

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Sensor

Sensor adalah alat untuk mendeteksi sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya.

Sensor merupakan bagian transduser yang berfungsi untuk melakukan *sensing* atau “merasakan dan menangkap” adanya perubahan energi eksternal yang akan masuk ke bagian input dari transduser, sehingga perubahan kapasitas energi yang ditangkap segera dikirim kepada bagian konverter dan transduser untuk diubah menjadi energi listrik. Sensor dalam melakukan *sensing* harus memenuhi persyaratan-persyaratan kualitas yakni :

1. Linieritas : konversi harus benar-benar proposional jadi, karakteristik konversi harus linier.
2. Tidak tergantung temperatur : keluaran konverter tidak boleh tergantung pada temperatur di sekelilingnya, kecuali sensor suhu.
3. Kepekaan : kepekaan sensor harus dipilih sedemikian sehingga, pada nilai-nilai masukan yang ada dapat diperoleh tegangan listrik keluaran yang cukup besar.
4. Waktu tanggapan : waktu tanggapan adalah waktu yang diperlukan keluaran sensor untuk mencapai nilai akhirnya pada nilai masukan yang berubah secara mendadak. Sensor harus dapat berubah cepat bila nilai masukan pada sistem tempat sensor tersebut berubah.
5. Batas frekuensi terendah dan tertinggi : batas-batas tersebut adalah nilai frekuensi masukan periodik terendah dan tertinggi yang masih dapat dikonversi oleh sensor secara benar. Pada kebanyakan aplikasi disyaratkan bahwa frekuensi terendah adalah 0 Hz.

6. Stabilitas waktu : untuk nilai masukan (input) tertentu sensor harus dapat memberikan keluaran (output) yang tetap nilainya dalam waktu yang lama.
7. Histerisis : gejala histerisis yang ada pada magnetisasi besi dapat pula dijumpai pada sensor. Misalnya, pada suatu temperatur tertentu sebuah sensor dapat memberikan keluaran yang berlainan.

Empat sifat diantara syarat-syarat dia atas, yaitu linieritas, ketergantungan pada temperatur, stabilitas waktu dan histerisis menentukan ketelitian sensor.

(Guna M.W, <https://id.scribd.com/doc/116523114/Sensor-Warna>)

2.2. Warna

Warna adalah spektrum tertentu yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna (warna putih) yang merupakan pantulan tertentu dari cahaya yang dipengaruhi oleh pigmen yang terdapat di permukaan benda. Warna dapat didefinisikan secara obyektif/fisik sebagai sifat cahaya yang di pancarkan, atau secara subyektif/psikologis sebagai bagian dari pengalaman indera penglihatan. Secara obyektif atau fisik, warna dapat diberikan oleh panjang gelombang. Dilihat dari panjang gelombang, cahaya yang tampak oleh mata merupakan salah satu bentuk pancaran energi yang merupakan bagian yang sempit dari gelombang elektromagnetik. (Anonim, sipadu.isi-ska.ac.id/sidos/rpp/20142/rpp_92117.pdf)

Cahaya yang dapat ditangkap indera manusia mempunyai panjang gelombang 380 sampai 780 nanometer. Cahaya antara dua jarak nanometer tersebut dapat diurai melalui prisma kaca menjadi warna-warna pelangi yang disebut spektrum atau warna cahaya, mulai berkas cahaya warna ungu, violet, biru, hijau, kuning, jingga, hingga merah. Di luar cahaya violet terdapat gelombang-gelombang ultraviolet, sinar X, sinar gamma dan sinar kosmik. Di luar cahaya merah terdapat sinar inframerah, gelombang Hertz, gelombang Radio pendek dan gelombang radio panjang yang banyak digunakan untuk pemancaran radio dan TV.

