pewarna *rhodamine b* sebagai pewarna makanan disebabkan oleh harganya yang lebih murah dibandingkan dengan pewarna sintetis lainnya, dan hasil warnanya lebih menarik daripada pewarna alami.

Rhodamine b sering disalahgunakan pada pembuatan kerupuk, terasi, cabe merah giling, agar-agar, aromanis/kembang gula, manisan, sosis, sirup, minuman, dan lain-lain. Agar lebih waspada, penting untuk mengetahui ciri makanan dan minuman dengan pewarna berbahaya.

Tanda bahwa makanan dan minuman dengan pewarna berbahaya dapat dilihat dengan ciri-ciri:

1. Warna makanan atau minuman terlihat cerah mengkilap dan lebih mencolok serta cenderung berpendar.
2. Terkadang warna terlihat tidak homogen atau rata. bila dilihat dengan teliti akan terlihat gumpalan warna pada makanan atau minuman.
3. Bila dikonsumsi, makanan atau minuman akan terasa lebih pahit.
4. Tenggorokan terasa gatal atau tidak nyaman usai mengonsumsi makanan dengan pewarna tersebut.
5. Biasanya produk pangan yang mengandung *rhodamine b* tidak mencantumkan kode, label, merek, atau identitas lengkap lainnya.

Rhodamine b, ketika dikonsumsi secara berkelanjutan, dapat menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap kesehatan. Zat pewarna ini diketahui dapat mengganggu fungsi hati, yang berpotensi menyebabkan kerusakan organ vital tersebut. Lebih dari itu, penggunaan *rhodamine b* dalam jangka panjang juga dikaitkan dengan peningkatan risiko kanker hati, sebuah kondisi yang sangat serius dan mengancam jiwa. Selain risiko terhadap organ hati, jika *rhodamine b* sering tertelan, gejala-gejala akut seperti batuk, kesulitan bernafas, dan masalah pernapasan lainnya dapat muncul. Dalam situasi yang lebih parah, paparan berkelanjutan terhadap *rhodamine b* bahkan dapat memicu kondisi kesehatan yang lebih serius, mengharuskan penanganan medis segera. Oleh karena itu, penting untuk menghindari konsumsi zat ini untuk mencegah dampak buruk tersebut. [21].



Gambar 2.2 Rhodamine b [21]

Pada Gambar 2.2, merupakan *rhodamine b* bahan pewarna sintetis yang sering digunakan dalam industri tekstil dan kertas, tetapi penggunaannya dalam makanan sangat dilarang di banyak negara karena berpotensi berbahaya bagi kesehatan. *Rhodamine b* memiliki sifat karsinogenik, yang berarti bisa meningkatkan risiko kanker jika dikonsumsi.

2.2.4 Auramine metanil yellow

Pewarna *auramine metanil yellow* biasanya warna yang dapat dilihat yaitu berwarna kuning kecoklatan dan tergolong bahan pewarna *auramine*. *Auramine metanil yellow* merupakan pewarna tekstil yang umumnya digunakan menjadikan pewarna tersebut dalam produk makanan. Pewarna ini biasanya digunakan untuk bahan pembuatan kerupuk pasir, mie, tahu, jelly, dan es sirup. Penambahan pewarna pada makanan dan minuman bertujuan untuk meningkatkan warna produk dan menambah daya tarik bagi konsumen, terutama anak kecil pada sekolah dasar. Penggunaan *auramine metanil yellow* dalam pewarnaan ini juga dapat mempengaruhi selera konsumen karena kombinasi warna yang menarik, dan harga yang terjangkau. Resiko yang ditimbulkan akibat terhirup, kontak mata, kulit, atau tertelan antara lain iritasi pada saluran pernapasan, kulit, dan mata, serta kemungkinan kanker kandung kemih dalam urin. Gejala-gejala lain akibat paparan ini meliputi iritasi saluran pencernaan, mual, muntah, sakit perut, diare, demam, kelemahan, dan tekanan darah rendah. Oleh karena itu, penting bagi konsumen untuk berhati-hati dalam pemilihan, serta mempertimbangkan isi yang terkandung pada label kemasannya, dan bagi produsen untuk mempertimbangkan dampak kesehatan dari penggunaan pewarna ini [22].



