

Analisis Pembangkit Slistrik Tenaga Surya *Hybrid* Dengan *Battery Energy Storage System (BESS)* *untuk Mengantisipasi Terjadinya Penurunan Daya* *Akibat Kondisi Shading*

Oleh:

Muhamad Saifudin Zuhri,

Jamaaluddin

Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Juli 2023

Pendahuluan

- Saat ini energi listrik bisa dikatakan sebagai kebutuhan pokok bagi kelangsungan hidup manusia. Sadar atau tidak banyak manusia bergantung pada energi listrik, baik untuk penerangan, hiburan, dan untuk beberapa pekerjaan juga banyak yang bergantung pada energi listrik. Di Indonesia energi listrik masih banyak dijumpai menggunakan sumber energi fosil dan minyak bumi, yaitu sekitar 90 %, sedangkan untuk sumber energi baru terbarukan (EBT) masih kurang dari 10%.
- Saat ini Indonesia berkomitmen untuk melakukan penurunan emisi dan turut andil berkontribusi bagi *Net-Zero Emission* Dunia. Sampai saat ini pemerintah Indonesia terus mendorong untuk melakukan pembangunan energi baru terbarukan (EBT), salah satunya yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), baik PLTS terapung, PLTS skala besar maupun PLTS skala kecil seperti PLTS Atap. Pembangunan PLTS skala besar atau biasa disebut dengan PLTS On-Grid yaitu PLTS yang terhubung dengan jaringan milik PT PLN (Persero). Beberapa PLTS skala besar yang ada di Indonesia seperti, PLTS Oelpuah Kupang 5 MW, PLTS Sambelia NTB 5 MW, PLTS Likupang 21 MW. Pada kenyataannya PLTS On-Grid ini sangat bergantung pada pembangkit lainnya, seperti PLTD, PLTU dan PLTG, karena PLTS On-Grid ini masih memiliki kelemahan yaitu kendala pada saat *shading*, dimana kasus *shading* ini dapat menurunkan energi yang dibangkitkan PLTS. Ketika PLTS mendapat kendala *shading*, penurunan energi yang dibangkitkan sangat mempengaruhi pembangkit di sekitar sehingga terjadi hilang/timbulnya beban. Selain mempengaruhi pembangkit di sekitar, juga mempengaruhi pendapatan dari penjualan energi PLTS. Oleh karena itu, untuk menghindari pengaruh penurunan energi yang besar ketika terjadi *shading* diperlukan baterai supaya energi yang dibangkitkan dari PLTS bisa stabil dan tidak terlalu mempengaruhi pembangkit di sekitar.
- Pada penelitian ini untuk mencari solusi dari permasalahan pengaruh *shading* terhadap pembangkit di sekitar, dimana PLTS membutuhkan bantuan baterai yang saat ini disebut dengan istilah BESS (*Battery Energy Storage System*) sehingga energi yang dibangkitkan PLTS menjadi stabil dan penurunan daya terhadap kondisi *shading* bisa tercover akibat adanya BESS ini.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

1. Bagaimana membuat simulasi PLTS Hybrid dengan software ETAP 12.6?
2. Berapa kontribusi aliran daya PLTS dan PLTD ketika terjadi kondisi *shading*?
3. Bagaimana pengaruh BESS (*Battery Energy Storage System*) terhadap kondisi *shading*?

Metode

- Dalam penelitian ini menggunakan beberapa prosedur kerja/metode penelitian untuk mendapatkan hasil yang maksimal meliputi :
- Studi kepustakaan
- Tahapan ini mempelajari beberapa permasalahan yang ada di buku, website dan jurnal ilmiah mengenai PLTS Hybrid dan BESS (*Battery Energy Storage System*) yang pernah dilakukan.
- Analisis permasalahan
- Menganalisis permasalahan berdasarkan skenario yang dibuat, antara lain:
- Analisis aliran daya PLTD
- Analisis aliran daya PLTS dengan kondisi iradian 50%,70%, dan 100%
- Analisis aliran daya PLTH (PLTS, PLTD, BESS) kondisi *charging*
- Analisis aliran daya PLTH (PLTS, PLTD, BESS) kondisi *discharge*.

