

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Internet of Things (IoT)*

Menurut (Selay *et al.*, 2022), *Internet of Things* atau dikenal juga sebagai IoT adalah teknologi yang bertujuan untuk memanfaatkan konektivitas internet secara terus-menerus untuk memperluas dan meningkatkan manfaatnya. IoT ini menghubungkan berbagai objek di sekitar agar dapat saling berinteraksi. Hal tersebut sejalan dengan apa yang disampaikan oleh (Efendi, 2018), *Internet of Things* (IoT) merupakan gagasan suatu objek di dunia nyata dapat saling berkomunikasi satu sama lain sebagai bagian dari sistem yang terintegrasi dengan internet sebagai media penghubungnya.

IoT memungkinkan berbagai aktivitas seperti transfer data melalui jaringan tanpa keterlibatan manusia, *remote control*, dan lain-lain. Prinsip utama dari IoT adalah memudahkan pengawasan dan pengendalian barang fisik, sehingga konsep ini sangat memungkinkan agar dapat diterapkan dalam beragam kegiatan sehari-hari (Kamil *et al.*, 2019).

2.2 *Programmable Logic Controller (PLC)*

Sistem kontrol PLC dirancang untuk menggantikan sistem kontrol konvensional. Perusahaan General Motor (GM) merancang sistem PLC pertama kali pada tahun 1986 dengan tujuan untuk mengimplementasikan rangkaian sistem kendali (Syahril *et al.*, 2018).

Menurut (Achmad *et al.*, 2020), konsep PLC berdasarkan namanya dapat diuraikan sebagai berikut:

1. *Programmable*, menunjukkan pada kemampuan perangkat tersebut untuk menyimpan program yang telah dibuat di dalam memori sehingga memungkinkan program tersebut untuk diubah dengan mudah kegunaan serta fungsinya.
2. *Logic*, menunjukkan pada kemampuan perangkat untuk memproses input secara aritmatik dan logika, seperti melakukan operasi perbandingan, penjumlahan, perkalian, pembagian, pengurangan, operasi logika AND, OR, dan lain-lain.
3. *Controller*, menunjukkan pada kemampuan perangkat dalam hal mengelola dan mengendalikan proses agar menghasilkan keluaran atau *output* yang diharapkan. PLC ini dilengkapi dengan bahasa pemrograman yang sederhana sehingga dapat dipahami dan dapat dioperasikan melalui perangkat lunak (*software*) sesuai dengan jenis PLC yang digunakan.

PLC atau singkatan dari *Programmable Logic Controller* adalah sebuah kontroler berbasis mikroprosesor. PLC menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi dan menerapkan fungsi-fungsi seperti sekuen, logika, pengaturan waktu (*timer*), penghitungan (*counter*), dan operasi aritmatika untuk mengendalikan mesin-mesin. PLC dilengkapi dengan program awal sehingga memungkinkan pengguna memasukkan program-program kontrol menggunakan bahasa pemrograman yang sederhana dan mudah dimengerti (Febriansyah, 2023). Gambar 2.1 merupakan bentuk fisik dari PLC Omron.



Gambar 2.1 PLC Omron

(Mappa et al., 2020)

2.2.1 Prinsip Kerja PLC

PLC bekerja dengan cara mengamati dan menerima sinyal masukan dari sensor-sensor terkait. Kemudian setelah menerima sinyal masukan tersebut, PLC melakukan proses dan menjalankan serangkaian instruksi logika sesuai dengan program atau *ladder diagram* yang telah tersimpan dalam memori. Selanjutnya, PLC akan menghasilkan sinyal keluaran yang digunakan untuk mengendalikan aktuator atau perangkat lainnya sesuai dengan logika yang telah diprogram sebelumnya (Rimbawati *et al.*, 2021).

2.2.2 Struktur Dasar PLC

Menurut (Baihaqy, 2021), beberapa komponen pokok yang terdapat pada PLC, diantaranya:

1. *Power Supply*

Power Supply merupakan sumber daya yang berguna sebagai penyuplay daya listrik untuk semua komponen yang terdapat dalam PLC. Tegangan yang biasanya digunakan adalah 220 VAC atau 24 VDC.

2. *Central Processing Unit (CPU)*

CPU merupakan inti dari PLC yang berfungsi untuk mengerjakan berbagai operasi termasuk eksekusi program, pengambilan dan penyimpanan data dari memori, pemrosesan input dan output, pemeriksaan kesalahan melalui *self-diagnostic*, dan komunikasi dengan perangkat lain.

3. Memory

Memory digunakan untuk menyimpan data dan program yang akan diproses oleh CPU.

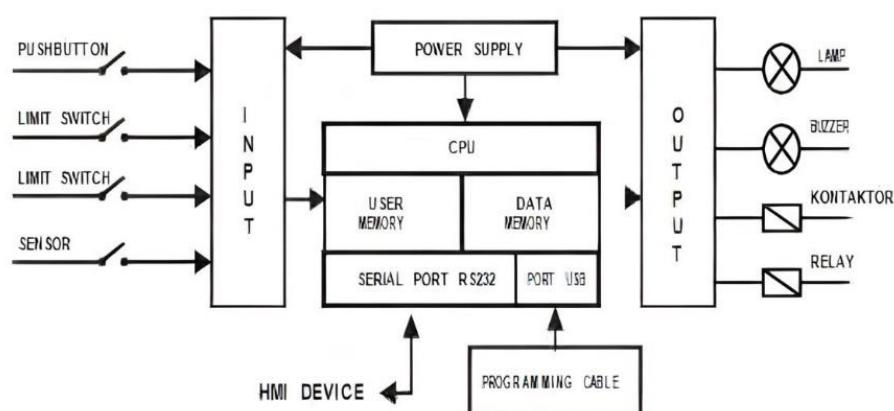
4. Modul *Input/Output*

Modul *input/output* berhubungan dengan perangkat eksternal yang memberikan masukan kepada CPU, seperti sensor dan saklar maupun keluaran dari CPU, seperti motor, lampu, dan *solenoid valve*.

5. Fasilitas Komunikasi

Fasilitas komunikasi (COM) penting untuk melakukan pemrograman dan pemantauan atau berkomunikasi dengan perangkat lain.

