

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

GI 150kV Data Center adalah Gardu Induk PLN yang berada di Kawasan industry Greenland International Industrial Center, Cikarang, Kab Bekasi. GI 150kV Data Center merupakan rencana GI baru pada RUPTL 2021-2030 yang direncanakan beroperasi pada tahun 2023 dan berhasil dioperasikan pada Desember 2024. GI tersebut dibangun untuk memasok daya listrik terkait adanya rencana penyambungan daya KTT Data Center di Kawasan Greenland Internasional Industrial Center (GIIC) dengan melayani kebutuhan energi Listrik bagi pelanggan Prioritas Konsumen Tegangan Tinggi (KTT) khususnya untuk Industri – industry Data Center seperti milik Pusat Data Nasional (PDN) Microsoft, STT Global Data Center, Amazon dan lain – lain (PT PLN (Persero) UID Jawa Barat, 2021). Dengan kondisi pelanggan yang merupakan pusat Data Center, maka keandalan Listrik yang disupply dari GI 150kV Data Center adalah hal yang paling utama dan faktor krusial atas keberlangsungan pelayanan energi PT PLN (Persero) terhadap pelanggan – pelanggan prioritas tersebut.

Salah satu aspek yang sangat vital bagi keandalan sistem GI 150kV Data Center adalah sistem *SCADA* (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Dimana sistem *SCADA* tersebut berfungsi untuk memantau kondisi serta mengendalikan sistem Operasi GI 150kV Data Center secara *real time*. Dengan sistem *SCADA*, GI 150kV Data Center dapat terhubung secara langsung dengan *Regional Control Center* (*RCC*) yang dikelola oleh Unit Pelaksana Pengatur Beban Jawa Barat (UP2B) (PT PLN (Persero) - et al., n.d.). Kemudian *RCC* dalam pengoperasian GI 150kV Data Center dapat memonitor status Peralatan, Arus dan Tegangan Operasi, monitoring gangguan, mengontrol peralatan dari jarak jauh dan hal – hal lain yang berkaitan dengan sistem operasi Gardu Induk.

Untuk mendukung sistem *SCADA* diperlukan perangkat yang digunakan untuk perangkat yang digunakan untuk menggabungkan beberapa sinyal (data, suara, video, atau sinyal kontrol) dari berbagai sumber ke dalam satu jalur transmisi atau satu media komunikasi, agar lebih efisien dalam penggunaan kanal atau

bandwidth. Perangkat tersebut adalah *Multiplexer* (PT PLN (Persero) & SPLN S3.002-3: 2013, 2013).

Pada GI 150kV Data Center, *Multiplexer* digunakan untuk:

- a. Menggabungkan data dari berbagai peralatan Gardu Induk, seperti Relay Proteksi, *Metering*, *Remote Terminal Unit (RTU)*, Media Penyaluran Telekomunikasi dan Teleproteksi, dan lain – lain.

Multiplexer menggabungkan semua sinyal ini ke satu jalur komunikasi berupa saluran kabel Optic (OPGW) menuju pusat pengendali atau master station (RCC UP2B Jabar).

- b. Efisiensi Jalur Komunikasi

Tanpa *multiplexer*, setiap perangkat harus punya jalur sendiri, yang mahal dan rumit. Dengan *multiplexer*, cukup satu kanal komunikasi untuk banyak sinyal sehingga menghemat biaya instalasi kabel dan perangkat komunikasi.

- c. Mendukung Integrasi SCADA dan Proteksi

Dalam sistem *SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)*, *multiplexer* memegang peran penting dalam pengiriman data telemetri, telekontrol, dan alarm dari gardu ke pusat kontrol.

Dengan begitu vitalnya fungsi dari *Multiplexer* tersebut, maka perangkat *Multiplexer* harus dipastikan dapat beroperasi / bekerja dengan optimal dan tidak boleh mengalami gangguan. Untuk itu, perangkat di Gardu Induk harus dapat dimonitor status nya dari jarak jauh dan *real time* apakah dalam kondisi healthy atau kondisi error / alarm.

Akan tetapi, pada sistem yang saat ini, sistem monitoring pada *Multiplexer* hanya terbatas pada Status *Multiplexer* itu sendiri apakah Healthy atau error. Sedangkan aspek lain yang juga perlu dilakukan monitoring adalah status power supply 48VDC (PT PLN (Persero), 2021) yang digunakan untuk menyalakan *Multiplexer* tersebut. Sayangnya, kegagalan sistem operasi pada *Multiplexer* di GI 150kV Data Center terjadi pada saat persiapan pengoperasian (*Energize*). Gangguan terdeteksi dari pusat kendali *SCADA Regional Control Center (RCC)*

Jawa Barat, dengan kondisi semua peralatan di GI 150kV Data Center invalid sehingga tidak dapat dimonitor dan dikontrol dari pusat kendali (*Dispatcher*). Hasil Investigasi menunjukkan bahwa gangguan tersebut terjadi akibat terputusnya *power supply 48VDC*. Sehingga diperlukan sistem monitoring untuk memastikan keberlanjutan dan keandalan *power supply 48VDC* untuk *Multiplexer* tersebut. Di sisi lain saat ini baik secara aturan SPLN atau Grid Code sistem kelistrikan Jamali (Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral, 2020) aturan terkait sistem monitoring pada status 48VDC Power Supply terbatas pada perangkat *fixed* bukan melalui perangkat *mobile*.

Berdasarkan hal tersebut, saya (penulis) tertarik untuk membuat *project* rancangan suatu sistem untuk Skripsi dengan judul “**RANCANGAN SISTEM MONITORING TEGANGAN DAN ARUS *REAL-TIME* BERBASIS *IOT* ESP32 PADA *POWER SUPPLY 48VDC MULTIPLEXER* GI 150KV DATA CENTER**”, yang berfungsi untuk mengukur Tegangan dan Arus pada *power supply 48VDC* untuk *Multiplexer* GI 150kV Data Center dengan menggunakan Modul sensor Tegangan dan Sensor Arus ACS712, kemudian hasil pembacaan Tegangan dan Arus tersebut diintegrasikan melalui *Internet of Things (IoT)* (Cirani et al., 2019) dengan modul ESP32 sehingga hasil monitoring tersebut dapat termonitor secara *real-time* dan dapat diakses melalui perangkat *Smartphone* maupun laptop dari jarak jauh melalui aplikasi monitoring. Sistem tersebut juga menyediakan fungsi lainnya yaitu mendeteksi terjadinya anomali, misalnya under atau over voltage, serta kehilangan beban yang ditandai dengan arus nol(0) . Peringatan tersebut disampaikan melalui visual pada layar LCD, alarm, serta pemberitahuan melalui aplikasi. Sistem monitoring tersebut memberikan solusi bagi pihak operasional Telekomunikasi dan SCADA untuk memonitor power supply 48VDC pada perangkat Multiplexer di GI 150kV Data Center untuk memastikan keandalan sistem serta meminimalkan potensi kegagalan Telekomunikasi dan SCADA pada fase operasional akibat gangguan power supply.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang sistem monitoring secara *real-time* yang mampu mengukur tegangan dan arus pada power supply 48VDC untuk perangkat multiplexer di GI 150kV Data Center secara akurat dan stabil?
2. Bagaimana cara memanfaatkan modul ESP32 berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk mengirimkan data hasil pengukuran tegangan dan arus secara *real-time* melalui jaringan internet sehingga dapat diakses dari jarak jauh?
3. Bagaimana sistem dapat mendeteksi dan memberikan peringatan terhadap kondisi abnormal, seperti *undervoltages*, *overvoltag*, atau kehilangan beban (arus nol)?
4. Seberapa efektifkah sistem yang dirancang dalam meningkatkan keandalan proses monitoring power supply 48VDC guna mendukung operasi sistem SCADA dan telekomunikasi di GI 150kV Data Center?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian atau perancangan ini bertujuan untuk:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring *real-time* yang mampu mengukur parameter tegangan dan arus pada power supply 48VDC untuk perangkat *Multiplexer* di GI 150kV Data Center secara akurat.
2. Mengimplementasikan modul ESP32 berbasis *Internet of Things (IoT)* sebagai media pengiriman data hasil pengukuran tegangan dan arus secara *real-time* sehingga dapat dimonitor jarak jauh melalui perangkat *smartphone* atau laptop.
3. Mengembangkan fitur deteksi dini dan sistem peringatan otomatis terhadap kondisi anomali pada power supply, seperti *undervoltage*, *overvoltage*, atau kehilangan beban (arus nol), dengan pemberitahuan visual maupun alarm.
4. Menguji dan mengevaluasi kinerja sistem monitoring dalam mendukung keandalan operasi sistem SCADA dan telekomunikasi di GI 150kV Data Center, serta menilai efektivitasnya dalam mencegah potensi gangguan akibat masalah pada *power supply* 48VDC.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Memberikan kemudahan dalam melakukan pemantauan kondisi *power supply* 48VDC secara *real-time* tanpa harus berada di lokasi, sehingga mempercepat proses deteksi dini dan penanganan gangguan;
2. Meningkatkan keandalan dan kontinuitas komunikasi data antara GI 150kV Data Center dengan *Dispatcher*, dengan meminimalkan risiko kegagalan akibat gangguan pada *power supply* 48VDC;
3. Menjadi contoh penerapan *Internet of Things (IoT)* pada sistem *monitoring power supply* di lingkungan Gardu Induk atau infrastruktur lainnya, yang dapat dikembangkan lebih lanjut pada aplikasi serupa;
4. Menambah referensi dan wawasan mengenai perancangan sistem monitoring berbasis mikrokontroler ESP32 serta integrasinya dengan teknologi IoT untuk kebutuhan industri kelistrikan dan telekomunikasi; dan
5. Membantu mengurangi waktu inspeksi manual dan potensi human error melalui sistem pemantauan otomatis yang dapat memberikan peringatan dini terhadap kondisi anomali pada *power supply*.

