

Penentuan Kapasitas dan Lokasi Optimal dari PV Hosting Pada Penyulang Patin di Gardu Induk Metro

Osea Zebua^{1*}, Zulmiftah Huda², Ubaidah³, Noer Soedjarwanto⁴, I Wayan Rangga Krisnata⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro no.1 Bandar Lampung, telp./Fax. +62 721 701609/+62 721 702767

Received: 04-05-2026

Accepted: 22-05-2026

Keywords:

PV Hosting;
Penentuan Kapasitas dan Lokasi Optimal;
Jaringan Distribusi;
Penyulang.

Correspondent Email:

osea.zebua@eng.unila.ac.id

Abstrak.. Semakin meningkatnya kapasitas pembangkit listrik tenaga surya yang terhubung ke jaringan distribusi listrik dapat menimbulkan gangguan pada operasi jaringan distribusi listrik tersebut. Oleh karena itu, kapasitas maksimum PLTS yang terpasang pada jaringan distribusi listrik atau PV hosting harus dievaluasi dan ditentukan. Makalah ini bertujuan untuk menentukan kapasitas maksimum dan lokasi optimal PV hosting pada jaringan distribusi tenaga listrik dengan studi kasus pada penyulang Patin di Gardu Induk Metro. Adapun batasan-batasan operasi yang digunakan dalam evaluasi penentuan kapasitas maksimum PV hosting antara lain, pembebanan saluran yang berlebih, tegangan lebih pada bus, pembebanan berlebih transformator daya dan daya aktif berbalik arah menuju transformator daya. Lokasi optimal adalah bus dimana PV hosting dengan kapasitas maksimum ditempatkan yang menghasilkan rugi-rugi daya paling minimum. Penentuan kapasitas maksimum dan lokasi optimal PV hosting di penyulang Patin dilakukan dengan simulasi menggunakan perangkat lunak MATLAB. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kapasitas maksimum PV hosting pada setiap bus di penyulang Patin berkisar antara 0,093-3,078 MW. Sebagian besar nilai kapasitas maksimum PV hosting pada setiap bus diperoleh dengan mencapai pelanggaran batasan daya aktif berbalik arah. Lokasi optimal penempatan PV hosting adalah pada bus 10 dengan rugi-rugi daya aktif yang dihasilkan sebesar 7,51 kW.

Abstract. The increasing capacity of solar power plants connected to the electric distribution network can cause disruptions to the operation of the electric distribution network. Therefore, the maximum capacity of PLTS installed on the electric distribution network or PV hosting must be evaluated and determined. This paper aims to determine the maximum capacity and optimal location of PV hosting on the electric distribution network with a case study on the Patin feeder at the Metro Substation. The operational limitations used in the evaluation of determining the maximum capacity of PV hosting include line overloading, overvoltage on the bus, overloading of the power transformer and reverse active power to the power transformer. The optimal location is the bus where the PV hosting with the maximum capacity is placed which results in the minimum power losses. Determination of the maximum capacity and optimal location of PV hosting on the Patin feeder was carried out by simulation using MATLAB software. The simulation results show that the maximum capacity of PV hosting on each bus in the Patin feeder ranges from 0.093-3.078 MW. Most of the maximum capacity values of PV hosting on each bus are obtained by achieving violations of the reverse active power constraints. The optimal location for PV hosting placement is on bus 10 with an active power loss of 7.51 kW.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi surya sebagai salah satu sumber energi listrik untuk kebutuhan beban listrik konsumen semakin meningkat pesat. Kebanyakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang digunakan terhubung dengan jaringan distribusi listrik, baik pada jaringan distribusi tegangan rendah maupun jaringan distribusi tegangan menengah. Kapasitas dari PLTS pada jaringan distribusi yang semakin meningkat dapat menjadi sumber gangguan pada operasi jaringan distribusi, seperti tegangan lebih (*overvoltage*) pada bus, ketidakseimbangan tegangan (*voltage unbalance*), pembebanan arus yang berlebih pada kabel saluran distribusi (*line overloading*), pembebanan yang berlebih pada transformator daya di gardu induk (*transformer overloading*), adanya daya aktif yang berbalik arah menuju transformator daya di gardu induk (*reverse power*), gangguan pada sistem proteksi, meningkatnya tingkat harmonik dan terjadinya *flicker* [1].

Oleh karena itu, evaluasi penentuan kapasitas maksimum dari PLTS atau *PV hosting* perlu dilakukan. Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk menentukan kapasitas maksimum dari *PV hosting* pada jaringan distribusi, umumnya berdasarkan faktor-faktor batasan seperti tegangan lebih, kapasitas membawa arus dari kabel saluran distribusi, ketidakseimbangan tegangan, tingkat harmonik dan tingkat flicker [2]-[5], dan juga mengikutsertakan tingkat arus gangguan dari peralatan proteksi [6], rugi-rugi jaringan [7], dan aliran daya aktif yang berbalik arah [8].

Dalam evaluasi penentuan kapasitas *PV hosting* umumnya menggunakan penyelesaian aliran daya [9], namun dalam beberapa penelitian penentuan kapasitas *PV hosting* hanya menggunakan data urutan waktu dan metode stokastik [10], menggunakan simulasi Monte Carlo [11], menggunakan proses Gaussian dan Logit Learning [12], menggunakan data pilot bus dan jaringan syaraf [13] dan menggunakan data historis tegangan bus dan jarak listrik [14].

Makalah ini bertujuan untuk menentukan kapasitas maksimum dan lokasi optimal dari *PV hosting* pada setiap bus pada jaringan distribusi tegangan menengah dengan studi kasus pada penyulang (*feeder*) Patin di gardu induk Metro. Faktor-faktor batasan yang digunakan adalah

tegangan lebih, pembebanan arus pada kabel saluran distribusi, pembebanan berlebih dari transformator daya di gardu induk dan daya aktif yang berbalik arah menuju transformator daya di gardu induk. Beban yang digunakan adalah beban terpasang di penyulang. Lokasi optimal adalah lokasi *PV hosting* dengan kapasitas maksimum yang menghasilkan rugi-rugi daya aktif paling minimum dari jaringan distribusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas maksimum dan lokasi optimal *PV hosting* dapat ditentukan tanpa melanggar batasan-batasan operasi jaringan distribusi yang telah ditentukan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perhitungan Aliran Daya

Persamaan aliran daya dirumuskan sebagai,

$$P_k^{inj} = \sum_{m=1}^n |V_k| |V_m| |Y_{km}| \cos(\theta_{km} - \delta_k + \delta_m) \quad (1)$$

$$Q_k^{inj} = \sum_{m=1}^n |V_k| |V_m| |Y_{km}| \sin(\theta_{km} - \delta_k + \delta_m) \quad (2)$$

dimana n adalah jumlah bus pada jaringan distribusi listrik, P_k^{inj} dan Q_k^{inj} masing-masing adalah injeksi daya aktif dan injeksi daya reaktif pada bus k , Y_{km} adalah admitansi saluran antara bus k dan bus m , θ_{km} adalah sudut tegangan antara bus k dan bus m , δ_k dan δ_m masing-masing adalah sudut tegangan dari bus k dan bus m , serta V_k dan V_m masing-masing adalah magnitude tegangan dari bus k dan bus m .

Dengan menempatkan *PV hosting* dengan kapasitas P_k^{PV} pada bus k , maka persamaan (1) dirumuskan sebagai,

$$P_k^{PV} - P_k^{load} = \sum_{m=1}^n |V_k| |V_m| |Y_{km}| \cos(\theta_{km} - \delta_k + \delta_m) \quad (3)$$

dimana P_k^{load} adalah beban daya aktif pada bus k .

Penyelesaian persamaan aliran daya dilakukan dengan menggunakan metode Newton [15].

2.2. Penentuan Kapasitas Maksimum dan Lokasi Optimal PV Hosting

Penentuan kapasitas maksimum dari PV hosting pada setiap bus ditentukan dengan persamaan fungsi objektif:

$$\max PV_{cap,k} \quad (4)$$

dengan memenuhi beberapa batasan, yakni:

- a. Nilai tegangan bus harus tidak melebihi tegangan maksimumnya,

$$V_k \leq V_k^{max} \quad (5)$$

- b. Arus yang mengalir pada kabel saluran distribusi tidak melebihi kapasitas membawa arus nya,

$$I_{km} \leq I_{km}^{max} \quad (6)$$

- c. Arus yang mengalir pada sisi sekunder transformator daya harus lebih kecil dari kapasitas beban arus maksimumnya,

$$I_{trf} \leq I_{trf,sec}^{max} \quad (7)$$

- d. Daya aktif yang disalurkan oleh transformator daya tidak boleh negatif atau berbalik arah,

$$P_{trf} > 0 \quad (8)$$

dimana $PV_{cap,k}$ adalah kapasitas PV hosting pada bus k , V_k^{max} adalah tegangan maksimum bus k , I_{km} adalah arus yang mengalir pada saluran antara bus k dan bus m , I_{km}^{max} adalah kapasitas membawa arus dari saluran antara bus k dan bus m , I_{trf} adalah arus yang mengalir pada sisi sekunder transformator daya, $I_{trf,sec}^{max}$ adalah arus maksimum yang mengalir pada sisi sekunder transformator daya dan P_{trf} adalah daya aktif yang disalurkan oleh transformator daya.

Lokasi optimal dari PV hosting ditentukan dengan persamaan:

$$L_k = \min P_{totloss,PV_{cap,k}} \quad (9)$$

dimana $P_{totloss,PV_{cap,k}}$ adalah rugi-rugi daya aktif total dengan penempatan PV hosting dengan kapasitas maksimum pada bus k dan L_k adalah lokasi optimal penempatan PV hosting.

Rugi-rugi daya aktif total dari jaringan distribusi radial dirumuskan dengan persamaan:

$$P_{totloss} = \sum_k^{N_s} R_{k,k+1} \frac{P_k^2 + Q_k^2}{|V_k|^2} \quad (10)$$

dimana N_s adalah jumlah saluran, $R_{k,k+1}$ adalah resistansi saluran yang menghubungkan bus k dan bus $k+1$, P_k adalah daya aktif pada bus k , Q_k adalah daya reaktif pada bus k dan V_k adalah magnitude tegangan dari bus k .

3. METODE PENELITIAN

3.1. Pemodelan Jaringan Distribusi Daya Listrik

Jaringan distribusi daya listrik dimodelkan sebagai model bus, model saluran, dan model beban listrik di setiap bus. Model saluran dimodelkan dengan model rangkaian ekuivalen phi. Model beban dimodelkan dengan beban dengan KVA konstan. Pemodelan jaringan distribusi nantinya digunakan dalam perhitungan aliran daya sekaligus perhitungan kapasitas dan lokasi optimal PV hosting pada jaringan distribusi.

3.2. Pembuatan Program Komputer

Program komputer aliran daya dibuat untuk menghitung aliran daya yang mengalir pada jaringan distribusi baik daya aktif maupun daya reaktif, besar tegangan pada setiap bus, besar arus yang mengalir pada saluran, besar rugi-rugi daya total pada setiap saluran distribusi, besar pembebanan arus pada transformator daya di gardu induk, besar daya atau arus yang mengalir dari sisi sekunder transformator daya dan lain-lain. Program komputer perhitungan aliran daya dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB. Program komputer untuk perhitungan kapasitas maksimum dan penentuan lokasi optimal dari PV hosting juga dibuat menggunakan bahasa pemrograman MATLAB.

3.3. Penentuan Kapasitas dan Lokasi Optimal dari PV Hosting Pada Jaringan Distribusi Daya Listrik

Kapasitas maksimum pada setiap lokasi penempatan dari PV hosting ditentukan dengan mempertimbangkan tidak adanya pelanggaran batas operasi dari jaringan distribusi yang sudah ditentukan (persamaan 4 sampai persamaan 7) dan sekaligus rugi-rugi daya minimum yang terjadi akibat penempatan PV hosting pada

jaringan distribusi. Lokasi optimal dari *PV hosting* ditentukan dengan memilih lokasi dengan kapasitas maksimum yang menghasilkan rugi-rugi daya yang paling minimum. Prosedur perhitungan kapasitas maksimum *PV hosting* pada setiap bus dijelaskan sebagai berikut:

1. Masukkan data beban, data saluran, dan data generator dari penyulang Patin.
2. Masukkan data kapasitas membawa arus dari seluruh saluran.
3. Masukkan nomor bus dimana *PV hosting* ditempatkan.
4. Masukkan nilai kapasitas awal dari *PV hosting*, yakni sebesar 0,1 MW.
5. Lakukan perhitungan aliran daya.
6. Hitung tegangan setiap bus, arus yang mengalir pada setiap saluran, arus yang mengalir pada sisi sekunder transformator daya, daya aktif yang disalurkan oleh transformator daya dan rugi-rugi daya aktif total.
7. Jika hasil perhitungan tidak menghasilkan pelanggaran tegangan lebih (*overvoltage*) (persamaan 5), atau saluran berbeban lebih (*line overloading*) (persamaan 6), atau pembebanan lebih dari transformator daya (*transformer overloading*) (persamaan 7) dan daya aktif yang berbalik arah (*reverse power flow*) (persamaan 8), naikan nilai kapasitas *PV hosting* sebesar 0,001 MW, kemudian jalankan prosedur nomor 5 sampai dengan nomor 8.
8. Jika terdapat pelanggaran, maka cetak kapasitas *PV hosting* sebelum terjadi pelanggaran pada bus tersebut. Kemudian jalankan prosedur nomor 3 dengan nomor bus berikutnya sampai dengan prosedur nomor 8.
9. Tentukan bus dengan rugi-rugi daya aktif total paling minimum dan jadikan lokasi optimal *PV hosting*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pemodelan Jaringan Distribusi Daya Listrik

Jaringan distribusi daya listrik yang digunakan pada penelitian ini adalah jaringan distribusi penyulang Patin, yang merupakan salah satu penyulang di gardu induk Metro [16]. Penyulang Patin dimodelkan dengan model bus,

model saluran, model beban, dan model generator untuk kebutuhan perhitungan aliran daya menggunakan bahasa pemrograman MATLAB.

Penyulang Patin terdiri dari 85 bus dan 84 saluran. Diagram satu garis dari penyulang Patin ditunjukkan pada gambar 7. Model bus dari penyulang Patin terdiri dari nomor bus, tipe bus, beban daya aktif (P_d), beban daya reaktif (Q_d), beban daya aktif paralel (G_s), beban daya reaktif paralel (B_s), magnitudo tegangan (V_m) dan sudut tegangan (V_a). Model bus penyulang Patin ditunjukkan pada tabel 1.

Model saluran terdiri dari dari nomor bus, ke nomor bus, resistansi saluran (R), reaktansi saluran (X), suseptansi saluran (B), rasio, dan status saluran (on/off). Model saluran penyulang Patin ditunjukkan pada tabel 2.

Model generator terdiri dari nomor bus dimana generator berada, daya aktif keluaran (P_g), daya reaktif keluaran (Q_g), daya aktif keluaran maksimum (P_{max}), daya aktif keluaran minimum (P_{min}), daya reaktif keluaran maksimum (Q_{max}), daya reaktif keluaran minimum (Q_{min}), tegangan setpoint generator (V_g), basis daya ($mBase$), dan status generator. Model generator penyulang Patin ditunjukkan pada tabel 3.

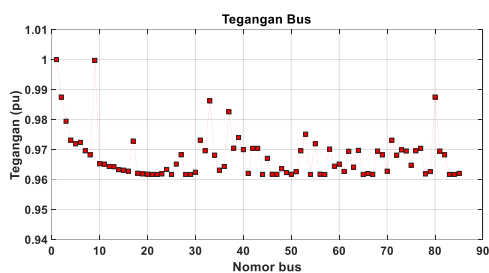
4.2. Hasil Program Komputer

Program komputer aliran daya dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB. Pemodelan jaringan distribusi dimasukkan sebagai kasus bagi perhitungan aliran daya. Perhitungan aliran daya menggunakan metode Newton yang konvergen dengan sedikit iterasi. Hasil program perhitungan aliran daya menampilkan nilai tegangan bus dan sudut tegangan bus, arus yang mengalir pada setiap saluran, besar daya aktif dan daya reaktif yang dihasilkan generator, daya aktif dan daya reaktif yang menuju bus dan dari bus yang dihubungkan oleh saluran, rugi-rugi daya aktif dan rugi-rugi daya reaktif yang terjadi pada setiap saluran, serta rugi-rugi daya aktif total dan rugi-rugi daya reaktif total dari jaringan distribusi.

