

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dari penelitian terdahulu digunakan untuk membantu dalam mengembangkan alternatif solusi berdasarkan permasalahan yang terdapat pada PT Indokuat Sukses Makmur. Selain itu, tinjauan pustaka dari penelitian terdahulu juga digunakan untuk mengembangkan alternatif metode yang sesuai berdasarkan alternatif solusi yang terpilih. Penelusuran tinjauan pustaka berdasarkan penelitian terdahulu membantu dalam mempercepat proses pemilihan solusi dan metode sehingga perancangan solusi terpilih dapat cepat diimplementasikan.

2.1.1. Tinjauan Pustaka untuk Pengembangan Alternatif Solusi

Pengumpulan data dari mesin dapat dilakukan dengan menggunakan formulir pengecekan atau dapat disebut juga formulir inspeksi. Selain untuk mengumpulkan data dari mesin, formulir inspeksi dipakai juga untuk mengecek kondisi mesin. Rusmana (2016) membuat model lembar inspeksi untuk pengecekan mesin ukur koordinat. Hasil dari penggunaan lembar inspeksi menunjukkan bahwa hasil pengecekan pengukuran benda dapat dibaca dengan mudah. Selain itu, data yang dicatat pada lembar instansi dapat disesuaikan format kebutuhan data yang dibutuhkan oleh instansi atau perusahaan. Penggunaan lembar formulir juga dilakukan oleh Hamid (2016) dalam membuat model perawatan mesin dengan sistem PMC (*Preventive Maintenance Control*) di *workshop* teknik permesinan Universitas Negeri Padang. Penggunaan formulir inspeksi membantu di dalam proses perawatan mesin yang ada di *workshop*. Mesin yang harus diperbaiki dan jadwal perbaikan yang harus dilakukan dapat diketahui melalui data hasil pengecekan dengan menggunakan formulir inspeksi.

Pengambilan data untuk pengecekan *output* yang dihasilkan oleh mesin dapat dilakukan dengan menggunakan teknik sampel. Penggunaan teknik sampel akan membantu mempercepat proses pengecekan karena pengecekan tidak dilakukan terhadap semua *output* melainkan hanya pada beberapa sampel *output* saja. Salah satu teknik sampel yang digunakan untuk mengambil sampel pada interval tertentu adalah teknik sampel sistematis. Firmansyah & Dede (2022) menjelaskan bahwa pengambilan sampel dengan menggunakan teknik sistematis memiliki

kelebihan di mana sampel yang diambil akan tersebar secara merata di keseluruhan populasi. Selain itu, penggunaan teknik sampel sistematis lebih mudah dilakukan daripada teknik sampel lainnya. Hasil data yang didapat akan mewakili keseluruhan populasi pada interval tertentu. Hal tersebut akan memudahkan dalam mengecek keseluruhan *output* yang dihasilkan oleh mesin.

Mikrokontroler dapat digunakan untuk melakukan akuisi data dari mesin menggunakan bantuan komunikasi melalui modbus. Tipe modbus yang dapat dipakai untuk berkomunikasi dengan mesin adalah TCP dan RTU. Prastiwi dkk (2023) menggunakan mikrokontroler jenis ESP32 untuk membuat integrasi komunikasi PLC Siemens S7-1200 dengan *Human Machine Interface* (HMI). ESP32 yang digunakan dihubungkan dengan PLC melalui komunikasi modbus TCP. Waktu yang diperlukan mikrokontroler ESP32 untuk proses pembacaan dan pengiriman data PLC adalah 0,97 detik dengan persentase *error* 0%. Sementara itu, Amaliawati dkk (2020) menggunakan mikrokontroler jenis Raspberry Pi untuk membuat sistem komunikasi dengan PLC. Komunikasi modbus yang dipakai untuk menghubungkan Raspberry Pi dengan PLC adalah modbus RTU. Hasil perancangan sistem menunjukkan bahwa Raspberry Pi membutuhkan waktu rata-rata 2,16475 detik untuk membaca data dari PLC. Persentase kesalahan dalam membaca data dengan menggunakan sistem Raspberry Pi adalah 0%.

Data dari PLC terkadang perlu divisualisasikan untuk memudahkan dalam melakukan analisis dan pembacaan data mengenai kondisi mesin. Terdapat beberapa *platform* yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan data secara otomatis. Zerk dkk (2023) menggunakan *platform* MATLAB untuk memvisualisasikan data yang didapat dari PLC. Protokol komunikasi yang digunakan oleh Zerk dkk dalam menghubungkan PLC dengan *platform* MATLAB adalah OPC-UA (*Open Platform Communications Unified Architecture*). Hasil pengolahan data secara otomatis dengan menggunakan *platform* MATLAB divisualisasikan dalam bentuk grafik. Data yang ingin divisualisasikan dapat ditentukan secara fleksibel menggunakan *platform* MATLAB. Efendi dkk (2023) menggunakan *platform* lain dalam membuat visualisasi data dari PLC. *Platform* yang digunakan Efendi dkk adalah Grafana. Sistem yang dirancang menggunakan komunikasi dengan basis *Internet of Things* (IoT) untuk menghubungkan PLC dengan Grafana. Hasil dari sistem yang dirancang menunjukkan rata-rata jumlah data yang dapat dicatat pada Grafana adalah 0,2% dengan penyimpangan pembacaan 2%.

Proses pengambilan data dari PLC tidak terlepas dari gangguan yang membuat data PLC menjadi tidak dapat diperoleh. Gangguan dalam komunikasi dengan PLC dapat juga membuat adanya kerusakan pada sistem PLC sehingga PLC berhenti beroperasi. Diperlukan sistem tersendiri untuk menjaga PLC agar dapat terus beroperasi. Zubair dkk (2022) menggunakan PEM (PLC mEMory extractor) untuk membuat salinan data PLC yang dapat mengontrol PLC fisik tanpa merusak sistem pada PLC. Hasil dari penggunaan PEM menunjukkan bahwa *firmware* yang dibuat dari salinan data PLC dapat mengidentifikasi gangguan luar yang menyerang PLC. Sistem lain yang dapat digunakan untuk mengurangi gangguan dari luar saat berkomunikasi dengan PLC adalah penggunaan Cyber PLC. Sistem ini digunakan oleh Lin dkk (2019) untuk mengontrol pengambilan keputusan pada sistem yang menggunakan PLC sebagai penggerak. Cyber PLC menggunakan protokol MQTT untuk proses transfer data dari PLC ke jaringan server. Hasil sistem menunjukkan bahwa proses transfer data dapat dilakukan secara tepat sasaran dan kerahasiaan data dapat tetap terjaga.

