

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Goreng

2.1.1 Minyak Goreng Segar

Minyak merupakan zat makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Selain itu minyak juga merupakan sumber energi yang lebih efektif dibandingkan karbohidrat dan protein. Satu gram minyak dapat menghasilkan 9 kkal, sedangkan karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal/gram. Minyak, khususnya minyak nabati, mengandung asam-asam lemak esensial seperti asam linoleat, lenolenat, dan arakidonat yang dapat mencegah penyempitan pembuluh darah akibat penumpukan kolesterol. Minyak juga berfungsi sebagai sumber dan pelarut bagi vitamin- vitamin A, D, E dan K (Ketaren, 2008).

Minyak goreng berfungsi sebagai pengantar panas, penambah rasa gurih, dan penambah nilai kalori bahan pangan. Mutu minyak goreng ditentukan oleh titik asapnya, yaitu suhu pemanasan minyak sampai terbentuk akrolein yang tidak diinginkan dan dapat menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan (Winarno, 2004).

2.1.1.1 Mutu Minyak Goreng

Mutu minyak goreng ditentukan oleh titik asapnya, yaitu suhu pemanasan minyak sampai terbentuk akrolein yang tidak diinginkan dan dapat menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan hidrasi gliserol akan membentuk aldehida tidak jenuh atau akrolein tersebut. Makin tinggi titik asap, makin baik mutu minyak goreng itu. Titik asap suatu minyak goreng tergantung dari kadar gliserol bebas. Lemak yang telah digunakan untuk menggoreng titik asapnya akan turun, karena telah terjadi hidrolisis molekul lemak. Oleh karena itu untuk menekan terjadinya hidrolisis, pemanasan lemak atau minyak sebaiknya dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi dari seharusnya (Winarno, 2004).

2.1.1.2 Sifat Fisika-Kimia Minyak

1. Sifat Fisika (Ketaren, 2008).

a. Warna

Zat warna terdiri dari 2 golongan, golongan pertama yaitu zat warna alamiah, yaitu secara alamiah terdapat dalam bahan yang mengandung minyak dan ikut terekstrak bersama minyak pada proses ekstraksi. Zat warna tersebut antara lain α dan β karoten (berwarna kuning), xantofil (berwarna kuning kecoklatan), klorofil (berwarna kehijauan) dan antosyanin (berwarna kemerahan). Golongan kedua yaitu zat warna dari hasil degradasi zat warna alamiah, yaitu warna gelap disebabkan oleh proses oksidasi terhadap tokoferol (vitamin E), warna coklat disebabkan oleh bahan untuk membuat minyak yang telah busuk atau rusak, warna kuning umumnya terjadi pada minyak tidak jenuh.

b. Kelarutan

Minyak tidak larut dalam air kecuali minyak jarak (castor oil), dan minyak sedikit larut dalam alcohol, etil eter, karbon disulfide dan pelarut-pelarut halogen.

c. Titik didih (boiling point)

Titik didih akan semakin meningkat dengan bertambah panjangnya rantai karbon asam lemak tersebut.

d. Sliping point

Digunakan untuk pengenalan minyak serta pengaruh kehadiran komponen-komponenya.

2. Sifat Kimia (Ketaren, 2008).

a. Hidrolisa.

Dalam reaksi hidrolisa, minyak akan diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisa yang dapat menyebabkan kerusakan minyak atau lemak terjadi karena terdapatnya sejumlah air dalam minyak tersebut.

b. Oksidasi.

Proses oksidasi berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak. Terjadinya reaksi oksidasi akan mengakibatkan bau tengik pada minyak dan lemak.

c. Hidrogenasi.

Proses hidrogenasi bertujuan untuk menumbuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak pada minyak.

d. Esterifikasi

Proses esterifikasi bertujuan untuk mengubah asam lemak dari trigliserida dalam bentuk ester. Dengan menggunakan prinsip reaksi ini hidrokarbon rantai pendek dalam asam lemak yang menyebabkan bau tidak enak, dapat ditukar dengan rantai panjang yang bersifat tidak menguap.

2.1.1.3 Faktor yang Mempengaruhi Mutu Minyak Goreng (Slamet Waji, 1992).

1. Asam Lemak Bebas (ALB)

Asam lemak bebas dalam konsentrasi tinggi yang terikut dalam minyak goreng sangat merugikan. Tingginya asam lemak bebas ini mengakibatkan rendemen minyak turun. Untuk itulah perlu dilakukan usaha pencegahan terbentuknya asam lemak bebas dalam minyak goreng.

2. Kadar zat menguap dan kotoran

Meskipun kadar asam lemak bebas dalam minyak sawit kecil, tetapi hal itu belum menjamin mutu minyak goreng. Kemantapan minyak goreng harus dijaga dengan cara membuang kotoran dan zat menguap. Hal ini dilakukan dengan peralatan pemurnian modern.

3. Kadar logam

Beberapa jenis bahan logam yang dapat terikut dalam minyak goreng antara lain besi, tembaga, dan kuningan. Mutu dan kualitas minyak goreng yang mengandung logam-logam tersebut akan turun. Sebab dalam kondisi tertentu, logam-logam itu dapat menjadi katalisator yang menstimulir reaksi oksidasi minyak goreng. Reaksi ini dapat dimonitor dengan melihat perubahan warna minyak goreng yang semakin gelap dan akhirnya menyebabkan ketengikan.

