

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Tinjauan pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari jurnal-jurnal serta hasil penelitian-penelitian yang sudah ada. Tinjauan pustaka akan dijadikan acuan dalam pembuatan Tugas Akhir “Prototipe Penimbang dan Pengecap Botol Minum pada Industri Berdasarkan Berat yang sesuai Berbasis Arduino”. Pada jurnal yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Kontrol Pengisian Air Minum dalam Kemasan Menggunakan Arduino Uno dengan Sensor *Load cell*”. Dijelaskan bahwa penelitian tersebut menggunakan Arduino Uno dengan sensor *load cell* sebagai otak dan sebagai penimbang keakuratan volume dalam botol<sup>[4]</sup>.

Pada penelitian lain dalam jurnal yang berjudul “Perancangan Penyortiran Barang Berdasarkan Berat Dengan Sistem Pick And Place Berbasis Mikrokontroler” menjelaskan bahwa penelitian ini bertujuan agar mampu mengklasifikasikan benda berdasarkan berat agar tertata berdasarkan 8 beratnya masing masing. Penelitian ini menggunakan mikrokontroller Arduino Uno berfungsi sebagai pusat kontrol sistem, sama halnya dengan penelitian sebelumnya sensor *load cell* sebagai sensor pendeteksi berat benda untuk meningkatkan keakuratan suatu alat tersebut dalam proses penyortiran, sensor infrared sebagai pendeteksi adanya botol, motor Dc sebagai penggerak konveyor, motor servo sebagai penggerak dari sistem pick and place yaitu pergerakan lengan robot untuk memindahkan benda yang telah terdeteksi beratnya sesuai dengan yang telah ditentukan<sup>[5]</sup>.

Pada jurnal yang berjudul “Sistem Otomasi Pensortir Barang Berbasis Arduino Uno” menjelaskan penelitian digunakan untuk meningkatkan efisiensi waktu yang digunakan dan kualitas barang yang terjaga. Alat ini membuat prototype sistem otomasi pada pensortir barang menggunakan loadcell berbasis arduino uno. Penelitian terdiri dari perangkat keras (hardware) yang meliputi Arduino uno, sensor loadcell, Motor servo dan conveyor. Kemudian perangkat lunak (software) yaitu arduino IDE sebagai sistem pemrograman<sup>[6]</sup>.

Berbeda dengan jurnal sebelumnya pada jurnal “Rancang Bangun Sistem Sortir Ikan Berdasarkan Berat Berbasis PLC” menjelaskan bahwa mikrokontroler yang digunakan yaitu PLC yang mana sistem tersebut yaitu ketika ikan diletakkan diatas konveyor kemudian ikan akan

melewati sensor *load cell* yang telah dipasang dibawah belt konveyor yang nantinya akan dijadikan sebagai pemicu agar motor aktif sesuai dengan program yang telah dibuat<sup>[7]</sup>.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Arduino atmega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis Atmega 2560. Arduino Mega 2560 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.<sup>[8]</sup>

Mikrokontroler yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah arduino atmega 2560 sebagai mikrokontroler yang digunakan. Berikut fisik dari Arduino Atmega 2560 dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan Spesifikasi Arduino Atmega 2560 dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Gambar 2. 1 Arduino Atmega 2560<sup>[9]</sup>

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Atmega 2560<sup>[9]</sup>

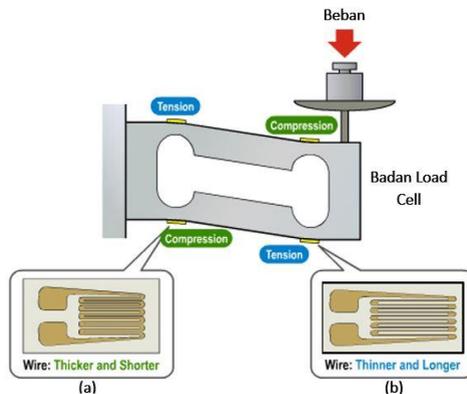
Spesifikasi	Keterangan
Jenis	Mikrokontroler Atmega 2560
Tegangan	5V & 7-12 V
Pin Digital I/O	54
Pin Analog <i>Input</i>	16

Pin PWM <i>Output</i>	15
SRAM Internal	8 KB
EEPROM	4 KB
Panjang	10,1
Lebar	5,3
Memori Flash	256 (8 KB untuk bootioder)

### 2.2.2 Sensor *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<sup>[10]</sup>.

Prinsip kerja *load cell* dihitung dari perubahan resistansi yang terjadi akibat timbulnya sebuah regangan pada foil metal strain gauges. Perubahan resistansi diakibatkan oleh pemberian sebuah beban pada sisi yang elastis sehingga mengalami perubahan tekanan sesuai dengan yang dihasilkan oleh strain gauge. Dari hasil perubahan tekanan pada beban akan dirubah menjadi tegangan oleh komponen pendukung yang ada. Berikut fisik dari *Strain Gauge* dapat dilihat pada Gambar 2.2.