Gambar 2.3 Auramine metanil yellow [22]

Pada Gambar 2.3, merupakan *auramine metanil yellow* adalah pewarna sintetis yang biasanya digunakan dalam industri tekstil, kertas, dan kadang-kadang untuk pewarnaan laboratorium dalam mikrobiologi. Seperti *rhodamine b*, *auramine metanil yellow* juga tidak aman untuk digunakan dalam makanan atau produk yang berhubungan dengan konsumsi manusia karena sifat karsinogeniknya.

2.2.5 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah suatu konsep bertujuan untuk memperluas keuntungan dari konektivitas internet yang selalu terhubung. Pada dasarnya, (*IoT*) mengacu pada objek yang dapat diidentifikasi dengan jelas sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis Internet. Cara kerja *IoT* melibatkan interaksi otomatis antara mesin yang terhubung tanpa campur tangan pengguna bisa dipergunakan dalam jarak jauh. Dalam mencapai cara kerja *IoT* internet berfungsi sebagai penghubung antara kedua interaksi mesin, sementara pengguna hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas. Keuntungan dari konsep *IoT* adalah bahwa pekerjaan dapat dilakukan dengan lebih cepat, mudah, dan efisien [23]. Manfaat *IoT* adalah sebagai berikut:

1) Improved customer engagement

IoT dapat meningkatkan pengalaman pengguna dengan mengotomatisasikan segala tindakan dapat meningkatkan pengalaman pengguna dengan mengotomatisasikan segala tindakan. Contohnya, masalah apapun di mobil akan terdeteksi secara otomatis oleh sensor. Pengemudi, serta pabrikan, akan diberitahu tentang hal tersebut. Hingga pada waktu pengemudi akan melewati masa servis

dan akan melakukan servis pabrikan akan dapat memastikan bahwa bagian yang kemungkinan rusak telah tersedia di bengkel.

2) *Technical Optimization*

IoT telah membantu banyak dalam meningkatkan kegunaan teknologi dan membuatnya menjadi lebih baik. Pabrikan dapat mendapatkan data dari sensor mobil yang berbeda dan menganalisanya untuk meningkatkan desain dan membuatnya menjadi lebih efisien.

3) *Reduce Waste*

Meskipun wawasan kita saat ini mungkin masih dianggap dangkal, *IoT* menyediakan informasi *realtime* yang mengarah pada pengambilan keputusan dan pengelolaan sumber daya yang efektif. Misalnya, jika produsen menemukan banyak mesin yang tidak berfungsi, mereka dapat mengidentifikasi pabrik tempat mesin tersebut dibuat dan menyelesaikan masalah di jalur perakitan.



Gambar 2.4 *Internet of Things (IoT)* [23]

Pada Gambar 2.4 *Internet of Things (IoT)* adalah konsep yang mengacu pada jaringan perangkat fisik yang terhubung ke internet dan dapat saling berkomunikasi. Perangkat ini mencakup berbagai macam objek, mulai dari peralatan rumah tangga seperti kulkas dan lampu pintar, kendaraan yang terintegrasi dengan sistem navigasi cerdas, sensor industri yang memantau dan mengoptimalkan proses produksi, hingga perangkat medis yang memantau kondisi kesehatan pasien secara real-time. Setiap perangkat dalam jaringan *IoT* dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya yang memungkinkan mereka untuk mengumpulkan, menganalisis, dan bertukar data secara otomatis.

2.2.6 MIKROKONTROLER

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip IC*, sehingga sering disebut *single chip* mikrokomputer. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan *PC* yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan lainnya adalah perbandingan *RAM* dan *ROM* yang sangat berbeda antara komputer dengan mikrokontroler .

Mikrokontroler sebuah system *microprocessor* dimana didalamnya sudah terdapat *CPU, ROM, RAM, I/O, Clock* dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu chip yang siap pakai. Sehingga kita tinggal memprogram isi *ROM* sesuai aturan penggunaan oleh pabrik yang membuatnya [24].

