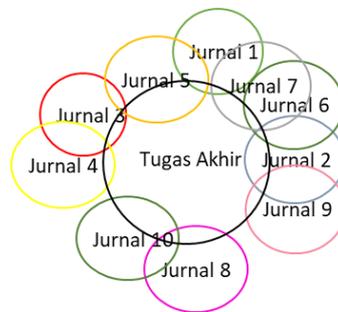


BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Studi Literatur

Studi literatur menjelaskan secara singkat mengenai berbagai teori yang berkaitan dengan subject yang akan diteliti. Studi literatur ini dapat diperoleh dari berbagai sumber pustaka. Tujuan diadakannya studi literatur ini adalah agar peneliti memahami definisi, dasar teori, karakteristik dan variable subject yang akan diteliti. Hal ini dapat menjadi acuan bagi peneliti untuk memulai penelitian.



Gambar 2. 1 Diagram Irisan

(Sumber : dokumentasi pribadi)

2.1.1 Perbandingan Penelitian Serupa

Tabel 2.1 menyajikan beberapa jurnal yang berkaitan dengan pengiriman data *parameter* dari sebuah *device*. Pada kesepuluh jurnal tersebut menjelaskan tentang sebuah protocol atau metode tentang komunikasi pengiriman *data register* dari PLC ke media lain dengan aplikasi yang berbeda beda, seperti *Matlab*, *OPC* dan juga menggunakan sebuah microcontroller yang terhubung dengan sebuah PLC.

Jurnal pertama membahas pengiriman data parameter antara PLC dengan personal computer menggunakan aplikasi *MATLAB*. Dalam makalah ini, penggunaan *OPC DA* server untuk membangun control real time proses antara *SCADA*, *MATLAB* dan PLC melalui *OPC* server yang memungkinkan pertukaran data yang aman dan handal. (Bagal et al., 2018)

Jurnal kedua menganalisa tentang pengiriman data melalui *local area network* melalui *FTP protocol*. Pengiriman data dilakukan menggunakan perantara *URI (universal Resource identifier)* yang memungkinkan pertukaran data antara *client* dan *server* lebih mudah karena dapat dilakukan langsung tanpa melalui perantara (Riswanto et al., 2018)

Jurnal ketiga menganalisa tentang penggunaan *HMI (human machine interface)* yang terdapat pada rangkaian PLC yang menampung data parameter didalam PLC untuk disimpan untuk kebutuhan penggunaan data ketika suatu saat ditemukan *abnormality*. (Mhetraskar, 2020)

Jurnal keempat menganalisa tentang PLC yang melakukan pengiriman data register menggunakan perangkat IEC 61131-3 yang digunakan sebagai pembuatan grafik, yang dapat mengoptimalkan fungsi predictive pada mesin. (Krupa et al., 2021)

Jurnal kelima membahas tentang control dan monitoring proses waste water treatment dengan menggunakan *Human machine interface* yang terhubung dengan HMI.(Ardi & Diana, 2020)

Jurnal keenam membahas tentang komunikasi *programmable logic controller* dengan *OPC* yang memungkinkan PLC mengirimkan data register dan melakukan komunikasi dengan *open platform communication protocol*(Ametov et al., 2021)

Jurnal ketujuh membahas tentang control sebuah mesin yang dapat dilakukan dari jarak jauh dengan memanfaatkan *programmable logic controller* menggunakan *CC-Link master module*(Ardi & Diana, 2020)

Jurnal kedelapan membahas tentang penggunaan *low power wide area network* untuk monitor kondisi air sungai, agar dapat dipantau dari jarak jauh oleh perangkat tertaut.(Lestari et al., 2019)

Jurnal kesembilan membahas fungsi PLC yang dapat memantau *anomaly* dari sebuah *power grid* dengan bantuan sensor yang berada pada power grid, pemantauan *anomaly* dapat dilakukan dari jarak jauh.(He et al., 2019)

Jurnal kesepuluh membahas tentang monitoring parameter dari nuclear plant, dengan bantuan system yang dijalankan oleh program yang diatur *programmable logic controller*.(Choi et al., 2020)