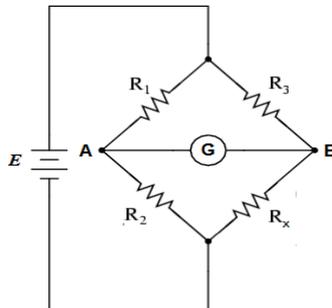


Gambar 2.2 *Strain Gauge*

Untuk menghubungkan *load cell* dengan modul HX711, *load cell* biasanya menggunakan 4 buah kabel. Kabel merah merupakan *input* tegangan sensor, kabel hitam merupakan *input* ground sensor, kabel hijau merupakan *output* positif sensor, dan kabel putih merupakan *output* ground sensor. Nilai tegangan *output* sensor sekitar  $1,2\text{mV}^{[11]}$ .

Karena perbedaan yang terukur sangat kecil dalam orde  $\mu\text{V}$  (mikro Volt, sepersejuta Volt), dibutuhkan rangkaian pengubah sinyal analog menjadi digital yang sangat presisi, untuk itulah pada kit ini kami menyertakan modul HX711 yang beresolusi 24 bit (16,7+ juta undakan pada tangga ADC).

Jembatan wheatstone adalah alat pengukur yang digunakan untuk mencapai ketelitian dalam pengukuran tahanan yang nilainya relatif kecil. Rangkaian jembatan wheatstone terdiri dari 4 buah hambatan, di mana 2 hambatan tersebut merupakan sebuah hambatan variabel. Metode jembatan *wheatstone* melibatkan susunan dari komponen-komponen resistor dan *power supply*<sup>[11]</sup>. Berikut fisik dari Rangkaian Jembatan wheatstone dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar2.3 Rangkaian Jembatan *wheatstone*

Rumus :

$$V_{AB} = \left( \frac{R_4}{R_3 + R_4} + \frac{R_2}{R_2 + R_1} \right) \times V_S$$

Keterangan :

$V_{AB}$  : Beda Potensial

$V_S$  : Sumber Tegangan

Untuk mendapatkan kalibrasi sensor *load cell* yang digunakan pada alat “Prototipe Penimbang Botol Minum pada Industri Berdasarkan Berat yang sesuai Berbasis Arduino”, langkah pertama adalah mengetahui hasil keluaran nilai baca diserial monitor Arduino. Setelah mendapatkan hasil bacaan tersebut, langkah selanjutnya adalah membagi dengan berat asliya. Hasil pembagian ini menghasilkan faktor kalibrasi sensor *load cell* yang kemudian diterapkan pada program Arduino IDE, dengan tujuan mendapatkan nilai bacaan dalam bentuk gram. Faktor kalibrasi ini memiliki peranan penting dalam rentang bacaan yang dimulai dari 1 gram hingga maksimal 1000 gram yang diukur oleh sensor *load cell*. Langkah-langkah perhitungan faktor kalibrasi sensor *load cell* yang digunakan sebagai berikut :

Contoh :

Faktor kalibrasi sensor = nilai bacaan yang muncul pada sial monitor Arduino : berat aslinya (gram)

Faktor kalibrasi sensor = 820.000 : 1000 (gram)

Faktro kalibrasi sensor = 820 ( untuk berat 1 gram )

820 nilai baca = 1 gram

820.000 nilai baca = 1000 gram atau 1 kg (untuk berat maksimal)