2.1.2. Tinjauan Pustaka untuk Pengembangan Alternatif Metode

Salah satu metode yang digunakan dalam perancangan sistem informasi untuk pengecekan mesin adalah metode *Rapid Application Development* (RAD). Metode ini adalah model pengembangan perangkat lunak *incremental* untuk waktu pengerjaan yang pendek. Perangkat lunak yang dikembangkan dengan metode ini dapat memberikan *feedback* kepada penggunanya. Hal tersebut dapat bermanfaat untuk keperluan pengecekan mesin pada perusahaan. Metode RAD pada umumnya terdiri atas 4 fase, yaitu fase analisis, fase desain, fase pengodean/pembuatan sistem informasi dan pengujian, fase implementasi dan pemeliharaan sistem informasi. Marsigit & Wansen (2020) menggunakan metode ini untuk pengembangan aplikasi sistem informasi pada android yang digunakan sebagai pengecekan kondisi mesin di PT Katsushiro Indonesia. Hasil dari pengembangan aplikasi ini memberikan kemudahan operator dalam melaporkan kondisi mesin secara *real time*.

Metode RAD juga digunakan oleh Aligusri (2015) dalam melakukan perancangan sistem akuisi data yang terotomasi untuk melakukan pengukuran kinerja proses mesin di PT ABC. Pengembangan sistem ini dilakukan dengan pembuatan aplikasi *desktop*. Hal ini menunjukkan bahwa metode RAD dapat digunakan untuk pengembangan aplikasi android maupun *desktop*. Perancangan yang dilakukan Aligusri (2015) memiliki tujuan untuk menyediakan sistem informasi manufaktur

yang dapat memantau kinerja proses produksi dengan *overall equipment effectiveness* (OEE). Data-data kinerja mesin yang dihitung dengan menggunakan metode OEE adalah data yang didapat secara *real time* pada saat proses produksi. Perhitungan kinerja mesin dengan menggunakan data *real time* memberikan kemudahan untuk keperluan pemantauan oleh *supervisor* atau pemutusan tindakan yang perlu dilakukan terhadap mesin.

Metode *system development life cycle* (SDLC) digunakan oleh Kristanto dkk. (2022) dalam melakukan perancangan sistem informasi pencatatan. Perancangan yang dilakukan bertujuan untuk membantu proses pencatatan data bagian rumah tangga Universitas Sebelas Maret Surakarta. Model yang digunakan dalam perancangan adalah model *waterfall*. Model tersebut digunakan untuk menggambarkan alur sistem informasi yang berlangsung, mulai dari atas sampai bawah. Tahapan-tahapan yang digambarkan dalam model *waterfall* tidak dapat dilakukan secara bersamaan. Tahapan pertama dalam model *waterfall* yang digambarkan adalah *requirement analysis and definition*, dalam tahapan ini dilakukan pengumpulan data untuk menganalisis sistem pencatatan data yang sedang berjalan. Tahapan selanjutnya adalah *system and software design* yang dilanjutkan dengan tahapan *implementation and unit testing*. Kedua tahapan tersebut merupakan tahapan di mana sistem informasi didesain dan dibuat untuk kemudian dilakukan pengujian sederhana. Setelah melalui tahapan tersebut, tahapan yang dilakukan selanjutnya adalah *integration and system testing* yang kemudian dilanjutkan dengan tahapan *operation and maintenance*. Sistem informasi yang sudah dibuat dan diuji kemudian diterapkan pada keseluruhan sistem pada tahapan tersebut yang dilanjutkan dengan pemantauan/*maintenance*.

Saragih & Silalahi (2023) juga menggunakan model *waterfall* dalam perancangan sistem informasi *maintenance* mesin berbasis PLC. Hasil penelitian dengan menggunakan metodologi model *waterfall* adalah sistem informasi yang dapat dengan cepat menyimpan data dengan akurat. Hal tersebut dikarenakan dalam proses perancangan sistem informasi menggunakan model *waterfall* dilakukan analisis secara bertahap semua kebutuhan proses pada objek yang diteliti. Analisis juga dilakukan secara berurutan dari kebutuhan proses yang pertama sampai dengan yang terakhir. Sistem informasi yang dirancang pun dapat tepat sasaran sesuai dengan kebutuhan setiap proses yang ada.

Metode dengan pendekatan *Object Oriented Analysis* (OOA) dan *Object Oriented Design* (OOD) merupakan metode pendekatan dalam analisis sistem yang memisahkan antara data dan proses. Pendekatan OOA akan menghasilkan representasi permasalahan pada suatu sistem dengan menggunakan serangkaian objek. Pendekatan OOA dan OOD dapat digunakan dalam pengembangan *software* untuk keperluan sistem informasi. OOA dan OOD memiliki kelebihan dalam hal *maintainability*, yaitu kemudahan penyesuaian terhadap perubahan-perubahan yang ada di dalam pengembangan *software*. Kelebihan lain dari OOA dan OOD dalam pengembangan *software* adalah dapat mengurangi kompleksitas sistem yang dirancang. Selain itu, OOA dan OOD juga memiliki kelebihan dalam hal *reusability* di mana kekurangan dari *software* yang dihasilkan dapat diperbaiki tanpa melakukan perubahan signifikan pada model dasar. Yuliandra & Jaeba (2017) menggunakan metode OOA dan OOD dalam perancangan sistem informasi perawatan mesin di PT XYZ. Hasil sistem informasi yang dirancang menggunakan metode OOA dan OOD mempermudah Kepala Pabrik dalam mengambil keputusan mengenai perawatan mesin. Keputusan mengenai penjadwalan perawatan mesin, persediaan komponen mesin, dan biaya perawatan mesin dapat dengan mudah didapat menggunakan sistem informasi yang dirancang.