Tabel 2.1 Tabel Perbandingan Literatur

Ket.	Penulis	Judul	Metode	Hasil Akhir
Jurnal 1	Bagal,KN; Kadu, CB; Vikhe, PS; Parvat, BJ	PLC Based Real time process control using SCADA and MATLAB	Pengiriman data PLC ke server computer menggunakan MATLAB	PLC dapat mengirimkan data yang diterima dengan baik dan andal oleh server computer secara real time, namun data yang ditampilkan tidak dapat disimpan di computer server
Jurnal 2	Rahim, R; Aryza, S; Wibowo;P Harahap, AKZ;	Prototype file transfer protocol application for LAN and Wi-Fi Communication	Pengiriman data menggunakan dari client dan server menggunakan LAN	LAN dapat digunakan sebagai perantara untuk mengirim data antara client dan server, namun data yang dikirimkan bukan merupakan data dari PLC
Jurnal 3	Mhetraskar, SS; Namekar, SA; Holmukhe, RM Tamke, SM;	Industrial automation using PLC, HMI and its protocols based in real time data for analysis	Penyimpanan dan logging data parameter PLC pada HMI	Data parameter dalam PLC dapat dicatat secara realtime dan tersimpan dalam PLC. Namun belum ada metode untuk mengambil data pada PLC dari jarak jauh
Jurnal 4	Krupa, P; Limon,D; Alamo,T;	Implementation of model predictive	Penerapan model predictive	Menggunakan data parameter data PLC dengan

		control in programable logic controller	dalam programable logic controller	sebagai model predictive dengan menggunakan kurva data
Jurnal 5	Ardi,S; fairus,S; Sukma,SN;	Design of control and monitoring system for boiler wastewater treatment process using programable logic controller	Penerapan system control dan monitoring pada system wastewater treatment dengan PLC	System waste water treatment dapat dikontrol dan diketahui status parameternya melalui HMI yang terhubung dengan PLC
Jurnal 6	Ametov,FR; Bekirov,EA; Asanov,MM;	Organization of secure communication between programable logic controller using open platform communication protocol	Inisialisasi komunikasi PLC dengan menggunakan komunikasi open platform	Komunikasi antara PLC dan open platform protocol mempunyai kemungkinan berhasil dan juga ada potensi gagal tanpa adanya reconnecting
Jurnal 7	Ardi,S; Diana, FA;	Control system design of arc welding by hand machine based on PLC and CC-link naster module	Pengendalian mesin jarak jauh dengan menggunakan PLC lewat metode CC-link	Mesin dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan tetap dapat mencapai nilai yang diharapkan dari mesin tersebut
Jurnal 8	Lestari, DR Rusdinar,A Murti, MA Tawaqal, G Lee, D	Design og IoT-based river water monitoring robot data transmission using LPWAN communication technology	Pembuatan alat untuk mengirimkan status kandungan air sungai dengan technology LPWAN	Status kondisi air dapat dikirimkan melalui model low power wide area network dan dapat dimonitor oleh perangkat tertaut
Jurnal 9	He,Z; Raghavan,A; Hu,G; Chai,S;	Power grid controller anomaly detection with	PLC dihubungkan dengan sensor dan	PLC dapat melakukan monitoring terhadap status

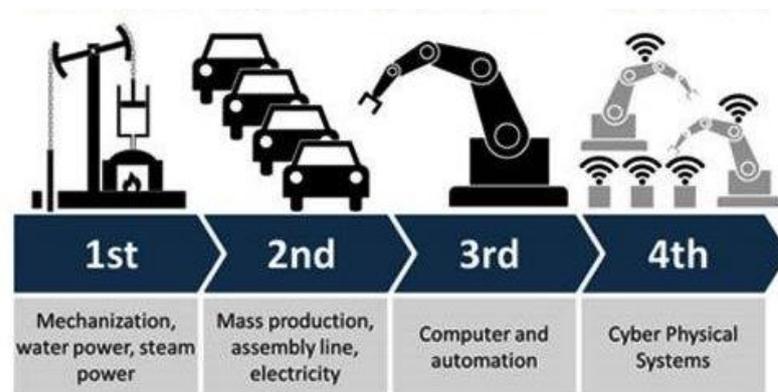
	Lee,R	enhanced temporal deep learning	alat ukur untuk mendeteksi anomaly pada power grid	power grid dan memberikan perintah sesuai dengan keadaan
Jurnal 10	Choi,MK; Yeun,YY; Seong,PH;	A novel monitoring system for data integrity of reactor protection system using blockchain technology	Pengamanan system monitoring pada nuclear power plant dengan block chain technology	System pengamanan monitoring dengan teknologi blockchain dimana pemantauan bisa dilakukan dari beberapa device yang meningkatkan keandalan monitoring
Tugas akhir	Ilham Tri Atmojo	Implementasi Pencatatan Dan Penyimpanan Data Parameter Mesin Otomatis Menggunakan Aplikasi <i>Mxsheet 2 Pada Programmable Logic Controller Mitsubishi Q Series</i>	Pencatatan dan penyimpanan data parameter PLC pada computer server	Data parameter pada PLC dapat dicatat dan disimpan secara otomatis pada computer server secara realtime dengan andal