Hasil perhitungan diatas dapat dijadikan acuan dalam menghitung sensor *load cell* yang diterapkan pada alat “Prototipe Penimbang Botol Minum pada Industri Berdasarkan Berat yang sesuai Berbasis Arduino”. Sebelum melanjutkan perhitungan, langkah pertama yang harus diambil adalah spesifikasi dari sensor *load cell* yang digunakan. Spesifikasi tersebut mencakup rate *output*: 1.0 mV/V ± 0.15 mV/V, rate load : 1 kg, V<sub>reff</sub> 5V, serta penerapan HX711 dengan gain 64 dan ADC 24 bit. Dengan spesifikasi ini, perhitungan sensor *load cell* dapat dilakukan sesuai dengan langkah langkah berikut:

$$\begin{aligned} \text{Tegangan } output \text{ load cell} &= V_{\text{reff}} \times \text{rate } output \\ &= 5V \times 0.85 \text{ mV/V} \\ &= 4.25 \text{ mV} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penguat sinyal HX711} &= \text{Tegangan } Output \times \text{gain HX711} \\ &= 4.25 \text{ mV} \times 64 \\ &= 272 \text{ mV} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Hasil Akhir} &= \frac{\text{Penguat sinyal HX711}}{V_{\text{ref}}} \times \text{ADC} \\
 &= \frac{272 \text{ mV}}{5000 \text{ mV}} \times 2^{24} \\
 &= \frac{272 \text{ mV}}{5000 \text{ mV}} \times 16.777.215 \\
 &= 912.680,496
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan diatas, nilai baca serial Arduino dan hasil perhitungan sensor *load cell* mendekati. Dalam hal berat maksimal 1kg. serial monitor pada Arduino akan menampilkan nilai 820.000, sementara perhitungan sensor *load cell* untuk berat yang sama menghasilkan sebesar 912.680,496. Adanya perbedaan anantara keduanya menjadi perhatian. Perbedaan ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk menghitung nilai error dan presentase error antara perhitungan sensor *load cell* yang digunakan dan nilai bacaan pada serial Arduino. Langkah penyelesaian sebagai berikut :

Error = selisih antara nilai bacaan pada serial monitor Arduino dengan perhitungan *load cell*

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= 820.000 - 912.680,496 \\
 &= 92.680,496
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Presentase Error} &= \frac{\text{Error}}{\text{Serial Monitor Arduino}} \times 100\% \\
 &= \frac{92.680,496}{820.000} \times 100\% \\
 &= 11,3\%
 \end{aligned}$$

Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa sensor *load cell* memiliki kemampuan untuk mengubah tekanan beban menjadi sinyal listrik melalui dua tahap proses. Ini dilakukan melalui deformasi matriks pengukur regangan (*strain gauges*) dan konfigurasi jembatan wheatstone. Dalam hal ini, Modul HX711, yang memiliki resolusi 24 bit, berfungsi sebagai penguat sinyal. Lalu modul tersebut mampu mengonversi sinyal analog menjadi digital.

Dari perhitungan diatas dapat diketahui kalibrasi sensor *load cell* menjadi gram. Untuk mengkonversi dari gram menjadi volume. Berdasarkan literasi bahwasanya berat 1 gram setara dengan 1 mililiter air. Berikut adalah langkah langkah mengkonversi gram menjadi volume:

$$\begin{aligned}
 \text{Masa jenis Air} &= 1.000 \text{ kg/m}^3 \\
 &= \frac{1.000.000 \text{ gram}}{1000 \text{ liter}} \\
 &= \frac{1.000 \text{ gram}}{1 \text{ liter}} \\
 &= \frac{1.000 \text{ gram}}{1.000 \text{ mililiter}} \\
 &= \frac{1 \text{ gram}}{1 \text{ mililiter}}
 \end{aligned}$$

Masa berat = hasil pembacaan dalam gram

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \frac{\text{Masa berat}}{\text{Masa jenis air}}
 \end{aligned}$$

Contoh :

Massa = 330 gr

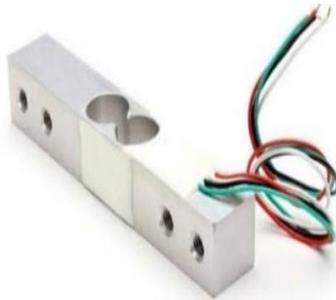
Masa jenis air = 1gr/ml

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{\text{Masa berat}}{\text{Masa jenis air}} \\ &= \frac{330 \text{ gr}}{1 \text{ gr/ml}} \\ &= 330 \text{ ml} \end{aligned}$$

Maka hasil dari 330 gr = 330 ml

Berdasarkan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa masa berat hasil pembacaan dalam gram yang belum ditambah dengan berat botol kosong sama dengan volume dalam milliliter air. Dalam alat “Prototipe Penimbang Botol Minum pada Industri Berdasarkan Berat yang sesuai Berbasis Arduino”, Berat yang terbaca dalam sensor *load cell* merupakan berat yang sudah ditambah dengan berat botol kosong yaitu untuk ukuran botol 330ml yaitu 15 gr dan ukuran 600ml yaitu 21gr. Berikut fisik dari sensor *Load cell* dapat dilihat pada Gambar 2.4 dan Spesifikasi sensor *Load cell* dapat dilihat pada Tabel 2.2.



