

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Penelitian Terdahulu

Tugas akhir ini dilakukan tidak terlepas dari hasil penelitian-penelitian terdahulu, penelitian tersebut menjadi bahan pembandingan hasil evaluasi data, analisa dan kajian yang dilakukan. Adapun penelitian yang dijadikan pembandingan tersebut tentunya tidak lepas dari alat pemilah atau penyortir sampah.

Pada bagian ini penulis mencantumkan berbagai hasil penelitian terdahulu terkait dengan alat pemilah sampah, kemudian membuat ringkasan sebagai kajian untuk melakukan tahap selanjutnya. Adapun penelitian terdahulu yang penulis jadikan sebagai pembandingan dan bahan kajian adalah, pertama penelitian yang dilakukan oleh Ayu Anggraini (2022) dengan judul “Penerapan Sistem Tempat Pemilahan Sampah Logam dan Non Logam Dengan Monitoring Volume Sampah Berbasis *Internet of Things*”. Penelitian tersebut menerapkan serta menganalisa sistem pemilahan sampah secara otomatis dengan komponen utama sensor proximity induktif untuk mendeteksi sampah jenis logam dan sensor proximity infrared untuk mendeteksi sampah jenis non logam. Alat tersebut terintegrasi dengan sistem *Internet of Things (IoT)* untuk memonitoringnya. Monitoring tersebut akan menginformasikan volume sampah di dalam kotak sampah sehingga pengguna dapat membuangnya segera saat kotak sampah tersebut sudah penuh.

Penelitian kedua adalah penelitian yang dilakukan oleh Ginanjar Alvianingsih, dkk (2022) dengan judul “Perancangan Sistem Monitoring Pada Pemilahan Sampah Otomatis Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Aplikasi *Blynk*”. Penelitian ini memanfaatkan aplikasi *Blynk* sebagai salah satu teknologi IoT yang akan menyajikan data ketinggian sampah secara *real time* dan memberikan notifikasi kepada pengguna ketika alat atau wadah sampah tersebut sudah penuh dengan jangkauan pengujian antara alat dengan perangkat sejauh 1 km. Sistem monitoring ini memanfaatkan prinsip kerja dari sensor ultrasonik HC-SR04 yang

memantulkan gelombang sehingga dapat mendeteksi berapa ketinggian sampah di dalam wadah tersebut.

Penelitian ketiga adalah jurnal dari Memen Akbar, dkk (2021) dengan judul “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity dan NodeMCU ESP8266”, penelitian ini merancang sebuah alat berbasis *Internet of Things* yang menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontrolernya. Untuk membedakan sampah organik dan anorganik, digunakan 3 sensor yakni sensor proximity kapasitif, induktif, dan infrared. Data yang dibaca oleh alat ini kemudian akan menghidupkan LED sesuai jenis sampah. Alat ini juga memanfaatkan prinsip kerja dari sensor ultrasonik untuk memberikan informasi ketinggian sampah yang dapat diakses melalui protokol MQTT berbasis notifikasi *website* sehingga petugas dapat mengetahui kotak sampah mana saja yang sudah harus diangkut karena sudah penuh.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah diuraikan diatas, sistem monitoring yang terintegrasi pada alat pemilah sampah tersebut dikembangkan untuk dapat memonitoring kerja dari alat sehingga pengguna dapat memantaunya hanya dari aplikasi berbasis *website* ataupun aplikasi yang nantinya dapat di-*install* di *smartphone* pengguna. Ini akan memudahkan pengguna terutama petugas kebersihan untuk memantau kondisi sampah bahkan dari jarak jauh. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi *Internet of Things* dapat dengan mudah di aplikasikan pada kehidupan sehari-hari dan tentunya dapat membantu memudahkan pekerjaan saat ini

1.2 Sampah

Menurut KBBI, sampah adalah barang atau benda yang dibuang karena tidak terpakai lagi. Sedangkan menurut UU Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, yang dimaksud dengan sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah yang dikelola berdasarkan UU Nomor 18 Tahun 2008 terdiri atas sampah rumah tangga, sampah dari kawasan komersil, kawasan industri, kawasan khusus, dan sampah spesifik

yang berbahaya bagi lingkungan . Sedangkan berdasarkan sifatnya sampah dapat dibedakan menjadi dua, yakni sampah organik dan sampah anorganik.

2.2.1 Sampah Organik

Sampah organik adalah sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan hayati yang dapat didegradasi oleh mikroba atau bersifat biodegradable. Sampah ini mudah diuraikan melalui proses alami . Contoh dari sampah organik adalah segala sampah sisa bahan makanan, dedaunan, buah-buahan, dan kertas. **Gambar 2.1** menunjukkan contoh sampah organik



Gambar 2.1 Sampah Organik

(Sumber: <https://pdfcpfee.com/label--pdf-free.html/>)

2.2.2 Sampah Anorganik

Sampah anorganik adalah sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan non hayati, baik berupa produk sintetis maupun hasil proses teknologi pengolahan bahan tambang. Sampah anorganik sangat sulit untuk terurai melalui proses biodegradable sehingga dapat mencemari tanah jika tertimbun dalam waktu yang lama. Contoh dari sampah anorganik adalah segala jenis sampah logam dan sampah plastic serta olahannya. **Gambar 2.2** menunjukkan contoh sampah anorganik.



Gambar 2.2 Sampah Anorganik

(Sumber: <https://pdfcpfee.com/label--pdf-free.html/>)

2.3 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) dapat didefinisikan sebagai kemampuan berbagai *device* yang bias saling terhubung dan saling bertukar data melalui jaringan internet. IoT merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan adanya sebuah pengendalian, komunikasi, kerjasama dengan berbagai perangkat keras, data melalui jaringan internet. Sehingga bisa dikatakan bahwa IoT adalah ketika kita menyambungkan sesuatu yang tidak dioperasikan manusia ke internet.

