

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pusaka

Pada tinjauan pusaka metode pengumpulan data dilakukan dengan mencari jurnal dan literatur yang berkaitan dengan tugas akhir kemudian mempelajarinya.

2.1.1 Sistem Kerja dan Kontrol pada *Self Adhesive Labelling Machine*^[1]

Penelitian terkait dengan proses pelabelan botol otomatis sebelumnya telah dilakukan oleh Dyah Wahyu Sin Tiyanisih tentang Sistem Kerja dan Kontrol pada *Self Adhesive Labelling Machine*. Sistem yang digunakan yaitu menggunakan PLC sebagai kontrol serta motor dc dan pneumatic. Dimana botol pada konveyor jika telah terdeteksi oleh sensor akan ditekan oleh silinder pneumatik lalu akan diputar untuk ditempel label. Pada penelitian ini dijelaskan bahwa alat ini mampu melakukan proses pelabelan 4 botol dalam 1 menit.

2.1.2 Perancangan Detektor Labelling Untuk Kemasan Botol^[2]

Penelitian tentang Perancangan Detektor Labelling Untuk Kemasan Botol oleh Fitrah Ramdani, Seta Samsiana, dan Setyo Supratno. Menggunakan Mikrokontroler ATmega8535 yang digunakan sebagai kontrol. Memiliki prinsip kerja Rangkaian penguat untuk mengendalikan motor berarus DC (*Direct Current*) dengan *rotary encoder* sebagai piringan putaran motor untuk menggerakkan *conveyor* pada lintasan botol. Sensor IR modul penerima data melalui gelombang infra merah sebagai input dalam aplikasi transmisi label botol, pantulan infrared diteruskan oleh sensor *photoreflector* mengirimkan sinyal ke mikrokontroler sebagai pemroses sinyal hasilnya akan ditampilkan pada LCD *Display* untuk mendeskripsikan jumlah botol “*good*” atau “*not good*” botol akan *direct* oleh motor servo ke line awal pemberian label.

2.1.3 Analisis Kelayakan Penggantian Mesin Labeling Berbasis Mikrokontroler dengan Mesin Labeling Berbasis Inverter dan PLC Guna Meningkatkan Efisiensi Pada Departemen PT. PECGI ^[3]

Pada penelitian lain tentang Analisis Kelayakan Penggantian Mesin Labeling Berbasis Mikrokontroler dengan Mesin Labeling Berbasis Inverter dan PLC Guna Meningkatkan Efisiensi oleh Sunaryo. Pada penelitian ini berfokus pada perbandingan antara mesin labelling menggunakan mikrokontroler dengan mesin labelling menggunakan PLC. Penggunaan mesin labeling berbasis *Inverter* dan PLC (*Programmable Logic Control*) dapat meningkatkan efisiensi produksi, yaitu dari target yang ditetapkan management sebesar 80% tetapi *actual* pencapaiannya sebesar 84% sehingga penggunaan mesin ini menjadi layak untuk produksi.

Tabel 2. 1 Tabel Perbandingan

Pembanding	Kontroller	Sensor	Output
Jurnal 1	PLC	Proximity Capasitive	Motor DC, <i>Cylinder</i>
Jurnal 2	PLC	Photo sensor	Motor/Inverter
Jurnal 3	PLC dan HMI	<i>Proximity Sensor, Reed Switch, Label Sensor</i>	<i>Rotary Encoder, Motor/Inverter, Cylinder</i>

Pembuatan TA	Arduino Mega 2560	<i>Proximity Sensor, Limit Switch</i>	Motor DC, Motor Stepper, Motor Power Window
-----------------	----------------------	---	---

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Botol Plastik

Botol merupakan wadah yang diperuntukan untuk benda cair. Botol juga berfungsi sebagai daya tarik produk, dimana semakin menarik bentuk botol yang digunakan maka semakin menarik konsumen. Botol plastik juga memiliki beberapa jenis yaitu:

1. PET (*Polyethylene Terephthalate*)

Contoh tipe plastik ini adalah botol air mineral atau minuman soda kemasan. Meskipun sering digunakan untuk wadah makanan atau minuman, jangan biarkan isinya berada terlalu lama dalam kemasan, sebab PET mengandung antimon trioksida^[8]



Gambar 2. 1 Botol PET^[8]

