

5. Penelitian Teknologi Smart Grid in Microgrid dalam Rangka Mendukung Keseimbangan Supply & Demand yang Handal, Aman, Efisien dan Bersih

Tim : Rina Irawati, S.T., M.T., Khalif Ahadi, S.T., M.T., Zuhaidi, S.T., M.T.

Email: rina.irawati@esdm.go.id, rinairawatibm@gmail.com

KP3 Ketenagalistrikan

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi

Maksud dari pelaksanaan kegiatan ini adalah melakukan uji kinerja *pilot project* sistem *smart grid in microgrid* dengan memanfaatkan potensi energi terbarukan setempat di Universitas Udayana Bali, dan uji kinerja *smart system* PLTS di Kantor Gubernur Bali, serta penambahan 10 kWp PLTB di Kantor Gubernur Bali. Hasil dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

a. Uji Kinerja *Pilot Project Smart Grid in Microgrid* di Kawasan Perkantoran Gubernur Bali

Pilot Project Smart Grid in Microgrid di Kawasan Kantor Gubernur Bali menggabungkan pembangkit energi terbarukan (PLTS) dengan pembangkit eksisting yang sudah beroperasi sebelumnya (PLN dan Genset). Semua pembangkit terhubung dalam satu sistem secara otomatis mendeteksi jika ada kegagalan atau kekurangan pasokan energi dari satu jenis pembangkit, maka pembangkit yang lain akan memenuhi kekurangan kebutuhan energi tersebut. Sistem Smart Microgrid PLTS di atas lapangan tenis dengan kapasitas terpasang PLTS 158 kWp, VRLA Batteries dengan kapasitas 224,64 kVAh, diesel generator set kapasitas 275 kVA dan terintegrasi dengan jaringan PLN. Pengujian yang dilakukan yaitu :

- Pengukuran beban harian memperlihatkan beban puncak 197.3 kW pada jam 13.00 siang dengan daya rata-rata per hari adalah 59.72 kW. Profil beban selama satu tahun cenderung sama.
- Hasil produksi PLTS pada saat hari kerja dan produksi PLTS mencapai 144.30 kW. PLTS mulai menghasilkan daya saat jam 6:26 sampai dengan 18.40, jadi PLTS mampu berproduksi selama 12 jam 14 menit.
- Uji pada sisi PLN untuk menunjukkan besarnya daya listrik yang diserap dari jaringan ketika PLTS bekerja untuk menyuplai beban. Pengukuran yang dilakukan di sisi PLN meliputi daya aktif, daya reaktif, daya aktif dan faktor daya.
- Pengukuran pada sisi beban juga dilakukan pada saat hari kerja dan hari libur. Parameter pengukuran yang dilakukan adalah, pengukuran daya aktif, daya reaktif, dan faktor daya.
- Dari analisa kesetimbangan energi (*energy balance*) dari *smart microgrid* dihasilkan perbandingan (*ratio*) pasokan energi dari PLTS terhadap konsumsi energi harian (*self-sufficiency quota*) adalah 46%. Sedangkan dari sisi energi yang dihasilkan oleh PLTS terhadap sistem secara keseluruhan persentase energi yang dikonsumsi secara langsung adalah 99%.
- Produksi energi *smart microgrid* Gubernur Bali dari Februari 2017 – Juli 2017.

Tabel 1. Hasil Produksi Energi *Smart Microgrid* Gubernur Bali

BULAN	PRODUKSI
Februari	7.701,53 kWh
Maret	21.994,63 kWh
April	22.637,49 kWh
Mei	19.880,64 kWh
Juni	15.010,80 kWh
Juli	17.716,82 kWh
Agustus	19.780,00 kWh
September	19.940,00 kWh
Oktober	15.660,00 kWh



Gambar 1. *Pilot Project Smart Grid in Microgrid* di Kawasan Perkantoran Gubernur Bali

b. Uji Kinerja *Pilot Project Smart Grid in Microgrid* di Universitas Udayana

Pilot project sistem smart grid in microgrid akan dibangun di *rooftop* Gedung Teknik Elektro (Gedung DH), Kampus Bukit Jimbaran. Koordinat lokasi gedung DH adalah 08°47'45,3" LS 115°10'26'' BT.

