



# Rancang Bangun Sistem Kontrol Kubikel Pada Panel Tegangan Menengah dengan Menggunakan Programmable Logic Controller

Rossi Peter Simanjuntak<sup>1\*</sup>, Rahman Aulia<sup>2</sup>, Susi Diriyanti N<sup>3</sup>  
Politeknik Penerbangan Medan<sup>1,2,3</sup>

**\*Korespondensi:**

[rossipetersimanjuntak@gmail.com](mailto:rossipetersimanjuntak@gmail.com)

## ABSTRAK

### Article info

Received: 22-05-2023  
Final Revision: 07-12-2023  
Accepted:  
Available online: 20-12-2023

### Kata kunci:

Kubikel, PLC, SCADA,  
Vijeo Citect, com ethernet

### Keywords:

Cubicle, PLC, SCADA,  
Vijeo Citect, com ethernet

### Recommened Citation:

APA Style

Kubikel merupakan perangkat listrik yang berfungsi untuk mengendalikan, menghubungkan dan melindungi serta pembagi tenaga listrik dari sumber tenaga listrik. Suatu sistem kontrol kubikel tegangan menengah diperlukan untuk mengendalikan kubikel. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan rancang bangun dari sistem kubikel tegangan menengah dalam bentuk grafis berupa *circuit* sehingga memudahkan pengguna dalam pengoperasiannya. Metode yang digunakan dalam membangun sistem kubikel dengan menggunakan aplikasi SCADA yang terhubung terhadap PLC utama dengan menggunakan ethernet, dan PLC utama terhubung terhadap PLC distribution I/O dengan menggunakan ethernet, serta PCL distribution I/O terhubung dengan circuit breaker yang dihubungkan oleh relay control dan relay status. Untuk memastikan bahwa kubikel dalam kondisi *open/close* digunakan indikator lampu yaitu dengan menekan tombol *open* maka indikator lampu hijau akan menyala artinya atinya PLC menerima perintah logika "High" dengan menggunakan indikator lampu hijau maka PLC memerintahkan agar kubikel terbuka dan sebaliknya dengan menekan tombol *close* maka indikator lampu merah akan menyala artinya PLC menerima perintah logika "low" dengan menggunakan indikator lampu merah maka PLC memerintahkan kubikel tertutup serta di layar komputer akan terlihat posisi *circuit* dalam kondisi *open/close*. Dari hasil simulasi yang dilakukan diperoleh bahwa ketika pengguna menekan tombol *open* maka indikator lampu hijau akan menyala dan ketika ditekan tombol *close* maka indikator lampu merah akan menyala serta di layar komputer akan terlihat posisi *circuit* dalam kondisi *open/close*.

## ABSTRACT

*A cubicle is an electrical device that functions to control, connect and protect and divide electric power from an electric power source. A medium voltage cubicle control system is required to control the cubicles. The aim of this research is to produce a design for a medium voltage cubicle system in graphical form in the form of a circuit so that it makes it easier for users to operate. The method used in building a cubicle system is using a SCADA application which is connected to the main PLC using ethernet, and the main PLC is connected to the PLC distribution I/O using ethernet, and the PCL distribution I/O is connected to a circuit breaker which is connected by a control relay and status relay. To ensure that the cubicle is in open/close condition, a light indicator is used, namely by pressing the open button, the green light indicator will light up, meaning the PLC receives the logic command "High". By using the green light indicator, the PLC orders the cubicle to open and vice versa, by pressing the close button, The red light indicator will light up, meaning the PLC has received a "low" logic command. By using the red light indicator, the PLC orders the cubicle to close and on the computer screen you will see the circuit position in open/close condition. From the results of the simulation carried out, it was found that when the user presses the open button, the green light indicator will light up and when the close button is pressed, the red light indicator will light up and on the computer screen you will see the position of the circuit in open/close condition*

## PENDAHULUAN

Konsumsi energi merupakan faktor yang penting yang memiliki dampak langsung maupun tidak langsung dalam menggerakkan roda perekonomian. Konsumsi energi memiliki keterkaitan dengan pertumbuhan perekonomian (A. Azam, M. Rafiq, M. Shafique, H. Zhang, M. Ateeq, dan J. Yuan, 2021). Kebutuhan energi di bandar udara sangatlah fundamental, mengingat bahwa kegiatan yang dilakukan di setiap aktivitas di bandara harus menggunakan energi khususnya energi listrik. Kebutuhan listrik merupakan sesuatu yang sangat penting guna mendukung kegiatan operasional Bandar Udara dikarenakan seluruh aktivitas operasional Bandar Udara memerlukan dukungan pasokan listrik. Dengan terkendalanya pasokan listrik maka akan mempengaruhi kinerja bandar udara dan sangat berpengaruh kepada keselamatan dan keamanan penerbangan. Listrik dari PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara) disalurkan hingga ke pelanggan dimulai dari pembangkit, sistem transmisi, sistem distribusi yang berfungsi menyalurkan energi listrik kepada konsumen. Dalam penyaluran listrik jaringan 20 kV (tegangan menengah) dilakukan melalui Gardu Induk (GI), Gardu Distribusi dan Gardu Hubung (GH). Dalam Gardu tersebut terdapat peralatan kubikel yang mempengaruhi kualitas listrik (Kartika, M., dan Insani, A. B., 2022).

Dikutip dari Berita Antara News (17/01/2019) Bandara dalam menjalankan operasionalnya berlangganan pasokan listrik sebesar 23 MVA dari PT PLN. PT. PLN memegang peranan penting dalam memastikan pasokan yang stabil di Indonesia (Hendrocahyo, H., and Kurniawati, L., 2022). Bandara memiliki gardu hubung yang menerima tegangan menengah 20 KVA, dari gardu hubung listrik disalurkan ke gedung *Main Power Supply* (MPS). Kelistrikan yang telah ada di MPS didistribusikan ke gardu-gardu lain yang menyebar mengelilingi bandara yang disebut dengan substation. Gardu memiliki peralatan didalamnya berupa panel tegangan menengah, *trafo step down*, panel tegangan rendah dan *uninterruptible power supply*. Gardu juga dilengkapi dengan kubikel tegangan menengah.

