

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

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 Julian Nurachman Wijaya, A.Md. (2023) dengan judul *Rancang Bangun Alat Pengemas Kemasan Plastik Otomatis Berbasis Arduino UNO*. Dalam penelitian ini menggunakan arduino uno sebagai mikrokontroler yang kemudian sensor proximity sebagai sensor pendeteksi ada atau tidaknya stok gulungan kemasan plastik, sensor suhu digunakan untuk pendeteksi temperatur pada elemen pemanas dan ditambah *load cell* sebagai fitur untuk indikator apakah bobot kemasan sesuai apa yang di inginkan[1]

Pada jurnal ke-2 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 mendeteksi adanya kemasan di konveyor. Setelah mendeteksi kemasan, konveyor mulai bergerak menuju pemanas. Saat kemasan mencapai pemanas, sensor LM35 akan memantau suhu pada pemanas secara terus-menerus. Indikator suhu akan digunakan untuk mengatur berapa lama pemanas akan aktif supaya mencapai set point yang diinginkan[2].

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 dalam penelitian ini melibatkan persiapan wadah saat tombol tekan ditekan, yang kemudian mengakibatkan katup penampungan membuka secara bertahap. Ketika *load cell* mencapai nilai yang telah ditetapkan, katup penampungan akan menutup kembali. Penampungan data dari *load cell* dilakukan dengan menggunakan layar LCD berukuran 4 x 16[3].

Pada jurnal ke-4 yang ditulis oleh Imran, Sitti Wetenriajeng Sidehabi, dan Muhammad Fadli Azis (2021) dengan judul *Perancangan dan Pembuatan Alat Pengisi Kemasan Bubuk Kopi Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Infrared dan Load cell*. Alat akan berfungsi saat sensor inframerah mendeteksi keberadaan kemasan, diikuti

dengan proses penimbangan isi kemasan sesuai dengan pengaturan set point (timer). Terdapat dua opsi jenis kemasan, yakni berisi 200g dan 100g, yang ditentukan berdasarkan tinggi kemasan yang terdeteksi oleh sensor infrared[4].

Pada jurnal ke-5 yang ditulis oleh Khairul Munzir, Alfatirta Mufti, dan Aulia Rahman dengan judul *Perancangan Sistem Pengukuran Massa pada Pengemasan Gabah Berbasis Mikrokontroler ATmega328* Sistem kerja alat yang digambarkan oleh penulis adalah sebagai berikut: Alat akan mulai dengan menyedot gabah menggunakan propeler, kemudian katup akan dibuka. Gabah akan mengalir ke dalam kemasan dan diberi penimbangan. Setelah mencapai set point yang ditentukan, propeler akan berhenti berputar, dan katup akan menutup kembali[5].

Judul dari tugas akhir ini adalah *Alat Pengemas Kemasan Plastik Menggunakan Kendali Arduino*. Alat ini menggunakan sensor DS18B20 untuk mendeteksi suhu pada elemen pemanas dan *Load cell* sebagai timbangan untuk mengukur berat, sehingga dapat diketahui apakah berat sudah sesuai dengan set point atau belum. Selain itu, alat ini memiliki fitur tambahan berupa dua opsi berat kemasan, yaitu 200g dan 100g. Dengan fitur-fitur tersebut, alat ini diharapkan dapat membantu pengguna dalam mempermudah proses pengemasan produk, sehingga meningkatkan produktivitas.

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Sebelumnya

Jurnal	Input	Proses	Output	Fungsi
Jurnal ke-1	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	Alat pengemas biji kopi otomatis beroperasi saat tombol ditekan dan sensor <i>proximity</i> mendeteksi kemasan. Motor servo membuka katup untuk mengalirkan biji kopi dan menutup ketika berat mencapai set point.

				Motor stepper mengontrol pemanas dengan sensor suhu untuk mencegah overheating. Sensor load cell mengukur berat hasil kemasan, dan informasi berat serta suhu ditampilkan pada LCD.
Jurnal ke-2	Sensor <i>infrared</i> , sensor LM 35	Arduino UNO	LCD, konveyor, alat mesin press plastik, <i>buzzer</i>	Sebagai pengemas dengan sistem press, alat ini menghasilkan output berupa tampilan data pada LCD dari sensor LM35 yang digunakan untuk mengontrol suhu pada mesin press plastik. Selain itu, sensor ultrasonik digunakan sebagai pemicu untuk menggerakkan konveyor.
Jurnal ke-3	Sensor <i>load cell</i> , <i>push button</i>	Arduino UNO	LCD, motor servo	Sebagai penimbang kedelai otomatis, proses dimulai ketika tombol ditekan. Motor servo kemudian membuka katup penampungan, dan berat kemasan yang diukur oleh <i>load cell</i> akan ditampilkan pada LCD.

Jurnal ke-4	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 yang telah diatur pada <i>load cell</i> , proses akan berjalan ketika sensor infrared mendeteksi adanya kemas. Jika set point tercapai, motor servo akan menutup dan buzzer akan berbunyi.
Jurnal ke-5	<i>Load cell</i>	Arduino UNO	Motor servo, relay, motor DC	Sebagai pengisi gabah ke dalam kemas dari wadah penampungan, motor DC akan menggerakkan baling-baling propeler yang menghisap gabah dan mengalirkannya ke kemas melalui katup motor servo. Katup akan menutup ketika <i>load cell</i> yang menimbang kemas telah mencapai set point.

Tabel 2. 2 Tabel Perbandingan Tugas Akhir dengan Penelitian Sebelumnya

Judul	Input	Proses	Output	Fungsi
Alat Pengemas Kemasan Plastik Menggunakan Kendali Arduino	Sensor suhu, sensor <i>load cell</i> , <i>push button</i>	Arduino Mega2560	Motor DC, motor servo, LCD, relay	Sebagai pengemas dengan kemasan plastik, ketika push button pertama ditekan akan memberikan opsi berat yang akan dikemas yaitu 200g atay 100g dan ketika tombol start ditekan katup yang digerakan motor servo akan membuka untuk mengalirkan produk ke kemasan dan akan menutup ketika telah mencapai set point. Motor DC digunakan untuk sistem pemanas agar dapat mengepres, serta dapat dikontrol oleh sensor suhu agar tidak terjadi over heat. Dan ditampilkan pada LCD beserta data dari sensor suhu. Jenis produk yang dikemas dalam tugas akhir ini adalah biji kopi.

2.1.1 Alat Pengemas

Pengemasan, juga dikenal sebagai pembungkusan, pewardahan, atau pengepakan, merupakan salah satu metode pengawetan bahan hasil pertanian karena dapat memperpanjang umur simpan bahan tersebut. Pengemasan berfungsi sebagai wadah atau pembungkus yang membantu mencegah atau mengurangi kerusakan pada bahan yang dikemas. Sebelum manusia membuat kemasan, alam telah menyediakan kemasan alami untuk bahan pangan, seperti jagung dengan kelobotnya, buah-buahan dengan kulitnya, buah kelapa dengan sabut dan tempurungnya, serta polong-polongan dengan kulit polongnya. Dalam dunia modern, teknologi pengemasan telah berkembang pesat. Proses pengemasan yang dahulu dilakukan secara manual kini sudah menggunakan teknologi otomatis. Berbagai bentuk dan bahan digunakan untuk alat pengemas, termasuk kertas, plastik, gelas, logam, serat, hingga bahan-bahan yang dilaminasi [2]. Umumnya, alat pengemas dirancang untuk mengemas plastik lembaran, yang kemudian dibentuk melingkar untuk dijadikan kemasan.