Hasil Pertama

Load Flow Analisis PLTD

Bus	Tegangan (kV)	Daya Aktif (kW)
Bus 40 (PLTD)	0.4	2383
Bus 33 (Step Up)	3.058	2332
Bus 29 (beban produksi)	3.058	2148
Bus 25 (sinkron & beban camp)	3.031	183

Pembahasan Pertama

- Dari hasil simulasi proyeksi instalasi yang ada di Banpu, dibuat 4 bus utama yaitu:
- Bus 40 adalah bisa dikatakan sebagai panel sinkron PLTD
- Bus 33 adalah kubikel sebagai pengaman *transformator step up* 3000 kVA dan jaringan distribusi
- Bus 29 adalah kubikel sebagai pengaman *transformator step down* 2000kVA dan 1250kVA
- Bus 25 sebagai pengaman *transformator step down* 630kVA yang ada di *camp*

Hasil Kedua

Load Flow Analisis PLTS Hybrid

Bus	Tegangan (kV)	Daya Aktif (kW)
Bus 40 (PLTD)	0.4	523
Bus 33 (Step Up)	3.082	2153
Bus 29 (beban produksi)	3.082	2153
Bus 25 (sinkron & beban camp)	3.211	1929
Bus 1 (sinkronisasi inverter)	0.389	1933

Pembahasan Kedua

-
- Penambahan PLTS pada sistem kelistrikan di Banpu cukup membantu, penambahan instalasi pada bus 25 PLTS sinkron dengan jaringan distribusi 3300 Volt. Jika pada bus 1 sebagai panel sinkron inverter dengan tegangan 389 Volt maka untuk bisa sinkron di bus 25 perlu ditambah transformator step up 2200 kVA. Proses sinkron dilakukan inverter, karena desain inverter ini bisa menyesuaikan dengan tegangan, frekuensi dan urutan fasa sesuai tegangan grid yang masuk pada inverter.
- Jika simulasi sebelumnya bus 40 terukur 2383kW, setelah penambahan PLTS terjadi penurunan daya bus 40 terukur 523 kW yang artinya PLTS sangat membantu karena hampir 70% beban di Banpu dipikul PLTS dengan total daya yang dibangkitkan 1929 kW.

Hasil Ketiga

- Load flow analysis PLTS Hybrid dengan BESS kondisi 100% PLTS

Bus	Tegangan (kV)	Daya Aktif (kW) 100 % PLTS	Daya Aktif (kW) 70 % PLTS
Bus 40 (PLTD)	0.4	755	949
Bus 33 (Step Up)	3.123	2161	2163
Bus 29 (beban produksi)	3.123	2161	2163
Bus 25 (sinkron & beban camp)	3.248	1930	1465
Bus 1 (sinkronisasi inverter)	0.394	1934	1422
Bus 24 (BESS Discharge)	0.69	256	45

Pembahasan Ketiga

- Hasil simulasi berikutnya yaitu membandingkan pada saat kondisi PLTS 100% daya puncak yang dibangkitkan dan PLTS kondisi 70% daya yang dibangkitkan, terlihat pada tabel 4.4 terlihat penurunan daya PLTS sekitar 30% dan kenaikan daya terjadi pada PLTD sekitar 30% pada kondisi beban normal Banpu. Terjadi perubahan kondisi pada area BESS di bus 24 dengan adanya daya yang dibangkitkan atau kondisi *discharge* 45 kW.

Hasil Keempat

- Load flow analysis PLTS Hybrid dengan BESS kondisi 50% PLTS

Bus	Tegangan (kV)	Daya Aktif (kW) 100 % PLTS	Daya Aktif (kW) 50% PLTS
Bus 40 (PLTD)	0.4	755	1135
Bus 33 (Step Up)	3.129	2161	2164
Bus 29 (beban produksi)	3.129	2161	2164
Bus 25 (sinkron & beban camp)	3.248	1930	1269
Bus 1 (sinkronisasi inverter)	0.394	1934	948
Bus 24 (BESS Discharge)	0.69	256	322

Pembahasan Empat

- Hasil simulasi berikutnya dengan kondisi PLTS terjadi penurunan sebanyak 50% dari daya puncak yang dibangkitkan, jika dilihat pada tabel 4 perubahan penurunan daya terjadi pada PLTS sekitar 50% dari daya yang dibangkitkan. Dan kenaikan daya yang dibangkitkan pada PLTD sekitar 35% dari sebelumnya ketika PLTS berada di daya puncak yang dibangkitkan.
- Pada area BESS terlihat perubahan yang cukup signifikan ketika PLTS pada daya puncak yang dibangkitkan BESS berada pada kondisi *stanby (charging)* dengan daya 256 kW, namun pada saat terjadi penurunan daya dari PLTS perubahan besar terjadi BESS berada pada kondisi *discharge* dengan daya yang dibangkitkan 322 kW.