(Satria Multimedia, http://www.satriamultimedia.com/artikel_teor_i_warna.html)

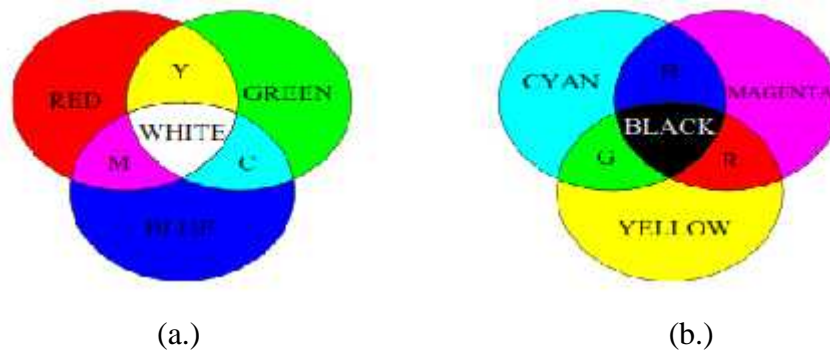
2.2.1. Jenis-Jenis Warna

Pada umumnya warna dibagi menjadi beberapa jenis kelompok warna yaitu warna primer, warna sekunder dan warna tersier. Jenis-jenis kelompok warna tersebut dijelaskan sebagai berikut.

1. Warna Primer

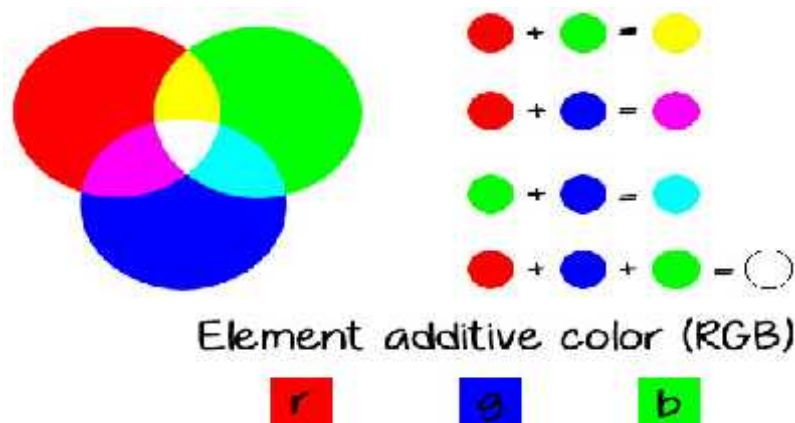
Pada tahun 1831, Sir David Brewster mengungkapkan bahwa warna primer adalah warna dasar yang tidak berasal dari campuran dari warna-warna lain. Ketiga warna itu adalah biru, merah dan kuning yang disebut juga sebagai *hue* dan sering dipakai dalam seni rupa. Secara teknis, warna merah, kuning, dan biru bukan warna pigmen primer. Tiga warna pigmen primer adalah *magenta*, kuning, dan *cyan*. Oleh karena itu, apabila menyebut merah, kuning, biru sebagai warna pigmen primer, maka merah adalah cara yang kurang akurat untuk menyebutkan *magenta*, sedangkan biru adalah cara yang kurang akurat untuk menyebutkan *cyan*.

Pada dasarnya warna primer adalah bukan milik cahaya, tetapi lebih merupakan konsep biologis yang didasarkan pada respon fisiologis mata terhadap cahaya. Cahaya adalah spektrum berkesinambungan dari panjang gelombang yang berarti bahwa terdapat jumlah warna yang tak terhingga. Akan tetapi, mata manusia normalnya hanya memiliki tiga jenis alat penerima yang disebut dengan sel kerucut (berada di retina). Ini yang merespon panjang gelombang cahaya tertentu. Warna primer aditif adalah warna primer cahaya. Media yang menggabungkan pancaran cahaya untuk menciptakan sensasi warna. Hasil eksperimen Maxwell menyimpulkan bahwa warna primer aditif adalah merah, hijau dan biru. Campuran warna cahaya merah dan hijau menghasilkan nuansa kuning atau orange. Campuran hijau dan biru menghasilkan nuansa cyan, sedangkan campuran merah dan biru menghasilkan nuansa ungu dan magenta. Campuran dengan proporsi seimbang dari warna primer aditif menghasilkan nuansa warna kelabu; jika ketiga warna ini disaturasikan penuh, maka hasilnya adalah warna putih. Ruang warna/model warna yang dihasilkan disebut dengan RGB (red, green, blue). Warna primer dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. (a.) Warna primer aditif (b.) Warna primer subtraktif (Pigmen)
(<https://www.repository.usu.ac.id>, 2017)

Model warna RGB yang terdiri atas 3 buah warna : merah (*Red*), hijau (*Green*), dan biru (*Blue*), yang ditambahkan dengan berbagai cara untuk menghasilkan bermacam-macam warna seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2, merupakan model warna yang paling sering dipakai. Contoh alat yang memakai mode warna ini yaitu TV, kamera, pemindai, komputer, dan kamera digital.



