

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya penggunaan energi listrik mengikuti kemajuan teknologi, energi listrik berfungsi untuk mendukung sektor-sektor kehidupan manusia mulai dari kebutuhan rumah sampai kebutuhan industri dan layanan umum[1]. Besarnya konsumsi listrik semakin hari semakin naik, hal ini disebabkan karena pentingnya listrik dalam pertumbuhan ekonomi. Konsumsi listrik nasional terus naik setiap tahunnya tercatat pada tahun 2021 sebesar 257.634,26 GWh menjadi 288.435,75 GWh pada tahun 2023[2]. Namun keandalan dari pasokan listrik sering terganggu oleh faktor-faktor seperti bencana alam ataupun kegagalan peralatan. Gangguan tersebut dapat menyebabkan padamnya energi listrik pada wilayah yang luas serta mengakibatkan kerugian ekonomi yang cukup tinggi[3]. Demi menjaga kontinuitas pasokan energi listrik, maka gardu induk mempunyai peran yang krusial dalam menjaga keandalan transmisi tenaga listrik[4].

Gardu induk merupakan fasilitas yang mengubah besar tegangan dan arus dari pembangkit yang kemudian didistribusikan ke gardu-gardu distribusi[4]. Gardu Induk berfungsi sebagai fasilitas yang mengelola penggunaan energi listrik, menjaga keamanan fasilitas tenaga listrik serta menangani pemulihan sistem tenaga listrik[5]. Proteksi pada gardu induk penting untuk melindungi peralatan listrik dari kerusakan serta untuk menjaga kestabilan penyaluran tenaga listrik.

Sistem proteksi memainkan peran penting pada gardu induk yang berfungsi melindungi peralatan listrik guna terhindar dari terjadinya kerusakan pada fasilitas energi listrik serta memastikan kestabilan sistem tenaga listrik agar tetap terjaga[5]. Sistem proteksi pada gardu induk digunakan untuk mendeteksi serta *merespons* ketika terdapat gangguan dalam jaringan [4]. Gardu induk memiliki 2 sumber energi listrik pada sistem proteksinya yang merupakan energi listrik AC (*Alternating current*) serta energi listrik DC (*direct current*)[6].

Sistem 110 VDC merupakan bagian kelistrikan yang penting pada gardu induk yang berfungsi menyediakan suplai daya untuk peralatan kontrol dan proteksi untuk menjaga kestabilan dan keamanan jaringan listrik[7]. fungsi sistem ini adalah sebagai suplai energi

listrik pada sistem proteksi apabila terjadi gangguan pada sumber energi AC di gardu induk. Sumber utama baterai gardu induk umumnya berasal dari *retrifier*[6]. Pada gardu induk sendiri sistem DC di bentuk melalui kumpulan sel baterai yang di hubungkan seri sehingga terbentuk tegangan 110Vdc atau sesuai dengan kebutuhan dari sistem yang di tunjang. apabila baterai yang digunakan sebagai sumber energi DC tidak berfungsi normal, hal tersebut dapat menyebabkan masalah dalam sistem gardu induk. kondisi baterai adalah aspek penting yang harus di pelihara untuk memastikan sistem tetap berjalan dengan baik dan dalam kondisi stabil[8] Maka dari itu, apabila terjadi kerusakan pada salah satu sel baterai maka dapat berpengaruh terhadap sistem tersebut, seperti terjadinya penurunan tegangan pada salah satu sel, apabila tidak segera di benarkan dapat mempengaruhi kinerja dari keseluruhan sistem baterai dan dapat mengganggu sistem proteksi yang berada di gardu induk

Pemeliharaan secara berkala membantu mencegah terjadinya kerusakan pada baterai, namun pemeliharaan dengan interval waktu yang cukup lama menyebabkan keterbatasan dalam pemantauan baterai secara terus-menerus dan menyebabkan potensi kerusakan sulit terdeteksi[9]. *Monitoring* tegangan penting dilakukan pada baterai untuk menjaga kestabilan suplai daya DC, ketidakstabilan baterai dapat menyebabkan kegagalan pada perangkat proteksi yang dapat menimbulkan risiko keamanan[7]. Untuk membantu dalam pemeliharaan baterai, dibutuhkan alat yang mampu mengindikasi kerusakan untuk menjaga baterai lebih tahan lama[10]. Hal ini dibutuhkan untuk mengurangi kemungkinan kerusakan karena keterbatasan waktu pemeliharaan baterai, maka penggunaan IoT dapat menjadi jalan keluar untuk mengatasi keterbatasan tersebut.