2.2.7 Sensor TCS34725

Sensor warna *TCS34725* merupakan modul sensor pendeteksi warna yang dilengkapi dengan elemen pendeteksi cahaya yaitu *RGB (Red, Green, Blue)*. Modul ini juga dilengkapi dengan filter blok *IR* yang terintegrasi pada chip dan terletak pada sensor gambar berwarna. Keberadaan filter massa *IR* ini dimaksudkan untuk mengurangi komponen *spektral IR* cahaya yang diterima, sehingga meminimalkan *noise*, dan memungkinkan dilakukannya pengukuran warna yang sangat akurat. Sensor ini juga memiliki kisaran dinamis 3.800.000:1 dengan waktu dan penguatan integrasi yang sesuai, sehingga cocok untuk digunakan di belakang kaca yang gelap dan tertutup [23].



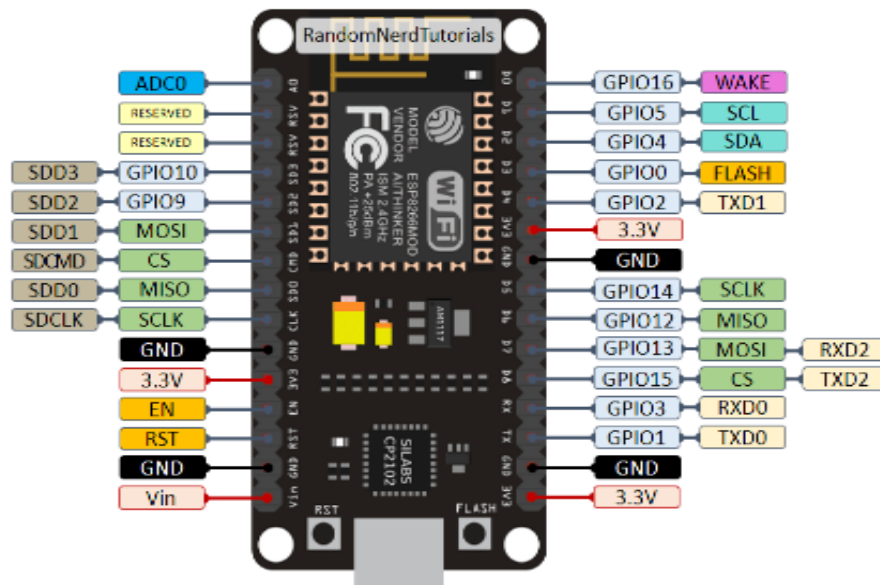
Gambar 2.5 Sensor TCS34725 [23]

Pada Gambar 2.5, merupakan sensor *TCS34725* adalah sensor warna yang banyak digunakan dalam aplikasi elektronik untuk mendeteksi dan mengukur

warna cahaya. Sensor ini menggunakan teknologi fotodiode dan filter optik untuk mengukur intensitas cahaya merah (*Red*), hijau (*Green*), biru (*Blue*) dan cahaya yang tidak terfilter (*clear*).

2.2.8 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan sebuah mikrokontroler yang telah terintegrasi dengan modul *WiFi ESP8266* di dalamnya. Meskipun mirip dengan *arduino*, *NodeMCU ESP8266* memiliki keunggulan karena sudah dilengkapi dengan *wifi* secara *built-in*, meskipun memiliki jumlah *port* yang lebih terbatas jika dibandingkan dengan *arduino*. Program akan di impor ke *NodeMCU* dan digunakan sebagai aplikasi *arduino*, dengan *C++* sebagai bahasa pemrogramannya. Pada *NodeMCU ES P8266* versi 3.0 digunakan chip *ESP-12E* yang dinilai lebih stabil dibandingkan *ESP-12*. Versi ini juga memiliki pin khusus untuk komunikasi *SPI* (*Serial Peripheral Interface*) dan *PWM* (*Pulse Width Modulation*) yang tidak ada di versi 0.9 *ESP8266* menggunakan *WiFi* 2,4 GHz dan mendukung protokol keamanan *WPA* (*Wi-Fi Protected Access*) /*WPA2* (*WiFi Protected Access 2*) [25].



Gambar 2.6 NodeMCU ESP8266 [25]

Pada Gambar 2.6, merupakan *NodeMCU ESP8266* adalah platform pengembangan *open-source* yang menggunakan modul *Wifi ESP8266* sebagai inti dari fungsionalitasnya. Platform ini dirancang khusus untuk memudahkan pengembangan aplikasi *Internet of Things (IoT)*, *NodeMCU ESP8266* menyediakan kombinasi perangkat keras dan *firmware* yang mudah digunakan.

