

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari jurnal-jurnal yang sudah ada dan literatur berkaitan dengan Tugas Akhir yang akan digunakan sebagai acuan dalam pembuatan rancang bangun alat penghitung jumlah baut menggunakan sensor *load cell* dan modul Arduino. Pada skripsi yang berjudul “Perancangan Produk Alat Penghitung Jumlah Baut Otomatis” yang telah dilakukan oleh Filemon Adrian Ari Lukito. Mekanisme penghitung baut dijelaskan bahwa menggunakan sensor *load cell*, yaitu dengan cara mengubah berat baut menjadi jumlah baut. Prototipe yang dihasilkan dapat menghitung dan menampilkan jumlah baut dengan kapasitas berat maksimum 3 Kg. Pengujian prototipe dengan tiga skenario berhasil membuat proses penghitungan baut lebih cepat hingga 4 kali lipat^[6].

Berbeda dengan jurnal sebelumnya, pada jurnal “Perancangan Prototipe Alat Penghitung Jumlah dan Harga Kelapa Berbasis Arduino” yang telah dilakukan oleh Suhardi, S., Suhendra, T., & Yunianto, A. H. Berdasarkan pengujian alat penghitung jumlah kelapa dapat menyortir kelapa sesuai kategori besar kecil dengan selisih pembacaan 2 gram dari berat aslinya, tetapi tidak mempengaruhi penempatannya. *Motor servo* terkadang tidak beroperasi karena kurang stabilnya tegangan. Proses penampilan jumlah kelapa dan total harga dapat dilihat di LCD secara *realtime*^[5].

Pada jurnal lain dengan judul “Rancang Bangun Sistem Penghitung Jumlah dan Massa Kopi Berbasis Mikrokontroler Pada Konveyor Sabuk” yang telah dilakukan oleh Susilo, Adi., Telaumbanua, M., & Muhammad, M. A. Menjelaskan bahwa hasil pengujian didapatkan dari 300 gram biji kopi. Terhitung jumlah biji kopi yang bervariasi yaitu 907, 954, 976 dengan akurasi penimbangan dan perhitungan biji kopi mencapai 99,8 dan 98,5% dan stabilitas 99,8 dan 98,8% untuk sampel 300 gram biji kopi^[2].

Pada penelitian yang lain, dalam sebuah judul “Rancang Bangun Modul Praktik *Load Cell* dengan Kapasitas 20 Kg Berbasis Arduino Nano” yang telah dilakukan oleh Sam, N. N., Rifaldi, M., Wibowo, N. R., & Nur, M. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah perancangan, metode ini diperlukan untuk memudahkan perancangan

dalam mengembangkan ide rancangan. Hasil pengujian, alat mampu mengukur beban dengan berat maksimal 20 Kg dan spesifikasi ketelitian 1 gram dengan eror kesalahan 0,2%, sehingga ketelitian timbangan ini mencapai 99,8%^[7].

Selain jurnal diatas, ada juga jurnal lain dengan judul "Rancang Bangun Timbangan Buah Digital Berbasis Mikrokontroler Dengan Koneksi Printer Thermal" yang telah dilakukan oleh Irmansyah, M., Yuliza, M., & Junaldi, J. Pengujian *load cell* dari beban 0 Kg – 3 Kg setiap kenaikan berat beban sebesar 1 Kg terjadi perubahan tegangan keluaran sekitar 0,5 mV, semakin besar beban semakin besar tegangan keluarannya. Tingkat kesalahan pengukuran rata-rata sensor *load cell* 2,01%, dengan keberhasilan timbangan digital 97,71%. Serta data penjualan tersimpan pada *database*^[8].