Gambar 2.2 merupakan diagram blok *Programmable Logic Controller* (PLC).



Gambar 2.2 Blok Diagram PLC

(Silaen, 2021)

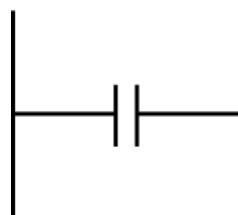
2.2.3 Instruksi Dasar *Ladder Diagram*

Menurut (Silaen, 2021), semua perintah program di bawah ini adalah instruksi dasar yang paling umum digunakan pada PLC. Berikut ini merupakan instruksi-instruksi dasar pada PLC.

1. Load (LD)

Instruksi LD diperlukan ketika urutan kerja atau *sequence* dalam suatu sistem kontrol hanya memerlukan satu kondisi logika dan menghasilkan satu *output*. Instruksi ini logikanya seperti pada kontak *Normally Open (NO) relay*.

Gambar 2.3 merupakan simbol *ladder diagram* instruksi LD.

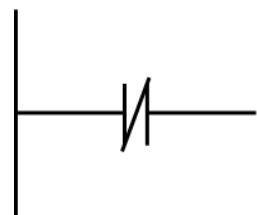


Gambar 2.3 Instruksi Load

2. Load Not (LD NOT)

Instruksi LD NOT diperlukan ketika urutan kerja atau *sequence* dalam suatu sistem kontrol hanya memerlukan satu kondisi logika dan menghasilkan satu *output*. Instruksi ini logikanya seperti pada kontak *Normally Close (NC) relay*.

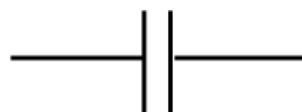
Gambar 2.4 merupakan simbol *ladder diagram* instruksi LD NOT.



Gambar 2.4 Instruksi Load NOT

3. And (AND)

Instruksi AND diperlukan ketika urutan kerja atau *sequence* dalam suatu sistem kontrol memerlukan lebih dari satu kondisi logika yang harus dipenuhi semuanya untuk menghasilkan satu *output*. Instruksi ini logikanya seperti pada kontak *Normally Open (NO) relay*. Gambar 2.5 merupakan simbol *ladder diagram* instruksi AND.



Gambar 2.5 Instruksi AND

4. And Not (AND NOT)

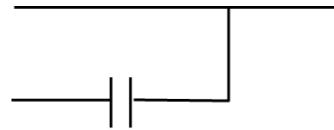
Instruksi AND NOT diperlukan ketika urutan kerja atau *sequence* dalam suatu sistem kontrol memerlukan lebih dari satu kondisi logika yang harus dipenuhi semuanya untuk menghasilkan satu *output*. Instruksi ini logikanya seperti pada kontak *Normally Close (NC) relay*. Gambar 2.6 merupakan simbol *ladder diagram* instruksi AND NOT.



Gambar 2.6 Instruksi AND NOT

5. Or (OR)

Instruksi OR diperlukan ketika urutan kerja atau *sequence* dalam suatu sistem kontrol hanya memerlukan salah satu saja dari beberapa kondisi logika untuk menghasilkan satu *output*. Instruksi ini logikanya seperti pada kontak *Normally Open (NO) relay*. Gambar 2.7 merupakan simbol *ladder diagram* instruksi OR.



Gambar 2.7 Instruksi OR

6. OR Not (OR NOT)

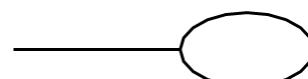
Instruksi OR NOT diperlukan ketika urutan kerja atau *sequence* dalam suatu sistem kontrol hanya memerlukan salah satu saja dari beberapa kondisi logika untuk menghasilkan satu *output*. Instruksi ini logikanya seperti pada kontak *Normally Close (NC) relay*. Gambar 2.8 merupakan simbol *ladder diagram* instruksi OR NOT.



Gambar 2.8 Instruksi OR NOT

7. Out (OUT)

Instruksi OUT memiliki fungsi untuk menghasilkan *output* ketika semua kondisi *ladder diagram* sudah terpenuhi. Logikanya seperti pada kontak *Normally Open (NO) relay*. Gambar 2.9 merupakan simbol *ladder diagram* instruksi OUT.



Gambar 2.9 Instruksi OUT

8. End (END (01))

Instruksi END memiliki fungsi sebagai perintah akhir pada berbagai program. Setelah instruksi END (01), tidak ada instruksi lain yang ditulis pada program. Jika pada akhir program tidak ada instruksi END (01) yang ditulis,

maka semua perintah yang ada pada program tidak dapat dijalankan dan akan muncul pesan kesalahan “*NO END LIST*” pada layar. Gambar 2.10 merupakan simbol *ladder diagram* instruksi END.



Gambar 2.10 Instruksi END

2.3 *Human Machine Interface (HMI)*

Human Machine Interface (HMI) adalah suatu *interface* atau antarmuka yang menghubungkan manusia dengan mesin. HMI dapat berupa kontrol manual atau visualisasi status melalui komputer yang menampilkan data secara *real time*. Sistem HMI umumnya bekerja secara *online* dan *real time* dengan mengakses data melalui port I/O yang digunakan oleh kontroler sistem. Penggunaan HMI memungkinkan operator untuk mengawasi sistem tanpa harus melihat langsung ke mesin sehingga memudahkan dalam proses pengawasan. Dengan menggunakan HMI dalam produksi, monitoring dan perhitungan jenis barang dalam penyortiran dapat dilakukan secara otomatis dengan mengurangi kemungkinan kesalahan perhitungan barang. Beberapa fungsi utama dari HMI yaitu sebagai penghubung manusia dengan teknologi, meningkatkan penguasaan pengguna terhadap sistem kontrol seperti PLC, dan memungkinkan penggunaan HMI sebagai alat monitoring (Hermana *et al.*, 2023).

2.3.1 HMI Weintek cMT-2078X

Weintek adalah produsen HMI terkemuka di dunia dan berdedikasi untuk pengembangan, desain, dan manufaktur HMI. Salah satu serinya yaitu seri cMT-

2078X, yang menawarkan fungsi menarik seperti kendali jarak jauh dan pemantauan panel HMI dalam mode monitor sehingga membuatnya lebih mudah untuk bekerja dengan perangkat (Weintek, 2023). Gambar 2.11 merupakan bentuk fisik HMI Weintek seri cMT-2078X dan tabel 2.1 merupakan spesifikasinya.



