

BAB II

LANDASAN TEORI

II.1. Perancangan

Perancangan atau desain didefinisikan sebagai proses aplikasi berbagai teknik dan prinsip bagi tujuan pendefinisian suatu perangkat, suatu proses atau sistem dalam detail yang memadai untuk memungkinkan realisasi fisiknya.

Untuk mengendalikan proses desain, A. Davis mengusulkan serangkaian prinsip-prinsip dasar dalam perancangan/desain sebagai berikut:

1. Desain tidak boleh menderita karena *tunnel vision* (visi terowongan).
2. Desain tidak boleh berulang.
3. Desain harus terstruktur untuk mengakomodasi perubahan.
4. Desain harus terstruktur untuk berdegradasi dengan baik, bahkan pada saat data dan *event-event* (kejadian-kejadian) menyimpang atau menghadapi kondisi operasi.
5. Desain bukan pengkodean dan pengkodean bukanlah desain.
6. Desain harus dinilai kualitasnya pada saat desain dibuat, bahkan setelah jadi.
7. Desain harus dikaji untuk meminimalkan kesalahan-kesalahan *konseptual* (*semantik*) [6].

Pada umumnya sekarang ini masih banyak dijumpai produksi penyusunan gelas plastik berdasarkan warna yang dilakukan secara manual, sehingga masih diragukan tingkat konsistensinya. Tingkat konsistensi manusia tidaklah selalu stabil, sehingga tingkat keakuratan dalam proses produksi penyusunan gelas

plastik berdasarkan warna masih rendah dan memakan waktu yang lama. Untuk mengatasi masalah ini perlu adanya perencanaan yang tepat untuk membuat alat yang dapat membantu proses produksi penyusun gelas plastik berwarna dengan baik dan efisien.

Dengan memanfaatkan teknologi, maka dapat membuat alat yaitu robot. Robot merupakan salah satu alat bantu yang dalam kondisi tertentu sangat diperlukan dalam industri. Terdapat kondisi tertentu dalam industri yang mungkin tidak dapat ditangani manusia seperti tingkat akurasi yang tinggi, tenaga yang besar dan resiko yang tinggi. Keadaan-keadaan ini dapat diatasi dengan robot, salah satunya yaitu robot dengan tipe lengan. Robot tipe lengan ini dapat berfungsi untuk menyusun dan memilah warna barang yang aplikasinya dapat digunakan dalam pengemasan barang, dimana barang yang tampak dalam jangkauan sensor dari robot akan disusun dan dipindahkan ke sebuah kemasan berdasarkan warna barang tersebut. Hal tersebut akan semakin mudah jika pada sistem robot tersebut diberikan algoritma buatan yang dapat mengenali objek warna dan kemudian memandu lengan robot untuk memindahkan barang secara otomatis tanpa perlu adanya inputan secara manual.

II.2. Robot

Teknologi robotika berkembang pesat seiring meningkatnya kebutuhan robot cerdas. Kata robot sudah tidak asing lagi ditelinga kita. Kata Robot Berasal dari bahasa *Czech*, *robota* yang berarti “bekerja”. Kata robot diperkenalkan oleh Karel Capek saat mementaskan RUR (*Rossum's Universal Robots*) pada tahun

1921 [3].

Awal kemunculan robot dapat ditelusuri dari bangsa Yunani kuno yang membuat patung yang dapat dipindah-pindahkan. Sekitar 270 BC, *Ctesibus*, seorang insinyur Yunani, membuat organ dan jam air dengan komponen yang dapat dipindahkan. Pada zaman Nabi Muhammad SAW, telah dibuat mesin perang yang menggunakan roda dan dapat melontarkan bom. Bahkan, Al-Jajari (1136-1206) seorang ilmuwan islam pada dinasti *artuqid* yang dianggap pertama kali menciptakan robot humanoid yang berfungsi sebagai 4 musisi.

II.3. Robot Penyusun

Prinsip robot penyusun adalah melihat objek dengan warna lalu mengambil objek tersebut dan meletakkan ke tempat yang sesuai. Pengambilan barang dapat dilakukan menggunakan *kit Gripper*/lengan robot yang dapat digerakkan menggunakan servo atau motor DC, sebagai aktuator lainnya digunakan servo beroda [1].

