

BAB II

DASAR TEORI

Bab ini merupakan bab yang membahas teori dasar dari pembuatan Tugas Akhir, yang meliputi perangkat keras maupun perangkat lunak yang digunakan seperti *Flame* Sensor, Sensor Asap MQ-2, Arduino UNO, Buzzer, LCD, Modul GSM dan teori yang mendukung dalam proses pembuatan Tugas Akhir seperti alat pendeteksi kebakaran yang memanfaatkan *Calling* sebagai report.

2.1 PENGENALAN SISTEM KOMUNIKASI SELULAR GSM

2.1.1 Teknologi GSM

Telepon Genggam seringnya disebut *handphone* (disingkat HP) atau disebut pula sebagai telepon selular (disingkat ponsel) adalah perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar yang sama dengan telepon *fixed line* konvensional, namun dapat dibawa ke mana-mana (*portabel, mobile*) dan tidak perlu disambungkan dengan jaringan telepon menggunakan kabel (*nirkabel; wireless*). Saat ini Indonesia mempunyai dua jaringan telepon nirkabel yaitu sistem GSM (*Global System For Mobile Telecommunications*) dan sistem CDMA (*Code Division Multiple Access*).

Selain berfungsi untuk melakukan dan menerima panggilan telepon, ponsel umumnya juga mempunyai fungsi pengiriman dan penerimaan pesan singkat (*short message service, SMS*). Mengikuti perkembangan teknologi digital, kini ponsel juga dilengkapi dengan berbagai pilihan fitur, seperti bisa menangkap siaran radio dan televisi, perangkat lunak pemutar audio (mp3) dan video (MPEG4), kamera digital, game, dan layanan internet (WAP, GPRS, 3G). Ada pula penyedia jasa telepon genggam di beberapa negara yang menyediakan layanan generasi ketiga (3G) dengan menambahkan jasa videophone, sebagai alat pembayaran, maupun untuk televisi online di telepon genggam mereka. Sekarang, telepon genggam menjadi gadget yang multifungsi. Selain fitur-fitur tersebut, ponsel sekarang sudah ditanamkan fitur komputer. Jadi di ponsel tersebut, orang bisa mengubah fungsi ponsel tersebut menjadi mini komputer. Di dunia bisnis, fitur ini sangat membantu bagi para pebisnis untuk melakukan semua pekerjaan di satu tempat dan membuat pekerjaan tersebut diselesaikan dalam waktu yang singkat.[1]

GSM, *Global System for Mobile Communication*, standar komunikasi seluler digital yang bekerja pada frekuensi 900 MHz. Standar ini dikembangkan oleh gabungan negara-negara eropa dan di gunakan secara komersial pada tahun 1991. Modulasi yang digunakan GMSK (0.3 Gaussian Filter), *channel spacing* 200kHz, *channel bit rate* 270.833 kb/s, *number of channel* 124 (8 *users/channel*), metode *duplex* yang digunakan FDD, multiple akses metode TDMA/ FDM.

DCS 1800, *Digital Cellular System*, standar komunikasi seluler digital yang bekerja pada frekuensi 1800 MHz. Standard ini dikembangkan dan digunakan pada tahun 1992 dan merupakan pengembangan dari GSM 900. Modulasi yang digunakan GMSK (0.3 *Gaussian Filter*), *channel spacing* 200kHz, *channel bit rate* 270.833 kb/s, *number of channel* 374 (8 *users /channel*), metode *duplex* yang digunakan FDD, *multiple akses metode* TDMA/ FDM.

CDMA, *Code Division Multiple Access* adalah sebuah bentuk pemultipleksan (bukan sebuah skema pemodulasian) dan sebuah metode akses secara bersama yang membagi kanal tidak berdasarkan Waktu (seperti pada TDMA) atau Frekuensi (seperti pada FDMA), namun dengan cara mengkodekan data dengan sebuah kode khusus yang diasosiasikan dengan tiap kanal yang ada dan menggunakan sifat-sifat interferensi konstruktif dari kode-kode khusus itu untuk melakukan pemultipleksan.

EDGE, *Enhanced Data Rates for GSM Evolution* disingkat EDGE biasa disebut juga EGPRS (*Enhanced GPRS*) merupakan teknologi telepon seluler digital lanjutan 2,5G (GSM + GPRS). Dengan EDGE, kecepatan transmisi data GPRS menjadi lebih cepat sehingga memberikan kemungkinan terhadap fasilitas audio streaming, permainan komputer online, PTT (*push to talk*), dan lain-lain. Dengan EDGE kecepatan transmisi GPRS mencapai 126-473,8 kbps (kilobit per *second*). GPRS = (*General Packet Radio Service*) Protokol untuk transfer data dalam GSM, kecepatan transfer data dalam GPRS dapat mencapai 115 Kbps.[2]

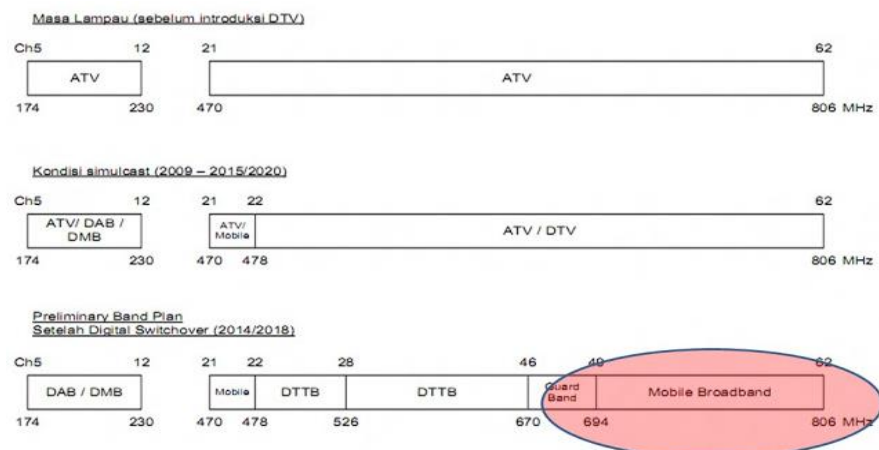
2.1.2 Alokasi Frekuensi GSM di Indonesia

Alokasi frekuensi merupakan suatu hal yang sangat dibutuhkan dalam industri telekomunikasi. Terutama untuk komunikasi *mobile*,

frekuensi menjadi sumber daya utama yang harus tersedia. Tetapi pentingnya alokasi frekuensi tersebut tidak didukung dengan jumlahnya yang sangat terbatas. Di Indonesia. Hampir semua alokasi frekuensi untuk kebutuhan seluler telah digunakan untuk berbagai macam teknologi. Berikut ini adalah beberapa gambaran mengenai kondisi saat ini untuk beberapa alokasi frekuensi di Indonesia.

