BAB II
TEORI PENUNJANG

Pada bab ini dijelaskan teori *vending machine* dan beberapa komponen-komponen yang perlu dipahami yang terdapat pada Hardware dan Software tersebut.

2.1 *Vending Machine*

Vending Machine adalah mesin yang digunakan untuk mengeluarkan/menjual produk secara otomatis tanpa ada operator. Operator tidak perlu menunggu mesin, tetapi hanya bertugas untuk mengisi, memeriksa ketersediaan barang yang dijual dan memeriksa mesin. Saat ini *vending machine* mudah kita jumpai di negara-negara maju yang digunakan sebagai alat untuk menjual berbagai macam produk. Cara kerja *vending machine* adalah dengan melakukan pembayaran (baik menggunakan uang ataupun sistem lainnya) kepada mesin kemudian memilih produk, setelah itu produk yang dipilih akan segera keluar. Gambar 2.1 adalah gambar fisik dari *vending machine*[1].



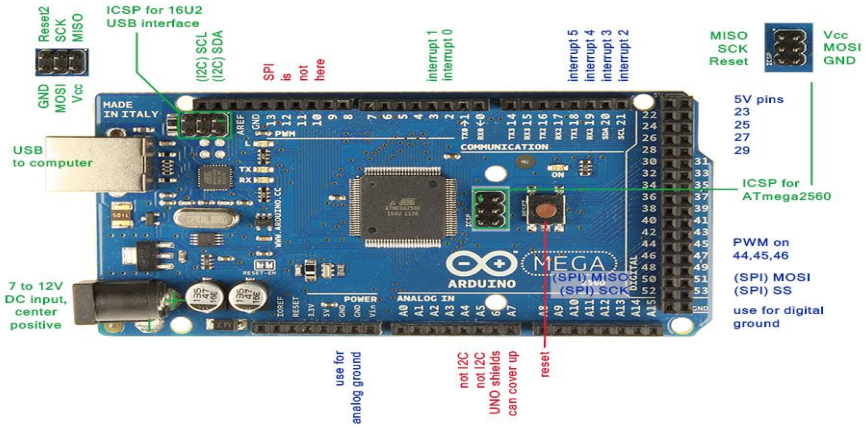
Gambar 2. 1 *Vending Machine*

2.2 Perangkat Keras

Pada perancangan alat pada Tugas Akhir ini digunakan beberapa komponen perangkat keras, teori-teori perangkat keras yang digunakan antara lain Mikrokontroller Arduino Mega2560, Motor DC, Motor Driver L298N, Keypad 3x4, LCD 16x2, IR Obstacle, Esp8266-01.

2.2.1 Mikrokontroller Arduino Mega2560

Arduino Mega2560 adalah papan mikrokontroler berbasiskan ATmega2560. Arduino Mega2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega kompatibel dengan semua desain *shield* untuk Arduino Uno dan yang terlebih dahulu ada yaitu Arduino Duemilanove atau Diecimila. Gambar 2.2 adalah gambar fisik dari Arduino Mega2560 [2].



Gambar 2. 2 *Arduino Mega2560*

Spesifikasi dari Arduino Mega2560 ini dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 *Spesifikasi Arduino Mega2560*

Mikrokontroler	Atmega2560
Operasi Tegangan	5Volt
Input Tegangan	Disarankan 7-11 Volt
Input Tegangan Batas	6-20Volt
Pin I/O Digital	54 (15 dapat digunakan untuk PWM)
Pin Analog	16
Arus DC Tiap Pin I/O	40Ma
Arus DC Ketika 3.3V	50Ma
Memori Flash	256 KB (Atmega2560) dan 8KB Digunakan Oleh Bootloader
SRAM	8 KB (Atmega2560)
EEPROM	4 KB (Atmega2560)
Kecepatan Clock	16Mhz

Arduino Mega2560 dapat diprogram menggunakan *Arduino Software (IDE).* Arduno Mega2560 dapat diprogram ulang menggunakan *bootloader* yang dapat meng-*upload coding* baru tersebut tanpa menggunakan pemrograman *hardware external.* Komunikasi tersebut menggunakan protokol STK500 [2].

