

Keandalan sistem distribusi tenaga listrik, khususnya pada jaringan tegangan menengah di wilayah perkotaan, merupakan aspek penting dalam menjamin kontinuitas pelayanan kepada pelanggan. Penerapan sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) memungkinkan pengoperasian perangkat *switching* secara jarak jauh melalui *Remote Control Switch* (RCS), sehingga dapat mempercepat proses isolasi gangguan dan pemulihan sistem. Namun, keterbatasan investasi menyebabkan tidak semua gardu distribusi dapat dipasang RCS, sehingga diperlukan pendekatan yang mampu menentukan lokasi penempatan secara prioritas dan efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan prioritas lokasi penempatan RCS pada satu penyulang jaringan distribusi 20 kV dengan mempertimbangkan beberapa kriteria, yaitu beban gardu distribusi, jumlah pelanggan, jumlah pelanggan prioritas, serta waktu tempuh menuju gardu. Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) digunakan sebagai pendekatan utama untuk mengubah penilaian subjektif menjadi bobot prioritas yang terukur melalui perbandingan berpasangan dan pengujian konsistensi. Selanjutnya digunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) untuk menentukan peringkat alternatif.

Evaluasi dilakukan dengan mensimulasikan penambahan jumlah RCS secara bertahap serta menganalisis dampaknya terhadap indeks keandalan sistem, yaitu *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI), *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI), *Energy Not Supplied* (ENS), dan *Medium Voltage Outage Duration* (MVOD). Selain itu, dilakukan analisis sensitivitas terhadap perubahan bobot kriteria sebesar $\pm 10\%$ untuk menguji kestabilan hasil perbandingan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penempatan RCS pada lokasi dengan prioritas tertinggi mampu menurunkan nilai SAIDI, SAIFI, ENS, dan MVOD secara signifikan. Jumlah RCS optimal diperoleh pada 5 unit, dengan seluruh indikator keandalan telah memenuhi target dengan peningkatan yang konsisten. Penambahan RCS setelah titik tersebut hanya memberikan peningkatan yang relatif kecil. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa kriteria waktu tempuh memiliki pengaruh paling signifikan terhadap perubahan peringkat, meskipun alternatif terbaik tetap konsisten. Dengan demikian, pendekatan yang digunakan tidak hanya menghasilkan solusi yang optimal secara teknis, tetapi juga robust terhadap variasi preferensi serta mendukung efisiensi operasional sistem distribusi tenaga listrik.

Kata kunci—RCS, SCADA, AHP, SAW, TOPSIS, SAIDI, SAIFI, ENS, MVOD.

ABSTRACT

The reliability of electrical power distribution systems, particularly medium-voltage networks in urban areas, is essential to ensure service continuity for customers. The implementation of Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) systems enables remote operation of switching devices through Remote Control Switches (RCS), thereby improving fault isolation and system restoration processes. However, due to investment constraints, not all distribution substations can be equipped with RCS, requiring a systematic approach to determine optimal placement and installation quantity. This study aims to determine the priority locations and optimal number of RCS installations on a 20 kV distribution feeder by considering multiple criteria, including substation loading, number of customers, number of priority customers, and travel time. The Analytic Hierarchy Process (AHP) is employed to derive the criteria weights, which are then applied in the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) to rank the alternatives, with Simple Additive Weighting (SAW) used as a comparative method. The evaluation is conducted by simulating the incremental addition of RCS units and analyzing their impact on reliability indices, namely System Average Interruption Duration Index (SAIDI), System Average Interruption Frequency Index (SAIFI), Energy Not Supplied (ENS), and Medium Voltage Outage Duration (MVOD). In addition, sensitivity analysis is performed by varying the criteria weights by $\pm 10\%$ to assess the robustness of the ranking results. The results indicate that prioritized RCS placement significantly improves all reliability indices. The optimal number of RCS is identified as five units, at which system performance becomes stable and approaches target conditions. Further addition beyond this point yields only marginal improvements. Sensitivity analysis shows that travel time is the most influential criterion, although the best alternative remains consistent. Therefore, the proposed approach provides an optimal, robust, and operationally efficient solution for distribution system planning.

Keywords—RCS, SCADA, AHP, SAW, TOPSIS, SAIDI, SAIFI, ENS, MVOD.