

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Dasar

2.1.1 Mixer Pakan Ternak

Mesin Pakan Ternak / Mixer Pakan Ternak adalah alat pencampur pakan bahan kering berbentuk butiran dan aneka adonan kering yang biasanya digunakan untuk pakan ternak. Alat mesin ini dirancang khusus untuk mencampur aneka jenis bahan berbentuk butiran atau tepung sekaligus.

2.1.2 Pakan

Pakan adalah semua yang bisa dimakan oleh ternak dan tidak mengganggu kesehatannya. Pada umumnya pengertian pakan (feed) digunakan untuk hewan yang meliputi kuantitatif, kualitatif, kontinuitas serta keseimbangan zat pakan yang terkandung di dalamnya. (Anonim, 2009).

Untuk mencampur konsentrat 1 karung (50 kg). Metode yang digunakan adalah coba-coba (*trial and error*).

Tabel 2.1 Perbandingan Pencampuran Makanan

Bahan Pakan	Jumlah yang digunakan (Kg)	% dalam pakan
Konsentrat	60	$60/142 \times 100\% = 42,3\%$
Jagung	82	$82/142 \times 100\% = 57,7\%$
Total	142	100%

Konsentrat = $42,3 \times 35\% = 14,8\%$

Jagung = $57,7 \times 8\% = 4,6\%$

Total = 19,4%

Jadi perbandingan bahan pakan konsentrat dan jagung adalah 42,3% : 57,7%. Dengan perbandingan tersebut ternyata dihasilkan pakan dengan kandungan PK 19,4%.

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. Rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. Mikrokontroler juga sering didefinisikan sebagai suatu CPU yang disertai dengan memori serta sara input/output dan dibuat dalam bentuk chip.

Mikrokontroler merupakan keseluruhan sistem komputer yang dikemas menjadi sebuah chip yang didalamnya sudah terdapat mikroprosesor, I/O pendukung, memori bahkan ADC yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang spesifik, berbeda dengan mikroprosesor yang berfungsi sebagai pemroses data.

Arduino adalah sebuah board mikrokontroler yang bersifat *open source*, dimana desain skematik dan PCB bersifat *open source*, sehingga kita dapat menggunakannya maupun melakukan modifikasi. Board Arduino menggunakan *Chip/IC* mikrokontroler Atmel AVR, misalnya: Arduino NG or older w.Atmega8 (Severino), Arduino Duemilanove or Nano w/Atmega328, Arduino Uno, Arduino Mega2560, dll.

Menurut Heri dan Aan (2016;15), Arduino adalah sebuah perangkat prototipe elektronik berbasis mikrokontroller yang fleksibel dan *open source*, perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan. Arduino dapat digunakan untuk ‘mendeteksi’ lingkungan dengan menerima masukan dari berbagai sensor serta dapat ‘mengendalikan’ peralatan sekitarnya.

Selain itu, board Arduino juga memiliki kelebihan antara lain:

1. Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya memiliki *bootloader* yang akan menangani program di-*upload* dari komputer.
2. Bahasa pemrogramannya relatif mudah dan *software* arduino mudah dioperasikan karena berbentuk GUI (*Graphical User Interface*), IDE (*Integrated Development Environment*), serta memiliki *library* yang cukup lengkap.
3. Komunikasi serial dan komunikasi untuk *upload* program menggunakan jalur yang sama yaitu melalui jalur USB/komunikasi serial sehingga hanya sedikit membutuhkan kabel.

2.2.1 Arduino Mega 2560

Menurut Heri dan Aan (2016;27) Arduino Mega 2560 adalah board arduino yang menggunakan ic mikrokontroller Atmega 2560. Board ini memiliki 54 digital *input/output* (15 buah dapat digunakan sebagai *output* PWM), 16 buah analog input, 4 UARTs (*universal asynchronous reciever/transmitter*), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, soket ICSP (*In-Circuit System Programming*), dan tombol reset. Arduino Mega 2560 kompatibel dengan sebagian besar *shield* yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega 2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega.

Arduino Mega 2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan *chip driver* FTDI USB-to-serial. Tapi, menggunakan *chip* Atmega 16U2 (Atmega 8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega 2560 Revisi 2 memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke *Ground*, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.

Arduino Mega 2560 Revisi 3 memiliki fitur-fitur baru berikut:

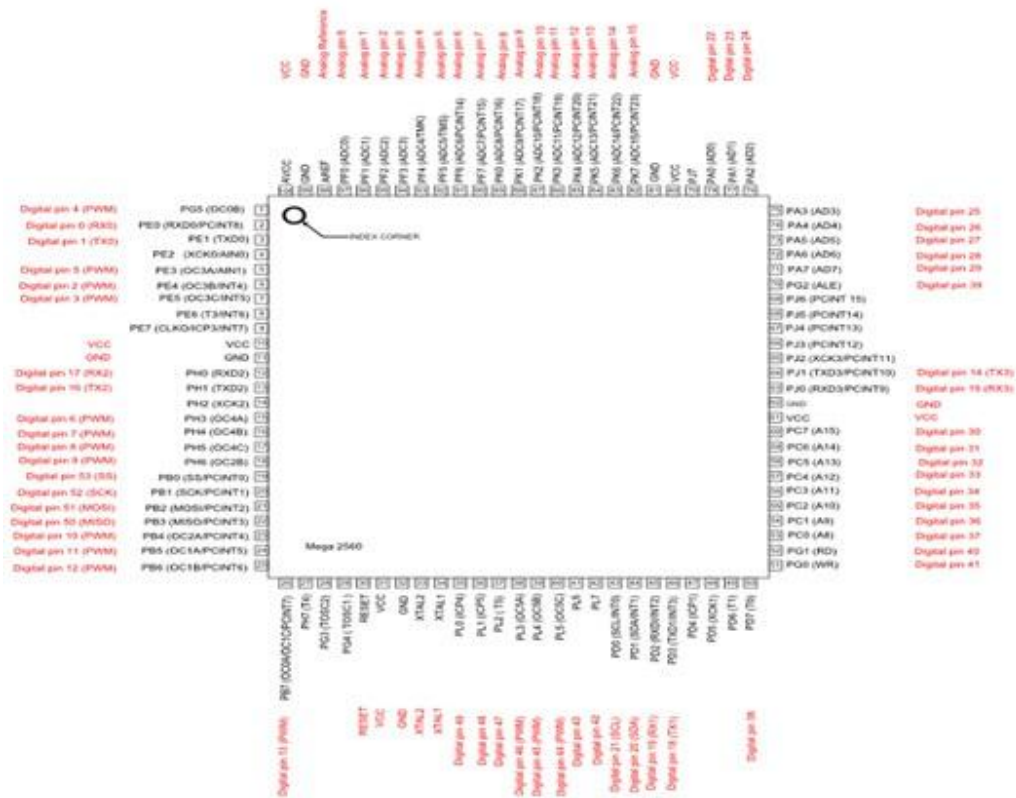
- Pinout : Ditambahkan pin SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF memungkinkan *shield* untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia pada papan. Di masa depan, *shield* akan kompatibel baik dengan papan yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5 Volt dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3 Volt. Dan ada dua pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.
- Sirkuit RESET.
- *Chip* ATmega16U2 menggantikan *chip* Atmega 8U2.



Gambar 2.1 Arduino Mega 2560

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	Atmega 2560
Tegangan Operasional	5V
Tegangan Input (rekomendasi)	7-12 V
Tegangan Input (limit)	6-20 V
Pin Digital I/O	54 (15 buah diantaranya dapat digunakan sebagai <i>output</i> PWM)
Pin Analog Input	16 (A0 s.d A.15)
Arus DC per Pin I/O	40 mA
Arus DC per Pin 3.3 V	50 mA
Memori Flash	256 KB
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560

2.2.2 Daya (Power) Arduino Mega 2560

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke *jack* sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER.

Papan Arduino ATmega 2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa

merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt.

Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

- VIN: Adalah *input* tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai ‘saingan’ tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya *ter-regulator* lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.
- 5V: Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan *ter-regulator* 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (*ter-regulator*) dari *regulator* yang tersedia (*built-in*) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari *jack power* DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada *board* (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3,3V secara langsung tanpa melewati *regulator* dapat merusak papan Arduino.
- 3V3: Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh *regulator* yang terdapat pada papan (*on-board*). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- GND: Pin *Ground* atau *Massa*.
- IOREF: Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada *microcontroller*. Sebuah perisai (*shield*) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (*voltage translator*) pada *output* untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

2.2.3 Memori Arduino Mega 2560

Arduino ATmega 2560 memiliki 256 KB flash memory untuk menyimpan kode (8 KB digunakan untuk bootloader), 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

2.2.4 Input/Output pada Arduino Mega 2560

Masing-masing dari 54 digital pin pada Arduino Mega dapat digunakan sebagai input atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode()* , *digitalWrite()* , dan *digitalRead()*. Arduino Mega beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal (yang terputus secara *default*) sebesar 20 – 50 kilo ohms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus, antara lain:

- Serial yang digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL.

Tabel 2.3 Tabel Pin Serial RX dan TX

Nomor Pin	Nama Pin	Peta Nama Pin
2	PE0 (RXD0/PCINT8)	Digital pin 0 (RX0)
3	PE1 (TXD0)	Digital pin 1 (TX0)
12	PH0 (RXD2)	Digital pin 17 (RX2)
13	PH1 (TXD2)	Digital pin 16 (TX2)
45	PD2 (RXDI/INT2)	Digital pin 19 (RX1)
46	PD3 (TXD1/INT3)	Digital pin 18 (TX1)
63	PJ0 (RXD3/PCINT9)	Digital pin 15 (RX3)
64	PJ1 (TXD3/PCINT10)	Digital pin 14 (TX3)

- *SPI*: Pin ini mendukung komunikasi *SPI* menggunakan *SPI library*.