Hasil perhitungan aliran daya dari penyulang Patin sebelum dilakukan penempatan *PV hosting* adalah jumlah pembangkitan daya aktif sebesar 3,09 MW, jumlah pembangkitan daya reaktif sebesar 1,09 MVAR, jumlah beban daya aktif sebesar 3,01

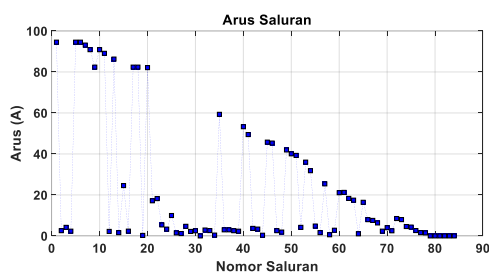
MW dan jumlah beban daya reaktif sebesar 0,98 MVAR. Rugi-rugi daya aktif sebesar 77 kW dan rugi-rugi daya reaktif sebesar 110 kVAR.

Tegangan setiap bus sebelum penempatan *PV hosting* ditunjukkan pada gambar 3. Tegangan minimum adalah sebesar 0,9617 p.u. yakni pada bus 57.



Gambar 3. Tegangan Bus Penyulang Patin

Arus pada setiap saluran sebelum penempatan *PV hosting* ditunjukkan pada gambar 4 berikut ini. Arus maksimum sebesar 94,55A mengalir pada saluran nomor 1 yakni antara gardu induk Metro ke bus 1, sementara arus minimum yang mengalir adalah sebesar 0 A yakni pada saluran nomor 80 yang menghubungkan bus 68 dan bus 81. Hal ini disebabkan pada bus 81 tidak terdapat beban listrik, sehingga tidak ada arus yang mengalir ke bus tersebut.



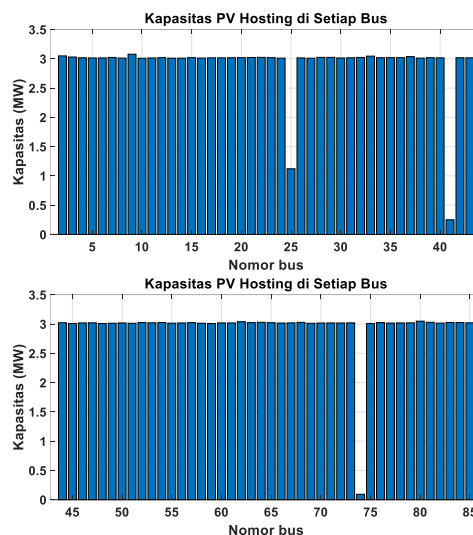
Gambar 4. Arus Pada Setiap Saluran

4.3. Hasil Penentuan Kapasitas Maksimum dan Lokasi Optimal *PV Hosting*

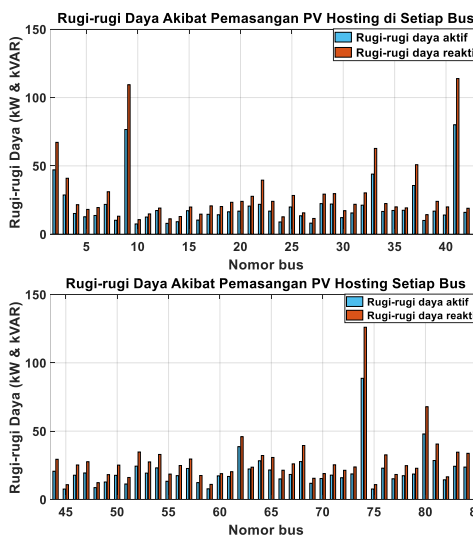
Penentuan kapasitas maksimum dari *PV hosting* dilakukan untuk setiap bus pada jaringan distribusi penyulang Patin. Kapasitas maksimum yang diperoleh untuk setiap bus tidak melanggar batasan-batasan yang dibuat pada persamaan 4 sampai dengan persamaan 7. Sementara lokasi optimal ditentukan dengan kapasitas maksimum *PV hosting* yang menimbulkan rugi-rugi daya aktif terkecil. Tegangan maksimum setiap bus adalah 1 per unit. Hasil simulasi menunjukkan kapasitas

maksimum *PV hosting* setiap bus di penyulang Patin ditunjukkan pada gambar 5.