Gambar 2.4 Sensor *Load cell*<sup>[10]</sup>

Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor *Load cell*<sup>[11]</sup>

Spesifikasi	Keterangan
Jenis	HX711
Tegangan	5- 10 V
Berat	100 g
Kapasitas	1 kg
Ukuran	80 x 12,7 x 12,7
Keluaran	$\pm 0.1$
Pin	Merah = Power +
	Hitam = Power -
	Hijau = <i>Output</i> signal +
	Putih = <i>Output</i> signal -

### 2.2.3 Sensor *Proximity Infrared*

Sensor *Proximity Infrared* merupakan sensor yang mendeteksi keberadaan suatu objek dengan cahaya biasanya atau pantulan cahaya (refleksi) yaitu infrared. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi obyek benda dengan jarak yang cukup dekat, berkisar antara 1 mm sampai beberapa centi meter saja sesuai type sensor yang digunakan. *Proximity Switch* ini mempunyai tegangan kerja antara 10-30 Vdc dan ada juga yang menggunakan tegangan 100-200VAC<sup>[12]</sup>. Berikut fisik dari Sensor *proximity* dapat dilihat pada Gambar 2.5 dan Spesifikasi Sensor *Proximity Infrared* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Gambar 2.5 Sensor *Proximity*<sup>[12]</sup>Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor *Proximity*<sup>[13]</sup>

Spesifikasi	Keterangan
Jenis	E18-D80NK Infrared
Tegangan	5 vdc
Arus DC	<25 mA
Arus beban maksimum	100 mA
Jarak	3-80 cm
Diameter	17 mm
Pin	Coklat = GND
	Biru = VCC
	Hitam = <i>Output</i>

#### 2.2.4 DC power supply

*Power supply* atau catu daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya *power supply* memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubah menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya<sup>[14]</sup>. Sebuah DC *Power supply* atau Adaptor pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah Transformer, Rectifier, Filter dan Voltage Regulator. Berikut fisik dari DC *power supply* dapat dilihat pada Gambar 2.6 dan Spesifikasi DC

*Power supply* dilihat pada Tabel 2.5.



Gambar 2. 6 DC *power supply*<sup>[15]</sup>

Tabel 2. 4 Spesifikasi *Power supply*<sup>[15]</sup>

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan <i>output</i>	12 Vdc
Supply daya	40W maks
Arus keluaran	5A
Penyesuaian tegangan	12 – 15 Vdc
Efisiensi	75%
Berat	250 g
Dimensi	11 x 7,8 x 3,6 cm

### 2.2.5 DC motor servo

Motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor servo disusun dari sebuah motor DC, gearbox, variabel resistor (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (*axis*) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang pada pin kontrol motor servo<sup>[16]</sup>. Berikut fisik dari DC motor servo dapat dilihat pada gambar 2.7 Spesifikasi

servo dapat dilihat pada Tabel 2.5.



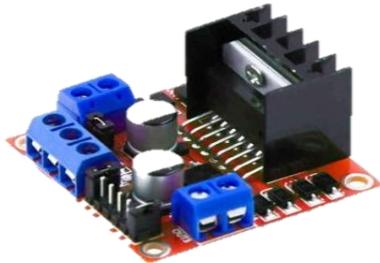
Gambar 2.7 DC Motor Servo<sup>[17]</sup>

Tabel 2. 5 Spesifikasi DC Motor Servo MG996R<sup>[17]</sup>

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan	0,2 detik/60° (4,8 V), 0,16 detik/60° (6V)
Tegangan operasi	4,8 -7,2 V
Lebar pita mati	5 us
Rotasi	120 derajat
Berat	55 g
Dimensi	40.7 x 19.7 x 42.9 mm
Goncangan kisaran suhu	0° C – 55° C