Tabel 2.4 Tabel Pin SPI

Nomor Pin	Nama Pin	Peta Nama Pin
6	PE4 (OC3B/INT4)	Digital pin 2 (PWM)
7	PE5 (OC3C/INT5)	Digital pin 3 (PWM)
43	PD0 (SCL/INT0)	Digital pin 21 (SCL)
44	PD1 (SDA/INT1)	Digital pin 20 (SDA)
45	PD2 (RXDI/INT2)	Digital pin 19 (RX1)
46	PD3 (TXD1/INT3)	Digital pin 18 (TX1)

- LED: Pin 13. Tersedia secara *built-in* pada papan Arduino ATmega 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).
- TWI: Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL). Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan *Wire library*. Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin TWI pada Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila.

Arduino Mega 2560 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 *Analog Reference()*.

Ada beberapa pin lainnya yang tersedia, antara lain:

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

2.2.5 Komunikasi Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan *microcontroller* lainnya. Arduino ATmega 328 menyediakan 4 *hardware* komunikasi serial UART TTL (5 Volt). Sebuah *chip* ATmega 16U2 (ATmega 8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai *COM Port Virtual* (pada Device komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer, untuk sistem operasi Windows masih tetap memerlukan file inf, tetapi untuk sistem operasi OS X dan Linux akan mengenali papan sebagai *port COM* secara otomatis. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia

pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui *chip* USB-to-serial yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1).

Sebuah *Software Serial library* memungkinkan untuk komunikasi serial pada salah satu pin digital Mega 2560. ATmega 2560 juga mendukung komunikasi TWI dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk *Wirelibrary* digunakan untuk menyederhanakan penggunaan bus TWI. Untuk komunikasi SPI, menggunakan *SPI library*.

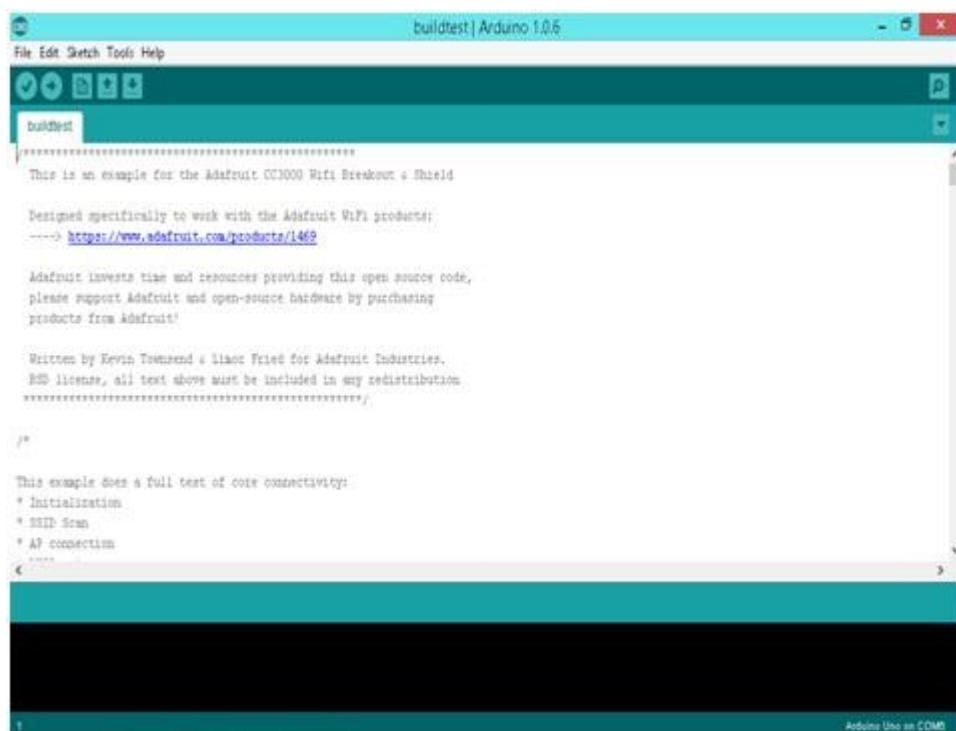
2.2.6 Perangkat Lunak Arduino Mega 2560

Integrated Development Environment (IDE) Arduino merupakan aplikasi yang mencakup *editor*, *compiler*, dan *uploader* dapat menggunakan semua seri modul keluarga Arduino, seperti Arduino Duemilanove, Uno, Bluetooth, Mega. Kecuali ada beberapa tipe board produksi Arduino yang memakai microcontroller di luar seri AVR, seperti mikroprosesor ARM. Saat menulis kode program atau mengkompilasi modul hardware Arduino tidak harus tersambung ke PC atau Notebook, walaupun saat proses unggahan ke board diperlukan modul hardware.

IDE Arduino juga memiliki keterbatasan tidak mendukung fungsi debugging hardware maupun software. Proses kompilasi IDE Arduino diawali dengan proses pengecekan kesalahan sintaksis sketch, kemudian memanfaatkan pustaka *Processing* dan *avr – gcc* sketch dikompilasi menjadi berkas object, lalu berkas-berkas object digabungkan oleh pustaka Arduino menjadi berkas biner. Berkas biner ini diunggah ke chip microcontroller via kabel USB, serial port DB9, atau Serial Bluetooth.