Gambar 2.11 HMI Weintek cMT-2078X

(Weintek, 2023)

Tabel 2.1 Spesifikasi HMI Weintek cMT-2078X

(Weintek, 2023)

Layar	Dimensi	7" TFT
	Resolusi	800 × 480
	Kecerahan (cd/m ²)	400
	Tipe <i>backlight</i>	LED
Panel Sentuh	Tipe	4-wire <i>Resistive Type</i>
Memori	Flash	4 GB
	RAM	1 GB
Prosesor		Quad-core RISC
I/O Port	Slot SD	N/A
	USB host	USB 2.0 × 1
	Ethernet	LAN 1: 10/100 Base-Tx1 LAN 2: 10/100 Base-Tx1

	COM port	Con.A:COM2 RS-485 2W/4W COM3 RS-485 2W Con.B:COM1 RS-232 4W, COM3 RS-232 2W*(1) <i>Not support MPI</i>
	Video input	N/A
<i>Power Supply</i>	Input	24±20%VDC
<i>Software</i>	<i>EasyBuilder Pro</i> <i>Weincloud – EasyAccess 2.0 (opsional)</i> <i>Weincloud – Dashboard (opsional)</i>	

2.4 Konveyor

Konveyor merupakan sistem mekanik yang bertugas memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lainnya. Penggunaan konveyor sering dipilih karena memiliki nilai ekonomis yang lebih baik dibandingkan metode transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. Berbagai jenis konveyor mempermudah penanganan barang dan produk berat sehingga membuat proses tersebut lebih efisien. Konveyor ini banyak digunakan di berbagai industri untuk mengangkut barang secara terus-menerus dari satu tempat ke tempat lain dalam jumlah besar. Namun, agar sistem konveyor memiliki nilai ekonomis, perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang tetap. Salah satu kelemahan sistem ini adalah kurang fleksibel saat barang yang diangkut tidak memiliki tempat yang tetap dan jumlah barang yang masuk tidak kontinyu. Ada beberapa jenis konveyor yang umum digunakan, seperti *skate wheel conveyor*, *roller conveyor*, *chain conveyor*, dan *belt conveyor* (Ihtisan, 2020).

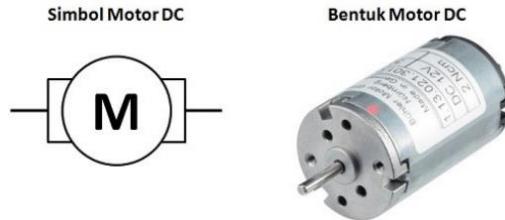
Belt conveyor atau ban berjalan adalah jenis konveyor yang lebih umum digunakan dalam industri. Ketika ban berjalan sedang beroperasi, setengah bagian dari panjangnya digunakan untuk mengangkut material, sementara setengahnya yang lain kembali kosong untuk mengangkut material berikutnya. Materialnya biasanya terbuat dari karet atau karet sintetis sehingga membuat ban berjalan lebih fleksibel dalam mengangkut berbagai jenis material (Ihtisan, 2020). Gambar 2.12 di bawah ini merupakan *belt conveyor* atau ban berjalan.



Gambar 2.12 Ban Berjalan
(Siahaan *et al.*, 2022)

2.5 Motor DC

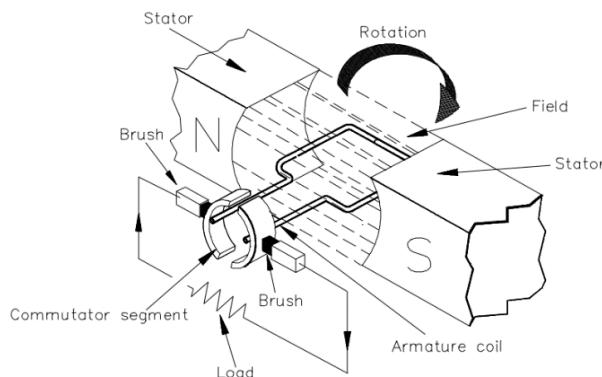
Motor DC atau disebut juga motor arus searah adalah mesin yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanik berupa putaran. Motor DC didasarkan pada prinsip kerja bahwa ketika konduktor yang dialiri arus ditempatkan dalam medan magnet, maka hal itu akan menimbulkan suatu gaya mekanik dengan arahnya ditentukan dari aturan tangan kiri Fleming (Theraja, 2005). Gambar 2.13 merupakan simbol dan bentuk dari motor DC.



Gambar 2.13 Simbol dan Bentuk Motor DC
(Ridha *et al.*, 2020)

2.5.1 Konstruksi Motor DC

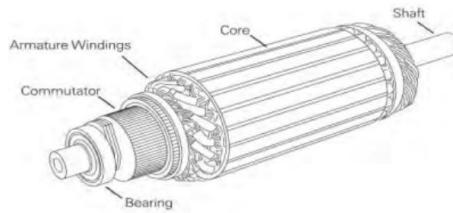
Motor DC terdiri dari beberapa bagian, yaitu rotor, stator, dan komutator (U.S. Departemen of Energy, 1992). Gambar 2.14 merupakan ilustrasi dasar motor DC.



Gambar 2.14 Dasar Motor DC
(U.S. Departemen of Energy, 1992)

1. *Armature/Rotor*

Armature/rotor adalah bagian motor DC yang bergerak. Fungsi dari *armature* (belitan) yaitu sebagai tempat terjadinya konversi energi di dalam motor DC. *Armature* menerima energi listrik yang berupa arus dan tegangan kemudian mengubahnya menjadi energi mekanik dalam bentuk torsi (U.S. Departemen of Energy, 1992). Gambar 2.15 merupakan ilustrasi dari rotor motor DC.