Pada tugas akhir ini, dilakukan proses pencatatan dan penyimpanan data register secara otomatis, yang mengirim data register dari PLC secara langsung menggunakan aplikasi *MX sheet*. Penggunaan aplikasi *MX sheet* membuat setting pencatatan dan penyimpanan menjadi lebih mudah dan memiliki keakuratan yang sama baiknya dengan metode yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya.

2.2 Automasi Industri

Revolusi industri dimulai ketika pekerjaan menggunakan tangan mulai tergantikan dengan pekerjaan menggunakan mesin manufaktur, yang dimulai pada sekitar abad 18 (Trisyanti & Prasetyo, 2019). Periode industrialisasi pertama dimulai pada 1760 hingga pertengahan abad 19 dengan pengembangan mesin pemasnas otomatis, yang diikuti oleh periode kedua industrialisasi dimana mulai digunakan

mesin untuk produksi massal sebuah produk. Selanjutnya muncul teknologi digital yang disebut dengan teknologi generasi ketiga, yang mana pada awal abad ke 21, mulai berkembang pada teknologi generasi keempat.



Gambar 2. 2 Langkah dalam Revolusi Industri
(sumber : Pngwing.com)

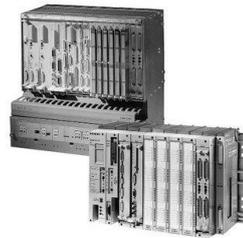
Automasi industri merupakan sebuah system dalam dunia industri yang menggunakan perangkat control dalam hal pengendalian proses operasi. Prosesnya sangat memungkinkan dilakukan secara otomatis, tanpa campur tangan manusia. Automasi industri sendiri memiliki 4 tahap dalam tahap, diantaranya : *BPM (Business Process automation)*, *RPA (Robotic Process automation)* *AI (artificial Intelligence)*, dan *Integration*(Ashima et al., 2021)

Ketika menerapkan kegiatan proses produksi, kedua definisi di atas pada dasarnya sangat luas. Istilah rekayasa otomatis didefinisikan sebagai penggunaan sistem kontrol yang dapat secara otomatis memindahkan manipulator atau struktur mekanis tanpa campur tangan manusia untuk menciptakan bidang baru yang disebut mekatronik(Khoirul Anaam et al., 2022)

Manfaat utama dalam automasi adalah peningkatan produktivitas, pengurangan keterlibatan manusia dalam pelaksanaan tugas-tugas yang memiliki potensi bahaya tinggi sehingga dapat meminimalisir potensi kecelakaan kerja, peningkatan kualitas produk yang di produksi, peningkatan kapasitas produksi, dan penurunan biaya produksi.

2.3 Programmable logic controller

Programmable logic controller yang seringkali dengan singkatan PLC, diperkenalkan pertama kali pada tahun 1969 oleh *modicon (gauld electronic)*, PLC merupakan tipe system control yang memiliki masukan atau yang biasa disebut input yang meliputi push button, limit switch, selector switch, sensor maupun reed switch, dan juga memiliki keluaran atau yang biasa disebut dengan output yang terhubung ke beban (relay, motor, valve, dsb)(Dafa et al., 2021)



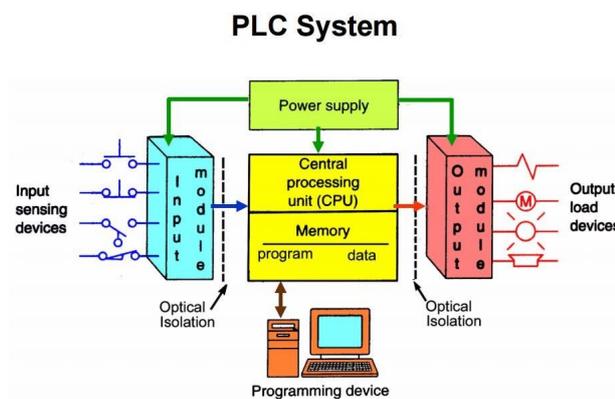
Gambar 2. 3 PLC pertama di dunia
(sumber : musbikhin.com)