Gambar 2.2. Model warna RGB
(<http://fotografidesain.com/>, 2017)

Kegunaan utama model warna RGB adalah untuk menampilkan citra atau gambar dalam perangkat elektronik, seperti televisi dan komputer, walaupun juga telah digunakan dalam fotografi biasa. Sebelum era elektronik, model warna RGB telah memiliki landasan yang kuat berdasarkan pemahaman manusia terhadap teori trikromatik. Jika masing-masing warna memiliki range 0 - 255, maka totalnya adalah $255^3 = 16.581.375$ (16 K) variasi warna berbeda pada gambar, dimana

variasi warna ini cukup untuk gambar apapun. Karena jumlah bit yang diperlukan untuk setiap pixel, gambar tersebut juga disebut gambar-bit warna.

2. Warna Sekunder

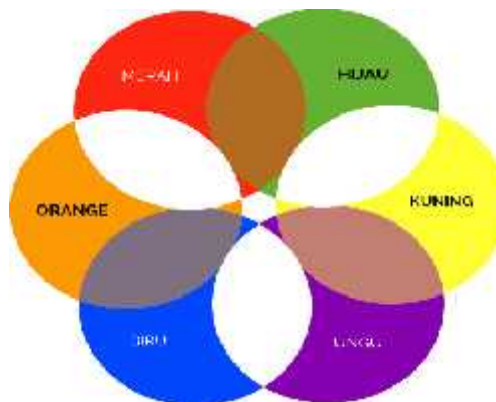
Warna sekunder merupakan pencampuran warna-warna primer dalam satu ruang warna. Contoh campuran warna cahaya merah dan biru menghasilkan warna ungu. Pada gambar 2.4. merupakan contoh pencampuran warna sekunder.



Gambar 2.3. Warna sekunder
(<https://www.repository.usu.ac.id>, 2017)

3. Warna Tersier

Warna tersier adalah warna yang dihasilkan dari campuran satu warna primer dengan satu warna sekunder. Contoh warna jingga kekuningan di dapat dari pencampuran warna primer kuning dan warna primer sekunder jingga. Istilah awal tersier awalnya merujuk pada warna-warna netral yang dibuat dengan mencampur tiga warna primer dalam satu buah ruang warna. Contoh pencampuran warna tersier dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.4. Warna tersier
(<https://www.repository.usu.ac.id>, 2017)

2.2.2. Warna Dalam Bentuk Gelombang

Gelombang pada dasarnya adalah suatu cara perpindahan energi dari satu tempat ke tempat lainnya. Energi dipindahkan melalui pergerakan lokal yang relatif kecil pada lingkungan sekitarnya. Energi pada sinar berjalan karena perubahan lokal yang fluktuatif pada medan listrik dan medan magnet, oleh karena itu disebut radiasi elektromagnetik.

Setiap warna mempunyai panjang gelombang dan frekuensi yang berbeda. Bentuknya dapat ditunjukkan dalam suatu bentuk gelombang sinusoida. Berikut gambar gelombang dari berbagai macam frekuensi warna :



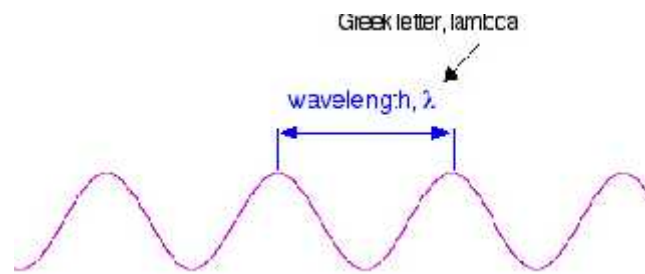
Gambar 2.5. Gelombang frekuensi warna cahaya
(<https://www.repository.usu.ac.id>, 2017)

Tabel 2.1. Panjang gelombang warna

Warna	Panjang Gelombang (nm)
Ungu	380 – 435
Biru	435 – 500
<i>Cyan</i>	500 – 520
<i>Hijau</i>	520 – 565
Kuning	565 – 590
Orange	590 – 625
Merah	625 – 740

(<https://www.repository.usu.ac.id>)

Jika kita menggambarkan suatu berkas sinar sebagai bentuk gelombang, jarak antara dua puncak atau jarak antara dua lembah atau dua posisi lain yang identik dalam gelombang dinamakan panjang gelombang (dapat dilihat pada gambar 2.7).