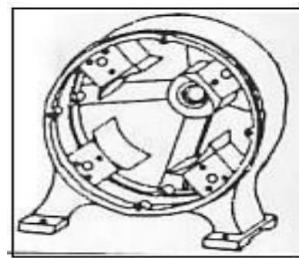
Gambar 2.15 Rotor

(Yuski *et al.*, 2017)

2. Stator

Stator adalah bagian yang tidak bergerak dari motor DC. Stator ini memiliki fungsi untuk menyediakan medan magnet (U.S. Departemen of Energy, 1992).

Gambar 2.16 merupakan ilustrasi dari stator motor DC.

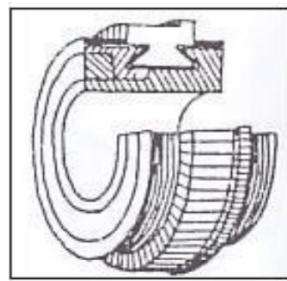


Gambar 2.16 Stator

(Yuski *et al.*, 2017)

3. Komutator

Komutator terdiri dari batangan tembaga yang dikeraskan (*drop forged*) yang diisolasi dengan material isolator sejenis mika. Komutator berfungsi untuk membalikkan arah arus listrik dalam belitan rotor pada setiap setengah putaran melalui kontak dengan sikat, hal itu untuk memastikan motor dapat berputar terus-menerus dalam satu arah. (U.S. Departemen of Energy, 1992). Gambar 2.17 merupakan ilustrasi dari komutator motor DC.



Gambar 2.17 Komutator
(Yuski *et al.*, 2017)

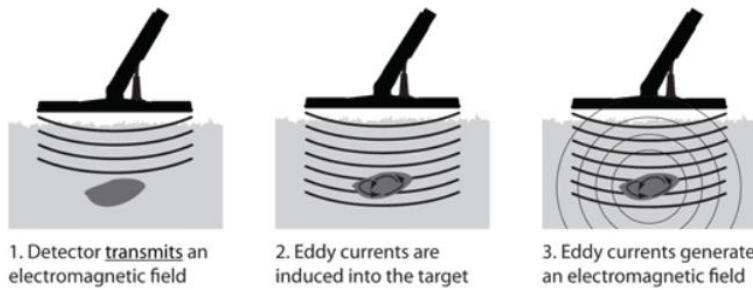
2.6 Sensor *Kit Metal Detector*

Sensor *kit metal detector* adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mendekksi keberadaan barang logam. *Kit metal detector* ini dapat dipergunakan untuk mendekksi barang logam dalam suatu makanan selama logam tersebut masih dalam jangkauan sensor. *Kit* terdiri dari beberapa komponen elektronik yang sudah dirakit pada papan PCB (*Printed Circuit Board*) seperti kumparan induksi, transistor, resistor, kapasitor, dan lainnya (Bragiwibisana, 2024). Gambar 2.18 merupakan bentuk fisik sensor *kit metal detector*.

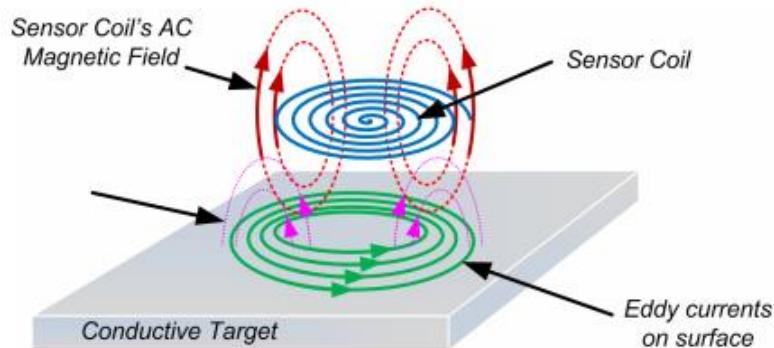


Gambar 2.18 Sensor *Kit Metal Detector*
(Iestation, no date)

Cara kerja dari *kit metal detector* ini adalah dengan memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan pada *kit*, kumparan ini akan menghasilkan suatu medan magnet. Apabila terdapat barang logam di sekitarnya, maka medan magnet ini akan berubah sehingga menyebabkan perubahan pada arus listrik yang kemudian akan dideteksi oleh rangkaian elektronik (Bragiwibisana, 2024). Ilustrasi cara kerja sensor *kit metal detector* dapat dilihat pada Gambar 2.19 dan Gambar 2.20.



Gambar 2.19 Ilustrasi saat Logam Terhalang



Gambar 2.20 Ilustrasi saat Logam Tidak Terhalang

Pada Gambar 2.19 menampilkan kondisi logam terhalang oleh material lain seperti bahan non-konduktif dan Gambar 2.20 menampilkan logam berada langsung di bawah sensor tanpa penghalang. Sensor *metal detector* bekerja dengan memancarkan medan elektromagnetik dari kumparan atau *coil*. Medan

elektromagnetik ini ditunjukkan dengan garis-garis lengkung yang keluar dari *coil* dan menyebar ke daerah sekitarnya. Medan elektromagnetik tetap dapat menembus material non-konduktif, karena bahan-bahan tersebut tidak mengganggu jalannya medan. Ketika logam mengenai medan elektromagnetik, *eddy current* akan terinduksi di dalamnya, lalu menghasilkan medan magnet balik yang menyebabkan perubahan pada medan tersebut. Kemudian sensor mendeteksi gangguan pada medan ini sebagai tanda terdapat keberadaan logam di daerah sekitar.

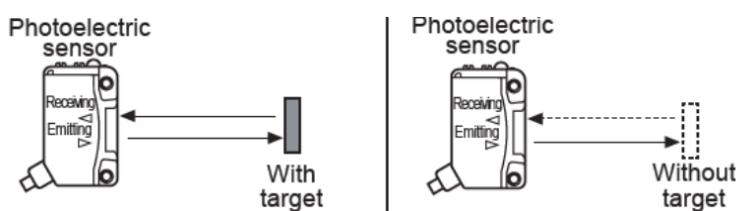
2.7 Sensor *Photoelectric*

Sensor *photoelectric* digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya keberadaan suatu objek yang menggunakan elemen cahaya untuk mendeteksinya. Cara kerjanya ketika sebuah objek berada dalam jangkauan sensor, outputnya akan menjadi logika “1” atau “high”, yang menunjukkan bahwa objek tersebut ada. Sebaliknya, jika objek tidak terdeteksi oleh sensor, outputnya akan menjadi “0” atau “low”, yang menandakan bahwa objek tidak ada. Selain itu, sensor juga dapat mendeteksi suatu rintangan atau objek pada jarak tertentu dengan memanfaatkan metode refleksi cahaya infra merah dengan memberikan tingkat akurasi dan respon yang sangat baik (Pradana *et al.*, 2020). Gambar 2.21 merupakan bentuk fisik sensor *photoelectric*.



