Smart Microgrid Berbasis Energi Terbarukan

Yuli setyo Indartono, Dr. Eng [1]
Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara
Institut Teknologi bandung

Dr. Iman Kartolaksono Reksowardojo [2]
Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara
Institut Teknologi bandung

Dr. Tridesmana Rachmilda [3]
Departemen Teknik Tenaga Listrik
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi bandung

Dr. Bryan Yuliarto [4]
Departemen Teknik Fisika
Fakultas Teknik Industri
Institut Teknologi bandung

Dr.rer.nat Armi Susandi [5]
Departemen Meteorologi
Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian
Institut Teknologi Bandung

Latar Belakang

Penelitian ini dilatar belakangi oleh perlunya mencari solusi untuk mengatasi permasalahan energi listrik ditanah air, terutama di daerah terpencil. Seperti telah diketahui, sekitar 35% rumah tangga di tanah air (terutama di luar Pulau Jawa) belum menikmati energi listrik *[Coordinating Ministry of Economic Affair, 2013]*. Penggunaan mesin diesel konvensional di daerah terpencil menyebabkan tingginya biaya pembangkitan listrik, disebabkan harga solar yang tidak murah. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan sistem kelistrikan *smart micro grid* berbasis sumber energi terbarukan yang tersedia di daerah setempat. Komponen utama yang direncanakan pada sistem ini terdiri dari dua sumber energi terbarukan, yaitu mesin diesel berbasis *biofuel*/bahan bakar majemuk dan *photo voltaic*, *energy storage*, dan sistem yang mengintegrasikan dan mengontrol sisi suplai (sumber energi, *energy storage*) dan sisi *demand*. Keluaran penelitian berupa identifikasi beberapa daerah yang berpotensi untuk dijadikan daerah percontohan sistem *smart micro grid* berbasis sumber energi terbarukan, dan model *smart micro grid* skala laboratorium dengan daya 4 kW.

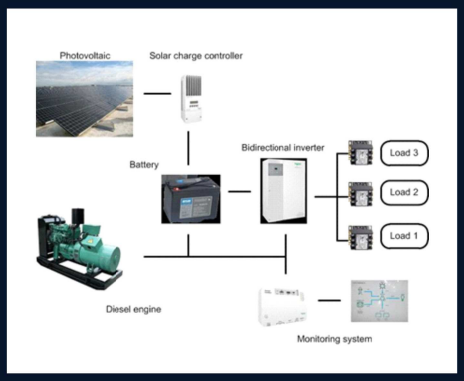
Tujuan

1. Pengembangan teknologi *smart grid* di Indonesia
2. Pengembangan energi baru dan terbarukan di Indonesia
3. Sebagai sarana pembelajaran teknologi baru bagi masyarakat
4. Merancang dan memproduksi sistem monitoring dari komponen-komponen *smart microgrid* yang ada secara terintegrasi dalam satu layar monitor.

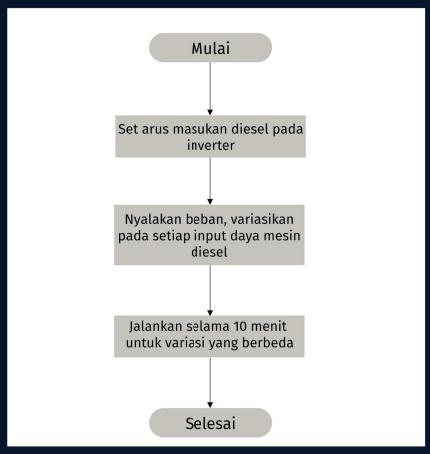
Eksperimen

Penelitian yang dilakukan menggunakan *photovoltaic* 1 kW dan mesin diesel berbahan bakar majemuk dengan kapasitas terpasang 3 kW. Energi utama yang digunakan adalah mesin diesel berbahan bakar majemuk. Penambahan PV diharapkan mampu mengurangi konsumsi bahan bakar yang digunakan dengan memanfaatkan sumber energi biomassa yang ada di daerah.

Gambar 1 menunjukkan skema sistem. Arus DC dari PV terlebih dahulu melewati *solar charge controller* sebelum masuk ke baterai. Selanjutnya, baterai berfungsi sebagai penyimpan energi dari PV sebelum digunakan oleh beban juga sebagai penstabil sistem. Arus AC dari diesel engine hanya melewati *inverter* untuk kemudian digunakan oleh beban. Jika ada kelebihan arus dari mesin diesel, secara otomatis *inverter* akan mengubah arus AC menjadi DC untuk disimpan di baterai. Gambar 2 menunjukkan metode pengujian yang dilakukan di laboratorium.