4. Angka Oksidasi

Proses oksidasi yang distimulir oleh logam jika berlangsung dengan intensif akan mengakibatkan ketengikan dan perubahan warna (menjadi semakin

gelap). Keadaan ini jelas sangat merugikan sebab mutu minyak goreng menjadi menurun. Dari angka ini dapat diperkirakan sampai sejauh mana proses oksidasi berlangsung sehingga dapat pula dinilai kemampuan minyak goreng untuk menghasilkan barang jadi yang memiliki daya tahan dan daya simpan yang lama. Angka oksidasi dihitung berdasarkan angka peroksida.

5. Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida adalah banyaknya miliekuivalen peroksida dalam 100 gram lemak. Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida. Peroksida ini dapat ditentukan dengan metode iodometri (Ketaren.1986). Kerusakan lemak atau minyak yang utama adalah karena peristiwa oksidasi dan hidrolitik, baik ensimatik maupun non ensimatik. Di antara kerusakan minyak yang mungkin terjadi ternyata kerusakan karena autooksidasi yang paling besar pengaruhnya terhadap cita rasa. Hasil yang diakibatkan oksidasi lemak antara lain peroksida, asam lemak, aldehid, dan keton. Bau tengik atau rancid terutama disebabkan oleh aldehid dan keton. Untuk mengetahui tingkat kerusakan minyak dapat dinyatakan sebagai angka peroksida atau angka asam thiobarbiturat (TBA) (Sudarmadji, S. 2007).

Salah satu parameter kualitas minyak ialah massa jenis. Massa jenis minyak goreng yang baik ialah $890 - 910 \text{ kg/m}^3$. Untuk itu diperlukan sebuah alat untuk mengukur kualitas minyak goreng berdasarkan bobot jenis nya. Massa jenis ialah besarnya massa per satuan volume (Anonymous, 2009). Uji massa jenis telah dilakukan oleh Sutiah dkk, namun pada pengujian ini, pengukuran dilakukan secara manual, artinya dilakukan dengan mengukur massa minyak goreng menggunakan timbangan, sedangkan volume minyak diukur dengan menggunakan gelas ukur. Kemudian massa minyak dibagi dengan volume minyak maka akan didapat massa jenis minyak.

2.1.2 Minyak Jelantah

Minyak jelantah adalah minyak yang dihasilkan dari sisa penggorengan,

baik dari minyak kelapa maupun minyak sawit. Minyak jelantah dapat menyebabkan minyak berasap atau berbusa pada saat penggorengan,, meninggalkan warna coklat, serta *flavor* yang tidak disukai dari makanan yang digoreng. (Hambali, E 2007).

Minyak jelantah mengandung berbagai radikal bebas, yang setiap saat siap untuk mengoksidasi organ tubuh secara perlahan. Minyak jelantah kaya akan asam lemak bebas. Terlalu sering mengkonsumsi minyak jelantah dapat menyebabkan potensi kanker meningkat. Menurut para ahli kesehatan, minyak goreng hanya boleh digunakan dua sampai empat kali menggoreng (Winarno, 1999).

Rangkuman Hasil Penelitian (4) 16 μ m, t = 60'

N0	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Kadar Max
1	Massa Jenis pada 40°C	kg/m ³	852	850 - 890
2	Viskositas kinematik pada 40°C	mm ² /s (cSt)	3,5796	2,3 - 6,0
3	Angka setana	°C	67,2	min 51
4	Titik nyala	°C	175	min 100
5	Titik kabut	°C	11	maks 18
6	Korosi lempeng tembaga		1a	maks no. 3
7	Residu karbon	%-vol	0,01 %wt	maks 0,05
8	Air dan sedimen	%-vol	<0,05	maks 0,05
9	Temperatur destilasi 90% vol	°C	365,2	360
10	Abu tersulfatkan	%-brt	0,02	
11	Belerang	ppm (mg/kg)	< 0,0017%	maks 10
12	Fosfor	ppm (mg/kg)	6	maks 10
13	Angka asam	mg-KOH/g	0,12489	maks 0,8
14	Gliserol bebas	%-massa	0,01168	maks 0,02
15	Gliserol total	%-massa	0,23381	maks 0,24
16	Kadar ester alkil	%-massa	97,37	min 96,5
17	Angka iodina	%-massa (g-12/100g)	106,15	maks 115
18	Uji Helpen		negatif	negatif

Gambar 2.1 Tabel Massa Jenis Minyak goreng bekas

(<https://www.slideshare.net/wahyuddinteknikkimia/pengolahan-biodiesel-1>)

2.2 Perangkat Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* memiliki prosesor AtmelAVR dan

software memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino juga merupakan *platform hardware* terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* dan *software* yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan syntax dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka dapat mengunduh skema *hardware* arduino dan membangunnya dengan mudah.

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu atau perusahaan yang membuat *clone* arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level *hardware*. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* meskipun ada opsi untuk *bypass bootloader* dan menggunakan *downloader* untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP.