Seiring dengan perkembangan teknologi pada bidang otomasi, sistem kendali atau otomasi mengacu pada proses industri mesin semakin sedikit melibatkan campur tangan manusia bahkan tanpa campur tangan manusia. Permintaan yang semakin meningkat dan harus diselesaikan tepat waktu, proses yang dilakukan secara manual kurang efisien sehingga dibutuhkan adanya sistem otomasi yang mampu memenuhi permintaan tersebut. Pada revolusi industri 4.0, otomasi sudah mencapai tingkat yang lebih tinggi. Sebagian besar industri sudah cenderung lebih otonom, efisien dengan menggunakan teknologi seperti *cyber-physical system* (CPS), *Internet of Things* (IoT) dan *cloud computing* (Lins, T., dan Olivera, R.A.R, 2020). Industri 4.0 merupakan tren baru menuju otomatisasi canggih dan pertukaran data antara proses dan teknologi industri yang mencakup IoT, CPS, *Cloud computing*, *Programmable Logic Controller* (PLC) dan *supervisory control and data acquisition* (SCADA) memegang peran utama dalam otomatisasi tingkat lanjut. Dengan penerapan PLC dan SCADA pengoperasian proses industri menjadi efektif dan aman (Jaiswal, A.R., dan Jagtap, P.P., 2016). PLC dan SCADA banyak digunakan di industri untuk mengontrol, memantau, mengawasi, dan memperoleh data proses industri. Pada beberapa proses otomasi industri, sistem SCADA dipergunakan untuk mengawasi dan memantau peralatan yang dikendalikan oleh PLC. Sistem SCADA dan PLC saling berhubungan dan dihubungkan satu sama lain melalui protokol komunikasi. Sistem SCADA dan PLC efektif dalam mengontrol, memantau dan mengawasi peralatan dalam proses industri (Kibulungu, J.W., dan O.T. Laseinde, 2023).

Penelitian sebelumnya dengan menggunakan SCADA dilakukan simulasi untuk mengontrol Gardu induk. Remote Terminal Unit (RTU) yang ditempatkan di Gardu induk akan mengumpulkan informasi pengukuran dan status sistem tenaga listrik yang dikirimkan ke SCADA yang diletakkan di master station (Prasetyo, W.A., dan Heru, W., 2015). Tegangan menengah merupakan medium voltage dengan kapasitas 3 kV sampai dengan 36 kV. Monitoring Kubikel Tegangan Menengah 20kV pada Gardu Distribusi dilakukan secara jarak jauh secara real time menggunakan RTU Saitel DRHU\_A dengan sistem miniature SCADA MV 20 kV. Remote Terminal Unit Saitel DRHU\_A yang berfungsi sebagai pengontrol dan pengakuisisi data Human Machine Interface serta penggunaan Router Wi-Fi TP Link WR 840 N. Protection Relay digunakan untuk memerintahkan RTU untuk memutus Circuit Breaker pada saat terjadi gangguan (Nuril, A., Novta, D., dan Yordano, D., 2022). RTU berbasis SCADA untuk sistem otomasi distribution automation system (DAS). Hal ini untuk menerapkan teknik otomasi untuk mengoperasikan dan mengendalikan tegangan rendah (LV) hilir 415/240 V. Sistem SCADA yang dikembangkan menyediakan operasi isolasi kesalahan, fungsi pemantauan dan pengendalian bagi operator dan pengumpulan data untuk analisis di masa depan. Pengontrol Ethernet digunakan sebagai RTU untuk bertindak sebagai konverter untuk HMI dan untuk berinteraksi dengan modul input dan output digital. RTU adalah masternya dan modul input dan output digital adalah bagiannya. RTU akan memulai transaksi dengan modul input dan output digital. Dua sistem perangkat lunak yang digunakan adalah untuk mengembangkan algoritma

untuk pengontrol dan untuk mengembangkan HMI untuk fungsi pemantauan dan pengendalian bagi operator. (Ahmed, M.M., dan W.L, Soo., 2009)

Dalam Pengoperasian sistem jaringan tegangan menengah di bandara teknisi dibantu oleh sistem kontrol PLC dan SCADA yang berpusat di MPS. Untuk memonitoring dan mengontrol panel tegangan menengah di suatu substation harus dipoerasikan melalui Komputer (tampilan SCADA) di ruang kontrol sehingga komputer memberikan inputan ke PLC utama di MPS, dari PLC utama akan berkomunikasi ke PLC Distribution I/O Pada tiap panel tegangan menengah sehingga memerintahkan Circuit Breaker Open atau Circuit Breaker Closed. Namun, salah satu substation panel tegangan menengah yang berfungsi menyalurkan aliran listrik ke salah satu peralatan navigasi. Substation panel tegangan menengah tersebut belum dapat dimonitoring melalui sistem kontrol kubikel dikarenakan tidak berfungsinya sistem kontrol kubikel di substation tersebut. Gangguan terhadap sistem kontrol dapat disebabkan oleh korona pada kubikel 20 kV yang berpotensi menimbulkan kerusakan pada kubikel tersebut yang dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan jumlah O<sub>3</sub> yang dihasilkan (Mkr, S., Agung, P.,Sinka, W., Rosyid, R.A.H., dan Devan, J.V., 2021 ; Lestari, N., Hadi, S., dan Rudy, G.,2020). Kubikel 20 kV merupakan perangkat listrik yang krusial dalam distribusi tenaga listrik 20 kV, seringkali masalah muncul karena suhu dan kelembapan yang terlalu rendah atau tinggi yang menyebabkan adanya noda air dan korosi pada komponen di dalam kubikel 30 kV(Ramadhan, R.M.B.P., Moh. Zainal, E., dan Syechu, D, N., 2023). Salah satu upaya untuk menjaga keandalan kubikel 20 kV ini perlu dirancang suatu sistem kontrol kubikel untuk mengontrol kondisi kubikel secara *real time* menggunakan programmable logic controller (PLC) dengan tampilan SCADA di substation tersebut.

Untuk memonitoring kubikel tegangan menengah 20 kV pada gardu gistribusi dapat dilakukan RTU dengan menggunakan SCADA (Prasetyo, W.A. dan Heru, W., 2015) dan sistem operasi dan proteksi gardu hubung berbasis RFID dengan memperhatikan kondisi kubikel yang dilengkapi sistem proteksi (interlock) dan komunikasi SCADA (Duanaputri, R., Rahma, N.A., dan Amiruddin, A.F.,2020). Rancang bangun sistem kontrol yang dibangun menggunakan PLC dan SCADA yang berpusat di MPS. sistem kontrol tersebut dioperasikan teknisi melalui komputer (tampilan SCADA) di ruang MPS dimana teknisi dapat memutus arus yang mengalir ke peralatan atau menyambungkannya kembali dan juga dapat memperhatikan ketika arus tidak mengalir ke peralatan. Dengan sistem kontrol ini substation yang tidak dapat di kontrol kubikelnya,sudah dapat dikontrol dengan cara Teknisi menginput perintah untuk *open/close circuit* kepada circuit breaker melalui PLC dengan tampilan SCADA menggunakan program vijeo citect, selanjutnya PLC akan memberikan sinyal kepada *circuit breaker* melalui relay berupa logika “high” untuk *open* dan logika “low” untuk *close*.