Dalam Tugas Akhir yang disusun dengan judul "Rancang Bangun Alat Penghitung Jumlah Baut Menggunakan Sensor *Load Cell* dan Modul Arduino", alat ini menggunakan sensor *load cell* 10Kg. Selain itu, alat ini memiliki kemampuan untuk merekam data menggunakan Microsoft Excel melalui data streamer dengan komunikasi serial kabel. Penggunaan sensor *load cell* dan integrasi dengan modul Arduino memungkinkan alat ini dapat menghitung jumlah baut secara akurat.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Timbangan Digital

Timbangan merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk mengukur massa suatu objek. Jenis timbangan dapat dibedakan menjadi timbangan manual, timbangan digital, dan timbangan *hybrid*, masing-masing memiliki prinsip kerja yang berbeda. Salah satu jenis timbangan yang paling dikenal adalah timbangan digital yang beroperasi dengan memanfaatkan sistem *input*, sistem pemrosesan, dan sistem keluaran^[9].

Penggunaan timbangan digital sangat umum di berbagai sektor, termasuk perdagangan, industri, dan layanan. Keakuratan dan hasil pengukuran presisi yang diberikan oleh timbangan digital telah mendapat pengakuan yang luas. Dalam konteks Tugas Akhir ini, timbangan digital digunakan sebagai perbandingan dengan sensor *load cell* dalam rancangan alat penghitung jumlah baut menggunakan sensor *load cell* dan modul Arduino. Timbangan digital dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Timbangan Digital
(Sumber: dok.pribadi, 2023)

2.2.2 Baut

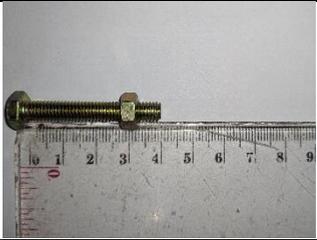
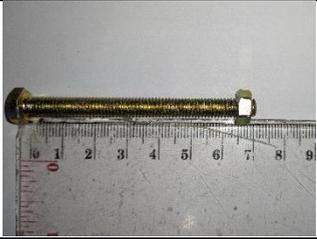
Baut merupakan komponen yang memiliki bentuk batang bulat dengan permukaan berulir. Salah satu ujung baut dilengkapi dengan kepala berbentuk segi enam atau *heksagon*, sedangkan di ujung lainnya terdapat mur dengan bentuk *heksagon* yang sama. Fungsi utama dari baut adalah untuk menghubungkan dua bagian yang tidak terhubung secara permanen, tetapi masih memungkinkan untuk dibongkar atau dilepas. Prinsip dasar kerja baut terletak pada penggunaan bentuk ulir pada batang baut, di mana ketika mur diberi tekanan, baut akan berputar dan memberikan daya tekan pada objek yang diinginkan^[10].

Dalam konteks Tugas Akhir ini, baut ditingkatkan menjadi objek sentral yang diukur beratnya dan kemudian diproses untuk menerima sejumlah besar. Implementasi baut sebagai elemen penghitungan dalam konteks alat penghitung jumlah baut yang dirancang menjadi kontribusi signifikan dalam bidang ini. Melalui penggunaan alat ini, efisiensi dalam menghitung jumlah baut akan tercapai, sebuah aspek penting dalam berbagai industri dan aplikasi teknis. Baut dapat dilihat pada Gambar 2.2, sedangkan spesifikasi rinci terkait baut dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Gambar 2. 2 Baut
(Sumber: dok.pribadi, 2023)

Tabel 2. 1 Spesifikasi Baut

No	Ukuran (mmxmm)	Harga (Rp)	Berat (g)	Gambar
1	6 x 40	800	11	
2	6 x 70	1200	15	

3	8 x 40	1200	20	
4	8 x 50	1400	22	
5	8 x 70	1700	29	

2.2.3 Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan *board* mikrokontroler berbasis Arduino yang menggunakan chip ATmega 2560. *Board* ini memiliki jumlah pin I/O yang cukup banyak, termasuk 54 buah pin digital I/O dengan 15 buah pin PWM, 16 buah pin analog *input*, dan 4 buah pin UART. Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, *power* jack DC, ICSP header, dan tombol *reset*. Pemrogramannya menggunakan Software Arduino IDE^[11].

