

ABSTRAK

ANALISIS *MATRIX CONVERTER* PADA *SOLID STATE TRANSFORMER* DI GARDU TRAKSI KERETA REL LISTRIK

Oleh

WAHYU CAHYO HIDAYAT

Penelitian ini bertujuan merancang dan menganalisis *solid-state transformer (SST)* sebagai alternatif transformator konvensional pada gardu traksi Kereta Rel Listrik (KRL) 1.500 V DC melalui integrasi *direct matrix converter (DMC)* dan *Vienna rectifier*. Kontribusi utama meliputi perumusan topologi SST berbasis *DMC–Vienna rectifier*, penerapan modulasi Venturini untuk menghasilkan tegangan AC berfrekuensi lebih tinggi, serta pengujian tiga skema konversi, yaitu konversi langsung, konversi tidak langsung melalui penalaan manual, dan konversi tidak langsung dengan penalaan otomatis. Usulan sistem memanfaatkan kemampuan *DMC* untuk menurunkan tegangan sekaligus menaikkan frekuensi tanpa DC-link besar, yang dikombinasikan dengan *Vienna rectifier* berbasis *vector control* untuk menghasilkan tegangan DC stabil sesuai IEC 60850. Metodologi penelitian meliputi studi literatur, observasi gardu traksi, pengumpulan data teknis, pemodelan dalam MATLAB/Simulink, dan pengujian performa pada tiga skenario. Hasil menunjukkan bahwa konfigurasi *DMC–Vienna rectifier* mampu menyediakan tegangan DC yang stabil untuk beban traksi, sedangkan transformator frekuensi menengah dengan penalaan otomatis pada *Vienna rectifier* meningkatkan stabilitas regulasi pada berbagai kondisi beban dan indeks modulasi. Disimpulkan bahwa SST berpotensi kuat menggantikan transformator konvensional pada gardu traksi modern.

Kata Kunci: *solid-state transformer, direct matrix converter, modulasi Venturini, high-frequency transformer, Vienna rectifier, elektrifikasi kereta rel listrik.*

ABSTRACT

ANALYSIS OF A MATRIX CONVERTER IN A SOLID-STATE TRANSFORMER FOR ELECTRIC RAILWAY TRACTION SUBSTATIONS

Oleh

WAHYU CAHYO HIDAYAT

This study aims to design and analyze a solid-state transformer (SST) as an alternative to conventional transformers for 1.5 kV DC electric railway traction substations by integrating a direct matrix converter (DMC) with a Vienna rectifier. The main contributions include the formulation of a DMC–Vienna rectifier–based SST topology, the application of Venturini modulation to generate higher-frequency AC voltage, and the evaluation of three conversion schemes: direct conversion, indirect conversion with manual tuning, and indirect conversion with automatic tuning. The proposed system exploits the capability of the DMC to perform voltage step-down while increasing frequency without a bulky DC-link, combined with a vector-controlled Vienna rectifier to produce a stable DC output compliant with IEC 60850. The research methodology consists of a literature review, traction substation observation, technical data acquisition, MATLAB/Simulink modeling, and performance evaluation under three operating scenarios. Simulation results demonstrate that the DMC–Vienna rectifier configuration can provide stable DC voltage for traction loads, while the use of a medium-frequency transformer with automatic tuning enhances regulation stability across varying load conditions and modulation indices. These findings demonstrate the feasibility of SST implementation for modern traction substations.

Keywords: *solid-state transformer, direct matrix converter, modulasi Venturini, high-frequency transformer, Vienna rectifier, elektrifikasi kereta rel listrik.*