1. Pita frekuensi 700 MHz.

Pada gambar dibawah ini memperlihatkan kondisi pita frekuensi di 700 MHz. Pita frekuensi ini digunakan untuk analog TV. Dengan lebar pita selebar 336 MHz dan digunakan oleh beberapa stasiun broadcast TV. Saat ini telah ada kebijakan pemerintah untuk mengganti analog TV menjadi digital TV. Dengan kebijakan ini maka penggunaan frekuensi untuk broadcast TV akan semakin kecil sehingga dapat menyisakan alokasi frekuensi yang nantinya akan dapat digunakan untuk layanan mobile broadband. Alokasi frekuensi yang dapat digunakan untuk mobile broadband sangat besar yaitu sekitar 112 MHz. Alokasi selebar ini akan dapat digunakan untuk implementasi LTE tetapi masalahnya harus menunggu hingga tahun 2018 dan pada tahun tersebut perkembangan teknologi *broadband* akan lebih berkembang lagi.

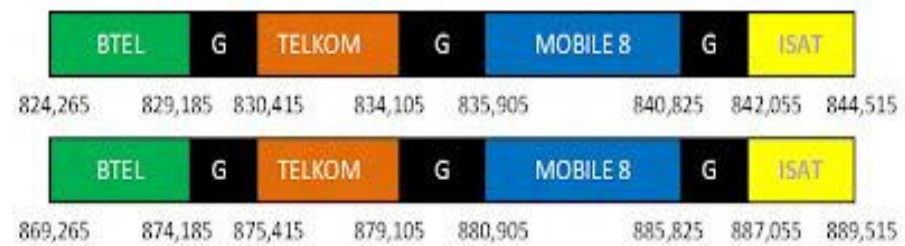


Gambar 2.1 Alokasi Frekuensi Pita GSM 700 MHz di Indonesia[2]

2. Pita frekuensi 850 MHz.

Pada gambar dibawah ini memperlihatkan kondisi saat ini di pita frekuensi 850 MHz. Pita frekuensi ini digunakan untuk layanan FWA

CDMA. Operator yang menggunakan frekuensi ini ada 4 operator dengan memiliki lebar alokasi frekuensi yang berbeda beda. Lebar pita untuk keseluruhan alokasi frekuensi ini adalah 20,25 MHz. Dengan melihat perkembangan teknologi telekomunikasi saat ini dimana semakin lama membutuhkan lebar pita frekuensi yang semakin lebar maka frekuensi ini belum dapat memenuhi kebutuhan lebar pita frekuensi di masa mendatang.[3]



Gambar 2.2 Alokasi Frekuensi Pita GSM 850 MHz Indonesia[3]

3. Pita Frekuensi 900 MHz.

Pada gambar dibawah ini memperlihatkan kondisi saat ini di pita frekuensi 900 MHz. Pita frekuensi ini digunakan untuk layanan GSM 2G. Operator yang terdapat pada frekuensi ini ada 3 operator. Masing-masing operator memiliki lebar pita yang berbeda, Indosat memiliki 10 MHz, Tsel dan XL memiliki 7,5 MHz. Lebar pita secara keseluruhan pada alokasi frekuensi ini adalah 25 MHz. Dengan jangkauan yang lebih luas, frekuensi 900 Mhz diharapkan mampu mengusung layanan *mobile broadband*. Sebagai contoh, Saat ini 3G di Indonesia berjalan di frekuensi 2100 Mhz dengan *bandwidth* 5 Mhz. Sedangkan bila 3G diadopsi pada frekuensi yang lebih rendah, 900 Mhz, maka jangkauan akan meningkat lebih jauh. Dengan kelebihanannya itu, 3G di 900 Mhz mulai banyak diadopsi operator di luar negeri. Berdasarkan rilis dari GSA (*Global mobile Suppliers Association*) tahun 2010 lalu, sudah 10 operator yang mengadopsi solusi ini. Elisa dari Finlandia menjadi yang pertama meluncurkan 3G 900 Mhz pada tahun 2007, dan terakhir Digitel dari Venezuela pada tahun 2009. Untuk wilayah Asia, beberapa operator di Thailand, Singapura, Filipina dan Hong kong juga sudah mulai mengadaptasi 3G 900 Mhz.[3]



Gambar 2.3 Alokasi Frekuensi Pita GSM 900 MHz Indonesia[3]

4. Pita Frekuensi 1800 MHz.

Pada gambar dibawah ini memperlihatkan kondisi pada pita frekuensi 1800 MHz. Pita frekuensi ini digunakan untuk layanan GSM 2G dengan 5 operator yang beroperasi pada alokasi frekuensi ini. Lebar pita secara keseluruhan adalah 75 MHz. Untuk masing-masing operator mempunyai lebar pita yang berbeda, XL memiliki 7,5 MHz, Tsel memiliki total 22,5 MHz dengan 3 blok frekuensi yang terpisah, Isat memiliki total 20 MHz dengan 2 blok frekuensi yang terpisah, HCPT-Tri memiliki total 10 MHz dan Axis Memiliki 15 MHz.[3]

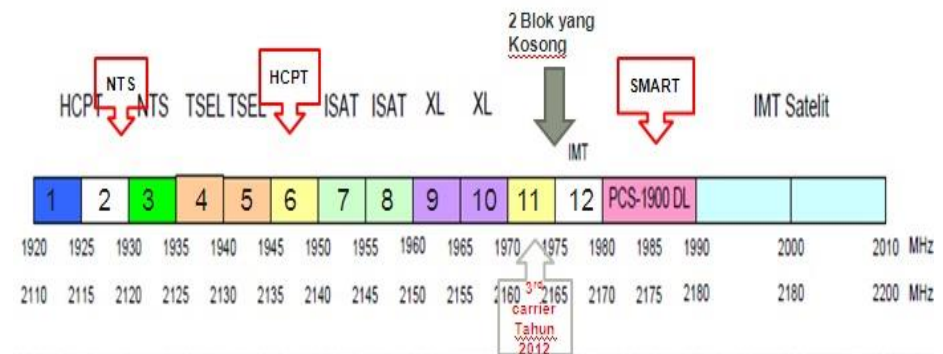


Gambar 2.4 Alokasi Frekuensi Pita GSM 1800 MHz Indonesia[3]