II.4. Gelas Plastik

Gelas Plastik bewarna adalah salah satu benda yang difungsikan sebagai tempat untuk menampung air minum. Gelas plastik warna memiliki ukuran dan desain yang bervariasi juga memiliki harga yang lebih terjangkau. Selain memiliki fungsi sebagai tempat menampung untuk air minum, gelas plastik juga mudah dibawa, diangkat dan tidak menimbulkan rawan pecah sehingga tidak perlu khawatir untuk mengangkat atau membawanya kemana-mana.

II.5. Metode Full Out

Metode *full out* dalam bahasa Indonesia, penuh keluar yang berarti ketika susunan suatu barang telah mencapai batas maksimal atau penuh maka barang tersebut akan dikeluarkan terlebih dahulu.

II.6. Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino merupakan mikrokontroler yang memang dirancang untuk bisa digunakan mudah oleh para seniman dan desainer. Dengan demikian, tanpa mengetahui bahasa pemrograman, *arduino* bisa digunakan untuk menghasilkan karya yang canggih [4].

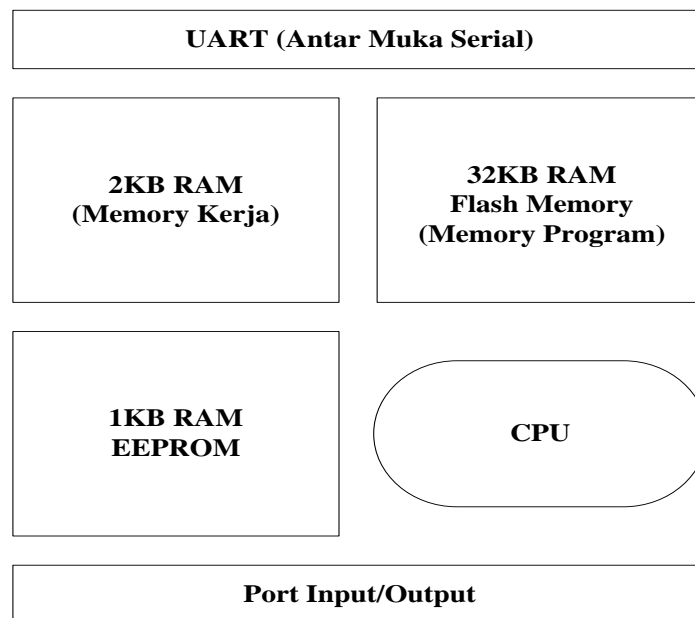
Arduino Uno adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan atmel. *Arduino* adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis Atmega328. *Arduino* memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai out PWM, 6 *analog input*, *crystal oscillator* 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, kepala ICSP, dan tombol reset. *Arduino* mampu mensupport mikrokontroler agar dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.



Gambar II.1. Mikrokontroler Arduino Uno

Sumber : (Yuwono Marta Dinata, 2015)

II.6.1. Arsitektur Arduino Uno



Gambar II.2. Blok Diagram Fungsional Arduino Uno

Sumber : (Yuwono Marta Dinata, 2015)

Dalam gambar tersebut dapat dilihat bahwa *Arduino Uno* memiliki bagian sebagai berikut:

1. **Universal Asynchoronous Receiver/Transmitter (UART)** adalah antarmuka yang digunakan untuk komunikasi serial, seperti pada RS-232, RS-422, dan RS-485.
2. **2KB RAM** pada memory kerja bersifat *Volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variabel-variabel didalam program.
3. **32KB ROM flash** memory bersifat non-*Volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, *flash* memory juga menyimpan *bootloader*.
4. **Bootloader** adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah *bootloader* selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.
5. **1KB EEPROM** bersifat non-*volatile* digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan.
6. **Central Processing Unit (CPU)**, bagian dari mikrokontroler untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
7. **Port Input/Output (I/O)**, pin-pin untuk menerima data (*input*) digital atau analog, dan mengeluarkan data (*output*) digital atau analog.

II.6.2. Fitur Arduino Uno

Kapasitas detail *Arduino Uno* adalah sebagai berikut :

1. *Pinout* : menambahkan SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin *reset*, dengan IO REF yang memungkinkan sebagai *buffer* untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari board sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan *Prosesor* yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan *Arduino Karena* yang beroperasi dengan 3.3V. Yang kedua adalah pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.
2. Sirkuit *reset*.
3. Kabel USB *board Arduino Uno*.