Power pins pada Arduino Mega2560 [2]:

1. Vin. Masukkan tegangan pada Arduino Mega2560 ketika menggunakan sumber tegangan eksternal (bisa dari 5V koneksi usb atau sumber tegangan yang lain).
2. 5V. ini adalah *pin output* yang mengatur 5V dari *board.* Arduino Mega2560 dapat disuplai masing-masing tegangan dari DC *power jack* (7-12V), konektor USB (5V) atau Vin pada *board* (7-12V).
3. 3V3. Suplai 3.3V dihasilkan oleh *regulator on-board*. Maksimal arus adalah 50mA.
4. GND. Pin *Ground.*
5. IOREF. Pin ini berfungsi untuk membagi tegangan referensi sesuai dengan operasi mikrokontroller.

Memori ATmega2560 memiliki 256 KB memori *flash* untuk menyimpan kode (dimana 8KB digunakan oleh *Bootloader*), dengan 8KB SRAM dan 4KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis oleh EEPROM *Library*) [2].

Arduino Mega 2560 memiliki input dan output yang masing-masing terdiri dari 54 pin digital yang dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi *pinMode*(), *digitalWrite*(), dan *digitalRead*(). Beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal dari 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi yang special [2]:

a. Serial : 0 (RX) dan 1 (TX); Serial 1 : 19 (RX) dan 18 (TX); Serial 2 : 17 (RX) dan 16 (TX); Serial 3 : 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pins 0 dan 1 juga terhubung ke pin chip ATmega16U2 Serial USB-to-TTL.
b. Eksternal Interupsi : Pin 2 (interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubah nilai.
c. SPI : Pin 50 (MISO), pin 51 (MOSI), pin 52 (SCK), pin 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga terhubung dengan header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan Arduino Uno, Arduino Duemilanove dan Arduino Diecimila.
d. LED : Pin 13. Tersedia secara *built-in* pada papan Arduino ATmega2560. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala (ON), dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam (OFF).
e. TWI : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL). Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan perpustakaan Wire. Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin TWI pada Arduino Duemilanove atau Arduino *Diecimila*.

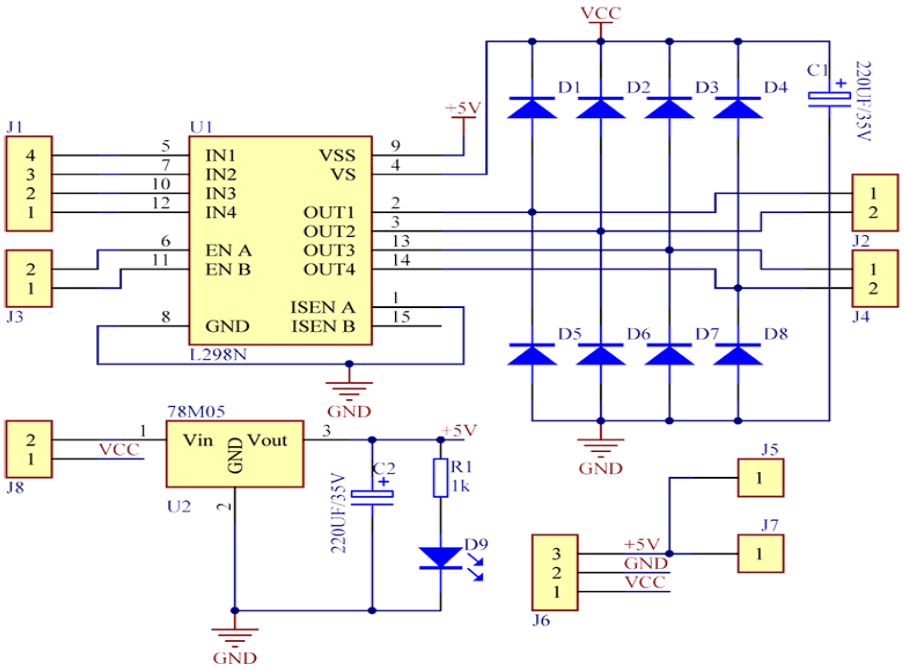
Arduino Mega2560 memiliki 16 pin sebagai analog input, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default pin ini dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga

memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan pin AREF dan fungsi analogReference(). Ada beberapa pin lainnya yang tersedia, antara lain [2]:

a. AREF : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi analogReference().
b. RESET : Jalur *LOW* ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino.