2. HDPE (*High-Density Polyethylene*)

HDPE memiliki struktur yang relatif lebih kuat dan tahan terhadap berbagai jenis bahan kimia, sehingga, dianggap lebih aman digunakan untuk kemasan berbagai jenis produk, termasuk makanan dan minuman. Contoh penggunaan HDPE adalah kemasan jus, botol susu, obat, dan shampo. [8]



Gambar 2. 2 Botol HDPE^[8]

3. PVC (*Polyvinyl Chloride*)

PVC juga digunakan untuk mainan, botol deterjen, kantong darah dan tabung medis. Sebenarnya, PVC adalah salah satu plastik yang paling berbahaya, karena kandungan klorin yang tinggi serta bahan kimia beracun karsinogenik lainnya seperti bisphenol A (BPA), timbal, dioksin, dan merkuri. [8]



Gambar 2. 3 Botol PVC^[8]

4. LDPE (*Low-Density Polyethylene*)

Plastik ini strukturnya yang ringan dan kuat, LDPE termasuk jenis plastik yang murah dan mudah diproduksi, serta aman untuk bungkus produk konsumsi. Penggunaan LDPE sangat sering dijumpai pada makanan atau minuman, mulai dari kantong kresek, bungkus roti, botol madu, bungkus *frozen food*, dan lain-lain.^[8]



Gambar 2. 4 Botol LDPE^[8]

5. PP (*Polypropylene*)

Plastik jenis PP pasti sering kamu bawa ketika piknik atau bepergian. Ya, PP merupakan plastik yang digunakan pada wadah bekal makanan dan minuman karena selain tipe plastik ini kuat dan tahan terhadap panas, PP juga salah satu jenis yang aman untuk makanan dan minuman.^[8]



Gambar 2. 5 Botol PP^[8]

2.2.2 Stiker Label

Stiker label kemasan telah menjadi salah satu media promosi yang cukup efektif sejak beberapa tahun ke belakang. Tidak hanya sebagai atribut estetika, stiker label kemasan juga memiliki banyak fungsi lain khususnya seperti alat identifikasi produk, memberikan kandungan nutrisi, memberikan informasi pembuatan dan tanggal kadaluwarsa. Karena fungsinya tersebutlah, konsumsi stiker label semakin meningkat. Sensor *Proximity* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 6 Stiker Label

2.2.3 Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino adalah mikrokontroler berbentuk single-board yang bersifat open-source. Arduino dirancang untuk mempermudah pekerjaan elektronik pada berbagai bidang. Arduino Mega 2560 adalah mikrokontroler berbasis Arduino yang menggunakan *chip* ATmega2560 sebagai pengendali utama. Pada boardnya memiliki jumlah pin digital I/O yaitu 54 pin. 54 pin terdiri dari 15 pin PWM, 16 *pin analog input*, dan 4 pin UART. Arduino Mega 2560 dilengkapi sebuah *port USB*, *power jack* DC, ICSP *header*, oscillator 16 MHz, dan tombol reset^[15]. Spesifikasi Arduino Mega dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan Gambar 2.7 merupakan gambar Arduino Mega yang digunakan.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Mega 2560

No	Spesifikasi	
1	Tegangan <i>Input</i>	5VDC & 7-12VDC
2	Jumlah <i>pin I/O digital</i>	54 (14 diantaranya memberikan <i>output PWM</i>)
3	Jumlah pin input analog	16
4	Arus DC per Pin I/O	40mA
5	Memori	256 Kb dimana 8 Kb digunakan oleh bootloader
6	EEPROM	4 Kb
7	<i>Clock Speed</i>	16 MHz



Gambar 2. 7 Arduino Mega 2560

2.2.4 Sensor *Proximity*

Sensor *proximity* kapasitif adalah salah satu jenis sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek tanpa adanya kontak fisik. Dengan menggunakan sensor *proximity* tipe E18-D80NK yang berkerja pada tegangan +5VDC serta dapat mendeteksi benda dalam jarak antara 3cm-80cm. E18-D80NK bekerja ketika sinar inframerah mengenai bidang reflektif. Bidang reflektif yang digunakan memiliki warna hitam dan tidak berwarna hitam. Saat sensor mengenai bidang yang tidak berwarna hitam, indikator led akan menyala, sedangkan ketika inframerah mengenai bidang reflektif yang berwarna hitam maka indikator led tidak menyala^[7]. Dalam penelitian ini, sensor dapat membaca perputaran rotasi motor dari centrifuge Sensor *Proximity* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.8.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor *Proximity*