Compiler IDE Arduino juga memanfaatkan pustaka open source *AVRLibc* sebagai standar de-facto pustaka referensi dan fungsi register microcontroller AVR. Pustaka *AVRLibc* ini sudah disertakan dalam satu paket program IDE Arduino. Meskipun demikian, kita tidak perlu mendefinisikan *directive#include* dari pustaka *AVRLibc* pada sketch karena otomatis compiler me-link pustaka *AVRLibc* tersebut.

Ukuran berkas biner HEX hasil kompilasi akan semakin besar jika kode sketch semakin kompleks. Berkas biner memiliki ekstensi .hex berisi data instruksi program yang biasa dipahami oleh microcontroller target. Selain itu, port paralel juga bias dipakai untuk mengunggah bootloader ke mikrokontroller. Meskipun demikian, cara ini sudah jarang digunakan karena sekarang hampir tidak ada mainboard PC yang masih menyediakan port paralel, dan pada notebook juga sudah tidak menyertakan port paralel.



Gambar 2.3 Tampilan *Sketch* di Arduino *IDE*

Pada Gambar 2.3. Terlihat *button* (tombol) yang ada di IDE Arduino, button compile berfungsi untuk kompilasi *sketch* tanpa unggah ke board bisa dipakai untuk pengecekan kesalahan kode sintaks *sketch*. Button upload untuk mengunggah hasil kompilasi *sketch* ke board target. Pesan error akan terlihat jika board belum terpasang atau alamat port COM belum terkonfigurasi dengan benar.

Berkas Pustaka yang tersimpan di dalam direktori yang sama *sketchbook* akan terlihat dalam Tab *sketchbook*. Berkas pustaka yang tersimpan di direktori */Arduino/libraries/* tidak ditampilkan pada tab *sketch* meskipun bisa diakses oleh *sketch* lain.

2.3 Bahasa C

Bahasa C adalah bahasa pemrograman yang dapat dikatakan berada diantara bahasa beraras rendah dan beraras tinggi. Bahasa beraras rendah artinya bahasa yang berorientasi pada mesin dan beraras tinggi berorientasi pada manusia. Bahasa beraras rendah, misal nua bahasa assembler, bahasa ini ditulis dengan sandi yang dimengerti oleh mesin saja, oleh karena itu hanya digunakan bagi yang memprogram mikroprosesor. Bahasa beraras rendah merupakan bahasa yang membutuhkan kecermatan yang teliti bagi pemrogram karena perintahnya harus rinci, ditambah lagi masing-masing pabrik mempunyai sandi perintah sendiri. Bahasa tinggi relatif mudah digunakan, karena ditulis dengan bahasa manusia sehingga mudah dimengerti dan tergantung mesinnya. Bahasa beraras tinggi biasanya digunakan pada komputer.

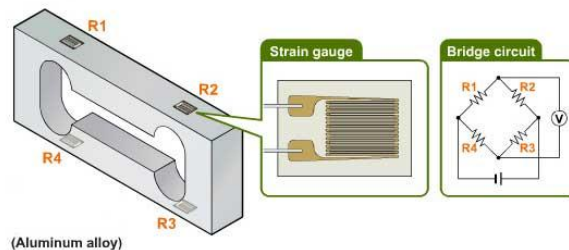
Program C++ dapat ditulis dengan menggunakan berbagai editor teks, seperti EDIT (milik DOS), WordStar, SideKick, ataupun menggunakan editor bawaan dari kompiler. Program C++ biasa ditulis dengan nama ekstensi .CPP (dari kata C Plus Plus). Agar program bisa dijalankan (eksekusi), program harus dikompilasi terlebih dahulu dengan menggunakan kompiler C++.

Borland C++ dan Turbo C++ adalah contoh media editor sekaligus sebagai Compiler. Memasukkan data dan menampilkan data/informasi merupakan tindakan yang sering dilakukan dalam pemrograman. Penampilan data/informasi biasanya ditujukan ke piranti layar (monitor), sedangkan pemasukan data biasanya dilakukan melalui keyboard.

2.4 Sensor Load Cell

Load Cell adalah sebuah sensor gaya yang sering digunakan untuk mengukur berat (Piskorowski, 2008). Load cell tersusunan dari satu strain gauge

atau lebih tergantung kebutuhan. Strain gauge adalah suatu komponen yang terbuat dari foil grid, yaitu berupa kawat tipis yang panjang dan disusun secara zig-zag.



Gambar 2.4 Load Cell

Strain Gauge pada umumnya adalah tipe metal-foil, dimana konfigurasi grid di bentuk oleh proses photoetching. Cara kerja dari strain gauge ini adalah saat strain gauge mendapat tarikan maka akan menyebabkan perubahan panjang pada kawat tipis penyusunnya sehingga menyebabkan bertambahnya resistansi yang dihasilkan, perubahan resistansi inilah yang akhirnya dimanfaatkan sebagai patokan perubahan pada sensor beban (Load Cell) (Anonim, 2010). Karena prosesnya sederhana, maka dapat dibuat bermacam macam ukuran gauge dan bentuk grid. Untuk macam gauge yang terpendek yang tersedia adalah 0,20 mm dan yang terpanjang adalah 102 mm. Tahanan gauge standard adalah 120 Ohm dan 350 Ohm. Selain itu ada gauge untuk tujuan khusus tersedia dengan tahanan 500, 1000, dan 1000 ohm. Idealnya resistansi dari sebuah Strain gauge akan berfase hanya merespon adanya perubahan sebuah peregangan yang ada. Strain gages secara umum digunakan dalam pengukuran presisi gaya, berat, tekanan, torsi, perpindahan dan kuantitas mekanis lainnya.

Hasil pengukuran load Cell selain ditentukan oleh besarnya beban, juga ditentukan oleh besarnya tegangan Eksitasi, dan karakteristik (mV/V) Load Cell itu sendiri. Salah satu karakteristik load Cell yaitu 3mV/V. Yang berarti setiap satu volt tegangan Excitasi, pada saat Load Cell dibebani maksimal akan mengeluarkan signal sebesar 3mV. Jika beban 100Kg diberikan pada Load Cell kapasitas 100Kg dengan tegangan Excitasi 10V, maka signal yang terkirim dari Load Cell tersebut adalah sebesar 30mV. Demikian juga apabila dibebani 50Kg

dengan tegangan Excitasi tetap 10V, karena 50 Kg adalah setengah dari 100Kg maka keluaran Load Cell menjadi 15mV.

Berikut adalah spesifikasi dari sensor berat *load cell* 5kg:

Tabel 2.5 Spesifikasi *load cell*

Spesifikasi	Keterangan
Vsuplai	Max DC 10V
Beban	Max 5000 gr (5 Kg)
Output	0,1 mV ~ 1,0 mV / V
Suhu Operasional	-20 ~ +65°C
Bahan	Aluminium alloy
Dimensi	8 cm x 1,25 cm x 1,25 cm
Berat	30 gr

2.4.1 Modul Penguat HX711

HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari “AVIA SEMICONDUCTOR”, HX711 presisi 24-bit analog to digital converter (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital di industri control aplikasi yang terkoneksi sensor jembatan.

HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan computer/mikrokontroler melalui TTL232. Struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan reliable, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat.

HX711 biasanya digunakan pada bidang aerospace, mekanik, elektrik, kimia, konstruksi, farmasi dan lainnya, digunakan untuk mengukur gaya, gaya tekanan, perpindahan, gaya tarikan, torsi, dan percepatan.

Spesifikasinya adalah sebagai dibawah berikut :

- Differential input voltage: $\pm 40\text{mV}$ (Full-scale differential input voltage $\pm 40\text{mV}$)
- Data accuracy: 24 bit (24 bit A / D converter chip.)
- Refresh frequency: 80 Hz
- Operating Voltage : 5V DC
- Operating current : $< 10\text{ mA}$
- Size: $38\text{mm} \times 21\text{mm} \times 10\text{mm}$



Gambar 2.5 Modul Penguat HX711

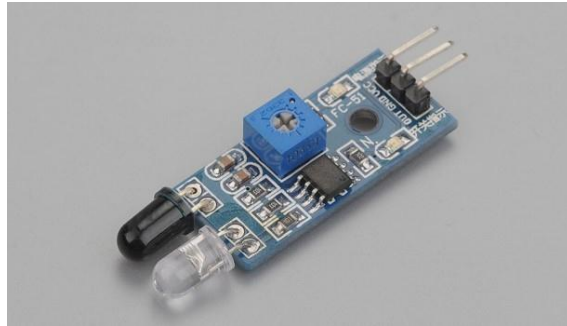
Untuk rumus perhitungan konversi input analog ke digital yang berbentuk heksadesimal dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Out} = \frac{\text{input} - (-40)}{80} \times 2^{24}$$

Bilangan heksadesimal diatas lah yang kemudian yang dapat diolah mikrokontroler yang kemudian dikonversikan kembali menjadi satuan berat.

2.5 Photodiode

Photodiode adalah suatu jenis diode yang resistansinya berubah-ubah kalau cahaya yang jatuh pada diode berubahubah intensitasnya. Dalam gelap nilai tahanannya sangat besar hingga praktis tidak ada arus yang mengalir. Semakin kuat cahaya yang jatuh pada diode maka makin kecil nilai tahanannya, sehingga arus yang mengalir semakin besar. Jika photodiode persambungan p-n bertegangan balik disinari, maka arus akan berubah secara linier dengan kenaikan fluks cahaya yang dikenakan pada persambungan tersebut.



Gambar 2.6 Modul Photodiode

Photodiode terbuat dari bahan semikonduktor. Biasanya yang dipakai adalah silikon (Si) atau gallium arsenide (GaAs), dan lain-lain termasuk indium antimonide (InSb), indium arsenide (InAs), lead selenide (PbSe), dan timah sulfide (PBS). Bahan-bahan ini menyerap cahaya melalui karakteristik jangkauan panjang gelombang, misalnya: 250 nm ke 1100 nm untuk silikon, dan 800 nm ke 2,0 μm untuk GaAs.