Gambar 2.6. Panjang gelombang
(<https://www.repository.usu.ac.id>, 2017)

2.3. Sensor Kamera Pixy CMUCam5

Pixy CMUCam5 merupakan *image sensor* dengan prosesor yang *powerful* yang diprogram untuk mengirimkan informasi berupa data gambar dalam bentuk proses penyaringan warna RGB, sehingga mikrokontroler dapat dengan mudah dalam hal proses pembacaan data. Proses pengiriman data pada Pixy CMUCam5 dapat dilakukan dengan berbagai jalur komunikasi data, diantaranya *UART serial*, *SPI*, *I2C*, *digital out* maupun *analog out*. Pixy CMUCam5 juga menggunakan warna dan saturasi sebagai sasaran utama pada pendeteksi gambar. Ini berarti bahwa pencahayaan atau *exposure* tidak akan mempengaruhi deteksi sensor pada suatu objek. Sensor ini dapat mengingat hingga 7 *signature* warna yang berbeda, yang berarti bahwa jika memiliki 7 objek yang berbeda dengan warna yang unik, algoritma warna penyaringan Pixy tidak akan memiliki masalah mengidentifikasi hal tersebut. Jika membutuhkan lebih dari tujuh, maka dapat menggunakan kode warna. Pixy CMUCam5 memiliki aplikasi open source yang disebut PixyMon. Setiap Pixy CMUCam5 dilengkapi dengan 6 – 10 pin kabel IDC.

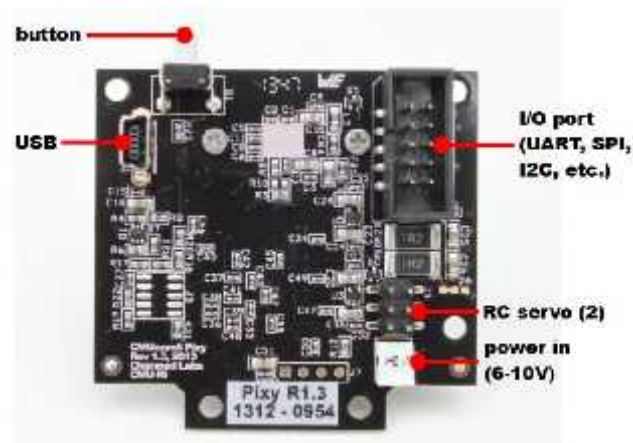
Pixy pertama-tama dikembangkan untuk dapat berkomunikasi dengan Arduino. Selama beberapa bulan terakhir Pixy telah dikembangkan dengan menambahkan dukungan untuk Arduino Due dan juga Raspberry Pi. *Library software* telah disediakan untuk semua platform sehingga proses pemrograman dapat berjalan dengan mudah dan cepat. Selain itu pada Pixy juga disediakan API Python jika menggunakan kontroler berbasis Linux (misalnya Raspberry Pi). Gambar 2.8 memperlihatkan bentuk fisik dari Pixy CMUCam5.



Gambar 2.7. Pixy CMUCam5
(<http://cmucam.org/projects/cmucam5>, 2017)

Pixy CMUCam5 menggunakan algoritma berbasis penyaringan warna untuk mendeteksi benda-benda. Metode penyaringan berdasarkan warna yang populer karena cepat, efisien, dan relatif kuat. Penyaringan warna yang biasa dikenal menggunakan RGB (merah, hijau, dan biru) untuk mewakili warna. Pixy CMUCam5 menghitung warna dan saturasi dari setiap pixel RGB dari sensor dan menggunakan inti sebagai parameter penyaringan utama. Perubahan pencahayaan dan paparan dapat memiliki *frustrating effect* pada algoritma penyaringan warna. Adapun Spesifikasi Pixy CMUCam5 sebagai berikut.