5. Pita Frekuensi 2100 MHz.

Pada gambar dibawah ini merupakan kondisi pada pita frekuensi 2100 MHz. Pita frekuensi ini digunakan untuk layanan UMTS dan terdapat 5 operator yang menggunakan frekuensi ini dengan masing-masing memiliki lebar pita 10 MHz atau 2 blok alokasi frekuensi. Total lebar pita frekuensi ini adalah 60 MHz. Pita frekuensi ini memiliki 12 blok frekuensi dengan masing-masing lebar pita 5 MHz. Dari 12 blok frekuensi ini masih terdapat 2 blok frekuensi yang masih kosong. HCPT(3), NTS (Axis), XL, Indosat dan Telkomsel masing-masing memiliki 2 blok frekuensi sebesar 2 x 5 MHz. Lokasi frekuensi ini

berdasarkan pemetaan hasil lelang tahun 2006-2008. Pemberian blok frekuensi kedua telah dilakukan pada tahun 2009 kepada Telkomsel dan Indosat dan pada tahun 2010 untuk XL. Pada bulan Desember 2011 lalu pemerintah memberikan blok frekuensi kedua untuk HCPT (3) dan Axis. Adanya pengalokasian gabungan antara PCS-1900 (Smart Telkom) yang beroperasi sejak tahun 2007 dan UMTS ini akan berpotensi terjadi *interference*. [3]



Gambar 2.5 Alokasi Frekuensi Pita GSM 2100 MHz Indonesia [3]

Frekuensi *downlink* adalah frekuensi yang dipancarkan oleh BTS-BTS untuk berkomunikasi dengan handphone-handphone pelanggan dan juga menghasilkan apa yang disebut sebagai *coverage footprint* operator sedangkan frekuensi *uplink* adalah frekuensi yang digunakan oleh handphone-handphone pelanggan agar bisa terhubung ke jaringan. Untuk *uplink*, alokasi frekuensi GSM900 dari 890 MHz sampai 915 MHz, sedangkan untuk *downlink* dari 935 sampai 960 MHz. Perhatikan, dalam frekuensi MHz, baik *uplink* maupun *downlink* memiliki alokasi frekuensi yang berbeda, namun dengan penomoran kanal ARFCN keduanya sama karena kedua-duanya adalah pasangan kanal *duplex* yang dipisahkan selebar 45 MHz. [3]

2.2 Pengenalan Arduino

Arduino adalah nama keluaran papan mikrokontroler yang awalnya dibuat oleh perusahaan smart projects. Salah satu tokoh penciptanya adalah Massimo Banzi. Papan ini merupakan perangkat keras yang bersifat "*open source*" sehingga dapat dibuat oleh siapapun. Arduino dibuat dengan tujuan untuk memudahkan eksperimen atau perwujudan berbagai peralatan yang berbasis mikrokontroler, misalnya:

1. Pendeteksi keberadaan orang untuk pengambilan keputusan,
2. Pendeteksi kebakaran,
3. Pelacak lokasi mobil,
4. Otomatis akses pintu ruangan, dan
5. Pemantauan ketinggian air di waduk.

Berbagai jenis arduino tersedia, yang diantaranya arduino uno, arduino diecimila, arduino duemilanove, arduino leonardo, arduino mega, dan arduino nano. Walaupun ada berbagai jenis arduino, secara prinsip pengerjaan pemrograman yang diperlukan menyerupai. Hal yang membedakan adalah kelengkapan fasilitas dan pin-pin yang perlu digunakan.[4]

2.2.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan *microcontroller* berdasarkan ATmega328 (*datasheet*). Ini memiliki 14 digital *input/output* pin (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, *resonator keramik* 16 MHz, koneksi USB, daya jack, sebuah ICSP *header*, dan tombol reset. Ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung *microcontroller*; cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau kekuatan itu dengan baterai atau adaptor AC ke DC untuk memulai. Uno berbeda dari semua papan sebelumnya yang tidak menggunakan *driver* FTDI USB untuk seri *chip*. Sebaliknya, ini memiliki Atmega16U2 (Atmega8U2 versi R2) diprogram sebagai converter USB-untuk-serial. Revisi ke-2 dari Uno memiliki sebuah resistor menarik garis HWB 8U2 ke *ground*, membuatnya lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam DFU. Revisi 3 memiliki beberapa fitur baru berikut:

1. 1.0 pinout: ditambahkan pin SDA dan SCL yang dekat ALIEF pin dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF yang memungkinkan perisai-perisai untuk beradaptasi terhadap tegangan disediakan dari papan. Di masa depan, perisai akan kompatibel dengan Dewan yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan Arduino Due yang beroperasi dengan 3.3V. Yang kedua adalah pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.
2. sirkuit ulang yang lebih kuat.
3. Atmega 16U2 menggantikan 8U2.

Uno berarti satu Italia dan dinamai untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi Arduino, bergerak maju. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian USB Arduino papan, dan model referensi untuk *Arduino platform*; untuk perbandingan dengan versi sebelumnya, lihat indeks dari papan Arduino.[5]



Gambar 2.6 *Board* Arduino[5]

Arduino sendiri merujuk pada tiga buah tool yang dikemas menjadi satu kesatuan. Tiga buah tool tersebut ialah:

1. *Kontroler Arduino/Board*

Kontroler Arduino hadir dengan berbagai macam pilihan dari yang kecil hingga yang besar. Tersedia pula skematik yang dapat digunakan untuk membuat sendiri kontroler Arduino tersebut bagi orang-orang yang memiliki pengalaman dan pengetahuan yang memadai.

2. *Bahasa pemrograman dan compiler*

Bahasa pemrograman dan *compiler* digunakan untuk menghasilkan kode untuk mikrokontroler yang berada pada kontroler. Bahasa pemrograman yang digunakan dekat dengan C++ sehingga tidak sama persis. Poin ini memiliki persamaan dengan *Processing* yang memang bertujuan untuk memudahkan pekerjaan desainer yang berkaitan dengan perangkat keras atau *hardware* dan interaksi fisik.