### 2.2.6 Driver Motor L298N

Driver motor L298N adalah sebuah modul motor driver yang digunakan untuk mengendalikan arah putaran serta mengatur kecepatan motor DC. Rangkaian terdiri dari transistor – transistor logik dengan gerbang nand yang memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc. Tetapi dipasaran sudah disediakan IC L298N sebagai driver motor DC yang dapat mengatur arah putaran dan disediakan in untuk *input* yang berasal dari PWM untuk mengatur kecepatan motor DC<sup>[18]</sup>. Berikut fisik dari Driver Motor L298N dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Driver motor L298N <sup>[18]</sup>

### 2.2.7 Konveyor

Konveyor merupakan sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain, konveyor dapat digunakan untuk mengangkat material secara mendatar dan miring. Konveyor banyak dipakai di industri untuk alat transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan. Dalam kondisi tertentu, konveyor banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. Perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang tetap agar sistem konveyor mempunyai nilai ekonomis<sup>[19]</sup>. Berikut fisik dari Konveyor dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Konveyor

### 2.2.8 Motor DC

Motor DC adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (motion). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Motor DC menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (Revolutions per minute)<sup>[20]</sup>. Berikut bentuk fisik dari Motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Motor DC<sup>[20]</sup>

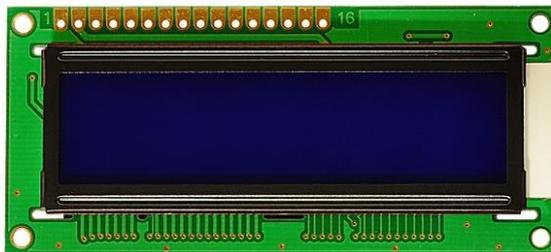
### 2.2.9 Keypad

Keypad sering digunakan sebagai suatu *input* pada beberapa peralatan yang berbasis mikroprocessor atau mikrokontroler. Keypad adalah bagian penting dari suatu perangkat elektronika yang membutuhkan interaksi manusia. Keypad berfungsi sebagai interface antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (Human *Machine Interface*). Matrix keypad 4×4 ini merupakan salah satu contoh keypad yang dapat digunakan untuk berkomunikasi antara manusia dengan mikrokontroler. Matrix keypad 4×4 memiliki konstruksi atau susunan yang simple dan hemat dalam penggunaan port mikrokontroler<sup>[21]</sup>. Berikut bentuk fisik dari Keypad dapat dilihat pada Gambar 2.11.

Gambar 2.11 Keypad <sup>[21]</sup>

### 2.2.10 LCD (Liquid Crystal Display)

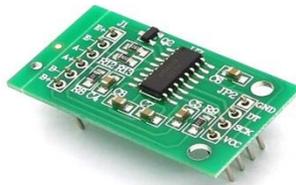
Penampil (display) elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan angka, huruf atau simbol-simbol lainnya. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu display elektronika yang umum digunakan. LCD dibuat dengan CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya melainkan memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari backlit<sup>[22]</sup>. Berikut bentuk fisik dari LCD dapat dilihat pada Gambar 2.12.

Gambar 2.12 LCD .<sup>[22]</sup>

### 2.2.11 Modul HX711

HX711 merupakan modul untuk memperkuat sinyal listrik yang rendah dari *load cell*. Kemudian, sinyal tersebut diperbesar dan dikonversi menjadi sinyal digital yang kemudian dimasukkan ke dalam mikrokontroler Arduino Mega 2560. Prinsip kerja HX711 adalah dengan mengkonversi perubahan yang terukur menjadi perubahan resistansi, dan mengubahnya menjadi besaran tegangan<sup>[23]</sup>. Perubahan resistansi tersebut kemudian dikonversi menjadi perubahan tegangan yang dapat diukur.

HX711 memiliki fitur menarik, yaitu memiliki resolusi tinggi sebesar 24-bit. Dengan resolusi tinggi ini, pengukuran yang lebih akurat dan presisi dapat dicapai. Untuk menghubungkan HX711 dengan Arduino Mega 2560, diperlukan dua kabel data DT dan SCK, yang berfungsi untuk mentransfer sinyal digital, serta dua kabel lainnya untuk sumber catu daya agar modul dapat beroperasi. Jadi, pada tugas akhir ini, HX711 digunakan sebagai penguat sinyal listrik dari *load cell* sehingga dapat diteruskan ke Arduino Mega 2560. Berikut bentuk fisik dari Modul HX711 dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Modul HX711