No	Spesifikasi	
1	Tegangan	5VDC
2	Arus	25mA-100mA
3	Jarak Deteksi	3cm-80cm



Gambar 2. 8 Sensor *Proximity*

2.2.5 *Limit Switch*

Limit switch adalah suatu alat yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik pada suatu rangkaian, berdasarkan struktur mekanik dari limit switch itu sendiri. Limit switch memiliki tiga buah terminal, yaitu: *central terminal*, *normally close* (NC) terminal, dan

normally open (NO) terminal. Sesuai dengan namanya, limit switch digunakan untuk membatasi kerja dari suatu alat yang sedang beroperasi. Terminal NC, NO, dan *central* dapat digunakan untuk memutuskan aliran listrik pada suatu rangkaian atau sebaliknya^[6]. *Limit Switch* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.9

Tabel 2. 4 Spesifikasi *Limit Switch*

No	Spesifikasi	
1	Tegangan Input	250VAC / 30VDC
2	Arus Maksimal	3A
3	Kontak	NO & NC



Gambar 2. 9 *Limit Switch*

2.2.6 Motor DC

Motor arus searah atau motor dc adalah suatu jenis mesin yang dapat merubah besaran energi listrik arus searah (arus DC) menjadi suatu besaran gerak berupa energi mekanik yang berputar, baik secara arah putaran jarum jam ataupun berlawanan arah jarum jam, tergantung pada kebutuhan dan pengaturan yang diberikan. Bila dilihat berdasarkan gambaran fisiknya motor DC ini secara umum terdiri atas beberapa bagian

utama, yaitu bagian statis (diam) dan bagian mekanis (bergerak/berputar). Bagian diam atau statis lebih sering disebut dengan stator. Stator adalah tempat untuk meletakkan kumparan medan atau lilitan untuk menghasilkan fluksi magnetik. Sedangkan pada bagian dinamis sering disebut dengan rotor, pada bagian ini diletakkan berupa jangkar seperti kumparan jangkar, komutator, sikat dan komponen rotor lainnya^[5]. Motor DC yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.10.

Tabel 2. 5 Spesifikasi Motor DC

No	Spesifikasi	
1	Tegangan Input	12VDC
2	Arus	0.2A
3	Torsi	8Kg.cm
4	Putaran permenit	77Rpm
5	Daya	4.2 Watt

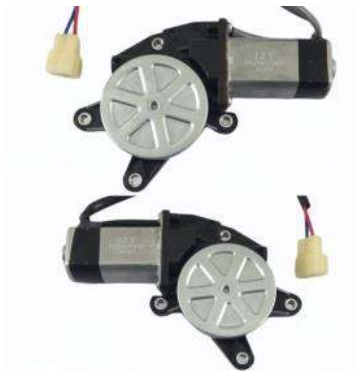


Gambar 2. 10 Motor DC

2.2.7 Motor DC Power Window

Motor 12 Volt (*Direct Current*) DC *Power Window Gear* merupakan salah satu jenis motor listrik arus searah, motor DC adalah piranti elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerak rotasi. Pada motor DC terdapat jangkar dengan satu atau lebih kumparan terpisah. Tiap kumparan berujung pada cincin belah (komutator). Dengan adanya insulator antara komutator, cincin belah

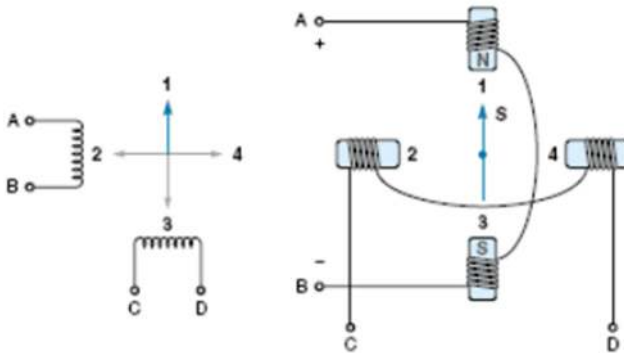
dapat berperan sebagai saklar kutub ganda (*double pole, double throw switch*). Motor DC bekerja berdasarkan prinsip gaya *Lorentz*, yang menyatakan ketika sebuah konduktor beraliran arus diletakkan dalam medan magnet, maka sebuah gaya (yang dikenal dengan gaya *Lorentz*) akan tercipta secara ortogonal diantara arah medan magnet dan arah aliran arus. Berikut Motor DC *Power Window* yang digunakan^[9]. Motor DC *Power Window* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.11