Dalam Tugas Akhir ini, Arduino Mega 2560 berperan sebagai mikrokontroler untuk memproses *input* data dari *load cell* sehingga mampu mengontrol sistem penghitung jumlah baut. Kehadiran jumlah pin I/O yang melimpah pada Arduino Mega 2560 memungkinkan penghubungan dengan banyak komponen yang diperlukan dalam alat penghitung jumlah baut. Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada

Gambar 2.3, sementara spesifikasi rinci Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Tabel 2.2.



Gambar 2. 3 Arduino Mega 2560^[12]

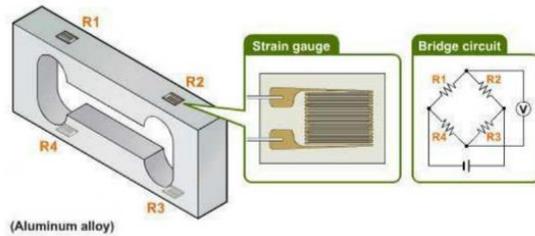
Tabel 2. 2 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Mega 2560^[12]

Mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan Operasional	5 Volt
Tegangan Masukan (direkomendasikan)	7-12 Volt
Tegangan Masukkan (maksimal)	6-20 Volt
Pin I/O Digital	54 Pin Digital
Pin Input Analog	16 Pin Analog
Arus DC per Pin I/O	20 mA
Arus DC untuk Pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	256 KB (8 KB digunakan oleh bootloader)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Kecepatan Clock	16 MHz
Pin LED_BUILTIN	Pin Digital 13
Panjang	101.52 mm
Lebar	53.3 mm
Berat	37 g

2.2.4 Sensor Load Cell 10 Kg

Load cell merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur massa atau gaya tekan. Prinsip kerja *load cell* adalah mengubah gaya

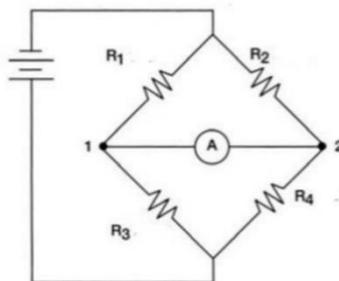
tekan beban menjadi nilai perubahan resistansi (R)^[17]. Gaya yang muncul akibat pembengkokan logam kemudian melemah menjadi sinyal listrik oleh *strain gauge*^[4]. Sinyal listrik yang dihasilkan oleh *load cell* dalam beberapa milivolt perlu diperkuat oleh *HX711*^[7]. *Strain gauge* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Strain Gauge^[18]

Untuk menghubungkan *load cell* dengan modul *HX711*, umumnya *load cell* menggunakan empat buah kabel. Kabel merah berperan sebagai *input* tegangan sensor, kabel hitam sebagai *input ground* sensor, kabel hijau sebagai *output* positif sensor, dan kabel putih sebagai *output ground* sensor. Nilai tegangan keluaran sensor sekitar 1,2 mV^[17].

Jembatan *Wheatstone* adalah alat pengukur yang dimanfaatkan untuk mencapai ketelitian dalam pengukuran keterbatasan yang relatif kecil. Rangkaian jembatan *wheatstone* terdiri dari empat hambatan, dengan dua diantaranya merupakan hambatan variabel. Metode jembatan *wheatstone* melibatkan susunan dari komponen resistor dan sumber daya listrik^[17]. Jembatan *wheatstone* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Jembatan Wheatstone^[17]

Rumus :

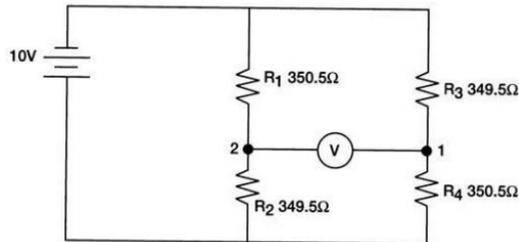
$$V_{AB} = \left(\frac{R_4}{R_2 + R_4} \right) V_S - \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3} \right) V_S$$