- Processor : NXP LPC4330, 204 MHz, dual core
- Image sensor : Omnivision, OV9715, ¼", 1280x800
- Lens field-of-view : 75⁰ horizontal dan 47⁰ vertikal
- Tipe Lensa : standard M12 (several different types available)
- Konsumsi daya : 140mA
- Power input : USB input (5V) atau *unregulate* input (6V sampai 10V)
- RAM : 264 Kb
- Flash : 1 Mb
- Available data output : UART serial, SPI, I2C, USB, digital, analog
- Dimensi : 2,1" x 2,0" x 1,4"
- Berat : 27 gram



Gambar 2.8. Bagian-bagian Pixy CMUCam5
(<http://cmucam.org/projects/cmucam5>, 2017)

Pixy memproses seluruh bingkai gambar sebesar 640x400 setiap 1/50 detik (20 milidetik). Ini berarti bahwa untuk mendapatkan semua posisi objek terdeteksi hanya membutuhkan waktu setiap 20 ms. Bagian-bagian dari pixy CMUCam5 dapat dilihat pada gambar 2.9.

2.4. Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output seperti yang diinginkan. Jadi, mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik.

Mikrokontroler ada pada perangkat elektronik sekeliling kita, misalnya Handphone, MP3 Player, DVD, Televisi, AC, dll. Mikrokontroler juga dapat mengendalikan robot karena komponen utama Arduino adalah mikrokontroler, maka Arduino dapat digunakan sesuai kebutuhan kita.

Arduino memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkat kontroler lainnya diantaranya adalah:

- Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari Arduino IDE.

- Sudah memiliki sarana komunikasi USB sehingga, pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya.
- Memiliki modul siap pakai (*Shield*) yang bisa ditancapkan pada board arduino. Contohnya *shield GPS, Ethernet*, dll.

Arduino Uno merupakan salah satu jenis arduino dengan menggunakan chip Atmega328. *Board* ini memiliki pin I/O sejumlah 14 buah digital I/O pin (6 pin diantaranya adalah PWM) dan 6 pin analog input. Arduino Uno dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah cukup lengkap, dan hampir memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC.

Board Arduino Uno dapat ditenagai dengan power yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via power supply eksternal dengan tegangan berkisar 7 Volt hingga 12 Volt. Gambar 2.10 menunjukkan bentuk fisik dari arduino uno. (Anonim, <http://illearning.me/sample-page-162/arduino/pengertian-arduino-uno/>)



Gambar 2.9. Bentuk fisik Arduino Uno

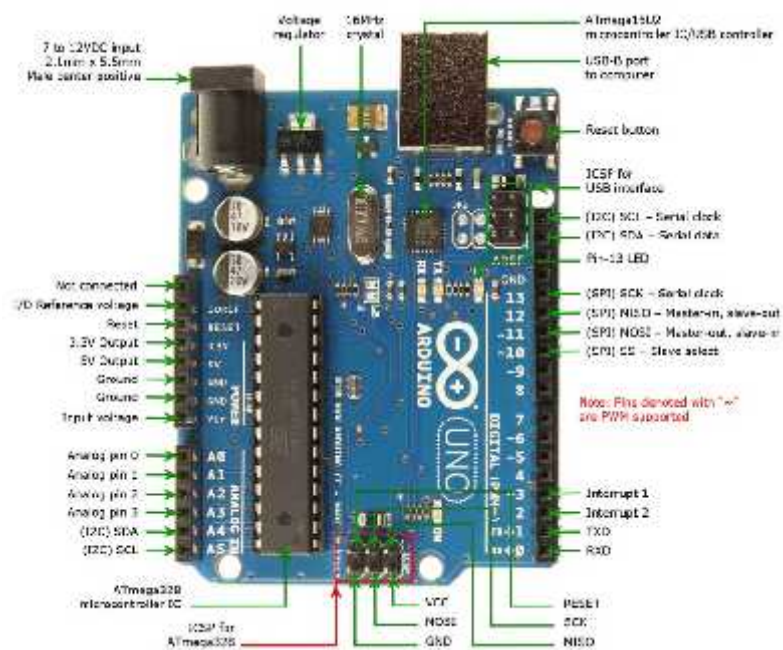
(<http://illearning.me/sample-page-162/arduino/pengertian-arduino-uno/>, 2017)