Deskripsi *Arduino Uno*

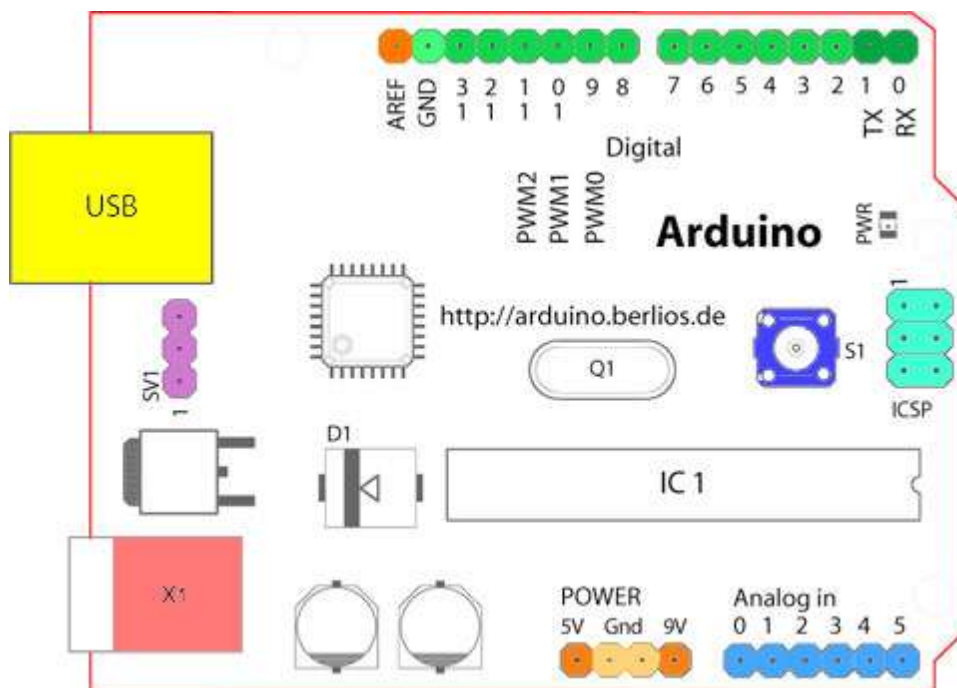
Tabel 2.1. Deskripsi *Arduino Uno*

Mikrokontroler	Atmega328
Operasi <i>Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage</i>	7-12 V (Rekomendasi)
I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
Arus	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32KB
<i>Bootloader</i>	SRAM 2KB
<i>EEPROM</i>	1KB
Kecepatan	16 Mhz

Sumber : (<http://www.lESElektronika.com>)

II.6.3. Konfigurasi Pin Arduino Uno

Konfigurasi pin *Arduino Uno* dapat dilihat pada Gambar II.3. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin *Arduino Uno* sebagai berikut :



Gambar II.3. Pin *Arduino Uno*

Sumber : (Yuwono Marta Dinata, 2015)

- 1. 14 pin input/output digital (0-13),** Berfungsi sebagai input atau output, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan output-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

2. **USB** Berfungsi untuk Memuat program dari komputer ke dalam papan, komunikasi serial antara papan dan komputer dan memberi daya listrik kepada papan.
3. **Q1 – Kristal (*quartz crystal oscillator*)** Jika mikrokontroler dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada mikrokontroler agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).
4. **Tombol reset S1** berfungsi untuk me-reset papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan mikrokontroler.
5. ***In-Circuit Serial Programming (ICSP)***, port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram microcontroller secara langsung, tanpa melalui bootloader. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.
6. ***Vin*** berfungsi sebagai input tegangan ke board *Arduino* ketika menggunakan sumber daya eksternal. *Vin* dapat menyediakan tegangan atau jika ingin memasok tegangan melalui colokan listrik, gunakan *Vin*.
7. **6 pin *input analog (0-5)***, pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

II.7. Motor Servo

Motor DC sering disebut “motor servo”. Dalam realitanya, berbeda dengan motor DC. Motor servo merupakan motor DC yang mempunyai kualitas tinggi. Motor ini sudah dilengkapi dengan sistem kontrol. Pada aplikasinya, motor servo sering digunakan sebagai kontrol loop tertutup, sehingga dapat menangani perubahan posisi secara tepat dan akurat begitu juga dengan pengaturan kecepatan dan percepatan [3].