### **Kubikel**

Kubikel merupakan suatu perangkat listrik yang berfungsi sebagai pemutus, pelindung, penyambung, pengotrol dan pembagi aliran listrik sistem tenaga listrik dari suatu sumber tenaga listrik serta merdam percikan api pada saat penyambungan (Sheila, S.Y., Nur, W.R., Faris, R., Reza, F.A., dan Anggara, T.N, 2022). Kubikel berfungsi sebagai pengendali sirkuit yang dilakukan oleh saklar utama, pelindung sirkuit yang dilakukan oleh fuse/pelebur, saklar pemisah (PMS) dan pemutus tenaga (PMT) dan pembagi sirkuit tenaga listrik oleh busbar (Rahmadani, A., Novie, A.W., dan Lucky, P.S.R., 2022). Kubikel dibagi atas a) Kubikel incoming yang berfungsi untuk menghubungkan sisi sekunder trafo daya ke busbar 20 kV, b) Kubikel metering berfungsi untuk pengukuran dan dilengkapi dengan alat pengukuran serta alat proteksi, c) Kubikel outgoing berfungsi sebagai penghubung antar busbar 20 kV dan terdapat circuit breaker (CB) sebagai penghubung dan pemutus arus listrik (Hartanto, S., Reza, P dan Tri, O.P. 2023). Untuk menghubungkan sirkuit yang tidak memiliki atau hampir tidak memiliki beban dilakukan oleh saklar pemisah (*Disconnecter Switch*) dengan posisi : (a) Posisi terbuka yang berfungsi memisahkan sirkuit untuk keadaan tidak terbeban; (b) Posisi pentanahan yang berfungsi sebagai pengaman ketika petugas yang akan berkerja tetap dalam kondisi aman dari tegangan sisa dan tegangan induksi; dan (c) Posisi tertutup.untuk menutup sirkuit. Circuit Breaker atau pemutus tenaga (PMT) merupakan sakelar yang dipergunakan untuk meyambung atau memutuskan arus atau daya listrik sesuai ratingnya. Pada saat memutuskan atau menyambungkan arus atau daya listrik akan terjadi busur api listrik. Busur api listrik tersebut dapat dipadamkan dengan menggunakan bahan seperti minyak. Udara dan gas. *Capasitive Devider* merupakan pembagi tegangan tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah. *Current Transformer*, berfungsi dalam menstransformasikan besaran arus dari nilai arus yang besar menjadi arus yang kecil.

### **Relay**

Relay merupakan komponen *electromechanical* (Elektromekanikal) yang dioperasikan sebagai saklar (*Switch*) secara listrik. Relay berfungsi menjalankan fungsi logika (*Logic Function*) dan untuk melindungi motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan tegangan ataupun hubungan singkat (*short*) (Saputra,A. dan Alwin, W.F.R., 2017).

*Over Current Relay (OCR)* adalah relai yang berfungsi sebagai alat pendeteksi adanya arus lebih yang melewati dari batas arus setting melalui CT atau trafo arus dan akan mengirimkan sinyal trip menuju PMT atau pemutus tenaga.

### **PLC (*Programmable Logic Controller*)**

PLC adalah suatu peralatan yang berbasis mikroprosesor yang berisi fungsi kontrol serta memiliki memori yang dapat diprogram, menyimpan instruksi-instruksi untuk mengontrol berbagai jenis proses melalui modul analog atau digital *input/output*, menjalankan fungsi termasuk kontrol *on/off*, pengaturan waktu, perhitungan, pengurutan, aritmatika dan penanganan data. PLC memberikan banyak keuntungan dibandingkan jenis relay konvensional, termasuk peningkatan keandalan, fleksibilitas lebih, biaya lebih rendah, kemampuan komunikasi, waktu respon lebih cepat, dan kemudahan dalam pemecahan masalah (Raghavan, V., dan Chitra, S. 2014). PLC banyak digunakan di berbagai industri karena cepat, mudah dioperasikan, dan dianggap mudah diprogram. Ada lima bahasa pemrograman PLC standar. Bahasa yang paling umum digunakan adalah Logika Tangga, namun dimungkinkan juga untuk menggunakan Diagram Blok Fungsi, Bagan Fungsi Berurutan, Teks Terstruktur, atau Daftar Instruksi untuk mencapai fungsi yang sama. Dalam pemrograman PLC digambarkan dalam bentuk diagram tangga (*Ladder diagram*) (Romančik, J., dan Michal, K., 2021) sebagai pengganti eksternal wiring (rangkaiian listrik) yang diperlukan dalam mengontrol proses rangkaian (Hairul, Fatahul, A., Romi, W, Zakaria, Z., Kurniawan, dan Yusuf, D.H.,2023).

Operasi PLC dipecah menjadi tiga tahap: input, eksekusi program, dan output. PLC menangkap data dari lantai pabrik dengan memantau masukan dari mesin atau perangkat apa pun yang terhubung. Masukan ini diperiksa berdasarkan logika program, yang mengubah keluaran ke perangkat keluaran mana pun yang terhubung. Dimungkinkan untuk memiliki mesin yang sama yang terhubung ke input dan output pada PLC yang sama, seperti sensor posisi katup yang terhubung ke input dengan kontrol posisi katup yang terhubung ke output. Sebuah program dapat membaca posisi katup tersebut saat ini, memeriksa apakah perlu dipindahkan, kemudian memindahkan posisi katup dengan keluarannya.

PLC sering kali membedakan antara I/O Digital (atau Diskrit) dan Analog. I/O digital bertindak seperti saklar lampu standar yang statusnya hidup atau mati, tanpa ada status di antaranya. I/O analog bertindak seperti saklar peredup, yang statusnya dapat berada di mana saja antara hidup dan mati. Sangat mudah untuk membayangkan ada dua sumber data masukan untuk PLC: Data masukan perangkat, yang dihasilkan secara otomatis oleh mesin atau sensor, atau Data masukan pengguna, yang dihasilkan oleh operator manusia dengan menggunakan sistem HMI atau SCADA.

Data masukan perangkat berasal dari sensor dan mesin yang mengirimkan informasi ke PLC. Ini dapat mencakup: (a) Status Nyala/Mati untuk hal-hal seperti sakelar dan tombol mekanis, (b) Pembacaan analog untuk hal-hal seperti kecepatan, tekanan, dan suhu, (c) Status Terbuka/Tertutup untuk hal-hal seperti pompa dan katup. Input yang difasilitasi manusia dapat mencakup penekanan tombol, sakelar, sensor dari perangkat seperti keyboard, layar sentuh, remote, atau pembaca kartu. Keluaran PLC sangat mirip dengan masukan, namun dapat juga mencakup indikator suara atau visual bagi pengguna, seperti menyalakan lampu peringatan, atau membunyikan suar alarm. Keluaran lainnya dapat mencakup: (a) Membuka atau menutup katup, (b) Mengatur kecepatan pada suatu motor, (c) Menghidupkan atau Mematikan pemanas.

Program PLC beroperasi dalam siklus. Pertama, PLC mendeteksi keadaan seluruh perangkat input yang terhubung dengannya. PLC mengeksekusi program yang dibuat pengguna, menggunakan status masukan untuk menentukan status keluaran yang harus diubah. PLC kemudian mengubah sinyal keluaran ke setiap perangkat yang sesuai. Setelah menyelesaikan semua langkah ini, PLC kemudian melakukan langkah pengolahan data, yang mencakup pemeriksaan untuk memastikan bahwa semuanya berada dalam kondisi pengoperasian normal. PLC memulai ulang siklus setiap kali proses selesai, memulai lagi dengan memeriksa masukan.

