

ANALISIS PENYEBAB OVER TEMPERATUR PADA WINDING GENERATOR DIAKIBATKAN OVERSPEED DI PT MEGA SURYA ERATAMA 2 X 7.5 MW

Oleh:

Muhammad Yulias Fetrik

Jamaaluddin

Progam Studi Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Mei,2026



Pendahuluan

Dalam bentuk perusahaan, kebutuhan akan energi listrik merupakan hal yang sangat penting dan tidak dapat dipisahkan dari kegiatan operasional. Oleh karena itu, PT Mega Surya Eratama (PGU) berperan sebagai pembangkit listrik yang memasok kebutuhan listrik secara mandiri untuk memenuhi kebutuhan konsumsi energi perusahaan. Mengingat pentingnya kontinuitas pasokan energi listrik, maka beban generator dan tekanan turbin (pressure turbine) harus selalu dijaga agar terhindar dari gangguan yang dapat menghambat penyaluran energi listrik kepada konsumen. Dalam menghasilkan energi listrik sesuai kebutuhan, daya yang dibebankan tidak boleh melebihi kapasitas generator karena dapat menyebabkan overload pada generator sehingga temperatur generator meningkat secara tiba-tiba akibat beban yang melebihi kapasitas kerja generator

Rumusan Masalah

- Berapakah persentase kenaikan beban dan (rpm) putaran generator (%) pengaruh kontribusi daya aktif (MW) dan daya reaktif (KVAR) terhadap perubahan temperatur winding generator di PLTU?
- Apakah solusi dari kenaikan temperature winding generator di PLTU PT MEGA SURYA ERATAMA, dan tidak akan mengakibatkan kegagalan sistem, sehingga generator tidak mengalami trip atau fail dari sebuah kegagalan sistem?
- Apakah kenaikan temperatur generator winding di PLTU masih dapat dikatakan berada dalam kondisi normal sehingga kinerja dari generator masih berada pada batas aman kurva kapabilitas generator (generator capability curve) ?
- Apakah penyebab dari sebuah beban lebih yang diakibatkan winding generator mengalami penurunan rugi-rugi tembaga yang ditimbulkan akibat pengaruh kenaikan temperature winding generator winding apabila panas pada generator winding yang terjadi dibiarkan terjadi secara terus menerus ?

Metode

Jenis penelitian yang dipergunakan dalam penulisan skripsi ini adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian yang identik dengan analisis terhadap permasalahan berdasarkan analisis statistik ataupun perhitungan matematika dengan data berupa angka-angka. Dalam penelitian kuantitatif ini diperlukan beberapa metode mulai dari data dikumpulkan sampai data tersebut diolah dan dianalisa lebih lanjut

Hasil

Table 4. 1 Data MW dan KVAR pada Tanggal 05 Januari 2026.

NO	JAM	MW	KVAR	NO	JAM	MW	KVAR
1	00.00	7.6	2961	20	09.30	7.5	2879
2	00.30	7.5	2851	21	10.00	7.8	3011
3	01.00	7.8	3015	22	10.30	7.7	2989
4	01.30	8	3145	23	11.00	7.9	3069
5	02.00	7.7	2989	24	11.30	7.5	2986
6	02.30	7.9	3120	25	12.00	6.9	2758
7	03.00	7.5	2855	26	12.30	7.1	2798
8	03.30	7.8	3012	27	13.00	7.4	2876
9	04.00	7.4	2845	28	13.30	7.5	2899
10	04.30	7.3	2810	29	14.00	7.7	2983
11	05.00	7.6	2954	30	14.30	7.4	2834
12	05.30	7.8	2998	31	15.00	7.6	2890
13	06.00	7.9	3102	32	15.30	7.8	2985
14	06.30	8.1	3245	33	16.00	7.5	2876
15	07.00	8.0	3145	34	16.30	7.5	2867
16	07.30	7.7	2987	35	17.00	7.8	2998

Hasil

Table 4. 2 Data MW dan KVAR pada tanggal 06 Januari 2026

NO	JAM	MW	KVAR	NO	JAM	MW	KVAR
1	00.00	7.4	2890	25	12.00	6.9	2789
2	00.30	7.5	2920	26	12.30	7.1	2800
3	01.00	7.8	3019	27	12.30	7.4	2789
4	01.30	7.6	2968	28	13.00	7.5	2807
5	02.00	7.4	2898	29	13.30	7.7	2890
6	02.30	7.9	3098	30	14.00	7.5	2876
7	03.00	7.5	2937	31	14.30	7.3	2870
8	03.30	7.5	2939	32	15.00	7.4	2897
9	04.00	7.4	2910	33	15.30	7.8	2930
10	04.30	7.6	2958	34	16.00	7.4	2871
11	05.00	7.4	2947	35	16.30	7.6	2899
12	05.30	7.7	2989	36	17.00	7.5	2878
13	06.00	7.6	2988	37	17.30	7.9	3108
14	06.30	7.8	3045	38	18.00	7.6	2989
15	07.00	7.4	2978	39	18.30	7.0	2879
16	07.30	7.5	2987	40	19.00	7.1	2877

Hasil

Table 4. 3 Data MW dan KVAR pada Tanggal 07 Januari 2026.