2.2.1 Arduino

Semuanya berawal dari sebuah thesis yang dibuat oleh Hernando Barragan, di institute Ivrea, Italia pada tahun 2005, dikembangkan oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles dan diberi nama Arduin of Ivrea, lalu berganti nama menjadi Arduino yang dalam bahasa Italia berarti teman yang berani. Tujuan awal dibuat Arduino adalah untuk membuat perangkat mudah dan murah, dari perangkat yang ada saat itu. Perangkat tersebut ditujukan untuk para siswa yang akan membuat perangkat desain dan interaksi.

Saat ini tim pengembangnya adalah Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis, dan Nicholas Zambetti. Mereka mengupayakan 4 hal dalam Arduino ini, yaitu:

1. Harga terjangkau
2. Dapat dijalankan diberbagai sistem operasi, Windows, Linux, Max, dan sebagainya.
3. Sederhana, dengan bahasa pemograman yang mudah bisa dipelajari orang awam, bukan untuk orang teknik saja.
4. *Open Source, hardware* maupun *software*.

Sifat Arduino yang *Open Source*, membuat Arduino berkembang sangat cepat banyak bermunculan perangkat-perangkat sejenis Arduino. Seperti DFRduino atau Freeduino, dan kalau yang lokal ada namanya Cipaduino yang dibuat oleh SKIR70, terus ada Murmerduino yang dibuat oleh Robot Unyil, ada lagi AViShaduino yang salah satu pembuatnya adalah Admin Kelas Robot.

Sampai saat ini pihak resmi, sudah membuat berbagai jenis-jenis Arduino. Mulai dari yang paling mudah dicari dan paling banyak digunakan, yaitu Arduino Uno. Hingga Arduino yang sudah menggunakan ARM Cortex, berbentuk *Mini PC*. Dan sudah ada ratusan ribu Arduino yang digunakan di gunakan di dunia pada tahun 2011. Arduino juga sudah banyak dipakai oleh perusahaan besar. Contohnya Google menggunakan Arduino untuk *Accessory Development Kit*, NASA memakai Arduino untuk *prototypin*, ada lagi Large Hadron Colider memakai Arduino dalam beberapa hal untuk pengumpulan data. (Aan Darmawan, 2016)

2.2.2 Arduino Uno

Arduino Jenis ini adalah yang paling banyak digunakan, terutama untuk pemula sangat disarankan untuk menggunakan Arduino Uno. Dan banyak sekali referensi yang membahas Arduino Uno. Versi yang terakhir adalah Arduino Uno R3 (Revisi 3), menggunakan ATMEGA328 sebagai Mikrokontrolernya, memiliki 14 pin I/O (*input/output*) digital dan 6 pin masukan analog. Untuk pemograman cukup menggunakan koneksi USB *type A to type B* Sama seperti yang digunakan pada USB *printer*. (Aan Darmawan, 2016)

2.3 Mikrokontroler ARDUINO UNO R3

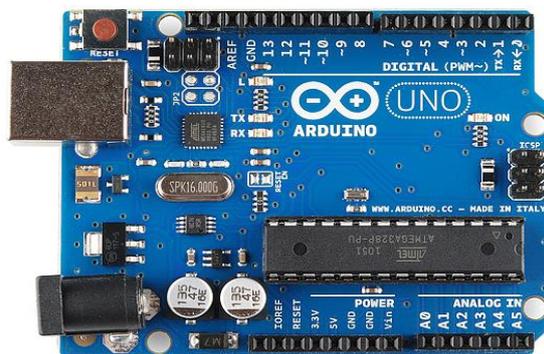
Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip* IC, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Lebih lanjut, mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan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

Pengertian Arduino Menurut (Feri Djuandi, 2011) Arduino adalah merupakan sebuah *board minimum system* mikrokontroler yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian board arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel.

Menurut Sulaiman (2012:1), arduino merupakan *platform* yang terdiri dari *software* dan *hardware*. *Hardware* Arduino sama dengan mikrokontroler pada umumnya hanya pada arduino ditambahkan penamaan pin agar mudah diingat. *Software* Arduino merupakan *software open source* sehingga dapat di download secara gratis. *Software* ini digunakan untuk membuat dan memasukkan program ke dalam Arduino. Pemrograman Arduino tidak sebanyak tahapan mikrokontroler konvensional karena Arduino sudah didesain mudah untuk dipelajari, sehingga para pemula dapat mulai belajar mikrokontroler dengan Arduino.

Menurut Santosa (2012:1), arduino adalah *kit* elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.

Berdasarkan pengertian yang dikemukakan diatas dapat disimpulkan bahwa arduino merupakan *kit* elektronik atau papan rangkaian elektronik yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel serta *software* pemrograman yang berlisensi *open source*.