### **Sistem SCADA**

SCADA adalah perangkat lunak pemantauan yang digunakan dalam industri ini. Sebagai perangkat lunak, ini membantu mengontrol perangkat keras dan mencatat data yang dikumpulkan dari semua lokasi jarak jauh. Perangkat lunak SCADA dihubungkan ke komputer, antarmuka pengguna grafis, sensor, dan komunikasi data jaringan untuk memberikan gambaran proses yang luas. Dalam konteks ini, tim manajemen di industri ini mengandalkan SCADA untuk memantau kemajuan dan melakukan koreksi operasional. SCADA merupakan sistem terpusat, maka SCADA biasanya dipasang pada komputer di pusat pemantauan. Untuk menyediakan data yang diperlukan, SCADA bekerja dengan berbagai sistem lain. Ini berfungsi sebagai semacam antarmuka, menyatukan berbagai data untuk tujuan penilaian. Dari informasi ini, operator dapat memasukkan perubahan yang diperlukan melalui antarmuka SCADA untuk mengontrol aliran dan pengoperasian bagian kerja

SCADA merupakan suatu perangkat yang menjadi suatu kesatuan yang bekerja saling berkomunikasi dalam menjalankan fungsi pengukuran, kontrol dan pemintaan dan pengiriman data (Ta'ali, dan Fivia, E, 2020). SCADA adalah sistem yang dirancang untuk mengumpulkan data dari lapangan selanjutnya data tersebut dikirimkan ke komputer server agar dapat tersebut dapat dikelola dan diatur (Mada, R., 2023). SCADA merupakan sistem perangkat lunak yang mengumpulkan, menganalisis, dan mengirimkan data secara *real-time* ke *Human-Machine Interface* (HMI) untuk membantu pengguna dalam memantau dan mengendalikan perangkat serta melihat permasalahan yang terjadi pada perangkat, SCADA dapat berinteraksi dengan perangkat/peralatan. Tampilan SCADA didesain sesuai dengan kebutuhan pengguna untuk meningkatkan kinerja pengguna (Tükez, E,T., dan Adnan, K., 2022). SCADA dapat dipergunakan dalam melakukan pengawasan dibidang tenaga listrik yang menjamin pengurangan kecelakaan teknologi berkelanjutan dan peningkatan kualitas manajemen (Seturidze, R., Davit, N., Shorena, D., Mikheil, M., dan Murtaz, M. 2023).

Beberapa fungsi sistem SCADA :

- a. Telecontrol berfungsi melaksanakan perintah Remote Control (Open/Close) terhadap peralatan yang dilapangan.
- b. Telesignalling berfungsi pengumpul data status dan alarm (open, close, power supply fault, indikasi relay atau parameter) yang dipergunakan dalam memonitor peralatan di lapangan sehingga dapat diketahui secara real time.
- c. Telemetry berfungsi dalam pengukuran beban yang terpasang dalam alat ukur tenaga listrik (Arus, tegangan, daya aktif, frekuensi, dll) dan semua peralatan yang berada di lapangan. Selain itu dalam pengoperasiannya alat dapat digunakan dalam kaitannya untuk melakukan *Remote Control*.

Sistem komunikasi antara PLC dengan PC menggunakan com ethernet yang dihubungkan dengan terminal RJ45. Pada PLC dihubungkan modul ethernet yang mendukung komunikasi Modbus TCP. Dalam membangun sistem SCADA, software yang digunakan adalah Vijeo Citect yang digunakan dalam memonitoring juga mengontrol sistem. Vijeo Citect terdiri dari 4 bagian utama (Akbar, M.R., Sayed,M., Yuliadi, A., dan M. Nasir, 2020), yaitu

- a. *Citect Explorer*, berfungsi untuk membuat project baru, memilih dan mengatur project, backup dan restore project dan menjalankan aplikasi lainnya seperti cicode editor. Pada citect explorer juga terdapat semua database dari sistem yang telah dibuat.
- b. *Citect Project Editor* berfungsi untuk membuat dan mengatur database Vijeo Citect, yang berisi informasi dari project Vijeo Citect.
- c. *Citect Graphics Builder* berfungsi untuk membuat gambar atau tampilan sistem yang akan dirancang, input variable tags atau fungsi untuk menjalankan perintah mengirim atau menerima data, dan untuk membuat object display runtime, dan
- d. *Citect Runtime* berfungsi untuk menjalankan semua project yang telah dibuat, dan untuk membuka komunikasi serial port antara PLC dengan PC, sehingga sistem SCADA tersebut dapat dioperasikan oleh operator.

Dalam rancangan yang dibangun *Vijeo citect* digunakan dalam mengontrol dan memonitor *breaker circuit* dalam kubikel sehingga dalam keadaan *open/close circuit* sesuai dengan instruksi dari teknisi.

#### *Human-Machine Interface* (HMI)

HMI merupakan tampilan yang dapat dilihat oleh pengguna sehingga memudahkan pengguna untuk membaca dan memanipulasi kerja PLC. Dengan tampilan tersebut pengguna dapat menuliskan memori/alamat yang ada di PLC dan memberikan perintah kepada sistem yang dibangun. Sistem SCADA dan HMI memungkinkan pengguna untuk melihat data dari pabrik dan menyediakan antarmuka pengguna untuk kontrol dan pemantauan dan PLC merupakan elemen komponen perangkat keras yang penting dalam sistem ini. PLC bertindak sebagai antarmuka fisik antara perangkat di pabrik atau rantai produksi dan sistem SCADA atau HMI. PLC dapat berkomunikasi, memantau, dan mengendalikan proses otomatis yang kompleks seperti konveyor, pengatur suhu, sel robot, dan banyak mesin industri lainnya.