Input merupakan sebuah perangkat yang berfungsi untuk mengirim sinyal ke dalam PLC, sinyal tersebut masuk ke PLC melalui pin-pin atau melalui sebuah terminal yang dihubungkan ke unit PLC. Tempat sinyal tersebut masuk kemudian disebut dengan masukan, ditempatkan dalam lokasi memori sesuai dengan status ON atau OFF pada PLC. Sedangkan bagian controller merupakan bagian yang memproses data atau perintah yang ada pada PLC seperti penghitungan, pengambilan keputusan, pengendalian dari input dan dikeluarkan pada bagian output. PLC digunakan untuk control feedback, pemrosesan data dan system monitor yang terpusat yang sangat memudahkan pekerjaan dalam dunia industri.(Fathahillah et al., 2020)

2.3.1 Prinsip kerja PLC

Secara umum PLC terdiri dari 4 komponen utama, yaitu *Power supply*, *Central processing unit (CPU)*, *programmer tools* dan *system* antarmuka input/output. Power supply berfungsi untuk memberikan daya listrik kepada CPU dan perangkat *input/output* yang terdapat pada PLC. CPU merupakan otak dari PLC yang memiliki fungsi untuk mengolah setiap perintah, dan melakukan pengambilan

keputusan untuk merespon sinyal yang dikirimkan oleh input dan untuk disalurkan untuk *output*. *Programmer tools* merupakan alat yang digunakan oleh seorang teknisi untuk berkomunikasi dengan *system PLC*, tools pemrograman yang digunakan untuk berkomunikasi sendiri berbeda-beda sesuai dengan brand PLC yang digunakan. Yang terakhir *input/output* merupakan *component* dari sebuah *interface* yang terhubung dengan system operasi PLC.(Evalina & Azis, 2018)



Gambar 2. 4 Komponen utama PLC
(sumber : wikielektronika.com)

Pada dasarnya, system kerja PLC cukup sederhana, peralatan masukan (sensor,switch) dikoneksikan dengan modul input dan perangkat keluaran (motor,lampu,valve) dikoneksikan dengan modul output. Peralatan input akan mengirimkan sinyal ke PLC, lalu CPU PLC akan mengolah sinyal yang diterima dari masukan sesuai program yang telah ditetapkan pada PLC tersebut, jika syarat aktifnya sebuah output sudah terpenuhi, CPU PLC akan mengirimkan sinyal untuk menyalakan output sesuai perintah yang diberikan.(Goeritno & Pratama, 2020)

2.3.2 Jenis- jenis PLC

PLC yang tersedia di pasaran, umumnya terbagi menjadi 2 jenis tipe, yaitu tipe compact dan Tipe modular. PLC tipe compact merupakan sebuah PLC yang telah terintegrasi menjadi 1 antara *power supply*, modul *input*, modul *output* dan juga CPU dari PLC.



Gambar 2. 5 PLC Type compact
(sumber : mitsubishielectric.com)

Selain PLC type *compact*, dikenal juga plc dengan tipe modular pada tipe modular setiap jenis perangkat PLC terdiri terpisah, mulai dari *power supply*, *CPU*, *input*, *output*, modul analog-digital converter, modul *digital-analog converter*, modul *positioning*, modul ethernet serta modul *CC-link*



Gambar 2. 6 PLC type Modular
(sumber : mitsubishielectric.com)

2.3.3 Programable logic controller Mitsubishi

Mitsubishi merupakan salah satu brand yang telah mulai memproduksi PLC dari awal tahun 1980-an dan masih aktif memproduksi PLC sampai 2022, Mitsubishi memiliki beberapa tipe untuk jenis compact dan juga beberapa tipe untuk jenis modular. Selain dari bentuknya yang berupa compact atau modular, PLC Mitsubishi memiliki beberapa tingkatan untuk tiap jenis-jenis PLC nya, tersedia PLC dengan performance medium sampai sangat cepat dan juga PLC dengan memory sedang sampai PLC yang memiliki memory besar.