Gambar 2.1 Contoh Alat Pengemas [6]

2.1.2 Biji Kopi

Biji kopi adalah komponen utama dari buah kopi yang dihasilkan oleh tanaman kopi, terutama dari spesies *Coffea arabica* dan *Coffea canephora* (Robusta). Tanaman kopi tumbuh subur di daerah tropis dengan kondisi iklim yang hangat dan lembap. Setelah dipanen, biji kopi mengalami serangkaian proses, termasuk pengupasan, fermentasi, dan pengeringan sebelum siap dipanggang. Proses pemanggangan sangat

penting karena mempengaruhi aroma, rasa, dan warna biji kopi yang akhirnya menentukan kualitas minuman kopi [7]. Pada tugas akhir ini biji kopi digunakan untuk contoh produk yang dikemas



Gambar 2. 2 Biji Kopi[8]

2.1.3 Plastik

Plastik adalah jenis material yang digunakan untuk membungkus, melindungi, dan mempresentasikan produk selama penyimpanan, distribusi, dan penjualan. Plastik ini dirancang khusus untuk memenuhi berbagai kebutuhan, seperti ketahanan terhadap kelembaban, perlindungan dari kontaminasi, dan daya tahan fisik yang tinggi, sehingga produk yang dikemas tetap aman dan terjaga kualitasnya hingga sampai ke tangan konsumen [9]. Plastik yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah jenis *Polypropylene* (PP), yang memiliki ketebalan 0.3 mm.



Gambar 2. 3 Plastik [10]

2.1.4 Error

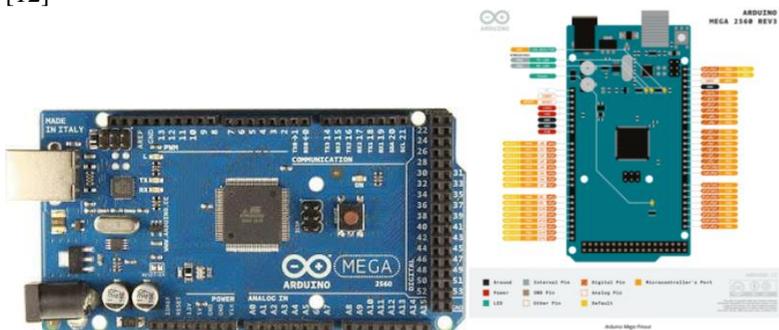
Dalam pengujian alat pengemas, error mengacu pada selisih antara berat target yang diinginkan dengan berat aktual hasil pengemasan. Misalnya, jika target pengemasan adalah 100 gram, namun hasil pengemasan yang diukur menggunakan timbangan konvensional menunjukkan 107 gram, maka terdapat error yang perlu dianalisis. Error ini penting karena menunjukkan sejauh mana ketepatan dan konsistensi alat pengemas dalam mencapai target yang telah ditentukan[11].

Rumus Cara Menghitung Error :

$$\text{Error} = \left(\frac{\text{Selisih}}{\text{Target Berat}} \right) \times 100\%$$

2.1.5 Arduino Mega2560

Arduino Mega2560 adalah sebuah papan mikrokontroler yang didasarkan dengan IC ATmega2560. Arduino Mega2560 ini dilengkapi dengan fitur 54 pin input / output digital (dengan 15 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (port serial hardware), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan daya, header ICSP, dan tombol reset. Arduino Mega2560 ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung fungsi sebagai mikrokontroler dengan cukup menghubungkan ke perangkat seperti (laptop/computer) dengan kabel USB atau sumber daya eksternal adaptor AC-ke-DC atau baterai [12]



Gambar 2.2 Arduino Mega2560 [13]

Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Mega2560[14]

Keterangan	Spesifikasi
Mikrokontroler	Atmega2560
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input (rekomendasi)	7-12 V
Tegangan Input (batas)	6-20 V
Jumlah pin I/O digital	54
Jumlah pin input analog	16
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pn 3.3V	50 mA
Flas Memori	256 KB
SRAM	8 Kb
EEPROM	4 Kb
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

2.1.6 Kawat Nikelin

Kawat nikelin adalah elemen yang memiliki kemampuan untuk menghantarkan panas dengan tingkat keefektifan yang sesuai dengan pengaturan pada rangkaian yang terhubung. Salah satu kelebihan utama kawat nikelin adalah kemampuannya untuk memberikan efek pemanasan yang efisien dan efektif, serta dapat digunakan dalam berbagai aplikasi dengan kegunaan yang bervariasi. Dalam alat pengemas, kawat nikelin digunakan sebagai elemen pemanas untuk mencairkan dan merekatkan plastik kemasan [15]