Keterangan :

V_{AB} : Beda potensial V_{R4} dan V_{R2}

V_S : Sumber tegangan

Contoh :



$$\begin{aligned} V_{AB} &= \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4} \right) V_S - \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_S \\ V_{AB} &= \left(\frac{350,5}{349,5 + 350,5} \right) 10 - \left(\frac{349,5}{350,5 + 349,5} \right) 10 \\ V_{AB} &= \left(\frac{350,5}{700} \right) 10 - \left(\frac{349,5}{700} \right) 10 \\ V_{AB} &= (0,501)10 - (0,499)10 \\ V_{AB} &= 5,01 - 4,99 \\ V_{AB} &= 0,02 \times 10 = 2\text{mV} \end{aligned}$$

Untuk menghitung kalibrasi sensor *load cell* yang digunakan pada alat penghitung jumlah baut, langkah pertama adalah mengetahui hasil keluaran nilai bacaan di *serial monitor* Arduino. Setelah mendapatkan hasil bacaan tersebut, langkah selanjutnya adalah membaginya dengan berat aslinya. Hasil pembagian ini menghasilkan faktor kalibrasi sensor *load cell* yang kemudian diterapkan pada program Arduino IDE, dengan tujuan untuk mendapatkan nilai bacaan dalam bentuk gram. Faktor kalibrasi ini memiliki peranan penting dalam rentang bacaan yang dimulai dari 1 gram hingga beban maksimal 10000 gram yang diukur oleh sensor *load cell*. Langkah-langkah perhitungan faktor kalibrasi sensor *load cell* yang digunakan adalah sebagai berikut:

Contoh :

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

Faktor kalibrasi sensor = 21.000 : 100 (gram)

Faktor kalibrasi sensor = 210 (untuk berat 1 gram)

210 nilai bacaan = 1 gram

2.100.000 nilai bacaan = 10.000 gram atau 10 kg (untuk berat maksimal)

Hasil perhitungan di atas dapat dijadikan acuan dalam menghitung sensor *load cell* yang diterapkan pada alat penghitung jumlah baut. Sebelum melanjutkan perhitungan, langkah pertama yang harus diambil adalah mencari spesifikasi dari sensor *load cell* yang digunakan. Spesifikasi tersebut mencakup *rated load*: 10Kg, *rated output*: 1.0mV/V±0.15mV/V, *material*: aluminum alloy, *Vref* 5V, serta penerapan *HX711* dengan *gain* 128 (terdapat dalam program library) dan ADC 24 bit. Dengan spesifikasi ini, perhitungan sensor *load cell* dapat dilakukan sesuai dengan langkah-langkah berikut:

Tegangan output maksimal load cell = Vref x rate output

Tegangan output maksimal load cell = 5V x 1.0mV/V

Tegangan output maksimal load cell = **5.0mV** (untuk berat maksimal 10.000 gram atau 10 kg)

Penguat sinyal listrik HX711= Tegangan output mak. x gain HX711

Penguat sinyal listrik HX711 = 5.0mV x 128

Penguat sinyal listrik HX711 = **640mV**

Hasil akhir = $\frac{\text{Penguat sinyal listrik HX711}}{\text{Vref}} \times \text{ADC}$

Hasil akhir = $\frac{640\text{mV}}{5000\text{mV}} \times 2^{24}$

Hasil akhir = $\frac{640\text{mV}}{5000\text{mV}} \times 16.777.215$

Hasil akhir = **2.147.483,52** (untuk berat maksimal 10.000 gram atau 10 kg)