1.5 Ruang Lingkup Desain

Penelitian ini dibatasi pada rancangan desain alat atau *prototype* sistem Monitoring Tegangan dan Arus DC *rela-time* dengan IoT Esp32 pada supply 48V untuk *Multiplexer* di GI 150kV Data Center . Fokus perancangan meliputi:

1. Mengaplikasikan Sensor Tegangan yang kompatibel untuk desain alat menggunakan Mikrokontroler dimana sensor tegangan biasanya mempunyai batasan kapasitas pembacaan tegangan DC maksimal 24 Volt DC dan output yang dapat diterima oleh mikrokontroller adalah maksimal 5Volt DC. Sedangkan objek pembacaan adalah sistem power supply 48Volt DC.

2. Mengaplikasikan Sensor Arus yang kompatibel untuk desain alat menggunakan Mikrokontroller dimana pembacaan arus yang dapat masuk ke mikrokontroller nominal kecil, sedangkan obyek pembacaan arus Sistem power supply memiliki spesifikasi dengan arus yang cukup besar.
3. Mengintegrasikan Sensor Tegangan dan Sensor arus dengan Mikrokontroler berbasis ESP32 untuk diolah menjadi informasi Tegangan dan Arus yang terbaca secara real time pada Layar tampilan LCD yang ada pada Sistem Monitoring itu sendiri.
4. Merancang Sistem Monitoring Tegangan dan Arus Power Supply 48VDC pada Perangkat Multiplexer agar dapat dikirim serta diakses secara *on line, real time* dan dari jarak jauh pada perangkat *mobile* (*Smartphone*, Laptop, dll) yang dimiliki oleh pihak – pihak yang mempunyai otoritas terkait pengelolaan sistem di GI 150kV Data Center.

1.6 Kebaharuan Dari Penelitian Sebelumnya.

Penelitian ini masih berada pada tahap rancangan sistem (*prototype*) yang berfokus pada perancangan sistem monitoring tegangan dan arus *power supply* 48VDC Multiplexer di GI 150 kV Data Center berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan mikrokontroler ESP32.

Kebaharuan penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya terletak pada beberapa aspek berikut:

1. Penelitian – penelitian terdahulu umumnya menerapkan sistem IoT untuk monitoring arus dan tegangan pada sistem kelistrikan rumah tangga, PLTS, atau laboratorium pendidikan. Sementara itu, penelitian ini dirancang khusus untuk lingkungan Gardu Induk 150 kV Data Center, yang merupakan bagian dari sistem SCADA dan telekomunikasi PLN.
2. Meskipun masih dalam tahap rancangan, sistem ini diarahkan agar nantinya dapat diintegrasikan dengan jaringan komunikasi SCADA UP2B Jawa Barat, sehingga memungkinkan monitoring jarak jauh status power supply 48VDC dari pusat pengendali menggunakan berbagai perangkat *mobile*.

3. Belum banyak penelitian yang secara spesifik menyoroti keandalan power supply DC 48V sebagai sumber utama perangkat komunikasi Multiplexer di Gardu Induk. Rancangan ini berfokus pada aspek tersebut sebagai elemen vital yang menentukan kestabilan sistem SCADA.
4. Sistem ini dirancang agar mampu mendeteksi kondisi abnormal seperti under-voltage ($<44V$), over-voltage ($>52V$), dan zero-current (arus hilang) secara real-time, serta mengirimkan notifikasi melalui aplikasi berbasis IoT (*dashboard*).
5. Perancangan sistem menggunakan modul ESP32 yang mendukung komunikasi Wi-Fi, serta sensor arus ACS712 dan sensor tegangan DC, yang terintegrasi melalui arsitektur IoT untuk menghasilkan data real-time yang dapat diakses dari jarak jauh.

Dengan demikian, kebaruan penelitian ini pada rancangan konsep dan sistem prototipe IoT yang ditujukan untuk meningkatkan keandalan pemantauan daya DC Multiplexer pada infrastruktur Gardu Induk, dengan evaluasi terhadap potensinya untuk dilakukan implementasi lapangan.

1.7 Hipotesis.

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian, hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. H1: Sistem monitoring berbasis IoT dengan mikrokontroler ESP32 dapat mengukur dan menampilkan nilai tegangan serta arus *power supply* 48 VDC secara *real-time* dengan akurasi tinggi.
2. H2: Integrasi sistem monitoring berbasis IoT mampu mendeteksi anomali (*under-voltage*, *over-voltage*, dan *zero-current*) secara cepat dan memberikan peringatan melalui aplikasi menggunakan perangkat *mobile*.
3. H3: Implementasi sistem ini dapat meningkatkan keandalan operasional perangkat Multiplexer di GI 150 kV Data Center dengan meminimalkan risiko gangguan akibat kegagalan catu daya DC.