2.2.9 Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Prinsip pengoperasian *buzzer* hampir sama dengan *loudspeaker*. Vibrator terdiri dari kumparan yang dipasang pada diafragma dan kemudian arus listrik dialirkan melaluinya sehingga menjadi elektromagnet. Kumparan akan tertarik masuk atau keluar tergantung arah arus dan polaritas magnet, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak balik sehingga membuat udara. *Buzzer* biasa digunakan menandakan indikator bahwa proses telah selesai sebagai alarm [26].



Gambar 2.7 Buzzer [26]

Pada Gambar 2.7, merupakan *buzzer* adalah perangkat elektronik yang menghasilkan suara atau bunyi sebagai respons terhadap sinyal listrik. *Buzzer* biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi untuk memberikan umpan balik audio, seperti alarm, notifikasi, atau indikasi status.

2.2.10 LCD

Penampil *LCD* (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan angka, huruf atau simbol lainnya. *LCD* adalah salah satu *display* elektronika yang umum digunakan. *LCD* dibuat dengan *CMOS logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya melainkan memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. Jumlah karakter yang dapat ditampilkan oleh sebuah *LCD* sangat bergantung pada spesifikasi teknis yang dimilikinya, termasuk ukuran dan resolusi layar. Dengan kemampuannya yang hemat energi dan fleksibel [27].



Gambar 2.8 LCD [27]

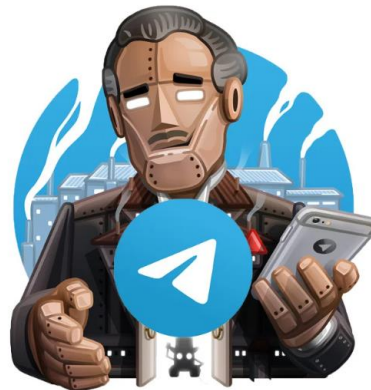
Pada Gambar 2.8, merupakan *LCD (Liquid Crystal Display)* adalah jenis layar yang menggunakan teknologi kristal cair untuk menampilkan gambar, teks, dan video. *LCD* sering digunakan dalam berbagai perangkat elektronik karena efisiensi energi, ketajaman gambar, dan kemampuannya untuk menampilkan warna yang beragam.

2.2.11 Botfather

Pada aplikasi telegram terdapat jenis bot yang bernama *bot* telegram (*Botfather*) yang membantu pengguna dalam membuat *bot*. Pengguna dapat berinteraksi dengan bot ini dengan mengirimkan pesan atau perintah dan bot akan secara otomatis merespons. *Botfather* pengelola *bot* di telegram, menawarkan berbagai metode untuk membuat bot pada platform. Beberapa metode tersebut antara lain *sendMessage*, *ForwardMessage*, *sendPhoto*, dan beberapa perintah lainnya. Metode ini dapat digunakan dengan mikrokontroler seperti *NodeMCU ESP 8266*, memungkinkan menjalankan tugas jarak jauh. Dengan demikian, bot dapat diintegrasikan dengan perangkat keras dan di kendalikan melalui mikrokontroler untuk melakukan berbagai fungsi, sehingga memberikan fleksibilitas dalam melakukan operasi dari lokasi khusus yang terpisah [28]. Sebuah telegram bot adalah suatu robot yang telah diprogram dengan sejumlah perintah untuk menjalankan serangkaian instruksi yang diberikan oleh pengguna. *Bot* ini merupakan akun telegram yang dikelola oleh perangkat lunak dengan kemampuan kecerdasan buatan. Penjelasan lebih detail mengenai istilah telegram dan bot adalah sebagai berikut [29]:

1. Telegram adalah sistem pesan lintas platform yang mengutamakan keamanan dan privasi pengguna. *IoT* dapat meningkatkan pengalaman pengguna dengan

- mengotomatiskan setiap tindakan. Misalnya, masalah apapun pada mobil akan otomatis terdeteksi oleh sensor, dan pengemudi akan diberitahu. Hingga pengemudi melewati masa perawatan dan siap untuk diperbaiki, pabrikan dapat memastikan bahwa suku cadang yang berpotensi rusak tersedia di bengkel.
2. Bot merujuk pada program komputer dapat melakukan tugas tertentu secara otomatis. Istilah "*bot*" sendiri menambahkan keberadaan robot atau entitas otomatis yang bekerja pada telegram.