Photodiode digunakan sebagai komponen pendeteksi ada tidaknya cahaya maupun dapat digunakan untuk membentuk sebuah alat ukur akurat yang dapat mendeteksi intensitas cahaya dibawah $1\text{pW}/\text{cm}^2$ sampai intensitas diatas $10\text{mW}/\text{cm}^2$. Photodiode mempunyai resistansi yang rendah pada kondisi forward bias, kita dapat memanfaatkan photodiode ini pada kondisi reverse bias dimana resistansi dari photodiode akan turun seiring dengan intensitas cahaya yang masuk.

Jika photodiode tidak terkena cahaya, maka tidak ada arus yang mengalir ke rangkaian pembiasan, jika photodiode terkena cahaya maka photodiode akan bersifat sebagai tegangan, sehingga V_{cc} dan photodiode tersusun seri, akibatnya terdapat arus yang mengalir ke rangkaian pembiasan.

Prinsip kerja photodiode :

- Cahaya yang diserap oleh photodiode
- Terjadinya pergeseran foton
- Menghasilkan pasangan electron-hole dikedua sisi
- Electron menuju [+] sumber & hole menuju [-] sumber
- Sehingga arus akan mengalir di dalam rangkaian

2.6 LCD

Display LCD sebuah liquid crystal atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan numerik (digunakan dalam jam tangan, kalkulator dll) dan menampilkan teks alfanumerik (sering digunakan pada mesin foto kopi dan telepon genggam). Dalam menampilkan numerik ini kristal yang dibentuk menjadi bar, dan dalam menampilkan alfanumerik kristal hanya diatur kedalam pola titik. Setiap kristal memiliki sambungan listrik individu sehingga dapat dikontrol secara independen. Ketika kristal off' (yakni tidak ada arus yang melalui kristal) cahaya kristal terlihat sama dengan bahan latar belakangnya, sehingga kristal tidak dapat terlihat. Namun ketika arus listrik melewati kristal, itu akan merubah bentuk dan menyerap lebih banyak cahaya. Hal ini membuat kristal terlihat lebih gelap dari penglihatan mata manusia sehingga bentuk titik atau bar dapat dilihat dari perbedaan latar belakang.



Gambar 2.7 LCD Display 16x2

Klasifikasi LED Display 16x2 Character:

- a. 16 karakter x 2 baris
- b. 5x7 titik Matrix karakter + kursor
- c. HD44780 Equivalent LCD kontroller/driver Built-In
- d. 4-bit atau 8-bit MPU Interface
- e. Tipe standar
- f. Bekerja hampir dengan semua Mikrokontroler.

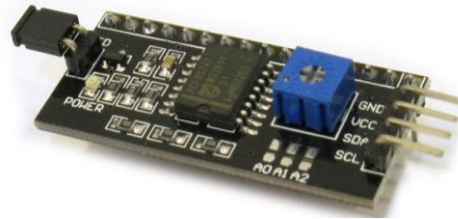
Tabel 2.6 Spesifikasi Kaki LCD 16 x 2

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

2.6.1 I2C LCD Converter

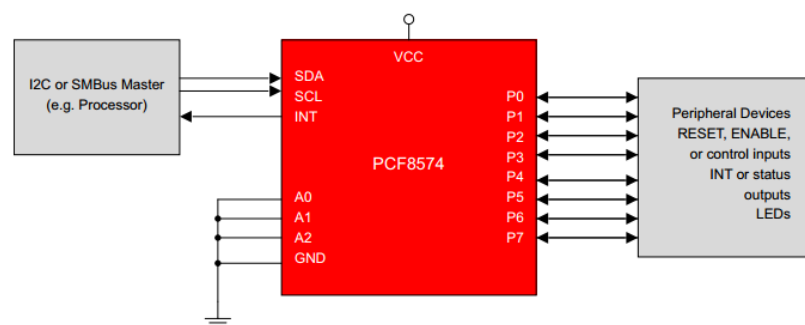
I2C LCD adalah modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (Inter Integrated Circuit) atau TWI (Two Wire Interface). Normalnya, modul LCD dikendalikan secara parallel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. Namun, jalur parallel akan memakan banyak pin di sisi kontroller (misal Arduino, Android, komputer, dll). Setidaknya akan membutuhkan 6 atau 7 pin untuk mengendalikan sebuah modul LCD. Dengan demikian untuk sebuah kontroller yang ‘sibuk’ dan harus mengendalikan banyak I/O, menggunakan jalur parallel adalah solusi yang kurang tepat.

Arduino sendiri sudah mendukung protokol I2C/IIC. Di papan Arduino Uno, port I2C terletak pada pin A4 untuk jalur SDA (Serial Data) dan pin A5 untuk jalur SCL (Serial Clock). Jangan lupa untuk menghubungkan jalur kabel Ground antara Arduino dengan perangkat I2C client. Untuk sisi software, Arduino sudah cukup membantu kita bekerja dengan protokol ini melalui library ‘Wire.h’. Berikutnya, library ini akan dimanfaatkan untuk mengkonversi jalur parallel LCD menjadi jalur serial I2C. Hal ini dapat dilakukan secara manual, tapi jika tidak ingin repot, dapat juga dengan mudah dilakukan menggunakan library LiquidCrystal_I2C.h (bersama dengan library LCD.h).