Gambar 2.2 Bentuk Fisik Arduino Uno

(<https://www.robotistan.com/arduino-uno-r3-clone-with-usb-cable-usb-chip-ch340>)

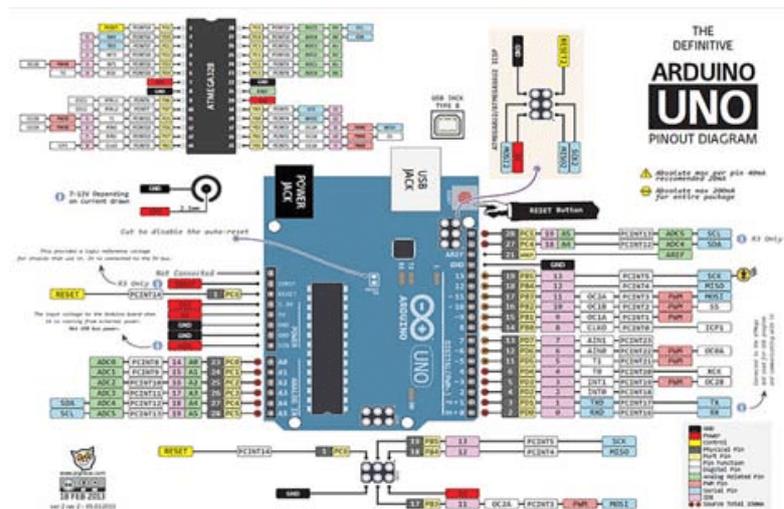
Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan ketika hendak memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika memprogram mikrokontroler. *Port* USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai *port* komunikasi serial.

Deskripsi Arduio UNO:

Tabel 2.1 Deskripsi Arduino Uno

(Repository.usu.ac.id)

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50mA
<i>Memori Flash</i>	32 KB (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EPROM	1 KB (ATmega 328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz



Gambar 2.3 Skematik Arduino Uno

(https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-Arduino-UNO-input-output-pins-and-Atmega328-pins-correspondence-Arduino_fig3_313923176)

2.4 Power Suplay

Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi USB(*Universal Serial Bus*) atau *power supply*. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan konektor *jack* adaptor pada koneksi *port inputsupply*. *Board* arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6 - 20 volt. Jika *supply* kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi *over heat* dan menyebabkan kerusakan pada *board*. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt. Penjelasan pada pin *power* adalah sebagai berikut

A. Pin

Tegangan *input* ke board arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 Vdc dari koneksi USB(*Universal Serial Bus*) atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan suplai menggunakan *power jack*, aksesnya menggunakan pin ini.

B. 5 Vdc

Regulasi *powersupply* digunakan untuk *power* mikrokontroler dan komponen lainnya pada *board*. 5V dapat melalui Vin menggunakan regulator pada *board*, atau supply oleh USB atau *supply* regulasi 5V lainnya.

C. 3V3 dc

Suplai 3.3 didapat oleh FTDI *chip* yang ada di *board*. Arus *maximum* adalah 50mA

D. Pin Ground

Pin *ground* berfungsi sebagai jalur *ground* pada arduino.

2.5 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. LCD berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. LCD sekarang semakin banyak digunakan, dari yang berukuran kecil, seperti LCD pada sebuah MP3 *player* sampai yang berukuran besar seperti monitor PC atau televisi. Warna yang dapat ditampilkan bisa bermacam-macam, dari yang 1 warna (*monochrome*) sampai yang 65.000 warna. Pola (*pattern*) LCD juga bisa bervariasi, dari pola yang membentuk *display* 7 segmen (misalnya LCD yang dipakai untuk jam tangan) sampai LCD yang bisa menampilkan karakter/teks dan LCD yang bisa menampilkan gambar. (elektronika-dasar.web.id, 2016)



Gambar 2.4 Bentuk FisikLCD

(<https://researchdesignlab.com/lcd-display-16x2.html>)

Pada LCD yang bisa menampilkan karakter (LCD karakter) dan LCD yang bisa menampilkan gambar (LCD grafik), diperlukan memori untuk membangkitkan gambar CGROM (*Character Generator ROM*) dan juga RAM untuk menyimpan data (teks atau gambar) yang sedang ditampilkan (DDRAM atau *Display Data RAM*). Diperlukan pula pengendali (*controller*) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. (elektronika-dasar.web.id,2016)

LCD karakter adalah LCD yang bisa menampilkan karakter ASCII dengan format dot matriks. LCD jenis ini bisa dibuat dengan berbagai ukuran, 1 sampai 4 baris, 16 sampai 40 karakter per baris dan dengan ukuran *font* 5x7 atau 5x10. LCD ini biasanya dirakit dengan sebuah PCB yang berisi pembangkit karakter dan IC pengendali serta *driver*-nya. Walaupun ukuran LCD berbeda-beda, tetapi IC pengendali yang digunakan biasanya sama sehingga protokol komunikasi dengan IC juga sama. Antarmuka yang digunakan sesuai dengan *level* digital TTL (*Transistor-transistor logic*) dengan lebar bus data yang bisa dipilih 4 bit atau 8 bit. Pada bus data 4 bit komunikasi akan 2 kali lebih lama karena data atau perintah akan dikirimkan 2 kali, tetapi karena mikrokontroler sangat cepat, hal ini tidak akan menjadi masalah. Penggunaan bus data 4 bit akan menghemat pemakaian port mikrokontroler. Semua fungsi *display* diatur oleh instruksi-instruksi, sehingga modul LCD ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikrokontroler. LCD tersusun sebanyak dua baris dengan 16 karakter. (leselektronika.com, 2012)

2.5.1 Fitur LCD 16 x 2

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram.
4. Dapat dialamati dengan mode 4bit dan 8bit.
5. Dilengkapi dengan *backlight*.