Pendekatan lain yang dapat digunakan dalam perancangan sistem informasi adalah *Computerized Maintenance Management System* (CMMS). Pendekatan dengan menggunakan CMMS akan membantu dalam menjaga mesin, menghindari kerusakan mesin, dan memaksimalkan efisiensi operasional. Komponen yang terdapat CMMS secara umum adalah *works orders*, *inspections*, *preventive maintenance*, *corrective maintenance*, *aset management*, dan *inventory control*. CMMS dapat memberikan fungsi yang sangat penting bagi industri manufaktur. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan CMMS perusahaan akan dapat meningkatkan operasional mereka, meminimalkan kerusakan, dan memperpanjang umur mesin. Sistem informasi yang dirancang dengan menggunakan pendekatan CMMS dapat membantu perusahaan dalam menghemat biaya dan meningkatkan produktivitas. Sistem informasi tersebut akan menyediakan semua informasi sesuai dengan komponen-komponen yang terdapat pada CMMS.

Tabel 2.1. Mapping Tinjauan Pustaka Penelitian Terdahulu

Penulis	Objek	Kategori Objek	Permasalahan	Tujuan	Solusi	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Efendi dkk. (2023)	PLC SIEMENS LOGO.	Argo Industri.	Akuisi data dari PLC yang tidak dapat dilakukan secara otomatis dan tidak dapat dikontrol secara jarak jauh.	Membuat sistem akuisi data dengan menggunakan <i>cold storage</i> .	Perancangan sistem akuisi data menggunakan basis <i>Internet of Things</i> (IoT) pada <i>Cold Storage</i> untuk PLC SIEMENS LOGO	Tidak dijelaskan secara spesifik di dalam perancangan.	Proses akuisi data dapat dilakukan dengan waktu kurang dari 1 detik. Penyimpangan pembacaan data PLC rata-rata sebesar 2%. Perbedaan jumlah data yang diakuisi sebesar 0,2%.
Prastiwi dkk. (2023)	PLC SIEMENS S7-1200.	Industri manufaktur.	Komunikasi dengan PLC yang tidak efektif dan efisien.	Merancang sistem yang dapat mengoptimalkan komunikasi dengan PLC.	Pengintergrasian komunikasi modbus TCP untuk berkomunikasi dengan PLC menggunakan ESP32 dan HMI.	Tidak dijelaskan secara spesifik di dalam perancangan.	Waktu yang diperlukan mikrokontroler ESP32 untuk proses pembacaan dan pengiriman data PLC adalah 0,97 detik dengan persentase error 0%.
Saragih & Silalahi (2023)	Tidak dijelaskan secara spesifik.	Industri manufaktur.	Pengambilan data masa lalu mengenai laporan perbaikan/kondisi mesin kurang cepat dan akurat.	Memperbaiki proses <i>maintenance</i> mesin menjadi lebih baik dan akurat berdasarkan data yang ada.	Pembuatan aplikasi web untuk <i>maintenance</i> mesin berbasis data PLC.	<i>Waterfall development method</i> (metode pengembangan air terjun).	Aplikasi yang dibuat mampu menampilkan/menyimpan data kebutuhan <i>maintenance</i> dengan lebih akurat dan cepat.
Zerk dkk. (2023)	Departemen Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi, Cadi Ayyad University, Maroko.	Argo Industri.	Tingginya biaya penggunaan alat kendali <i>real-time</i> untuk laboratorium penelitian <i>Renewable Energy Systems</i> (RES).	Merancang <i>platform</i> kendali <i>real-time</i> yang hemat biaya.	Perancangan komunikasi PLC dengan MATLAB menggunakan komunikasi OPC-UA (<i>Open Platform Communications Unified Architecture</i>).	<i>Embedded coder</i> .	Hasil pengolahan data PLC dapat divisualisasikan secara fleksibel menggunakan <i>platform</i> MATLAB secara cepat sehingga menghemat waktu dan biaya.

Tabel 2.1. Lanjutan

Penulis	Objek	Kategori Objek	Permasalahan	Tujuan	Solusi	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Firmansyah dkk (2022)	Tidak dijelaskan secara spesifik.	Instansi pendidikan.	Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian yang tidak sesuai dengan permasalahan pada objek penelitian.	Membantu dalam pemilihan teknik sampling yang sesuai dengan permasalahan pada penelitian.	Memberikan referensi mengenai jenis teknik sampling berdasarkan fungsinya yang dapat digunakan di dalam penelitian.	Pendekatan deskripsi kualitatif	Memberikan penjelasan mengenai kelebihan dan kekurangan dari setiap jenis teknik sampling yang membantu dalam proses penelitian.
Kristanto dkk (2022)	Bagian Rumah Tangga UNS.	Instansi pendidikan.	Saran dan prasarana yang belum/sudah dilakukan perawatan sulit dibedakan karena pencatatan masih dilakukan secara manual.	Merancang sistem informasi untuk membantu pencatatan data barang sarana dan prasarana bagian rumah tangga UNS.	Perancangan sistem informasi dengan web dan basis data MySQL.	<i>System Development Life Cycle (SDLC)</i>	Penyusunan laporan sarana prasarana menjadi lebih efektif dan efisien.
Zubair dkk. (2022)	<i>Industrial Control System (ICS)</i> .	Industri manufaktur.	Serangan siber saat melakukan akuisi data PLC sulit terdeteksi.	Merancang sistem yang dapat mengontrol PLC fisik serta mengidentifikasi serangan siber pada PLC.	Perancangan PEM untuk membuat salinan data PLC sehingga PLC dapat dikontrol tanpa merusak sistem PLC.	Tidak dijelaskan secara spesifik di dalam perancangan.	Sistem PEM yang dirancang dari salinan data PLC dapat mengidentifikasi gangguan luar yang menyerang PLC.
Amaliawati dkk. (2020)	PLC SIEMENS S7-200 CPU 226 AC/DC/RELAY.	Industri manufaktur.	<i>Monitoring device</i> PLC yang masih dilakukan secara manual dan dikerjakan hanya di dalam area industri.	Merancang <i>monitoring device</i> dan kendali jarak jauh untuk PLC.	Perancangan <i>user interface</i> dan <i>monitoring device</i> jarak jauh melalui Raspberry Pi menggunakan protokol komunikasi modbus RTU.	Tidak dijelaskan secara spesifik di dalam perancangan.	Raspberry Pi membutuhkan waktu rata-rata 2,16475 detik untuk membaca data dari PLC dengan persentase kesalahan 0%.

Tabel 2.1. Lanjutan

Penulis	Objek	Kategori Objek	Permasalahan	Tujuan	Solusi	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Marsigit & Wansen (2020)	PT Katsushiro Indonesia.	Industri logam dan besi.	Mesin produksi sering mengalami kerusakan karena keterbatasan sistem informasi di <i>line</i> produksi.	Membangun sistem informasi yang terintegrasi untuk membantu proses perawatan mesin.	Membuat program aplikasi android.	<i>Rapid Application Development (RAD)</i> .	Sistem informasi yang dibuat membantu operator mesin untuk melaporkan kondisi mesin ke pihak <i>maintenance</i> .
Chairiyah dkk. (2019)	PT PMKS-BPJ.	Industri makanan.	Belum ada jadwal mengenai perawatan mesin dan ketidaksesuaian data mengenai <i>spare part</i> yang mengakibatkan <i>head</i> mekanik kesulitan melakukan <i>maintenance</i> .	Mendesain sistem baru untuk membantu proses persoalan perawatan mesin pada <i>line</i> produksi.	Merancang aplikasi desktop sistem informasi perawatan mesin.	<i>Computerized maintenance</i> .	Pendataan mengenai perawatan mesin menjadi lebih mudah dilakukan dan tidak memerlukan <i>worksheet</i> lagi.
Lin dkk. (2019)	<i>Manufacturing Control System (MCS)</i> .	Industri manufaktur.	Proses transfer data PLC yang rawan terhadap kehilangan data dan salah sasaran.	Merancang sistem yang dapat membuat proses transfer data PLC lebih efektif dan efisien.	Merancang Cyber PLC untuk mengendalikan PLC dengan menggunakan komunikasi MQTT (<i>Message Queing Telemetry Transport</i>).	Tidak dijelaskan secara spesifik di dalam perancangan.	Cyber PLC dapat melakukan proses transfer data dengan tepat sasaran dan tetap menjaga kerahasiaan data.

Tabel 2.1. Lanjutan

Penulis	Objek	Kategori Objek	Permasalahan	Tujuan	Solusi	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Yuliandra & Jaeba (2017)	PT XYZ jasa vulkanisir ban.	Industri otomotif.	Perusahaan tidak dapat menentukan jadwal perawatan mesin secara optimal dan tidak dapat menentukan biaya yang dapat ditimbulkan dari <i>down time</i> proses produksi.	Peningkatan efektivitas dan efisiensi manajemen perawatan mesin produksi di PT XYZ.	Perancangan sistem informasi dengan menggunakan <i>database</i> Microsoft Access.	<i>Object Oriented Analysis (OOA)</i> dan <i>Object Oriented Design (OOD)</i> .	Sistem informasi yang dirancang mempermudah pengolahan data mengenai perawatan mesin.
Hamid (2016)	Mesin perkakas pemesinan.	Industri logam dan besi.	Kemampuan mesin dalam beroperasi yang terus menurun pada saat pemakaian yang lama.	Mencegah kerusakan pada mesin sejak dini untuk memperpanjang umur mesin.	Menyediakan panduan untuk melakukan perawatan preventif pada mesin dengan sistem <i>Preventive Maintenance Control (PMC)</i> .	Tidak dijelaskan secara spesifik di dalam perancangan.	Mesin yang harus diperbaiki dan jadwal perbaikan dapat diketahui melalui model sistem PMC yang dibuat.
Rusmana (2016)	<i>Coordinate Measuring Machine (CMM)</i>	Industri logam dan besi.	Inspeksi yang menggunakan lembar pengecekan dengan model yang terdapat pada mesin tidak sesuai dengan kebutuhan instansi atau perusahaan.	Menyediakan model inspeksi mesin yang sesuai dengan kebutuhan instansi atau perusahaan.	Pembuatan lembar inspeksi dengan menggunakan <i>tools</i> pada MCOSMOS-2 V3.	<i>Protocol Designer</i> .	Model lembar inspeksi yang dihasilkan memberikan data informasi yang sesuai dengan kebutuhan instansi atau perusahaan.

Tabel 2.1. Lanjutan

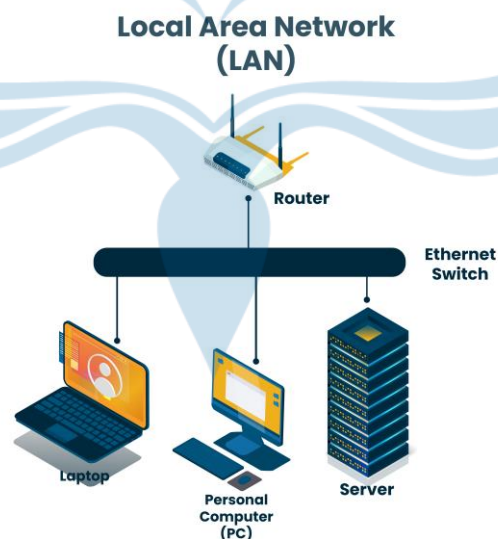
Penulis	Objek	Kategori Objek	Permasalahan	Tujuan	Solusi	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Algusri (2015)	Line produksi PT. ABC.	Industri makanan.	Data-data produksi banyak yang tidak <i>ter-update</i> karena <i>form</i> hilang dan banyak ditemukan data produksi yang tidak akurat.	Mendesain dan membangun sistem informasi manufaktur <i>tester overall equipment effectiveness</i> dengan tujuan untuk membantu proses <i>monitoring</i> proses produksi.	Pembuatan aplikasi sistem informasi data produksi secara <i>real time</i> .	Pengembangan sistem dilakukan dengan menggunakan metode <i>rapid application development</i> (RAD).	Sistem yang dihasilkan dapat menggantikan sistem manual dan meningkatkan kualitas penyampaian informasi yang lebih cepat serta akurat.