TELEGRAM BOT DEVELOPER

Gambar 2.9 *Bothfather* [29]

Pada Gambar 2.9, merupakan *botfather* adalah *bot* resmi yang dibuat oleh tim telegram untuk membantu pengguna membuat dan mengelola bot telegram. *Botfather* menyediakan antarmuka yang sederhana dan interaktif untuk membuat *bot* baru, mengatur nama dan gambar profil *bot*, serta mendapatkan token *API* yang diperlukan untuk mengendalikan bot melalui aplikasi atau skrip.

2.2.12 *Colorreader*

Colorreader merupakan sebuah perangkat pengukur warna yang dirancang dengan tiga reseptor sehingga dapat mengidentifikasi warna secara akurat dari yang terang hingga gelap. Alat *colorreader* ini mempunyai 3 kriteria komponen yaitu L^* (*Lightness* atau kecerahan), a^* (*Redness* atau tingkat kemerahan) dan nilai b^* (*Yellowness* atau tingkat kekuningan). Dalam pengujian, hasil yang diperoleh dari *colorreader* menunjukkan korelasi yang konsisten: semakin tinggi nilai L^* , semakin cerah warna yang terdeteksi; semakin tinggi nilai a^* , semakin merah warna tersebut; dan semakin tinggi nilai b^* , semakin kuning warna yang diukur. Dengan kemampuannya yang canggih ini, *colorreader* menjadi alat yang sangat berguna untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan pengukuran warna yang presisi [30].

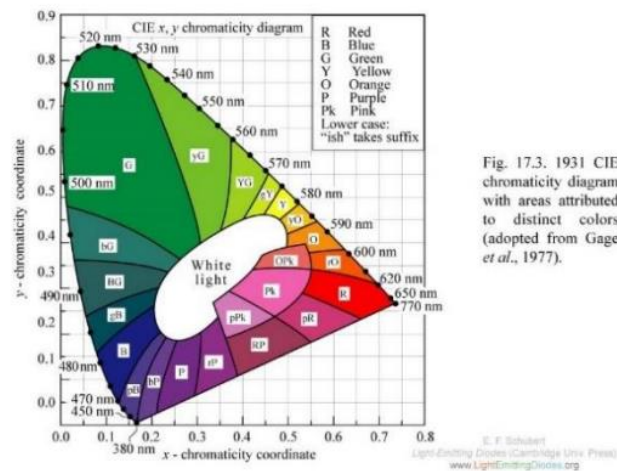


Fig. 17.3. 1931 CIE chromaticity diagram with areas attributed to distinct colors (adopted from Gage *et al.*, 1977).

Gambar 2.10 Nilai LAB Colorreader [30]

Pada Gambar 2.10, merupakan nilai *LAB colorreader* atau *LAB color* model adalah sistem warna yang dirancang untuk mendekati persepsi warna manusia dengan cara yang lebih akurat. *LAB* adalah singkatan dari *Lightness*, *Axis*, dan *Baxis*, yang mencakup tiga dimensi warna yaitu *L* (*Lightness*), *A* (*Green to Red*), *B* (*Blue to Yellow*).

2.2.13 Akurasi

Akurasi merupakan indikator kedekatan hasil analisis dengan nilai yang sebenarnya. Di sisi lain, presisi menilai konsistensi hasil analisis yang diperoleh dari serangkaian pengukuran berulang pada objek yang sama. Nilai presisi dapat dihitung menggunakan simpangan baku atau koefisien variasi. Dalam konteks pengukuran atau percobaan, akurasi dan presisi dapat saling berkaitan erat. Akurasi dan presisi merupakan dua konsep penting dalam pengukuran dan analisis data. Meskipun kedua konsep ini saling terkait, namun tidak selalu berjalan seiring. Pengukuran yang akurat belum tentu presisi, dan sebaliknya. Dalam mencapai hasil yang optimal, usaha untuk meningkatkan akurasi dan presisi perlu dilakukan secara bersamaan saat melakukan pengujian atau percobaan. Dalam perhitungan nilai akurasi bisa dilihat pada persamaan (2.1).