2.3.4 Jenis Modul Pada PLC Mitsubishi

Pada PLC Mitsubishi, terutama tipe modular, terdapat beberapa modul yang dapat dipasang sesuai kebutuhan dari mesin yang hendak dikembangkan, modul-modul yang tersedia pada PLC Mitsubishi adalah sebagai berikut :

a. Modul *CPU*

Modul *CPU* merupakan modul yang memiliki fungsi untuk mengolah sinyal yang diterima dan memberikan perintah untuk *output PLC*. Pada modul *CPU* terdapat program yang digunakan untuk mengolah data dan juga memberi perintah pada mesin

b. Modul *Input* dan *Output*

Modul input merupakan sebuah modul yang berfungsi untuk menangkap sinyal yang dikirimkan oleh perangkat masukan yang terhubung kepada PLC. Sementara Modul *Output* merupakan modul yang menerima sinyal dari PLC untuk menyalakan/mematikan keluaran sama seperti yang terprogram.

c. Modul *Analog* dan *Digital Converter*

Pada PLC Mitsubishi terdapat modul untuk mengubah jenis sinyal dari sinyal analog menjadi sinyal digital, ataupun sebaliknya dari sinyal digital menjadi sinyal analog. Pada modul *input converter* PLC menerima tegangan 0-10 V atau arus 0-20mA untuk dikonversikan menjadi *bit data* dalam PLC, sementara pada modul output, PLC mengubah bit data di dalam PLC menjadi tegangan 0-10 V atau 0-20mA untuk diberikan kepada sebuah output.

d. Modul *Network*

Pada PLC Mitsubishi terdapat beberapa jenis modul *network* seperti *ethernet*, *modbus* dan *CC-link*. Modul ini berfungsi untuk menghubungkan sebuah PLC dengan PLC yang lain ataupun dengan sebuah *local area network*.



Gambar 2. 7 *Seamless Communication* pada PLC Mitsubishi
(sumber : mitsubishielectric.com)

2.3.5 GX work 2

GX Works2 adalah software yang digunakan untuk memprogram PLC Mitsubishi. Pemrograman dengan menggunakan *software GX Works2* dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu menggunakan *Ladder Diagram*, *SFC (Sequential Flow Chart)*, dan *Intelligent Function*. Ketiga cara tersebut memiliki fungsi untuk mempermudah user terhubung dengan PLC melalui PC. (Mitsubishi, 2015)

2.3.5.1 Device dalam GX work 2

Device dalam *GX work 2* merupakan elemen imajiner dari pemrograman di *CPU Programmable logic controller* yang merupakan komponen dari sebuah program.

Diantara banyaknya jenis device dalam *GX Work 2*, terdapat beberapa jenis device yang sering digunakan, dan merupakan komponen utama dari pemrograman *PLC pada GX work 2*

a. X (*input*)

X merupakan *device* untuk melambangkan sebuah masukan yang dihubungkan dengan PLC. X dalam *GX work 2* akan aktif dan non aktif tergantung dengan kondisi masukan (*sensor, switch, button, etc*) yang dialamatkan kepada X tersebut

b. Y (*output*)

Y merupakan device untuk melambangkan sebuah keluaran yang terhubung dengan PLC, Y dalam *GX work 2*, akan aktif ketika syarat-syarat aktif dalam

pemrogramannya telah terpenuhi. Y yang aktif akan menyalakan keluaran dari PLC, misalnya *lampu, motor, valve, etc.*

c. M (*internal Relay*)

M merupakan device imajiner yang hanya terdapat dalam PLC, device M berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan masukan dan keluaran, dalam kehidupan nyata, device M memiliki fungsi yang sama dengan relay atau contactor.

d. D (*data register*)

data register merupakan sebuah memori yang terdapat pada PLC, data register memiliki banyak kegunaan, memori yang disimpan dalam *device D*, bisa berasal dari input manusia pada *Human machine interface*, hitungan dari *sensor*, nilai dari sebuah alat ukur, ataupun berisi sebuah kata atau huruf yang didapatkan dari scanning *device* seperti *barcode reader* atau *scanner*.

2.3.6 MX Component

MX Component merupakan sebuah aplikasi yang dirancang untuk mengimplementasikan komunikasi dari komputer (PC) ke *Programmable logic controller* dengan pengaturan yang ringkas guna menghubungkan keduanya. *Mx component* dikembangkan untuk mempermudah komunikasi serial maupun *ethernet*, sehingga pengguna dapat mempelajari dan menggunakannya dengan mudah. Saat menghubungkan sebuah PLC ke computer, penggunaan MX component sangat aman karena tidak akan mengganggu kinerja mesin maupun computer yang digunakan. (Mitsubishi, 2012a)

2.3.7 MX Sheet 2

Mx sheet 2 merupakan sebuah aplikasi yang memungkinkan penggunaanya untuk melakukan pencatatan dan penyimpanan data, dengan simple, tanpa memerlukan banyak setting, dan merupakan dapat terhubung dengan aplikasi yang sering digunakan, yaitu *Microsoft excel*.