Rugi-rugi daya aktif dan rugi-rugi daya reaktif yang dihasilkan akibat penempatan *PV hosting* dengan kapasitas maksimumnya ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 5. Kapasitas Optimal *PV Hosting* Setiap Bus

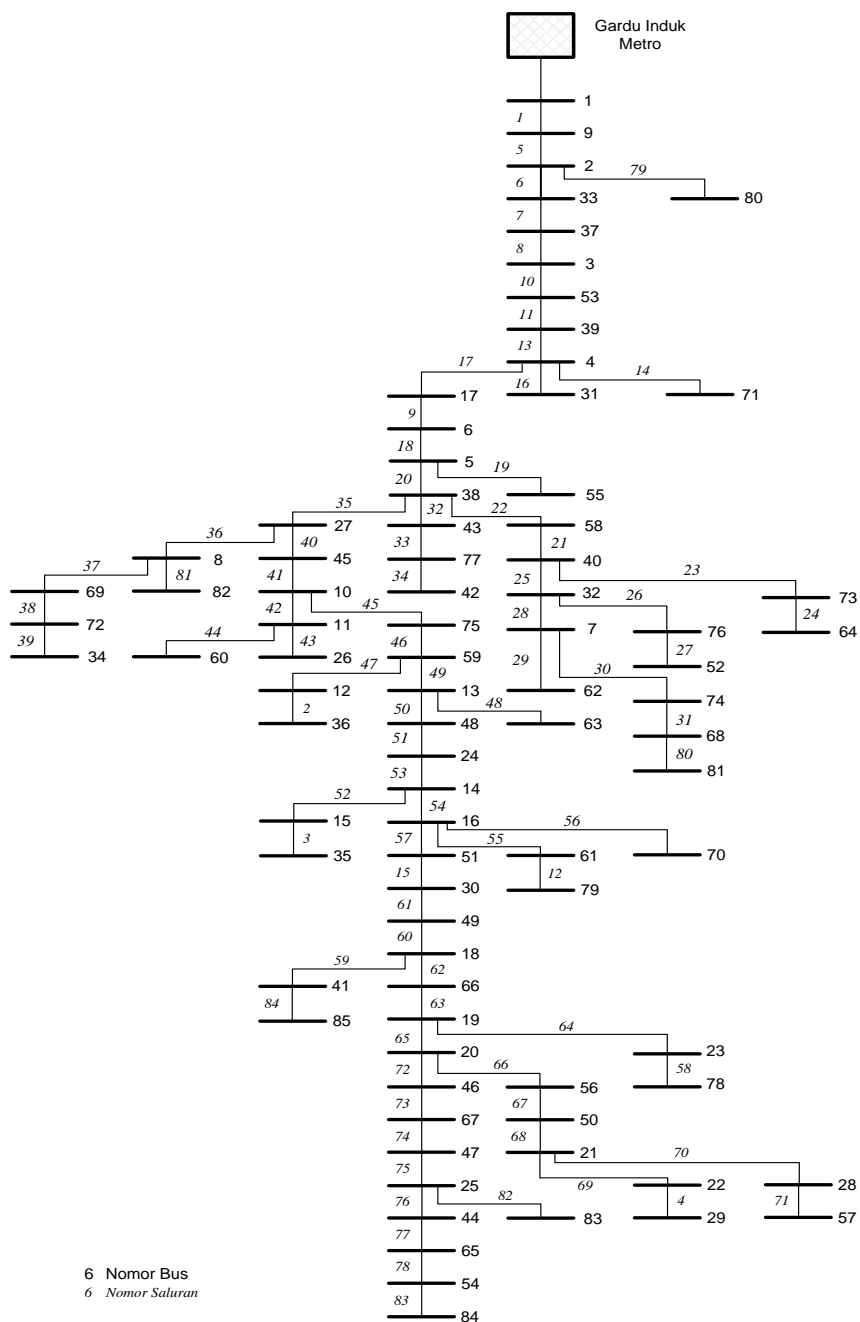


Gambar 6. Rugi-rugi Daya Akibat Pemasangan *PV Hosting* Dengan Kapasitas Maksimum di Setiap Bus

Kapasitas maksimum *PV hosting* di hampir keseluruhan bus sedikit melebihi dari jumlah beban daya aktif penyulang Patin dan dengan penambahan kapasitas 0,001 MW pada kapasitas tersebut akan menghasilkan daya aktif yang berbalik arah menuju gardu induk. Kecuali pada bus 25, bus 41 dan bus 74,

kapasitas *PV hosting* jauh di bawah nilai beban daya aktif penyulang Patin, masing-masing dengan nilai 1,121 MW, 0,25 MW dan 0,093 MW. Kenaikan kapasitas lebih lanjut sebesar 0,001 MW pada ketiga bus ini dapat menyebabkan pelanggaran tegangan lebih. Selain itu, rugi-rugi yang dihasilkan dengan penempatan *PV hosting* pada ketiga bus ini