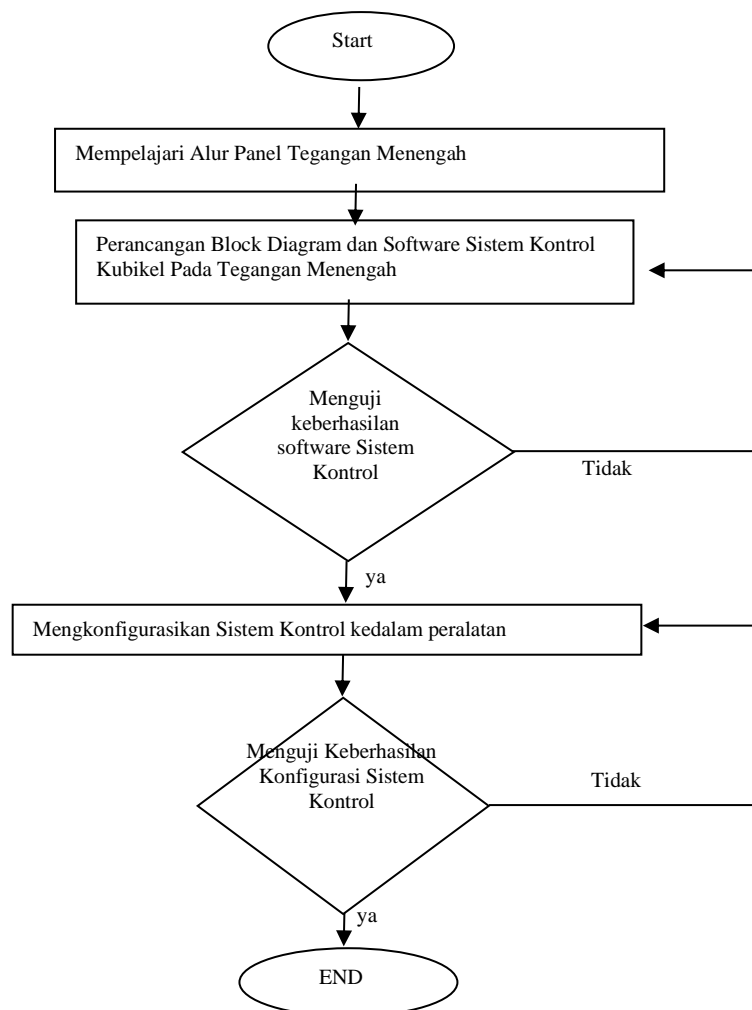
HMI menampilkan tampilan yang animatif, dan mudah dipahami oleh pengguna. Sistem bekerja secara online dan data yang diolah akan ditampilkan secara real time, dengan menggunakan metode komunikasi seperti menggunakan port serial, USB, bahkan ethernet (Fandidarma, B., Ina, S., dan Abdi P., 2022).

## METODE

Dalam penelitian ini, objek yang diteliti adalah kubikel pada tegangan menengah 20 Kv untuk dilakukan monitoring dengan menggunakan software yang ditampilkan dalam bentuk HMI. sistem monitoring yang dirancang menggunakan SCADA dengan arsitektur dasar yaitu menggunakan PLC sebagai RTU, dan PLC MTU, HMI pada satu komputer, dan database. RTU menggunakan PLC Twido. PLC yang mempunyai *port* komunikasi *Ethernet* yang dipergunakan sebagai perangkat berkomunikasi dengan MTU. Alamat IP setiap PLC berbeda dengan PLC lainnya. Pemrograman dilakukan dengan bahasa pemrograman *ladder*. Pengujian *software* dilakukan dengan cara simulasi pertama PLC disimulasikan belum terhubung dengan sistem, simulasi tersebut dilakukan untuk memastikan bahwa *ladder* program telah berjalan dengan baik dan dapat program telah dapat mengendalikan *hardware*. Selanjutnya program dihubungkan dengan PLC sehingga tahapan perintah pada *ladder* dapat terlihat langsung oleh respon *hardware*. PLC digunakan sebagai input untuk mengaktifkan bahwa proses telah berjalan dengan baik yang dilakukan melalui komputer menggunakan *Vijeo Citect*.

Perancangan *software* sebagai bagian dari proses sistem kontrol. Sistem kontrol kubikel khususnya bagian circuit braker untuk *open/close circuit* secara otomatis melalui pengujian *software* yang sudah dibangun. Instruksi-instruksi logika dalam perancangan *software* yang akan merespon masukan yang diberikan melalui *hardware* komputer, yang selanjutnya memberikan output untuk mengoperasikan kubikel sesuai dengan kondisi yang diinginkan. *Software Twidosuite* digunakan untuk merancang program. Hasilnya ditransfer ke PLC, dan PLC siap untuk digunakan.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam merancang sistem kontrol kubikel pada panel tegangan menengah ditunjukkan dalam gambar berikut:

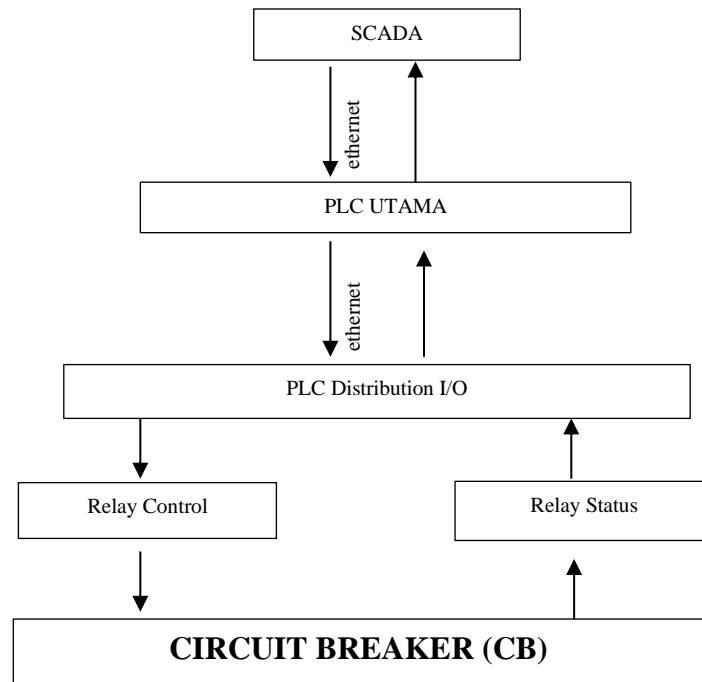


Gambar 1. Flowchart Langkah Penelitian

Dari gambar 1 dapat diperhatikan penelitian dilakukan dengan melakukan observasi langsung ke tempat penelitian untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem kontrol kubikel pada tegangan menengah. Langkah pertama yang dilakukan pada saat observasi dengan memperhatikan jalur panel

tegangan menengah sehingga dapat dirancang sistem kontrol yang sesuai dengan kondisi lapangan, Berdasarkan hasil observasi diperoleh bahwa sistem yang akan dibangun menggunakan SCADA dan menggunakan PLC serta menggunakan ethernet sebagai jalur komunikasi dengan perangkat lainnya. Untuk memudahkan dalam perancangan sistem maka direncanakan dengan menggunakan Blok Diagram. Software sistem kontrol pada tegangan menengah dirancang berdasarkan blok diagram yang direncanakan. Untuk memastikan bahwa sistem kontrol yang dibangun sudah memenuhi dan sesuai dengan kebutuhan maka dilakukan pengujian sistem tersebut. Setelah pengujian dilakukan dan sistem telah berjalan sesuai dengan kebutuhan maka selanjutnya dilakukan konfigurasi sistem kedalam peralatan. Pada saat konfigurasi sistem kedalam peralatan dilakukan pengujian kembali untuk memastikan bahwa sistem tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan dan memberikan tingkat keberhasilan untuk mengontrol peralatan kubikel yang diinginkan.

Blok Diagram Sistem kontrol kubikel dengan menggunakan PLC ditunjukkan dalam gambar 2.



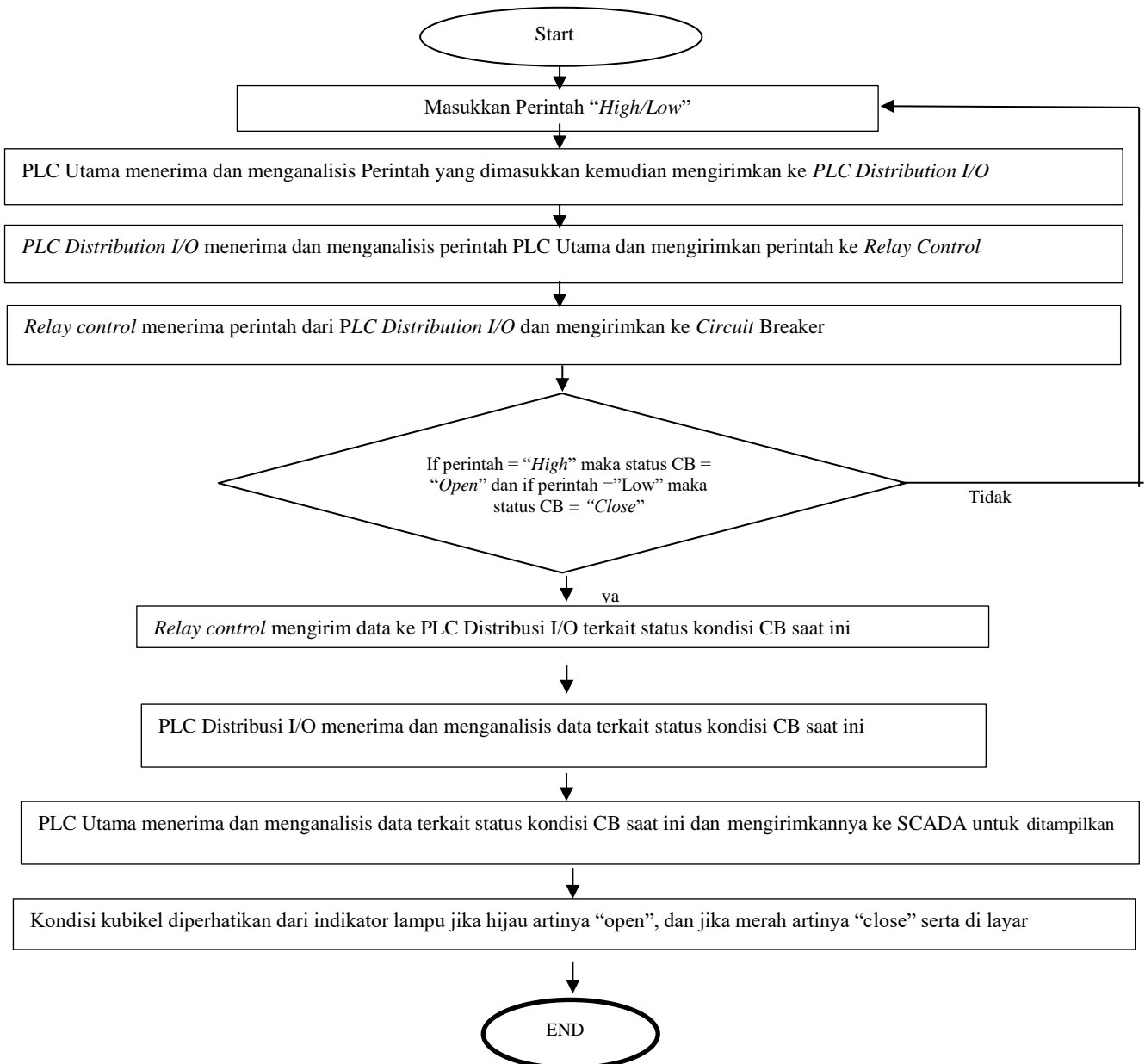
Gambar 2. Blok Diagram Sistem kontrol Kubikel

Beberapa perangkat/peralatan yang dibutuhkan dalam membangun sistem kontrol kubikel yaitu:

- SCADA, Dalam merancang sistem kontrol kubikel, SCADA merupakan aplikasi yang dipergunakan dan berfungsi sebagai alat untuk memasukkan perintah (*input*) yang diberikan oleh petugas untuk selanjutnya perintah tersebut disampaikan kepada peralatan melalui PLC utama. SCADA juga berfungsi sebagai untuk menampilkan hasil pengolahan data berupa status kubikel/*Circuit Breaker* dalam bentuk HMI di layer komputer (*output*) sehingga melalui aplikasi tersebut pengguna dapat memonitoring kondisi kubikel.
- PLC Utama, digunakan untuk menghubungkan antara sistem SCADA dan PLC distribusi I/O. PLC utama memiliki fungsi sebagai perangkat yang dibutuhkan untuk menganalisis sinyal input yang diberikan oleh petugas melalui sistem SCADA untuk selanjutnya disampaikan kepada PLC Distribusi I/O. PLC utama juga memiliki fungsi untuk mengatur keadaan output yang disampaikan oleh PLC distribusi I/O untuk selanjutnya disampaikan pada sistem SCADA yang akan diolah menjadi *output*.
- Ethernet, merupakan protokol komunikasi yang menghubungkan komputer dengan PLC utama untuk menyampaikan perintah input dan sebaliknya Ethernet juga menghubungkan PLC utama dengan Komputer untuk menyampaikan hasil output dari pengolahan data/informasi. Ethernet juga merupakan protokol komunikasi yang menghubungkan PLC Utama dengan PLC distribusi I/O digunakan untuk mengirim perintah yang dimasukkan oleh pengguna dan sebaliknya ethernet juga menghubungkan PLC distribusi I/O dengan PLC utama untuk mengirimkan data/informasi yang diperoleh dari perangkat.
- PLC Distribution I/O, menerima data dari PLC utama untuk menganalisis sinyal yang diberikan agar sesuai dengan keinginan pengguna dan selanjutnya diteruskan ke *relay*, dan sebaliknya menganalisis data yang diterima dari *relay* terkait status dari *Circuit Breaker* agar sesuai dengan keinginan pengguna.

- e. *Relay Control*, relay yang digunakan sebagai perantara antara PLC distribusi I/O dan *Circuit Breaker*. Relay control berfungsi untuk menyampaikan data yang dimasukkan oleh pengguna dapat diterima oleh *Circuit Breaker* untuk selanjutnya *Circuit Breaker* mengolah data/informasi sesuai dengan keinginan pengguna.
- f. *Relay Status*, relay yang digunakan sebagai perantara antara *circuit breaker* dan PLC ditribusi I/O. Relay status berfungsi untuk menyampaikan data/informasi dari *circuit breaker* terkait status *circuit breaker*, baik oleh karena adanya perintah yang diterima dari pengguna maupun disebabkan oleh karena kondisi *circuit breaker* itu sendiri.