2.2.2 Motor Driver L298N

Motor Shield berbasis L298N, yang merupakan *driver dual H-bridge* yang dirancang untuk mengontrol beban induktif seperti relay, solenoida, DC dan motor stepper. Ini memungkinkan untuk mengontrol dua motor DC, mengontrol kecepatan dan arah masing-masing secara bebas. Gambar 2.3 adalah gambar skematik dari *Motor Driver L298N* [3].



Gambar 2. 3 *Skematik Motor Driver L298N*

Spesifikasi dari Motor Driver L298N ini dapat dilihat pada tabel 2.2

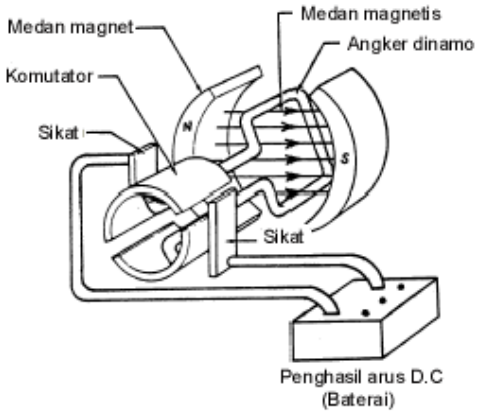
***Tabel 2. 2** Spesifikasi Motor Driver L298N*

Jenis Chip IC	ST L298N
Operasi Tegangan	4Volt -35Volt
Dapat Mengontrol	2 Motor DC atau 1 Motor Stepper
Max Arus	2 A/Channel atau 4A Max
Logic Power Supply	5V
Max Power	25W
Berat	35gram
Size	43mm x 43mm
Storage Temperature	-25 sampai +135

2.2.3 Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakan kompresor, mengangkat bahan,dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, *fan* angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut "kuda kerja" nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri [4].

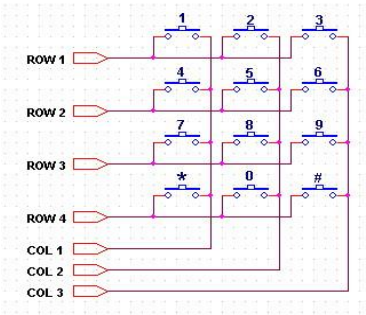
Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik phasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Gambar 2.4 adalah gambar Motor DC sederhana [4].



Gambar 2. 4 *Motor DC*

2.2.4 Keypad

Keypad merupakan komponen elektronika yang digunakan sebagai masukan, disusun dari beberapa tombol/switch dengan teknik matrix. Berdasarkan penjelasan tersebut, bahwa sebenarnya keypad merupakan tombol-tombol yang dirangkai menjadi sebuah paket dengan teknik menghubungkan satu tombol dengan tombol yang lain dengan teknik matrix. Teknik matrix adalah bisa dikatakan array, memiliki kolom dan baris lebih dari satu. Gambar 2.5 adalah skematik koneksi tombol pada keypad [5].