Seiring perkembangan zaman, maka teknologi khususnya *internet of things* (IoT), merupakan salah satu solusi untuk penggunaan *monitoring* secara *real time* dan otomatis. IoT dapat menghubungkan antar perangkat fisik dengan perantara internet serta dapat memungkinkan terjadinya sistem pertukaran informasi dan juga analisis otomatis[7]. Teknologi IoT ini dapat memungkinkan suatu perangkat elektronik yang terpasang pada baterai gardu induk untuk memenuhi kebutuhan *monitoring* serta pemberian notifikasi dini tentang kemungkinan terjadinya gangguan pada sistem baterai secara *real time*, hal ini dapat mencegah terjadinya kegagalan sistem akibat drop tegangan pada baterai. Serta data yang diperoleh dari pengukuran tegangan tersebut juga dapat di tampilkan secara

real time melalui jaringan internet menuju ke server, hal ini dapat memudahkan dalam pemeliharaan bulanan sehingga lebih efisien waktu. ESP32 merupakan mikrokontroler yang dapat terhubung ke jaringan internet. komponen ini sering digunakan dalam IoT untuk penghubung antara *hardware* dengan internet.

Dari masalah yang ada di gardu induk tersebut, maka dibuatlah penelitian ini yang fungsinya untuk membantu mengembangkan sistem pemantauan baterai dengan memanfaatkan IoT dalam menyelesaikannya dan fitur tambahan yaitu notifikasi peringatan kerusakan dini. Penelitian ini berbasis IoT yang menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama, serta penggunaan blynk sebagai *interface* dan Telegram sebagai aplikasi untuk notifikasi peringatan dini. Penulis berharap hasil dari pengembangan ini berguna bagi keandalan sistem tenaga listrik khususnya pada baterai gardu induk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang ada, dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan membangun sistem *monitoring* tegangan baterai gardu induk yang bekerja secara *real time* dan *kontinu*?
2. Bagaimana mengimplementasikan teknologi *internet of things* untuk sistem *monitoring* baterai gardu induk?
3. Bagaimana kinerja sistem *monitoring* dan peringatan dini baterai berbasis IoT yang telah dirancang?

1.3 Tujuan

Berdasarkan dari rumusan masalah yang telah di buat, penulis memiliki beberapa tujuan yang ingin di capai sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem *monitoring* yang mampu memantau secara *real time* dan *kontinu*.
2. Mengimplementasikan sistem *monitoring* tegangan berbasis mikrokontroler yang terintegrasi dengan internet.
3. Mengevaluasi kinerja sistem yang di rancang dalam *monitoring* tegangan dan deteksi drop tegangan sebagai indikasi awal kerusakan.

1.4 Manfaat

Berikut merupakan manfaat yang ingin dicapai oleh penulis:

1. Mempermudah kegiatan pemeliharaan baterai pada sistem sumber daya DC.
2. Mengurangi risiko kegagalan sistem akibat penurunan tegangan pada sel baterai selama interval waktu antar pemeliharaan.

1.5 Ruang Lingkup

Agar penelitian lebih terarah, maka ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek sebagai berikut:

1. Sistem yang di kembangkan dalam penelitian ini berupa prototipe dan dirancang untuk kebutuhan penelitian penulis
2. Baterai yang digunakan dalam penelitian ini berupa sel baterai tiruan.
3. Sistem hanya melakukan deteksi dini terkait kondisi baterai yang *undervoltage* dan *overvoltage*.
4. Sistem hanya melakukan *monitoring* dan notifikasi tanpa kontrol peralatan.

1.6 Kebaharuan

Penelitian ini merancang dan membangun sistem *monitoring* baterai gardu induk yang berbasis *internet of things* dengan memanfaatkan mikrokontroller berupa ESP32. Penelitian ini menggunakan rangkaian *voltage divider* untuk mengukur tegangan tiap sel baterai secara *real time* dan sensor pzem-017 untuk mengukur total tegangan dan arus baterai. Sistem ini mampu mengukur serta menampilkan data tegangan sel baterai melalui antarmuka blynk untuk di akses oleh pengguna. sistem ini juga mempunyai deteksi dini terkait *undervoltage* dan *overvoltage* pada sel baterai yang terintegrasi dengan aplikasi android whatsapp. Melalui alat ini diharapkan dapat membantu dalam sistem *monitoring* baterai gardu induk.

1.7 Hipotesis

1. sistem ini mampu memberikan notifikasi terkait kondisi baterai *undervoltage* dan *overvoltage*
2. Sistem ini mampu memberikan *monitoring* terhadap tegangan baterai secara *real-time* dan *kontinu*.
3. Penggunaan sistem ini mampu meningkatkan efisiensi pada proses pemeliharaan