

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Kajian Pustaka

Kajian pustaka ini mengacu pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yang akan digunakan sebagai referensi dan referensi tambahan dalam pengembangan metode yang direncanakan dalam tugas akhir.

Pada jurnal ke-1 berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh M. Alfi Risky, Agus Sugiarto, Munik Haryanti, dan Bekti Yulianti dengan judul *Perancangan Sistem Packing Beras Otomatis Menggunakan Arduino UNO*. Sistem bekerja ketika sensor ultrasonik membaca adanya kemasan di konveyor lalu konveyor bergerak menuju pemanas dan pada pemanas terdapat sensor LM35 untuk memantau besarnya suhu pada pemanas. Indikator suhu digunakan untuk mengatur berapa lama pemanas akan aktif agar mencapai *set point* <sup>[2]</sup>.

Pada jurnal ke-2 yang ditulis oleh Imran, Sitti Wetenriajeng Sidehabi, dan Muhammad Fadli Azis dengan judul *Perancangan dan Penguatan Alat Pengisi Kemasan Bubuk Kopi Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Infrared dan Load Cell* dijelaskan bahwa alat akan bekerja ketika sensor *infrared* mendeteksi adanya kemasan kemudian akan menimbang isi kemasan sesuai dengan *set point* ( timer ). Alat tersebut terdapat 2 pilihan jenis kemasan yaitu isi 250g dan 100g sesuai dengan tinggi kemasan yang dideteksi oleh sensor *infrared* <sup>[3]</sup>.

Pada jurnal ke-3 yang ditulis oleh Guyup Mahardhian Dwi Putra, dan Diah Ajeng Setiawati dengan judul *Rancang Bangun Sistem Kendali Pengemas Kedelai Semi Otomatis* sistem yang digunakan penulis yaitu sudah disiapkan wadah ketika *push button* ditekan katup penampungan akan membuka sedikit demi sedikit dan ketika *load cell* telah mencapai *set point* maka katup penampungan akan menutup. Untuk menampilkan data dari *load cell* penulis menggunakan LCD 4 x 16 <sup>[4]</sup>.

Pada jurnal ke-4 yang ditulis oleh Zaenurrohman, Galih Mustiko Aji, dan Hera susanti dengan judul *Rancang Bangun Sistem Pengisian Otomatis Merica Bubuk Berbasis Kontroler Arduino Nano*. Sistem pengisian otomatis ini menggunakan kontroler berupa Arduino Nano. Sebuah sensor *load cell* digunakan untuk menakar seberapa banyak bubuk yang dimasukan kedalam botol kemasan. Informasi banyaknya bubuk

yang telah dimasukan serta banyaknya jumlah botol yang telah berhasil diisi kemudian ditampilkan pada sebuah display HMI. Untuk menempatkan botol kemasan pada posisi tempat pengisian secara akurat, digunakan sistem konveyor dan sebuah sensor *proximity* <sup>[5]</sup>.

Pada jurnal ke-5 yang ditulis oleh Khairul Munzir, Alfatiirta Mufti, dan Aulia Rahman dengan judul *Perancangan Sistem Pengukuran Massa pada Pengemasan Gabah Berbasis Mikrokontroler ATmega328* sistem kerja alat yang ditulis penulis yaitu, alat akan menyedot gabah menggunakan propeler dan kemudian katup akan membuka. Gabah akan masuk ke dalam kemasan dan menimbang, setelah mencapai *set point* maka propeler akan berhenti berputar dan katup akan menutup <sup>[6]</sup>.

Judul dari tugas akhir penulis adalah *Rancang Bangun Alat Pengmas Kemasan Plastik Berbasis Arduino UNO*. Pada tugas akhir ini menggunakan sensor DS18B20 sebagai sensor suhu yang dapat mendeteksi temperatur pada elemen pemanas, dan sensor proximity sebagai sensor pendeteksi ada atau tidaknya stok kemasan plastik. Kedua sensor tersebut digunakan sebagai pengontrol, sensor suhu pengontrol elemen pemanas agar tidak *over heat*, dan sensor proximity pengontrol ketika kemasan habis alat akan berhenti secara otomatis.

Selain itu, alat ini memiliki fitur tambahan berupa timbangan sebagai input untuk indikator berat agar dapat diketahui apakah bobot kemasn sudah sesuai atau belum. Dengan adanya berbagai fitur tersebut alat ini diharapkan dapat membantu pengguna untuk mempermudah dalam proses pengemasan produknya sehingga angka produktivitas dapat meningkat.