Hasil perhitungan di atas, nilai bacaan pada *serial* Arduino dan hasil perhitungan sensor *load cell*nya mendekati. Dalam hal berat maksimal 10 kg, *serial monitor* pada Arduino akan menampilkan nilai 2.100.000, sementara perhitungan sensor *load cell* untuk berat yang sama, yaitu hasil akhir 10 kg, menghasilkan nilai sebesar 2.147.483,52. Adanya perbedaan antara keduanya menjadi perhatian. Perbedaan ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk menghitung nilai eror dan persentase eror antara perhitungan sensor *load cell* yang digunakan dan nilai bacaan pada *serial* Arduino. Langkah penyelesaiannya sebagai berikut:

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

$$\text{Error} = 2.100.000 - 2.147.483,52$$

$$\text{Error} = \mathbf{47.483,52}$$

$$\text{Peresentase eror}(\%) = \frac{\text{Error}}{\text{Serial monitor Arduino}} \times 100\%$$

$$\text{Peresentase eror}(\%) = \frac{47.483,52}{2.100.000} \times 100\%$$

$$\text{Peresentase eror} = \mathbf{2,26\%}$$

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 dengan tingkat presisi yang tinggi^[18]. Pada Tugas Akhir ini, *load cell* diimplementasikan sebagai sensor untuk mengukur massa baut. Melalui trik ini, akan tercipta alat penghitung jumlah baut yang akurat dan dapat diandalkan, yang berkontribusi dalam efisiensi proses penghitungan dalam berbagai lingkup dan aplikasi industri. *Load cell* ini dapat dilihat pada Gambar 2.6, dan spesifikasi *load cell* dapat dilihat pada Tabel 2.3.



Gambar 2. 6 Load Cell^[19]

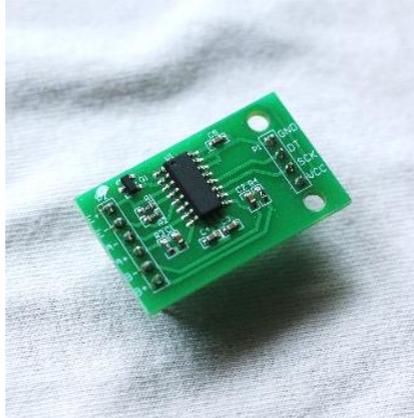
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor Load Cell^[19]

Rentang Pengukuran	Berat maksimal hingga 10 Kg
Akurasi Load Cell	$\pm 0,02\%$ dari skala penuh (F.S)
Tegangan Masukkan	2,6 - 5,25 Volt
Dimensi	75 x 15 x 14,2 mm
Panjang Kabel	25 cm

2.2.5 Modul HX711

HX711 merupakan modul yang berfungsi untuk memperkuat sinyal listrik rendah yang berasal dari *load cell*. Setelah mengalami penguatan, sinyal tersebut diubah menjadi sinyal digital yang selanjutnya dimasukkan ke dalam mikrokontroler Arduino Mega 2560. Prinsip kerja *HX711* melibatkan konversi perubahan yang terukur menjadi perubahan resistansi. Proses selanjutnya mengubah resistansi tersebut menjadi tegangan besar yang dapat diukur^[7]. Perubahan resistansi ini kemudian diubah menjadi perubahan tegangan yang dapat diukur.

Salah satu fitur menarik dari *HX711* adalah resolusinya yang mencapai 24 bit. Dengan resolusi tinggi ini, pengukuran yang akurat dan presisi dapat dicapai. Dalam rangka menghubungkan *HX711* dengan Arduino Mega 2560, diperlukan dua kabel data DT dan SCK. Kedua kabel ini berperan penting dalam mentransfer sinyal digital. Selain itu, dua kabel lainnya diperlukan untuk menyediakan sumber daya agar modul dapat berfungsi dengan baik. Dalam konteks Tugas Akhir ini, *HX711* digunakan sebagai perangkat untuk memperkuat sinyal listrik yang berasal dari *load cell*. Hal ini memungkinkan sinyal tersebut dapat diteruskan ke Arduino Mega 2560. *HX711* dapat dilihat pada Gambar 2.7, dan spesifikasi lengkap modul *HX711* dapat dilihat pada Tabel 2.4.



