BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan kebutuhan fundamental bagi masyarakat modern, di mana setiap tahunnya permintaan terhadap energi listrik terus meningkat. Peningkatan konsumsi listrik ini utamanya didorong oleh perkembangan sektor industri, komersial, dan rumah tangga. Kondisi ini menjadi tantangan tersendiri dalam penyediaan energi bersih dan berkelanjutan, sejalan dengan komitmen global melalui Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya poin ke-7 tentang "Energi Bersih dan Terjangkau" [1], serta target Net Zero Emission (NZE) Indonesia pada tahun 2060 [2] .

Di tingkat nasional, konsumsi listrik rumah tangga meningkat rata-rata 4,42% per tahun (2018–2022) [3], sedangkan di Sumatera Barat mencapai 9,063% per tahun [4]. Salah satu upaya menghadapi tantangan ini dan sejalan juga dengan SDGs serta target Net Zero Emission 2060 adalah pemanfaatan pembangkit tersebar berbasis energi terbarukan seperti PLTM, PLTS, dan PLTB [5].

Sungai Bayang Nyalo di Sumatera Barat memiliki potensi besar untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) karena alirannya yang stabil dan kondisi geografis yang mendukung. Pembangunan PLTM di lokasi ini tidak hanya meningkatkan pasokan listrik lokal tetapi juga berkontribusi pada pengurangan emisi karbon, sejalan dengan agenda transisi energi nasional [6].

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan terhadap sistem distribusi 20 kV Painan, salah satunya oleh Nazir (2016) yang menganalisis dampak penambahan Distributed Renewable Energy Generation atau pembangkit tersebar terhadap profil tegangan dan rugi-rugi daya. Studi tersebut menunjukkan bahwa penambahan beberapa unit pembangkit tersebar mampu meningkatkan tegangan minimum dari 17,35 kV menjadi 20,37 kV, sekaligus menurunkan rugi-rugi daya aktif dan reaktif secara signifikan [7].

Selain itu, berdasarkan studi yang dilakukan oleh Muhammad Nasir dkk. (2024) dalam Jurnal Ilmiah Setrum, penyambungan PLTM Bayang Nyalo ke sistem distribusi 20 kV PLN ULP Painan telah terbukti memberikan dampak signifikan dalam perbaikan profil tegangan sistem serta pengurangan rugi-rugi daya. Studi tersebut menyimpulkan bahwa dengan konfigurasi operasi optimal, tegangan sistem dapat meningkat dari sebelumnya 0,80 pu menjadi 0,95 pu dan rugi-rugi daya turun dari 2,04 MW menjadi 1,67 MW tanpa perlu investasi baru pada peralatan PLN [8]. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan PLTM Bayang Nyalo tidak hanya meningkatkan kualitas pasokan energi, namun juga efisiensi operasi sistem distribusi.

Hingga saat ini, belum terdapat studi khusus yang meneliti pengaruh penambahan PLTM Bayang Nyalo terhadap stabilitas sudut rotor di sistem

distribusi 20 kV Painan. Padahal, salah satu parameter krusial dalam evaluasi stabilitas sistem pasca gangguan adalah *critical clearing time* (CCT) yang didapatkan dari analisis stabilitas sudut rotor. *critical clearing time* (CCT) yaitu batas waktu maksimum gangguan dapat dipertahankan sebelum sistem kehilangan sinkronisasi. Penambahan pembangkit tersebar berpotensi memengaruhi dinamika sudut rotor generator, sehingga perlu dilakukan analisis khusus untuk memastikan kestabilan sistem pasca penambahan.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kekosongan kajian tersebut sekaligus memberikan rekomendasi teknis berbasis analisis sudut rotor dan nilai CCT. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi acuan dalam pengaturan proteksi dan pengoperasian sistem tenaga setelah penambahan PLTM Bayang Nyalo

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengangkat judul "PENGARUH PENAMBAHAN PLTM BAYANG NYALO PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV PAINAN TERHADAP KESTABILAN SUDUT ROTOR DAN WAKTU PEMUTUSAN KRITIS Studi ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana pengaruh penambahan pembangkit tersebar terhadap stabilitas sudut rotor dalam sistem tenaga listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi sudut rotor PLTM Induring, PLTMH Salido Kecil, dan PLTM Bayang Nyalo setelah terjadinya gangguan?
2. Bagaimana nilai *critical clearing time* (CCT) setelah terjadi gangguan pada tiap saluran?
3. Bagaimana pengaruh penambahan PLTM Bayang Nyalo terhadap CCT pada tiap saluran

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui kondisi sudut rotor PLTM Induring, PLTMH Salido Kecil, dan PLTM Bayang Nyalo setelah terjadinya gangguan
2. Untuk mengetahui nilai *critical clearing time* (CCT) setelah terjadi gangguan pada tiap saluran
3. Untuk menentukan pengaruh penambahan PLTM Bayang Nyalo terhadap CCT pada tiap saluran

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai acuan dalam pengaturan sistem proteksi, seperti setting relai dan pemutusan pemutus tenaga (PMT), untuk mencegah pemadaman luas akibat ketidakstabilan rotor.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan batasan masalah sebagai berikut:

1. Pembangkit tidak menggunakan governor
2. Analisis sistem proteksi, termasuk jenis dan koordinasi relay, tidak menjadi fokus dalam penelitian ini. Waktu pemutusan gangguan diasumsikan sebagai parameter input tetap dalam simulasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dijelaskan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi terkait latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang beberapa teori dasar yang terkait dalam penelitian yang akan dilakukan.

BAB III METODOLOOGI PENELITIAN

Terdiri dari tahapan penelitian dan langkah-langkah yang diperlukan dalam melakukan penelitian terkait kestabilan sudut rotor

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdiri dari hasil yang diperoleh dari penelitian terhadap kestabilan sudut rotor

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Terdiri dari simpulan hasil penelitian dan saran bagi peneliti selanjutnya demi kesempurnaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA