UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Tingkat Bahaya Sambaran Petir First Positive dengan Lightning Protection Level I pada Sistem Grounding Lapangan Upacara Bendera
Muhammad Hidayat, Prof. Ir. Tumiran, M. Eng., Ph. D., IPU.; Ir. Bambang Sugiyantoro, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Sambaran petir pada area terbuka berpotensi menimbulkan kenaikan potensial tanah atau *Ground Potential Rise* (GPR) yang dapat memicu munculnya tegangan sentuh (*touch voltage*) dan tegangan langkah (*step voltage*) yang berbahaya bagi manusia. Risiko tersebut menjadi perhatian penting pada Lapangan Upacara Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara sebagai area publik dengan aktivitas manusia yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat bahaya sambaran petir *first positive stroke* terhadap manusia berdasarkan parameter GPR, *touch voltage*, dan *step voltage*, serta mengevaluasi pengaruh beberapa modifikasi sistem *grounding* dalam menurunkan tingkat bahaya tersebut. Analisis dilakukan melalui simulasi numerik menggunakan perangkat lunak XGSLab dengan modul *Extended Grounding System Analysis–Frequency Domain* (XGSA_FD). Sistem *grounding* dimodelkan dalam beberapa skema yang meliputi perubahan kerapatan konduktor *mesh*, perubahan jarak elektroda *rod*, pemasangan elektroda *rod* di tiang bendera, serta pengalihan titik injeksi arus melalui sistem penangkal petir. Karakteristik tanah direpresentasikan menggunakan pendekatan *multilayer soil model*, sedangkan skenario analisis difokuskan pada sambaran petir *first positive stroke* sebesar 200 kA dengan bentuk gelombang impuls 10/350 µs sesuai standar IEC 62305. Parameter evaluasi meliputi distribusi GPR, *touch voltage*, dan *step voltage* yang dibandingkan terhadap ambang batas keselamatan menurut IEC 60479. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem *grounding* eksisting masih menghasilkan distribusi potensial tanah yang membentuk zona bahaya *touch voltage* pada area interaksi manusia, khususnya di sekitar tiang bendera. Peningkatan kerapatan konduktor *mesh* terbukti mampu memperbaiki pemerataan distribusi potensial tanah serta menurunkan *step voltage*. Sementara itu, skema dengan pengalihan titik injeksi arus ke sistem penangkal petir menunjukkan kinerja paling efektif dalam menurunkan *touch voltage* pada area kritis. Secara keseluruhan, modifikasi sistem *grounding* mampu meningkatkan kinerja penyebaran arus petir dan memperkecil zona bahaya pada Lapangan Upacara IKN.

Kata Kunci: *Sistem grounding, Ground Potential Rise, Tegangan Sentuh, Tegangan Langkah, XGSLab*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Tingkat Bahaya Sambaran Petir First Positive dengan Lightning Protection Level I pada Sistem Grounding Lapangan Upacara Bendera
Muhammad Hidayat, Prof. Ir. Tumiran, M. Eng., Ph. D., IPU.; Ir. Bambang Sugiyantoro, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Lightning strikes in open areas can induce significant Ground Potential Rise (GPR), which may generate hazardous touch voltage and step voltage conditions for humans. This risk is particularly important at the Ceremonial Plaza of Indonesia's Nusantara Capital City (IKN), a public area characterized by high human activity. This study aims to analyze the hazard level of first positive lightning strikes on the grounding system based on GPR, touch voltage, and step voltage parameters, as well as to evaluate the influence of several grounding system modifications in reducing these hazards. Numerical simulations were conducted using the Extended Grounding System Analysis–Frequency Domain (XGSA_FD) module in XGSLab. Several grounding system schemes were modeled, including modifications to mesh conductor density, variations in the spacing of rod electrodes, installation of additional rod electrodes at the flagpole area, and relocation of the current injection point through a lightning protection system. Soil characteristics were represented using a multilayer soil model, while the analysis scenario focused on a 200 kA first positive stroke with a 10/350 μs impulse waveform in accordance with IEC 62305 under Lightning Protection Level I (LPL I). Evaluation parameters included GPR distribution, touch voltage, and step voltage, which were compared with the safety limits specified in IEC 60479. Simulation results indicate that the existing grounding system still produces ground potential distributions that create hazardous touch voltage zones in areas with high human interaction, particularly around the flagpole. Increasing the mesh conductor density was shown to improve the uniformity of ground potential distribution and reduce step voltage levels. Meanwhile, relocating the current injection point through the lightning protection system demonstrated the most effective performance in reducing touch voltage within critical areas. Overall, the proposed grounding system modifications improved lightning current dissipation performance and reduced hazardous zones at the IKN Ceremonial Plaza.

Keywords: *Grounding System, Ground Potential Rise, Touch Voltage, Step Voltage, XGSLab*