Mx sheet mempunyai berbagai fungsi, diantaranya yaitu, fungsi pencatatan, fungsi monitoring, fungsi penulisan, fungsi catatan alarm, fungsi pencatatan error,

fungsi comment, fungsi print otomatis serta fungsi penyimpanan otomatis. (Mitsubishi, 2012b)

2.3.7.1 Fungsi Pencatatan dalam *MX sheet*

MX sheet memiliki fungsi pencatatan yang berfungsi untuk menyimpan data register yang ada dalam sebuah PLC, namun untuk melakukan fungsi pencatatan, *MX sheet* harus melalui beberapa tahap diantaranya :

a. Inisialisasi

Inisialisasi pada *MX sheet*. Dimulai dengan luasan kolom yang akan digunakan untuk pencatatan dalam *Microsoft excel*, yang mana mengatur jumlah baris dan kolom dari sheet yang akan dicatat. Proses inisialisasi juga mengatur tentang nomor *device* PLC yang akan dicatat, type data dari *device* tersebut, dan unit atau satuan dari data register yang digunakan.

b. *Interval* pencatatan

setelah menentukan *device* apa saja yang harus dicatat, ditentukan pula waktu operasi dari pencatatan, missal pada jam atau hari tertentu kah, ataukah pencatatan dilakukan setiap saat dalam setiap harinya. Selain waktu pencatatan perlu diatur juga jeda dalam pencatatannya, jeda pencatatan bisa diatur pada tiap detik, ataupun diatur untuk mencatat hanya ketika jam yang ditentukan.

c. Pemicu pencatatan

pemicu pencatatan merupakan perintah untuk menentukan kapan waktu pencatatan dilakukan, pemicu pencatatan dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu bit *device*, dan word *device*. Ketika menggunakan bit *device* pemicu pencatatan ditentukan oleh nyala atau matinya sebuah *device* dalam PLC. sementara ketika menggunakan pencatatan dengan word *device*, nilai parameter akan dicatat ketika nilai data register PLC sesuai dengan angka yang di terapkan dalam *MX SHEET*, yang bisa berupa nilai data register kurang dari, lebih dari ataupun dalam range yang ditentukan dalam *MX SHEET*

2.3.7.2 Fungsi Penyimpanan dalam *MX Sheet*

Selain fungsi pencatatan, *MX SHEET* memiliki fungsi untuk melakukan penyimpanan otomatis, penyimpanan otomatis dapat disetting untuk dilakukan

misalnya pada setiap komunikasi di hentikan, setiap waktu yang dikehendaki, ataupun menunggu masukan dari PLC. pada fungsi penyimpanan ini diatur juga, apakah data yang telah dicatat, akan dihapus setelah proses penyimpanan ataukah data sebelumnya akan tetap dibiarkan ada.

2.4 Parameter Uji dalam MX Sheet

Pada aplikasi MX sheet, ada beberapa parameter uji yang mempengaruhi kinerja dalam proses pengiriman data register. Parameter yang mempengaruhi kinerja mxsheet diantaranya, jumlah byte data tercatat, error ketika proses pengiriman dan delay.

2.4.1 Ukuran data

Dalam proses pencatatan data register yang dikirim dari PLC, lama kelamaan ukuran data file akan semakin besar jika tidak dilakukan penyimpanan dan penghapusan log data register, banyaknya data register yang dicatat akan mempengaruhi ukuran file yang disimpan. Dalam penelitian ini akan diuji terkait pengaruh besar data terhadap performance pengiriman data

2.4.2 Error

Dalam proses pengiriman data register yang dikirimkan dari PLC selalu ada potensi kegagalan pengiriman data. Kegagalan dalam pengiriman data *register* tersebut disebut dengan *error*, *error* tersebut dapat terjadi ketika terjadi abnormality pada jaringan komunikasi. Dalam penelitian ini akan diuji terkait presentase *error* dalam pengiriman data *register*, ketika jaringan dalam kondisi normal.