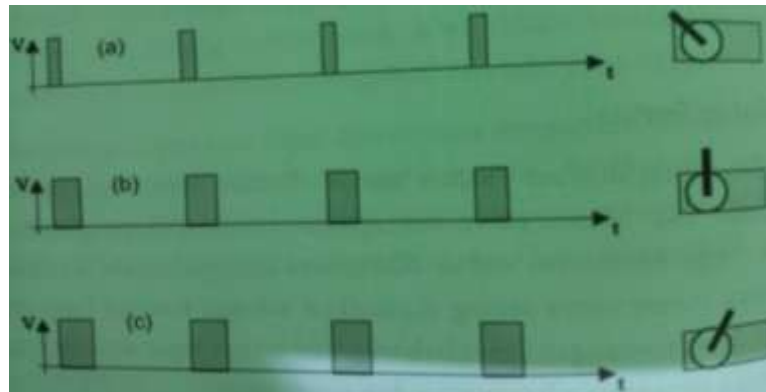


Gambar II.4. Motor Servo

Sumber : (DR. Widodo Budiharto, 2014)

Bentuk fisik dari motor servo dapat dilihat pada gambar II.4. Sistem pengkabelan motor servo terdiri dari 3 bagian, yaitu Vcc, Gnd, dan Kontrol (PWM). Penggunaan PWM pada motor servo berbeda dengan penggunaan PWM pada motor DC. Pada motor servo, pemberian nilai PWM akan membuat motor servo bergerak pada posisi tertentu lalu berhenti (kontrol posisi).

Pengaturan dapat menggunakan delay pada setiap perpindahan dari posisi awal menuju posisi akhir. Motor servo dibedakan menjadi 2, yaitu continuous servo motor dan uncontinuous servo motor. Pada continuous servo motor, motor servo dapat berputar penuh 360° sehingga memungkinkan untuk bergerak rotasi.



Gambar II.5. Pengontrolan Motor Servo

Sumber : (Dr. Widodo Budiharto, 2014)

Prinsip utama pada pengontrolan motor servo adalah pemberian nilai PWM pada kontrolnya. Perubahan *duty cycle* akan menentukan perubahan posisi dari motor servo. Agar lebih jelas perhatikan gambar II.5. Frekuensi PWM yang digunakan pada pengontrolan motor servo selalu mempunyai frekuensi 50 Hz sehingga pulsa yang dihasilkan setiap 20 ms. Lebar pulsa menentukan posisi servo yang dikehendaki. Sebagai contoh lebar 0.7 ms akan memutar disk ke posisi paling kiri (-120°) seperti pada gambar II.5. (a) dan lebar 1.7 ms akan merotasi disk ke posisi paling kanan (120°) seperti pada gambar II.5. (b).

II.8. LCD 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot

matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan back light.



Gambar II.6. Bentuk Fisik LCD 16x2

Sumber : (<http://www.lselektronika.com>)

Spesifikasi Kaki LCD 16 x 2

Tabel 2.2. Spesifikasi Kaki LCD 16 x 2

Pin	Deskripsi
1	<i>Ground</i>
2	Vcc
3	Pengatur kontras
4	“RS” <i>Instruction/Register Select</i>
5	“R/W” <i>Read/Write LCD Registers</i>
6	“EN” <i>Enable</i>
7-14	Data I/O Pins
15	Vcc
16	<i>Ground</i>

Sumber : (<http://www.lESElektronika.com>)

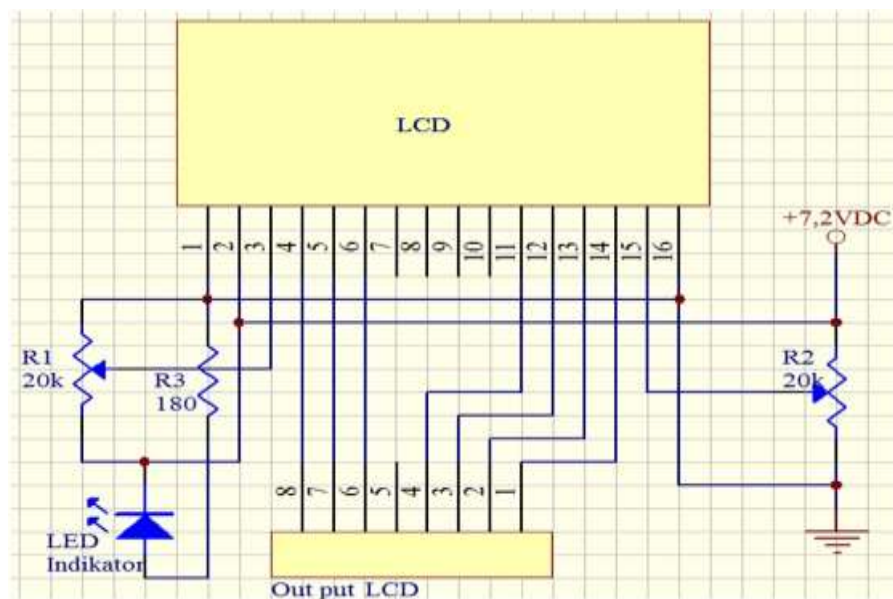
Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah “0”. Bus data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada *table* deskripsi, *interface* LCD merupakan sebuah parallel bus, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8-bit dikirim ke LCD secara 4-bit atau 8 bit pada satu waktu. Jika mode 4-bit yang digunakan, maka 2 *nibble* data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8-bit (pertama dikirim 4-bit MSB lalu 4-bit LSB dengan pulsa clock EN setiap nibblenya). Jalur kontrol EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa

mikrokontroller mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus menset EN ke kondisi *high* “1” dan kemudian menset dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus. Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke “0” dan tunggu beberapa saat (tergantung pada datasheet LCD), dan set EN kembali ke *high* “1”. Ketika jalur RS berada dalam kondisi *low* “0”, data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor dll). Ketika RS dalam kondisi *high* atau “1”, data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf “A” pada layar maka RS harus diset ke “1”. Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi *low* (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi *high* “1”, maka program akan melakukan query (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu *Get* LCD status (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu diset ke “0”. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung mode yang dipilih pengguna), DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirim data secara parallel baik 4-bit atau 8-bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi *interface* LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting.

Mode 8-bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk kontrol, 8 pin untuk data). Sedangkan mode 4 bit minimal hanya membutuhkan 7-bit (3 pin untuk kontrol, 4 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih

apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroller dan LCD. Jika bit ini di set ($RS = 1$), maka byte pada posisi kursor LCD saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di reset ($RS = 0$), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca.

Untuk gambar skematik LCD 16x2 adalah sebagai berikut :



Gambar II.7. Skematik LCD 16 x 2

Sumber : (<http://www.lESElektronika.com>)

II.9. RGB dan Sensor Warna TCS3200

RGB (Red Green Blue) adalah Ruang warna asli yang digunakan pada sistem grafik komputer, yang merupakan sistem warna untuk menangkap gambar. RGB digunakan karena mata manusia sensitif terhadap warna merah, hijau dan biru [1].

Sensor warna yang digunakan adalah sensor warna jenis DT Sense Color yang merupakan modul sensor warna berbasis sensor TAOS TCS3200D yang

dapat mengenali/mendeteksi warna RGB dari sebuah benda/obyek.

Gambar sensor warna TCS3200D ditunjukkan pada gambar II.8.



Gambar II.8. Sensor TCS 3200D

Sumber : (<http://www.academia.edu>)

DT-SENSE *color* sensor memiliki spesifikasi sebagai berikut :

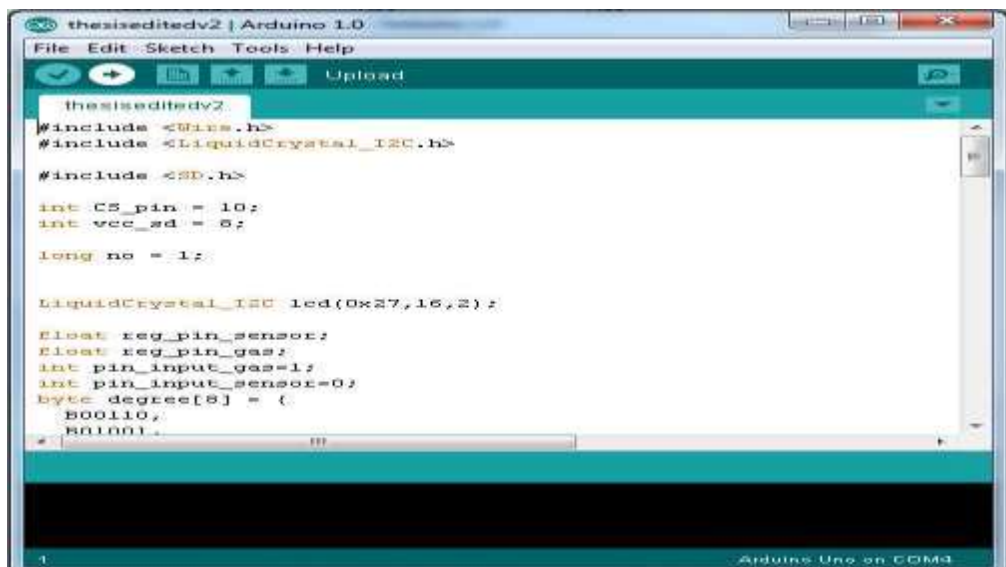
1. Mampu mengukur komponen warna RGB dari sebuah objek berwarna.
2. Berbasis sensor TAOS TCS3200D.
3. Tersedia LED putih untuk membantu pembacaan data warna pada obyek.
4. Pin *input/output* kompatibel dengan level tegangan TTL dan CMOS.
5. Dilengkapi dengan antarmuka UART TTL dan I²C.
6. Konfigurasi komunikasi serial adalah : *baudrate* 9600 bps, 8 data bit, 1 stop bit, tanpa *parity*, dan tanpa *flow control*.
7. Sumber catu daya menggunakan tegangan 4,8 – 5,4 VDC.
8. Antarmuka I²C mendukung bit *rate* data hingga 50 kHz