Gambar 2.21 Sensor *Photoelectric*
(Pippselectronics, no date)

Sensor *photoelectric* ini berjenis *diffuse reflection*, yaitu *transmitter* (pemancar) dan *receiver* (penerima) ditempatkan bersama-sama dengan menggunakan cahaya yang dipantulkan langsung dari objek untuk melakukan deteksi (Autonics, 2020). Gambar 2.22 merupakan ilustrasi dari sensor *photoelectric* jenis *diffuse reflection* dan Tabel 2.2 merupakan parameter sensor.



Gambar 2.22 Ilustrasi Sensor *Photoelectric* Jenis *Diffuse Reflection*
(Autonics, 2020)

Tabel 2.2 Parameter Sensor *Photoelectric*
(Dappra, no date)

No.	Parameter	Spesifikasi
1	Merk	Dappra
2	Model	D18-3A30N1
3	Tegangan kerja	DC 6-36V
4	Tipe <i>output</i>	NPN NO (<i>Normally Open</i>)
6	Mode deteksi	<i>Diffuse reflection</i>
7	Sumber cahaya	Infra merah

No.	Parameter	Spesifikasi
8	Diameter	18mm
9	Arus	200mA
10	Koneksi kabel	3 kabel (coklat = VCC, biru = GND, hitam = <i>output</i>)

2.8 Relay

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh suatu arus listrik. *Relay* memiliki sebuah kumparan bertegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti besi. Pada saat arus mengalir melalui kumparan, sebuah armatur besi akan tertarik menuju inti tersebut. Armatur ini terhubung dengan tuas berpegas, sehingga ketika tertarik, kontak jalur bersama akan beralih dari posisi *normally close* (NC) ke posisi *normally open* (NO) (Katarine *et al.*, 2020). Gambar 2.23 merupakan bentuk fisik dari *relay*.



Gambar 2.23 *Relay*

2.9 Power Supply

Power supply atau catu daya adalah komponen perangkat keras elektronika yang berfungsi sebagai penyedia arus listrik. *Power supply* dapat mengubah tegangan dari AC menjadi DC. Sehingga arus listrik dari PLN yang bersifat *Alternating Current* (AC) masuk ke *power supply*, tegangannya diubah menjadi

Direct Current (DC) sebelum dialirkan ke komponen lain yang membutuhkan (Hutabarat *et al.*, 2023). Gambar 2.24 merupakan bentuk fisik dari *power supply*.



Gambar 2.24 *Power Supply*
(Hutabarat *et al.*, 2023)

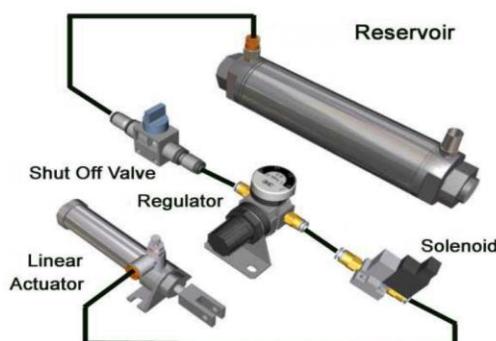
2.10 Sistem Pneumatik

Pneumatik berasal dari kata dasar “pneu” yang memiliki arti udara bertekanan, dan “matik” yang memiliki arti ilmu atau aspek yang terkait dengan suatu hal. Jadi, secara keseluruhan, pneumatik adalah ilmu atau hal-hal yang terkait dengan udara bertekanan (Ridha *et al.*, 2020).

Menurut (Kurniawan *et al.*, 2021), sistem pneumatik adalah sistem yang menggunakan udara bertekanan untuk menghasilkan gerakan pada suatu benda, yang selanjutnya diubah menjadi energi mekanik. Hal tersebut sejalan dengan yang diungkapkan oleh (Tuapetel *et al.*, 2022) yang menyatakan bahwa sistem pneumatik adalah suatu sistem yang memanfaatkan udara bertekanan sebagai media kontrol yang dialirkan ke aktuator pneumatik. Aktuator ini berfungsi untuk melakukan berbagai tindakan seperti menutup, membuka, atau fungsi lainnya sesuai dengan kebutuhan yang ada.

2.10.1 Cara Kerja Sistem Pneumatik

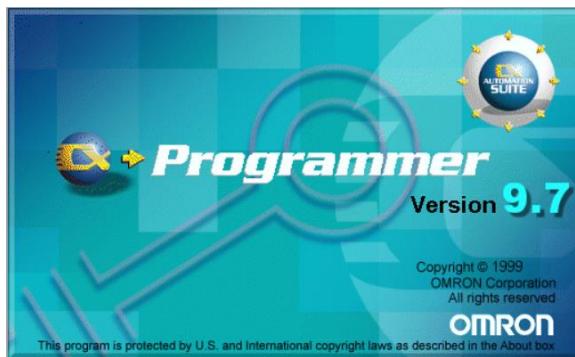
Kompresor akan menyedot udara kemudian ditekan ke dalam tangki udara (*air reservoir*) hingga mencapai tekanan beberapa bar. Untuk mendistribusikan udara bertekanan ke seluruh sistem pneumatik, diperlukan unit pelayanan atau *service unit*. Unit ini terdiri dari penyaring (*filter*), katup keran (*shut off valve*), serta pengatur tekanan (*regulator*). Keberadaan unit pelayanan sangat penting karena udara yang digunakan dalam sistem pneumatik harus bersih dengan tekanan operasional pada umumnya yaitu 6 bar. Setelah itu, udara bertekanan dialirkan melalui *solenoid valve* pneumatik yang terbuka ketika menerima tegangan pada kumparan dan menarik *plunger* sehingga udara bertekanan keluar dari *outlet port* melalui selang elastis menuju katup pneumatik (katup pengarah/*inlet port pneumatic*). Udara bertekanan ini memasuki tabung pneumatik (silinder pneumatik) dan mendorong piston untuk bergerak maju. Gerakan piston akan terhenti saat udara bertekanan mencapai batas atau lubang *outlet port* pneumatik (Pawenary *et al.*, 2019). Gambar 2.25 merupakan mekanisme rangkaian sistem pneumatik.



