

ABSTRACT

The development of HVDC transmission line utilization is increasing very rapidly nowadays. The capacity of HVDC transmission will reach 27,3 GW in 2024. An accurate determination of the disturbance location is necessary to improve this transmission system reliability. Fault location calculation method using a traveling wave is the most widely used today. It can calculate disturbance location fast and accurate, but this method issue is needs high sampling frequency and high fault resistance cause a reduction to its accuracy. With the improvement in the data analysis process, the methods based on machine learning were introduced. These methods use fault feature data to practice, but it needs large sample data to predict accurately which is caused long training time. The purpose of this research is to develop a new method to calculate fault location that only uses low-frequency sampling data and less training time but still has high accuracy and also not being influenced by high fault resistance.

This research uses the principle of the traveling wave based method especially interferometry type and machine learning based method namely k-Nearest Neighbor or k-NN. The shape of the differential current fault wave in the form of three-point wave peaks and valley are used as the features for fault type classification. Features for prediction of fault location are taken based from interferometry traveling wave method. These features are the differences between the time when the fault occurs measured at both ends of the transmission line. Training data are collected from disturbance that occurs at every distance of 10 km with a sampling frequency of 40 kHz. A Weighted k-NN method is used to classify the disturbance type. The classification result is used as a parameter to predict fault location. Fault location is being predicted by using k-NN regression.

Experiment result shows that the combination of the traveling wave and k-NN method can produce a low error rate. The average value of Root Mean Square of RMSE from experiment result is 2,455 and value of determination coefficient or R^2 is 0,99931. The comparison of this proposed method with others shows that this proposed method can reduce the sampling rate frequency without reducing the accuracy. This proposed method also has an accuracy level which is not affected by fault resistance up to 300 Ω and can reduce training time. This proposed method is expected to be able to assist the operation of the HVDC transmission system in finding fault locations so that it can shorten the repair time.

Keyword – HVDC, transmission, fault location, traveling wave, k-NN.

ABSTRAK

Perkembangan penggunaan transmisi HVDC di dunia meningkat sangat pesat dewasa ini. Sampai dengan tahun 2024 kapasitas terpasang dari transmisi HVDC di seluruh dunia akan mencapai 273,34 GW. Penentuan lokasi gangguan yang akurat sangat perlu untuk meningkatkan kehandalan sistem transmisi ini. Metode kalkulasi lokasi gangguan dengan *traveling wave* adalah metode yang paling banyak dipakai pada masa kini. Metode ini dapat menghitung lokasi gangguan dengan cepat dan akurat namun tantangan metode ini adalah penggunaan frekuensi sampling yang tinggi dan akurasi menurun pada gangguan dengan resistans tinggi. Dengan semakin maju proses analisis data, metode dengan berdasar pada *machine learning* mulai diperkenalkan. Metode ini menggunakan data fitur gangguan untuk pelatihan. Tantangan metode ini adalah diperlukan sampel data yang banyak untuk mendapatkan hasil prediksi yang akurat sehingga memerlukan waktu pelatihan yang lama. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan metode yang dapat menggunakan frekuensi sampling rendah serta pelatihan yang sedikit namun tetap mempunyai tingkat akurasi tinggi dan tidak terpengaruh oleh resistans gangguan yang tinggi di dalam menentukan lokasi gangguan.

Penelitian ini menggunakan prinsip-prinsip dari metode *traveling wave* terutama tipe *interferometry* dan metode *machine learning* yaitu *k-Nearest Neighbor* atau *k-NN*. Bentuk gelombang diferensial arus gangguan yang berupa tiga titik puncak dan lembah gelombang dipergunakan sebagai fitur untuk klasifikasi tipe gangguan. Fitur untuk prediksi lokasi gangguan diambil berdasarkan metode *traveling wave* tipe *interferometry*. Fitur tersebut adalah perbedaan waktu terjadinya gangguan yang diukur pada kedua ujung transmisi. Data pelatihan diperoleh dari gangguan yang terjadi pada setiap jarak 10 km dengan frekuensi sampling 40 kHz. Metode *Weighted k-NN* dipakai untuk mengklasifikasi tipe gangguan. Hasil klasifikasi ini dipergunakan untuk menentukan parameter di dalam prediksi lokasi gangguan. Lokasi gangguan diprediksi dengan menggunakan regresi *k-NN*.

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa gabungan metode *traveling wave* dan *k-NN* ini mampu menghasilkan tingkat eror yang rendah. Nilai *Mean Absolute Error* atau MAE dari hasil pengujian ini adalah sebesar 2,455 dan nilai koefisien determinasi atau R^2 sebesar 0,99931. Perbandingan metode yang diusulkan dengan metode pada penelitian-penelitian lain menunjukkan metode yang diusulkan ini mampu menekan tingkat frekuensi sampling tanpa mengurangi tingkat akurasi. Metode yang diusulkan ini memiliki tingkat akurasi yang tidak terpengaruh oleh nilai resistans gangguan sampai dengan 300 Ω dan dapat mengurangi waktu pelatihan. Oleh karena itu, metode yang diusulkan ini diharapkan dapat membantu operasional sistem transmisi HVDC dalam menemukan lokasi gangguan sehingga dapat mempersingkat waktu perbaikan.

Kata kunci – HVDC, transmisi, lokasi gangguan, *traveling wave*, *k-NN*.