

# **BAB 1**

## **ANALISIS KEBUTUHAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Pengembangan energi terbarukan di Indonesia menghadapi sejumlah latar belakang masalah yang kompleks. Negara ini masih sangat bergantung pada sumber energi fosil, menyebabkan ketidakpastian ekonomi akibat fluktuasi harga internasional dan merugikan lingkungan melalui emisi gas rumah kaca. Keterbatasan sumber daya alam fosil dan risiko perubahan iklim semakin memperjelas urgensi untuk beralih ke sumber energi yang berkelanjutan. Meski Indonesia memiliki potensi besar dalam energi terbarukan seperti sinar matahari, angin, air, dan panas bumi, pemanfaatan potensi ini masih terbatas. Ketidaksetaraan akses energi juga merupakan isu penting, terutama di wilayah terpencil dan pedalaman. Kendala teknis, regulasi yang belum mendukung, serta tantangan investasi dan pembiayaan juga menyulitkan perkembangan energi terbarukan. Diperlukan upaya kolaboratif dari pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat untuk mengatasi hambatan-hambatan ini dan memajukan sektor energi terbarukan guna mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Energi terbarukan adalah sumber energi yang tersedia oleh alam dan bisa dimanfaatkan secara terus-menerus. Hal ini senada dengan keterangan International Energy Agency (IEA) yang juga menyatakan bahwa energi terbarukan adalah energi yang berasal dari proses alam yang diisi ulang terus menerus [1].

Beberapa sumber energi terbarukan dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan rumah tangga dan industri. Banyak sekali sumber energi yang digunakan sehari-hari berasal dari sumber energi terbarukan, seperti energi air, energi angin, dan energi panas matahari. Energi ini dapat dikonversi menjadi bentuk energi lainnya. Salah satu energi terbarukan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB). Biasanya tegangan yang dihasilkan oleh generator pembangkit listrik tenaga bayu ini berbeda-beda tergantung dengan tipe dan jenis generator yang digunakan. Tegangan dan frekuensi yang dihasilkan tidaklah efisien sehingga perlu menambah komponen tambahan dalam pembuatan pembangkit energi listrik tenaga bayu [2].

Dalam dua dekade terakhir, penetrasi turbin angin dalam sistem tenaga listrik mengalami perkembangan pesat. Perkembangan pesat ini dibarengi dengan peningkatan performansi pengendalian generator induksi yang digerakkan oleh kincir angin sebagai penghasil energi listrik. Sebagaimana diketahui bahwa kecepatan angin yang memutar kincir angin selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu, sementara generator listrik membutuhkan

putaran yang konstan guna menghasilkan tegangan listrik yang stabil. Agar masalah tersebut dapat diatasi, kami akan membuat alat untuk mengontrol output tegangan dan frekuensi pada PLTB. Dengan adanya alat ini, output tegangan dan frekuensi PLTB dapat dikontrol [3].

Droop tegangan inverter adalah melemahnya tegangan inverter. Besaran yang dinyatakan berupa dalam persen atau dalam besaran volt. Besarnya batas tersebut ditentukan oleh kebijakan dari PT PLN (Persero) yang mengatur standar dari droop tegangan dalam SPLN No.72 Tahun 1987 yaitu turunya tegangan yang diperbolehkan yaitu maksimum +5% dan minimum -10% dari tegangan nominalnya. Jika perbedaan nilai tegangan melebihi standar yang ditentukan, mengakibatkan mutu penyaluran tersebut rendah [4]. Droop Frekwensi inveter adalah turunya frekuensi pada inverter. Besaran yang dinyatakan merupakan Hz. yang menyebabkan sistem beroperasi pada kondisi tidak stabil. Jika frekuensi dibawah 49,5-50,5 Hz maka dinyatakan droop frekuensi. Sistem dikatakan stabil frekuensinya apabila mampu kembali ke keadaan normal setelah terjadi gangguan dengan 3 fluktuasi level frekuensi yang masih diizinkan dan selang waktu yang diizinkan. Faktor yang mempengaruhi kestabilan frekuensi adalah tidak sinkronnya jumlah pembangkitan dengan jumlah beban serta fungsi governor yang tidak bekerja [5] [6].

