

ABSTRAK

Integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada sistem kelistrikan captive industri menimbulkan fluktuasi daya akibat karakteristik intermiten energi surya sehingga dapat menyebabkan deviasi frekuensi, perubahan profil tegangan, serta peningkatan kebutuhan ramping pembangkit Gas Thermal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang konfigurasi integrasi sistem PLTS–BESS–Gas Thermal, melakukan equipment sizing BESS, serta menganalisis kelayakan operasional sistem melalui simulasi load flow menggunakan DIgSILENT PowerFactory. Berdasarkan kapasitas hasil perencanaan sebesar 0,4 MW/0,97 MWh, dilakukan perancangan konfigurasi baterai Lithium Iron Phosphate (LFP), Power Conversion System (PCS), kabel AC dan DC, serta sistem proteksi dengan mengacu pada standar IEC 62933, IEC 62619, IEC 62477-1, IEC 60364-5-52, IEC 62548, IEEE 141-1993, dan IEEE 242, serta batas operasi Grid Code Permen ESDM No. 20 Tahun 2020. Setelah itu, dilakukan analisis load flow dengan tujuan untuk memverifikasi kesesuaian hasil integrasi terhadap batas operasi sistem. Hasil equipment sizing memperoleh Hasil equipment sizing memperoleh kapasitas energi aktual 1,14 MWh (DoD 90%, efisiensi 95%) yang tersusun atas 20 modul seri $\times$ 4 string (80 modul, tegangan 1024 VDC) dalam 10 rack dan 1 container, PCS 500 kVA (arus nominal 304 A, margin 18,8%), kabel DC Nexans H1Z2Z2-K $1 \times 150 \text{ mm}^2$, kabel AC NA2XY $3 \times 240 \text{ mm}^2$, serta proteksi DC $\geq 488,3 \text{ A}$ dan AC $\geq 451 \text{ A}$. Verifikasi load flow menunjukkan integrasi BESS pada kondisi charging $-0,39 \text{ MW}$ tidak menyebabkan pelanggaran batas operasi: seluruh tegangan bus tetap 0,996–1,00 pu (deviasi maksimum 0,02%), pembebanan transformator tertinggi 64,4%, dan seluruh arus kabel di bawah KHA. Dengan demikian, seluruh komponen dinyatakan layak secara teknis dan operasional untuk diintegrasikan ke sistem captive power industri.

Kata Kunci: Battery Energy Storage System, PLTS, Gas Thermal, captive power system, DIgSILENT PowerFactory, smoothing frekuensi, ramp-rate