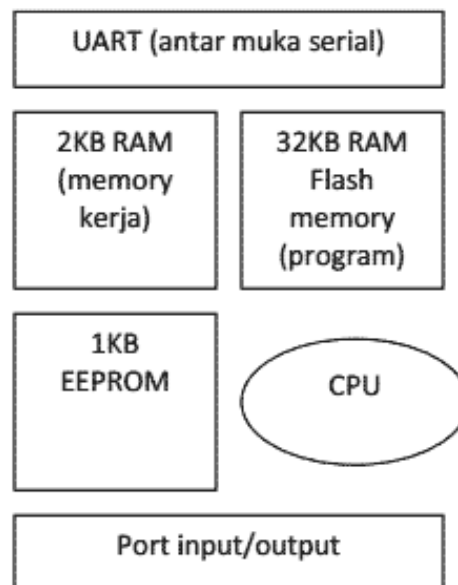
3. *IDE (Integrated Development Environment)*

IDE Arduino sama dengan IDE *Processing* yang dibuat dengan *Java*. Anda dapat langsung memasukkan kode atau bahasa pemrograman Arduino dan melakukan kompilasi atau *compiling* di IDE tersebut. Tujuan adanya Arduino ialah untuk menyederhanakan kreasi dari aplikasi atau obyek interaktif dengan mempermudah bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat instruksi dan menyediakan kontroler yang bertenaga namun dasar yang dengan mudah dapat digunakan untuk keperluan pemrograman umum dan tetap bisa digunakan untuk mendukung proyek yang lebih kompleks.[6]

2.2.2 Bagian-bagian Papan Arduino

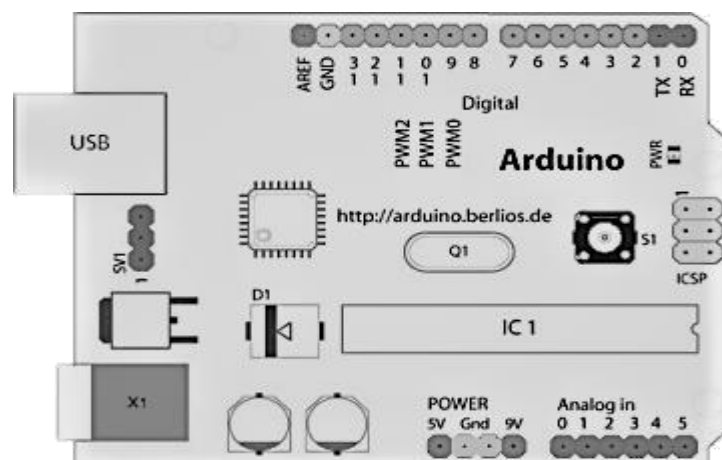
Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah *microcontroller* 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan ATmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega2560.

Untuk memberikan gambaran mengenai apa saja yang terdapat di dalam sebuah *microcontroller*, pada gambar berikut ini diperlihatkan contoh diagram blok sederhana dari microcontroller ATmega328 (dipakai pada Arduino Uno).[4]



Gambar 2.7 Blok Diagram Sederhana *Microcontroller* Atmega328[4]

- Blok-blok di atas dijelaskan sebagai berikut:
 1. Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422 dan RS-485.
 2. 2KB RAM pada memori kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variable-variabel di dalam program.
 3. 32KB RAM flash memory bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, *flash memory* juga menyimpan *bootloader*. *Bootloader* adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan. Setelah *bootloader* selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.
 4. 1KB EEPROM bersifat non-volatile, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino.
 5. *Central Processing Unit* (CPU), bagian dari microcontroller untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
 6. Port *input/output*, pin-pin untuk menerima data (*input*) digital atau analog, dan mengeluarkan. mengeluarkan data (*output*) digital atau analog.[4]
- Bagian-bagian dari papan Arduino itu sendiri



Gamabr 2.8 Bagian dari Papan Arduino[4]

1. 14 pin input/output digital (0-13) Berfungsi sebagai input atau output. Untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, 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:
 - a. Memuat program dari komputer kedalam papan Arduino.
 - b. Komunikasi serial antara papan dan komputer.
 - c. Memberi daya listrik kepada papan Arduino.
3. Sambungan SV1 Sambungan atau *jumper* untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB.
4. Q1 – Kristal (*quartz crystal oscillator*) Jika *microcontroller* dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada *microcontroller* agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).
5. Tombol *Reset* S1 Untuk me-*reset* papan sehingga program akan mulai lagi dari awal.
6. *In-Circuit Serial Programming (ICSP)* Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram *microcontroller* secara langsung, tanpa melalui *bootloader*.
7. IC 1 – *Microcontroller Atmega* komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.
8. X1 – sumber daya eksternal Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.
9. 6 pin input analog (0-50) 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.[4]

2.2.3 Pin Masukan dan Keluaran Arduino

Semua pin pada Arduino, baik pin *digital* maupun pin *analog*, dapat digunakan sebagai pin *digital*. Digital berarti sinyal yang

dikirimkan/diterima bernilai 1 atau 0, *on* atau *off*, *HIGH* atau *LOW*, ada atau tidak ada sinyal. Berbeda dengan sinyal analog yang nilainya bersifat kontinyu, yakni nilai antara 0 dan 1 dipertimbangkan. Pin digital berarti pin dapat menerima/mengirim sinyal digital. Secara umum pin pada Arduino dapat dikonfigurasi ke dalam dua mode, yaitu mode *input* dan *output*. Mode *input* berarti mengeset pin agar dapat digunakan untuk menerima masukan sinyal. Mode *output* berarti mengeset pin agar dapat mengirimkan sinyal. Untuk mengeset mode pin, digunakan fungsi `pinMode()`. Fungsi ini biasanya dipanggil di dalam fungsi `setup()`. Fungsi ini memerlukan dua parameter, `pinMode (nomorPin, dan mode)`. Parameter pertama diisi oleh nomor pin, dan parameter kedua diisi oleh konstanta *input* atau *output*, sesuai dengan mode yang digunakan.

Untuk menerima *input* digital yang masuk ke pin, digunakan fungsi *digitalRead* (nomorPin). Fungsi ini menerima satu parameter, yaitu nomor pin mana yang akan dibaca nilai *input*-nya. Fungsi ini akan mengembalikan nilai 1 dan 0, atau *HIGH* dan *LOW* (*HIGH* adalah konstanta dengan nilai 1 dan *LOW* adalah konstanta dengan nilai 0). Untuk mengirimkan sinyal digital, digunakan fungsi *digitalWrite* (nomorPin, nilaiDigital). Fungsi ini dapat digunakan pada pin yang sebelumnya sudah diset ke mode OUTPUT. Parameter kedua adalah set nilai *HIGH* atau *LOW*. Apabila pin diset dengan nilai *HIGH*, maka voltase pin tersebut akan diset ke 5V (atau 3.3V pada *board* bertipe 3.3V) dan bila pin diset ke *LOW*, maka voltase pin tersebut akan diset ke 0V.[7]

2.2.4 Memori yang Dimiliki Arduino Uno

Hardware arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan *software* arduino memiliki bahasa pemrograman C. Memori yang dimiliki oleh Arduino Uno diantaranya yaitu *Flash Memory* sebesar 32KB, SRAM sebesar 2KB, dan EEPROM sebesar 1KB.