2.5.2 Rangkaian Antarmuka LCD

Umumnya, sebuah LCD karakter akan mempunyai 14 pin untuk mengendalikannya. Pin-pin terdiri atas 2 pin catu daya (V_{cc} dan V_{ss}), 1 pin untuk

mengatur kontras LCD (Vee), 3 pin kendali (RS, R/W dan E), 8 pin data (DB0 - DB7). Pada LCD yang mempunyai *backlight*, disediakan 2 pin untuk memberikan tegangan ke dioda *backlight* (disimbolkan dengan A dan K). Tabel 2.1 memperlihatkan pin-pin LCD dan fungsinya.

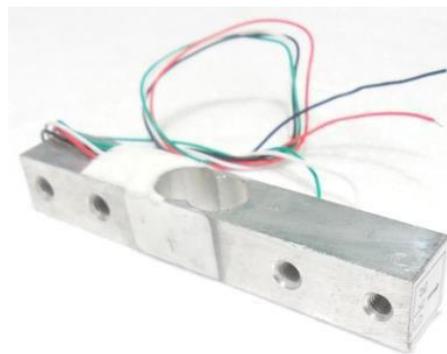
Tabel 2.2 Keterangan Pin LCD

No	Nama	Fungsi	Keterangan
1	Vss	Catu daya (0 V atau GND)	
2	Vcc	Catu daya +5 V	
3	Vee	Tegangan LCD	
4	RS	<i>Register Select</i> , untuk memilih mengirim perintah atau data (Input)	“0” memilih <i>register</i> perintah dan “1” <i>register</i> data
5	R/W	<i>Read/Write</i> , pin untuk pengendali baca atau tulis (Input)	“0” untuk proses tulis dan “1” untuk proses baca, dalam banyak aplikasi tidak ada proses pembacaan data dari LCD, sehingga R/W bisa langsung dihubungkan ke GND
6	E	<i>Enable</i> , untuk mengaktifkan LCD untuk memulai operasi baca tulis	Pulsa: Rendah-Tinggi – Rendah
7 – 14	DB0 – DB7	Bus data (<i>Input/Output</i>)	Pada operasi 4 bit hanya DB4 - DB7 yang digunakan, yang lain dihubungkan ke GND. DB7 dapat digunakan sebagai bit status sibuk (<i>busy flag</i>)

15	V+	4,2 V	
16	V-	GND	

2.6 Load Cell

Sensor *load cell* merupakan sensor yang dirancang untuk mendeteksi tekanan atau berat sebuah beban, sensor *load cell* umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan digital dan dapat diaplikasikan pada jembatan timbangan yang berfungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut bahan baku, pengukuran yang dilakukan oleh *Load Cell* menggunakan prinsip tekanan. (www.ricelake.com *Load Cell and Weight (AmericaModule H : 2010)*)



Gambar 2.5 Bentuk fisik load cell

(Sumber : www.lapantech.com "Load-133"cell.2013)

Keterangan gambar :

1. Kabel merah adalah input tegangan sensor
2. Kabel hitam adalah input ground sensor
3. Kabel hijau adalah output positif sensor
4. Kabel putih adalah output ground sensor

Sensor *load cell* memiliki spesifikasi kerja sebagai berikut :

1. Kapasitas 5 Kg
2. Bekerja pada tegangan rendah 5 –10 VDC atau 5-10 VAC
3. Ukuran sensor kecil dan praktis
4. Input atau output resistansi rendah 3
5. Nonlinieritas 0.05%
6. Range temperatur kerja -10°C - +50

2.6.1 Karakteristik Sensor *Load Cell*

Tabel 2.3 Karakteristik Sensor *load cell* Mekanik

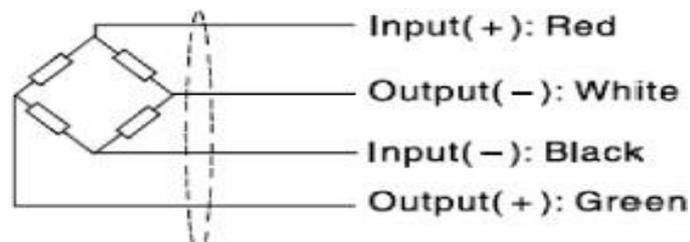
Mekanik	
Bahan Dasar	<i>Alumunium Alloy</i>
<i>Load Cell Type</i>	<i>Strain Gauge</i>
Kapasitas	2kg
Dimensi	55.25x12.7x12.7mm
Lubang Pemasangan	M5 (ukuran baut)
Panjang Kabel	550mm
Ukuran Kabel	30 AWG (0.2mm)
No. Urutan Kabel	4

Tabel 2.4 Karakteristik Sensor *load cell* Elektrik

Elektrik	
Presisi	0.05%
Rata – Rata Output	1.0±0.15mv/V
Non-Linieritas	0.05% FS
Hysteresis	0.05% FS
Non-Pengulangan	0.05% FS
<i>Creep</i> (per 30 menit)	0.1% FS
Efek Temperatur Pada Nol (per 10°C)	0.05% FS
Efek Temperatur Pada <i>Span</i> (per 10°C)	0.05% FS
Keseimbangan Nol	±1.5% FS
<i>Input Impedansi</i>	1130±10 Ohm
<i>Output Impedansi</i>	1000±10 Ohm
Hambatan Isolasi (dibawah 50VDC)	≥5000 MOhm
Kebutuhan Voltase	5 VDC
Toleransi Jarak Temperatur	-10 to ~ +40°C
Pengoperasian Jarak Temperatur	-20 to ~ +55°C