2.2. Dasar Teori

Dalam melakukan perancangan suatu sistem tentu saja memerlukan dasar teori yang mendukung dan membantu selama proses perancangan. Berikut ini adalah dasar teori yang digunakan selama proses perancangan.

2.2.1. Local Area Network (LAN)

Jaringan *Local Area Network* atau dapat disebut jaringan LAN adalah jaringan komputer yang terbatas oleh area dan jarak, di mana peralatan *software* dan *hardware* dihubungkan agar dapat berkomunikasi satu dengan yang lain dalam area tertentu. Keuntungan dari implementasi jaringan *Local Area Network* adalah proses pembagian informasi atau *sharing resource* dalam satu jaringan dapat dilakukan dengan cepat. Akan tetapi, implementasi dari *jaringan Local Area Network* memiliki kelemahan pada kurangnya manajemen jaringan dan konfigurasi keamanan. Apabila pengguna jaringan pada satu *Local Area Network* cukup banyak, maka dalam *Local Area Network* tersebut akan mengalami penurunan kecepatan jaringan. Jaringan *Local Area Network* biasanya digunakan untuk keperluan perkantoran, lembaga pendidikan, atau pun sebuah departemen perusahaan, sedangkan untuk contoh penerapan manajemen jaringan ini dapat ditemukan pada penggunaan *Virtual Local Area Network (VLAN)*.

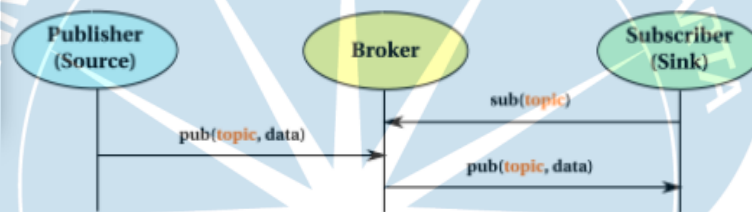


Gambar 2.1. Jaringan Local Area Network

(sumber: <https://saptatunas.com/apa-perbedaan-local-area-network-lan-dan-wide-area-network-wan/>)

2.2.2. Message Queing Telemetry Transport (MQTT)

Protokol *Message Queing Telemetry Transport* atau dapat disebut protokol MQTT merupakan protokol pengiriman pesan ringan (*lightweight*) dengan menggunakan basis *publish-subscribe*. MQTT biasanya digunakan di atas protokol TCP/IP. Protokol tersebut memiliki ukuran paket data dan penggunaan catu daya yang relatif kecil (*low overhead*). MQTT memiliki sifat yang sederhana, terbuka, dan dirancang supaya mudah digunakan. Oleh karena itu, MQTT dapat menangani ribuan *client* dalam jarak yang cukup jauh dengan menggunakan hanya satu server saja. Hal ini membuat MQTT dapat digunakan dalam komunikasi dengan lingkungan yang terbatas seperti pada *Machine to Machine (M2M)* dan sistem *Internet of Things (IoT)*. Pola pesan *publish-subscribe* dalam MQTT membutuhkan adanya Broker pesan yang berfungsi untuk mendistribusikan pesan dari *publisher* ke *subscriber*.



Gambar 2.2. Arsitektur MQTT

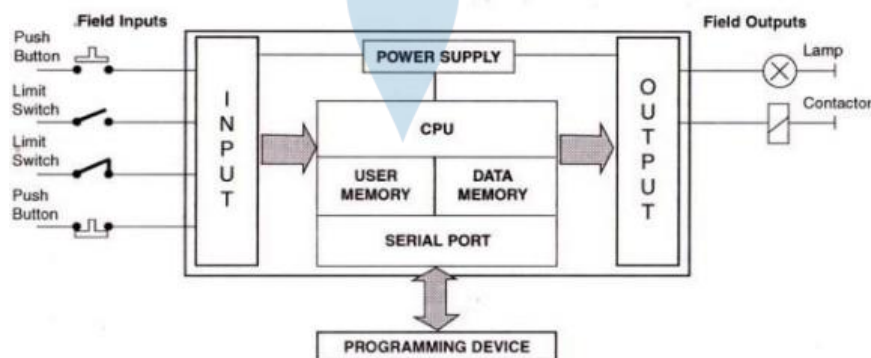
(sumber: <https://mangjajangpengenkuliah.wordpress.com/2015/11/09/iot-protocol/>)

2.2.3. Programmable Logic Controller (PLC)

Programmable Logic Controller atau PLC dapat diartikan sebagai sebuah komputer elektronik yang mempunyai fungsi sebagai kendali suatu proses atau mesin. PLC sendiri memiliki sifat *user friendly* atau mudah untuk digunakan dan diaplikasikan. Proses yang dikontrol PLC sendiri merupakan regulasi variabel yang bersifat kontinyu atau berkelanjutan dan hanya melibatkan dua keadaan kendali saja (*on* atau *off*), tetapi dilakukan secara berulang-ulang. Menurut Capiel (1982) *Programmable Logic Controller* atau PLC didefinisikan sebagai sebuah sistem elektronik yang pengoperasiannya dilakukan secara digital. PLC sendiri didesain untuk dipakai dalam keperluan industri, dimana memori digunakan dalam sistem ini untuk menyimpan perintah atau instruksi yang diimplementasikan pada fungsi yang spesifik melalui jalur *input/output* digital maupun analog.

PLC sendiri memiliki 3 konsep utama dalam sistem kerjanya. Konsep pertama yaitu *programmable*, merupakan kemampuan PLC dalam menggunakan memori untuk menyimpan program yang sudah dibuat dan melakukan modifikasi fungsi maupun kegunaannya. Konsep kedua yaitu *logic*, merupakan kemampuan PLC dalam melakukan proses pada input baik secara aritmatik maupun *logic* (ALU). Konsep ketiga yaitu *controller*, merupakan kemampuan PLC untuk mengontrol proses dalam sistem yang dikendalikan agar *output* yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan.