**Tabel 2.1** Perbandingan Tinjauan Pustaka

Jurnal	Input	Proses	Output	Fungsi
Jurnal ke-1	Sensor <i>infrared</i> , sensor LM 35	Arduino UNO	LCD, konveyor, alat mesin press plastik, <i>buzzer</i>	Sebagai pengemas kemasan dengan sistem press, output yang dihasilkan yaitu tampilan LCD berupa data dari sensor LM35 yang digunakan untuk pengontrol suhu pada mesin press plastik. Selain itu sensor

				ultrasonik digunakan sebagai triger penggerak konveyor
Jurnal ke-2	Sensor <i>load cell</i> , sensor <i>infrared</i>	Arduino UNO	LCD, motor servo, <i>buzzer</i>	Sebagai pengisi bubuk kopi otomatis berdasarkan set point pada <i>load cell</i> yang telah diatur, proses akan berjalan ketika sensor <i>infrared</i> membaca kemasan. Jika set point terpenuhi maka motor servo akan menutup dan <i>buzzer</i> berbunyi.
Jurnal ke-3	Sensor <i>load cell</i> , <i>push button</i>	Arduino UNO	LCD, motor servo	Sebagai penimbang kedelai otomatis, proses dimulai ketika <i>push button</i> ditekan kemudian motor servo membuka katup penampungan dan berat kemasan yang didapat dari <i>load cell</i> akan ditampilkan pada LCD
Jurnal ke-4	Sensor <i>proximity</i> , Sensor <i>Load cell</i> , Sensor Ultra sonik	Arduino NANO	Motor DC, Monitor HMI Nextion	Sebagai pengisi merica bubuk sesuai berat yang telah dipilih, ketika sudah memilih berat pada monitor HMI alat akan mengeluarkan bubuk dari penampungan dan ditimbang sesuai set point lalu masuk kebotol, serta jika penampungan kurang

				dari 10% maka <i>buzzer</i> akan berbunyi sebagai alarm.
Jurnal ke-5	<i>Load cell</i>	Arduino UNO	Motor servo, relay, motor DC	Sebagai pengisi gabah ke kemasan dari wadah penampungan, motor DC akan menggerakkan baling baling propeler yang dapat menghisap gabah kemudian dialirkan ke kemasan melalui katup motor servo. Katup akan menutup ketika <i>load cell</i> yang menimbang kemasan telah mencapai <i>set point</i> .

Tabel 2.2 Tugas Akhir

Judul	Input	Proses	Output	Fungsi
Rancang bangun alat packing kemasan plastik berbasis Arduino UNO	Sensor suhu, sensor <i>proximity</i> sensor <i>load cell</i> , <i>push button</i>	Arduino UNO	Motor stepper, motor DC, motor servo, LCD, relay	Sebagai pengemas biji kopi dengan kemasan plastik secara otomatis, ketika push button ditekan dan sensor proximity membaca adanya kemasan maka sistem baru akan beroperasi. Katup yang digerkan motor servo akan membuka untuk mengalirkan biji kopi ke kemasan dan akan menutup ketika telah mencapai set point.

				<p>Motor stepper digunakan untuk sistem pemanas agar dapat mengepres, serta dapat dikontrol oleh sensor suhu agar tidak terjadi over heat. Sensor load cell digunakan sebagai indikator hasil yang telah dikemas kemudian ditampilkan pada LCD beserta data dari sensor suhu</p>
--	--	--	--	--

## 2.2. Landasan Teori

### 2.2.1 Alat Pengemas

Pengemasan disebut juga pembungkusan, pewardahan atau pengepakan, dan merupakan salah satu cara pengawetan bahan hasil pertanian, karena pengemasan dapat memperpanjang umur simpan bahan. Pengemasan adalah wadah atau pembungkus yang dapat membantu mencegah atau mengurangi terjadinya kerusakan pada bahan yang dikemas atau dibungkusnya. Sebelum dibuat oleh manusia, alam juga telah menyediakan kemasan untuk bahan pangan, seperti jagung dengan kelobotnya, buah-buahan dengan kulitnya, buah kelapa dengan sabut dan tempurung, polong-polongan dengan kulit polong dan lain-lain. Alat pengemas di dunia modern ini telah berkembang pesat, yang dahulu hanya menggunakan tangan sebagai proses pengemasannya sekarang sudah menggunakan teknologi yang serba otomatis. Ada beberapa bentuk dan bahan yang lumrah digunakan untuk alat pengemas seperti kertas, plastik, gelas, logam, fiber hingga bahan-bahan yang dilaminasi <sup>[2]</sup>. Alat pengemas pada umumnya dibuat untuk plastik lembaran, plastik lembaran kemudian dibuat melingkar yang nantinya menjadi kemasan.