Memori *Flash*, atau *Read Only Memory (Flash ROM)* yaitu tipe yang digunakan untuk menyimpan program. Algoritma yang sering dibuat seperti misalnya *if, else, for, while*, operasi aritmatika, dan yang lainnya akan disimpan didalam *ROM*. Memori yang ada pada ROM tidak akan hilang bila daya yang ada pada papan arduino ditiadakan (*nonvolatile*).

Memori *Static Random Access Memory* (SRAM) yaitu tipe memori yang digunakan untuk menyimpan data. Berbeda dengan *ROM* yang menyimpan program sedangkan memori yang bertipe RAM digunakan untuk menyimpan data. Dan sebaliknya jika daya ditiadakan maka data yang ada pada memori akan hilang. Mendeklarasikan variabel tidak boleh sebanyak-banyaknya tanpa memperhatikan pertimbangan memori yang tersedia.

Electrically Erasable Programmable Read Only Memori (EEPROM) sama halnya dengan memori yang telah dijelaskan diatas hampir sama saja merupakan *non-volatile*. Informasi data atau program tidak akan hilang walaupun komputer dalam keadaan mati dan tidak membutuhkan daya listrik untuk mempertahankan atau menjaga informasi atau program yang tersimpan didalamnya.[7]

2.2.5 Kelebihan Arduino

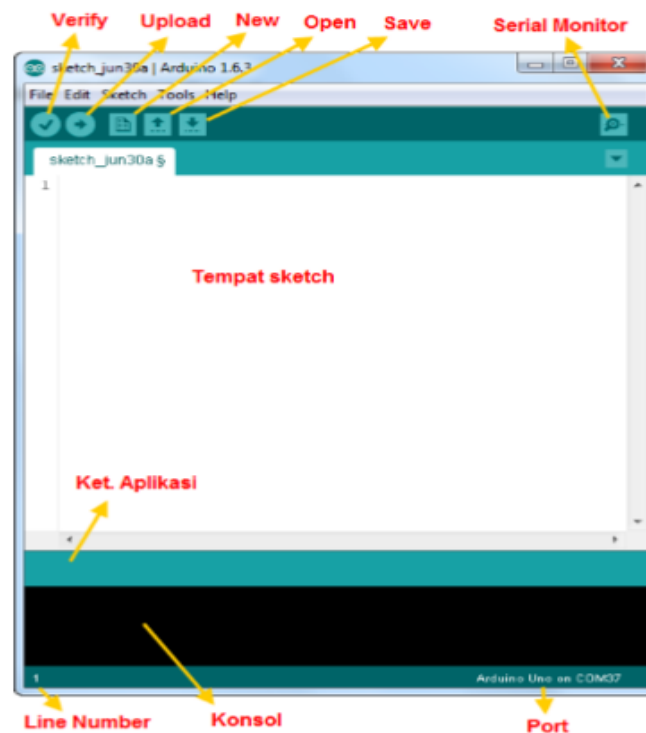
Kelebihan Arduino diantaranya adalah tidak perlu perangkat *chip* programmer karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer, Arduino memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya. Bahasa pemrograman relatif mudah karena software Arduino dilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap, dan Arduino memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada board Arduino. Misalnya *shield* GPS, *Ethernet*, *SD Card*, dll.

Perangkat lunaknya *Open Source*, perangkat lunak Arduino IDE dipublikasikan sebagai *Open Source*, tersedia bagi para pemrograman berpengalaman untuk pengembangan lebih lanjut. Bahasanya bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pustaka-pustaka C++ yang berbasis pada bahasa C untuk AVR.[8]

2.2.6 Arduino IDE

Untuk memprogram *board* Arduino, dibutuhkan aplikasi *Integrated Development Environment* (IDE) bawaan dari Arduino. Aplikasi ini berguna untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* Arduino (*Sketches*, para programmer menyebut *source code* arduino dengan istilah "*sketches*"). *Sketch* merupakan *source code* yang berisi logika dan algoritma yang akan

diupload ke dalam IC mikrokontroler (Arduino).[9]



Gambar 2.9 Interface Arduino Uno[9]

Interface Arduino IDE tampak seperti gambar 1.7. Dari kiri ke kanan dan atas ke bawah, bagian-bagian IDE Arduino terdiri dari:

1. *Verify* : pada versi sebelumnya dikenal dengan istilah *Compile*. Sebelum aplikasi diupload ke board Arduino, biasanya untuk memverifikasi terlebih dahulu *sketch* yang dibuat. Jika ada kesalahan pada *sketch*, nanti akan muncul *error*. Proses *Verify / Compile* mengubah *sketch* ke *binary code* untuk diupload ke mikrokontroler.
2. *Upload* : berfungsi untuk mengupload *sketch* ke *board* Arduino. Walaupun kita tidak mengklik tombol *verify*, maka *sketch* akan di-*compile*, kemudian langsung diupload ke board. Berbeda dengan tombol *verify* yang hanya berfungsi untuk memverifikasi *source code* saja.
3. *New Sketch* : berfungsi untuk membuka dan membuat *Sketch* baru.
4. *Open Sketch* : Membuka *sketch* yang pernah di buat sebelumnya. *Sketch* yang dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi file **.ino**
5. *Save Sketch* : menyimpan *Sketch*, tetapi tidak disertai mengcomfile.

6. Serial monitor : membuka *interface* untuk komunikasi serial.
7. Keterangan aplikasi : pesan-pesan yang dilakukan oleh aplikasi akan dengan sendirinya memberitahu, misal saat “*compiling*” dan “*done uploading*” ketika saat mengcompile dan mengupload *sketch* ke *board* arduino.
8. Konsol : hampir sama dengan keterangan aplikasi yaitu memberitahu pesan yang dikerjakan pada arduino, hanya saja yang membedakan yaitu pada konsol ini memberitahu informasi yang kita upload pada arduino benar benar tidak ada kesalahan atau ada error pada program yang dibuat.
9. Baris *Sketch* : ini menunjukkan posisi baris yang sedang aktif pada *sketch*.
10. Informasi *Port* : bagian ini menginformasikan kepada *port* yang dipakai oleh arduino.[9]

2.2.7 3 Block Sketch dalam Arduino

Kode Program Arduino biasa disebut sketch dan dibuat menggunakan bahasa pemrograman C. Program atau *sketch* yang sudah selesai ditulis di Arduino IDE bisa langsung *compile* dan *upload* ke Arduino Board. Secara sederhana, *sketch* dalam Arduino dikelompokkan menjadi 3 blok yang diantaranya *Header*, *Setup* dan *Loop*.