Gambar 2.8 I2C LCD

Modul I2C converter ini menggunakan chip IC PCF8574 produk dari NXP sebagai kontrollernya. IC ini adalah sebuah *8 bit I/O expander for I2C bus* yang pada dasarnya adalah sebuah *shift register*. Untuk alur komunikasi datanya, ditunjukkan dengan pada gambar di bawah



Gambar 2.9 Alur komunikasi data I2C LCD

2.7 Relay

Relay adalah saklar listrik/elektrik yang membuka atau menutup sirkuit/rangkaian lain dalam kondisi tertentu. Jadi relay pada dasarnya adalah akelar yang membukan dan menutup dengan tenaga listrik melalui coil relay yang terdapat di dalamnya. Pada awalnya sebuah relay dianggap memiliki coil/lilitan tempaga/cooper yang melilit pada sebatang logam, pada saat coil diberi masukan arus/tegangan listrik/elektrik maka coil akan membuat medan elektromagnetik yang mempengaruhi batang logam di dalam lingkarannya tersebut untuk menjadikannya sebuah magnet.

Ada beberapa tujuan penggunaan relay dalam rangkaian listrik maupun elektronika, yaitu:

1. Untuk pengendalian sebuah rangkaian
2. Sebagai pengontrol sistem arus tinggi dengan memakai arus yang rendah.
3. Fungsi logika.

2.7.1 Relay 2 Channel

Modul Relay 2-Channel merupakan Relay 5V dengan 2 channel output. Dapat digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan perangkat listrik yang memerlukan tegangan dan arus yang besar. Kompatible dengan semua mikrokontroler (khususnya Arduino, 8051, 8535, AVR, PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL logic) maupun Raspberry Pi



Gambar 2.10 Relay 2 Channel

Relay 2 Channel ini memerlukan arus sebesar sekurang-kurangnya 15-20mA untuk mengontrol masing-masing channel. Disertai dengan relay high-current sehingga dapat menghubungkan perangkat dengan AC250V 10A. Jika Anda menggunakan mikrokontroler dengan tegangan kerja 3.3V, Anda tetap dapat menggunakan Relay 2 channel ini dengan cara :

1. Lepas jumper JD-VCC
2. Hubungkan JD-VCC dengan external power 5V lainnya.

Tabel 2.7 Spesifikasi Relay 2 Channel

Spesifikasi	Keterangan
Jumlah relay	2
Sinyal kendali	TTL Level (aktif rendah)
Rated load	10A 250VAC, 10A 30VDC, 10A 125VAC, 10A 28VDC
Contact Action Time	10ms/5ms
Ukuran relay	51x41mm

2.8 Motor Servo

Motor Servo merupakan motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Disamping itu motor servo merupakan sebuah motor DC yang memiliki rangkaian *control* dan *internal gear* untuk mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya (Jaya, 2014).

Pada arduino untuk mengaktifkan servo motor diperlukan tambahan library yaitu library <servo.h>. Penulisan tambahan library: #include <Servo.h>. Beberapa *function* dari library Servo.h yang sering digunakan:

Tabel 2.8 Tabel fungsi dari library Servo.h

Perintah	Fungsi
<code>servo myservo;</code>	Setting class Servo pada variabel <code>myservo</code>
<code>myservo.attach(pin);</code>	Nopin arduino yang dihubungkan dengan motor servo
<code>myservo.write(sudut);</code>	Putar servo sebesar sudut derajat

<code>myservo.writemicroseconds(uS);</code>	Putar servo dengan sudut yang diatur dalam uS (1000 = berputar penuh berlawanan arah jarum jam, 1500 = putar pada posisi netral dan 2000 = berputar penuh searah jarum jam).
<code>myservo.read(nopin);</code>	Baca posisi sudut dari servo yang ada pada nopin

2.8.1 Motor Servo MG996R

Motor servo MG996R ini adalah versi lebih baru dari servo motor seri MG946 dan MG995, servo motor berkinerja tinggi dengan gear logam (metal gear), ball bearing ganda, 180° rotasi, kabel koneksi sepanjang 30 cm, dan dilengkapi dengan aksesoris untuk digunakan sesuai kebutuhan.



Gambar 2.11 Motor Servo MG996R

Servo motor ini cocok untuk aplikasi yang membutuhkan motor dengan torsi yang memadai hingga 13 kg.cm (batas stall torque pada 7,2 Volt). Dibanding pendahulunya (MG995), servo ini bekerja dengan lebih akurat, lebih cepat dan responsif, dan berdaya lebih kuat.

Pada catu daya 4,8 Volt yang merupakan tegangan minimum untuk mengoperasikan motor ini, kecepatan operasi motor ini mencapai 0,17 detik untuk rotasi 60° (pada catu daya 4,8 Volt tanpa beban), dengan batas stall torque sebesar 9,4 kg.cm.

