Pengembangan Model Data-Driven Health Index Untuk Peningkatan Reliability Aset Transmisi Sutt 150 Kv
(Studi Kasus: Pln Uit Jbt - Upt Bogor)
Dewi Setyaharini, Ir. Roni Irnawan, S.T., M.Sc., Ph.D., SMIEEE.; Dr. Eng. Ir. Mohammad Kholid Ridwan, S.T., M.Sc.,
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

PENGEMBANGAN MODEL *DATA-DRIVEN HEALTH INDEX* UNTUK PENINGKATAN *RELIABILITY* ASET TRANSMISI SUTT 150 KV (STUDI KASUS: PLN UIT JBT - UPT BOGOR)

DEWI SETYAHARINI
25/568796/PTK/16787

ABSTRAK

Sistem transmisi tenaga listrik memegang peranan krusial dalam menjamin kontinuitas penyaluran energi kepada konsumen. Dalam sistem ini, tower transmisi merupakan aset kritis yang rentan mengalami penurunan mutu struktural akibat faktor operasional dan paparan lingkungan. Saat ini, penilaian kondisi tower transmisi di Indonesia mayoritas masih bertumpu pada pelaporan inspeksi visual secara manual. Pendekatan konvensional ini berpotensi memunculkan bias subjektivitas serta belum mengeksplorasi variabel penentu kerusakan secara komprehensif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan model indeks kesehatan (*Health Index*) tower transmisi yang objektif melalui pendekatan berbasis data (*data-driven*) memanfaatkan laporan inspeksi lapangan. Penelitian ini difokuskan pada identifikasi variabel spesifik yang berpengaruh signifikan terhadap degradasi tower, serta analisis karakteristik data inspeksi, baik berupa data lintas seksional (*cross-sectional*) maupun runtun waktu (*time series*).

Penelitian kuantitatif ini memanfaatkan data sekunder laporan inspeksi PT PLN (Persero) UPT Bogor periode 2023–2025. Kerangka metodologi yang dirumuskan memadukan metode konvensional *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan *Weighted Scoring Method* (WSM) dengan *Field Correction Factors* (FCF) guna mengakomodasi parameter lingkungan secara spesifik. Selanjutnya, dikembangkan arsitektur komputasi deterministik berbasis *Physics-Guided Directed Acyclic Graph* (DAG) yang mengintegrasikan standar fisika internasional ISO 9223 dan ISO 9224 untuk mengestimasi laju korosi serta degradasi lapisan pelindung (*coating*). Sistem ini diperkuat dengan *confidence scoring* deterministik untuk menghasilkan koreksi nilai *Health Index* yang transparan dan tertelusur (*traceable*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *pipeline* komputasi yang dibangun berhasil mengidentifikasi 90 tower dalam kategori kritis (*CRITICAL*) yang sebelumnya luput dari penapisan penilaian manual. Selisih koreksi rata-rata sebesar +13,10 poin dengan skor indeks akhir rata-rata 34,67, membuktikan keandalan pendekatan ini dalam mendeteksi pencilan (*outlier*) tingkat degradasi parah di lapangan. Validasi faktual pada lima lokasi purposif mengonfirmasi keselarasan 100% antara prediksi model dengan kondisi aktual di tapak tower. Model ini diproyeksikan menjadi instrumen strategis bagi manajemen dalam merencanakan prioritas pemeliharaan aset secara presisi, mengefisienkan biaya operasional, serta memitigasi risiko kegagalan sistem guna meningkatkan keandalan (*reliability*) aset transmisi SUTT 150 kV.

Kata Kunci: *Data-Driven*, Degradasi Aset, *Health Index*, ISO 9223, Keandalan Aset, Tower Transmisi, *Physics-Guided DAG*.

Pengembangan Model Data-Driven Health Index Untuk Peningkatan Reliability Aset Transmisi Sutt 150 Kv
(Studi Kasus: Pln Uit Jbt - Upt Bogor)
Dewi Setyaharini, Ir. Roni Irnawan, S.T., M.Sc., Ph.D., SMIEEE.; Dr. Eng. Ir. Mohammad Kholid Ridwan, S.T., M.Sc.,
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Electric power transmission systems are crucial for maintaining an uninterrupted energy supply to consumers. Within these networks, transmission towers represent critical assets highly susceptible to structural degradation driven by environmental exposure and operational stress. In Indonesia, asset condition assessment predominantly depends on manual visual inspections. This conventional method introduces significant subjective bias and fails to comprehensively evaluate key degradation factors. To address this limitation, this study develops an objective, data-driven *Health Index* (HI) model for transmission towers by leveraging historical field inspection datasets. Prior to predictive modeling, the research establishes a foundational framework focused on identifying specific variables that drive tower degradation and analyzing inspection data characteristics across both cross-sectional and time-series domains.

This quantitative study utilizes secondary inspection datasets from PT PLN (Persero) UPT Bogor spanning the 2023–2025 period. The proposed methodological framework merges conventional multi-criteria decision-making—specifically the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the Weighted Scoring Method (WSM)—with Field Correction Factors (FCF) to account for localized environmental stresses. Furthermore, the study introduces a deterministic computational architecture utilizing a Physics-Guided Directed Acyclic Graph (DAG) pipeline. By embedding ISO 9223 and ISO 9224 international physical standards, the pipeline calculates corrosion rates and coating degradation alongside a deterministic confidence scoring mechanism to deliver transparent and traceable HI scores.

The empirical results demonstrate that the proposed computational pipeline successfully identifies 90 towers in the *CRITICAL* category, which were previously underestimated by manual visual assessments. A mean correction delta of +13.10 points, leading to an average final index score of 34.67, proves the model's capacity to isolate severe degradation outliers that evade routine human monitoring. Field validation across five purposively selected sites characterized by extreme environmental variations confirms a 100% alignment between the model's predictions and actual field conditions. This model serves as a strategic decision-making tool for asset managers to prioritize maintenance with high precision, optimize operational expenditures, and enhance the overall reliability of 150 kV overhead transmission lines.

Keywords: Asset Degradation, Asset Reliability, Data-Driven, Health Index, ISO 9223, Physics-Guided DAG, Transmission Tower.