Temuan Penting Penelitian

- Penambahan *Battery Energy Storage System* (BESS) sangat mempengaruhi sistem kelistrikan pada pembangkit listrik tenaga *hybrid*, hal ini dibuktikan adanya *Battery Energy Storage System* (BESS) dapat mengurangi peningkatan kenaikan daya pada pembangkit listrik tenaga diesel
- Penurunan daya dari PLTS sebesar 50% terjadi peningkatan terhadap pembangkit PLTD sebesar 55%.
- Penurunan daya dari PLTS sebesar 30% terjadi peningkatan daya dari PLTD sebesar 21%.
- Penurunan daya sebesar 50% dari PLTS terjadi peningkatan daya pada PLTD sebesar 34%
- Pengaturan pola operasi PLTD tidak mempengaruhi sistem jaringan

Manfaat Penelitian

- Memberikan pemahaman terhadap penulis terhadap proses yang terjadi pada PLTS Hybrid
- Menjadi referensi untuk menambahkan BESS pada system PLTS ke depan
- Penambahan BESS dapat mengurangi potensi terjadinya gangguan pada jaringan PT PLN
- Menjadi referensi mahasiswa dan khususnya Universitas Muhammadiyah Sidoarjo untuk membangun PLTS Hybrid di lingkungan kampus

Referensi

- [1] “Andil Lemigas Sukseskan Transition To Net Zero Emission dengan CCUS | Situs Ditjen Migas,” *kementerian ESDM*, 2020. <https://migas.esdm.go.id/post/read/andil-lemigas-sukseskan-transition-to-net-zero-emission-dengan-ccus> (accessed Jul. 24, 2023).
- [2] N. Hajir, “PLANNING ANALYSIS OF ROOF SOLAR POWER PLANT WITH HYBRID SYSTEM AT PT EAST COLONY,” 2021.
- [3] P. Arya Mertasana, “PENGARUH KEBERSIHAN MODUL SURYA TERHADAP,” 2017.
- [4] “Perbedaan On Grid, Off Grid dan Hybrid pada PLTS,” *sedayu.com*, 2020. <https://sedayu.com/2021/12/27/perbedaan-on-grid-off-grid-dan-hybrid-pada-plts/> (accessed Jul. 26, 2023).
- [5] A. Nurrohim, “PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID SEBAGAI SOLUSI KELISTRIKAN DI DAERAH TERPENCIL,” 2012.
- [6] A. Jabbar Asyadili, “Penalaan Kontroler PID dan Battery Energy Storage System (BESS) untuk Load Frequency Control (LFC) Menggunakan BAT Algorithm (BA),” 2019.
- [7] “Indonesia bangun fasilitas penyimpanan listrik berbasis baterai 5 MW - Indonesia Window,” *indonesiawindow.com*, 2022. <https://indonesiawindow.com/indonesia-bangun-fasilitas-penyimpanan-listrik-berbasis-baterai-5-mw/> (accessed Jul. 24, 2023).
- [8] M. Hafid and M. JP, “Perancangan Perancangan Interkoneksi Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1 MWp On-Grid Pada Jaringan Distribusi Cileungsi,” *SUTET*, vol. 9, no. 2, pp. 112–124, Dec. 2019, doi: 10.33322/sutet.v9i2.901.
- [9] B. Ramadhani, “Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts,” 2018.
- [10] “Standar Nasional Indonesia,” 2020. [Online]. Available: www.bsn.go.id
- [11] “Standar Nasional Indonesia,” 2017, [Online]. Available: www.bsn.go.id
- [12] F. Sutijastoto, “Panduan Komisioning PLTS off grid,” 2020.
- [13] A. Rachmi, B. Praskoso, H. Berchmans, I. Agustina, I. Devi Sara, and Winne, “Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS ATAP DI INDONESIA_final-1,” 2020.
- [14] O. Jamaaluddin, *BUKU PETUNJUK PENGOPERASIAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) Diterbitkan oleh UMSIDA PRESS*. 2021.