Tabel 2.9 Spesifikasi Motor Servo M996R:

Spesifikasi	Keterangan
Putaran	9.4kg/cm(4.8v) 11kg/cm(6.0v)
Kecepatan	0.19sec/60degree(4.8v) 0.15sec/60degree(6.0v)
Dimensi	Panjang: 40.7mm Lebar: 19.7mm Tinggi: 42.9mm
Berat	55g
Jenis Roda	Metal

2.9 Pompa Air Aquarium

Pompa air adalah sebuah alat atau mesin yang digunakan untuk memompa air dari suatu tempat ke tempat yang lain. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (suction) dan bagian tekan (discharge). Perbedaan tekanan tersebut dihasilkan dari sebuah mekanisme misalkan putaran roda impeler yang membuat keadaan sisi hisap nyaris vakum. Perbedaan tekanan inilah yang mengisap cairan sehingga dapat berpindah dari suatu reservoir ke tempat lain. Pada jaman modern ini, posisi pompa menduduki tempat yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Pompa memerankan peranan yang sangat penting bagi berbagai industri misalnya industri air minum, minyak, petrokimia, pusat tenaga listrik dan sebagainya.



Gambar 2.12 Pompa Air Aquarium

2.10 Mixer

Mixer atau alat pengaduk adalah alat mekanis yang digunakan untuk mencampur bahan adonan. Mixer digunakan untuk mengaduk atau mencampur bahan dalam menyiapkan suatu makanan. Pengocok digerakkan oleh sebuah motor universal, dan biasanya banyak variasi kecepatan mixer yang disediakan, mengaduk, memukul, atau mengocok seperti yang dibutuhkan. Ada beberapa jenis mixer dalam kegunaan umumnya: dipegang tangan, dan tegak-lurus,. Mixer tegak lurus adalah yang terbesar; jenis ini terdiri dari mixer yang dipasang dengan alas/landasan, yang juga menyangga papan putar (piringan putar) mangkuk pencampur. Mixer pegang tangan kecil dan lebih ringan.



Gambar 2.13 Mixer

2.11 Adaptor

Adaptor adalah sebuah rangkaian elektronika yang bekerja dengan mengubah tegangan AC yang tinggi menjadi DC yang rendah. Adaptor bisa dikatakan sebagai pengganti baterai/aki. Jadi dengan adanya alat ini, rangkaian elektronika yang membutuhkan catu daya baterai bisa diganti dengan adaptor.

Adaptor juga dikenal dengan nama *Power supply*. *Power supply* yang baik harus mampu memberikan tegangan regulasi yang baik serta mampu memberikan arus yang cukup kepada beban. Tegangan yang tidak terregulasi pada output power supply dapat menyebabkan peralatan elektronika yang menggunakan power supply tersebut akan rusak terutama bagian regulasi tegangan (jika ada) tetapi jika peralatan tersebut tidak membunyai rangkaian regulasi tegangan internal maka dapat dipastikan peralatan elektronika tersebut akan rusak.



Gambar 2.14 Switching Power Supply

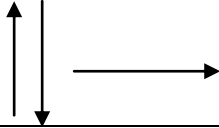
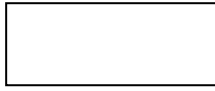
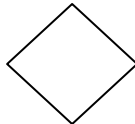
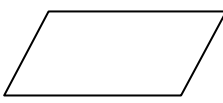
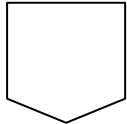
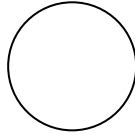
Power supply dengan regulasi switching lebih dikenal sebagai *power supply switching*. Kelebihan *power supply switching* adalah efisiensi daya yang besar sampai sekitar 83% jika dibandingkan dengan *power supply* dengan regulasi biasa yang menggunakan LM78xx. Efisiensi yang rendah pada regulator LM78xx dikarenakan kelebihan tegangan input regulator akan dirubah menjadi panas sehingga sebagian besar daya input akan hilang karena dirubah menjadi panas tersebut. Bagaimanapun juga semua regulator harus mendapatkan tegangan input yang lebih tinggi daripada tegangan regulasi output untuk mendapatkan tegangan yang teregulasi.

2.12 Flowchart

Flowchart merupakan metode untuk menggambarkan tahap-tahap pemecahan masalah dengan mempresentasikan simbol-simbol tertentu yang mudah dimengerti, mudah digunakan, dan standar.

Tujuan utama menggunakan *flowchart* adalah untuk menggambarkan suatu tahapan penyelesaian masalah secara sederhana, terurai, rapi, dan jelas dengan menggambarkan simbol-simbol yang standar. Tahap penyelesaian masalah yang disajikan harus jelas, sederhana, efektif, dan tepat.

Tabel 2.10 Simbol-simbol *flowchart*

	Flow Direction symbol Simbol yang digunakan untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan simbol yang lain.
	Terminator symbol Yaitu simbol untuk permulaan (start) atau akhir (stop) dari suatu kegiatan
	Processing Symbol Simbol yang menunjukkan pengolahan data yang dilakukan oleh computer
	Decision Symbol Simbol pemilihan proses berdasarkan kondisi yang ada.
	Input-Output Symbol Simbol yang menyatakan proses input dan output tanpa tergantung dengan jenis peralatannya
	Off-screen Connector Symbol Simbol untuk keluar-masuk atau penyambungan proses pada lembaran / halaman yang berbeda
	On-screen Connector Symbol Simbol untuk keluar-masuk atau penyambungan proses pada lembaran / halaman yang sama