Namun IoT bukan hanya terkait dengan pengendalian perangkat melalui perangkat jauh, tapi juga bagaimana berbagai data, memvirtualisasikan segala hal yang nyata ke dalam bentuk internet. Internet menjadi sebuah penghubung antara sesana mesin secara otomatis. Selain itu juga ada *user* yang bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung. Manfaat menggunakan teknologi IoT adalah pekerjaan yang dilakukan oleh manusia menjadi lebih cepat, mudah, dan efisien.

2.4.1 Komponen Utama Blynk

1. Blynk App

Aplikasi ini memungkinkan untuk membuat antarmuka pada proyek *hardware* dan *software* dengan berbagai *widget* yang disediakan.

2. Blynk Server

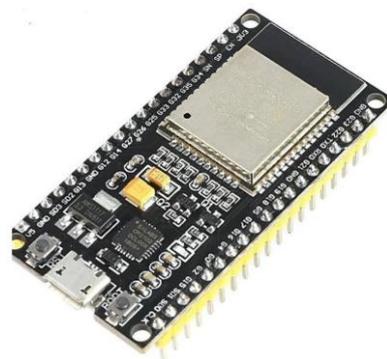
Blynk *serve* bertanggung jawab atas semua komunikasi antar perangkat dan komunikasi antar *smartphone*.

3. Blynk Library

Library khusus dari Blynk akan mempermudah dalam menjalankan perintah dari program tanpa harus membedah *framework* Blynk secara menyeluruh.

2.5 NodeMCU ESP32

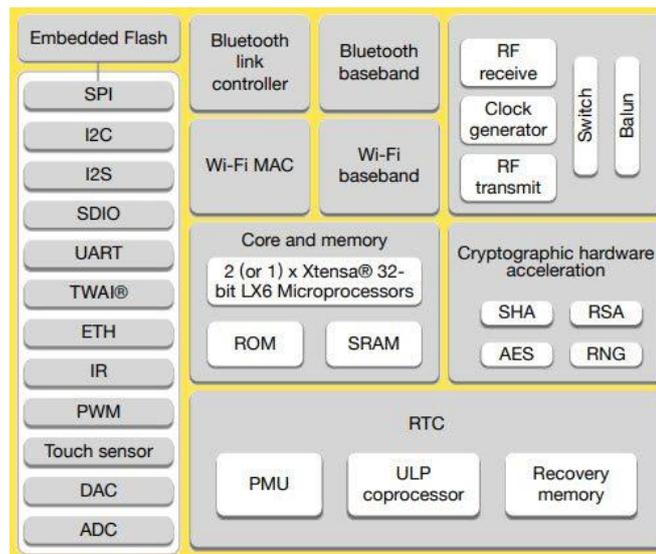
ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dan Bluetooth dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat system aplikasi *Internet of Things*. ESP32 memiliki fitur cukup lengkap karena mendukung *input/output* analog dan digital, PWM, SPI, I2C, dll. Hal terbaik tentang ESP32 adalah komponen RF terintegrasi seperti *power amplifier*, *Low-Noise Receive Amplifier*, *antenna switch*, dan filter. ESP32 dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Board ESP32

(Sumber: Artikel Telkom University)

Hal ini membuat perancangan *hardware* pada ESP32 menjadi sangat mudah karena hanya memerlukan sedikit komponen eksternal. Hal penting yang perlu diketahui tentang ESP32 adalah diproduksi menggunakan teknologi 40 nm *ultra-low power* TSMC. Jadi dapat dioperasikan dengan baterai yang umum seperti yang sudah digunakan pada perangkat perlengkapan audio, monitoring, *smartwatch*. Komponen eksternal dari ESP32 dapat dilihat pada **Gambar 2.6** berikut.



Gambar 2.6 Komponen Eksternal ESP32

(Sumber: Artikel Telkom University)

Spesifikasi dari ESP32 dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32

Atribut	Detail
CPU	Tensilica Xtensa LX6 32 bit Dual-Core di 160/240MHz
SRAM	520 KB
FLASH	2MB
Tegangan	2,2 V – 3,6 V
Arus Kerja	80 Ma
Pemrograman	C, C++, Lua, Arduino IDE

Wifi	802,11
Bluetooth	4,2 BR/EDR + BLE
UART	3
GPIO	32
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18 (12-bit)
DAC	2 (8-bit)

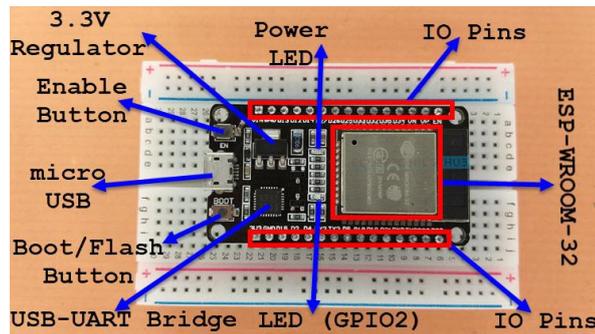
2.5.1 *Software Pendukung*

Hardware ESP32 akan lebih *user friendly* jika dapat diprogram lebih dari satu *software* pendukung (*cross platform*). ESP32 mendukung beberapa *environment* pemrograman, seperti :

- Arduino IDE
- PlatformIO IDE (VS Code)
- LUA
- Microphyton
- Espressif IDF (IoT Development Framework)
- JavaScript

2.5.2 *Layout*

Board ESP32 memiliki 30 pin (15 pin di setiap sisi). *Layout* dari Eso32 dapat dilihat pada **Gambar 2.7** berikut.



