

Perlengkapan Sistem Tenaga Listrik

Dr. Ramadoni Syahputra

Data dan Fakta

Kapasitas Terpasang

- Pada akhir Desember 2014, total kapasitas terpasang dan jumlah unit pembangkit PLN (Holding dan Anak Perusahaan) mencapai 39.257,53 MW dan 5.007 unit, dengan 31.062,19 MW (79,12%) berada di Jawa.
- Total kapasitas terpasang meningkat 14,77% dibandingkan dengan akhir Desember 2013.
- Prosentase kapasitas terpasang per jenis pembangkit sebagai berikut : PLTU 20.451,67 MW (52,10%), PLTGU 8.886,11 MW (22,64%), PLTD 2.798,55 (7,13%), PLTA 3.526,89 MW (8,98%), PLTG 3.012,10 MW (7,67%), PLTP 573 MW (1,46%), PLT Surya dan PLT Bayu 9,20 MW (0,02%).
- Total kapasitas terpasang nasional termasuk sewa dan IPP adalah **51.620,58 MW**.

Beban Puncak

- Beban puncak pada tahun 2014 mencapai 33.321,15 MW, meningkat 8,06% dibandingkan tahun sebelumnya.
- Beban puncak sistem interkoneksi Jawa Bali mencapai 23.900 MW, atau naik 5,90% dari tahun sebelumnya.

Produksi dan Pembelian Tenaga Listrik

- Produksi total PLN (termasuk pembelian dari luar PLN) pada tahun 2014 sebesar 228.554,91 GWh, mengalami peningkatan sebesar 12.366,36 GWh atau 5,72% dari tahun sebelumnya.
- Dari produksi total PLN tersebut, energi listrik yang dibeli dari luar PLN sebesar 53.257,93 GWh (23,30%). Pembelian energi listrik tersebut meningkat 1.035,14 GWh atau 1,98% dibandingkan tahun 2013.
- Dari total energi listrik yang dibeli, pembelian terbesar sebanyak 8.434 GWh (21,31%) berasal dari PT Jawa Power, dan 7.435 GWh (18,79%) berasal dari PT Paiton Energy Company.

Transmisi dan Distribusi

- Pada akhir tahun 2014, total panjang jaringan transmisi mencapai 39.909,80 kms, yang terdiri atas jaringan 500 kV sepanjang 5.053,00 kms, 275 kV sepanjang 1.374,30 kms, 150 kV sepanjang 29.352,85 kms, 70 kV sepanjang 4.125,49 kms dan 25 & 30 kV sepanjang 4,16 kms.
- Total panjang jaringan distribusi sepanjang 925.311,61 kms, terdiri atas JTM sepanjang 339.558,24 kms dan JTR sepanjang 585.753,37 kms.

Susut Energi

- Selama tahun 2014, susut energi sebesar 9,71%, terdiri dari susut transmisi 2,37% dan susut distribusi 7,52%.
- Susut energi tahun 2014 lebih baik dibandingkan tahun 2013 yaitu sebesar 9,91%.

Rasio Elektrifikasi

- Dengan pertumbuhan jumlah pelanggan rumah tangga dari 53.996.208 pelanggan pada akhir tahun 2013 menjadi 57.493.234 pelanggan pada akhir tahun 2014, maka rasio elektrifikasi menjadi sebesar 81,70%.

Faktor kapasitas (*capacity factor* *)

$$\frac{\sum \text{kWh produksi bruto per tahun}}{\sum \text{kW kapasitas terpasang} \times 8.760 \text{ jam}} \times 100\%$$

kWh produksi bruto, adalah energi (kWh) yang dibangkitkan oleh generator sebelum dikurangi energi pemakaian sendiri (untuk peralatan bantu, penerangan sentral dan lain-lain), atau produksi energi listrik yang diukur pada terminal generator.

Kapasitas terpasang, adalah kapasitas suatu unit pembangkit sebagaimana tertera pada papan nama (*name plate*) dari generator atau mesin penggerak utama (*prime mover*), dipilih mana yang lebih kecil. Khusus untuk PLTG, kapasitas terpasangnya adalah sebagaimana tertera pada papan nama berdasarkan *base-load*, bukan berdasarkan *peak-load*.