Gambar 2. 5 *Skematik Tombol Keypad*

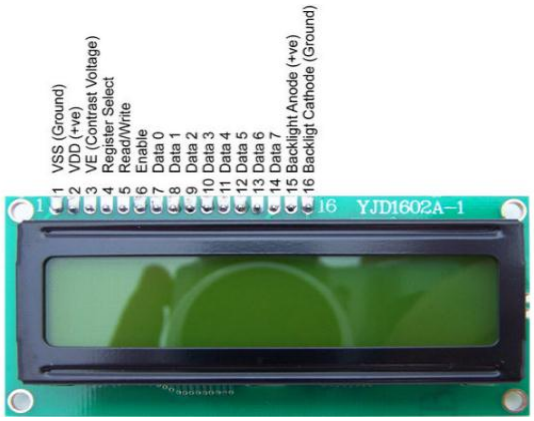
2.2.5 LCD 16x2

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid*

Cristal Display) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. [6].

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*). Mikrokontroler pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan mikrokontroler *internal* LCD adalah [6]:

1. DDRAM (*Display Data Random Access Memory)* merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
2. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk mengambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM. Gambar 2.6 adalah gambar LCD 16x2.



Gambar 2. 6 *LCD 16x2*

Pin dari LCD 16x2 dapat dilihat pada tabel 2.3

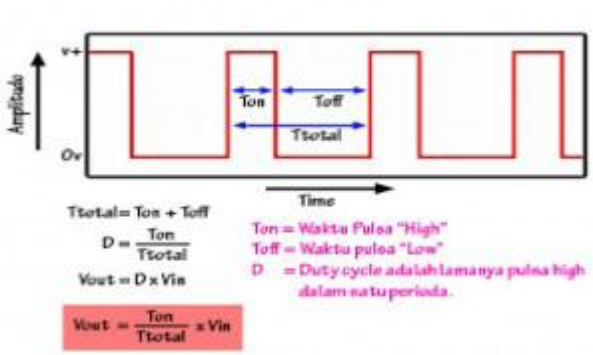
Tabel 2. 3 *Spesifikasi Pin LCD 16x2*

No Pin	**Fungsi**	**Keterangan**
1	Ground (0V)	Ground
2	+5V (4.7V – 5.3V)	Vcc
3	Pengaturan Kontras	V_{EE}
4	0: register instruksi 1: register data	Register Select (RS)
5	Untuk memilih mode tulis atau baca 0: mode tulis, 1: mode baca	Read/write (R/W)
6	0: enable (mulai menahan data ke LCD), 1:disable	Enable
7	8-bit pin data	DB0
8		DB1
9		DB2
10		DB3
11		DB4
12		DB5
13		DB6
14		DB7
15	Backlight V_{CC} (5V)	Led+

2.2.6 PWM (*Pulse Width Modulation*)

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, *audio effect* dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya. Aplikasi PWM berbasis mikrokontroler biasanya berupa pengendalian kecepatan motor DC, pengendalian motor servo, pengaturan nyala terang LED dan lain sebagainya[7].

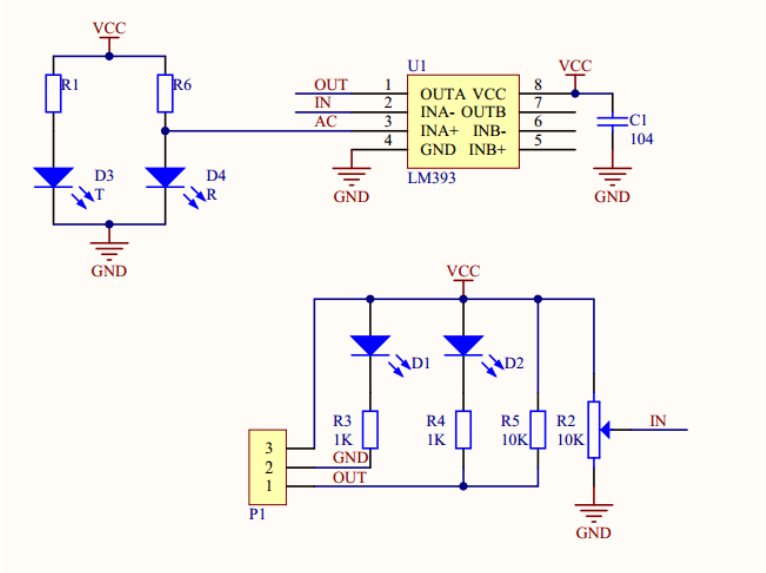
Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitude dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun duty cycle bervariasi (antara 0% hingga 100%). Gambar sinyal PWM dan rumus perhitungannya dapat dilihat pada gambar 2.7 [7].