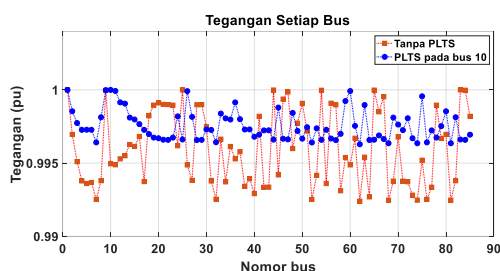
sangat besar. Lokasi optimal penempatan *PV hosting* yang menghasilkan rugi-rugi daya aktif paling minimum adalah pada bus 10 dengan kapasitas maksimum 3,009 MW. Rugi-rugi daya yang dihasilkan adalah 7,51 kW dan 10,65 kVAR.



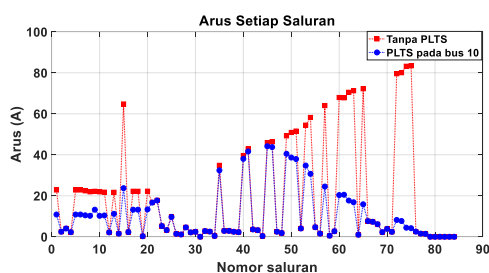
Gambar 7. Diagram Satu Garis Penyulang Patin

Tegangan bus dan arus saluran yang dihasilkan tanpa dan dengan penempatan *PV*

hosting pada bus 10 masing-masing ditunjukkan pada gambar 8 dan gambar 9.



Gambar 8. Tegangan Setiap Bus Tanpa dan Dengan Penempatan *PV Hosting* Pada Bus 10



Gambar 9. Arus Saluran Tanpa dan Dengan Penempatan *PV Hosting* Pada Bus 10

Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan profil tegangan pada hampir setiap bus di penyulang Patin lebih baik daripada profil tegangan setiap bus sebelum penempatan *PV hosting* pada bus 10, walaupun pada bus-bus tertentu tegangan bus sebelum penempatan *PV hosting* masih lebih baik.

Sementara, arus yang mengalir pada setiap saluran jauh lebih kecil nilainya setelah penempatan *PV hosting* di bus 10 dibandingkan dengan nilai arus sebelum penempatan *PV hosting* seperti ditunjukkan pada gambar 9. Hal ini membuktikan bahwa rugi-rugi daya yang terjadi setelah penempatan *PV hosting* pada lokasi optimal jauh lebih kecil.

Secara keseluruhan kapasitas maksimum *PV hosting* pada setiap bus di penyulang Patin diperoleh dengan mencapai batas pelanggaran daya aktif berbalik arah. Kapasitas maksimum *PV hosting* pada setiap bus yang diperoleh berkisar antara 0,093 MW sampai 3,078 MW atau 3,09% sampai 102,26% dari beban daya aktif total. Rugi-rugi daya aktif yang dihasilkan dengan penempatan *PV hosting* dengan kapasitas maksimum pada setiap bus berkisar antara 7,51 kW sampai dengan 88,67 kW.

Pada penelitian ini jumlah *PV hosting* yang ditempatkan hanya satu pada setiap bus, dan bila terdapat dua atau lebih *PV hosting* pada bus yang berbeda, diperlukan penentuan

kapasitas maksimum total dari dua atau lebih PLTS tersebut.