1. Header

Pada bagian ini biasanya ditulis definisi-definisi penting yang akan digunakan selanjutnya dalam program, misalnya penggunaan *library* dan pendefinisian variable. Kode dalam blok ini dijalankan hanya sekali pada waktu *compile*. Di bawah ini contoh kode untuk mendeklarasikan variable *led* (*integer*) dan sekaligus di isi dengan angka 13.

```
int led = 13;
```

2. Setup

Pada bagian ini yaitu awal dari program arduino berjalan, yaitu disaat awal, atau ketika *power on* arduino board. Dan pada biasanya di blok ini ditentukan suatu pin sebagai input atau output, dengan menggunakan perintah *pinmode*. Inisialisasi variabel juga dapat dilakukan pada blok ini.

```
// the setup routine runs once when you press reset:  
void setup() { // initialize the digital pin as an output.  
pinMode(led, OUTPUT); } OUTPUT);  
}
```

Output yaitu suatu makro yang telah didefinisikan arduino yang berarti = 1, jadi perintah diatas samandengan pinmode (led, 1);

Suatu pin bisa difungsikan sebagai OUTPUT atau INPUT. Jika difungsikan sebagai output, dia siap mengirimkan arus listrik (maksimum 100 mA) kepada beban yang disambungkannya. Jika difungsikan sebagai INPUT, pin tersebut memiliki *impedansi* yang tinggi dan siap menerima arus yang dikirim kepadanya.

3. Loop

Apabila program sudah mencapai akhir blok, maka akan dilanjutkan dengan mengulang dari awal blok. Program mati jika tombol power pada arduino dimatikan. Dan disinilah fungsi utama program arduino berbeda.

```
void loop() {  
digitalWrite(led, HIGH); // nyalakan LED  
delay(1000); // tunggu 1000 milidetik  
digitalWrite(led, LOW); // matikan LED  
delay(1000); // tunggu 1000 milidetik }
```

Perintah *digital Write (pinNumber,nilai)* akan memerintahkan arduino untuk menyalakan atau mematikan tegangan di *pinNumber* tergantung nilainya. Jadi perintah di atas *digital Write (led,HIGH)* akan membuat *pin* nomor 13 (karena di header dideklarasikan *led = 13*) memiliki tegangan = 5V (*HIGH*). Hanya ada dua kemungkinan nilai *digitalWrite* yaitu *HIGH* atau *LOW* yang sebetulnya adalah nilai integer 1 atau 0.[10]

2.3 SENSOR GAS (MQ2) dan FLAME SENSOR (Api)

2.3.1 Pengertian Sensor

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Komponen yang dapat digunakan untuk mengkonversi suatu

besaran tertentu menjadi suatu analog sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik, sekarang sensor telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer, sehingga sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi keluaran listrik disebut transduser, sedangkan transduser merupakan sistem yang melengkapi agar sensor tersebut mempunyai keluaran sesuai yang diinginkan dan dapat langsung dibaca pada keluarannya. Sensor adalah alat untuk mendeteksi / mengukur sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik.[11]

Kunci utama yang sama untuk semua sensor adalah konversi: sensor, (atau "*detektor*"), mendeteksi dan mengukur benda-benda fisik atau kuantitas, yang dapat beragam seperti kode identifikasi elektronik pada label yang dirancang khusus dikenal sebagai *chip* RFID, (di mana RFID kepanjangan dari *Radio Frequency Identification*), kuantitas panas dalam suatu objek, cairan atau orang, pergerakan suatu objek, orang atau hewan ke bidang elektronik dipantau visi, atau jenis percepatan suatu benda mengalami, seperti *free-fall* atau rotasi. Setelah pengukuran, sensor mengkonversi data yang telah diterima ke dalam sinyal atau tampilan visual yang kemudian dapat bermakna ditafsirkan oleh salah satu agen manusia atau oleh perangkat elektronik lain.[12]

2.3.2 Sensor Gas (MQ2)

Sensor gas adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur senyawa gas polutan yang ada di udara, seperti karbonmonoksida, hidrokarbon, nitrooksida, dan lain-lain. Sudah semakin banyak dipasaran telah beredar pengindra gas semikonduktor. Tentunya dibedakan oleh sensitivitas sensor tersebut, semakin mahal maka sensitivitas semakin bagus. Sensor tersebut bekerja dengan semakin tinggi konsentrasi gas maka resistansinya semakin rendah. Banyak sekali tipe sensor gas yang digunakan dan tersedia dipasaran, seperti sensor gas untuk mendeteksi gas LPG yaitu tipe TGS 2610 dan sensor gas untuk mendeteksi asap rokok yaitu tipe AF 30.[13]

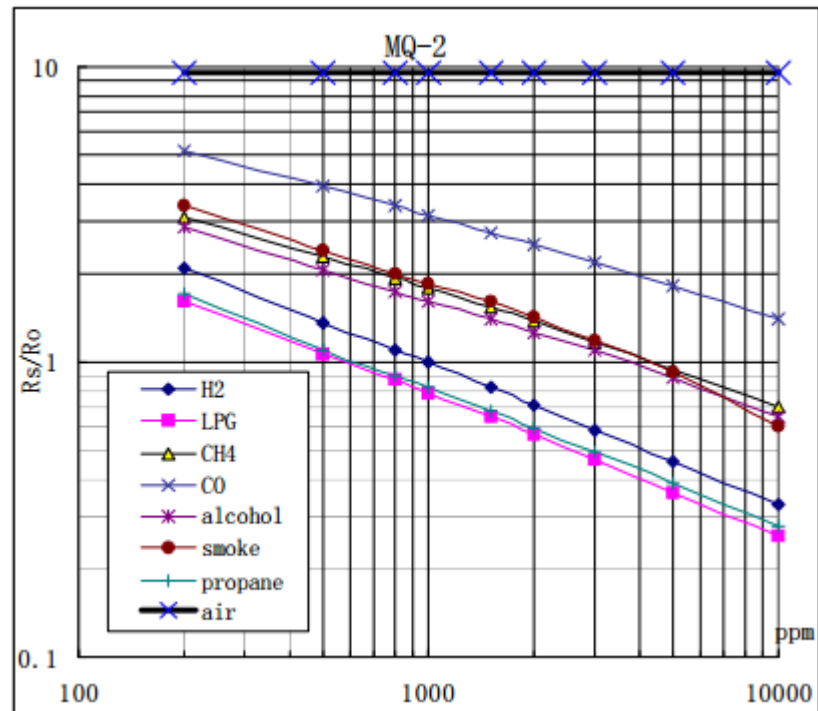
Pada dasarnya prinsip kerja dari sensor tersebut adalah mendeteksi keberadaan gas-gas yang dianggap mewakili asap rokok, yaitu gas

