

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik telah menjadi kebutuhan esensial dalam kehidupan sehari-hari, tantangan dalam menyediakan akses listrik yang merata masih terjadi di Indonesia. Meskipun rasio elektrifikasi nasional mencapai 99,87% pada tahun 2023, ada sebagian kecil masyarakat yang belum terlayani oleh sistem tenaga listrik. Upaya terus dilakukan untuk memperluas jangkauan listrik ke wilayah-wilayah terpencil dan pedalaman yang masih kekurangan akses. Target pemerintah untuk mencapai 100% elektrifikasi pada tahun 2024 menunjukkan komitmen untuk mengatasi kesenjangan tersebut. Hal ini tidak hanya penting untuk memenuhi kebutuhan dasar, tetapi juga untuk mendukung pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan sosial, dan kemajuan teknologi di seluruh negeri. Dengan kerjasama antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat, diharapkan infrastruktur listrik dapat dikembangkan secara merata dan terjangkau sehingga setiap individu di Indonesia dapat menikmati manfaat dari akses listrik yang memadai[1].

Hingga saat ini, kebutuhan akan energi yang bersih, terbarukan, dan berkelanjutan semakin mendesak untuk mengatasi dampak negatif perubahan iklim dan ketergantungan pada sumber energi konvensional yang terbatas dan dianggap sebagai energi yang kurang bersih serta dapat menimbulkan masalah dalam jangka yang Panjang[2]. Di Indonesia, negara kepulauan yang kaya akan potensi energi terbarukan, Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terapung menjadi alternatif menjanjikan untuk penambahan kapasitas pembangkit listrik dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil .

PLTS Terapung Cirata merupakan PLTS Terapung terbesar di Asia Tenggara dan ketiga di dunia, yang bertempat di Citaminang, Kecamatan Maniis, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. PLTS Terapung cirata memiliki memiliki kapasitas 145 MW Ac atau setara dengan 192 MWp yang menempati area waduk seluas 200 hektar. PLTS Terapung Cirata ini ditransmisikan ke gardu induk PLN sebesar 500 KV dan mengalir ke wilayah Jawa, Madura, hingga Bali[3].

Sistem kelistrikan Jawa-Bali merupakan tulang punggung ekonomi

Indonesia, mendukung berbagai sektor industri dan pemukiman. Namun, tantangan terkait kestabilan sistem masih menjadi isu krusial. Terutama dengan meningkatnya penetrasi sumber energi terbarukan seperti PLTS, perubahan dinamika dalam sistem kelistrikan menjadi tak terhindarkan. Di tengah upaya memperluas pemanfaatan energi terbarukan, pemahaman yang mendalam tentang dampak integrasi Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terhadap kestabilan sistem menjadi penting untuk memastikan keberlanjutan pasokan Listrik di Jawa-Bali[4].

Penetrasi yang tinggi dari pembangkit listrik yang terhubung melalui antarmuka, seperti sistem tenaga surya, menimbulkan dampak penting terhadap inersia sistem tenaga yang terintegrasi[5]. Dampak ini dapat mengakibatkan ancaman yang signifikan terhadap stabilitas tegangan, yang merupakan aspek kritis dalam menjaga keandalan operasi jaringan listrik yang kompleks dan saling terhubung[6]. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang bagaimana perubahan dalam komposisi pembangkit listrik yang terhubung melalui antarmuka memengaruhi inersia sistem tenaga menjadi esensial dalam merancang strategi pengendalian yang efektif untuk mengatasi tantangan stabilitas tersebut[7]. Kenaikan permintaan beban yang berdampak pada perubahan nilai tegangan, yang semakin meningkatkan risiko terhadap stabilitas tegangan pada sistem[8]. Standar batas yang ditetapkan untuk stabilitas, yakni $\pm 5\%$ dari nilai nominal, menjadi parameter kritis dalam menentukan keseimbangan dan kinerja operasional jaringan listrik[9].