PLC termasuk ke dalam golongan peralatan elektronik yang disusun dari mikroprosesor untuk mengecek keadaan *input* dan disesuaikan untuk mengontrol keadaan *output*. Sinyal *input* yang diberikan ke dalam PLC berbentuk *input card* yang terbagi menjadi 2 jenis, yaitu *analog input card* dan *digital input card*. Mikroprosesor akan mendeteksi *input* yang diberikan berdasarkan alamatnya. Berapa banyak *input* yang dapat diproses dalam sistem tergantung pada jenis PLC yang digunakan. *Output* yang dihasilkan dari PLC sesuai dengan analisis keadaan *input* oleh program yang sudah dibuat. *Output* yang dihasilkan oleh PLC berbentuk *output card* yang juga terbagi menjadi 2 jenis, *analog output card* dan *digital output card*. Dalam PCL juga disediakan sebuah internal *input* dan internal *output* yang berperan sebagai *flag* dalam proses PLC. Internal *input* dan internal *output* sendiri digunakan untuk proses tertentu dalam PLC sesuai dengan kebutuhan program. PLC sendiri memiliki 5 komponen penting yang membantu kinerja PLC yaitu, unit CPU (*Central Processing Unit*), unit memori, unit *power supply*, unit *programmer*, dan unit *input/output*

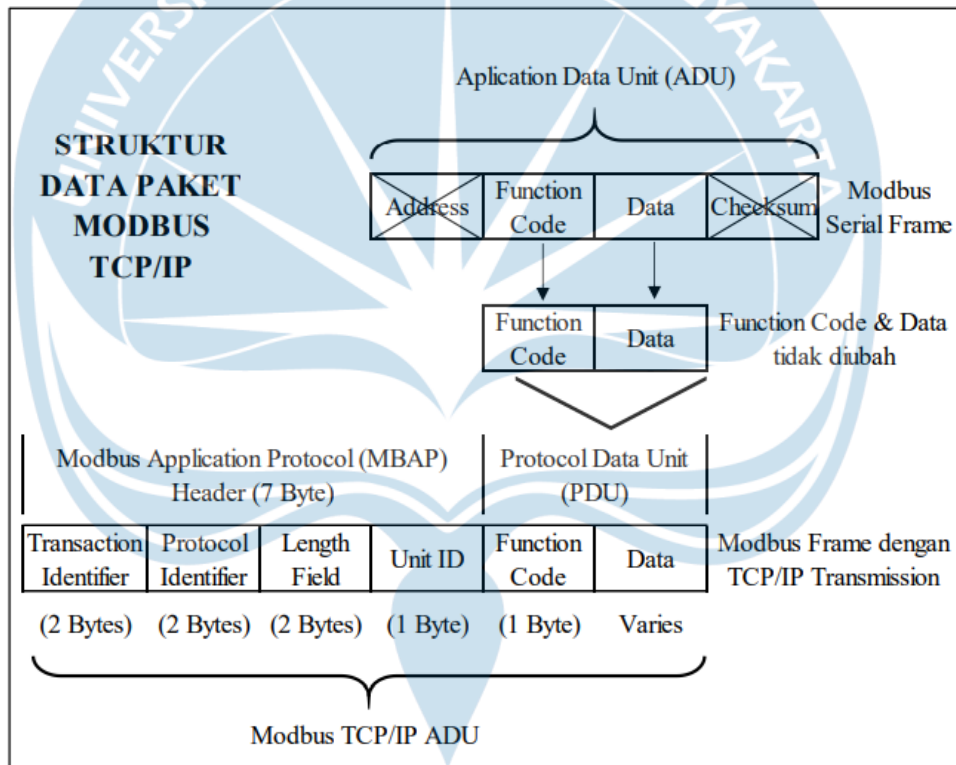


Gambar 2.3. Bagian dalam PLC

(sumber: <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132297917/pengabdian/makalah-mekatronika-diy.pdf>)

2.2.4. Modbus TCP

Modbus TCP merupakan protokol Modbus RTU yang menggunakan TCP pada media Ethernet. Protokol Modbus TCP berjalan pada *layer* aplikasi TCP/IP. Dalam melakukan presentasi data, Modbus TCP akan melakukan kombinasi jaringan fisik (Ethernet) dan *networking standard* (TCP/IP). Modbus TCP akan menanamkan *frame* data Modbus yang standar dan kemudian dimasukkan ke dalam *frame* TCP tanpa adanya *checksum*. Setelah hal tersebut dilakukan, *frame* alamat pada Modbus akan digantikan dengan identifikasi unit pada Modbus TCP dan akan menjadi *Modbus Application Protocol* (MBAP) *header*. Pada alamat IP akan ditambahkan paket data Modbus dan dikirimkan ke *server* dari *client*. Untuk struktur *frame* yang terdapat pada Modbus TCP dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 2.4. Struktur *Frame* pada Modbus TCP

(sumber:

[https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/3917/8/\[11\]%20UNIKOM_Tosin_Bab%20II.pdf](https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/3917/8/[11]%20UNIKOM_Tosin_Bab%20II.pdf))

2.2.5. Python Programming Language

Dalam era perkembangan teknologi informasi, bahasa pemrograman menjadi landasan yang sangat vital dalam pengembangan aplikasi dan sistem komputasi. Salah satu bahasa yang mendapatkan perhatian yang cukup besar adalah Python. Python, sebagai bahasa pemrograman tingkat tinggi, menawarkan sintaksis yang bersih dan mudah dipahami, membuatnya cocok untuk berbagai kalangan pengembang, baik yang berpengalaman maupun pemula. Kemudahan ini tidak hanya terletak pada aspek sintaksis, tetapi juga pada fleksibilitas dan dukungan luas untuk berbagai paradigma pemrograman. Python mendukung pengembangan berbagai jenis aplikasi, mulai dari pengembangan web hingga pemrosesan data, kecerdasan buatan, dan ilmu data. Kelebihan lainnya adalah komunitas Python yang besar dan aktif, yang menghasilkan banyak modul dan pustaka siap pakai yang memperluas kemampuan bahasa ini. Dengan kemampuan portabilitasnya, Python dapat dijalankan diberbagai platform tanpa memerlukan penyesuaian kode yang signifikan. Dalam konteks pengembangan perangkat lunak, Python menjadi pilihan yang populer karena keterbukaannya, kemudahan penggunaan, dan potensi untuk mengembangkan solusi teknologi yang inovatif.