Arduino Uno terbentuk dari prosessor yang dikenal dengan Mikrokontroler ATmega 328. Mikrokontroler ATmega 328 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi

yang menjadikannya sebagai solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan. Fitur-fitur tersebut antara lain :

- Tegangan operasi sebesar 5 V.
- Tegangan *input* sebesar 6 – 20 V.
- Tegangan *input* yang disarankan 7 – 12 V.
- Jumlah *pin I/O digital* sebanyak 14 *pin* dimana 6 *pin* diantaranya merupakan keluaran dari PWM.
- Jumlah *pin I/O analog* sebanyak 6 *pin*.
- Arus DC tiap *pin I/O* sebesar 40 mA.
- Arus DC untuk *pin 3.3 V* sebesar 50 mA.
- *Flash memory* sebesar 32 Kb dan sekitar 0,5 Kb digunakan oleh *bootloader*.
- SRAM 2 Kb.
- EEPROM 1 Kb.
- Kecepatan *clock* sebesar 16 MHz.

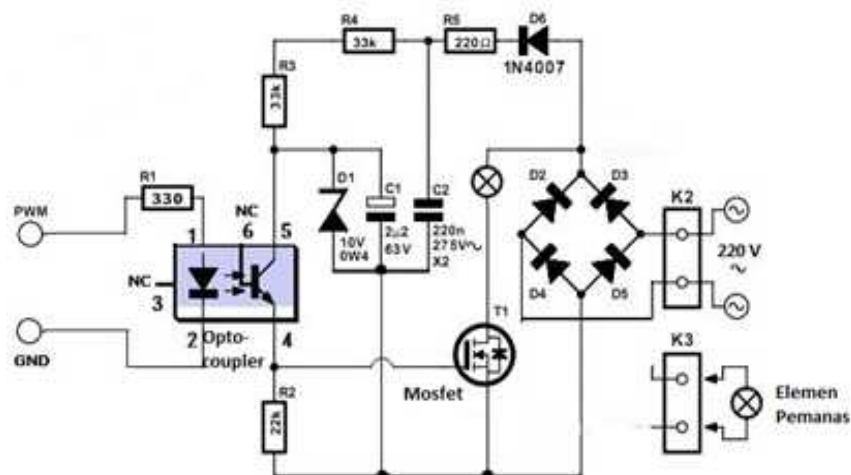
Semua fitur-fitur tersebut dapat dimanfaatkan dengan menyambungkan pada pin-pin yang ada di arduino uno, dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.10. Board Arduino Uno
(Data sheet Arduino Uno Atmega328, 2017)

2.5. Driver MOSFET

Driver MOSFET adalah saklar elektronik yang menggunakan transistor jenis *mosfet* sebagai komponen utamanya. MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) memiliki impedansi masukan sangat tinggi sehingga dengan menggunakan MOSFET sebagai saklar elektronik, memungkinkan untuk menghubungkannya dengan semua jenis gerbang logika. Dengan menjadikan MOSFET sebagai saklar, maka dapat digunakan untuk mengendalikan beban dengan arus yang tinggi dan biaya yang lebih murah daripada menggunakan *transistor bipolar* atau *relay*. Untuk membuat MOSFET sebagai saklar maka hanya menggunakan MOSFET pada kondisi saturasi (ON) dan kondisi cut-off (OFF).



Gambar 2.11. Rangkaian *Driver* MOSFET

(<http://www.instructables.com/id/AC-PWM-Dimmer-for-Arduino/>, 2017)

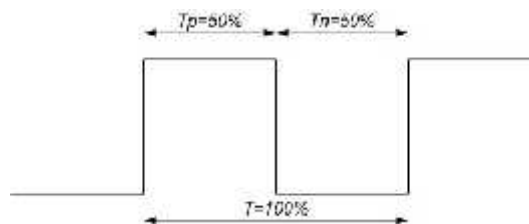
Driver MOSFET memiliki prinsip kerja seperti *dimmer* dimana pengaturan tegangan dan arus akan memanfaatkan sistem PWM (*Pulse With Modulation*). Gambar 2.17 merupakan rangkaian *driver* MOSFET yang digunakan pada alat ini. Sinyal PWM yang berasal dari port output analog arduino akan memicu aktifnya led inframerah yang terdapat di dalam optocoupler. Optocoupler sendiri terdiri dari dua buah komponen yakni led inframerah dan photo transistor. Photo transistor memiliki sifat peka terhadap perubahan cahaya led inframerah yang dihasilkan. Ketika led inframerah aktif maka, hambatan pada photo transistor akan menurun

drastis sesuai dengan ritme pulsa yang telah diatur sehingga arus positif yang berasal dari dioda D6 akan dihambat oleh resistor R5 kemudian akan distabilisasi oleh resistor R3 dan resistor R4 melalui dioda zener. Arus dengan tegangan 10V akan masuk ke photo transistor dan membuat hubungan antara *Drain* (D) dan *Source* (S) mosfet aktif. Hubungan tersebut akan menyalakan beban apapun termasuk elemen pemanas yang digunakan. Kondisi ini merupakan mosfet dalam keadaan saturasi (ON). Jika led inframerah tidak mendapat sinyal PWM maka hambatan pada photo transistor memiliki hambatan yang maksimum. Tegangan pada *Gate* (G) sangat kecil sehingga tidak ada tegangan input yang masuk pada MOSFET sehingga MOSFET dalam keadaan *cutt-off* (OFF).

2.5.1. PWM (*Pulse With Modulation*)

PWM adalah salah satu teknik modulasi dengan mengubah lebar pulsa dengan nilai amplitudo dan frekuensi yang tetap. Satu siklus pulsa merupakan kondisi *high* kemudian berada di zona transisi ke kondisi *low*. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Atau Modulasi PWM dilakukan dengan cara mengubah perbandingan lebar pulsa positif terhadap lebar pulsa negative ataupun sebaliknya dalam frekuensi sinyal yang tetap. Artinya, total 1 Periode pulsa dalam PWM adalah tetap.

Duty Cycle merupakan representasi dari kondisi logika *high* dalam suatu periode sinyal dan di nyatakan dalam bentuk (%) dengan range 0% sampai 100%, sebagai contoh jika sinyal berada dalam kondisi *high* terus menerus artinya memiliki *duty cycle* sebesar 100%. Jika waktu sinyal keadaan *high* sama dengan keadaan *low* maka sinyal mempunyai *duty cycle* sebesar 50% seperti pada gambar 2.13.



Gambar 2.12. Siklus *duty cycle* PWM pada keadaan 50%
(<http://depokinstruments.com/2016/06/16/pwm>, 2017)

PWM sebagai data keluaran dapat digunakan sebagai pengendali suatu perangkat. Salah satunya adalah pada alat ini akan dimanfaatkan untuk pengaturan suhu yang digunakan dimana PWM ini akan mengatur tegangan (daya) pada elemen pemanas sehingga akan didapat suhu yang dikehendaki. Semakin besar lebar pulsa PWM positif maka akan semakin besar panas pada elemen. Dalam menggunakan PWM tentunya harus memakai suatu sistem kendali sebagai contohnya kontrol PID dan logika *fuzzy*. Pada alat ini menggunakan logika *fuzzy* karena dibanding dengan kontrol PID, logika *fuzzy* tidak serumit kontrol PID.

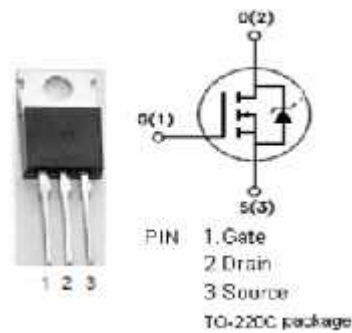
Logika *fuzzy* merupakan logika yang berhadapan langsung dengan konsep kebenaran sebagian, dimana logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat di ekspresikan dalam binary 0 atau 1 dan memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam sistem fuzzy, yaitu:

1. Variable *Fuzzy*, merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.
2. Himpunan *Fuzzy*, merupakan suatu grup yang memiliki suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*
3. Semesta Pembicaraan, adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa bertambah secara monoton dari kiri ke kanan atau sebaliknya. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif.
4. Domain himpunan *fuzzy*, adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa bertambah secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