Gambar 2.25 Rangkaian Sistem Pneumatik
(Al Baab *et al.*, 2018)

2.11 CX-Programmer

CX-Programmer Omron adalah perangkat lunak komputer yang digunakan untuk pemrograman PLC. *CX-Programmer* ini berfungsi untuk memonitor, membuat, dan merubah berbagai program PLC Omron. *CX-Programmer* dapat dioperasikan pada komputer dengan spesifikasi minimal prosesor 486 MHz dengan sistem operasi Windows XP. (Firmansyah *et al.*, 2018). Gambar 2.26 merupakan tampilan *software CX-Programmer*.



Gambar 2.26 Tampilan *Software CX-Programmer* Versi 9.7

(Dokumen Pribadi)

2.12 Easy Builder Pro

Easy Builder Pro adalah sebuah perangkat lunak yang dikembangkan oleh Weintek dengan tujuan untuk memprogram berbagai jenis *interface* grafis pengguna yang digunakan untuk mengendalikan dan memerintahkan beragam PLC, HMI, dan mikrokontroler (Sitorus *et al.*, 2023). Gambar 2.27 merupakan tampilan *software Easy Builder Pro* versi 6.09.01.

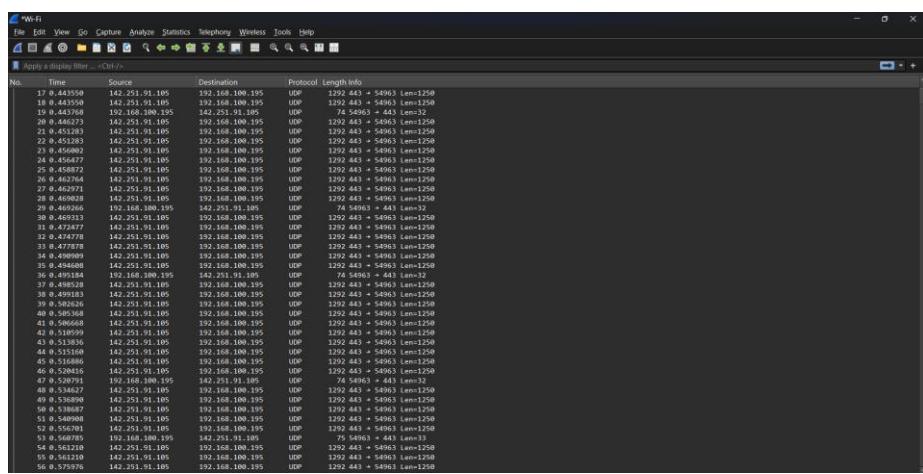


Gambar 2.27 Tampilan Software Easy Builder Pro Versi 6.09.01

(Dokumen Pribadi)

2.13 Wireshark

Wireshark adalah sebuah perangkat lunak berbasis sumber terbuka yang berfungsi untuk menganalisis lalu lintas jaringan secara *real-time*. Software ini dapat digunakan pengguna untuk menangkap (*capture*) dan memeriksa paket data yang dikirim serta diterima dalam sebuah jaringan. Hal tersebut dapat membantu dalam mendekripsi masalah koneksi, gangguan jaringan, maupun keamanan (Nisa et al., 2024). Gambar 2.28 merupakan tampilan software Wireshark versi 4.4.1.

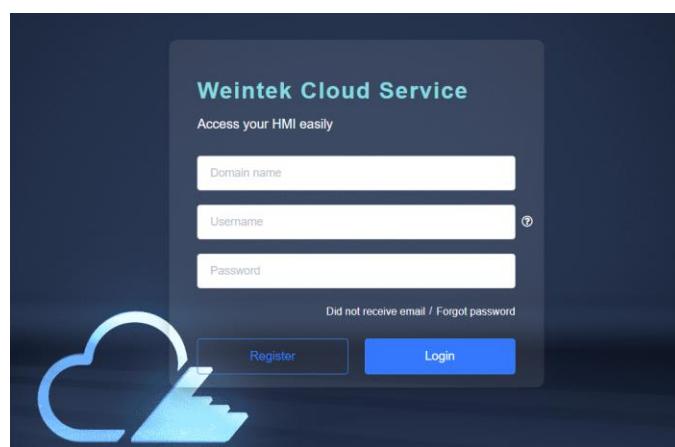


Gambar 2.28 Tampilan Software Wireshark Versi 4.4.1

(Dokumen Pribadi)

2.14 Weintek Cloud (Weincloud)

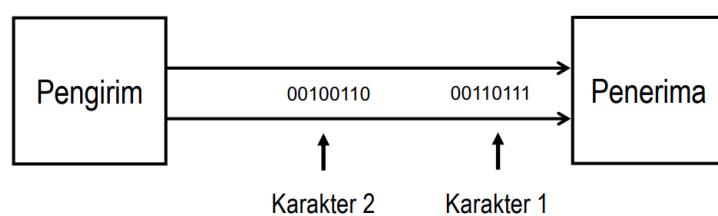
Weintek *Cloud* (Weincloud) adalah layanan *cloud* buatan Weintek untuk proses monitoring HMI Weintek jarak jauh yang dapat diakses pada berbagai perangkat seperti laptop, komputer, dan *smartphone*. Dengan hal ini, operator dapat memonitor data hasil produksi dimana saja dan kapan saja dengan lebih mudah (Weintek, 2023). Gambar 2.29 merupakan tampilan Weincloud.



Gambar 2.29 Tampilan Weincloud
(Dokumen Pribadi)

2.15 Komunikasi Serial RS232

Komunikasi serial merupakan suatu teknik pengiriman data, dimana data tersebut pengiriman datanya dilakukan per-bit secara berurutan dan bergantian. Gambar 2.30 merupakan ilustrasi pengiriman data komunikasi serial.