2.2.6. Tkinter Python

Sebagai bagian integral dari bahasa Python, Tkinter merupakan pustaka standar yang digunakan untuk membuat antarmuka grafis pengguna (GUI). Tkinter menyediakan beragam widget dan alat untuk membangun aplikasi dengan antarmuka yang interaktif dan user-friendly. Dalam penggunaannya, Tkinter memungkinkan para pengembang untuk membuat jendela, tombol, label, kotak teks, menu, dan elemen-elemen GUI lainnya secara mudah.

Dengan pendekatan yang intuitif, Tkinter memungkinkan pengembang untuk mengatur posisi dan interaksi antara elemen-elemen GUI tersebut. Selain itu, dukungan terhadap berbagai metode tata letak memungkinkan pengaturan yang fleksibel terhadap tampilan dan organisasi elemen-elemen GUI.

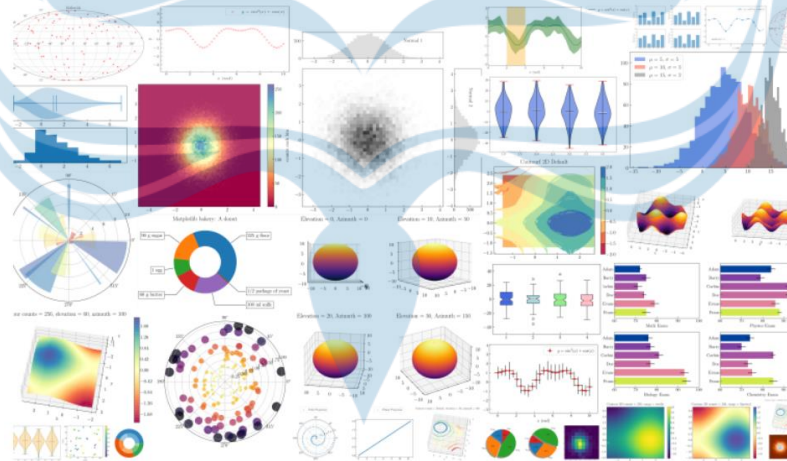
Kelebihan utama Tkinter terletak pada integrasinya yang mudah dengan bahasa Python, kemudahan dalam pembelajaran, serta kemampuan untuk membuat aplikasi GUI yang sederhana hingga kompleks. Meskipun demikian, dalam aplikasi yang memerlukan tampilan yang sangat kompleks atau spesifik, terkadang Tkinter

membutuhkan beberapa kustomisasi lebih lanjut atau tidak memiliki fitur yang setara dengan pustaka GUI lainnya.

Penggunaan Tkinter menjadi pilihan yang sering diambil oleh pengembang Python untuk mengembangkan aplikasi berbasis GUI, terutama bagi mereka yang memprioritaskan kemudahan penggunaan dan integrasi yang mudah dengan bahasa Python.

2.2.7. Matplotlib

Matplotlib adalah salah satu modul *library* dari bahasa pemrograman python yang digunakan untuk melakukan visualisasi data. Modul *library* matplotlib dikembangkan oleh John Hunter pada tahun 2002. Desain pada matplotlib dirancang dan didesain menyerupai *platform* MATLAB. Data yang dapat divisualisasikan dengan menggunakan matplotlib adalah data 2D dan 3D. Hasil visualisasi dapat disimpan ke dalam bentuk gambar dengan format JPEG dan PNG. Jenis grafik yang dapat divisualisasikan dengan menggunakan matplotlib adalah *bar plot*, *line plot*, histogram, dan sebagainya. Matplotlib juga memiliki fitur untuk melakukan kustomisasi tampilan grafik dengan menggunakan *colormaps* agar memudahkan para pembaca dalam menganalisis data.



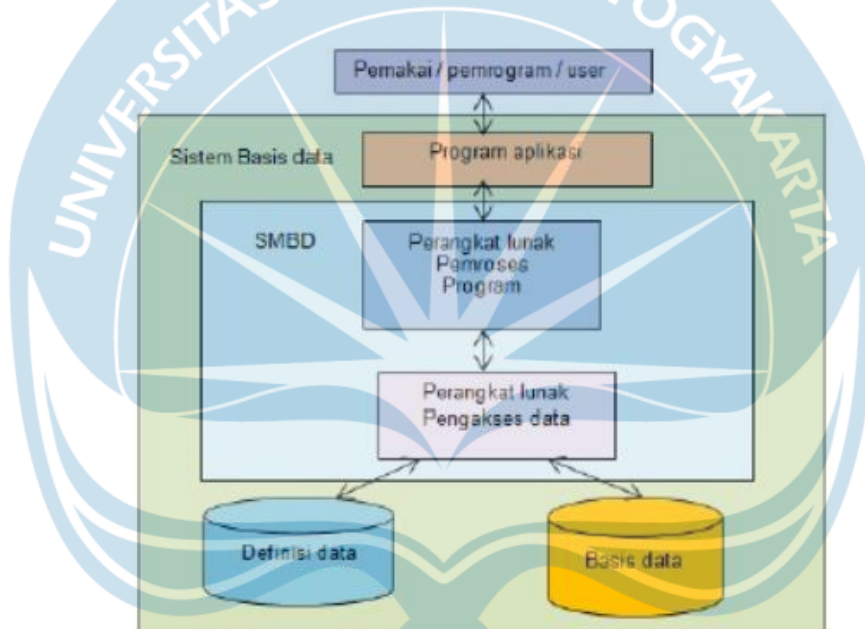
Gambar 2.5. Contoh Visualisasi Data dengan Menggunakan Matplotlib