Gambar 2.7 Layout ESP32

(Sumber: Artikel Telkom University)

Keterangan layout :

- Esp-WROOM-32 Module
- *Two rows of IO pins*
- CP2012 USB – UART Bridge IC
- *micro – USB connector (for power and programming)*
- AMS1117 3,3V Regulator IC
- *Enable button (for reset)*
- *Boot button (for flashing)*
- *Power LED (red)*
- *User LED (blue-connected to GPIO2)*
- *Some passive components*

2.5.3 Komunikasi Nirkabel

Komunikasi nirkabel ESP32 berupa WiFi menggunakan signal radio sebagai komponen utama untuk berkomunikasi, frekuensi radio yang umumnya digunakan adalah 2,4 Ghz dan 5 Ghz. *Router* atau *acces point* akan menerima data dari internet lalu akan diterjemahkan menjadi sinyal radio dan ditransmisikan dari antenna WiFi untuk kemudian dipancarkan ke perangkat-perangkat penerima. Istilah-istilah dalam komunikasi nirkabel ESP32 :

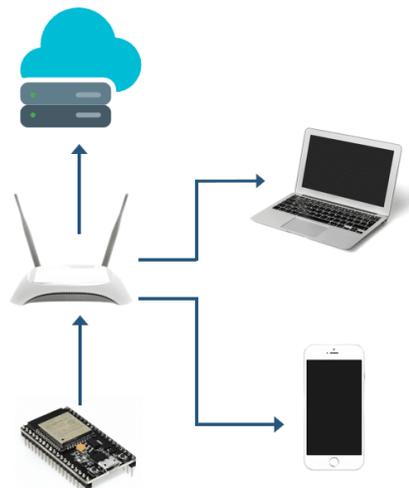
- *Acces point* : merupakan perangkat yang bertugas untuk mengkoneksikan berbagai peralatan WiFi sehingga dapat saling terhubung ke jaringan lokal dan internet.

- SSID (*Service Set Identifier*) : merupakan anam jaringan *wireless* yang dipancarkan agar dikenali oleh perangkat lain.
- *Password* : merupakan keamanan untuk kresidensial WiFi agar tidak digunakan oleh orang lain. WiFi diamankan menggunakan berbagai enkripsi seperti WEP, WPA, WPA2-PSK.
- RSSI (*Received Signal Strength Indication*) : merupakan informasi kekuatan sinyal yang diterima oleh suatu perangkat WiFi. Rentang RSSI adalag 10 dBm hingga 100 dBm. Semakin medekati 10 maka sinyal akan semakin bagus.
- Internet Protocol (IP) : merupakan nomor yang ditetapkan menjadi alamat atau identitas untuk terhubung ke jaringan lokal maupun internet.

ESP32 memiliki WiFi 802,11 b/g/n *up to* 150 Mbps yang terintegrasi dengan *baord* sehingga memudahkan dalam implementasi IoT. WiFi E32 dapat digunakan menjadi 2 mode yakni mode AP dan mode *station/client*.

- *Mode Access Point (AP)*

ESP32 bertindak sebagai *station* atau penerima sinyak WiFi yang dipancarkan oleh perangkat lain (*router, acces point*) sehingga ESP32 harus menyesuaikan SSID dan *password* sesuai dengan *router* yang dikoneksikan. Mode ini lebih fleksibel karena dapat digunakan saat ESP32 bertindak sebagai penyedia data, maupun pengirim data ke jaringan lokal dan internet.

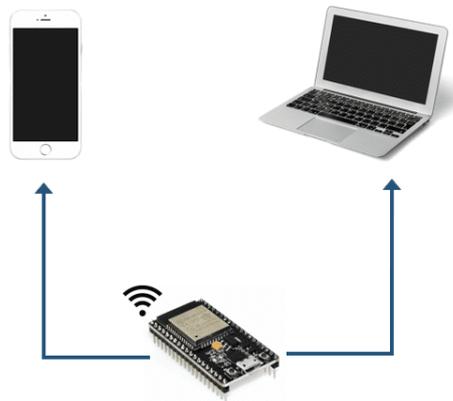


Gambar 2.8 *Mode Access Point*

(Sumber: Artikel Telkom University)

- *Mode Station/Client*

ESP32 dapat bekerja dengan memancarkan sinyal WiFi agar diterima oleh perangkat lain (*smartphone*, laptop) SSID dan *password* yang diberikan dapat dikonfigurasi melalui program yang diupload pada ESP32. Mode ini biasa digunakan saat ESP32 bertindak sebagai penyedia data jaringan lokal.



Gambar 2 9 Mode *Station/Client*

(Sumber: Artikel Telkom University)

2.6 Sensor Ultrasonic HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan salah satu tipe sensor jarak yang umumnya digunakan untuk mengukur objek dalam jarak yang relatif dekat. Sensor ini sering digunakan karena pemrogramannya yang mudah dan sensitivitasnya yang cukup baik. **Gambar 2.10** menampilkan sensor ultrasonik HC-SR04.