NO	JAM	MW	KVAR	NO	JAM	MW	KVAR
1	00.00	7.0	2756	25	12.00	7.5	2889
2	00.30	7.2	2720	26	12.30	7.4	2700
3	01.00	7.5	2919	27	12.30	7.3	2889
4	01.30	7.7	2868	28	13.00	7.2	2707
5	02.00	7.6	2898	29	13.30	7.3	2890
6	02.30	7.5	2898	30	14.00	7.5	2876
7	03.00	7.6	2837	31	14.30	7.3	2770
8	03.30	7.8	2839	32	15.00	7.6	2897
9	04.00	7.4	2810	33	15.30	7.7	2930
10	04.30	7.5	2858	34	16.00	7.2	2771
11	05.00	7.7	2847	35	16.30	7.4	2999
12	05.30	7.6	2989	36	17.00	7.1	2878
13	06.00	7.4	2888	37	17.30	7.4	2908
14	06.30	7.8	2945	38	18.00	7.5	2989
15	07.00	7.9	3078	39	18.30	7.3	2879
16	07.30	7.6	2987	40	19.00	7.6	2877

Hasil

- 1) Perhitungan hambatan stator *winding* (R) pada saat temperatur terendah (T_{minimum}) sebesar 64.5°C sebagai berikut:

$$\Delta T = (T_2 - T_1)$$

$$\Delta T = Lt_{64.5^{\circ}\text{C}} - T_{20^{\circ}\text{C}}$$

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha_{\text{tembaga}}(T_2 - T_1)]$$

$$R_{64.5^{\circ}\text{C}} = 0,0177 \Omega \cdot \text{K} [1 + 3,9 \cdot 10^{-3}(74.5^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C})]$$

$$R_{64.5^{\circ}\text{C}} = 0,02146 \Omega \cdot \text{K}$$

Hasil

- 1) Menghitung hambatan stator *winding* (R) pada saat temperatur tertinggi (T_{maksimum}) sebesar $65,5^{\circ}\text{C}$ sebagai berikut:

$$\Delta T = (T_3 - T_2)$$

$$\Delta T = I T_{65.4^{\circ}\text{C}} - T_{65.4^{\circ}\text{C}m}$$

$$R_3 = R_2 n1 + \alpha_{\text{tembaga}}(T_3 - T_2)o$$

$$R_{65.4^{\circ}\text{C}} = R_{65.4^{\circ}\text{C}} n1 + \alpha_{\text{tembaga}} I T_{65.4^{\circ}\text{C}} -$$

$$T_{65.4^{\circ}\text{C}mo} R_{65.4^{\circ}\text{C}} = 0,0212 \Omega. K [1 + 3,9.$$

$$10^{-3}(65.4^{\circ}\text{C} - 64.5^{\circ}\text{C})] R_{64.5^{\circ}\text{C}} = 0,0210 \Omega. K$$

Pembahasan

- **Analisis Pengaruh Variasi Beban Terhadap Perubahan Temperatur Generator *Winding* PT MEGA SURYA ERATAMA**
- Sistem isolasi yang baik sangat diperlukan dan merupakan bagian yang harus diperhatikan karena fungsi utama sistem isolasi adalah untuk membatasi bagian-bagian yang bertegangan sehingga tidak terjadi hubung singkat, apabila sistem isolasi tidak bekerja seperti seharusnya maka akan menyebabkan kegagalan isolasi. Kegagalan isolasi terjadi karena beberapa faktor, diantaranya *thermal stress*, *electrical stress*, dan *environmental stress*. Pada penelitian kali ini akan dibahas mengenai faktor *thermal stress*. *Thermal stress* ini adalah keadaan *overheating* yang dirasakan oleh generator *winding* dengan kurun waktu yang lama sehingga hal ini dapat menyebabkan stress pada generator *winding* dan isolasi belitan menjadi rapuh atau bahkan rusak.

Temuan Penting Penelitian

- **Analisa rugi tembaga pada winding generator**
- Kenaikan temperatur generator *winding* baik stator *winding* ataupun rotor *winding* disebabkan oleh adanya arus beban. Salah satu akibat dari kenaikan temperatur generator *winding* adalah menimbulkan rugi-rugi pada generator khususnya rugi-rugi tembaga yang merupakan rugi-rugi panas yang diakibatkan oleh adanya arus yang mengalir di belitan tembaga pada generator. Kumparan stator dan rotor terbuat dari bahan tembaga sehingga nilai resistansi tembaga dipengaruhi oleh nilai tahanan jenis (ρ) pada suhu 20°C , panjang kumparan tembaga (l), dan luas penampang dari kumparan tembaga (A) tersebut. Untuk panjang dan luas penampang tembaga tersebut nilainya tidak berubah sehingga besarnya resistansi generator *winding* sebesar $0,177 \Omega \cdot \text{K}$.