Adapun Langkah-langkah dalam pembuatan sistem kontrol kubikel disajikan dalam *flowchart* berikut ini:



Gambar 3. Flowchart Sistem Kendali Kubikel

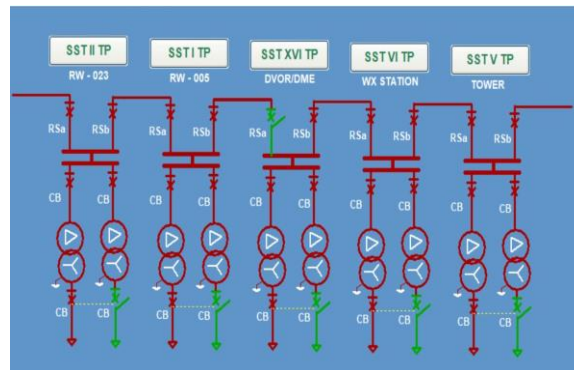
Dari gambar 3 diatas dapat diperhatikan bahwa sistem kontrol yang dirancang merupakan sistem kontrol kubikel pada panel tegangan menengah dengan cara pengguna memilih *circuit breaker* yang akan dioperasikan untuk *open/close circuit* pada tampilan SCADA. Dalam sistem tersebut perintah yang dimasukkan adalah "High/Low" Sistem akan mengirimkan perintah tersebut ke PLC utama dengan menggunakan *com ethernet* untuk dianalisis agar sesuai dengan keinginan pengguna selanjutnya PLC utama akan mengirimkan sinyal tersebut ke *PLC distribution I/O* melalui *com ethernet*, *PLC distribution I/O* akan mengirimkan sinyal *open/close* ke *Circuit Breaker* yang merupakan bagian dari kubikel melalui *Relay Control*. *Circuit Breaker* akan melakukan perintah tersebut untuk *open/close circuit*. Setelah *Circuit Breaker* melakukan *open/close circuit* maka *Circuit*



*Breaker* akan memberikan informasi terkait status dari *circuit breaker* dan akan disampaikan ke *PLC Distribution I/O* melalui *Relay status*, *PLC Distribution I/O* akan mengirimkan sinyal ke PLC utama terkait status dari *Circuit Breaker*, PLC utama akan menyampaikan sinyal tersebut ke sistem dan sistem selanjutnya akan menterjemahkan sinyal tersebut dan akan menampilkan kondisi *circuit breaker* melalui indikator lampu yang terpasang di peralatan dapat juga diperhatikan dilayar komputer

## HASIL DAN PEMBAHASAN

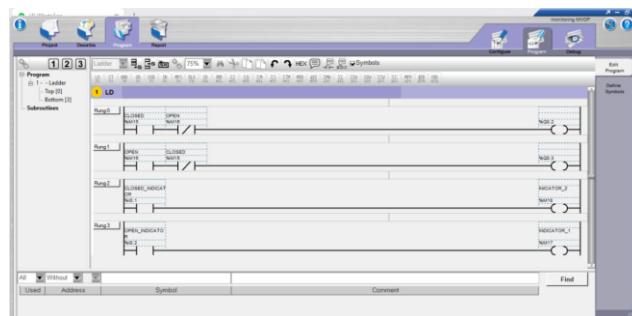
Sistem kendali kubikel merupakan sistem kendali yang digunakan untuk mengendalikan kubikel oleh pengguna melalui layar monitor yang ditampilkan dalam bentuk HMI. Sistem kendali kubikel digambarkan dalam gambar berikut:



Gambar 4. Tampilan Sistem Kendali Kubikel dalam Bentuk HMI

Pada Gambar 4 dapat diperhatikan bahwa kubikel Substation yang mensupply untuk peralatan DVOR/DME terhubung dari satu Substation ke Substation lainnya. RSa merupakan *circuit breaker* yang menjadi salah satu incoming untuk mensupply tegangan ke beban DVOR/DME. RSb juga memiliki fungsi yang sama dengan RSa. Sistem jaringan tegangan menengah merupakan sistem jaringan *looping* yang berasal dari satu sumber tegangan. Ketika RSa dalam kondisi open, maka beban masih bisa mendapatkan supply tegangan dari RSb dan sebaliknya ketika RSb dalam kondisi open maka beban masih mendapatkan supply dari RSa. Namun Ketika RSa dan RSb dalam posisi open maka beban tidak mendapatkan supply tegangan.

Untuk dapat mengoperasikan perangkat-perangkat tersebut maka disajikan dalam bentuk diagram ladder :



Gambar 5. Tampilan diagram ladder sistem kendali kubikel RSa

Pada gambar 5 diatas dapat diperhatikan bahwa Rung 0 dan Rung 1 merupakan program untuk memberikan inputan ke PLC dan mengeluarkan output untuk mengontrol *relay control* sehingga CB menjadi *close/open*. Rung 2 dan Rung 3 merupakan program untuk menerima status CB dalam kondisi *open/close* dari *relay status* yang akan ditampilkan di komputer.

Dari percobaan yang dilakukan pada sistem kendali disajikan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 1. Hasil Percobaan Sistem Kendali

No	Kubikel	Status	Indikator Lampu
----	---------	--------	-----------------

1	RSa	Open	Hijau
2	RSa	Close	Merah
3	RSb	Open	Hijau
4	RSb	Close	Merah
5	CB	Open	Hijau
6	CB	Close	Merah
7	CB	Open	Hijau
8	CB	Close	Merah

Dari hasil percobaan yang dilakukan bahwa sistem kendali kubikel dapat berjalan dengan baik, hal ini dibuktikan ketika di layar komputer ditekan tombol “close” maka indikator lampu di kubikel akan berwarna merah dan ketika ditekan tombol “open”, maka indikator lampu akan berwarna merah