Penelitian ini akan membahas tentang analisa pengaruh integrasi PLTS terapan Cirata terhadap kestabilan sistem transmisi Jawa-Bali menggunakan software Power factory DigSilent. Untuk menganalisis kestabilan tegangan akibat integrasi PLTS terapan Cirata ke dalam sistem, maka simulasi dilakukan menggunakan studi kasus pada sistem kelistrikan Jawa-bali yang dilakukan dengan simulasi Load Flow. Simulasi dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisa bagaimana kestabilan tegangan pada Sistem Kelistrikan Jawa-Bali dampak diintegrasikan PLTS terapan Citara saat diberikan gangguan, penambahan beban dan pelepasan salah satu generator.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian dalam tugas akhir ini menjawab perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh integrasi PLTS terapung Cirata terhadap kestabilan tegangan sistem kelistrikan Jawa-Bali.
2. Bagaimana pengaruh integrasi PLTS terapung Cirata terhadap kestabilan tegangan statis pada sistem Jawa-Bali
3. Bagaimana pengaruh integrasi PLTS terapung Cirata terhadap kestabilan tegangan dimanik pada sistem Jawa-Bali.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah menjawab permasalahan yang dihadapi dan dapat diatasi dengan pembuktian yang valid.

1. Menganalisis dampak integrasi PLTS terapung Cirata terhadap kestabilan statis dan dinamis dan juga profil tegangan sistem Jawa-Bali.
2. Menganalisis kestabilan statis dengan menggunakan metode kurva P-V dan Q-V.
3. Menganalisis kestabilan tegangan dinamik yang terjadi saat integrasi PLTS pada sistem yang mengalami gangguan *short circuit* dan penambahan beban.

1.4 Batasan Masalah

Supaya pembahasan tidak menyimpang dari tujuan penulisan penelitian ini, maka penulis sampaikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Penelitian berfokus pada peningkatan profil tegangan dan stabilitas statis maupun stabilitas dinamik system setelah pengintegrasian PLTS ke dalam system transmisi Jawa-Bali 500kV.
2. Perencanaan dilaksanakan dalam bentuk simulasi menggunakan software DIGSILENT PowerFactory.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan skripsi ini disusun secara sistematis agar mempermudah dalam memahami pembahasannya. Struktur penulisan penelitian ini disusun dalam beberapa bab dan dijelaskan melalui pembahasan sesuai dengan aturan standar penulisan, dengan susunan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang mengenai menjelaskan pengaruh integrasi 192 MWp PLTS Terapung Cirata terhadap kestabilan tegangan pada sistem Jawa-Bali 500kV, rumusan masalah mengenai pengaruh integrasi PLTS Terapung Cirata dengan sistem Jawa-Bali 500kV terhadap kestabilan tegangan, tujuan dan manfaat penelitian batasan masalah, dan sistematika penulisan penulisan skripsi.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan teori mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), analisis aliran daya, stabilitas sistem tenaga listrik, stabilitas tegangan, stabilitas tegangan statis dan dinamis, serta dampak integrasi PLTS terhadap stabilitas tegangan, termasuk penggunaan perangkat lunak DigSILENT PowerFactory.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Membahas tentang perencanaan dan pembuatan penelitian yang berisi tentang pengolahan data dan simulasi pemasangan PLTS Terapung Cirata pada sistem Jawa-Bali dengan analisis perubahan pada sistem dalam kondisi base case maupun ketika sistem transmisi terinjeksi daya PLTS sebesar 192 MWp terhadap kestabilan tegangan. Analisa kestabilan tegangan yaitu melalui analisa tegangan statis dengan menggunakan metode kurva PV dan analisa tegangan dinamik. Dan analisa tersebut menggunakan software DigSILENT PowerFactory.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang analisa sistem saat kondisi base case dan saat kondisi sistem transmisi Jawa-Bali terintegrasi dengan PLTS Terapung Cirata. Pembahasan lengkap sistem dan analisisnya akan diuraikan pada bab ini.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil analisa pengaruh stabilitas tegangan melalui metode kurva PV dan analisa tegangan dinamik pada saat sistem dalam kondisi base case maupun pada saat sistem terinjeksi daya PLTS 192 MWp, serta saran-saran guna menyempurnakan dan mengembangkan sistem lebih lanjut.