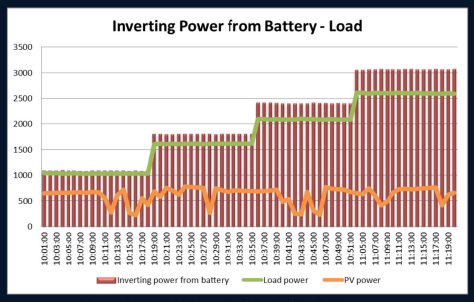
Gambar 1. Skema Sistem *Smart Micro Grid* Berbasis Energi Terbarukan



Gambar 2. Skema pengujian sistem

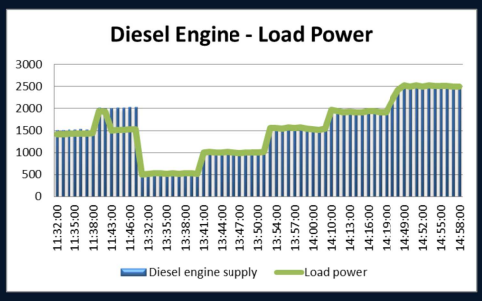
Hasil

Pada eksperimen ini, dilakukan beberapa pengujian. Pengujian pertama adalah performansi dari PV 1 kW dan mesin diesel secara terpisah. Hasilnya terlihat pada Kurva 1 dan Kurva 2. Sementara sistem secara *hybrid* ditunjukkan oleh Kurva 3. Selain itu dihitung pula laju 3 bahan bakar yang berbeda yaitu solar, minyak kelapa, dan minyak sawit. Laju bahan bakar dihitung dengan cara menghitung waktu habisnya bahan bakar sebanyak 50 ml untuk pembebanan tertentu.



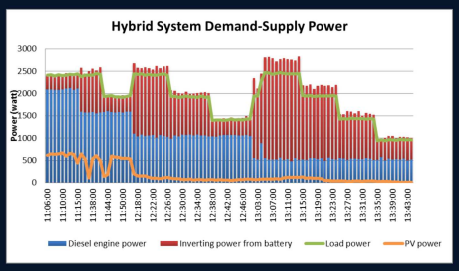
Kurva 1. Suplai Daya dari Batrai ke Beban

Kurva 1 menunjukkan performansi baterai yang menyimpan energi dari PV. Data ini didapat dari data *logger* pada sistem. Hal ini berbeda dengan mesin diesel yang akan mensuplai listrik sesuai kebutuhan beban. Listrik dari mesin diesel, tidak diubah oleh *inverter* tetapi hanya melewati *inverter* untuk disuplai ke beban.



Kurva 2. Suplai Daya dari Mesin Diesel ke Beban

Pada sistem *hybrid*, *base load* disuplai oleh mesin diesel 1 kW dan sisa kebutuhan beban disuplai PV. Perlu diperhatikan pula kapasitas mesin diesel yang bisa digunakan. Pada pengujian ini, daya maksimum yang bisa dihasilkan mesin diesel adalah 2 kW, sementara daya rata-rata berada di kisaran 1 – 1,5 kW. Beban yang digunakan mulai dari 1 – 2,5 kW.



Kurva 3. Suplai Listrik dari Baterai dan Mesin Diesel ke Beban

Selain uji laboratorium, penelitian ini bekerjasama dengan UGM dan IPB untuk melakukan survei ke beberapa lokasi. Survei yang dilakukan terkait kondisi sosial masyarakat, ketersediaan bahan baku untuk *biofuel* dan survei kebutuhan energi listrik. Lokasi yang telah disurvei adalah Desa Sinar Laut, Cianjur, Kepulauan Seribu, dan Karimun Jawa. Dari ketiga lokasi ini diharapkan bisa dipilih salah satu untuk implementasi sistem *smart micro grid* ini.

Sumber Dana

Riset ini didanai oleh Pusat Penelitian Energi Baru dan Terbarukan Intitut Teknologi Bandung dan Penelitian Unggulan Strategis Nasional.

Daftar Pustaka

1. PT. PLN (Persero), Statistik PLN 2014, ISSN : 0852 – 8179 NO. 02701 – 150430, p iv (2014).
2. PT. PLN (Persero), Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik 2015 – 2024 (2014).
3. M.Irsyad, YS Indartono, A. Suwono, AD Pasek, Thermal characteristic of non-edible oils as phase change materials candidate to application of air conditioning chilled water system, IOP Conf Series : Materials Science and Engineering 88, p 2 (2014).
4. P Kuncahyo, AZM Fathallah, Semin, Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel di Indonesia, Jurnal Teknik Pomits Vol 2, No. 1, ISSN : 2337 – 3539, p 65 (2013).
5. Ferial, 2014, Pulau Terluar dan Perbatasan Dapat 37 Unit PLTS,http://ebtke.esdm.go.id/post/2015/01/21/763/20
4. pulau.terluar.dan.perbatasan.dapat.37.unit.plts, access : 5 October 2015.
6. American Power Convertion, Understanding Delta Conversion Online "Output Power Factor Ratings" – Part 7, 2004.