2.5.2. MOSFET (Metal Oxide Semiconductor FET) IRF840

IRF840 merupakan salah satu macam FET (Field Effect Transistor) yaitu MOSFET (Metal Oxide Semiconductor FET). Kelebihan MOSFET dibanding dengan transistor biasa adalah penguatannya yang besar. IRF840 adalah salah satu jenis transistor yang khusus. Tidak seperti transistor biasa yang akan menghantarkan bila diberi arus basis, transistor jenis ini akan menghantarkan bila diberi tegangan. MOSFET ini memiliki 3 kaki yaitu Gate (G) adalah kaki input, Drain (D) adalah kaki output dan Source (S) adalah kaki sumber. Dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2.13. Bentuk fisik dan simbol MOSFET IRF840
(<http://www.datasheetq.com>, 2017)

IRF840 digunakan pada rangkaian *driver* MOSFET karena MOSFET jenis ini dapat menahan tegangan V_{DSS} sebesar 500 V. Jika menggunakan MOSFET yang tegangan V_{DSS} hanya 200 V, maka MOSFET tidak mampu menahan tegangan yang berasal dari listrik pln yakni 220 V. Alhasil akan terjadi ledakan korsleting listrik.

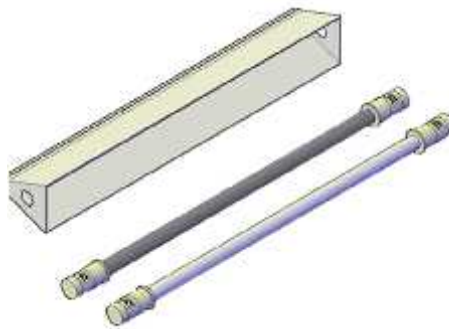
Adapun spesifikasi dari IRF840 yakni :

- MOSFET dengan tipe N-Channel
- Tegangan V_{DSS} mencapai 500 V
- Resistansi $R_{DS(on)}$ sebesar 0,85 Ω
- Arus I_D mencapai 8 A
- Disipasi Daya P_D sebesar 125 W
- Tegangan *Gate to Source* $V_{GS} \pm 20$ V
- *Operating Junction* dan temperatur penyimpanan – 55 sampai + 150 °C

- *Pulse Width* $\leq 300 \mu\text{s}$
- *Duty Cycle* $\leq 2 \%$

2.6. Elemen Pemanas

Pada rancang bangun alat pemanggang kue ini menggunakan elemen pemanas untuk memanggang kue kering, panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas bersumber dari kawat ataupun pita bertahan listrik tinggi (*resistance wire*). Bahan yang digunakan adalah niklin yang dapat dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik sehingga aman untuk digunakan. Elemen ini diperkirakan memiliki daya 400 watt dan bisa memanaskan hingga suhu 250°C . Elemen pemanas bersifat non polar, dimana tidak memiliki kutub positif dan kutub negatif. Gambar 2.13 menunjukkan elemen pemanas.



Gambar 2.14. Elemen pemanas silica
(Haris Rachmad. 2015)

2.7. *Liquid Display Cristal (LCD)*

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi

sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. Pada gambar 2.14 merupakan tampilan dari LCD.



Gambar 2.15. LCD (*Liquid Cristal Display*)
(<http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>, 2017)

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat mikrokontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*). Mikrokontroller pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroler internal LCD yaitu :

- DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
- CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
- CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah.

- Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (*Liquid Cristal Display*) pada saat proses

penulisan data atau tempat status dari panel LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dibaca pada saat pembacaan data.

- Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau keDDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut keDDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

- Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.
- Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
- Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

(Anonim, <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>)

2.8. DC Brushless Fan

DC *Brushless Fan* merupakan salah satu jenis *cooling fan* yang dipakai untuk mengeluarkan panas dan menggantinya dengan udara segar pada peralatan elektronika.

DC *Brushless Fan* terdiri dari :

- Rangkaian elektronik untuk menghasilkan daya yang dapat memutar baling-baling (*impeller*) fan.
- Core yaitu lilitan yang dapat menghasilkan tenaga dorong (*force*) untuk memutar baling-baling.
- *Impeller* yaitu baling-baling yang berputar.

Kecepatan aliran udara pada DC *Brushless Fan* biasanya mencapai 93 CFM (satuan aliran udara) dengan bekerja pada tegangan 12 volt dan arus 580 mA. Gambar 2.15 menunjukkan bentuk fisik dari DC *Brushless Fan*.



Gambar 2.16. DC *Brushless Fan*
(Febriyanto, Bayu. 2010)