

ABSTRAK

Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan menipisnya sumber energi fosil, sektor energi menekankan pada pengembangan energi berkelanjutan. Salah satu langkah untuk mencapai energi berkelanjutan dalam industri adalah mengadopsi efisiensi energi listrik, terutama karena sektor kelistrikan industri sebagai penyumbang dominan emisi gas rumah kaca. Hal ini juga sangat terkait dengan keandalan sistem, yang menjadi tujuan utama dari sistem kelistrikan. Kedua aspek ini menghadapi berbagai tantangan, termasuk rugi daya, stabilitas tegangan, dan faktor daya rendah. Risiko terkait arus tinggi saat motor dihidupkan dan potensi overload pada transformator menuntut perancangan sistem kelistrikan yang efisien.

Penelitian ini menganalisis faktor pengambilan keputusan terkait perancangan sistem kelistrikan yang efisien, terutama dalam konteks industri pengolahan biomassa yang berkelanjutan. Penggunaan perangkat lunak ETAP digunakan untuk melakukan evaluasi keandalan sistem. Penelitian ini juga mencakup pemetaan beban, pemilihan peralatan, hingga eksplorasi metode soft-starter sebagai upaya mengurangi lonjakan arus, serta penggunaan Variable Frequency Drive untuk mencapai tingkat optimalitas pengurangan konsumsi energi. Analisis perbaikan faktor daya juga menjadi fokus untuk meningkatkan keandalan. Pembebanan pada transformator dan pemilihan kabel penghantar dengan rugi-rugi daya dan jatuh tegangan minimal juga diperhitungkan.

Dengan langkah-langkah perancangan yang komprehensif, penelitian ini berhasil menunjukkan keandalan dan efisiensi sistem instalasi daya listrik. Dimana industri pengolahan biomassa dengan 49 beban motor induksi 3 fase dengan total daya rating 534,5 kW, dipasang transformator sebesar 630 KVA. Circuit breaker LVMDP 1.000A, terbagi menjadi 3 feeder masing-masing 250 A, 400A, dan 400 A dengan kabel penghantar NA2XY 4x1x240 mm². Kompensasi daya reaktif secara global di sisi LVMDP, penggunaan soft starter pada 2 motor berkapasitas 132 kW dan 160 kW, serta VFD pada 9 motor dengan operasi beban bervariasi, berhasil mengurangi lonjakan arus selama fase start secara terkontrol, dari awalnya 5,75 kali menjadi hanya 3,25 kali dari arus beban penuh. Efisiensi energi meningkat, ditunjukkan dengan pembebanan transformator dari 85,2% menjadi 76,5%, karena pengurangan konsumsi daya sebesar 58,22 kW bersamaan dengan peningkatan stabilitas tegangan. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa perancangan yang baik dari sistem kelistrikan dapat menjamin keandalan operasional, optimalisasi distribusi daya, dan memberikan kualitas daya yang baik, yang pada gilirannya berkontribusi pada mitigasi emisi gas rumah kaca sekitar 303,90 ton CO₂ per tahun.

Kata kunci : Sistem Instalasi Daya Listrik, Soft Starter, VFD, Perbaikan Faktor Daya, ETAP, Penghematan energi.

ABSTRACT

In facing the challenges of climate change and the depletion of fossil energy sources, the energy sector emphasizes the development of sustainable energy. One step to achieve sustainable energy in the industry is to adopt electrical energy efficiency, particularly in the industrial electricity sector, which is a major contributor to greenhouse gas emissions. This is closely related to system reliability, the primary goal of the electrical system. Both aspects face various challenges, including power losses, voltage stability, and low power factor. Risks associated with high current when motors are started and the potential for transformer overload demand efficient electrical system design.

This study analyzes decision-making factors related to the design of an efficient electrical system, particularly in the context of sustainable biomass processing industries. The ETAP software is used for system reliability evaluation. The study also covers load mapping, equipment selection, and explores soft-starter methods to reduce current spikes, along with the use of Variable Frequency Drive (VFD) to achieve optimal energy consumption reduction. Power factor improvement analysis is also focused on enhancing reliability. Transformer loading and the selection of conductors with minimal power losses and voltage drop are also considered.

With comprehensive design steps, this research successfully demonstrates the reliability and efficiency of the electrical power installation system. In the biomass processing industry, with 49 three-phase induction motor loads with a total power rating of 534.5 kW, a transformer with a capacity of 630 KVA is installed. The LVMDP circuit breaker is rated at 1,000A, divided into 3 feeders of 250 A, 400A, and 400 A each, with NA2XY 4x1x240 mm² low-voltage conductors. Reactive power compensation globally on the LVMDP side, the use of soft starters on two motors with capacities of 132 kW and 160 kW, and VFD on nine motors with variable load operations, successfully reduce current spikes during the start phase in a controlled manner, from initially 5.75 times to only 3.25 times the full load current. Energy efficiency increases, demonstrated by transformer loading decreasing from 85.2% to 76.5%, due to a reduction in power consumption of 58.22 kW, along with an increase in voltage stability. Thus, this research shows that a well-designed electrical system ensures operational reliability, power distribution optimization, and provides good power quality, ultimately contributing to the mitigation of greenhouse gas emissions by approximately 303.90 tons of CO₂ per year..

Keywords: *Power Installation System, Soft Starter, VFD, Power Factor Correction, ETAP, Energy savings.*