

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam melakukan sebuah pengujian untuk mempelajari sesuatu skenario atau kondisi tertentu diperlukan adanya metode yang dapat menggambarkan skenario ataupun kondisi yang mau di uji. Metode yang digunakan untuk menggambarkan kondisi tersebut harus sesuai dengan kondisi sebagaimana tanpa merusak kondisi aslinya. Simulasi merupakan proses perancangan model matematis atau logis sistem nyata, melakukan eksperimen terhadap model dengan menggunakan komputer untuk menggambarkan, menjelaskan dan memprediksi perilaku sistem[1]. Simulasi juga bisa diartikan sebagai sebuah metode yang dipakai dalam upaya meniru suatu keadaan atau kondisi yang terdapat di dunia nyata. Khususnya dalam dunia teknologi, simulasi digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem, menemukan kesalahan, atau mencari solusi sebelum diterapkan di lapangan. Misalnya pada teknologi yang berkaitan yang terdapat dalam sebuah industri, operator atau pengguna dapat mempelajari bagaimana keseluruhan sistem dalam industri tersebut guna mengetahui sistem bekerja, kesalahan atau gangguan dalam sistem yang terdapat di industri tersebut. Simulasi adalah alat yang efektif untuk pengembangan dan perbaikan sistem karena memungkinkan berbagai skenario yang dapat diuji secara berulang. Selain itu, hasil simulasi juga dapat dianalisis secara menyeluruh dengan bantuan teknologi seperti komputer dan sistem kontrol. Oleh karena itu, simulasi menjadi bagian penting dari proses desain dan implementasi sistem di berbagai industri.

Perusahaan yang bergerak dalam lingkup bidang tenaga listrik di Indonesia adalah PLN (Perusahaan Listrik Negara). Perusahaan ini menyediakan energi listrik dengan mendistribusikan energi listrik itu ke berbagai tempat yang mampu dijangkau oleh PLN. Suatu sistem tenaga listrik terdiri dari tiga bagian utama yaitu pusat pembangkit listrik, saluran transmisi, dan sistem distribusi[2]. Proses pusat pembangkit berfokus pada upaya menghasilkan energi listrik dengan pembangkit yang menggunakan sumber bermacam-macam, seperti batu bara, angin, air, panas bumi, dan yang terbaru menggunakan energi dari cahaya matahari. Dari sumber energi tersebut akan diproses oleh pembangkit untuk menghasilkan energi listrik. Pada proses transmisi yang dilakukan oleh perusahaan terdapat beberapa yaitu menggunakan Sistem Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET), Sistem Tegangan Tinggi (SUTT), Sistem Tegangan Menengah (SUTM), dan Sistem Tegangan Rendah (SUTR). Sistem distribusi merupakan bagian terakhir sistem dalam sistem tenaga listrik yang tugasnya secara umum untuk menyalurkan sumber energi listrik dari sistem transmisi ke konsumen.

Sistem distribusi tenaga listrik didefinisikan sebagai bagian dari sistem tenaga listrik yang menghubungkan Pusat Pembangkit Tenaga Listrik, Transmisi Tenaga Listrik dan Gardu Induk dengan konsumen[3]. Sistem distribusi ini ada 2 (dua) jenis yaitu sistem distribusi primer dan sistem distribusi sekunder. Pada sistem distribusi primer biasanya digunakan untuk menghantarkan listrik bertegangan diantara 20KV atau kategori tegangan tinggi, sedangkan pada distribusi sekunder biasanya digunakan listrik bertegangan diantara 220/330 V atau kategori listrik tegangan rendah. Selain itu, untuk yang primer distribusi dialirkan dari gardu induk ke trafo distribusi dan untuk sekunder adalah kelanjutan dari distribusi primer yaitu dari trafo distribusi ke konsumen. Sistem distribusi pada umumnya juga menggunakan komponen untuk dapat melakukan pendistribusian sumber energi listrik, dan komponen yang terdapat pada sistem ini meliputi Gardu Induk (GI), Transformator (Trafo) Distribusi, Jaringan Kabel, dan komponen pendukung lainnya. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (Bulk Power Source) sampai ke konsumen[4].

Gangguan merupakan kondisi yang menyebabkan kelancaran suatu operasi atau fungsi dari sistem terganggu. Dimana gangguan pada jaringan tenaga listrik dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti beban berlebih, gangguan eksternal, atau kerusakan peralatan. Gangguan ini sering kali mengakibatkan ketidakstabilan pasokan listrik, yang berdampak pada pemadaman lokal atau bahkan dalam skala yang lebih luas. Oleh karena itu, penting untuk memiliki sistem yang mampu mendeteksi dan menangani gangguan tersebut secara cepat dan efisien. Gangguan pada jaringan tenaga listrik ini dapat terjadi pada proses dari pembangkit hingga pada transmisi dan distribusi. Pada sistem distribusi, sering kali mengalami bermacam-macam gangguan yang dapat menyebabkan gangguan operasional maupun pemadaman listrik. Semakin sering suatu jaringan distribusi mengalami gangguan maka kontinuitas penyaluran energi listrik juga akan semakin buruk[5].