## **1.2 Informasi Pendukung**

Berdasarkan data dari Departemen ESDM tahun 2006, Indonesia mempunyai potensi energi angin sebesar 9.29 GW dan sudah terpasang sebesar 0.0005 GW. Saat ini pemerintah telah mengeluarkan roadmap pemanfaatan energi terbarukan yang menargetkan kapasitas terpasang energy terbarukan hingga tahun 2025 mencapai 17%. Jumlah ini merupakan gambaran potensi pasar yang cukup besar dalam pengembangan energi terbarukan di masa datang [3].

Pengembangan energi terbarukan di Indonesia menghadapi serangkaian tantangan yang meliputi berbagai aspek. Meskipun potensi sumber energi terbarukan seperti sinar matahari, angin, air, dan panas bumi sangat melimpah, negara ini masih sangat bergantung pada energi fosil, dengan sekitar 89% konsumsi energinya berasal dari sumber ini pada tahun 2020. Ketergantungan ini tidak hanya menimbulkan kerentanan terhadap fluktuasi harga minyak dan gas internasional, tetapi juga berkontribusi pada emisi gas rumah kaca yang membuat perubahan iklim dan dampaknya. Meski memiliki potensi yang besar, regulasi yang belum jelas dan prosedur birokrasi yang rumit masih menjadi hambatan utama dalam investasi dan pengembangan proyek energi terbarukan di Indonesia. Selain itu, kurangnya jaminan pengembalian investasi dan keterbatasan peran lembaga keuangan juga menghambat

pertumbuhan sektor ini. Kendala lainnya termasuk kurangnya kapasitas teknis dalam sektor energi terbarukan dan kesadaran masyarakat yang perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, upaya kolaboratif dari pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat diperlukan untuk mengatasi tantangan-tantangan ini dan mendorong transisi yang lebih cepat menuju energi bersih dan berkelanjutan di Indonesia.

Kestabilan tenaga berdasarkan lama gangguan dapat dibedakan menjadi gangguan jangka pendek dan jangka panjang. Gangguan kestabilan jangka pendek mengakibatkan voltage dip dan voltage swell. Sedangkan gangguan kestabilan jangka panjang dapat mengakibatkan undervoltage dan over voltage [4]. Berdasarkan data yang diperoleh dari Sekretariat kabinet Republik Indonesia, Potensi angin di Indonesia cukup besar. Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) mencantumkan angka 60.647 MW untuk kecepatan angin 4 meter/sekon atau lebih. Lokasi potensi angin tersebut berdasarkan Lampiran Peraturan presiden No.22 Tahun 2017 dapat dibaca pada tabel berikut :

**Tabel 1. 1 Lokasi Potensi Angin di Indonesia**

No.	Provinsi	Potensi
1	Kalimantan Barat	20.113
2	Sumatera Selatan	17.233
3	Kalimantan Timur	13.479
4	Sumatera Utara	11.851
5	Jawa Timur	10.335
6	Nusa Tenggara Barat	9.931
7	Jawa Barat	9.099
8	Jambi	8.847
9	Jawa Tengah	8.753
10	Kalimantan Tengah	8.459
11	Aceh	7.881
12	Kepulauan Riau	7.763
13	Sulawesi Selatan	7.588
14	Nusa Tenggara Timur	7.272
15	Papua Barat	6.307
16	Sulawesi Tengah	6.187
17	Kalimantan Selatan	6.031
18	Kepulauan Riau	92
19	Sulawesi Tengah	908

20	Aceh	894
21	Kalimantan Tengah	681
22	Kalimantan Barat	554
23	Sulawesi Barat	514
24	Maluku Utara	504
25	Papua Barat	437
26	Sumatera Barat	428
27	Sumatera Utara	356
28	Sumatera Selatan	301
29	Kalimantan Timur	212
30	Gorontalo	137
31	Kalimantan Utara	73
32	Jambi	37
33	Riau	22
34	DKI Jakarta	4
<b>TOTAL</b>		60.647,00