5. KESIMPULAN

- a. Perhitungan kapasitas maksimum dan lokasi optimal dari *PV hosting* pada jaringan distribusi penyulang Patin menggunakan faktor-faktor batasan tegangan bus maksimum, pembebanan arus maksimum dari saluran distribusi, pembebanan maksimum dari transformator daya dan daya aktif berbalik arah dapat menentukan kapasitas maksimum *PV hosting* setiap bus dan lokasi optimal *PV hosting*.
- b. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kapasitas maksimum *PV hosting* di setiap bus adalah 0,093 MW sampai 3,078 MW dan bus 10 menjadi lokasi optimal penempatan *PV hosting*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Fakultas Teknik Universitas Lampung yang memberikan pendanaan bagi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S.M. Ismael, S.H.E. Abdel Aleem, Y. Abdelaziz, and A.F. Zobaa, "State-of-Art of Hosting Capacity in Modern Power Systems with Distributed Generation", *Renewable Energy*, vol. 130, 2019, pp.1002-1020.
- [2] B.B. Navarro, and M.M. Navarro, "A Comprehensive Solar *PV Hosting* Capacity in MV and LV Radial Distribution Networks", *Proceedings of the 2017 IEEE PES Innovation Smart Grid Technology Conference Europe ISGT-Europe 2017*, 2017, pp.1-6.
- [3] F. Ding, K. Horowitz, B. Mather, and B. Palmintier, "Sequential Mitigation Solutions to Enable Distributed *PV Grid* Integration", *Proceedings of the IEEE Power Energy Society General Meeting 2018*, 2018, pp.1-5.
- [4] S. Sakar, M.E. Balci, S.H.E. Abdel Aleem, and A.F. Zobaa, "Increasing *PV Hosting* Capacity in Distorted Distribution System Using Passive Harmonic Filtering", *Electric Power System Research*, vol. 148, 2017, pp.74-86.
- [5] A. Arshad, M. Lindner, and M. Lehtonen, "An Analysis of Photo-voltaic Hosting Capacity in Finnish Low Voltage Distribution Networks", *Energies*, vol.10, no.11, 2017, pp.1-16.

- [6] W. Martin, Y. Stauffer, C. Ballif, A. Hutter, and P.J. Alet, "Automated Quantification of PV Hosting Capacity in Distribution Networks under User-Defined Control and Optimisation Procedures", Proceedings of the 2018 IEEE PES Innovation Smart Grid Technology Conference Europe, ISGT-Europe 2018, pp.1-6.
- [7] J. Hu, M. Marinelli, M. Coppo, A. Zecchino, and H.W. Bindner, "Coordinated voltage control of a decoupled three-phase on-load tap changer transformer and photovoltaic inverters for managing unbalanced networks", *Electric Power System Research*, 131, 2016, pp.264-274.
- [8] S. Jothibas, S. Santoso, and A. Dubey, "Determining PV Hosting Capacity without Incurring Grid Integration Cost", Proceedings of the NAPS 2016—48th North American Power Symposium, 2016, pp.1-5.
- [9] S. Fatima, V. Püvi, and M. Lehtonen, "Review on PV Hosting Capacity in Distribution Networks", *Energies*, vol.13, no.18, 4756, 2020, pp.1-10.
- [10] T.T. De Oliveira, M.H.J. Bollen, and N. Etherden, "A Hosting Capacity Based Approach Toward Distribution Planning for High PV Penetration", *Electric Power System Research*, vol.238, no.111138, 2025, pp.1-12.
- [11] M.I.B. Setyonegoro, R. Irnawan, I.M. Putranto, E. Firmansyah, W.Y. Atmaja, N. Adi, Z. Arifin, R. Gusti, D. Pristianto, and Sarjiya., "Study of Rooftop PV Hosting Capacity in 20 kV Systems in Facing Distributed Generation Penetration", *Results in Engineering*, vol. 23, no.102517, 2024, pp.1-14.
- [12] S. Ly, A. Singh, P. Vorobev, Y.C. Soh, and H.D. Nguyen, "Chance-constrained Solar PV Hosting Capacity Assessment for Distribution Grids Using Gaussian Process and Logit Learning", *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol.170, no.110783, 2025, pp.1-11.
- [13] M.N.I. Siddique, K. Prakash, S. Mekhilef and H. Pota, "Real-time PV Hosting Capacity Analysis of Distribution Networks using Plot Buses Data and Neural Networks", *Applied Energy*, vol.409, no.127467, 2026, pp.1-11.
- [14] Z. Zhiyi, X. Ying, L. Zhaoxi, Z. Weiye, D. Shuyin and Y. Lei, "A Novel Estimation for Maximum PV Hosting Capacity in Radial Distribution Networks Using Bus Voltage and Electrical Distance", *Electric Power System Research*, vol.224, no. 109791, 2023, pp.1-10.
- [15] Y. Jingyi, W. Yang, and T. Chin-Woo, "Determining Maximum Hosting Capacity for PV Systems in Distribution Grids", *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol.135, no.107342, 2022.
- [16] PT. PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Lampung, "Data Penyulang di Gardu Induk Metro", 2025.