Luas area *rooftop* untuk penempatan PLTS dan PLTB yang disediakan adalah 33x16,5 m². Sistem *smart grid in microgrid* yang dibangun terdiri dari 26,4 kWp PLTS, 5 kWp PLTB, Batrai 168 kVAh dan Genset 20 kVA. Sumber utama energi listrik yang akan digunakan untuk memasok beban adalah dari PLTS, PLTB, dan Batrai, sedangkan genset/grid digunakan sebagai *back-up* jika energi dari ketiga komponen utama tersebut tidak mencukupi. *Pilot project smart microgrid* ini hanya digunakan untuk memasok beban di gedung DH.



Gambar 2. *Pilot Project Smart Grid in Microgrid* yang Diimplementasikan di Rooftop Gedung DH Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana

Pengujian yang dilakukan yaitu :

- Bahwa rata-rata beban harian adalah 379 kWh/day, dengan beban puncak sekitar 26,15 kW. Beban inilah yang disuplai oleh sistem *smart grid in microgrid* yang dibangun di Gedung DH. Beban puncak umumnya terjadi pada siang hari dimana aktifitas perkuliahan berlangsung. Pada malam hari penggunaan energi listrik hanya untuk penerangan dan kadang-kadang ada penggunaan energi listrik untuk aktifitas mahasiswa yang masih di kampus untuk akses internet.
- Hasil produksi PLTS pada saat hari kerja dan produksi PLTS mencapai 19 kW. PLTS mulai menghasilkan daya saat jam 6:53 sampai dengan 18.23, jadi PLTS mampu berproduksi selama 11 jam 30 menit.
- Uji pada sisi PLTB dimaksudkan untuk mengetahui besarnya produksi energi listrik oleh PLTB. PLTB yang diintegrasikan ke dalam sistem *smart microgrid* di Universitas Udayana adalah *wind turbine* skala kecil dengan *cut-in* pada kecepatan angin 3 m/detik. Jumlah *wind turbine* yang dipasang adalah 10 unit dengan kapasitas masing-masing 500 Wp, sehingga total kapasitas terpasang seluruhnya adalah 10 kWp.
- Dalam satu hari tidak terlalu banyak energi listrik dari PLN yang disalurkan ke beban. Hal ini terjadi karena produksi listrik dari PLTS, PLTB dan Baterai masih cukup besar sehingga dapat menanggung semua kebutuhan listrik beban. Terjadinya nilai negatif sebesar 3,2 KW dan 3,35 kvar pada sisi PLN menandakan adanya ekspor energi listrik dari sistem *smart microgrid* ke PLN (disalurkan ke beban lain di sekitar gedung DH).
- Hasil Pengukuran data pada sisi beban menunjukkan hampir seluruh kebutuhan energi listrik di Gedung DH dapat dipasok oleh sistem *smart microgrid* tanpa harus menggunakan tambahan energi dari PLN.

- c. Integrasi penambahan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Pada Sistem *Smart Microgrid* Kawasan Perkantoran Gubernur Bali
Untuk mengetahui lebih detil tentang pengaruh *intermittent* dari sumber energi terbarukan terhadap kualitas daya listrik yang dipasok ke beban, pada tahun 2017 ini dilakukan penambahan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) 8 x 1 kWp sebagai pembangkit listrik tenaga energi terbarukan lainnya ke dalam sistem *smart microgrid* Kawasan Perkantoran Gubernur Bali. Adapun peralatan penambahan kapasitas yang akan diadakan tahun 2017 adalah seperangkat sistem pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) termasuk peralatan sistem kontrol, menara penunjang serta instalasi dan pelatihan O&M peralatan.
- d. Integrasi *Smart Weather Station* dengan sistem *smart microgrid* Universitas Udayana. Data hasil pengukuran *smart weather station* ini harus dapat diakses secara *realtime* melalui internet dan dapat diintegrasikan dengan *webbase* monitoring sistem *smart microgrid* yang sudah ada.
- e. Finalisasi monitoring integrasi *smart microgrid* Bali dan Jakarta.