2.4.3 Delay

Delay merupakan jarak antara waktu pengiriman data dengan waktu sampainya data pada *server*. Dalam penelitian akan diuji mengenai pengaruh jumlah data register dikirim dan Panjang jaringan terkait *delay* pencatatan data *register*

2.4.4 Akurasi

Akurasi merupakan kesesuaian data register yang tercatat pada *human machine interface* yang terhubung dengan PLC dibandingkan dengan data register yang tercatat pada aplikasi *MX sheet*

2.5 Kabel *Local Area Network*

Kabel *Local area network* atau biasa disebut kabel LAN merupakan jenis kabel jaringan yang umum digunakan pada jaringan kabel yang digunakan untuk menghubungkan perangkat seperti PC, router, dan sakelar dalam jaringan area local pada suatu wilayah.

Berbagai jenis kabel LAN disesuaikan berdasarkan panjang dan daya tahan, jika kabel jaringan LAN terlalu panjang atau berkualitas buruk, maka akan membuat terjadinya gangguan, delay ataupun kegagalan pada system komunikasinya .

Umumnya panjang jaringan yang digunakan untuk sebuah kabel LAN adalah 100 meter, namun jika dibutuhkan kabel lebih panjang, dapat digunakan penghubung yang disebut RJ-45 coupler.

Kabel LAN sendiri memiliki beberapa jenis yang berbeda-beda terdapat kabel dengan tipe UTP (Unshielded twisted pair) dan STP (Shielded twisted pair).

2.5.1 UTP (Unshielded twisted pair)

Kabel UTP dikatakan "*unshielded*" dikarenakan tidak memiliki pelindung yang terbuat dari aluminium seperti kabel jenis twisted pair lainnya. Jika dilihat dari bentuk, kabel ini saling melingkar sehingga disebut "*twisted pair*".

Pada kabel UTP sendiri terdapat beberapa jenis kabel yang berbeda, terkait spesifikasi dan kemampuan untuk komunikasinya. Jenis-jenis kabel UTP tersebut, diantaranya sebagai berikut :

- a. Kabel Cat1 atau UTP kategori 1 ini adalah jenis pertama dari UTP yang memiliki kecepatan transmisi rendah sekitar 1 Mbps. Kabel ini umumnya digunakan untuk menyambungkan telepon analog.

- b. Kabel Cat2 atau kategori 2 ini mampu mentransmisikan data hingga 4 Mbps. Berbeda dengan kategori analog, UTP Cat 2 ini sudah bisa mengirimkan suara digital pada jaringan IBM token ring.
- c. Kabel Cat3 atau kategori 3 memiliki kecepatan lebih tinggi menjadi 10 Mbps. Fungsinya seperti menggabungkan dua kategori sebelumnya, yaitu digital dan suara yang dilengkapi dengan kecepatan yang lebih baik.
- d. Kabel Cat4 memiliki kecepatan transmisi 6 Mbps lebih cepat dari generasi sebelumnya. Meski begitu, kabel Cat4 juga sudah tidak sesuai dengan zaman. Pada masanya, ini digunakan sebagai pembuatan topologi jaringan token ring.
- e. Kabel cat 5 merupakan kabel yang sering digunakan saat ini, dimulai dari tipe Cat 5 yang kecepatan transmisi datanya lebih besar berkali lipat dibandingkan kategori sebelumnya, yaitu 100 Mbps. Kategori ini juga dikembangkan lagi menjadi kabel Cat 5e. Kecepatannya masih sama, namun frekuensi sinyalnya lebih tinggi dari versi sebelumnya sekitar 100 Mhz.
- f. Kabel Cat6 merupakan kabel dengan kategori paling tinggi pada saat ini, kabel Cat6 ini mampu mentransfer data 10 kali lebih cepat dibandingkan tipe sebelumnya. Artinya kecepatannya sekitar 1 Gbps. Frekuensi sinyalnya juga tinggi yaitu mencapai 200 Mhz.

2.5.2 STP (Shielded Twisted Pair)

kabel STP merupakan kepanjangan dari *Shielded Twisted Pair*. Kabel ini mempunyai selubung pelindung dengan dua buah selubung yang melindungi tiap kabel. Kabel ini memiliki bentuk yang berbeda dengan kabel UTP, yaitu kabel STP memiliki 4 buah kawat tembaga di dalam kabelnya. Selain pada perangkat elektronik, kabel STP juga umum Anda temukan dalam penggunaan jaringan data serta jaringan Token-Ring IBM.