Gambar 2. 7 *Gambar Sinyal PWM & Rumus Perhitungannya.*

2.2.7 Modul Sensor IR Obstacle

Modul Sensor IR Obstacle adalah bagian dari sensor *proximity* yang banyak digunakan untuk pendeteksi halangan atau objek di depannya. Komponen utama IR Obstacle terdiri dari IC lm393, IR Emitter dan IR *Receiver* atau phototransistor. Contoh pengaplikasian dari IR Obstacle ini seperti alarm yang berbunyi saat sesuatu mendekat, atau mengubah arah robot ketika mendekati dinding. Output dari sensor berupa keluaran digital antara 0 dan 1. Indicator LED dapat membantu pengguna untuk memeriksa status sensor tanpa menggunakan perangkat keras tambahan. Gambar 2.8 adalah skematik dari Modul Sensor IR Obstacle[8].



Gambar 2. 8 *Skematik Modul Sensor IR Obstacle*

Pin dari Modul Sensor IR Obstacle ini dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4 *Spesifikasi Pin Modul Sensor IR Obstacle*

No Pin	**Fungsi**	**Keterangan**
1	Output	Digital Output (High/Low)
2	Vcc	Vcc
3	Ground	Ground

2.2.8 Modul Wifi ESP 8266-01

ESP 8266-01 adalah sebuah modul Wifi serbaguna yang sudah bersifat SOC (*System On Chip*). Kelebihan lainnya, ESP 8266-01 ini dapat menjalankan peran sebagai akses poin maupun klien sekaligus. ESP 8266-01 sendiri sudah dilengkapi GPIO (*General Purpose Input/Output*). Dengan adanya GPIO, ESP 8266-01 dapat melakukan fungsi *input* atau *output* seperti sebuah mikrokontroller. ESP 8266-01 memiliki dua buah GPIO. ESP 8266-01 memiliki *DEEP SLEEP MODE,* sehingga penggunaan daya akan relatif jauh lebih efisien dibandingkan dengan modul WiFi lain. ESP 8266-01 beroperasi pada tegangan 3.3 V. Hal ini diperlukan agar *voltage logic* sesuai dengan spesifikasi ESP 8266-01. Gambar 2.9 adalah bentuk fisik dari Modul WiFi ESP 8266-01 [9].



Gambar 2. 9 *Modul WiFi ESP 8266-01*

Pin dari Modul WiFi ESP 8266-01 ini dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2. 5 *Spesifikasi Modul WiFi ESP 8266-01*

Nama Pin	Keterangan
GPIO 0	Pin I/O
GPIO 2	Pin I/O
CH_PD	Chip Select
TX	Pin I/O
RX	Pin I/O
RST	Reset
VCC	Vcc
GND	Ground

2.3 Perangkat Lunak

Perancangan sistem pada Tugas Akhir ini digunakan beberapa komponen perangkat lunak, teori-teori perangkat lunak yang digunakan antaralain: PHP & MySQL, PayPal, Web Server, Arduino IDE.

2.3.1 PHP & MySQL

PHP singkatan dari PHP *Hypertext Preprocessor* yang digunakan sebagai bahasa *script server-side* dalam pengembangan Web yang disisipkan pada dokumen HTML [10].

Penggunaan PHP memungkinkan Web dapat dibuat dinamis sehingga maintenance situs Web tersebut menjadi lebih mudah dan efisien. PHP merupakan *software Oper-Source* yang disebarkan dan dilisensikan secara gratis serta dapat di-download secara bebas dari situs resminya *http://www.php.net* . PHP ditulis menggunakan bahasa C [10].

