

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pada dekade terakhir, isu terkait penggunaan bahan bakar fosil dan peningkatan efek rumah kaca telah menjadi perhatian global yang krusial. Dampak dari penggunaan bahan bakar fosil terhadap lingkungan mendorong perkembangan berbagai inovasi di bidang sistem tenaga listrik. Salah satu inovasi penting adalah pengembangan energi alternatif seperti energi angin, solar panel, bahan bakar nabati (biofuel), dan biogas. Penggunaan energi terbarukan ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil serta menurunkan emisi gas rumah kaca[1].

Indonesia, sebagai negara dengan potensi energi terbarukan yang melimpah, memiliki peluang besar dalam pengembangan sumber energi alternatif, termasuk biomassa dan biogas. Pemanfaatan biogas, yang dapat dihasilkan dari limbah pertanian dan agroindustri seperti limbah kelapa sawit, tidak hanya mendukung ketahanan energi nasional tetapi juga dapat memberikan kontribusi signifikan dalam menjaga stabilitas sistem tenaga listrik di berbagai daerah, termasuk di Tanjung Pura.

PT Perkebunan Nusantara II, sebagai salah satu *Independent Power Producer (IPP)*, telah memanfaatkan biogas untuk menghasilkan listrik melalui Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) dengan kapasitas 1x1,1 MW. Sejak mulai beroperasi pada awal tahun 2020, PLTBg ini telah berhasil menyuplai energi listrik sebesar 8,3 GWh ke Jaringan Distribusi 20 kV PT PLN (Persero) ULP Tanjung Pura. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, jaringan distribusi listrik di wilayah Tanjung Pura telah mengalami peningkatan beban yang signifikan. Kebutuhan akan pasokan listrik yang stabil dan andal semakin mendesak, terutama di tengah upaya meningkatkan kapasitas produksi energi dengan mengintegrasikan sumber-sumber energi terbarukan. Salah satu inisiatif yang tengah dikembangkan adalah pembangkit listrik biogas (PLTBg), yang memanfaatkan limbah organik sebagai bahan bakar untuk menghasilkan listrik. Namun, meskipun pembangkit ini menawarkan solusi energi yang ramah lingkungan, integrasinya ke dalam jaringan distribusi masih menghadapi sejumlah tantangan teknis[2].

Salah satu permasalahan yang muncul adalah terjadinya jatuh tegangan pada ujung jaringan distribusi Tanjung Pura, terutama ketika jaringan distribusi mengalami gangguan

atau ketidakstabilan. Kondisi ini tidak hanya mengganggu operasi pembangkit, tetapi juga berdampak pada keandalan pasokan listrik ke konsumen. Ketidakstabilan jaringan, yang dapat disebabkan oleh fluktuasi tegangan, gangguan sementara, atau kondisi fluktuasi beban, sering kali memicu pemadaman mendadak pada pembangkit listrik biogas[3]. Hal ini menunjukkan bahwa stabilitas sistem tenaga listrik sangat dipengaruhi oleh cara pembangkit listrik biogas terintegrasi dengan jaringan distribusi yang ada.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan analisis yang mendalam mengenai pengaruh penetrasi PLTBg terhadap stabilitas jaringan distribusi 20 kV di Tanjung Pura. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi jaringan sebelum dan sesudah penetrasi PLTBg, serta memahami bagaimana integrasi pembangkit ini memengaruhi stabilitas sistem, khususnya dalam mencegah terjadinya blackout. Analisis akan difokuskan pada parameter-parameter kunci seperti profil tegangan, rugi-rugi daya, jatuh tegangan dan peningkatan tegangan dengan adanya integrasi dari pembangkit ini. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang interaksi antara PLTBg dan jaringan distribusi, diharapkan solusi yang efektif dapat dirumuskan untuk meningkatkan stabilitas jaringan dan mencegah terjadinya blackout di masa mendatang.

Penetrasi pembangkit listrik tenaga biogas ke dalam jaringan distribusi memerlukan perhatian khusus karena dapat menyebabkan perubahan signifikan dalam karakteristik operasi jaringan, termasuk deviasi tegangan, arus, dan frekuensi. Selain itu, dampak lain yang mungkin muncul adalah peningkatan rugi-rugi daya saluran, harmonisa, serta berkurangnya keandalan pasokan listrik. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang komprehensif untuk memahami bagaimana penetrasi pembangkit listrik biogas mempengaruhi stabilitas sistem tenaga listrik di Tanjung Pura[4].