Gambar 2.10 Sensor Ultrasonic HC-SR04

(Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/mengakses-sensor-ultrasonic-HCSR04>)

Penjelasan pin HC-SR04 :

1. VCC : *power supply 5 V*

2. Trig : masukan pemicu (*trigger*) untuk sensor. Mikrokontroler perlu memberikan pulsa trigger selama 10 us ke HC-SR04
3. Echo : keluaran gaung dari sensor. Mikrokontroler akan membaca pin ini untuk mendeteksi halangan atau mencari jarak.
4. GND : Ground

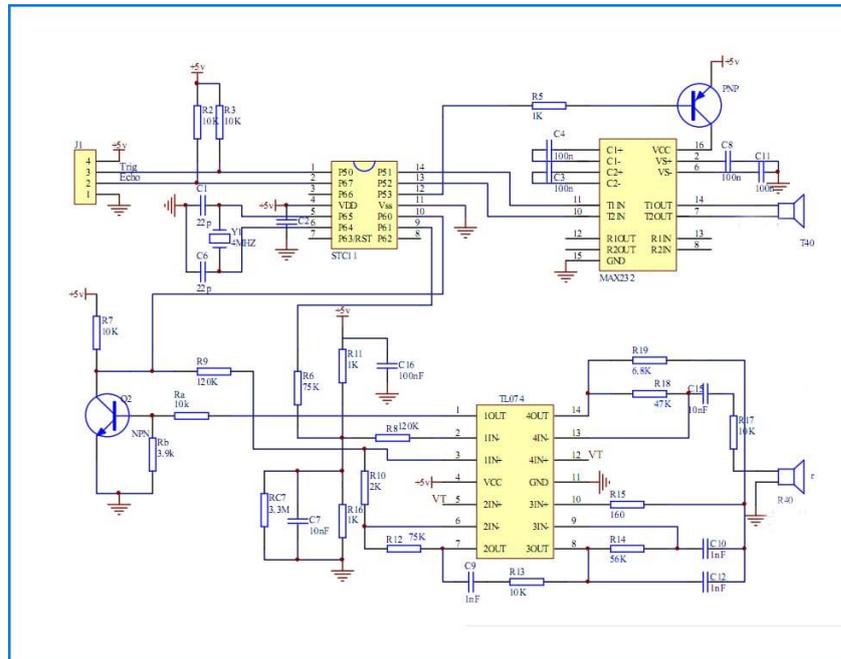
Spesifikasi dari HC-SR04 dapat dilihat pada **Tabel 2.2** berikut.

Tabel 2. 2 Spesifikasi HC-SR04

Atribut	Detail
Tegangan Kerja	5 VDC
Jangkauan Minimum	2 cm
Jangkauan Maksimum	4 m
Sudut Pengukuran	15 derajat
Sinyal Masukan	Pulsa TTL 10us
Frekuensi Ultrasonik	40 kHz
Dimensi	45 x 20 x 15 mm

2.6.1 Komponen Utama Sensor Ultrasonik HC-SR04

HC-SR04 memiliki sebuah pengirim, penerima dan rangkaian pengendali ultrasonik. **Gambar 2.11** menampilkan komponen utama HC-SR04.



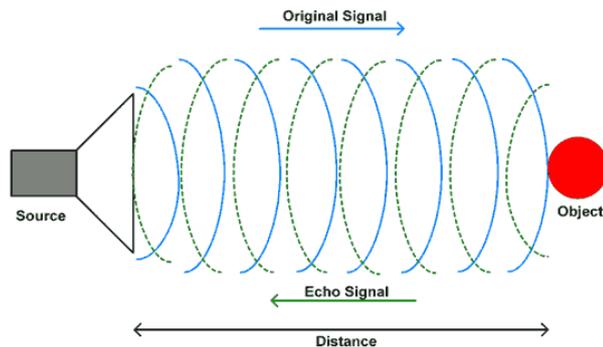
Gambar 2.11 Komponen HC-SR04

(Sumber: Artikel Telkom University)

- STC11F (*Single-chip microcontroller, based on 1T architecture 80C51 CPU*)
- MAX232 (*dual EIA-232 driver/receiver*)
- TL074 (*low-noise JFET-input operational amplifier*)
- 40-KHz *ultrasonic transmitter and receiver pair*

2.6.2 Prinsip Kerja HC-SR04

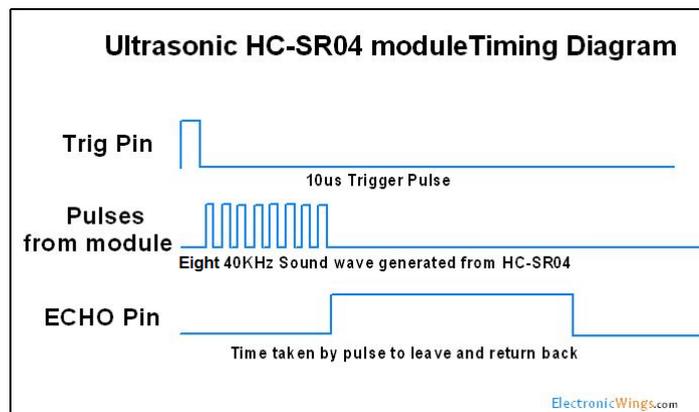
Sensor ultrasonik HC-SR04 bekerja dengan prinsip sistem sonar dan radar yang digunakan untuk menentukan jarak sebuah objek. Sensor ultrasonik membangkitkan gelombang suara frekuensi tinggi. Ketika gelombang suara tersebut menumbuk sebuah objek, maka gelombang tersebut akan terpantul dalam bentuk gaung (echo) yang kemudian dirasakan oleh penerima seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.12** berikut.



Gambar 2 12 Prinsip Pantulan Gelombang HC-SR04

(Sumber: Artikel Telkom University)

HC-SR04 bekerja berdasarkan diagram pewaktuan, untuk menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan ketika gelombang ultrasonik dipancarkan dan kembali ke pemancar. Pewaktuan HC-SR04 dapat dilihat pada **Gambar 2.13** berikut.