Manfaat Penelitian

- Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya dan mengacu pada hipotesis penelitian berdasarkan rumusan masalah yang dirumuskan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:
- Perubahan kenaikan temperatur winding generator *PT MEGA SURYA ERATAMA* yang disebabkan pengaruh daya aktif (MW) sebesar 97,1% dan daya reaktif (KVAR) sebesar 58,2%.
- Generator *PT MEGA SURYA ERATAMA* yang beroperasi pada batas aman (*generator capability curve*) untuk temperatur maksimum stator sebesar 68.4°C dan untuk temperatur maksimum rotor sebesar 57.5°C isolasi belitan kelas F sebesar 155°C untuk batas daya aktif sebesar 7.5 MW dan daya reaktif sebesar 3136 kVAR.
- Rugi-rugi tembaga (P_{cu}) *PT MEGA SURYA ERATAMA* diperoleh 0,4816% untuk kenaikan temperatur stator winding sebesar 1,85°C saat kondisi daya aktif (MW) sama sedangkan diperoleh rugi 5,9536% untuk kenaikan temperatur stator winding sebesar 15,1% saat ΔT maksimum.

Referensi

- [1] M. P. Bidell, "Research Paper," *Couns. Psychol. Rev.*, vol. 31, no. 1, pp. 67–76, 2016, doi: 10.53841/bpscpr.2016.31.1.67.
- [2] Z. Ahmad, "Aktivitas Kerja Dan Peraturan PT PLN. (Persero) Keramasan Palembang 2020:1-26," no. 183010148, pp. 1–26, 2020.
- [3] Satria Darmawan, Rahmaniar, and Pristisal Wibowo, "Analisis Perbandingan Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap pada Lingkungan PT. RAPP," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 8, no. 2, pp. 161–174, 2024, doi: 10.30588/jeemm.v8i2.1960.
- [4] rahayu deny danar dan alvi furwanti Alwie, A. B. Prasetio, R. Andespa, P. N. Lhokseumawe, and K. Pengantar, "Tugas Akhir Tugas Akhir," *J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1 Maret201*, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2020.
- [5] J. P. Aritonang, "Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Efisiensi Generator di PLTGU di PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Keramasan," *Pembangkitan Energi List.*, no. 1, pp. 4–31, 2016.
- [6] YOGY, "Analisis Pengaruh Beban Daya Listrik Terhadap Operasional Kapal Di Mv. Sea Rose," pp. 1–32, 2023.
- [7] H. P. Konsumen and M. W. Media, "Andi Sri Rezky Wulandari dan Nurdiyana Tadjuddin , Hukum Perlindungan Konsumen , Mitra Wacana Media, Jakarta, 2018, hlm, 1. 1 1," pp. 1–27, 1945.
- [8] R. Harahap, C. P. Silaban, R. Dinzi, and F. R. Bukit, "Analisis Perbandingan Concentrated Winding Dan Toroidal Winding Pada Generator Axial Flux Permanent Magnet (AFPM) Tiga Fasa Menggunakan Inti Besi Pada Stator," *J. Electr. Technol.*, vol. 6, no. 3, 2021.

Referensi

- [9] G. Parnandes Tambunan *et al.*, “Analisis Sistem Eksitasi Pada Generator Sinkron 11KV Unit 2 ULPLTA Sipansihaporas,” *J. Ilm. Nusant. (JINU)*, vol. 3, no. 1, pp. 117–128, 2026, [Online]. Available: <https://doi.org/10.61722/jinu.v3i1.7415>
- [10] K. Anam and T. Surya, “Modifikasi Insulation Retaining Ring Rotor Generator Pltu Pangkalan Susu (Sumatera Utara),” pp. 1–17, 2023.
- [11] D. Tri *et al.*, “Analisis Preventive Panel Dan Generator 3 Phasa Pada Pt . Pertamina Hulu Energi Ogan Komering,” vol. 3, no. 6, pp. 1085–1092, 2025.
- [12] R. Ricky and J. Windarta, “Analisis Komparasi Perhitungan Teori dan Aktual Terhadap Daya Aktif dan Daya Reaktif Steam Turbine Generator 2.0 Pada PT Indonesia Power Semarang,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 1, no. 1, pp. 8–19, 2020, doi: 10.14710/jebt.2020.8133.
- [13] A. R. Utomo, “Studi Analisis Tahanan Isolasi 90 Mw Synchronous Generator Dengan Menggunakan Metode Regresi Linier (Kasus: Pt. Pln (Persero),” 2018.
- [14] M. T. Rohman, R. Mu' ammar, and A. N. Lisdawati, “Pengaruh Suhu Tinggi Terhadap Kualitas Tahanan Isolasi Stator Generator Unit 2 Di Pt Pln Indonesia Power Ubp Asam Asam,” *J. EEICT (Electric Electron. Instrum. Control Telecommun.)*, vol. 8, no. 2, 2025, doi: 10.31602/eeict.v8i2.20840.
- [15] N. Soedjarwanto and J. Prayoga, “ANALISIS PERBANDINGAN TEMPERATURE WINDING PADA MOTOR SEPARATOR AREA RAW MILL DAN CEMENT MILL DI PT SEMEN BATURAJA Tbk,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 1, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5513.