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan simulasi dan analisis guna mengevaluasi pengaruh penetrasi pembangkit listrik tenaga biogas terhadap stabilitas jaringan distribusi di Tanjung Pura serta, pengaruh dari persebaran pembebanan yang berbeda-beda terhadap PLTBg. Simulasi akan dilakukan menggunakan perangkat lunak Electrical Transient Analyzer Program (ETAP) untuk mengevaluasi kinerja jaringan listrik baik dalam kondisi tunak maupun dinamis. Analisis keadaan tunak akan melibatkan evaluasi aliran daya untuk menilai kinerja jaringan dalam kondisi normal, sedangkan analisis dinamis akan mengamati respons sistem terhadap gangguan seperti hubung singkat tiga fasa[5].

Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang relevan untuk optimalisasi pemanfaatan energi terbarukan, khususnya pembangkit listrik tenaga biogas, serta meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem distribusi listrik di wilayah Tanjung Pura.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah berdasarkan latar belakang penelitian adalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana pengaruh penetrasi PLTBg 1x1,1 MW PT Perkebunan Nusantara II terhadap profil tegangan jaringan distribusi Jaringan Distribusi 20 Kv PT. PLN (Persero) ULP Tanjung Pura?
- b. Bagaimana pengaruh penyebaran pembebanan di Jaringan Distribusi 20 Kv PT.PLN (Persero) ULP Tanjung Pura terhadap pembangkit PLTBg 1x1,1 MW PT Perkebunan Nusantara II?

1.3 Batasan Penelitian

Dari uraian permasalahan yang telah dijelaskan, penulis membuat pembatasan ruang lingkup pembahasan yaitu sebagai berikut

- a. Penelitian ini akan difokuskan pada pembangkit listrik biogas dengan kapasitas 1,1 MW, dengan asumsi bahwa infrastruktur dan perangkat yang digunakan sesuai dengan standar industri.
- b. Batasan meliputi analisis efisiensi operasional dan pengoptimalan daya pada pembangkit listrik biogas, tidak termasuk aspek-aspek lain seperti pemrosesan limbah atau infrastruktur distribusi energi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Mengevaluasi dampak penetrasi PLTBg 1x1,1 MW PT Perkebunan Nusantara II terhadap profil tegangan jaringan distribusi Jaringan Distribusi 20 Kv PT.PLN (Persero) ULP Tanjung Pura.

- b. Mengevaluasi pola pengoperasian pembangkit PLTBg 1x1,1 MW PT Perkebunan Nusantara II terhadap fluktuasi pembebanan Jaringan Distribusi 20 Kv PT.PLN (Persero) ULP Tanjung Pura.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki berbagai manfaat yang dapat dirasakan oleh peneliti, akademik, dan pihak ketiga yaitu sebagai berikut.

- a. Bagi peneliti, penelitian ini memberikan kesempatan untuk mendalami aspek teknis dan ilmiah dari integrasi pembangkit listrik tenaga biogas ke dalam jaringan distribusi listrik. Peneliti dapat mengembangkan keterampilan dalam penggunaan perangkat lunak simulasi seperti ETAP dan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai stabilitas sistem tenaga listrik, analisis aliran daya, dan dampak dinamis dari penetrasi sumber energi terbarukan.
- b. Dari segi akademik, penelitian ini memperkaya literatur ilmiah mengenai energi terbarukan, khususnya tentang penggunaan biogas sebagai sumber energi listrik. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa dan akademisi yang tertarik dalam bidang energi terbarukan dan sistem tenaga listrik.
- c. Bagi pihak ketiga, seperti pemerintah, industri energi, dan masyarakat umum, penelitian ini menawarkan manfaat praktis dan strategis. Pemerintah dapat memanfaatkan hasil penelitian untuk merumuskan kebijakan yang mendukung pengembangan energi terbarukan, khususnya dalam konteks pemanfaatan biogas.