Faktor beban (*load factor**)

$$\frac{\sum \text{kWh produksi total per tahun}}{\sum \text{kW beban puncak} \times 8.760 \text{ jam}} \times 100\%$$

kWh produksi total, adalah jumlah dari kWh produksi sendiri dari pembangkit yang ada pada satuan PLN yang bersangkutan, dan kWh yang diterima dari satuan PLN lain, ditambah kWh pembelian dari luar PLN dan sewa genset (jika ada).

Beban puncak, adalah beban tertinggi setiap sistem yang pernah dicapai pada tahun kalender yang bersangkutan.

Faktor permintaan (*demand factor*)

$$\frac{\sum \text{kW beban puncak}}{\sum \text{kVA tersambung} \times \cos \phi} \times 100\%$$

$$\cos \phi = 0,8$$

Susut energi (*energy losses*)

$$\frac{\sum \text{kWh hilang di jaringan transmisi} + \sum \text{kWh hilang di jaringan distribusi}}{\sum \text{kWh produksi netto}} \times 100\%$$

kWh produksi netto, adalah jumlah kWh produksi sendiri dari pembangkit yang ada pada satuan PLN yang bersangkutan, ditambah kWh yang diterima dari satuan PLN lain, ditambah kWh pembelian dari luar PLN dan sewa genset (jika ada), dikurangi pemakaian sendiri sentral.

kWh hilang di jaringan transmisi (susut transmisi), adalah kWh produksi netto, dikurangi kWh pemakaian sendiri gardu induk, dikurangi kWh yang dikirimkan ke satuan unit PLN lain dan luar PLN, dikurangi kWh yang dikirimkan ke distribusi.

kWh hilang di jaringan distribusi (susut distribusi), adalah kWh yang dikirimkan ke distribusi, dikurangi kWh pemakaian sendiri gardu distribusi, dikurangi kWh terjual.

SAIDI (*System Average Interruption Duration Index* **)

Σ (Lama pelanggan padam x Jumlah pelanggan yang mengalami pemadaman)

Jumlah pelanggan

SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index* **)

Σ (Pelanggan yang mengalami pemadaman)

Jumlah pelanggan

**) Pemadaman di jaringan distribusi yang dirasakan oleh pelanggan, termasuk yang diakibatkan oleh gangguan atau pemeliharaan di sisi pembangkitan maupun transmisi. (SE Direksi PLN No. SE.031.E/471/PST/1993).

SOD (*System Outage Duration*) :
$$\frac{\text{Lama gangguan yang menyebabkan pemadaman}}{100 \text{ kms transmisi}}$$

Lama keluar sistem (*System Outage Duration*), adalah indikator kinerja lama gangguan yang menyebabkan pemadaman sistem transmisi pada titik pelayanan, dengan satuan jam/100 kms.

SOF (*System Outage Frequency*) : Jumlah gangguan yang menyebabkan pemadaman

100 kms transmisi

Jumlah keluar sistem (*System Outage Frequency*), adalah indikator kinerja jumlah gangguan yang menyebabkan pemadaman sistem transmisi pada titik pelayanan, dengan satuan kali/100 kms.

Data Pelanggan Listrik

Menurut kelompok pelanggan

Kelompok **rumah tangga**, adalah penjumlahan golongan tarif S-1, R-1, R-2, dan R-3.

Kelompok **bisnis**, adalah penjumlahan golongan tarif B-1, B-2, B-3, T, C dan tarif Multiguna/ Layanan Khusus.

Kelompok **industri**, adalah penjumlahan golongan tarif I-1, I-2, I-3, dan I-4.

Kelompok **sosial**, adalah penjumlahan golongan tarif S-2, dan S-3.

Kelompok **gedung kantor pemerintah**, adalah penjumlahan golongan tarif P-1 dan P-2.

Kelompok **penerangan jalan umum**, adalah golongan tarif P-3.

Menurut jenis tegangan

Jenis **tegangan rendah**, adalah penjumlahan golongan tarif S-1, S-2, R-1, R-2, R-3, B-1, B-2, I-1, I-2, P-1 dan P-3.

Jenis **tegangan menengah**, adalah penjumlahan golongan tarif S-3, B-3, I-3, P-2, Traksi (T) dan C (Curah).

Jenis **tegangan tinggi**, adalah golongan tarif I-4.

Jenis **tarif multiguna**, adalah tarif yang diperuntukkan hanya bagi pengguna listrik yang memerlukan pelayanan dengan kualitas khusus yang tidak termasuk dalam golongan tarif S, R, B, I, P, T (Traksi) dan C (Curah).