Oleh karena itu, sistem distribusi dalam jaringan listrik ini memerlukan pengontrol agar sistem dapat berjalan dengan lancar dan mampu meminimalisir adanya gangguan pada sistem kelistrikan secara *real-time* dari ruang kontrol pusat. Dengan menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) sebagai otak pengendali atau mikroprosesor dalam proses otomatis yang dilakukan. Penggunaan PLC pada distribusi oleh PLN yang cukup rumit ini perlu penyederhanaan dalam proses yang berlangsung berupa sebuah simulasi. Dengan adanya penyederhanaan itu dapat memberikan penjelasan tentang bagaimana proses yang berlangsung dalam sistem distribusi yang biasa digunakan oleh PLN. Dengan begitu masyarakat awam, khususnya yang hendak bekerja di PLN dapat memahami sebagian kecil mengenai serangkaian sistem yang digunakan oleh PLN. Pada proses penyederhanaan ini komponen PLC dapat

diganti dengan menggunakan ARDUINO MEGA 2560. Arduino Mega 2560 merupakan papan mikrokontroler berbasis ATmega 2560 (*datasheet* ATmega 2560)[6]. Dengan menggunakan sistem simulasi yang berbasis berupa Arduino Mega sebagai mikroprosesor untuk mengumpulkan data dari sensor yang sudah terpasang. Maka hal ini memungkinkan pengguna melihat kondisi sistem secara real-time, yang menunjukkan bagaimana sistem bekerja. Oleh karena itu, pengguna dapat mengidentifikasi masalah yang mungkin terjadi dengan desain sistem sebelum diterapkan di lapangan. Simulasi juga dapat digunakan sebagai alat pelatihan, membantu operator belajar mengelola sistem dan menyelesaikan masalah tanpa merusak peralatan. Simulasi ini menghubungkan teori dengan praktik, memungkinkan teknisi dan insinyur menguji ide dalam skenario yang terkendali sebelum diterapkan pada sistem nyata.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis bermaksud untuk membuat penyederhanaan mengenai sistem pendistribusian tenaga listrik yang digunakan oleh PLN. Dengan tujuan simulasi kontrol dan monitoring jaringan distribusi tenaga listrik adalah untuk meniru kondisi nyata sistem kelistrikan sehingga operator dapat mengamati dan memahami perilaku sistem dalam berbagai situasi. Arduino Mega 2560 akan digunakan sebagai otak pengendali dalam simulasi ini untuk mengumpulkan data dari sensor tegangan dan arus yang terhubung ke jaringan listrik. Yang kemudian data-data tersebut dikumpulkan dan diproses untuk memantau status distribusi listrik secara real-time dan menemukan gangguan atau penyimpangan dari parameter normal. Jika terdeteksi gangguan, sistem akan memberikan perintah otomatis untuk melakukan perbaikan, seperti memutus bagian jaringan yang bermasalah sementara. Antarmuka digital juga memungkinkan akses ke data sistem, yang memungkinkan operator melihat kondisi jaringan secara visual dan membuat keputusan lebih cepat. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, penulis dapat menyusun penelitian dengan judul “Simulasi Monitoring Arus dan Tegangan untuk Proteksi Gangguan Overload pada Jaringan Listrik dengan Relay sebagai Sectionalizer dan Recloser Berbasis Arduino Mega 2560”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang mikrokontroler Arduino Mega 2560 untuk memonitor dan mengontrol simulasi sistem distribusi dan gangguan pada jaringan listrik?
- b. Bagaimana cara kerja Arduino Mega 2560 untuk mengontrol dan memonitor simulasi sistem distribusi dan gangguan pada jaringan listrik?

- c. Bagaimana kinerja mikrokontroler Arduino Mega 2560 dalam mengontrol dan monitoring simulasi sistem distribusi dan gangguan tenaga listrik?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Berikut beberapa tujuan dalam melakukan penelitian ini, diantaranya:

- a. Membuat *hardware* simulasi sistem distribusi dan gangguan pada jaringan tenaga listrik menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560.
- b. Mengetahui cara kerja Arduino Mega 2560 dalam memproses *input* data dari sensor untuk memonitoring kondisi distribusi dan mendeteksi gangguan dalam sistem jaringan listrik.
- c. Mengetahui kinerja mikrokontroler Arduino Mega 2560 ketika mengontrol dan monitoring simulasi distribusi tenaga listrik serta merespons gangguan yang terdeteksi secara efisien dan tepat waktu.