Gambar 2 13 Diagram Pewaktuan HC-SR04

(Sumber: Artikel Telkom University)

Penjelasan digaram pewaktuan HC-SR04 :

1. Kita perlu mengirimkan pulsa pemicu paling sedikit 10 us ke pin Trigger HC-SR04.
2. Kemudian secara otomatis HC-SR04 mengirimkan 8 gelombang suara 40 kHz dan menunggu keluaran sisi naik di pin Echo.
3. Apabila pengambilan sisi naik muncul di pin Echo, kita mulai *timer* dan menunggu sisi turun di pin Echo.

4. Begitu sisi turun diambil dari pin Echo, kita baca hitungan *timer*. Perhitungan waktu ini merupakan waktu yang dibutuhkan sensor untuk mendeteksi objek dan kembali dari objek tersebut.

Dengan mengukur waktu yang diperlukan dalam mencapai penerima, kita bisa menghitung jarak sebuah objek dengan menggunakan perhitungan berikut.

$$\text{Jarak} = \frac{0,034 (t)}{2}$$

Keterangan :

0,034 = kecepatan gelombang suara cm/s

2 = jarak total dibagi 2 karena sinyal merambat dari pemancar ke objek dan kembali lagi ke penerima

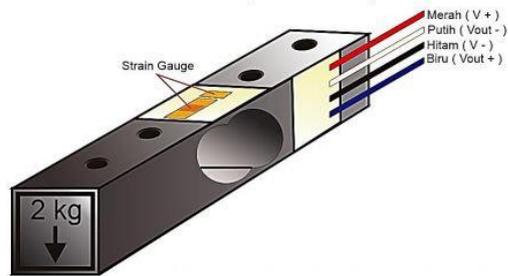
2.7 Sensor Berat Load Cell

Load Cell merupakan sebuah sensor atau transduser yang digunakan untuk mengukur dan mengubah gaya atau beban mekanis menjadi sinyal listrik. Load cell umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan rekayasa untuk mengukur gaya, berat, atau tekanan. **Gambar 2.14** dan **Gambar 2.15** menunjukkan bentuk fisik dan konfigurasi pin dari load cell.



Gambar 2.14 Load Cell

(Sumber: Tacuna System)



Gambar 2 15 Konfigurasi Pin Load Cell

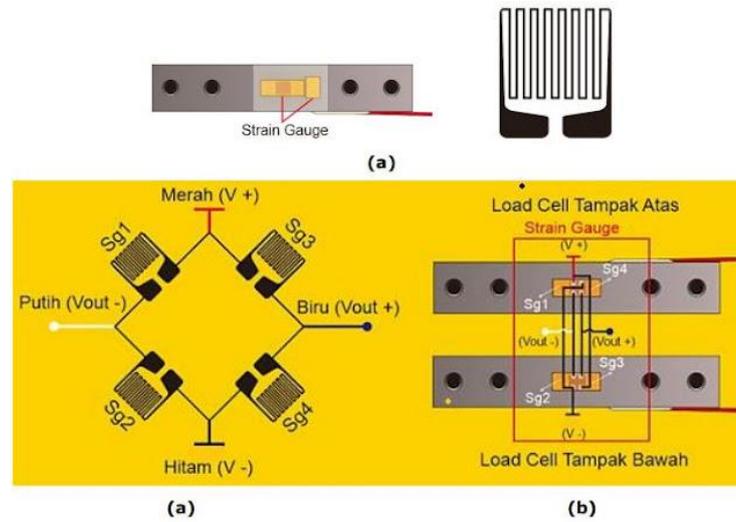
(Sumber: Tacuna System)

Keterangan konfigurasi pin :

1. Merah (V+) : sumber tegangan +
2. Putih (Vout-) : tegangan output -
3. Hitam (V-) : sumber tegangan –
4. Biru (Vout+) : tegangan output +

2.7.1 Komponen Utama Load Cell

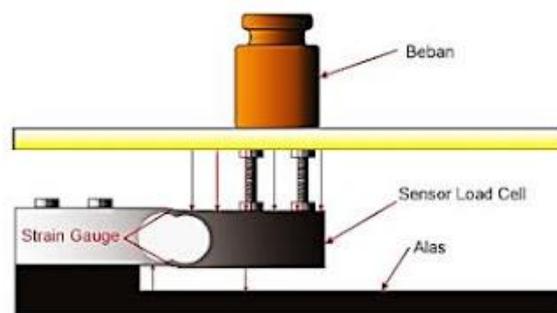
Load cell umumnya terdiri dari struktur logam dengan regangan (*gauge strain*) yang terpasang padanya, *strain gauge* merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk mengukur tekanan, *strain gauge* dikonfigurasi menjadi rangkaian jembatan *wheatstone* yang terdiri dari 4 buah resistor yang dirangkai seri dan parallel. **Gambar 2.16** menampilkan konstruksi dari load cell.



Gambar 2. 16 Konstruksi Load Cell

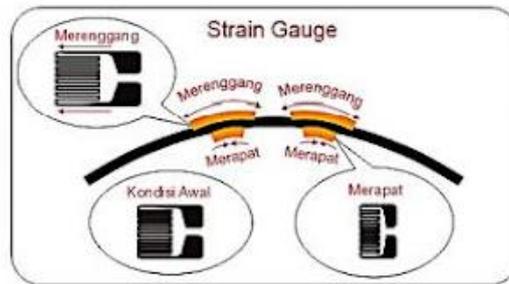
(Sumber: Tacuna System)

Pada **Gambar 2.17** *strain gauge* berbentuk foil logam dan kawat logam yang bersifat insulatif yang ditempel pada load cell dapat mengukur tekanan dari hasil pembebanan. Pada **Gambar 2.18** jika tekanan sensor load cell berubah karena terkena beban, maka *starin gauge* akan merenggang dan resistansinya akan bertambah.