<i>Safe Overload</i>	120% Kapasitas
<i>Ultimate Overload</i>	150% Kapasitas

Gambar 2.6 adalah konfigurasi kabel dari sensor *load cell*. yang terdiri dari kabel berwarna merah, hitam, biru, dan putih. Kabel merah merupakan input tegangan sensor, kabel hitam merupakan input ground pada sensor, kabel warna biru / hijau merupakan output positif dari sensor dan kabel putih adalah output ground dari sensor. Nilai tegangan output dari sensor ini sekitar 1,2 mV. (www.lapantech.com “Load-133”cell.2013)

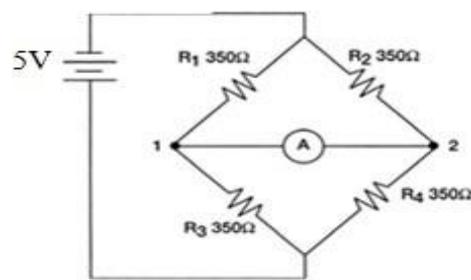


Gambar 2.6 Konfigurasi Kabel Sensor *Load Cell*

(www.vpgtransducers.com)

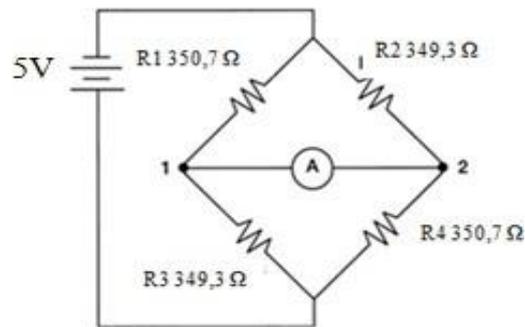
2.6.2 Prinsip Kerja Sensor *Load Cell*

Selama proses penimbangan akan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada *load cell* yang mengakibatkan gaya secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini dikonversikan kedalam sinyal elektrik oleh *strain gauge* (pengukur regangan) yang terpasang pada *load cell*. Prinsip kerja load cell berdasarkan rangkaian Jembatan *Wheatstone I* dapat dilihat pada gambar 2.7 (<http://load-cell.com/2012/06/cara-kerja-load-cell-timbangan.html>)



Gambar 2.7 Rangkaian Jembatan *Wheatstone* tanpa beban

Pada gambar 2.4 nilai $R = 350 \Omega$, arus yang mengalir pada $R1$ dan $R3 =$ arus yang mengalir di $R2$ dan $R4$, hal ini dikarenakan nilai semua resistor sama dan tidak ada perbedaan tegangan antara titik 1 dan 2, oleh karena itu rangkaian ini dikatakan seimbang.



Gambar 2.8 Rangkaian Jembatan *Wheatstone* dengan beban

Jika rangkaian jembatan *Wheatstone* diberi beban, maka nilai R pada rangkaian akan berubah, nilai $R1 = R4$ dan $R2 = R3$. Sehingga membuat sensor *load cell* tidak dalam kondisi yang seimbang dan membuat beda potensial. Beda potensial inilah yang menjadi outputnya. Untuk menghitung V_{out} atau A seperti pada gambar, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$V_o = V_o =$$

$$\left(V_S \times \left(\frac{R1}{R1+R4} \right) \right) - \left(V_S \times \left(\frac{R2}{R2+R3} \right) \right)$$

$$V_o = (10 \times (0,499)) - (10 \times (0,501))$$

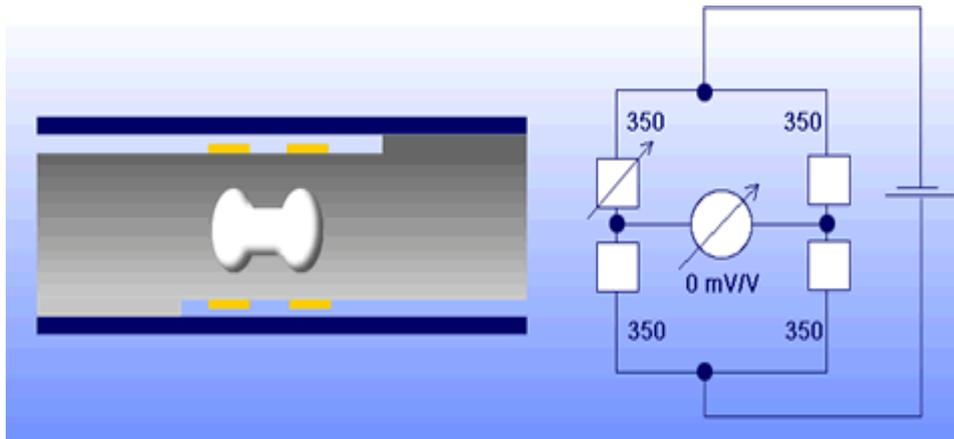
$$\left(10 \times \left(\frac{349,3}{349,3+350,7} \right) \right) - \left(10 \times \left(\frac{350,7}{350,7+349,3} \right) \right)$$