II.10. Bahasa Pemrograman

II.10.1. Arduino IDE

Software *Arduino* yang akan digunakan adalah *Integrated Development Environment* (IDE). IDE *arduino* adalah *software* yang sangat canggih, ditulis menggunakan JAVA. IDE *Arduino* terdiri atas:

1. **Editor program**, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
2. **Compiler**, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun, sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.
3. **Uploader**, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory didalam papan *arduino*.



Gambar II.9. *Arduino IDE*

Sumber : (Yuwono Marta Dinata, 2015)

II.11. Komunkasi Data

II.11.1.USB Board Arduino Uno

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, *Arduino* lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran *board* ini komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai com port virtual untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* *Arduino* menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Inf diperlukan. Perangkat lunak *Arduino* termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* *Arduino*. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi inteface pada sistem.



Gambar II.10. USB Board Arduino Uno

Sumber : (<http://www.tobuku.com>)

II.12. Android

Android adalah sistem operasi untuk perangkat selular yang berbasis Linux yang mencakup sistem operasi, *middleware* dan aplikasi [7].

Android menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang buat menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh bermacam peranti bergerak. Awalnya, Google Inc. membeli Android Inc.pendatang baru yang membuat peranti lunak untuk ponsel. Kemudian untuk mengembangkan Android, dibentuklah *Open Handset Alliance*, konsorsium dari 34 perusahaan peranti keras, peranti lunak, dan telekomunikasi, termasuk Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T-Mobile, dan Nvidia. Pada saat perilisan perdana Android, 5 November 2007, Android bersama *Open Handset Alliance* menyatakan mendukung pengembangan standar terbuka pada perangkat seluler. Dilain pihak, Google merilis kode-kode Android di bawah lisensi *Apache*, sebuah lisensi perangkat lunak dan standar terbuka perangkat seluler. Di dunia ini terdapat dua jenis distributor sistem operasi Android. Pertama yang mendapat dukungan penuh dari Google atau *Google Mail Services* (GMS) dan kedua adalah yang benar-benar bebas distribusinya tanpa dukungan langsung Google atau dikenal sebagai *Open Handset Distribution* (OHD).

II.13. Bluetooth

Teknologi *bluetooth* adalah teknologi komunikasi jarak pendek yang diciptakan untuk menggantikan kabel yang menghubungkan perangkat elektronik sambil mempertahankan tingkat keamanan yang tinggi. Fitur utama dari teknologi

bluetooth adalah ketahanan, daya rendah, dan biaya rendah. Teknologi ini memastikan bahwa perangkat dapat mengenali dan berinteraksi dengan perangkat lain yang menggunakan teknologi *Bluetooth*.

Bluetooth adalah Sebuah teknologi *wireless* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara dengan jarak jangkauan yang terbatas. *Bluetooth* adalah sebuah teknologi komunikasi *wireless* (tanpa kabel) yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 *GHz unlicensed ISM (Industrial, Scientific and Medical)* dengan menggunakan sebuah *frequency hopping transceiver* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara *realtime* antara *host-host bluetooth* dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas.

Sistem *bluetooth* terdiri dari sebuah *radio transceiver, baseband link Management dan Control, Baseband (processor core, SRAM, UART, PCM USB Interface), flash* dan *voice code*. sebuah *link manager*. *Baseband link controller* menghubungkan perangkat keras radio ke *baseband processing* dan *layer* protokol fisik. *Link manager* melakukan aktivitas-aktivitas protokol tingkat tinggi seperti melakukan *link setup*, autentikasi dan konfigurasi [8].