Gambar 2. 7 Modul HX711
(Sumber: dok.pribadi, 2023)

Tabel 2. 4 Spesifikasi HX711^[13]

Tegangan Operasional	2.6 sampai 5.5Volt
Suhu Operasional	-40 sampai +85 C
Arus Operasional	<1.5 mA
PGA <i>gain</i>	32/64/128 <i>gain</i>
Bit	24 Bit

2.2.6 Power Supply 5V 3A

Power supply atau catu daya merupakan alat yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik ke perangkat elektronik. Prinsip kerja *power supply* adalah dengan menurunkan tegangan listrik yang berasal dari jaringan distribusi ke level yang sesuai dengan kebutuhan. Selanjutnya tegangan ini diubah menjadi arus listrik searah (DC) menggunakan komponen dioda^[4].

Selain kemampuannya dalam menurunkan tegangan dan mengubah listrik arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC), beberapa jenis *power supply* juga memiliki kemampuan untuk meredam tegangan meskipun terjadi kenaikan pada tegangan masukan. Dalam konteks Tugas Akhir ini, *power supply* digunakan sebagai sumber catu daya untuk berbagai komponen seperti mikrokontroler Arduino Mega 2560, Modul HX711, dan *seven segment MAX7219*. *Power supply* dapat

dilihat pada Gambar 2.8, dan spesifikasi *power supply* dapat dilihat pada Tabel 2.5.



Gambar 2. 8 Power Supply^[20]

Tabel 2. 5 Spesifikasi Power Supply^[20]

Tegangan Masukan	110-220 Volt AC
Frekuensi Masukan	50-60 Hz
Tegangan Keluaran	5 Volt DC
Arus Keluaran	3 Ampere DC
Daya Keluaran	Maksimal 15 Watt DC

2.2.7 Modul Seven Segment MAX7219

Komponen elektronika yang dikenal dengan istilah "*seven segment*" memiliki peran penting dalam menampilkan angka-angka desimal. Prinsip kerja dari *seven segment* melibatkan penggabungan tujuh buah LED yang tersusun membentuk *segment-segment* untuk menampilkan representasi angka. Dalam pengendalian modul *seven segment*, dalam penelitian ini digunakan IC *multiplexer MAX7219* yang berfungsi mengontrol operasi *seven segment* tersebut^[13].

Dalam penggunaannya, pengaturan kecerahan tampilan *seven segment* dapat dengan mudah dilakukan melalui fitur kontrol kecerahan pada IC *MAX7219*. Pada pelaksanaan Tugas Akhir ini, modul *seven segment MAX7219* digunakan sebagai *output* dari alat yang dirancang. Keputusan ini diambil karena *seven segment MAX7219* mampu menampilkan angka-angka dengan jelas, sehingga hasil perhitungan mudah dibaca. Melalui integrasi komponen ini, akan terwujud alat penghitung jumlah baut yang tidak hanya akurat, tetapi juga mudah

diakses dan dimengerti oleh pengguna. Untuk lebih jelasnya, tampilan *seven segment MAX7219* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Modul Seven Segment MAX7219
(Sumber: dok.pribadi, 2023)

2.2.8 Push Button 4 Kaki

Push button merupakan komponen elektronika yang memiliki peran krusial dalam menghubungkan dan memutuskan jalur listrik pada suatu rangkaian^[13]. Prinsip operasi dari *push button* terletak pada aksi tekanan, di mana saat ditekan, kontak dalam komponen ini akan menyatu dan kaki-kaki akan terhubung. Sebaliknya, saat tekanan dilepas, kaki-kaki akan terpisah sehingga jalur listrik terputus.

