

## INTISARI

Model perencanaan sistem tenaga listrik yang terintegrasi dengan memperhatikan potensi pembangkitan tersebar telah dikembangkan dalam penelitian ini. Model yang dikembangkan merupakan model dengan bentuk *Mixed Integer Linear Programming* (MILP). Model dianalisis melalui pendekatan fungsi objektif tunggal dan fungsi objektif jamak. Selain itu, model juga diimplementasikan sebagai model perencanaan statis dan dinamis. Algoritma fungsi objektif jamak yang digunakan adalah metode  $\varepsilon$ -constraint yang dikombinasikan dengan *Fuzzy Decision Making*. Sifat intermiten dari sumber energi terbarukan telah diikutsertakan ke dalam model yang dikembangkan. Sifat intermiten dianalisis dengan menggunakan metode kluster *K-Means*. Model dan prosedur yang telah dikembangkan diimplementasikan ke dalam sistem uji Garver 6 Bus dan IEEE 24 Bus.

Dalam implementasi model stasis, perencanaan dengan pendekatan fungsi objektif tunggal menghasilkan penurunan biaya dan emisi berturut-turut sebesar 0,41% dan 3,74% jika pembangkitan tersebar diikutsertakan dengan tingkat penetrasi sebesar 30%. Melalui pendekatan fungsi objektif jamak, biaya perencanaan dapat diturunkan sebesar 8,23% pada tingkat emisi yang sama. Kontribusi utama dalam penelitian ini ditunjukkan melalui implementasi metode kluster *k-means* untuk mengakomodasi sifat intermiten pembangkitan tersebar ke dalam model perencanaan. Dengan pendekatan fungsi objektif jamak yang dikombinasikan dengan metode kluster, biaya perencanaan dapat diturunkan sebesar 7,85%. Perbedaan yang paling menonjol jika dibandingkan dengan hasil melalui pendekatan fungsi objektif jamak tanpa metode kluster adalah teknologi pembangkitan tersebar yang terpilih. Dengan menggunakan metode kluster, perhitungan optimisasi menghasilkan *photovoltaic* (PV) sebagai teknologi pembangkitan tersebar meskipun memiliki biaya investasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *wind turbine* (WT). Implementasi model perencanaan dinamis telah dilakukan dengan pendekatan fungsi objektif jamak dengan dikombinasikan dengan metode kluster. Hasil simulasi perencanaan dinamis dengan pembangkitan tersebar menghasilkan penurunan biaya perencanaan sebesar 7,38% jika dibandingkan dengan perencanaan tanpa pembangkitan tersebar.

## **ABSTRACT**

*Integrated model of electrical power system planning with the consideration of distributed generation potential has been developed in this research. The model developed is a model with Mixed Integer Linear Programming (MILP). Models are analyzed through several approaches, which are single objective functions and multi objective functions. In addition, the model is also implemented as a static and dynamic planning model. The algorithm of the multi objective function used is the  $\epsilon$ -constraint method combined with the Fuzzy Decision Making. The intermittent nature of renewable energy sources has been opted into the developed model. Intermittent properties are analyzed by using the K-Means cluster method. The models and procedures that have been developed are implemented into the Garver 6 Bus and IEEE 24 Bus test System.*

*In the implementation of stasis models, planning with a single objective function approach resulted in cost and emissions reductions of 0.41% and 3.74% respectively if the distributed generation was included with the penetration level of 30%. Through multi-objective approach, planning costs can be lowered by 8.23% at the same emission level. The main contributions in this study are demonstrated through the implementation of the K-means cluster method to accommodate the intermittent properties of the distributed generation into the planning model. With the approach of multi-objective function combined with the cluster method, the planning cost can be lowered by 7.17%. The most prominent difference when compared to results through a multiple objective function approach without a clustered method is a distributed generation technology that is selected. By using the cluster method, the calculation of the optimization generates photovoltaic (PV) as a distributed generation technology even though it has a higher investment cost compared to the wind turbine (WT). Implementation of dynamic planning model has been done with the approach of multi-objective function by combined with the cluster method. Dynamic planning simulation results with distributed generation resulted in a reduction in planning costs of 7.38% when compared to the planning without distributed generation.*