



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Homepage: sinta.eng.unila.ac.id



Sistem Manajemen Daya Energi Terbarukan Berbasis Micro Grid

Zulmiftah Huda ^{a,*}, Herri Gusmedi ^b, Osea Zebua ^c

Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung, Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima 15/08/2022

Direvisi 12/10/2022

Kata kunci:

PLTS

Microgrid

Sistem Manajemen Daya

ABSTRAK

Microgrid telah menarik perhatian yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir karena memberikan keuntungan yang signifikan bagi konsumen listrik dan operator jaringan listrik. Penerapan microgrid mampu untuk meningkatkan kualitas daya, mengurangi emisi, mengurangi beban jaringan dan rugi-rugi daya, meningkatkan efisiensi, dan berpotensi meningkatkan ekonomis sistem. Microgrid juga dapat mengurangi investasi tambahan pada pembangkit dan transmisi daya listrik untuk mensuplai beban dengan jarak yang jauh. Selain itu, kemampuan mikrogrid dapat mengatasi jika terjadi gangguan di jaringan hulu akan meningkatkan keandalan serta ketahanan jaringan dan pelanggan. Hasil yang diperoleh dari penelitian pada kondisi partial shading PV saat 0,35 detik berada pada kondisi local maximum power point dan pada saat 0,4 detik PV mencapai kondisi *global maximum power point*. Model yang telah dibuat mampu memperoleh daya output maksimum saat kondisi *partial shading* dan kekurangan daya dapat diatasi dengan suplai daya dari grid.

1. Pendahuluan

Microgrid merupakan sistem tenaga berskala kecil dengan pembangkit yang tersebar, sistem ini memungkinkan untuk pembangkit listrik terbarukan dapat terhubung satu sama lain dengan jarak yang lebih dekat dengan beban sehingga dapat melayani beban dengan lebih efisien dan meningkatkan keandalan sistem dalam melayani beban. Microgrid mempunyai keuntungan dalam operasinya, antara lain dapat terhubung dengan sistem kelistrikan utama dimana di Indonesia yaitu sistem distribusi PLN (*grid-connected*) dan beroperasi secara isolasi (*island mode*) (Antonio, 2019). Pemanfaatan sistem microgrid dapat memberikan tiga manfaat antara lain memaksimalkan efisiensi dan menurunkan biaya sistem kelistrikan keseluruhan, yang kedua dapat memenuhi kebutuhan dan menjaga keandalan dalam pelayanan kelistrikan dalam menghadapi kemungkinan yang terjadi pada

sistem seperti padamnya sistem kelistrikan dari PLN atau keterbatasan sistem dalam memenuhi kebutuhan beban yang meningkat pada suatu waktu tertentu, yang ketiga dengan terhubungnya microgrid yang terdiri dari pembangkit listrik terbarukan antara lain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Micro Hidro (PLTMH) dan sumber pembangkit lainnya dapat menurunkan dampak lingkungan dari sumber energi yang menghasilkan emisi karbon sehingga dapat memberikan ketersediaan energi tanpa harus merusak lingkungan. Dengan perkembangan teknologi di era industry 4.0 trend perkembangan microgrid mengarah kepada *smart-grid*. Sistem *smart-grid* terdiri dari pembangkit, beban, sistem penyimpanan, monitoring, kendali, dan sistem otomasi (Zhenghong, 2017).

Meningkatnya kebutuhan akan energi listrik, keandalan dan keamanan dalam sistem kelistrikan menjadikan microgrid menjadi solusi yang bisa

* Zilmiftah huda.

E-mail: zulmiftah.huda@eng.unila.ac.id

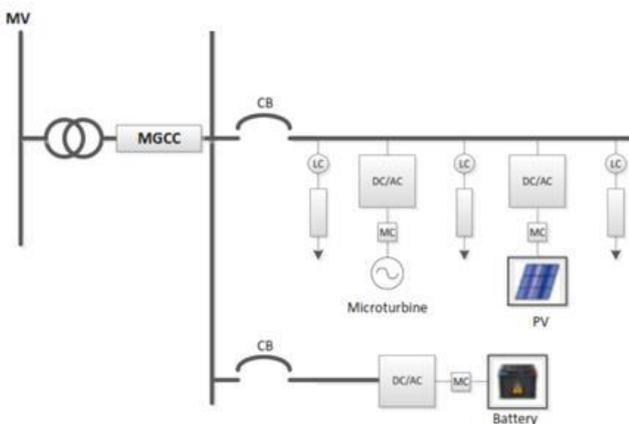
diimplementasikan, disisi lain perlu manajemen daya aktif dan daya reaktif yang dihasilkan oleh PLTS. Pada penelitian ini penulis membangun sistem microgrid yang terdiri dari PLTS yang terhubung dengan sistem utama (*grid-connected*) dan memungkinkan adanya sharing daya listrik yang dihasilkan baik dari sistem utama kesistem microgrid atau dari sistem microgrid dapat mengirim kelebihan daya yang dibangkitkan ke sistem utama (Vinod, 2015; Panalla, 2020).

Sistem microgrid dengan sumber energi terbarukan menjadi solusi yang mampu menekan emisi CO₂ yang dihasilkan dari pembangkit konvensional dengan sumber energi berupa batu bara, gas dan minyak bumi. Sistem microgrid membuat sumber energi listrik lebih dekat dengan beban sehingga dapat mengurangi rugi-rugi daya yaitu daya yang hilang disepanjang saluran yang besar yang disebabkan oleh pembangkit yang letaknya jauh dari beban, berdasarkan persamaan rugi-rugi daya $P = I^2 \times R$ dengan R berbanding lurus dengan jarak dari pembangkit sampai ke beban (Sohad, 2019). Dengan adanya penelitian ini diperoleh model sistem microgrid yang memungkinkan manajemen daya aktif dan daya reaktif yang dihasilkan dari pembangkit energi terbarukan PLTS dapat melayani beban dan memberikan kelebihan daya pada jaringan utama sehingga mampu meningkatkan stabilitas dan keandalan sistem tenaga.

2. Metodologi

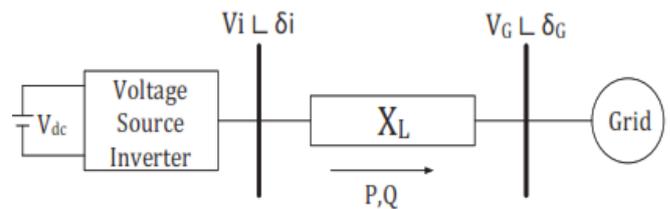
2.1. Membangun Sistem Microgrid dan

Setelah melakukan studi Pustaka, penelitian ini akan dimulai dengan membangun simulasi dan membuat scenario sistem micro grid dengan sumber energi terbarukan PLTS yang terhubung dengan grid dan beban seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Model sistem microgrid yang akan dibangun.

Rangkaian ekuivalen dari Gambar 1 dapat disederhanakan seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur inverter terhubung dengan grid

$$P = \frac{V_i V_G}{X} \sin(\delta_i - \delta_G) \quad \text{dan} \quad Q = \frac{V_i^2 - V_i V_G \cos(\delta_i - \delta_G)}{X}$$

Dimana:

- V_i : Tegangan output inverter
- V_G : Tegangan grid
- δ_i : Sudut fasa dari tegangan output inverter
- δ_G : Sudut fasa dari tegangan grid
- P : Daya aktif
- Q : Daya Reaktif

2.2. Skenario Sistem

Skenario yang akan dijalankan pada sistem antara lain PLTS mencapai nilai puncak yaitu 5 kW dari pukul 14.00 hingga pukul 15.00. Perubahan beban yaitu jumlah beban mencapai konsumsi puncak pada pukul 09.00 yaitu 6.500 W serta pada pukul 19.00-22.00 yaitu 7.500 W. Dari pukul 00.00 hingga pukul 12.00 dan dari pukul 18.00-24.00, kontrol baterai dilakukan oleh pengontrol baterai. Kontrol baterai melakukan control pelacakan arus sehingga daya aktif yang mengalir ke sistem tenaga dari sisi sekunder transformator. Baterai penyimpanan mensuplai arus ketika daya microgrid tidak mencukupi dan menyerap arus berlebih dari microgrid ketika daya yang dihasilkan melebihi beban listrik.

Dari pukul 12.00 hingga pukul 18.00, kontrol baterai tidak dilakukan. SOC (*State of Charge*) baterai penyimpanan ditetapkan konstan dan tidak berubah karena pengisian atau pengosongan baterai penyimpanan tidak dilakukan oleh pengontrol baterai. Jika ada kekurangan daya di microgrid, sistem mengirimkan daya. Ketika ada kelebihan daya di microgrid, kelebihan daya dikembalikan ke sistem.

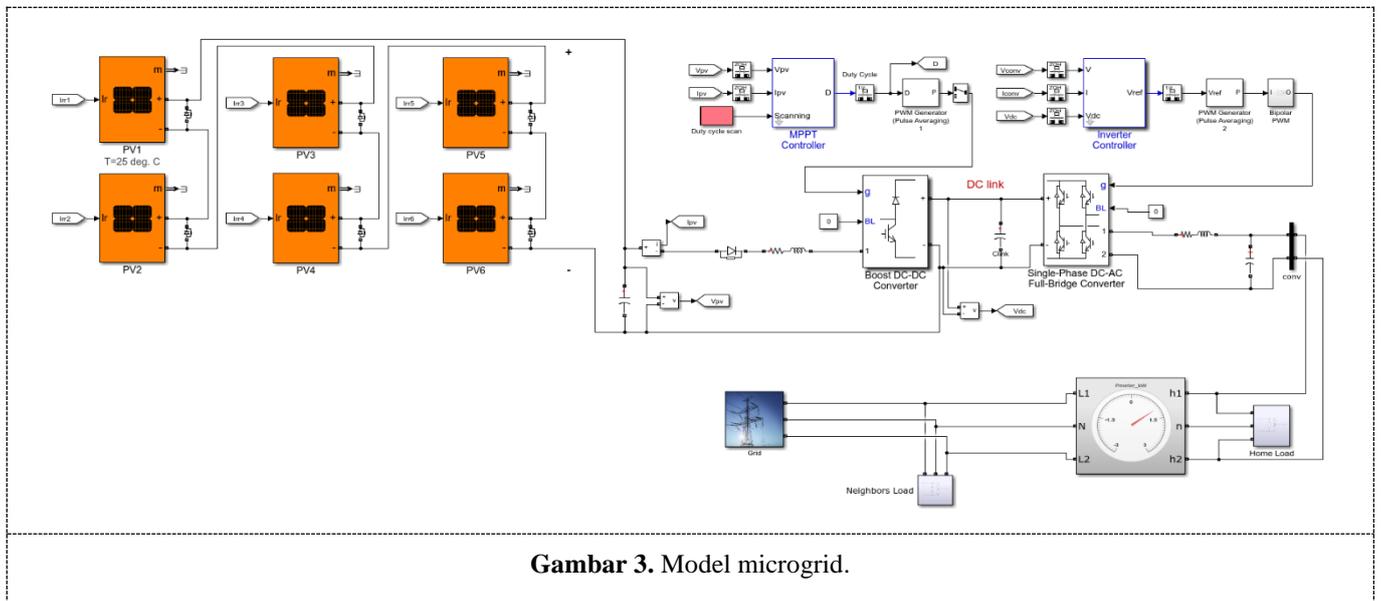
Pada pukul 08.00, beban listrik dari rumah diatur ke kondisi *off* selama 10 detik oleh pemutus daya. Lonjakan daya aktif diamati pada di sisi sekunder transformator dan daya listrik baterai penyimpanan.

3. Hasil dan pembahasan

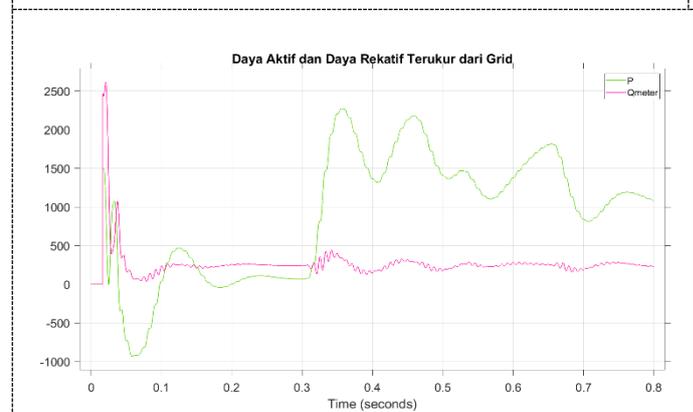
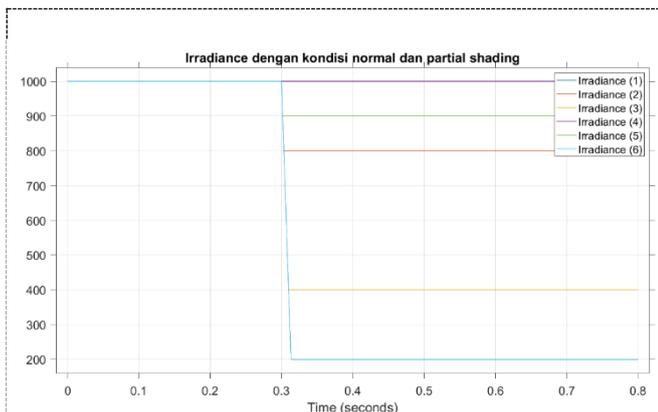
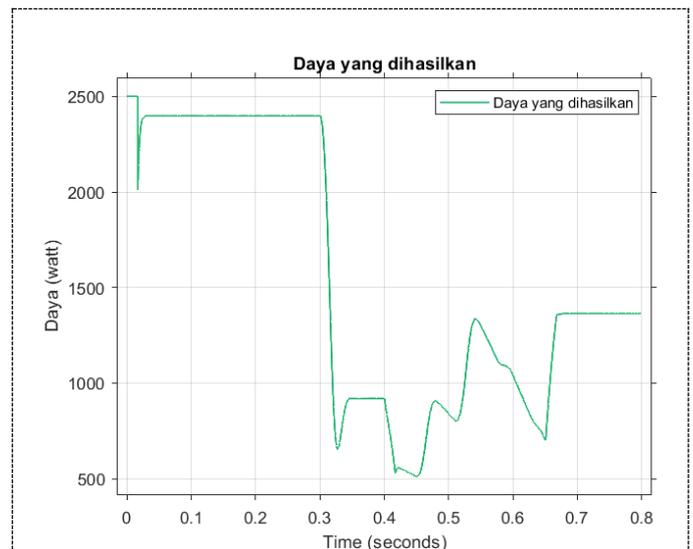
Setelah melakukan studi Pustaka, penelitian ini akan dimulai dengan membangun simulasi dan membuat scenario sistem micro grid dengan sumber energi terbarukan PLTS yang terhubung dengan grid dan beban seperti pada Gambar 3.

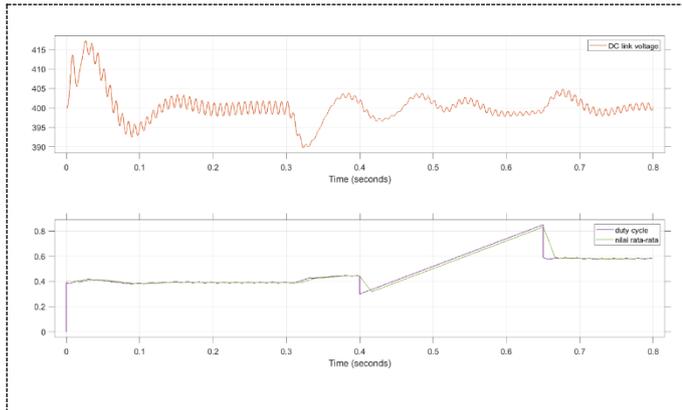
Pada model ini menggunakan 6 buah panel PV yang terangkai secara seri dan menghasilkan daya output 2400 W pada kondisi irradian W/m^2 dan beroperasi

pada temperatur 250 C. PV beroperasi dengan kondisi partial shading dengan kondisi irradian pada panel PV dapat dilihat pada gambar 4.



Daya yang dihasilkan oleh PV mensuplai kebutuhan daya rumah tangga dan sisanya disalurkan ke Grid dengan menggunakan converter dua tingkat yaitu DC-DC *boost converter* dan konverter satu fase DC-AC *full bridge*. Kendali *Maximum Power Point Tracking (MPPT)* berdasarkan teknik *perturb* dan *observe*. MPPT secara otomatis memberikan variasi *duty cycle* dari *boost converter* untuk mengatur tegangan PV untuk menghasilkan daya maksimum pada kondisi partial shading seperti terlihat pada gambar 5 dan gambar 7.





Gambar 7. Nilai tegangan DC link dan Duty cycle DC-DC converter

Pada saat waktu 0,25 detik PV pada kondisi irradiance 1000 W/m² tercapai kondisi steady state. Dengan daya yang dapat dibangkitkan oleh PV 2400 Watt dan tegangan DC link berada pada nilai 400 volt. Pada kondisi daya yang disuplai dari grid untuk mensuplai beban rumah tangga mendekati nol. Saat kondisi partial shading dimulai pada saat waktu 0,3 detik tegangan PV turun dan saat 0,4 detik MPPT telah mencapai *Global Maximum Power Point* (GMPP). Mendekati waktu 0,7 detik MPPT menset duty cycle 0,58 dan menghasilkan tegangan PV 168 V dengan daya output maksimum yang dihasilkan 1364 W, sehingga untuk mencukupi daya pada beban rumah yang totalnya adalah 2500 W menyerap dari grid sebesar 1100 W.

4. Kesimpulan

Dari penelitian dapat disimpulkan pada kondisi *partial shading* PV saat 0,35 detik berada pada kondisi local maximum power point dan pada saat 0,4 detik PV

mencapai kondisi *global maximum power point*. Model yang telah dibuat mampu memperoleh daya output maksimum saat kondisi partial shading dan kekurangan daya dapat diatasi dengan suplai daya dari grid.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih Hibah Penelitian DIPA FT Unila yang telah mendanai penelitian.

Daftar Pustaka

- Antonio C. Z. de Souza, Miguel C. 2019, "Microgrids Design and Implementation", Springer.
- Vinod S Tejwani, Bhavik N. Suthar, Denish A. Prajapati, 2015, Integration of Microgrid with Utilitygrid for sharing Real and Reactive Power, IEEE International Conference on Computer, Communication and Control.
- Zhenghong C., Kangda W., Zhengyuan L., Tao Z., 2017, A Review on Control Strategies of AC/DC Micro Grid, IEEE.
- Sohad A., Robert P., 2019, Economic and Environmental Advantages of Renewable-based Microgrids over Conventional Microgrids, IEEE.
- T, F., Taib & Ibrahim, 2012. Adaptive Neuro Fuzzy Inference System for Diagnosis Risk in Dengue Patients. Expert System with Application 39, pp. 4483-4495b.
- S. Pannala, N. Patari, A. K. Srivastava, 2020, Effective Control and Management Scheme for Isolated and Grid Connected DC Microgrid, IEEE Transactions on Industry Applications.