Gambar 2. 11 Motor DC Power Window

2.2.8 Motor Stepper

Motor stepper adalah motor listrik yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital, bukan dengan memberikan tegangan yang terus-menerus. Deretan pulsa diterjemahkan menjadi putaran *shaft*, dimana setiap putaran membutuhkan jumlah pulsa yang ditentukan. Satu pulsa menghasilkan satu kenaikan putaran atau *step*, yang merupakan bagian dari satu putaran penuh. Oleh karena itu, perhitungan jumlah pulsa dapat diterapkan untuk mendapatkan jumlah putaran yang diinginkan. Perhitungan pulsa secara otomatis menunjukkan besarnya putaran yang telah dilakukan, tanpa memerlukan informasi balik (*feedback*). Adapun jenisnya, pada penelitian ini menggunakan *stepper* jenis *bipolar*. Motor *stepper bipolar* memiliki dua lilitan perbedaannya dari tipe *unipolar* adalah bahwa pada tipe bipolar lilitannya tidak memiliki *center tap*. Keunggulan tipe *bipolar* yaitu memiliki torsi yang lebih besar jika dibandingkan dengan tipe *unipolar* untuk ukuran yang sama. Pada motorstepper tipe ini hanya memiliki empat kabel masukan.^[11]



Gambar 2. 12 *Bipolar Stepper Motor*

Tabel 2. 6 Full Step Sequence

Step	A	B	\bar{A}	\bar{B}
1	1	0	0	1
2	1	1	0	0
3	0	1	1	0
4	0	1	1	0
1	1	0	0	1

Tabel 2. 7 Half Step Sequence

Step	A	B	\bar{A}	\bar{B}
1	1	0	0	1
2	1	0	0	0
3	1	1	0	0
4	0	1	0	0
5	0	1	1	0
6	0	0	1	0
7	0	0	1	1
8	0	0	0	1
1	1	0	0	1

Ketepatan kontrol gerak motor stepper terutama dipengaruhi oleh jumlah *step* tiap putaran; semakin banyak jumlah *step*, semakin tepat gerak yang dihasilkan. Untuk ketepatan yang lebih tinggi, beberapa *driver* motor *stepper* membagi *step* normal pada table 2.6 menjadi setengah *step* (*half step*) pada table 2.7 atau mikro *step*^[13]. Berikut spesifikasi yang digunakan pada alat pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Spesifikasi Motor Stepper Nema 23.

No	Spesifikasi	
1	Tegangan	6-24VDC
2	Arus	4.5A
3	Sudut Langkah	1.8°
4	Jumlah Fasa	2
5	Torsi	15kgf.cm

2.2.8 Power Supply

Power Supply adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya *Power Supply* atau Catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya.

Tabel 2. 9 Spesifikasi *Power Supply*

No	Spesifikasi	
1	Tegangan Output	12VDC
2	Arus DC	15A
3	Tegangan Input	220VAC
4	Daya Output	180W



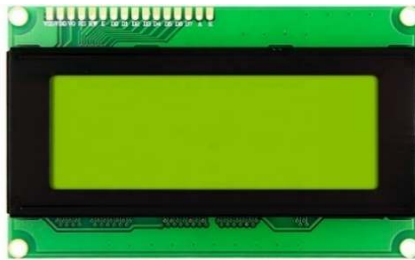
Gambar 2. 13 *Power Supply*

2.2.9 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah perangkat yang berfungsi sebagai media penampil dengan memanfaatkan kristal cair sebagai objek penampil utama. LCD tentunya sudah sangat banyak digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti media elektronik televisi, kalkulator, atau layar komputer sekalipun. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring. LCD yang digunakan adalah LCD berukuran 20x4 karakter dengan tambahan *chip module* I2C untuk mempermudah *programmer* nantinya dalam mengakses LCD tersebut^[10]. LCD I2C yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.14 dan spesifikasi LCD I2C dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2. 10 Spesifikasi LCD

No	Spesifikasi	
1	Tegangan	5VDC
2	Arus	10mA
3	Interface	I2C
4	Format Tampilan	20x4



