

## ABSTRAK

Aulia Majid Lubis: Desain Sistem Hibrida Superkapasitor-Baterai Untuk Melindungi Baterai PLTS Dari Arus Pengasutan Motor Induksi

Peningkatan pemanfaatan energi terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menuntut sistem penyimpanan energi yang andal dan efisien. Namun, baterai *Lithium-Ion* yang umum digunakan rentan mengalami kerusakan akibat lonjakan arus saat *starting* motor induksi satu fasa, yang dapat mencapai lebih dari lima kali arus nominal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penyimpanan energi hibrida superkapasitor-baterai guna melindungi baterai dari arus pengosongan berlebih selama fase *starting* motor induksi. Metode penelitian meliputi perancangan sistem, perhitungan kapasitas optimal, pembuatan prototipe, dan pengujian eksperimental skala laboratorium. Sistem yang dirancang terdiri dari baterai 3S4P 18650 (12V, 12Ah), superkapasitor 5S 2,7V 10F (total 2F), *buck converter* 20A 300W, dan inverter 500W yang menggerakkan motor *start-kapasitor* 125W. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem hibrida berhasil menurunkan arus maksimum baterai dari 18,73A menjadi 10,7A (penurunan 42,77%) dan menjaga arus di bawah batas aman 12A (1C). Superkapasitor dengan tegangan awal 16,11V mampu menyuplai energi sebesar 35,18 Joule dari total 108,67 Joule yang tersimpan (sekitar 32,38%) dalam waktu 0,3 detik saat *starting*. Rasio daya superkapasitor, baterai, dan motor masing-masing adalah **3,68 : 1 : 0,68**, menunjukkan pentingnya peran superkapasitor dalam menahan beban awal. Penelitian ini membuktikan bahwa integrasi superkapasitor secara efektif dapat memperpanjang umur baterai, meningkatkan keandalan sistem, dan mendukung transisi ke sistem energi terbarukan yang lebih berkelanjutan.

**Kata kunci:** Superkapasitor, Baterai, Motor Induksi, Sistem Hibrida, PLTS, Arus Starting, Energi Terbarukan.



## ABSTRACT

Aulia Majid Lubis: Design of a Supercapacitor-Battery Hybrid System to Protect PLTS Batteries from Induction Motor Starting Current.

The increasing utilization of renewable energy sources such as solar photovoltaic (PLTS) systems demands reliable and efficient energy storage. However, lithium-ion batteries are prone to damage due to inrush current during the startup of single-phase induction motors, which can exceed five times the nominal current. This study aims to design a supercapacitor–battery hybrid energy storage system to protect the battery from excessive discharge current during motor starting. The methodology includes system design, optimal capacity calculation, prototype development, and laboratory-scale experimental testing. The system consists of a 3S4P 18650 battery (12V, 12Ah), a 5S 2,7V 10F supercapacitor bank (2F total), a 20A 300W buck converter, and a 500W inverter driving a 125W capacitor-start motor. Test results show that the hybrid system successfully reduced the battery's peak current from 18,73A to 10,7A (a 42,77% decrease), keeping it below the safe limit of 12A (1C). A supercapacitor charged to 16,11V supplied 35,18 Joules of energy from a total of 108,67 Joules stored (approximately 32,38%) during the initial 0,3 seconds of starting. The power ratio between supercapacitor, battery, and motor was **3,68 : 1 : 0,68**, highlighting the supercapacitor's crucial role in absorbing the initial load surge. This research confirms that integrating a supercapacitor can extend battery life, improve system reliability, and support the transition to a more sustainable renewable energy infrastructure.

**Keywords:** Supercapacitor, Battery, Induction Motor, Hybrid System, PLTS, Starting Current, Renewable Energy

THE  
*Character Building*  
UNIVERSITY