(sumber: <https://innovationyourself.com/data-visualization-matplotlib-in-python/>)

2.2.8. Database

Database merupakan salah satu perangkat digital untuk menyimpan data secara sistematis yang saling berkaitan. *Database* sering digunakan dalam sistem informasi untuk menyimpan data atau dapat dikatakan bahwa *database* memiliki

peran sebagai gudang data. Fungsi seperti membangun relasi data, pencegahan data ganda, dan pencegahan hubungan yang tidak jelas antar data dapat dilakukan dengan menggunakan *database*. *Database* juga memiliki kelebihan bahwa data yang tersimpan di dalam *database* dapat diakses oleh banyak *user*. Penyusunan data di dalam *databases* dilakukan secara sistematis yang terdiri atas *field*, *record*, *table*, dan *database*. Pengolahan data di dalam *database* biasanya dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak DBMS (*Database Management System*). Melalui DBMS pengguna dapat melakukan esekusi *query* (bahasa pemrograman *database*) untuk mengolah data di dalam *database*. *Database* sendiri dapat menyimpan data digital dalam jumlah yang banyak dengan penggunaan penyimpanan yang sedikit.



Gambar 2.6. Konsep Sistem Database

(sumber: <https://blogartayana.wordpress.com/2015/11/19/struktur-basis-data-konsep-basis-data/>)

2.2.9. Rapid Application Development (RAD)

RAD atau *Rapid Application Development* merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak. RAD memiliki sifat *incremental* atau mengikuti tahapan proses dan penyesuaian kebutuhan pada proses tersebut. Metode RAD sering digunakan untuk pengembangan perangkat lunak dalam waktu yang singkat. Dalam proses pengembangannya, metode RAD memiliki keunggulan di mana dapat beradaptasi dengan cepat menggunakan konstruksi komponen. RAD dapat dikatakan sebagai versi cepat dari metode

waterfall. Metode RAD memiliki 3 tahapan proses yang saling berurutan satu dengan yang lain, yaitu *requirements planning*, *design workshop*, dan *implementation*.

Tahapan pertama dalam metode RAD adalah perencanaan kebutuhan atau *requirement planning*. Pengembang pada tahap ini akan melakukan identifikasi dan analisis kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Identifikasi dan analisis tersebut akan membantu dalam pengumpulan informasi agar tujuan pengembangan sistem dapat tercapai. Keterlibatan antara pengembang dengan *client* atau *user* sangat penting pada tahap ini untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dari kedua belah pihak. Informasi yang sesuai dengan kebutuhan pengembang dan juga *client* akan membantu proses pengembangan aplikasi agar memiliki fungsi yang sesuai dengan kebutuhan sistem.

Tahapan kedua metode RAD adalah proses perancangan atau *design workshop*. Pengembang pada tahap ini akan mulai melakukan perancangan aplikasi berdasarkan informasi-informasi yang sudah didapatkan pada tahap sebelumnya. Pengembang juga melakukan perbaikan-perbaikan aplikasi pada tahap ini jika masih ditemukan ketidaksesuaian antara desain dengan kebutuhan sistem. Keterlibatan dan keaktifan *client* sangat penting pada tahap ini agar aplikasi yang dibuat dapat memiliki fungsi yang dibutuhkan oleh sistem. Pada tahap ini, *client* dapat memberikan komentar dan masukan secara langsung kepada pengembang apabila desain yang dibuat dinilai kurang sesuai dengan kebutuhan sistem.

Tahapan terakhir metode RAD adalah penerapan aplikasi atau *implementation*. Setelah melakukan perancangan aplikasi dengan mendapat persetujuan dari *client*, maka pengembang akan mulai melakukan proses pengujian aplikasi pada sistem. Aplikasi yang diuji akan dipantau apakah sudah berjalan dengan baik dan sesuai kebutuhan sistem atau tidak. *Client* juga dapat memberikan pendapat apakah aplikasi sudah berjalan sesuai dengan tujuan yang diinginkan atau tidak pada tahap ini. Jika *client* sudah memberikan persetujuan, maka pengembang akan mulai menerapkan aplikasi yang dibuat pada seluruh sistem.

2.2.10. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan sebuah metrik yang digunakan untuk melakukan pengukuran efisiensi dan efektivitas dari mesin manufaktur. OEE biasa digunakan untuk melakukan pengecekan terhadap performa suatu mesin atau peralatan manufaktur. OEE berfungsi untuk melakukan

identifikasi masalah pada mesin seperti *downtime*. Selain itu, OEE juga berfungsi untuk membantu melakukan peningkatan efisiensi dari mesin manufaktur. Faktor yang dipertimbangkan dalam perhitungan OEE adalah ketersediaan (*availability*), performa (*performance*), dan kualitas (*quality*). Rumus perhitungan OEE dapat dilihat pada Persamaan 2.1.

$$OEE = availability \times performance \times quality \quad (2.1)$$

2.2.11. Line Efficiency (LE)

Line Efficiency (LE) adalah suatu metrik yang digunakan untuk mengukur efisiensi sebuah lini produksi dalam menghasilkan produk di industri manufaktur pada periode waktu tertentu. *Line efficiency* menunjukkan indikator kunci untuk menentukan efektivitas dan produktivitas suatu proses produksi. *Line efficiency* berfungsi untuk melakukan identifikasi hambatan pada proses produksi. Selain itu, *line efficiency* juga berfungsi untuk membantu perencanaan produksi agar target produk dapat dicapai secara efisien. Perhitungan *line efficiency* dilakukan dengan membandingkan jumlah *output* aktual dengan target jumlah *output* yang ingin dicapai. Implementasi dari *line efficiency* dapat membantu mengurangi pemborosan pada lini produksi. Rumus perhitungan *line efficiency* dapat dilihat pada Persamaan 2.2.

$$LE = \left(\frac{\text{Jumlah output aktual}}{\text{Target output yang ingin dihasilkan}} \right) \times 100\% \quad (2.2)$$