**Gambar 2.1** Contoh Alat Pengemas<sup>[7]</sup>

### 2.2.2 Arduino UNO

Salah satu jenis mikrokontroler adalah Arduino Uno. Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis microchip UNO atau Atmega 328P. Perangkat ini memiliki 14 pin input/output digital (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, Arduino UNO hanya perlu menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau adaptor AC ke DC atau baterai untuk menjalankannya <sup>[8]</sup>.



**Gambar 2.2** Arduino UNO<sup>[8]</sup>

**Tabel 2.3** Spesifikasi Arduino UNO<sup>[8]</sup>

Keterangan	Spesifikasi
Mikrokontroler	UNO
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input (rekomendasi)	7-12 V
Tegangan Input (batas)	7-12 V
Jumlah pin I/O digital	14
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	50 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Flas Memori	32 KB
SRAM	2 Kb
EEPROM	1 Kb
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

### 2.2.3 Kawat Nikelin

Kawat nikelin adalah sebuah elemen yang dapat menghantarkan panas dengan besaran tertentu sesuai pengaturan pada rangkaian yang disambungkan, kelebihan kawat nikelin adalah memberikan efek panas yang efisien, efektif, dan dapat memberikan kegunaan yang amat beragam<sup>[9]</sup>. Kawat nikelin pada alat pengemas digunakan sebagai elemen pemanas untuk merekatkan plastik kemasan. Untuk memanaskan kawat nikelin dibutuhkan tegangan sebesar 18 Volt dan arus sebesar 10 Ampere.

**Gambar 2.3** Kawat Nikelin<sup>[9]</sup>

**Tabel 2.4** Spesifikasi Kawat Nikelin<sup>[26]</sup>

Keterangan	Spesifikasi
Panjang	15 cm
Tebal	0,2 mm
Lebar	2 mm
Resistensi	0,85 ohm/meter

#### 2.2.4 Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi perubahan jarak pada suatu benda. Proses tersebut terjadi tanpa adanya kontak fisik. Sensor *proximity* sering disebut juga dengan sensor jarak. Sensor *proximity* menggunakan pengantar radiasi elektromagnetik dalam prosesnya. Hal ini yang membuat perangkat dapat mendeteksi keberadaan benda atau kondisinya meskipun tanpa ada kontak fisik<sup>[10]</sup>. Ada empat jenis teknologi sensor proximity, diantaranya Electrical (*Inductive* dan *Capacitive*), Optical (IR dan Laser), *Magnetic*, Sonar. Pada penelitian ini sensor *proximity* digunakan untuk mendeteksi adanya roll kemasan plastik atau tidak.

**Gambar 2.4** Sensor *Proximity* E18-D80NK<sup>[11]</sup>**Tabel 2.5** Spesifikasi E18-D80NK<sup>[21]</sup>

Keterangan	Spesifikasi
Tegangan kerja	5 V
Jarak deteksi	3Cm – 80Cm
Suhu kerja	-25 ° C – 55 ° C



Arus kerja	25mA – 100mA
Objek deteksi	Kapasitif (Solid,Transparan)

**Tabel 2.6** Konfigurasi Pin E18-D80NK<sup>[21]</sup>

Warna Kabel	Keterangan
Coklat	VCC (5V)
Biru	GND
Hitam	Data

### 2.2.5 Sensor Suhu DS18B20

Sensor Suhu DS18B20 adalah sebuah sensor suhu digital *one wire* atau hanya membutuhkan 1 pin jalur data komunikasi dengan tegangan kerja sebesar 5 V. Setiap sensor DS18B20 memiliki nomor seri 64-bit yang unik yang berarti kita dapat menggunakan banyak sensor pada bus daya yang sama (banyak sensor terhubung ke GPIO yang sama). Hal tersebut sangat berguna untuk logging data pada proyek pengontrolan suhu. DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, yaitu 0,5°C pada rentang suhu -10°C sampai +85°C, dan sensor ini mampu bekerja pada suhu -55°C sampai 125°C, serta outputnya berupa data digital. Sensor suhu pada umumnya membutuhkan ADC dan beberapa pin port pada mikrokontroler, namun DS18B20 ini tidak membutuhkan ADC agar dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler dan hanya membutuhkan 1 wire saja<sup>[12]</sup>. Pada penelitian ini sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mendeteksi panas pada pemanas kemasan.