Gambar 2.30 Ilustrasi Pengiriman Data Komunikasi Serial

Komunikasi serial mentransmisikan data biner seperti 0 dan 1 secara berurutan dari pengirim (*transmitter*) ke penerima (*receiver*) melalui satu jalur transmisi. Komunikasi serial banyak digunakan dalam berbagai perangkat elektronik, salah satunya standar RS232 yang umum digunakan untuk komunikasi antar perangkat, seperti PLC dan HMI (Saniman *et al.*, 2020).

RS232 (*Recommended Standard 232*) adalah standar komunikasi serial yang digunakan untuk mengirimkan data antara dua perangkat elektronik. Standar ini ditetapkan oleh *Electronic Industries Association* (EIA) dan *Telecommunication Industry Association* (TIA) pada tahun 1962 (Silaen, 2021). RS232 menggunakan ketentuan level sinyal tegangan, yaitu +3V hingga +15V untuk logika 0, -3V hingga -15V untuk logika 1, dan antara -3V hingga +3V adalah *invalid* level, yaitu level tegangan yang tidak memiliki logika pasti (baik 0 maupun 1), sehingga harus dihindari dalam pengiriman data (Wiyardani *et al.*, 2020).

Kabel serial RS232 adalah kabel yang digunakan untuk menghubungkan PLC dan HMI agar bisa saling berkomunikasi. Melalui kabel ini, data dari program PLC dikirim ke HMI, yang kemudian akan menampilkan informasi tersebut pada layar *display* (Ismawati, 2023).

2.16 Standar QoS dan TIPHON

QoS (*Quality of Service*) adalah mekanisme yang digunakan untuk mengukur seberapa baik suatu jaringan dalam memberikan layanannya dengan menggunakan parameter *throughput*, *packet loss*, *jitter*, dan *delay*. TIPHON atau singkatan dari *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over*

Network adalah standar penilaian parameter QoS yang dikeluarkan oleh badan standar ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). Pada tahun 1999 ESTI membuat empat tingkatan dalam QoS yang kemudian digunakan sebagai acuan standar TIPHON. Keempat tingkatan tersebut yaitu *best*, *high*, *medium*, dan *best effort* (Nisa *et al.*, 2024). Tabel 2.3 merupakan persentase nilai QoS menurut standar TIPHON.

Tabel 2.3 Persentase Nilai QoS Standar TIPHON
(ETSI, 1999)

Nilai	Persentase (%)	Indeks
3,8–4	95–100	Sangat Bagus
3–3,79	75–95	Bagus
2–2,99	50–75	Sedang
1–1,99	25–50	Kurang Bagus

2.16.1 *Throughput*

Throughput adalah ukuran yang menunjukkan jumlah data yang berhasil dikirimkan dalam interval satuan waktu tertentu. *Throughput* juga disebut sebagai ukuran kecepatan transfer data efektif dalam *bits per second* (bps) atau *byte per second* (Bps).

Untuk menghitung *throughput*, maka dapat menggunakan rumus persamaan (2.1) berikut ini.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman data}} \quad (2.1)$$

Semakin tinggi nilai *throughput*, kualitas jaringan semakin bagus. Tabel 2.4 merupakan kategori indeks *throughput* berdasarkan standar TIPHON.

Tabel 2.4 Kategori *Throughput*
(ETSI, 1999)

Kategori	<i>Throughput</i>	Indeks
Sangat Bagus	>2,1 Mbps	4
Bagus	1,2–2,1 Mbps	3
Sedang	700–1200 Kbps	2
Cukup	338–700 Kbps	1
Kurang Bagus	0–338 Kbps	0

2.16.2 *Packet Loss*

Packet loss adalah kondisi dimana persentase jumlah paket data yang ditransmisikan melalui jaringan tidak mencapai tujuannya. Kondisi ini dapat terjadi oleh berbagai faktor, seperti penurunan sinyal dalam media jaringan, kesalahan dalam perangkat keras, atau gangguan radiasi dari lingkungan sekitar.

Untuk menghitung *packet loss*, maka dapat menggunakan rumus persamaan (2.2) berikut ini.

$$\text{Packet loss} = \frac{(\text{paket data dikirim} - \text{paket data diterima})}{\text{Paket data dikirim}} \times 100\% \quad (2.2)$$

Semakin tinggi *packet loss*, maka kualitas jaringan akan menurun sehingga menyebabkan keterlambatan komunikasi. Tabel 2.5 merupakan kategori indeks *packet loss* berdasarkan standar TIPHON.

Tabel 2.5 Kategori *Packet Loss*
(ETSI, 1999)

Kategori	<i>Packet Loss</i>	Indeks
Sangat Bagus	0–2%	4
Bagus	3–14%	3
Sedang	15–24%	2
Kurang Bagus	>25%	1

2.16.3 Delay

Delay adalah waktu yang diperlukan oleh suatu paket data untuk ditransmisikan dari pengirim ke penerima dalam sebuah jaringan. *Delay* dapat dipengaruhi berbagai faktor, seperti jarak antara pengirim dan penerima, jenis media fisik yang digunakan, padatnya suatu lalu lintas jaringan, dan lainnya.

Untuk menghitung *delay*, maka dapat menggunakan rumus persamaan (2.3) berikut ini.

$$\text{Delay rata-rata} = \frac{\text{total delay}}{\text{total paket data diterima} - 1} \quad (2.3)$$

Semakin tinggi *delay*, maka semakin lama juga waktu yang dibutuhkan untuk mentransmisikan paket data dari pengirim ke penerima. Tabel 2.6 merupakan kategori indeks *packet loss* berdasarkan standar TIPHON.

Tabel 2.6 Kategori *Delay*
(ETSI, 1999)

Kategori	Besar <i>Delay</i>	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150–300 ms	3
Sedang	300–450 ms	2
Kurang Bagus	>450 ms	1

2.16.4 Jitter

Jitter adalah variasi dalam *delay* yang terjadi antar paket data saat dikirim dari sumber ke tujuan, sehingga dapat menyebabkan ketidakteraturan dalam waktu kedatangan paket data. *Jitter* biasanya diukur dalam satuan *milisecond* (ms). Ketidakteraturan dari *jitter* dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti

kemacetan jaringan atau kualitas koneksi yang tidak stabil. Hal tersebut dapat mengganggu proses *real-time*, seperti monitoring.