MySQL sangat cocok berpasangan dengan PHP dengan beberapa pertimbangan. MySQL menggunakan suatu format standar SQL bahasa data yang terkenal. MySQL dilepaskan dengan suatu lisensi open source, dan tersedia secara cuma-cuma. MySQL bekerja pada berbagai sistem operasi, dan banyak bahasa. PHP menyediakan banyak fungsi untuk mendukung *database* MySQL [10].

2.3.2 Paypal

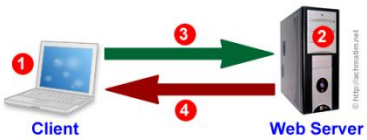
Paypal adalah bisnis *global e-commerce* yang menyediakan metode pembayaran atau transfer uang yang dilakukan via internet. Jasa transfer uang secara online adalah alternatif dari cara pembayaran tradisional seperti uang cash, cek dan lainnya. Dengan menggunakan paypal, *user* tidak perlu mengisikan kartu kredit setiap kali berbelanja atau melakukan pembayaran. Akun paypal berwujud alamat email, sehingga ketika hendak mengirim atau menerima pembayaran, maka alamat yang perlu diberitahukan adalah alamat email yang sudah teregistrasi di situs paypal [11].

Kelebihan Paypal yaitu Paypal terbukti aman digunakan. Kredibilitasnya hampir tidak dapat diragukan lagi. Sistem pembayaran paypal juga mengenal istilah "*payment protection"* dan *"dispute"* dimana user dapat melakukan claim atas pembayaran kepada pihak yang tidak bertanggung jawab. Dan satu kelebihan lain dari paypal yaitu dapat melakukan pembayaran transaksi hanya dalam hitungan detik. Dengan sistem *web-based*, paypal dapat diakses dimana saja, kapan saja 24 jam sehari. Secara ringkasnya yaitu satu dompet untuk seluruh kartu kredit anda dapat terwujud dengan akun paypal. Paypal sungguh ringkas dan effisien ketika digunakan [11].

Kekurangan Paypal yaitu *Fee* mahal. Sebagai cara pembayaran *e-commerce*, paypal menarik keuntungan dengan membebankan biaya-biaya tertentu ketika transaksi terjadi. Besarnya biaya bervariasi dan terjadi untuk hampir seluruh transaksi. Untuk nilai transaksi yang besar, sistem prosentasi biaya yang diterapkan terbilang cukup memberatkan. Sejak tahun 2001, paypal memiliki masalah dengan *"online fraud"* dimana serangan *hacker* dapat merampas sebuah akun paypal milik orang lain untuk disalahgunakan. Ada pula beberapa kalangan yang anti-paypal karena aturan main paypal yang tidak objektif dan kerap memenangkan sebuah perkara (*dispute*) atas pihak yang seharusnya kalah. Meski demikian, hampir sebagian besar pengguna paypal tidak merasakan dampak tersebut dan masih nyaman dengan paypalnya[11].

2.3.3 Web Server

Web server adalah software yang menjadi tulang belakang dari *world wide web* (www). Web server menunggu permintaan dari client yang menggunakan browser seperti Netscape Navigator, Internet Explorer, Modzilla, dan program browser lainnya. Jika ada permintaan dari browser, maka web server akan memproses permintaan itu kemudian memberikan hasil prosesnya berupa data yang diinginkan kembali ke browser. Data ini mempunyai format yang standar, disebut dengan format SGML (*standar general markup language*). Data yang berupa format ini kemudian akan ditampilkan oleh browser sesuai dengan kemampuan browser tersebut. Contohnya, bila data yang dikirim berupa gambar, browser yang hanya mampu menampilkan teks (misalnya *lynx*) tidak akan mampu menampilkan gambar tersebut, dan jika ada akan menampilkan alternatifnya saja. Gambar 2.10 adalah cara kerja web server [12].