Daftar Pustaka

1. IEEE, 2000, IEEE Guide for Protective Relay Applications to Transmission Lines, IEEE, New York.
2. Ram, B., Vishwakarma, 1995, *Power System Protection and Switchgear*, McGraw-Hill, New Delhi.
3. Syahputra, R., Soesanti, I., Ashari, M. (2016). Performance Enhancement of Distribution Network with DG Integration Using Modified PSO Algorithm. *Journal of Electrical Systems (JES)*, 12(1), pp. 1-19.
4. Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). DFIG Control Scheme of Wind Power Using ANFIS Method in Electrical Power Grid System. *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*, 11(7), pp. 5256-5262.
5. Soesanti, I., Syahputra, R. (2016). Batik Production Process Optimization Using Particle Swarm Optimization Method. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT)*, 86(2), pp. 272-278.
6. Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). Design of Automatic Electric Batik Stove for Batik Industry. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT)*, 87(1), pp. 167-175.
7. Syahputra, R. (2016). Application of Neuro-Fuzzy Method for Prediction of Vehicle Fuel Consumption. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT)*, 86(1), pp. 138-149.
8. Jamal, A., Suropto, S., Syahputra, R. (2016). Performance Evaluation of Wind Turbine with Doubly-Fed Induction Generator. *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*, 11(7), pp. 4999-5004.
9. Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2015). Performance Improvement of Radial Distribution Network with Distributed Generation Integration Using Extended Particle Swarm Optimization Algorithm. *International Review of Electrical Engineering (IREE)*, 10(2). pp. 293-304.
10. Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2015). Reconfiguration of Distribution Network with DER Integration Using PSO Algorithm. *TELKOMNIKA*, 13(3). pp. 759-766.
11. Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2015). PSO Based Multi-objective Optimization for Reconfiguration of Radial Distribution Network. *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*, 10(6), pp. 14573-14586.
12. Syahputra, R. (2015). Simulasi Pengendalian Temperatur Pada Heat Exchanger Menggunakan Teknik Neuro-Fuzzy Adaptif. *Jurnal Teknologi*, 8(2), pp. 161-168.

Daftar Pustaka

13. Syahputra, R. (2015). Characteristic Test of Current Transformer Based EMTP Software. *Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), pp. 11-15.
14. Syahputra, R., (2012), “Distributed Generation: State of the Arts dalam Penyediaan Energi Listrik”, LP3M UMY, Yogyakarta, 2012.
15. Jamal, A., Suropto, S., Syahputra, R. (2015). Multi-Band Power System Stabilizer Model for Power Flow Optimization in Order to Improve Power System Stability. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 80(1), pp. 116-123.
16. Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). Optimization of Distribution Network Configuration with Integration of Distributed Energy Resources Using Extended Fuzzy Multi-objective Method. *International Review of Electrical Engineering (IREE)*, 9(3), pp. 629-639.
17. Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). Performance Analysis of Wind Turbine as a Distributed Generation Unit in Distribution System. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 6, No. 3, pp. 39-56.
18. Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2014), “Distribution Network Efficiency Improvement Based on Fuzzy Multi-objective Method”. *IPTEK Journal of Proceedings Series*. 2014; 1(1): pp. 224-229.
19. Jamal, A., Syahputra, R. (2014). Power Flow Control of Power Systems Using UPFC Based on Adaptive Neuro Fuzzy. *IPTEK Journal of Proceedings Series*. 2014; 1(1): pp. 218-223.
20. Syahputra, R., (2013), “A Neuro-Fuzzy Approach For the Fault Location Estimation of Unsynchronized Two-Terminal Transmission Lines”, *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 5, No. 1, pp. 23-37.
21. Jamal, A., Syahputra, R. (2013). UPFC Based on Adaptive Neuro-Fuzzy for Power Flow Control of Multimachine Power Systems. *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, 2(10), pp. 05-14.
22. Syahputra, R., (2012), “Fuzzy Multi-Objective Approach for the Improvement of Distribution Network Efficiency by Considering DG”, *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol. 4, No. 2, pp. 57-68.
23. Jamal, A., Syahputra, R. (2012), “Adaptive Neuro-Fuzzy Approach for the Power System Stabilizer Model in Multi-machine Power System”, *International Journal of Electrical & Computer Sciences (IJECS)*, Vol. 12, No. 2, 2012.