**Gambar 2.5** Sensor Suhu DS18B20<sup>[13]</sup>

**Tabel 2.7** Konfigurasi Pin DS18B20<sup>[12]</sup>

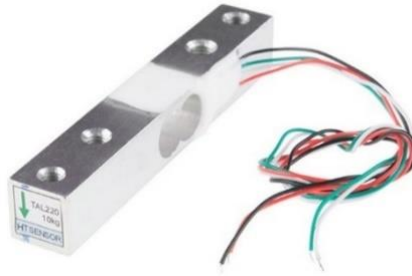
Warna Kabel	Keterangan
Merah	VCC (5V)
Kuning	Data
Hitam	GND

### 2.2.6 Load Cell HX711

Sensor LoadCell adalah transduser (transduser, komponen elektronika yang dapat mengukur besaran fisik menjadi sinyal listrik) yang dapat mengubah tekanan oleh beban menjadi signal elektrik. Konversi terjadi secara tidak langsung dalam dua tahap. Lewat pengaturan mekanis, gaya tekan dideteksi berdasarkan deformasi dari matriks pengukur regangan (*strain gauges*) dalam bentuk resistor planar. Regangan ini mengubah hambatan efektif (*effective resistance*) empat pengukur regangan yang disusun dalam konfigurasi jembatan *Wheatstone* (*Wheatstone bridge*) yang kemudian dibaca berupa perbedaan potensial (tegangan) <sup>[14]</sup>.

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). Dengan tingkat presisi setinggi ini, Anda dapat mengukur berat beban dalam resolusi 5 Kg / 224 atau setara dengan ketepatan 298  $\mu\text{g}$  (0,298 mg, atau 0,000298 gr) <sup>[14]</sup>.

Prinsip kerja load cell ketika mendapat tekanan beban. Ketika bagian lain yang lebih elastis mendapat tekanan, maka pada sisi lain akan mengalami perubahan regangan yang sesuai dengan yang dihasilkan oleh *strain gauge*, hal ini terjadi karena ada gaya yang seakan melawan pada sisi lainnya. Perubahan nilai resistansi yang diakibatkan oleh perubahan gaya diubah menjadi nilai tegangan oleh rangkaian IC HX711. Dan berat dari objek yang diukur dapat diketahui dengan mengukur besarnya nilai tegangan yang timbul. IC 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. <sup>[14]</sup>.



**Gambar 2.6** Load Cell<sup>[14]</sup>

**Tabel 2.8** Spesifikasi Load Cell<sup>[14]</sup>

Keterangan	Spesifikasi
Beban Maksimum	5000 gram
Tegangan Output	0,1 mV ~ 1,0 mV / V (skala 1:1000 terhadap tegangan masukan, error margin $\leq 1,5\%$ )
Tegangan Input maksimum	10 V
Impedensi Input	1066 $\Omega \pm 20\%$
Impedensi Output	1000 $\Omega \pm 10\%$
Suhu Kerja	-20 ~ +65°C
Material	Aluminium Alloy



**Gambar 2.7** Modul HX711<sup>[14]</sup>

**Tabel 2.9** Spesifikasi Modul HX711<sup>[14]</sup>

Keterangan	Spesifikasi
Tegangan Operasional	5 V
Tegangan Masukan Diferensial	$\pm 40$ mV
Akurasi Data	24 bit
Frekuensi Pembacaan	80 Hz
Arus Kerja	0,1mA - 10mA

### 2.2.7 Motor DC

Motor DC adalah salah satu jenis motor listrik yang banyak digunakan untuk tenaga penggerak di industri. Hal ini karena keunggulan yang dimiliki oleh motor ini, seperti rentang pengaturan kecepatan putaran yang lebih lebar dibanding dengan motor arus bolak balik dan lebih mudah dikendalikan<sup>[15]</sup>. Motor DC pada penelitian ini menggunakan seri JGA 25-370 dan digunakan sebagai aktuator penarik kemasan plastik.