1.3.2 Manfaat

Berikut beberapa manfaat dari penelitian ini, diantaranya:

- a. Memberikan pemahaman terkait perancangan sistem kontrol dan monitoring berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 untuk simulasi distribusi tenaga listrik.
- b. Memberikan pemahaman tentang cara kerja Arduino Mega 2560 dalam memproses data sensor arus, sensor tegangan, dan mengontrol relay pada simulasi sistem distribusi serta gangguan jaringan tenaga listrik
- c. Memberikan informasi terkait efektivitas dan keberhasilan dari Arduino Mega 2560 ketika mengatasi gangguan pada jaringan distribusi tenaga listrik, yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan sistem kontrol otomatis lebih lanjut.

1.4 Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan-batasan masalah dalam penelitian ini:

- a. Simulasi yang dilakukan pada sistem distribusi tenaga listrik dan gangguan dalam skala kecil menggunakan perangkat keras berbasis Arduino Mega 2560, tidak digunakan pada jaringan listrik yang berskala besar.
- b. Perancangan simulasi terbatas pada penanganan jenis gangguan *overload* dan *sectionalizer*.
- c. Perangkat keras berupa sensor digunakan untuk mengukur arus dan tegangan secara sederhana.
- d. Beban yang digunakan hanya berupa lampu bohlam dengan daya paling besar 300 *Watt*

1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian ini meliputi beberapa tahapan yang diantaranya adalah tahap persiapan, tahap perencanaan, pengumpulan data, analisa dan pengolahan data, dan pemecahan masalah dengan penjelasan masing-masing di bawah ini:

a. Tahap Persiapan

Tahap ini adalah tahap awal pada pengerjaan penelitian dilakukan dimulai mempersiapkan dan juga menentukan topik sebagai acuan penelitian yang akan dilakukan. Pada tahapan ini yang dilakukan yaitu membuat latar belakang yang berhubungan dengan penelitian ini. Jika sudah membuat latar belakang mengenai penelitian ini, maka yang akan dilakukan selanjutnya yaitu mencari data sebagai teori penunjang dari penelitian yang dilakukan.

b. Tahap Perancangan

Pada tahapan ini menggambarkan proses-proses penyusunan penelitian dari awal sampai akhir. Proses dari penyusunan penelitian ini disusun dalam bentuk *flowchart* atau diagram alir sesuai dengan urutan kerjanya dengan penjelasan dibawahnya.

c. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini dilakukan agar peneliti dapat memecahkan permasalahan berdasarkan data-data yang akurat. Selain itu, data yang dikumpulkan juga harus sesuai dengan pertanyaan penelitian dan hipotesis yang diajukan. Pada tahap ini juga berlandaskan pada metode literatur yaitu mengumpulkan data berdasarkan yang sudah ada atau pernah dilakukan dan observasi yaitu mengumpulkan data secara nyata lapangan.

d. Analisa dan Pengelolaan Data

Pada tahap ini data yang diperoleh akan diolah sesuai dengan permasalahan yang terjadi dan kemudian dianalisis guna menghasilkan data dan kesimpulan yang valid, dan reliabel dalam menjawab pertanyaan penelitian dan mencapai tujuan penelitian dengan menguji hipotesis yang diajukan.

e. Pemecahan Masalah

Tahap ini merupakan tahapan terakhir dalam penelitian, dengan memahami akar dari permasalahan agar dapat menemukan solusi yang efektif dalam mengatasi permasalahan. Pemecahan masalah ini mengarah pada proses sistematis dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan memecahkan masalah. Sehingga perangkat yang dibuat selanjutnya dapat memenuhi kebutuhan lapangan sesuai kendala permasalahan yang disiapkan sebelumnya

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan diperlukan dalam proses penulisan sebuah penelitian agar pembaca dapat lebih mudah memahami penelitian yang dilakukan, berikut sistematikan penulisan dari penelitian ini.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab 1 mengenai pendahuluan ini terdapat subbab latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metodologi penulisan skripsi, sistematika penulisan, dan juga jadwal pelaksanaan penelitian.

BAB 2 TEORI PENUNJANG

Pada bab 2 ini berisi tentang penelitian terdahulu dan juga dasar teori dari penelitian yang akan dilakukan.

BAB 3 PERANCANGAN SISTEM

Pada bab 3 ini berisi mengenai perancangan alat dan analisis kebutuhan dari alat yang akan dibuat untuk melakukan penelitian.

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

Bab ini berisi tentang analisa sistem, implementasi dan pengujian alat yang sedang diteliti

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang sudah diteliti dan saran yang dapat digunakan sebagai masukan untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.