$$Akurasi = 100\% - (Rata - rata Error\%) \quad (2.1)$$

Pentingnya akurasi dan presisi dalam pengukuran ini, akurasi memastikan kedekatan hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya dan presisi mengukur konsistensi hasil pengukuran yang berulang dalam kondisi yang sama. Perubahan nilai presisi dapat disebabkan oleh kesalahan acak dalam proses pengukuran.

Beberapa faktor seperti ketidaksempurnaan alat ukur, gangguan eksternal, dan fluktuasi acak dalam proses pengukuran dapat memengaruhi sebuah presisi. Nilai presisi jika semakin tinggi nilai presisi, dan semakin kecil deviasi antar hasil pengukuran. Hal ini menunjukkan konsistensi yang tinggi, meminimalkan variasi antar pengukuran.

Dalam mengevaluasi akurasi pengukuran, dua metode statistik umum digunakan yaitu *error* absolut dan *error* relatif. *Error* absolut di definisikan sebagai nilai mutlak selisih antara nilai aktual (x) dan nilai observasi (x'). Perhitungan *error* absolut dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.2) [31].

$$\epsilon_A = |x - x'| \quad (2.2)$$

Error relatif merupakan salah satu metode penting dalam statistik untuk mengukur tingkat ketepatan atau akurasi suatu pengukuran. Metode ini membandingkan nilai yang diamati (x') dengan nilai sebenarnya (x) dan menghasilkan nilai tanpa satuan yang menunjukkan persentase selisih antara kedua nilai tersebut. Perhitungan *error* relatif dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.3) [32].

$$\epsilon_R = \left| \frac{x - x'}{x} \right| \quad (2.3)$$

Dalam hal lain untuk memperoleh suatu keakuratan sensor dengan cara pengujian. Pengujian akurasi dan presisi pada suatu prototipe yang telah dibuat dapat dilakukan dengan cara membandingkan alat kalibrasi sensor sebagai alat yang sudah pasti. Melalui persamaan matematis tertentu, perbedaan antara hasil sensor prototipe dan alat kalibrasi dianalisis untuk menentukan tingkat akurasi dan presisi prototipe tersebut. Dengan demikian, pengujian ini tidak hanya memastikan bahwa sensor bekerja dengan benar, tetapi juga memberikan jaminan bahwa hasil pengukurannya dapat diandalkan dalam aplikasi nyata. Perhitungan terkait alat kalibrasi dengan sensor prototipe yang telah dibuat pada persamaan (2.4) [11].

$$Akurasi = \frac{\text{hasil pengujian alat} - \text{hasil alat pembanding}}{\text{hasil pengujian alat pembanding}} \times 100\% \quad (2.4)$$

2.2.14 Delay

Delay dapat diartikan sebagai latensi. *Delay* merupakan salah satu parameter penting dalam *QoS* yang mengukur waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak dari sumber *source* ke tujuan lokasi *destination* dalam suatu jaringan komunikasi. Parameter ini sangatlah krusial dalam berbagai aplikasi, seperti streaming video, *game online*, dan komunikasi *realtime* lainnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi *delay* dapat diuraikan sebagai berikut [33]:

1. Jarak, semakin jauh jarak antara *source* dan *destination*, semakin lama pula waktu yang dibutuhkan sinyal untuk mencapai tujuan.
2. Kondisi media fisik seperti kabel atau gelombang radio, dapat memengaruhi kecepatan transmisi data. Media fisik yang rusak atau berkualitas rendah dapat menyebabkan *delay* yang lebih lama.
3. *Kongesti* kemacetan jaringan terjadi ketika terlalu banyak data yang ingin ditransmisikan pada saat yang sama. Hal ini dapat menyebabkan antrian data yang panjang dan *delay* yang lebih lama.
4. Waktu pemrosesan, waktu yang dibutuhkan oleh perangkat jaringan, seperti *router* atau *switch*, untuk memproses data juga dapat memengaruhi *delay*.