Hydrogen, methane. Jika sensor tersebut mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut di udara dengan tingkat konsentrasi tertentu, maka sensor akan menganggap terdapat asap rokok di udara. Ketika sensor mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut maka resistansi elektrik sensor akan turun yang menyebabkan tegangan yang dihasilkan oleh *output* sensor akan semakin besar. Dengan memanfaatkan prinsip kerja dari sensor MQ2, kandungan gas-gas tersebut dapat diukur. Gambar 2.8 grafik tingkat sensitifitas sensor MQ2 terhadap gas *hydrogen* dan *methane*. [14]

^ Dengan memanfaatkan prinsip kerja dari sensor MQ2, kandungan gas-gas tersebut dapat diukur. Sedangkan untuk spesifikasi sensor MQ2 mempunyai parameter yang diantaranya :

1. Catu daya pemanas : 5V AC/DC
2. Catu daya rangkaian : 5VDC
3. Range pengukuran :
 - a. 200 - 5000ppm untuk LPG, propane
 - b. 300 - 5000ppm untuk butane
 - c. 5000 - 20000ppm untuk methane
 - d. 300 - 5000ppm untuk Hidrogen
 - e. 100 - 2000ppm untuk alcohol
4. Luaran : *analog* (perubahan tegangan)

Untuk sensitivitas terhadap tipe gas diatas dapat dibaca pada kurva sebagai berikut:



Gambar 2.10 Data Sheet MQ2 Uji Konsentrasi di Udara[14]

Modul MQ-2 adalah sensor gas yang ekonomis untuk mendeteksi kandungan gas hidrokarbon yang mudah terbakar seperti iso butana (C_4H_{10} / *isobutane*), propana (C_3H_8 / *propane*), metana (CH_4 / *methane*), etanol (*ethanol alcohol*, CH_3CH_2OH), hidrogen (H_2 / *hydrogen*), asap (*smoke*), dan LPG (*liquid petroleum gas*). Gambar MQ2 dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.12 Sensor Asap MQ2 Sensor[14]

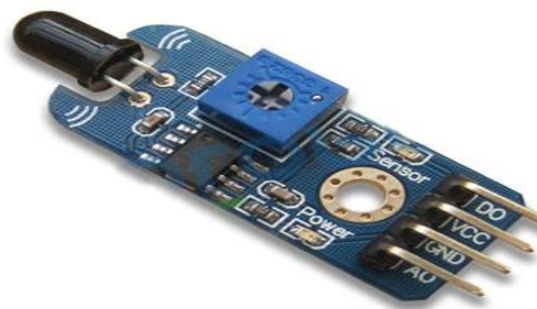
Sensor gas MQ-2 mengandung bahan sensitif Timah Oksida (SnO_2) yang dalam udara bersih (normal) memiliki konduktifitas yang rendah. Ketika lingkungan sekitar mengandung gas yang mudah terbakar, konduktifitas sensor akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi gas mudah terbakar dalam udara. Dengan menggunakan

rangkaian sederhana untuk mendeteksi terjadinya perubahan dalam konduktifitas akibat konsentrasi gas di udara, maka didapatkan lah sinyal output.[16]

Sensor ini dapat mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar diudara serta asap dan keluarannya berupa tegangan analog. Sensor dapat mengukur konsentrasi gas mudah terbakar dari 300 sampai 10.000 sensor ppm. Dapat beroperasi pada suhu dari -20°C sampai 50°C dan mengkonsumsi arus kurang dari 150 mA pada 5V.[16]

2.3.3 *Flame Sensor (Api)*

Flame Sensor atau yang lebih dikenal *Flame Detector* merupakan sebuah system sensor cerdas yang mampu mendeteksi posisi nyala api dengan ketelitian tinggi (hingga nyala api sekecil cahaya lilin) menggunakan gabungan sensor mata api dan motor *servo*. Sistem ini terdiri dari sebuah sensor photodiode yang didesain untuk mendeteksi mata api dan sebuah modul berbasis mikrokontroler yang digunakan untuk mengatur kerja motor *servo*, mengambil sampling data sensor, dan mengatur antarmuka dengan sistem lain. *Flame Sensor Module Digital And Analog Output* merupakan modul pendeteksi api yang ekonomis, menggunakan photodiode untuk mendeteksi gelombang pendek inframerah (SW-NIR) cahaya api pada kisaran spektrum 700-1100 nm dengan *range* tegangan yang lebih lebar sebesar 3.3 - 5 V. Modul ini memiliki kelemahan terhadap cahaya matahari, cara mengatasinya dapat dilakukan dengan memberi tapis/filter plastik yang diatur agar modul dapat membedakan refleksi cahaya matahari dan sumber cahaya dari api yang akan dideteksi.[17]



Gambar 2.12 Sensor *Flame*[18]

Modul ini sensitif terhadap nyala api dan radiasi. Ini juga bisa dideteksi Sumber cahaya biasa di kisaran panjang gelombang 760nm-1100 nm. Yang artinya jarak yang dapat dijangkau oleh sensor api atau jarak maksimal yaitu sampai 100 cm.

Deskripsi *Flame* Sensor :

1. Mendeteksi nyala api atau sumber cahaya dari panjang gelombang di kisaran 760nm-1100 nm
2. Deteksi jarak: 20cm (4.8V) ~ 100cm (1V)
3. Deteksi sudut sekitar 60 derajat, sensitif terhadap spektrum nyala.
4. Chip komparator LM393 membuat pembacaan modul stabil.
5. Jarak deteksi yang didapat disesuaikan
6. Tegangan operasi 3.3V-5V
7. Output Digital dan Analog
 - a. DO digital switch output (0 dan 1)
 - b. AO output tegangan analog indikator daya dan indikator output saklar digital.[18][19]

2.4 LCD (*Liquid Cristal Display*)

2.4.1 Pengertian *Liquid Cristal Display* (LCD)

Liquid Cristal Display atau LCD adalah jenis *device* penampil yang menggunakan teknologi *crystal* cair. *Crystal* cair disusun dalam gelas plastik atau kaca kemudian dilengkapi rangkaian elektronik sehingga dapat dikonfigurasi untuk menampilkan titik, garis, huruf, angka atau gambar. Secara umum , LCD dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu Text-LCD dan Grafik-LCD.

