

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi yang pesat menjadikan data *center* sebagai infrastruktur vital dalam mendukung aktivitas digital modern. Hampir seluruh layanan digital, seperti transaksi keuangan, perbankan, *e-commerce*, *cloud computing*, hingga layanan pemerintahan berbasis elektronik, sangat bergantung pada operasional data *center*. Data *center* harus beroperasi 24/7 dengan tingkat keandalan daya sangat tinggi. Keandalan data *center* sangat ditentukan oleh kestabilan dan kontinuitas pasokan listrik, karena gangguan daya sekecil apapun dapat menyebabkan *downtime*, kerugian finansial yang signifikan, gangguan operasional, bahkan hilangnya kepercayaan pengguna [2], [5].

Untuk itu, permintaan akan tersedianya pasokan energi yang semakin meningkat, menuntut penyaluran energi ke pihak konsumen seperti masyarakat umum, industri, gedung-gedung perkantoran, penyelenggaraan event-event serta fasilitas umum lainnya untuk menjamin tingkat kepuasan pelanggan dalam meluncurkan acara terhadap penyaluran energi listrik, diperlukan sistem *back up supply* yang memiliki kehandalan tinggi dan kontinuitas pendistribusian listrik yang efektif. Data *center* mengandalkan *Uninterruptible Power Supply* (UPS) sebagai lapisan proteksi utama. UPS berfungsi menyediakan daya cadangan secara instan ketika sumber listrik utama terganggu, sehingga peralatan kritikal tetap beroperasi hingga sumber alternatif seperti genset aktif [6], [7]. Dengan demikian, UPS memiliki peran strategis dalam menjaga reliabilitas dan availability sistem kelistrikan data *center*.

Seiring meningkatnya kapasitas dan kompleksitas operasional data *center*, tantangan dalam pemanfaatan UPS juga semakin besar. Beberapa penelitian internasional menunjukkan bahwa peran UPS tidak lagi terbatas pada fungsi *ride-through* saat gangguan, tetapi juga mulai terintegrasi ke dalam sistem energi cerdas dan berkelanjutan. UPS kini menjadi bagian dari konsep *Data Center Integrated Energy System* (DC-IES), yaitu sistem energi terintegrasi yang mampu menggabungkan berbagai sumber daya seperti *Battery Energy Storage System* (BESS), sistem energi terbarukan, dan jaringan listrik (*grid*) secara adaptif dan efisien [2], [5], [8].

Di sisi lain, aspek teknis seperti waktu transisi (*switchover time*), degradasi baterai, resistansi internal baterai, serta besar kecilnya beban (*load*) yang terhubung ke UPS menjadi faktor krusial yang memengaruhi performa UPS secara keseluruhan [1], [6], [10]. Degradasi baterai, misalnya, dapat menyebabkan penurunan kapasitas dan daya tahan UPS, sedangkan resistansi internal baterai yang meningkat seiring waktu akan berdampak pada kestabilan tegangan output selama kondisi darurat. Oleh karena itu, penting untuk terus melakukan kajian teknis dan pengembangan sistem UPS yang tidak hanya handal secara fungsional, tetapi juga adaptif terhadap integrasi energi baru terbarukan, efisien dalam pengelolaan energi, dan responsif terhadap dinamika sistem kelistrikan modern.

Penelitian ini dilakukan karena dalam operasional data *center*, kinerja UPS tidak hanya ditentukan oleh desain, tetapi juga oleh anomali terukur seperti kenaikan internal resistance baterai, fluktuasi beban, dan penurunan *remain time* yang tidak linier. Kondisi ini menandakan degradasi baterai yang dapat menyebabkan *voltage drop*, percepatan pengosongan energi, serta menurunkan efisiensi UPS dalam menjaga kontinuitas daya. Anomali tersebut dapat meningkatkan risiko *downtime* apabila performa UPS tidak terjaga dan terjadi kegagalan saat perpindahan daya.

Berdasarkan klasifikasi keandalan data *center* (Tier I–IV), *downtime* memiliki dampak yang berbeda. Pada Tier I–II, gangguan dapat menyebabkan interupsi layanan karena sistem masih memiliki single path, sedangkan pada Tier III masih memiliki toleransi pemeliharaan namun tetap berisiko saat performa UPS menurun, sedangkan Tier IV yang menuntut fault tolerance, penurunan performa UPS menjadi kritis karena sistem harus mampu mempertahankan suplai tanpa gangguan sama sekali. Oleh karena itu, analisis performa UPS diperlukan sebagai upaya memastikan keandalan sistem cadangan daya bekerja optimal sesuai standar keandalan data center.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini, terdapat rumusan masalah diantaranya sebagai berikut :

1. Bagaimana performa UPS pada proses *switching* saat terjadi gangguan listrik pada data *center*?
2. Bagaimana pengaruh nilai *resistance* baterai terhadap nilai tegangan output pada UPS?

3. Bagaimana pengaruh *backup time* baterai terhadap kapasitas baterai?
4. Apakah kapasitas *load* pada UPS mempengaruhi *remain time* pada baterai?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun atas tujuan ini ialah sebagai berikut :

1. Menilai seberapa cepat dan stabil UPS dapat mengambil alih beban saat terjadi gangguan listrik (*blackout/brownout*) dan kembali saat listrik normal.
2. Mengetahui pengaruh peningkatan resistansi internal baterai (karena umur, suhu, atau kualitas) terhadap penurunan tegangan output UPS saat discharge.
3. Mengetahui hubungan antara durasi *backup time* UPS dengan kapasitas baterai yang digunakan.
4. Mengetahui pengaruh besar kecilnya beban (*load*) yang terpasang pada UPS terhadap sisa waktu (*remaining time*) yang mampu disuplai oleh baterai.

1.4 Manfaat Penelitian

Sesudah melaksanakan penelitian ini diinginkan bisa berguna sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui performa UPS pada data *center*, khususnya terkait waktu *switching*.
2. Memberi pemahaman tentang pentingnya pemeliharaan dan penggantian baterai secara berkala, karena peningkatan resistansi internal bisa menyebabkan tegangan *drop* dan memperpendek umur perangkat UPS maupun perangkat yang dilindungi.
3. Dapat digunakan sebagai acuan dalam mendesain sistem UPS berdasarkan kebutuhan waktu *backup* yang diinginkan, agar tidak terjadi *oversizing* atau *undersizing* kapasitas baterai.
4. Dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pengelolaan beban pada sistem UPS agar tidak membebani baterai secara berlebihan, serta membantu perencanaan daya tahan sistem pada saat gangguan listrik terjadi.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penulisan skripsi ini akan dibahas tentang UPS pada data *center* sebagai sumber daya untuk menjaga kontinuitas daya. Adapun aspek yang akan dianalisis yaitu waktu transisi (*switchover time*), remain time baterai, pengaruh nilai *resistance* pada baterai, dan besarnya *load* pada UPS.

1.6 Kebaharuan

Penelitian ini memiliki kebaruan pada analisis performa UPS berbasis parameter teknis secara kuantitatif, meliputi *switching time*, kestabilan tegangan *output*, *remain time* baterai, serta pengaruh resistansi internal baterai. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang bersifat umum dan deskriptif, penelitian ini mengaitkan performa UPS dengan variasi beban dan kondisi baterai.