

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah mengkaji pengaruh polusi terhadap karakteristik distribusi medan listrik pada renteng isolator keramik tipe U120B di sistem transmisi 150 kV. Melalui pendekatan simulasi numerik tiga dimensi (3D) berbasis *Finite Element Method* (FEM) menggunakan perangkat lunak COMSOL *Multiphysics*, analisis telah dilakukan terhadap parameter tingkat keparahan polusi (ESDD), ketidakmerataan sebaran kontaminan (Rasio T/B), ketebalan lapisan polutan, hingga skenario pembentukan pita kering (*Dry Band*) ganda. Berdasarkan data komputasi, evaluasi batas aman kekuatan dielektrik udara murni (3 kV/mm), serta pemenuhan Standar Jarak Rambat Spesifik (SCD) merujuk pada pedoman IEC 60815 yang telah diuraikan pada Bab 4, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan utama untuk menjawab tujuan masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Variasi tingkat keparahan polusi (ESDD) dari 0,03 hingga 0,8 mg/cm² hanya memberikan peningkatan kuat medan listrik maksimum yang sangat kecil, yakni naik 0,59% hingga mencapai 1,7304 kV/mm. Sebaliknya, ketidakmerataan sebaran polusi (Rasio T/B) memberikan dampak signifikan, pada kondisi ketimpangan ekstrem (Rasio 1:10) memicu lonjakan hingga 100,65% dibandingkan kondisi seragam. Sementara itu, variasi ketebalan lapisan polusi tidak memberikan pengaruh terhadap eskalasi arus bocor total dan kuat medan listrik maksimum.
2. Pembentukan pita kering (*Dry Band*) di tengah lapisan polusi konduktif bertindak sebagai rangkaian terbuka yang menyerap dan memusatkan hampir seluruh tegangan jatuh. Pada skenario polusi kritis, kehadiran *Dry Band* memicu lonjakan hingga mencapai angka 4,0018 kV/mm. Oleh karena itu, renteng berkapasitas 10 keping teridentifikasi berada dalam kondisi berpotensi mengalami kegagalan isolasi total (*Flashover*). Untuk meredam stres medan listrik di area *Dry Band* dan mengikuti regulasi SCD, penggunaan isolator sebanyak 16 keping merupakan rancangan minimum

yang paling direkomendasikan. Konfigurasi ini memberikan total jarak rambat 5486,4 mm, yang memenuhi Standar Jarak Rambat Spesifik (SCD), serta efektif membatasi arus bocor dan menekan kuat medan listrik maksimum hingga 1,5097 kV/mm.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi pengaruh ketebalan lapisan polusi menggunakan pendekatan pemodelan yang dapat merepresentasikan geometri lapisan polusi secara lebih eksplisit. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini lapisan polusi dimodelkan menggunakan pendekatan *Electric Shielding* sebagai *boundary condition*, sehingga pengaruh variasi ketebalan lapisan polusi terhadap distribusi medan listrik dan arus bocor yang diperoleh masih relatif kecil.
2. Penelitian ini masih menggunakan kondisi operasi dengan frekuensi 50 Hz dan karakteristik material yang bersifat homogen sesuai parameter pemodelan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan model dengan mempertimbangkan variasi sifat material, kondisi lingkungan, maupun parameter operasi lainnya agar hasil simulasi semakin mendekati kondisi aktual.