$$V_o = 4,99 - 5,01$$

$$V_o = -0,02 \times 10 = 2 \text{ mV}$$

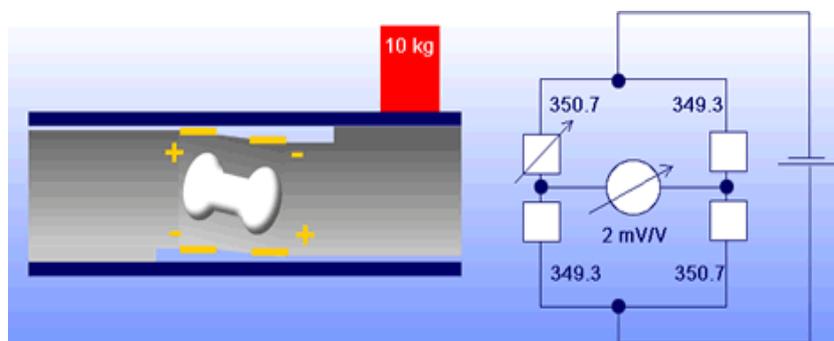
Secara teori, prinsip kerja *load cell* berdasarkan pada jembatan *Wheatstone* dimana saat *load cell* diberi beban terjadi perubahan pada nilai resistansi, nilai resistansi $R1$ dan $R3$ akan turun sedangkan nilai resistansi $R2$ dan $R4$ akan naik.

Ketika posisi setimbang, $V_{out\ load\ cell} = 0$ volt, namun ketika nilai resistansi R1 dan R3 naik maka akan terjadi perubahan V_{out} pada *load cell*. Pada *load cell* output data (+) dipengaruhi oleh perubahan resistansi pada R1, sedangkan output (-) dipengaruhi oleh perubahan resistansi R3.



Gambar 2.9 Rangkaian Load Cell tanpa beban

(Rebby Fudi Alexander.2013. *Aplikasi Sensor Berat Load Cell Pada Alat Pengering Herbal*)



Gambar 2.10 Rangkaian Load Cell diberi beban

(<http://load-cell.com/2012/06/cara-kerja-load-cell-timbangan.html>)

2.7 Gelas Ukur

Gelas ukur dan gelas kimia adalah alat gelas yang biasa digunakan di laboratorium. Beberapa orang kadang keliru dalam pemakaian dari dua alat gelas ini. Padahal, gelas ukur dan gelas kimia berbeda. Meskipun sama-sama alat gelas, namun alat gelas kimia diklasifikasikan menjadi tiga jenis berdasarkan fungsinya

di laboratorium yaitu sebagai alat tampung, alat ukur dan alat pendukung. Untuk memperjelas perbedaan gelas ukur dan gelas kimia, ada baiknya kita simak bersama tulisan ini.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya tentang pembagian alat gelas berdasarkan fungsinya dan sesuai dengan namanya. Berbeda dengan gelas kimia, gelas ukur berfungsi sebagai alat ukur. Gelas ukur adalah suatu alat gelas yang berfungsi untuk mengukur suatu larutan. Gelas ukur mempunyai beberapa ukuran yang bervariasi mulai dari 2 ml hingga 2000 ml.(Elsa, 2016)



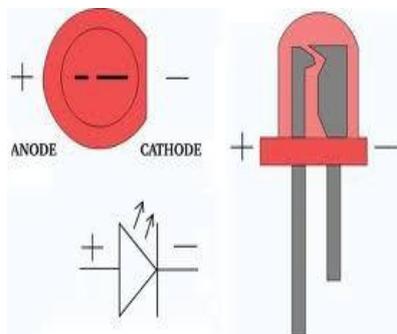
Gambar 2.11 Gelas Ukur

(news.labsatu.com)

2.8 LED (LIGHT EMITTING DIODE)

Dioda cahaya atau lebih dikenal dengan sebutan *LED (light emitting diode)* adalah suatu *semikonduktor* yang memancarkan cahaya ketika diberi tegangan maju. *LED* adalah sejenis *dioda semikonduktor* istimewa. Seperti sebuah dioda normal, *LED* terdiri dari sebuah *chip* bahan *semikonduktor* yang diisi penuh, dengan ketidak murnian untuk menciptakan sebuah struktur. Pembawa muatan elektron dan lubang mengalir ke junction dari elektroda dengan voltase berbeda. Ketika elektron bertemu dengan lubang, dia jatuh ke tingkat energi yang lebih rendah, dan melepas energi dalam bentuk *photon*.(Rida Angga, 2015)

Chip *LED* pada umumnya mempunyai tegangan rusak yang relatif rendah. Bila diberikan tegangan beberapa volt ke arah terbalik, biasanya sifat isolator searah *LED* akan rusak menyebabkan arus dapat mengalir ke arah sebaliknya. Karakteristik chip *LED* pada umumnya adalah sama dengan karakteristik dioda yang hanya memerlukan tegangan tertentu untuk dapat beroperasi. Namun bila diberikan tegangan yang terlalu besar, *LED* akan rusak walaupun tegangan yang diberikan adalah tegangan maju. Tegangan yang diperlukan sebuah dioda untuk dapat beroperasi adalah tegangan maju. Berikut ini adalah gambar dari:



Gambar 2.12 Gambar LED

(<https://id.pinterest.com/pin/574209021215882621/>)

2.9 Potensiometer

salah satu jenis Resistor yang Nilai Resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan Rangkaian Elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Potensiometer merupakan Keluarga Resistor yang tergolong dalam Kategori Variable Resistor. Secara struktur, Potensiometer terdiri dari 3 kaki Terminal dengan sebuah shaft atau tuas yang berfungsi sebagai pengaturnya. (teknikelektronika.com)

Dengan kemampuan yang dapat mengubah resistansi atau hambatan, Potensiometer sering digunakan dalam rangkaian atau peralatan Elektronika dengan fungsi-fungsi sebagai berikut :

1. Sebagai pengatur Volume pada berbagai peralatan Audio/Video seperti Amplifier, Tape Mobil, DVD Player.
2. Sebagai Pengatur Tegangan pada Rangkaian Power Supply
3. Sebagai Pembagi Tegangan

4. Aplikasi Switch TRIAC
5. Digunakan sebagai Joystick pada Transduser
6. Sebagai Pengendali Level Sinyal



Gambar 2.13 potensiometer

(<https://skemaku.com/jenis-jenis-resistor/>)

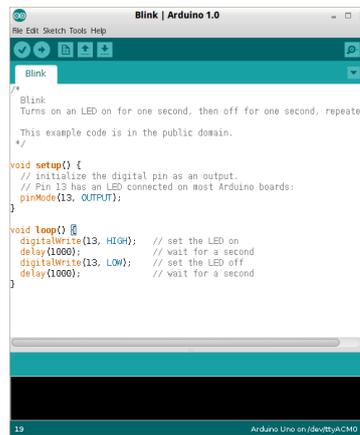
2.10 *Integrated Development Environment (IDE) Arduino*

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino . Pada ATmega328 di Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk meng-*upload* kode baru untuk itu tanpa menggunakan *programmer hardware eksternal*. *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* terdiri dari editor teks untuk menulis kode, sebuah area pesan, sebuah konsol, sebuah *toolbar* dengan tombol- tombol untuk fungsi yang umum dan beberapa menu. *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* terhubung ke *arduino board* untuk meng-*upload* program dan juga untuk berkomunikasi dengan *arduino board*.

Perangkat lunak (*software*) yang ditulis menggunakan *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* disebut *sketch*. *Sketch* ditulis pada editor teks. *Sketch* disimpan dengan file berekstensi.area pesan memberikan informasi dan pesan *error* ketika kita menyimpan atau membuka *sketch*. Konsol menampilkan *output teks* dari *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* dan juga menampilkan pesan *error* ketika kita mengkompilasi *sketch*. Pada sudut kanan bawah jendela *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* menunjukkan jenis *board* dan port serial yang sedang digunakan. Tombol *toolbar* digunakan untuk memeriksa dan meng-*uploadsketch*, membuat, membuka,

atau menyimpan *sketch*, dan menampilkan serial monitor. IDE Arduino terdiri dari:

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 memori di dalam papan Arduino.



Gambar 2.14 Tampilan *Software Compiler* Arduino

Di bawah ini merupakan tombol-tombol *toolbars* serta fungsinya yang terdapat pada IDE Arduino, diantaranya:



Verify: berfungsi untuk mengecek error pada kode program



Upload: berfungsi untuk meng-*compile* dan meng-*upload* program ke Arduino board.



New : berfungsi untuk membuat *sketch* baru



Open : berfungsi untuk menampilkan sebuah menu dari seluruh *sketch* yang berada di dalam *sketchbook*.



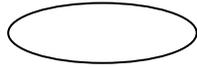
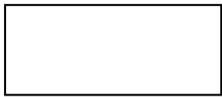
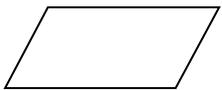
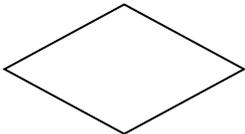
Save : berfungsi untuk menyimpan *sketch*.

2.11 Simbol *Flowchart*

Merupakan gambar atau bagan yang memperlihatkan urutan dan hubungan antar proses beserta instruksinya. Gambaran ini dinyatakan dengan simbol. Dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu. Sedangkan hubungan antar proses digambarkan dengan garis penghubung. (Krismiaji. 2010)

Flowchart disusun dengan simbol-simbol. Simbol ini dipakai sebagai alat bantu menggambarkan proses di dalam program. Simbol-simbol yang sering dipakai antara-lain:

Tabel 2.5 Simbol-Simbol *Flowchart*

No	Simbol	Nama	Fungsi
1		<i>Terminator</i>	Permulaan / Akhir Program
2		Garis Alir (<i>Flow Line</i>)	Arah Aliran Program
3		Proses	Proses Perhitungan / Proses Pengolahan Data
4		<i>Input / Output Data</i>	Proses <i>Input / Output Data</i> , Parameter, Informasi
5		<i>Decision</i>	Perbandingan Pernyataan, Penyeleksi Data Yang Memberikan Pilihan Untuk Langkah Selanjutnya
6		<i>Predefined Process</i> (Sub Program)	Permulaan Sub Program / Proses Menjalankan Sub Program