Gambar 2.3 Kawat Nikelin[15]

Tabel 2.4 Spesifikasi Kawat Nikelin[16]

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

2.1.7 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu digital yang menggunakan protokol komunikasi satu kawat (one wire) atau hanya memerlukan satu pin untuk jalur data. Sensor ini bekerja dengan tegangan kerja 5V. Setiap sensor DS18B20 memiliki nomor seri 64-bit yang unik, memungkinkan penggunaan banyak sensor pada satu bus daya yang sama, yang sangat berguna untuk proyek logging data pada pengendalian suhu. DS18B20 memiliki tingkat akurasi tinggi, mencapai 0,5°C pada rentang suhu -10°C hingga +85°C, dan mampu beroperasi pada rentang suhu yang luas, mulai dari -55°C hingga 125°C. Outputnya berupa data digital. Berbeda dengan sensor suhu konvensional yang memerlukan konversi analog ke digital (ADC) dan beberapa pin port pada mikrokontroler, DS18B20 dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler hanya menggunakan satu jalur data [17]. Pada tugas akhir ini, sensor suhu DS18B20 digunakan untuk memonitoring panas pada pemanas kemasan.



Gambar 2.5 Sensor Suhu DS18B20[18]

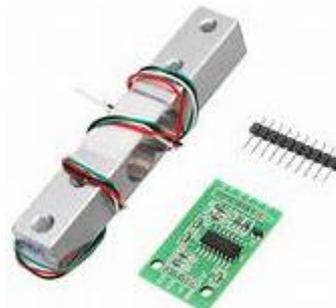
Tabel 2.5 Konfigurasi Pin DS18B20[18]

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

2.1.8 Load cell HX711

Load cell adalah alat elektromekanik yang biasa disebut transducer, yaitu gaya yang bekerja berdasarkan prinsip deformasi sebuah material akibat adanya tegangan mekanis yang bekerja, kemudian merubah gaya mekanik menjadi sinyal listrik. Untuk menentukan tegangan mekanis didasarkan pada hasil penemuan Robert Hooke, bahwa hubungan antara tegangan mekanis dan deformasi yang diakibatkan disebut regangan. Regangan ini terjadi pada lapisan kulit dari material sehingga memungkinkan untuk diukur menggunakan sensor regangan atau Strain Gauge [19].

HX711 memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Alasan penggunaannya adalah, dikarenakan Modul dapat melakukan komunikasi dengan komputer/mikrokontroler melalui TTL232, dan juga resolusi yang tinggi, yaitu sebesar 24 bit, sehingga lebih sensitiv, dan juga struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan reliable, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat [20].



Gambar 2.6 Load cell & HX711 [21]

Tabel 2.6 Spesifikasi *Load cell* [21]

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

Tabel 2.7 Spesifikasi Modul HX711 [20]

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

2.1.9 Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang sering digunakan sebagai tenaga penggerak di berbagai industri. Keunggulan utama motor ini adalah rentang pengaturan kecepatan putaran yang luas dan kemudahan dalam pengendaliannya, dibandingkan dengan motor arus bolak-balik [22]. Pada tugas akhir ini Motor DC digunakan sebagai aktuator penarik kemasan plastik. Dengan motor DC sebagai aktuator, kemasan plastik dapat ditarik dengan presisi sesuai kebutuhan, memungkinkan proses pengemasan yang efisien dan akurat.