Gambar 2. 14 LCD 20x4

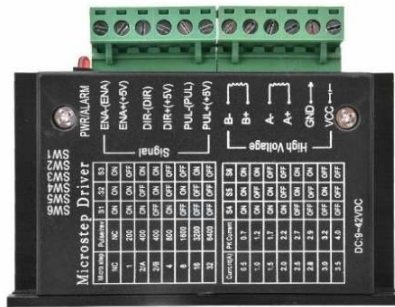
2.2.10 Driver TB6600

TB6600 arduino *Stepper Motor Driver* adalah driver motor stepper profesional yang mudah digunakan, yang dapat mengendalikan motor langkah dua fase. Ini kompatibel dengan Arduino dan mikrokontroler lain yang dapat menghasilkan sinyal pulsa digital 5V. Driver motor stepper arduino TB6600 memiliki *input* daya rentang lebar, catu daya 9 ~ 42VDC. Dan mampu menghasilkan arus puncak 4A, yang cukup untuk sebagian besar *motor stepper*. Driver stepper mendukung control arah dan kecepatan. *Driver* ini dapat mengatur langkah mikro dan arus keluaran dengan 6 DIP switch. Ada 7 jenis langkah mikro (1, 2 / A, 2 / B, 4, 8, 16, 32) dan 8 jenis kontrol saat ini (0,5A, 1A, 1.5A, 2A, 2.5A, 2.5A, 2.8A, 3.0 A, 3.5A) semuanya. Untuk meningkatkan kemampuan interferensi anti-frekuensi tinggi digunakan terminal sinyal yang mengadopsi isolasi optocoupler berkecepatan tinggi,. Sebagai perangkat profesional, motor ini mampu menggerakkan 57, 42-tipe dua fase, empat fase, motor stepper

hybrid^[14]. Spesifikasi dari driver TB6600 ditampilkan pada Tabel 2.11 dan bentuk fisiknya dapat dilihat pada Gambar 2.15

Tabel 2. 11 Spesifikasi Driver TB6600

No	Spesifikasi	
1	Tegangan Input	9-42VDC
2	Arus	0.5-4.0A
3	Daya	160W
4	Micro Step	1, 2/A, 2/B, 4, 8, 16, 32



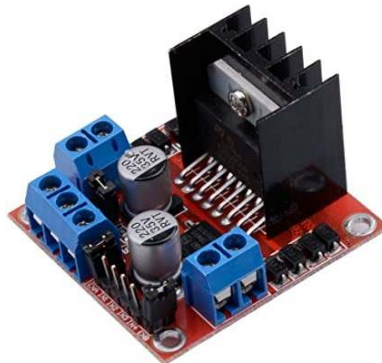
Gambar 2. 15 Driver TB6600

2.2.11 Driver Motor L298N

Driver motor L298N merupakan module driver motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. IC L298 merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti *relay*, *solenoid*, motor DC dan motor *stepper*. Kelebihan akan modul driver motor L298N ini yaitu dalam hal kepresisian dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol^[12]. Berikut spesifikasi dan gambar driver motor yang digunakan pada alat pada Tabel 2.12 dan Gambar 2.16.

Tabel 2. 12 Spesifikasi Driver Motor L298N

No	Spesifikasi	
1	Tegangan <i>Input</i>	5VDC dan 12VDC
2	Arus <i>Output</i> Maksimal	2A
3	Daya	25W
4	Arus Masukan	0-36mA
6	Tegangan Operasional	5VDC



Gambar 2. 16 Driver Motor L298N

2.2.12 Driver Motor BTS7960

Driver Motor BTS7960 adalah modul H Bridge arus tinggi yang terintegrasi penuh untuk aplikasi penggerak motor. Antarmuka ke mikrokontroler dibuat mudah oleh *IC driver* terintegrasi yang menampilkan *input level* logika, diagnosis dengan sensor arus, penyesuaian laju perubahan tegangan, pembangkitan waktu mati, dan perlindungan terhadap suhu berlebih, tegangan lebih, tegangan kurang, arus lebih, dan korsleting. BTS7960 memberikan solusi yang dioptimalkan biaya untuk *driver* motor PWM arus tinggi yang dilindungi dengan konsumsi ruang papan yang sangat rendah^[13]. Berikut spesifikasi dan gambar *driver* motor yang digunakan pada alat pada Tabel 2.13 dan Gambar 2.17.

Tabel 2. 13 Spesifikasi *Driver Motor* BTS7960

No	Spesifikasi	
1	Tegangan <i>Input</i>	6 - 27V
2	Arus Maksimal	43 A
3	PWM	25 kHz
4	<i>Working Duty Cycle</i>	0-100%

Gambar 2. 17 *Driver Motor* BTS7960