Untuk menghitung *jitter*, maka dapat menggunakan rumus persamaan (2.4) berikut ini.

$$Jitter = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{jumlah paket diterima} - 1} \quad (2.4)$$

Semakin tinggi *jitter*, maka waktu kedatangan paket data semakin tidak stabil. Tabel 2.7 merupakan kategori indeks *jitter* berdasarkan standar TIPHON.

Tabel 2.7 Kategori *Jitter*
(ETSI, 1999)

Kategori	<i>Jitter</i>	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0–75 ms	3
Sedang	75–125 ms	2
Kurang Bagus	125–225 ms	1

2.17 Penelitian Terkait

Penelitian mengenai sistem monitoring barang logam dan non-logam ini didasari oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Tabel 2.8 merupakan penelitian terkait dari tugas akhir ini.

Tabel 2.8 Penelitian Terkait

No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat dan Tahun Penelitian	Pembahasan Jurnal
1	Implementasi HMI NB7W-TW00B Pemilah Barang Logam dan	Gozy Hermana, Ricky Maulana, Risfendra,	Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, 2023	Penelitian ini dalam penerapannya menggunakan HMI NB7W-TW00B untuk memonitoring barang logam dan non-logam.

No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat dan Tahun Penelitian	Pembahasan Jurnal
	Non Logam (Hermana <i>et al.</i> , 2023)	dan Juli Sardi		<p>Sebagai pusat kontrolnya, menggunakan PLC Omron CP1E. Dengan menggunakan jenis penelitian eksperimen, penelitian ini mencakup perancangan dan pembuatan <i>hardware</i> maupun <i>software</i> serta uji coba kinerja alat.</p>
2	Sistem Monitoring Mesin Pemilah Barang Berbasis PLC Mitsubishi Menggunakan MS. Excel (Zelfia <i>et al.</i> , 2023)	Nita Zelfia, Dinianti Luzi Mulyawati, Achmad Nur Aliansyah, St Nawal Jaya, Wa Ode Siti Nur Alam, dan Wa Ode Zulkaidah	Universitas Halu Oleo, Kendari, Sulawesi Tenggara, 2023	<p>Penelitian ini menggunakan PLC Mitsubishi FX1s yang diprogram melalui <i>software</i> GX Works 2. Dalam penelitian ini PLC digunakan untuk mengontrol sistem pemilah barang logam berdasarkan ukurannya. Untuk deteksinya, menggunakan 2 buah sensor <i>proximity</i> induktif yang data pembacaannya dimonitoring menggunakan <i>software</i> Microsoft Excel yang dipadukan dengan <i>software</i> MX Component dan MX Sheet.</p>
3	Alat Pendekripsi Logam Pada Makanan Berbasis Arduino UNO (Muhtarom <i>et al.</i> , 2020)	Farhan Muhtarom, dan Hansi Effendi	Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, 2020	<p>Penelitian ini membahas mengenai pendekripsi logam yang terdapat dalam makanan. Alat bekerja secara otomatis mendekripsi makanan-makanan yang terdeteksi logam dan yang tidak terdeteksi logam. Kemudian, jumlah</p>

No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat dan Tahun Penelitian	Pembahasan Jurnal
				tersebut dimonitoring sehingga dapat tampil pada LCD. Sebagai kontrolernya menggunakan arduino uno.
4	Rancang Bangun Alat Pemilah Makanan Mengandung Logam Berbasis Arduino (Waluyo <i>et al.</i> , 2023)	Catur Budi Waluyo, Abdullah Frans Maksum, dan Paulus Setiawan	Politeknik Negeri Semarang, Jawa Tengah, 2023	Penelitian ini mengembangkan sistem alat yang dapat mendekripsi kandungan logam dalam makanan berbasis arduino. Dalam pendekripsiannya menggunakan sensor <i>proximity</i> induktif LJ18A3-8-Z/BX. Apabila terdeteksi, motor servo akan memisahkan makanan tersebut dan hasilnya ditampilkan di LCD 16 × 2 dengan pengujian dilakukan sebanyak 20 kali pada masing-masing makanan yang mengandung logam dan yang tidak.
5	Perancangan Prototipe Sistem Deteksi Metal pada Conveyor Roti Berbasis Arduino (Maulana, 2018)	Tanzi Maulana	Universitas Siliwangi, Jawa Barat, 2018	Penelitian ini membahas mengenai pendekripsi metal yang terdapat di dalam roti. Menggunakan arduino sebagai kontrolernya, dan menggunakan sensor kit metal detector sebagai perangkat deteksinya. Sistem kerjanya apabila sensor mendekripsi potongan metal, maka akan dikirimkan sinyal ke arduino. Kemudian arduino akan mengirimkan

No.	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Tempat dan Tahun Penelitian	Pembahasan Jurnal
				sinyal ke LCD dan motor servo. Sehingga, hasil deteksi akan tampil pada layar LCD dan roti yang terdapat kandungan metal dipisahkan oleh motor servo.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, yang membedakan penelitian ini dengan penelitian terkait tersebut adalah penelitian ini dapat melakukan pemilahan atau penyortiran makanan yang mengandung barang logam dan yang tidak mengandung barang logam (non-logam) dengan menggunakan PLC sebagai kontrolernya. Kemudian proses tersebut dimonitoring oleh HMI (Weintek cMT-2078X) yang terkoneksi dengan internet, sehingga operator produksi dapat melakukan pemantauan secara langsung terhadap makanan yang mengandung barang logam dan yang tidak (non-logam) baik menggunakan HMI itu sendiri, *smartphone*, laptop, ataupun komputer. Kegiatan monitoring tersebut dapat diakses hanya dengan menggunakan sebuah *link project* khusus sehingga pemantauan dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja. Selain itu, *historical data* dari monitoring tersebut dapat diunduh sehingga memudahkan dalam hal proses pelaporan produksi.