Text-LCD ialah LCD yang hanya mampu menampilkan huruf dan angka. Text LCD sebenarnya sebuah grafik-LCD yang dilengkapi tabel angka dan huruf serta disederhanakan sistemnya sehingga mempermudah para pengguna dalam menampilkan huruf dan angka.[20]

Untuk dapat menghubungkan LCD dengan mikrokontroler, PORT pada LCD perlu dihubungkan dengan PORT yang sesuai dengan PORT pada mikrokontroler. PORT pada mikrokontroler ini tidak dapat digunakan

untuk fungsi yang lain (e.g. fungsi I/O), tetapi didekasikan khusus untuk fungsi LCD. Pada LCD dengan 14 pin, fungsi-fungsi setiap pin dijelaskan pada Tabel 1-1.[21]

Tabel 2.1 Fungsi-fungsi Setiap Tabel Pada LCD[20]

Pin	Simbol	I/O	Deskripsi
1	Vss	--	Ground
2	Vcc	--	Power supply + 5V
3	Vee	--	Power suplay pengatur kontras
4	RS	I	RS = 0 untuk memilih register commad RS = 1 untuk memilih register data
5	R/W	I	R/W = 0 untuk melakukan <i>write</i> R/W = 1 untuk melakukan <i>Read</i>
6	E	I/O	<i>Enable</i>
7	DB0	I/O	Data bus 8-bit
8	DB1	I/O	Data bus 8-bit
9	DB2	I/O	Data bus 8-bit
10	DB3	I/O	Data bus 8-bit
11	DB4	I/O	Data bus 8-bit
12	DB5	I/O	Data bus 8-bit
13	DB6	I/O	Data bus 8-bit
14	DB7	I/O	Data bus 8-bit

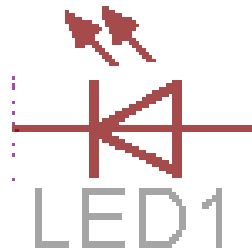
VCC sebagai *supply* 5V, VSS sebagai ground, dan VEE untuk mengatur kontras LCD. RS, register select Terdapat dua register yang sangat penting di dalam LCD. Jika RS = 0, *register command* dipilih, memungkinkan pengguna untuk mengirim perintah seperti menghapus tampilan, kursor di *home*, dan lain-lain. Jika RS = 1, *register data* dipilih, memungkinkan pengguna untuk mengirim data untuk ditampilkan di LCD.

R/W, *read/write Input* R/W memungkinkan pengguna untuk menulis informasi ke LCD (R/W = 0) ataupun membaca informasi dari sana (R/W = 1). E, *enable Pin enable* digunakan LCD untuk mengunci (*latch*) informasi yang tersedia ke data pin dengan memberi *pulsa high-to-low*. D0 - D7 Pin data 8-bit ini digunakan untuk mengirimkan informasi ke LCD atau membaca isi dari internal register LCD. Untuk menampilkan huruh dan angka, kita mengirimkan kode ASC II untuk huruf A-Z, a-z, dan angka 0-9 di pin-pin ini dan mengatur RS = 1. [21]

2.5 LED (*Lighting Emitting Diode*)

2.5.1 Pengertian LED (*Lighting Emitting Diode*)

Led merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya. LED merupakan temuan lain setelah dioda. Strukturnya juga sama dengan dioda, tetapi belakangan ditemukan bahwa elektron yang menerjang sambungan P-N juga melepaskan energi berupa energi panas dan energi cahaya. LED dibuat agar lebih efisien jika mengeluarkan cahaya. Untuk mendapatkan emisi cahaya pada semi konduktor, doping yang dipakai adalah *galium*, *Arsenik*, dan *fosfor*. Jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda pula.



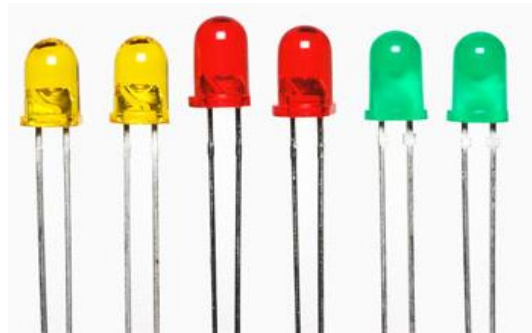
Gambar 2.13 simbol LED[22]

Pada saat ini warna-warna cahaya LED yang banyak adalah warna merah, kuning, dan hijau dan paling banyak digunakan untuk pengguna LED sedangkan untuk yang berwarna hitam lebih banyak dipakai pada sensor. Pada dasarnya semua warna bisa dihasilkan, namun akan menjadi sangat mahal dan tidak efisien. Dalam memilih LED selain warna, perlu diperhatikan tegangan, arus maksimum, dan disipasi daya. [22]

LED atau *Light Emitting Diodes* adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak *koheren* ketika diberi tegangan maju/searah. 38 Atau secara bahasa bisa diartikan sebagai dioda yang memancarkan cahaya bila dialirkan arus listrik. Semikonduktor adalah material yang dapat bertindak sebagai konduktor (penghantar arus listrik) dan isolator (penahan arus listrik). Sedangkan Dioda adalah bahan semikonduktor yang terdiri dari N-type material dan P-type material yang saling terhubung dan di kedua ujungnya terdapat elektroda (katoda/N-type & anoda/P-type).

LED mengubah sebagian besar energi listrik menjadi cahaya.

Cahaya adalah suatu bentuk energi yang dilepaskan oleh sebuah atom. Cahaya dihasilkan dari banyak partikel-partikel kecil yang mempunyai energi dan momentum yang disebut photons yang merupakan unit utama dari suatu cahaya. Photons merupakan hasil dari pergerakan elektron.⁴¹ Photons pada suatu dioda dapat kita lihat jika dioda tersusun dari material tertentu. Pada dioda normal, yang biasanya terbuat dari silikon atau germanium, memancarkan cahaya berupa gelombang inframerah sehingga tidak dapat dilihat mata manusia. LED memancarkan cahaya semata-mata oleh pergerakan elektron pada material. Dan LED terdiri dari bahan/material semikonduktor yang memancarkan gelombang cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia dan memancarkannya dalam jumlah besar.[23]



Gambar 2.14 Bentuk LED[23]