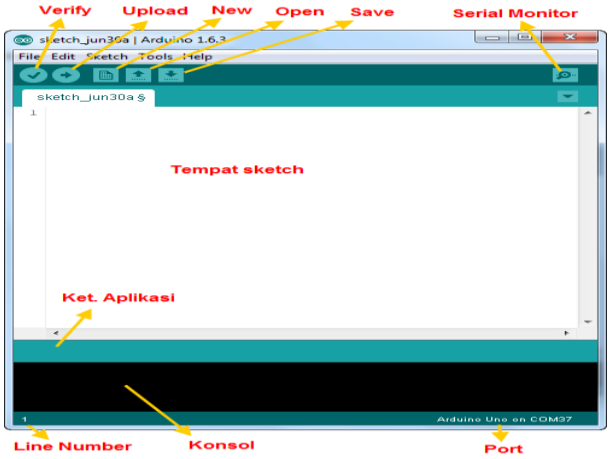
Gambar 2. 10 *Cara kerja web server*

Web server, untuk berkomunikasi dengan client-nya (*web browser*) mempunyai protokol sendiri, yaitu HTTP (*hypertext tarnsfer protocol*). Dengan protokol ini, komunikasi antar web server dengan client-nya dapat saling dimengerti dan lebih mudah. Seperti telah dijelaskan diatas, format data pada world wide web adalah SGML. Tapi para pengguna internet saat ini lebih banyak menggunakan format HTML (*hypertext markup language*) karena penggunaannya lebih sederhana dan mudah dipelajari. Kata *HyperText* mempunyai arti bahwa seorang pengguna internet dengan web browsernya dapat membuka dan membaca dokumen-dokumen yang ada dalam komputernya atau bahkan jauh tempatnya sekalipun. Hal ini memberikan cita rasa dari suatu proses yang tridimensional, artinya pengguna internet dapat membaca dari satu dokumen ke dokumen yang lain hanya dengan mengklik beberapa bagian dari halamanhalaman dokumen (web) itu. Proses yang dimulai dari permintaan *webclient* (browser), diterima web

server, diproses, dan dikembalikan hasil prosesnya oleh web server ke web client lagi dilakukan secara transparan. Setiap orang dapat dengan mudah mengetahui apa yang terjadi pada tiap-tiap proses. Secara garis besarnya web server hanya memproses semua masukan yang diperolehnya dari web clientnya [12].

2.3.4 Arduino IDE

Untuk memprogram board Arduino, dibutuhkan aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*). Aplikasi ini berguna untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* Arduino (*Sketches*, para *programmer* menyebut *source code* arduino dengan istilah "*sketches*"). Gambar 2.11 adalah tampilan aplikasi Arduino IDE [13].



Gambar 2. 11 *Tampilan aplikasi Arduino IDE*

Fungsi-fungsi menu pada Arduino IDE ini dapat dilihat pada tabel 2.6

Tabel 2. 6 *Fungsi-fungsi menu pada Arduino IDE***.**

Verify	Jika ada kesalahan pada *sketch*, nanti akan muncul error. Proses Verify / *Compile* mengubah *sketch* ke *binary code* untuk diupload ke mikrokontroller.
Upload	Berfungsi untuk mengupload *sketch* ke *board* Arduino.
New	Membuka window dan membuat *sketch* baru.
Open	Membuka *sketch* yang sudah pernah dibuat. *Sketch* yang dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi file **.ino**
Save	Menyimpan *sketch*, tapi tidak disertai mengcompile.
Serial Monitor	Membuka *interface* untuk komunikasi serial, nanti akan kita diskusikan lebih lanjut pada bagian selanjutnya.
Ket.Aplikasi	Pesan-pesan yang dilakukan aplikasi akan muncul di sini, misal "*Compiling*" dan "*Done Uploading*" ketika kita meng-*compile* dan meng-*upload sketch* ke *board* Arduino.
Line Number	Bagian ini akan menunjukkan posisi baris kursor yang sedang aktif pada *sketch*.
Konsol	Pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang *sketch* akan muncul pada bagian ini. Misal, ketika aplikasi mengcompile atau ketika ada kesalahan pada *sketch* yang kita buat, maka informasi *error* dan baris akan diinformasikan di bagian ini.
Port	Bagian ini menginformasikan *port* yang dipakai oleh *board* Arduino.