## SIMPULAN

Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem kendali kubikel pada panel tegangan menengah yang dibangun merupakan sistem kendali untuk mengendalikan *circuit breaker* menggunakan PLC dalam bentuk tampilan SCADA dengan program *Vijeo Citect* yang ditampilkan dalam bentuk HMI. Sistem kendali menampilkan hasil yang diinginkan oleh pengguna di layar komputer dan juga menggunakan indikator lampu. Ketika pengguna menginginkan kubikel *open* di layar komputer akan terlihat *circuit* dalam kondisi *open* dan indikator pada lampu akan ditunjukkan dengan menyalanya lampu hijau dan begitu juga sebaliknya. Sistem kendali yang dibangun terbatas pada input yang dimasukkan oleh teknisi dari layar komputer. Untuk pengembangan selanjutnya dapat dikembangkan apabila inputnya berasal dari beban atau perangkat yang menyebabkan kubikel “open” dan kondisi kubikel dapat ditampilkan di indikator lampu yang terpasang di peralatan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Direktur Politeknik Penerbangan Medan yang telah memfasilitasi dengan memberikan anggaran untuk melaksanakan penelitian ini dan kepada General Manager PT. Angkasa Pura Aviassi yang telah memberikan kami tempat untuk melakukan penelitian di PT. Angkasa Pura Aviassi khususnya Bandara Kualanamu serta kepada para teknisi di PT Angkasa Pura Aviassi dan para Dosen Politeknik Penerbangan Medan yang telah membantu kami dalam menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Azam, M. Rafiq, M. Shafique, H. Zhang, M. Ateeq, dan J.Yuan. (2021). Analyzing the relationship between economic growth and electricity consumption from renewable and non-renewable sources: Fresh evidence from newly industrialized countries, *Sustain. Energy Technol. Assessments*, vol. 44, p. 100991, doi: 10.1016/j.seta.2021.10099.
- Ahmed, M.M., dan W.L, Soo. (2009). Supervisory Control and Data Acquisition System (SCADA) based customized Remote Terminal Unit (RTU) for distribution automation system. Conference: Power and Energy Conference, 2008. PECon 2008. IEEE 2nd International. Doi: 10.1109/PECON.2008.4762744.
- Duanaputri, R., Rahma, N.A., dan Amiruddin, A.F. (2020). Pengembangan Prototype Sistem Operasi dan Proteksi Gardu Hubung Berbasis RFID. *ELPOSYS Jurnal Sistem Kelistrikan*, 7(1):19-24
- Fandidarma, B., Ina, S., dan Abdi, P. (2022). Pengatur Suhu Ruangan Tertutup menggunakan PLC Schneider TWIDO COMPACT berbasis SCADA -WONDERWARE INTOUCH. *Jurnal ELECTRA : Electrical Engineering Articles*. 2(2).01-11. ISSN: 2747-0539 (Online) / 2745-598X (Print)
- Hairul, Fatahul, A., Romi, W., Zakaria, Z., Kurniawan, dan Yusuf, D.H. (2023). Automation of Load Electricity Operating System Using PLC (Programmable Logic Controller). *International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS)* 3(1):76-81

- Hartanto, S., Reza, P., dan Tri, O.P. (2023). Pengujian Kinerja Kubikel PMT 20 kV Pada Kubikel Netto Gardu Induk PLTMG Senayan. *Teknokris*, 26(1), 45-53.
- Hendrocahyo, H., dan Kurniawati, L. (2022). "Understanding the Financial Performance of PT PLN (Persero): A Narrative on State-Owned Enterprise (SOE) with a Mandate of Electricity in Indonesia," *Binus Bus. Rev.*, 13(3), 241–258.
- Jaiswal, A.R., dan Jagtap, P.P. (2016). Study of PLC & SCADA controlled thermal power plant. *IRJET*. 3(4).
- Kibulungu, J.W., dan O.T. Laseinde. (2023). Automatic Control System Based on Industry 4.0, PLC, and SCADA. In book: *Intelligent Sustainable Systems*. DOI: 10.1007/978-981-19-7660-5\_16
- Kartika, M., dan Insani, A.B. (2022). Pemeliharaan Preventif Kubikel CBOG 20 KV di PT PLN (PERSERO) UP3 Bekasi UID Jawa Barat. *JE-UNISLA* 7(2), 63-68.
- Lestari, N., Hadi, S., dan Rudy, G., (2020). Sistem Pemantauan Kubikel Tegangan Menengah Berbasis Internet Of Things. *Infotronik Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 5(1), 37.
- Lins, T., dan Oliveira, R.A.R. (2020). Cyber-Physical production systems retrofitting in context industry 4.0. *Comput. Ind. Eng.* 139106193.
- Mada, R. (2023). Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Sinkronisasi Generator ke Jaringan PLN pada PLTM Berbasis SCADA. *JTRM (Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur)*, 5(1), 35-50
- Mkr, S., Agung, P., Sinka, W., Rosyid, R.A.H., dan Devan, J.V. (2021), Prototipe Alat Pendeteksi Korona Sebagai Proteksi Kubikel Keluaran 20 KV Pelanggan Tegangan Menengah. *Jurnal Sosial Teknologi*, 1(5), 366–375
- Nuril, A., Novta, D., dan Yordano, D. (2022). Remote Terminal Unit (RTU) SCADA pada Kubikel Tegangan Menengah 20kV. *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)* 1(1), 1-7.
- Prasetyo, W.A., dan Heru, W. (2015). Simulator Kubikel Minimum Untuk Investigasi Gangguan SCADA Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 KV. *GEMA TEKNOLOGI*, 17(4)
- Raghavan, V., dan Chitra, S. (2014) 0. Conveyor Control Using Programmable Logic Controller. *International Journal of Advancements in Research & Technology*. 3(8). 25-31. ISSN 2278-7763.
- Rahmadani, A., Novie, A.W., dan Lucky, P.S.R. (2022) Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan serta Kendali Dua Heater pada Kubikel 20 kV Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro* 21(2):219
- Ramadhan, R.M.B.P., Moh. Zainal, E., dan Syechu, D.N. (2023 ). Temperature and Humidity Control System for 20 kV of Cubicle with Multiple Input Multiple Output Fuzzy Logic Controller. *JAREE (Journal on Advanced Research in Electrical Engineering)*. 7(2). DOI: 113-120.10.12962/jaree.v7i2.367.
- Ramzil, M.A., Sayed, M., Yuliadi, A., dan M. Nasir. (2020). Aplikasi Vijeo Citect Menggunakan PLC TWDLCAA24DRF Berbasis SCADA. *Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, Vol.17 No. 1, pp. 23-28. pISSN:1693-8095. eISSN: 2549-8762
- Romančik, J. dan Michal, K. (2021). Software Application For A System With A Programmable Logic Controller. *Acta Mechatronica-International Scientific Journal about Mechatronics*. 6(4). 63-68. ISSN 2453-7306. Doi:10.22306/am.v6i4.81
- Saputra, A., dan Alwin, W. F. R., (2017). Sistem Koreksi Otomatis Pada Mesin Packaging Dengan pengendali PLC. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*. Vol.8 No. 1. ISSN : 2086-9479.

- Seturidze, R., Davit, N., Shorena, D., Mikheil, M., dan Murtaz, M. (2023). Ways Of Improving The Management Of The Supervisory Control And Data Acquisition (Scada) Automated System In Electric Power. *International Journal of Development Research* 13(10):63921-63928. DOI: 10.37118/ijdr.27265.10.2023.
- Sheila, S.Y., Nur, W.R., Faris, R., Reza, F.A., dan Anggara, T.N. (2022). *Indonesian Journal of Electronics Electromedical Engineering and Medical Informatics* 4(4):192-198. DOI: 10.35882/ijeeemi.v4i4.251.
- Sophia, L.A., Toto, T., dan Kartono W. (2021). Simulasi Aplikasi PLC sebagai Sistem Proteksi Arus dan Temperatur Lebih Pada Motor Induksi Tiga Fasa. *Prosiding The 12<sup>th</sup> Industrial Research Workshop and National Seminar*.
- Ta'ali, dan Fivia, E. (2020). Sistem Monitoring dan Kontrol Motor AC Berbasis SCADA, *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(1).
- Tükez, E, T., dan Adnan, K., (2022)., SCADA System for Next-Generation Smart Factory Environments. *Icontech International Journal* 6(1):48-52. DOI: 10.46291/ICONTECHvol6iss1pp48-52