**Gambar 2.8** Motor DC JGA25-370<sup>[25]</sup>**Tabel 2.10** Spesifikasi Motor DC JGA25-370<sup>[25]</sup>

Keterangan	Spesifikasi
Tegangan	12 V
Kecepatan Putar Tanpa Beban	350 rpm

Arus Tanpa Beban	0,05 A – 0,15 A
Panjang Shaft Output	10 mm
Diameter Shaft Output	4 mm
Daya	2,7 W – 4,8 W

### 2.2.8 Modul L298N

Driver motor L298N merupakan driver motor dua H bridge yang dapat mengoperasikan 2 buah motor sekaligus, pada dasarnya driver motor mempunyai fungsi yang sama dengan saklar. Driver L298N membutuhkan supply 12 volt dan 5 volt dimana kecepatan motor dapat diatur dengan logic high low dan modulasi lebar pulsa (PWM) <sup>[16]</sup>. Pada penelitian ini driver motor L298N digunakan untuk mengatur motor stepper dan motor DC.



**Gambar 2.9** Modul L298N<sup>[16]</sup>

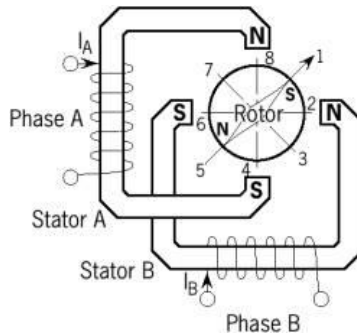
**Tabel 2.11** Spesifikasi Modul L298N<sup>[22]</sup>

Keterangan	Spesifikasi
Tegangan Input	12 V
Catu Daya	5 V
Arus Puncak	2 A
Arus Operasi	0 – 36 mA
Daya Maksimum	20 W
Suhu Operasi	-25 ~ 130°C

### 2.2.9 Motor Stepper Nema17

Motor Stepper adalah suatu motor listrik yang dapat mengubah pulsa listrik yang diberikan menjadi gerakan motor discret (terputus) yang disebut step (langkah). Satu putaran motor memerlukan 360° dengan

jumlah langkah yang tertentu perderajatnya. Ukuran kerja dari motor stepper biasanya diberikan dalam jumlah langkah per-putaran per-detik, Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik<sup>[17]</sup>. Jenis motor stepper yang digunakan adalah motor stepper bipolar, Untuk motor stepper dengan lilitan bipolar, diperlukan sinyal pulsa yang berubah-ubah dari positif ke negatif dan sebaliknya. Motor stepper bipolar memiliki 4 input yaitu (A-, A+) dan (B-, B+), Jadi pada setiap terminal lilitan (A & B) harus dihubungkan dengan sinyal yang mengayun dari positif ke negatif dan sebaliknya<sup>[29]</sup>. stepper digunakan untuk penggerak pemanas agar dapat mengepres kemasan.



**Gambar 2.10** Lilitan Motor Stepper Bipolar<sup>[29]</sup>



**Gambar 2.11** Motor Stepper Nema17<sup>[17]</sup>

**Tabel 2.12** Spesifikasi Motor Stepper Nema17<sup>[23]</sup>

Keterangan	Spesifikasi
Jumlah Langkah	200 langkah/putaran
Torsi	0,3 – 0,6 Nm
Arus Operasi	0,5 – 1,5 A
Tegangan Operasi	4 V
Hambatan	1 – 5 Ohm

### 2.2.10 Motor Servo MG996R

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari motor<sup>[18]</sup>. Motor servo pada penelitian ini digunakan sebagai aktuator pemanas dan katup penampungan.

**Gambar 2.12** Motor Servo MG996R<sup>[18]</sup>**Tabel 2.13** Spesifikasi Motor Servo MG996R<sup>[24]</sup>

Keterangan	Spesifikasi
Torsi	9,4 kgf·cm (4.8 V) – 11 kgf·cm (6 V)
Kecepatan Putar	0.17 s/60° (4.8 V) – 0.14 s/60° (6 V)

Tegangan Operasi	4,8 – 7,2 V
Arus Operasi	500 – 900 mA
Arus Maksimal	2,5 A
Suhu Operasi	0 °C – 55 °C

**Tabel 2.14** Konfigurasi Pin Servo MG996R<sup>[24]</sup>

Warna kabel	Keterangan
Coklat	GND
Merah	VCC
Kuning	DATA

### 2.2.11 Modul Stepdown LM2596

Modul Regulator LM 2596 adalah modul untuk menurunkan dan penyetabil tegangan. Tegangan masukan (input voltage) dapat dialiri tegangan berapa pun antara 3 Volt hingga 40 Volt DC, yang akan diubah menjadi tegangan yang lebih rendah di antara 1,5 Volt hingga 35 Volt DC, pada alat pengemas modul ini digunakan sebagai penurun tegangan dari *power supply*<sup>[19]</sup>.