Daftar Pustaka

24. Jamal, A., Syahputra, R. (2011), "Model Power System Stabilizer Berbasis Neuro-Fuzzy Adaptif", *Semesta Teknika*, Vol. 14, No. 2, 2011, pp. 139-149.
25. Utomo, A.T., Syahputra, R., Iswanto, (2011), "Implementasi Mikrokontroler Sebagai Pengukur Suhu Delapan Ruang", *Jurnal Teknologi*, 4(2).
26. Syahputra, R., (2010), "Aplikasi Deteksi Tepi Citra Termografi untuk Pendeteksian Keretakan Permukaan Material", *Forum Teknik*, Vol. 33, 2010.
27. Syahputra, R., Soesanti, I. (2015). "Control of Synchronous Generator in Wind Power Systems Using Neuro-Fuzzy Approach", *Proceeding of International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE) 2015*, UNESA Surabaya, pp. 187-193.
28. Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). "Optimal Distribution Network Reconfiguration with Penetration of Distributed Energy Resources", *Proceeding of 2014 1st International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) 2014*, UNDIP Semarang, pp. 388 - 393.
29. Soediby, Ashari, M., Syahputra, R. (2014), Power loss reduction strategy of distribution network with distributed generator integration. *1st International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) 2014*, UNDIP Semarang, pp. 404 – 408.
30. Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2013), "Distribution Network Efficiency Improvement Based on Fuzzy Multi-objective Method". *International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS)*. 2013; pp. 224-229.
31. Riyadi, S., Azra, R.A., Syahputra, R., Hariadi, T.K., (2014), "Deteksi Retak Permukaan Jalan Raya Berbasis Pengolahan Citra dengan Menggunakan Kombinasi Teknik Thresholding, Median Filter dan Morphological Closing", *Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)2 2014*, UMS Surakarta, pp. 46-53.
32. Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2012), "Reconfiguration of Distribution Network with DG Using Fuzzy Multi-objective Method", *International Conference on Innovation, Management and Technology Research (ICIMTR)*, May 21-22, 2012, Melacca, Malaysia.
33. Jamal, A., Syahputra, R., (2011), "Design of Power System Stabilizer Based on Adaptive Neuro-Fuzzy Method". *International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS)*. 2011; pp. 14-21.
34. Syahputra, R. (2010). Fault Distance Estimation of Two-Terminal Transmission Lines. *Proceedings of International Seminar on Applied Technology, Science, and Arts (2nd APTECS)*, Surabaya, 21-22 Dec. 2010, pp. 419-423.

Daftar Pustaka

35. Syahputra, R., (2015), “Teknologi dan Aplikasi Elektromagnetik”, LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.
36. Syahputra, R., (2014), “Estimasi Lokasi Gangguan Hubung Singkat pada Saluran Transmisi Tenaga Listrik”, Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol. 17, No. 2, pp. 106-115, Nov 2014.
37. Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2011), “Modeling and Simulation of Wind Energy Conversion System in Distributed Generation Units”. International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS). 2011; pp. 290-296.
38. Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M., (2011), “Control of Doubly-Fed Induction Generator in Distributed Generation Units Using Adaptive Neuro-Fuzzy Approach”. International Seminar on Applied Technology, Science and Arts (APTECS). 2011; pp. 493-501.
39. Syahputra, R., (2016), “Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik”, LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.
40. Syahputra, R., (2015), “Teknologi dan Aplikasi Elektromagnetik”, LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.
41. Jamal, A., Syahputra, R. (2016). Heat Exchanger Control Based on Artificial Intelligence Approach. International Journal of Applied Engineering Research (IJAER), 11(16), pp. 9063-9069.
42. Syahputra, R., Soesanti, I. (2015). Power System Stabilizer model based on Fuzzy-PSO for improving power system stability. 2015 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture, and Industrial Automation (ICAMIMIA), Surabaya, 15-17 Oct. 2015 pp. 121 - 126.
43. Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). Power System Stabilizer Model Using Artificial Immune System for Power System Controlling. International Journal of Applied Engineering Research (IJAER), 11(18), pp. 9269-9278.
44. Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). Application of Green Energy for Batik Production Process. Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT), 91(2), pp. 249-256.
45. Syahputra, R. (2016). Strategi Peningkatan Efisiensi Jaringan Distribusi dengan Integrasi Pembangkit Tersebar Energi Terbarukan Berbasis Algoritma Cerdas. KEMENRISTEKDIKTI.
46. Syahputra, R. (2016). Rekayasa dan Pengkondisian Energi Terbarukan, UMY.

Terima Kasih

10/16/2016