Pada Tugas Akhir ini, *push button* diimplementasikan untuk berbagai tujuan, seperti mengambil nilai *set point*, melakukan perhitungan ulang, dan fungsi-fungsi lainnya. Setiap kali *push button* ditekan, sinyal diteruskan ke Arduino Mega 2560 yang bertugas menjalankan perintah sesuai dengan fungsi yang diatur pada *push button* tersebut. Melalui mekanisme ini, pengguna dapat mengontrol alat dengan lebih fleksibel. *Push button* dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Push Button
(Sumber: dok.pribadi, 2023)

2.2.9 Modul Keypad 4x4

Keypad 4x4 merupakan sebuah modul yang memiliki fungsi utama untuk menginputkan angka maupun simbol-simbol khusus ke dalam sistem. Modul *keypad* ini terdiri dari empat kolom dan empat baris, sehingga terdapat total enam belas tombol yang dapat dioperasikan. Penggunaan *keypad* ini sangat luas, seperti dalam aplikasi pengaman digital, pencatat data (*data logger*), absensi, dan masih banyak lagi^[14]. Prinsip kerja dari *keypad 4x4* ini sederhana, di mana saat tombol ditekan, koneksi antara baris dan kolom terbentuk, menghasilkan nilai yang kemudian dikirimkan ke Arduino Mega 2560 melalui pin khusus pada Arduino.

Dalam Tugas Akhir ini, modul *keypad 4x4* diadopsi sebagai perangkat untuk memasukkan nilai-nilai penting dalam operasional alat, seperti misalnya harga per unit baut. Kehadiran *keypad* ini memberikan kemudahan serta keleluasaan dalam mengatur dan mengoperasikan alat secara interaktif. Tampilan *keypad 4x4* dapat dilihat pada Gambar 2.11, sementara informasi lebih rinci mengenai spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 2.6.



Gambar 2. 11 Modul Keypad 4x4^[21]

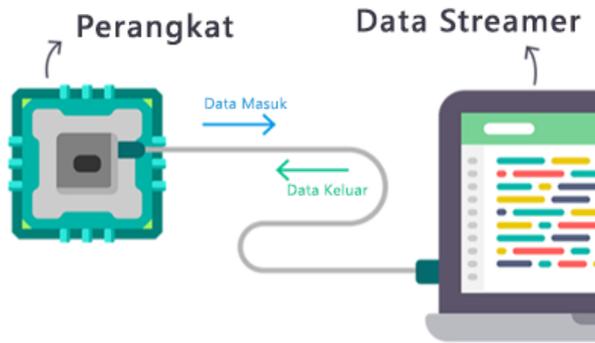
Tabel 2. 6 Spesifikasi Keypad 4x4^[21]

Arus	20 mA
Tegangan	24 Volt
Tahanan Maksimum	200 Ω
Suhu Operasional	-20°C hingga +60°C
Suhu Penyimpanan	-40°C hingga +65°C

2.2.10 Data Streamer

Fitur data streamer merupakan salah satu fitur bawaan yang ada dalam Microsoft Excel, yang berfungsi untuk merekam dan merepresentasikan nilai-nilai keluaran dari *input* yang diterima, yaitu alat yang digunakan. Penggunaan Microsoft Excel sebagai sarana untuk merekam data dipilih karena Arduino sendiri tidak memiliki fasilitas perekaman data yang serupa. Dengan memanfaatkan fitur data streamer ini, pengguna dapat dengan lebih mudah mengakses serta mengamati data-data hasil penjualan sebelumnya yang telah dicatat^[15].

Dalam konteks Tugas Akhir ini, pemanfaatan fitur data streamer telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap proses pengumpulan data. Bahkan setelah alat *direset*, pengguna tetap dapat dengan lancar memperoleh akses ke data sebelumnya melalui perangkat laptop. Kelebihan inilah yang menjadikan aspek menonjol dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Gambaran tentang cara kerja data streamer sendiri dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Data Streamer^[16]

~Halaman ini sengaja dikosongkan~