Gambar 2.17 Pembebanan Pada Load Cell

(Sumber: Tacuna System)



Gambar 2. 18 Regangan Pada *Strain Gauge*
(Sumber: Tacuna System)

Spesifikasi dari sensor berat load cell dapat dilihat pada **Tabel 2.3** berikut.

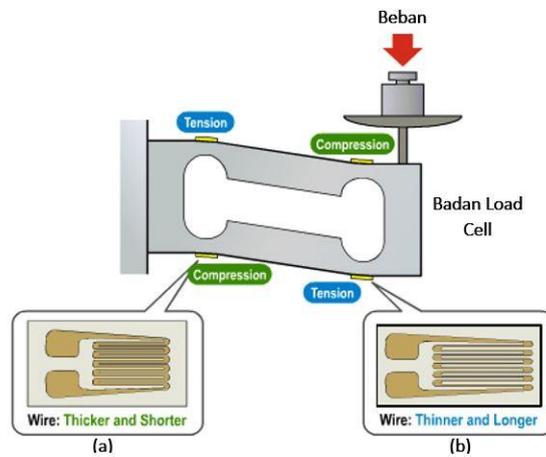
Tabel 2. 3 Spesifikasi Load Cell

Atribut	Detail
Tegangan Kerja	5 – 12V AC/DC
Material	Aluminium
Output sinyal	2 mV/V
<i>Temperature Range</i>	-30° – 70° celcius
Hambatan Input	425 ohm +/- 15 ohm
Hambatan Output	350 ohm +/- 3 ohm
Kapasitas Berat	0-100 kilogram

2.7.2 Prinsip Kerja Load Cell

Tegangan luaran load cell akan bertambah seiring dengan meningkatnya berat beban pada load cell. Ketika beban diterapkan, badan load cell mengalami deformasi elastis yang menyebabkan terjadinya kompresi dan tekanan pada *strarin gauge* terpasang. *Strain gauge* berada dalam kondisi terkompresi, kawat grid akan mengalami perubahan kondisi menjadi lebih tebal dan lebih pendek seperti **Gambar 2.19 (a)**. Sedangkan *strain gauge* yang berada dalam tekanan, kawat grid akan lebih tipis dan lebih panjang sepeti **Gambar 2.19 (b)**. Dari proses kompresi

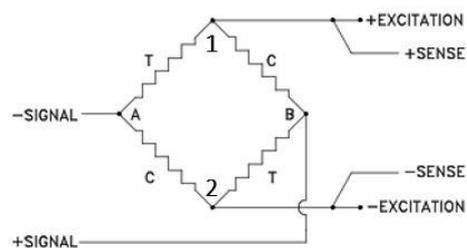
dan tekanan tersebut *strain gauge* akan menghasilkan perubahan tahanan listrik atau resistansi.



Gambar 2. 19 Prinsip Kerja Load Cell

(Sumber: Tacuna System)

Untuk mengubah hasil perubahan tahanan *strain gauge* menjadi tegangan yang sebanding dengan beban yang diterapkan, maka digunakan rangkaian jembatan *wheatstone* seperti pada **Gambar 2.20**.



Gambar 2. 20 Rangkaian Jembatan *Wheatstone*

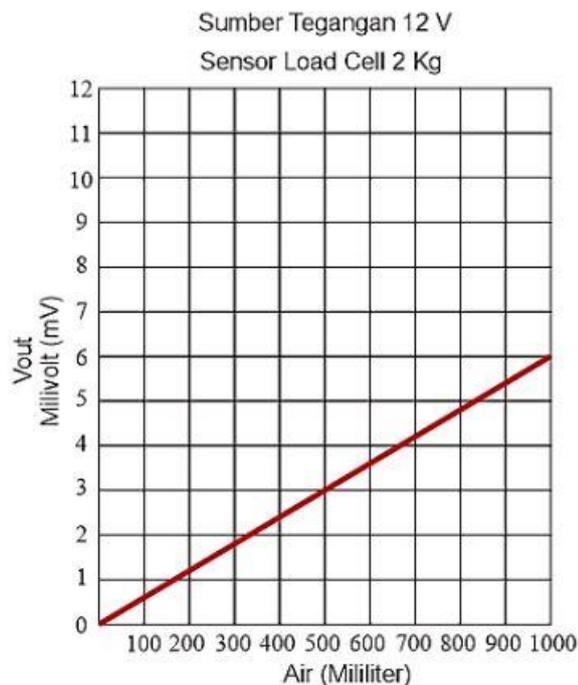
(Sumber: Tacuna System)

Pada jembatan *wheatstone*, titik 1 dan 2 untuk tegangan input sedangkan titik A dan B untuk pengukuran tegangan output (signal). Ketika titik ada beban pada load cell, semua *strain gauge* memiliki tahanan yang sama sehingga tidak ada perbedaan tegangan antara titik A dan B. ketika beban diterapkan pada load cell, *strain gauge* yang mengalami tekanan (T) resistansinya akan bertambah, sedangkan

strain gauge yang mengalami kompresi (C) resistansinya akan berkurang. Hal itu menyebabkan jembatan *wheatstone* dalam kondisi tidak seimbang dan perbedaan tegangan yang sebanding dengan beban pada koad cell dapat diukur pada titik A dan B.