Gambar 2.8 Motor DC JGA25-370[23]

Tabel 2.8 Spesifikasi Motor DC JGA25-370[23]

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

2.1.10 Modul L298N

Driver motor L298N adalah sebuah driver motor dual H-bridge yang memungkinkan pengoperasian dua motor secara simultan. Fungsinya dapat dibandingkan dengan saklar, namun dengan kemampuan kontrol yang lebih canggih. Driver L298N membutuhkan pasokan daya sebesar 12 volt dan 5 volt, di mana kecepatan motor dapat diatur melalui sinyal logika tinggi rendah (high-low) dan modulasi lebar pulsa (PWM) [24]. Pada tugas akhir ini, driver motor L298N digunakan untuk mengatur motor stepper dan motor DC. Dengan driver ini, kedua jenis motor dapat dikendalikan dengan presisi, memungkinkan aplikasi yang lebih kompleks dan fleksibel dalam pengaplikasian di alat pengemas pada tugas akhir tersebut.



Gambar 2.9 Modul L298N[25]

Tabel 2.9 Spesifikasi Modul L298N[24]

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

2.1.11 Limit Switch

Limit switch merupakan salah satu jenis saklar yang pada umumnya untuk membuat kondisi HIGH menggunakan tombol sebagai inputnya sedangkan pada *limit switch* fungsi tombol digantikan oleh katup sebagai inputnya. Pada dasarnya cara kerja dari modul ini sama dengan cara kerja saklar Push ON dimana saklar hanya akan terhubung pada saat katupnya ditekan sampai pada batas penekanan tertentu dan akan terputus jika katupnya terbuka [26].



Gambar 2. 10 Limits Switch [27]

Tabel 2.11 Konfigurasi Pin Servo MG996R[30]

Warna kabel	Keterangan
Coklat	GND
Merah	VCC
Kuning	DATA

2.1.13 Modul Stepdown LM2596

Modul Regulator LM 2596 adalah modul yang berfungsi untuk menurunkan dan menstabilkan tegangan. Tegangan masukan (input voltage) dapat berupa tegangan antara 3 Volt hingga 40 Volt DC, yang kemudian akan diubah menjadi tegangan yang lebih rendah antara 1,5 Volt hingga 35 Volt DC. Pada alat pengemas, modul ini digunakan untuk menurunkan tegangan dari power supply [31].

Gambar 2.13 Modul *Stepdown* LM2596[31]

Tabel 2.12 Spesifikasi Modul LM2596[32]

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%

2.1.14 LCD I2C

LCD I2C adalah alat yang digunakan untuk menampilkan data numerik atau alfanumerik pada layar kristal. LCD jenis ini memiliki jumlah pin yang lebih sedikit dibandingkan dengan LCD yang lainnya. LCD I2C memiliki empat pin, yaitu GND, VCC, SCL, dan SDA [33]. Pada tugas akhir ini, LCD yang digunakan adalah LCD 20x4 karakter yang dilengkapi dengan modul chip I2C. Hal ini memudahkan programmer dalam mengakses LCD karena penggunaan modul chip I2C. LCD tersebut digunakan sebagai penampil data dari sensor suhu dan *load cell*.



Gambar 2.14 LCD I2C[19]

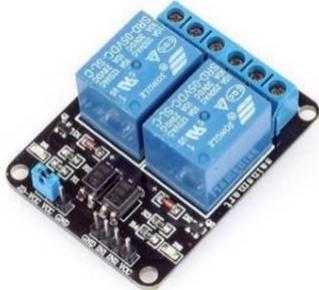
Tabel 2.13 Spesifikasi LCD I2C[34]

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

2.1.15 Relay

Relay secara prinsip merupakan sebuah saklar yang diaktifkan secara elektronik dengan menggunakan prinsip elektromagnetik untuk membuka dan menutup aliran listrik. Dengan menggunakan arus listrik kecil, relay dapat mengontrol aliran listrik yang memiliki tegangan tinggi. Biasanya, terdapat dua jenis kontak poin pada relay, yaitu Normally Closed (NC) dan Normally Open (NO). Pada tugas akhir ini, kondisi relay yang digunakan untuk mengatur aliran daya ke elemen pemanas adalah

Normally Closed (NC). Ini berarti dalam keadaan diam atau tidak teraktivasi, kontak relay berada dalam posisi tertutup, sehingga memungkinkan aliran listrik melalui relay. Saat relay diaktifkan, kontak relay akan membuka dan memutus aliran listrik.



Gambar 2.15 Relay 2 Channel[19]