Beberapa lokasi yang telah dan sedang dikembangkan menjadi PLTB, seperti di Jeneponto dan Bantul. PLTB Jeneponto berlokasi di Desa Jombe, Kecamatan Turatea, Jeneponto, akan menyumbang sekitar 70 MW ke Sistem PLN Sulselrabar. Proyek yang dikerjakan PT Energi Angin Indonesia ini memiliki kapasitas total 162,5 MW dari 65 unit turbin, namun baru 70 MW yang sudah masuk dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN Sulselrabar pertengahan tahun 2017. Energi listrik ini akan dialirkan ke sistem transmisi 150 KV meliputi Palu-Mamuju, Wotu-Masamba dan Sengkang-Siswa. Setelah masuk dalam sistem, diharapkan mampu memenuhi kebutuhan listrik masyarakat, baik di daerah perkotaan maupun daerah terpencil [7],

Sumber listrik yang dihasilkan dari PLTB ini berupa tegangan DC. Sumber tegangan yang dihasilkan oleh generator dari turbin angin selalu bervariasi dan tidak stabil mengikuti kondisi kecepatan angin[8]. Karena tegangan yang dihasilkan tergantung kecepatan angin yang ada. Untuk dapat menghasilkan tegangan yang stabil, telah dibuat sistem inverter yang dilengkapi dengan kendali PID untuk mengendalikan tegangan dan frekuensi yang dihasilkan oleh generator PLTB.

### **1.3 Constraint**

#### **1.3.1 Aspek Manufakturabilitas (*manufacturability*)**

Alat yang dirancang akan diproduksi dengan komponen-komponen yang terjangkau secara umum di pasaran sehingga komponen didapatkan dengan mudah, dan sistem dapat diproduksi dalam skala besar. Sistem juga akan didesain untuk dapat diletakkan pada posisi yang strategis sehingga sistem dapat beroperasi dan mengakuisisi data dengan baik

#### **1.3.2 Aspek Keberlanjutan (*sustainability*)**

Kondisi tegangan dan frekuensi pada generator PLTB yang mengalami droop menjadi penyebab utama alat ini dibuat. Untuk itu perlu adanya penanganan khusus sebagai upaya menghindari keadaan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan keadaan droop tegangan dan droop frekuensi menggunakan alat ini, serta untuk mengetahui tingkat efektivitas dari penggunaan alat ini.

### **1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi**

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, alat ini harus bisa mengontrol tegangan dan frekuensi pada generator PLTB. Kebutuhan yang harus dipenuhi alat ini adalah:

Penyusunan kebutuhan ini dilakukan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

a. Pembuatan *Mission statement*

Dengan dibuatnya alat ini diharapkan dapat menstabilkan tegangan dan frekuensi pada generator PLTB jika terjadi droop. Alat ini akan sangat berguna jika dapat diimplementasikan pada PLTB untuk menghasilkan tegangan dan frekuensi yang stabil.

b. Interpretasi kebutuhan berdasarkan hasil wawancara dengan *user*

Alat ini dibutuhkan oleh PLTB karena sering terjadi droop. Dengan cara kerja alat ini secara otomatis dan dapat digunakan secara nonstop 24 jam.

c. Pengelompokan kebutuhan

1. Alat dapat terhubung dengan PLTB.
2. Alat dapat mendeteksi tegangan dan frekuensi pada PLTB
3. Alat dapat menstabilkan tegangan dan frekuensi pada PLTB
4. Alat dapat mengkonversikan dari tegangan DC-AC

## **1.5 Tujuan**

Kejadian droop tegangan dan droop frekuensi adalah masalah utama pada generator disebut PLTB. Ketersediaan sistem alat ini sebagai pengendali kondisi droop tersebut, agar tegangan dan frekwensi mampu berada pada nilai jangkauan yang diizinkan ketika terjadi pembebanan maupun pengalihan beban dari sumber pembangkit lain. Dengan mempertimbangkan beberapa aspek seperti aspek manufaktur dan aspek keberlanjutan dari permasalahan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat pengontrol tegangan dan frekuensi inverter pada PLTB. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat memonitoring dan mengendalikan tegangan dan frekuensi agar tidak terjadi droop. sistem microgrid yang mengandung energi terbarukan yang berfluktuasi secara cepat, sehingga penyediaan sistem untuk melayani beban menjadi terjamin kestabilan dan keamanannya.