2.7.3 Karakteristik Load Cell

Tegangan output dalam satuan millivolt (mv) sama dengan tegangan dalam satuan volt (v). Tegangan output akan meningkat seiring dengan bertambahnya beban air, jika massa jenis air 1000 kg/m^3 maka massa = volume x massa jenis, sehingga bisa dikatakan 100 ml air = 100 gram. Grafik tegangan output terhadap beban air dapat dilihat pada **Gambar 2.21**.



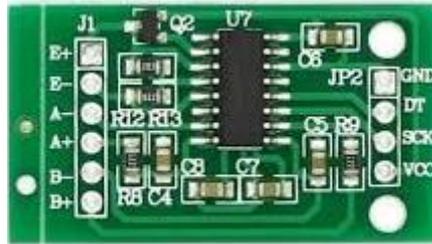
Gambar 2. 21 Grafik Tegangan Output

(Sumber: Tacuna System)

2.8 Modul HX711

Modul HX711 tidak lepas dari load cell, HX711 merupakan modul timbangan yang berfungsi untuk memperkuat sinyal dan membaca informasi dari

load cell untuk kemudian mengirimkannya ke Arduino untuk diproses. Output tegangan yang dihasilkan oleh load cell sangat kecil, sehingga membutuhkan penguat berupa HX711 sebagai converter ADC 24-bit. **Gambar 2.22** menampilkan modul HX711.



Gambar 2. 22 Modul HX711

(Sumber: Tacuna System)

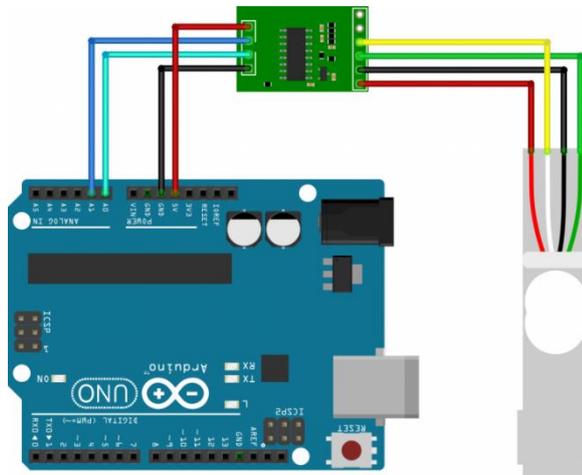
2.8.1 Koneksi Modul HX711

Load cell umumnya memiliki 4 kabel untuk koneksi ke mikrokontroler misalnya Arduino, yakni :

1. VCC
2. GND
3. Data (Dt)
4. Clock (Clk)

Sedangkan koneksi modul HX711 dengan load cell terdiri dari 4 kabel, yakni :

1. A-
2. A+
3. E-
4. E+



Gambar 2. 23 Koneksi Modul HX711

(Sumber: Tacuna System)

Spesifikasi dari modul HX711 dapat dilihat pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2. 4 Spesifikasi Modul HX711

Atribut	Detail
VSUP	Regulator Supply 2,7 – 5,5 V
Base	NC
INA-	Analog Input Channel A -
INA+	Analog Input Channel A+
INB-	Analog Input Channel B-
INB+	Analog Input Channel B+
Sck	Digital Input Power Down Control, Serial Clock
Dout	Digital Output, Serial Data Output

2.8.3 Cara Mengkonversi Tegangan ke Berat Beban

Contoh :

1. Tegangan keluaran load cell

$$V_o = \frac{R_3}{R_3+R_4} - \frac{R_2}{R_2+R_1} \times V_s$$

$$V_o = \frac{350,2}{350,2+349,8} - \frac{349,8}{350,2 + 349,8} \times 5$$

$$V_o = (0,50 - 0,49) \times 5$$

$$V_o = (0,01\text{Kohm} : 1000) \times 5$$

$$V_o = (0,00001\text{ohm}) \times 5$$

$$V_o = 0,05 \text{ mV}$$

2. Keluaran HX711

$$\text{Out digital / ADC} = \frac{V_o \times \text{Gain}}{\text{full scale input voltage}} \times \text{ADC range}$$

$$\text{Out digital / ADC} = \frac{0,05 \times 64}{40} \times 16777215$$

$$\text{Out digital / ADC} = 1342177,2 \text{ -----} \rightarrow 21 \text{ bit}$$

3. Berat Beban

$$\text{Berat} = \frac{\text{out digital}}{\text{adc range}} \times \text{cell range}$$

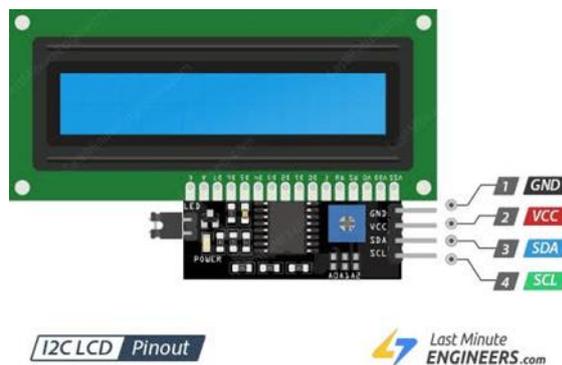
$$\text{Berat} = \frac{1342177,2}{16777215} \times 5000 \text{ gram}$$

$$\text{Berat} = 400 \text{ gram}$$

2.9 Liquid Crystal Display (LCD) I2C 16 x 2

LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan menggantikan fungsi dari penampil CRT (*Cathode Ray Tube*), yang sudah berpuluh-puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/teks baik monokrom (hitam dan putih), maupun yang berwarna. Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah konsumsi daya yang relatif kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan ketika berlama-lama di depan monitor, monitor CRT lebih cepat memberikan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan LCD. LCD memanfaatkan silikon atau gallium dalam bentuk kristal cair sebagai pemendar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan

kolom. Normalnya, modul LCD dikendalikan secara parallel baik untuk jalur data maupun kontrolnya, namun jalur parallel akan memakan banyak pin di sisi kontroler. Maka dari itu digunakan modul I2C dengan TWI (*Two Wire Interface*) yang akan memberikan alternative yang lebih efisien dengan 4 pin keluaran berupa Gnd, Vcc, SDA, dan SCL. **Gambar 2.24** menampilkan LCD I2C.



Gambar 2.24 LCD I2C

(Sumber: Last Minutes Engineers.com)

Spesifikasi dari LCD I2C dapat dilihat pada **Tabel 2.5** berikut.

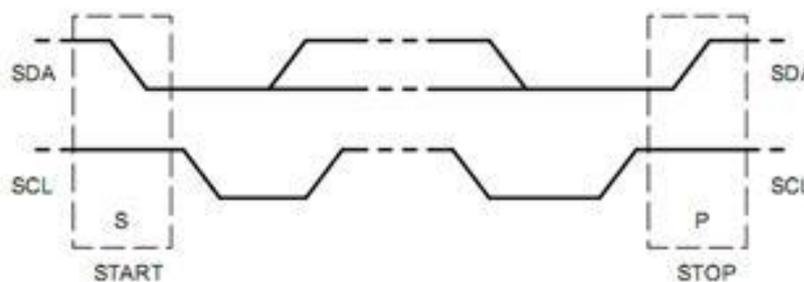
Tabel 2. 5 Spesifikasi LCD I2C

Atribut	Detail
Tegangan Input	5V
Alamat I2C	0 x 27
Ukuran	80 x 36 x 20 mm
Interface	I2C / TWI
Range Alamat	16 barix x 2 kolom

2.9.1 Komunikasi I2C

Intergrated circuit (I2C) adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun

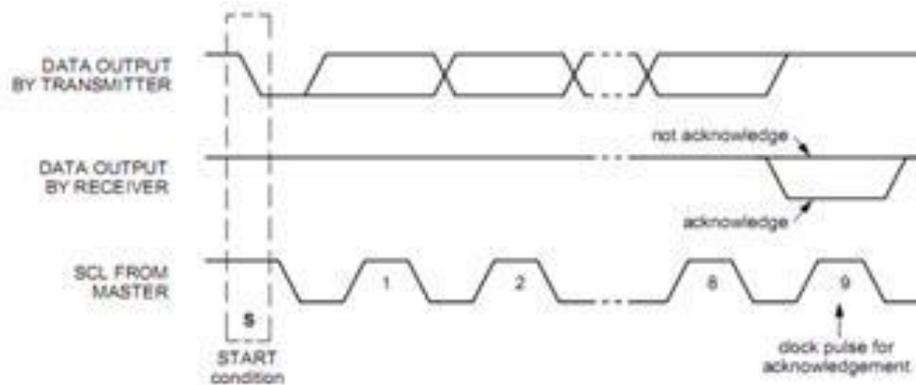
menrima data. System I2C terdiri dari saluran SCL (*serial clock*) dan SDA (*serial data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan system I2C bus dapat dioperasikan sebagai *master* dan *slave*. *Master* adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C bus dengan membentuk sinyal *start*, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal *stop* dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati oleh *master*. Kondisi sinyal *start* dan *stop* dapat dilihat pada **Gambar 2.25**.



Gambar 2. 25 Kondisi Sinyal *Start* dan *Stop*

(Sumber: Purnomosejati.wordpress.com)

Sinyal dasar yang lain dalam I2C bus adalah sinyal *acknowledge* yang disimbolkan dengan ACK. Setelah transfer data oleh master berhasil diterima *slave*, *slave* akan menjawabnya dengan mengirim sinyal *acknowledge*, yaitu dengan membuat SDA menjadi 0 selama siklus *clock* ke 9. Ini menunjukkan bahwa *slave* telah menerima 8 bit data dari master. Kondisi sinyal *acknowledge* dapat dilihat pada **Gambar 2.26**

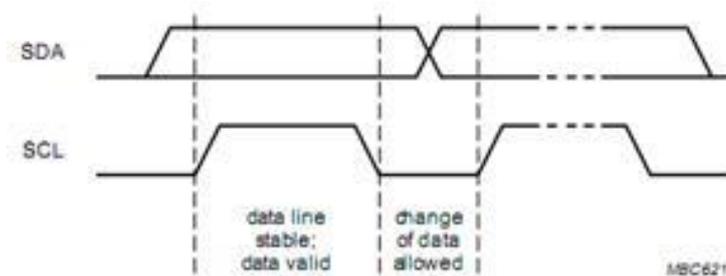


Gambar 2. 26 Sinyal ACK dan NACK

(Sumber: Purnomosejati.wordpress.com)

Dalam melakukan transfer data pada I2C bus, kita harus mengikuti tata cara yang telah ditetapkan yaitu:

1. Transfer data hanya dapat dilakukan ketika bus tidak dalam keadaan sibuk.
2. Selama proses transfer data, keadaan data pada SDA harus stabil selama SCL dalam keadaan tinggi. Keadaan perubahan 1 atau 0 pada SDA hanya dapat dilakukan selama SCL dalam keadaan rendah. Jika terjadi perubahan keadaan SDA pada saat SCL dalam keadaan tinggi, maka perubahan itu dianggap sebagai sinyal *start* atau *stop*. Transfer bit pada I2C dapat dilihat pada **Gambar 2.27**.



Gambar 2. 27 Transfer Bit Pada I2C Bus

(Sumber: Purnomosejati.wordpress.com)