



INTISARI

Isolator polimer memegang peran krusial dalam menjaga keandalan sistem tenaga listrik, namun kehadirannya terus diuji oleh paparan sinar ultraviolet (UV) khususnya pada wilayah dengan iklim tropis. Penelitian ini menganalisis secara mendalam bagaimana isolator polimer tipe pos bertahan di bawah dua skenario uji ekstrem, yaitu paparan UV intensitas rendah ($1,91 \text{ mW/cm}^2$) sebagai simulasi kondisi lapangan ganda dan intensitas tinggi ($7,63 \text{ mW/cm}^2$) yang setara lima kali radiasi alami selama 120 jam pengujian. Dengan pendekatan komprehensif yang merujuk standar IEC 60060, penulis mengukur dua parameter utama, yaitu arus bocor pada rentang tegangan uji 5-25 kV dan tegangan *flashover*. Selain dua parameter utama tersebut, dilakukan analisis sudut kontak melalui analisis citra tetesan akuades guna mengungkap efektivitas *nano ceramic coating* sebagai pelapis protektif.

Temuan hasil penelitian mengungkap fakta di mana isolator dengan tingkat paparan sinar UV yang rendah menunjukkan kerentanan dengan kenaikan arus bocor hingga $76,7 \mu\text{A}$ (46%) dan $78,6 \mu\text{A}$ (40%) pada UV tinggi pada tegangan uji 25 kV disertai penurunan tegangan *flashover* sebesar 3,04% dan 7,20% secara berurutan. Namun kehadiran *nano ceramic coating* berhasil memperlambat laju degradasi yang membatasi kenaikan arus bocor sekaligus mempertahankan stabilitas tegangan *flashover* yang lebih baik. Analisis hidrofobitas isolator melalui perubahan sudut kontak memperkuat temuan tersebut di mana sampel dengan intensitas paparan sinar UV rendah mengalami penurunan dari $108,76^\circ$ menjadi $94,38^\circ$ sedangkan penurunan lebih tajam dari $97,22^\circ$ menjadi $78,89^\circ$ pada intensitas UV tinggi. Kekuatan hubungan antar parameter diungkap melalui analisis korelasi Spearman yang menunjukkan koefisien $\rho = -0,8857$ untuk intensitas UV rendah dan $\rho = -0,9429$ untuk intensitas UV tinggi. Hal tersebut membuktikan hubungan negatif yang sangat kuat antara peningkatan arus bocor dengan penurunan kemampuan isolasi.

Nano ceramic coating tidak sepenuhnya menghentikan degradasi, namun penelitian ini menunjukkan kemampuan *coating* sebagai solusi interim yang signifikan dalam memperlambat proses penuaan, mempertahankan sifat hidrofobik, dan mengurangi risiko kegagalan isolasi dini. Temuan ini tidak hanya memberikan pemahaman mendalam tentang mekanisme degradasi isolator polimer di iklim tropis, tetapi juga membuka jalan bagi pengembangan material serta pelapis generasi berikutnya yang lebih tahan terhadap tantangan lingkungan ekstrem seperti kawasan tropis.

Kata kunci: Isolator polimer, ultraviolet tropis, *nano ceramic coating*, arus bocor, tegangan *flashover*, sudut kontak, korelasi Spearman



ABSTRACT

Polymer insulators are indispensable components in high voltage outdoor installations, providing electrical isolation between live conductors and grounded structures. In tropical climates, however, prolonged exposure to ultraviolet (UV) radiation accelerates surface degradation and compromises dielectric performance. This study presents a comprehensive evaluation of polymer post insulators aged under two accelerated UV exposure conditions with low intensity (1.91 mW/cm²) to simulate typical field environments and high intensity (7.63 mW/cm²) which equivalent to five times natural solar UV over 120 hours.

Adhering to IEC 60507 and IEC 60060 standards, leakage current measurements were conducted over an AC voltage range of 5-25 kV, and flashover voltage was determined using a standard uniform field test gap. Surface hydrophobicity changes were quantified via contact angle analysis of deionized water droplets, processed with ImageJ software. Insulator specimens exhibited a leakage current increase up to 76.7 μ A (46 %) under low UV exposure and 78.6 μ A (40 %) under high UV exposure at 25 kV voltage test coupled with flashover voltage reductions of 3.04 % and 7.20 %, respectively. In contrast, nano ceramic coated samples limited leakage current rise to 45.8 % (low UV) and 39.9 % (high UV), while preserving flashover voltage and maintaining contact angles above 78.9°. Spearman correlation analysis revealed very strong negative relationships between leakage current increase and flashover voltage drop with $\rho = -0.8857$ for low UV and $\rho = -0.9429$ for high UV.

Nano ceramic coatings do not fully prevent UV induced aging, it can significantly delay surface deterioration, sustain hydrophobicity, and reduce early insulation failure risk. These findings inform the design of next generation protective coatings for enhanced reliability of polymer insulators in tropical regions.

Keywords : polymer insulator, tropical UV exposure, nano ceramic coating, leakage current, flashover voltage, contact angle, Spearman correlation