**Gambar 2.13** Modul *Stepdown* LM2596<sup>[19]</sup>

**Tabel 2.15** Spesifikasi Modul LM2596<sup>[25]</sup>

Keterangan	Spesifikasi
Tegangan Input	3 – 40 V
Tegangan Output	1,5 – 35 V



Arus Operasi Maksimal	3 A
Rasio Penyesuaian Beban	+/- 0,5%
Rasio Penyesuaian Tegangan	+/- 2,5%
Efisiensi	92%

### 2.2.12 LCD I2C

LCD I2C adalah sebuah alat yang memiliki kegunaan sebagai penampil data berupa numeric atau alphabet yang ditampilkan di layar kristal. LCD jenis ini memiliki pin yang sedikit daripada jenis LCD yang lain. LCD I2C memiliki 4 pin untuk GND, VCC, SCL, dan SDA<sup>[20]</sup>. LCD yang digunakan adalah LCD 20x4 karakter dengan tambahan modul chip I2C untuk memudahkan programmer dalam mengakses LCD nantinya. Pada penelitian ini LCD digunakan sebagai penampil data dari sensor suhu dan *load cell*.



**Gambar 2.14** LCD I2C<sup>[2]</sup>

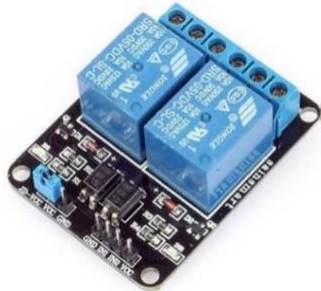
**Tabel 2.16** Spesifikasi LCD I2C<sup>[20]</sup>

Nama	Spesifikasi
Warna Display	Biru
Display Format	20 Karakter, 4 Baris
Tegangan Operasi	5 V
Pengaturan Kontras	Potensiometer

### 2.2.13 Relay

Pada prinsipnya relay adalah saklar yang dioperasikan secara elektronik menggunakan prinsip elektromagnetik untuk memutus dan menyambungkan aliran listrik. Dengan menggunakan arus listrik kecil dapat menghantarkan listrik bertegangan tinggi. Umumnya terdapat dua

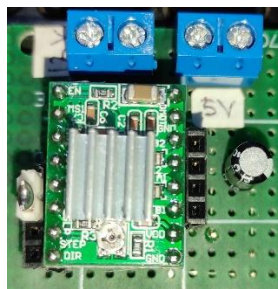
jenis kontak poin relay yaitu *Normally Close* (NC) dan *Normally Open* (NO). Kondisi relay yang digunakan pada penelitian ini untuk memutus dan menghubungkan daya ke elemen pemanas yaitu *Normally Close* (NC). Gambar 2.14 memperlihatkan salah satu modul relay yang akan digunakan.



**Gambar 2.15** Relay 2 Channel<sup>[27]</sup>

#### 2.2.14 Modul A4988N

Stepper driver merupakan perantara antara motor step dengan control board seperti Arduino. Stepper driver bekerja dengan menyederhanakan sinyal untuk mengendalikan motor stepper sehingga pembuatan program dapat menjadi lebih mudah. Pergerakan motor dapat lebih presisi karena Stepper driver A4988 memiliki fitur microstep<sup>[28]</sup>. Modul ini digunakan sebagai pengatur kecepatan motor stepper dan mengatur banyaknya putaran yang diperlukan.



**Gambar 2.16** Modul A4988

**Tabel 2.17** Spesifikasi A4988<sup>[28]</sup>

Keterangan	Spesifikasi
Tegangan keluaran motor	8 – 35 V
Tegangan input logika	3 – 5,5 V
Arus kontinyu per fasa	1 A
Arus maksimum per fasa	2 A
Resolusi langkah	Penuh 1/2, 1/4, 1/8, dan 1/16