

## INTISARI

Pembangunan sektor energi di Indonesia mengalami perkembangan yang pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan listrik untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Salah satu langkah strategis yang diambil pemerintah adalah mengoptimalkan penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT) sebagai sumber pembangkit listrik. Salah satu teknologi EBT yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM). Namun, integrasi DG berupa PLTM ke dalam sistem distribusi radial akan berdampak pada munculnya beberapa permasalahan baru. Salah satu masalah yang muncul adalah peningkatan arus gangguan signifikan yang berpotensi melampaui *rating* kerja dari peralatan proteksi dan juga merusak koordinasi proteksi yang telah dirancang sebelumnya. Oleh karena itu, upaya dilakukan untuk menanggulangi permasalahan tersebut menggunakan *Fault Current Limiter* (FCL).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh FCL pada sistem distribusi radial yang terkoneksi dengan DG yang meningkatkan magnitude arus gangguan hubung singkat sehingga membawa masalah baru pada *rating* peralatan proteksi dan koordinasi proteksi sebelumnya. Jenis FCL yang digunakan adalah *hybrid* FCL yang mana jenis FCL ini arus gangguan hubung singkat akan terhubung paralel sementara dengan elemen superkonduktor sehingga mengurangi tingkat *burden*-nya. Adapun sifat pengoperasiannya adalah pembatasan di  $\frac{1}{2}$  siklus pertama setelah gangguan terdeteksi. Hal ini dilakukan untuk memastikan arus gangguan yang muncul segera dibatasi untuk mengurangi risiko *interrupting capability* peralatan terlampaui.

Pengujian dilakukan dengan mengujikan *interrupting capability* peralatan dan koordinasi proteksi peralatan pada sistem distribusi radial yang terkoneksi dengan DG berupa mesin sinkron. Berdasarkan perhitungan, didapat nilai impedansi FCL minimum yaitu 1,231  $\Omega$  untuk membatasi arus agar tidak melebihi *rating* peralatan proteksi, tetapi tidak dapat mengembalikan dan berimplikasi buruk pada koordinasi proteksi. Pada skenario FCL 3  $\Omega$ , rerata penurunan arus gangguan sebesar 2,26 kA dengan persentase 20,71%. *Rating* peralatan yang sebelumnya terlampaui telah menurun dan kembali terpenuhi, tetapi relai DG tidak sesuai koordinasi. Pada skenario FCL 5  $\Omega$ , rerata penurunan arus gangguan sebesar 2,82 kA dengan persentase 25,91%. *Rating* peralatan yang sebelumnya terlampaui telah menurun dan kembali terpenuhi. Koordinasi proteksi juga terjaga baik. Pada skenario FCL 7  $\Omega$ , rerata penurunan arus gangguan sebesar 3,15 kA dengan persentase 28,92%. *Rating* peralatan yang sebelumnya terlampaui telah menurun dan kembali terpenuhi, tetapi relai dan *recloser* yang berada jauh dari gangguan bekerja sangat lama. Oleh karena itu, berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, nilai impedansi FCL 5  $\Omega$  adalah yang paling ideal karena memiliki penurunan arus hubung singkat yang cukup, tetapi memiliki implikasi pada koordinasi proteksi yang lebih baik dibandingkan besaran lainnya

Kata kunci : Sistem Distribusi Radial, *Distributed Generation*, Gangguan Hubung Singkat, Koordinasi Proteksi, *Fault Current Limiter*.

## ABSTRACT

*The development of the energy sector in Indonesia has been growing rapidly in line with the increasing demand for electricity to support economic growth and improve public welfare. One of the strategic steps taken by the government is to optimize the use of Renewable Energy (RE) as a source of electricity generation. One of the potential RE technologies to be developed in Indonesia is the Mini Hydro Power Plant (MHPP). However, the integration of Distributed Generation (DG) such as MHPP into the radial distribution system will lead to new problems. One of the issues that arise is the significant increase in fault current, which has the potential to exceed the working rating of protective equipment and disrupt the previously designed protection coordination. Therefore, efforts are being made to address this issue using a Fault Current Limiter (FCL).*

*This study aims to determine the impact of FCL on a radial distribution system connected to DG, which increases the magnitude of short-circuit fault current, thereby causing new issues with the rating of protective equipment and previous protection coordination. The type of FCL used is a hybrid FCL, which operates by connecting the short-circuit fault current in parallel with a superconducting element to reduce its burden. Its operational characteristic is to limit the current in the first half cycle after the fault is detected. This is done to ensure that the fault current is immediately limited to reduce the risk of exceeding the interrupting capability of the equipment.*

*The testing was conducted by examining the interrupting capability of the equipment and the protection coordination in a radial distribution system connected to DG in the form of a synchronous machine. Based on the calculations, the minimum FCL impedance value is  $1.231 \Omega$  to limit the current so that it does not exceed the rating of the protective equipment, but it cannot restore and has a negative impact on protection coordination. In the scenario of FCL  $3 \Omega$ , the average fault current reduction is 2.26 kA with a percentage of 20.71%. The previously exceeded equipment rating has decreased and is met again, but the DG relay does not match the coordination. In the scenario of FCL  $5 \Omega$ , the average fault current reduction is 2.82 kA with a percentage of 25.91%. The previously exceeded equipment rating has decreased and is met again. Protection coordination is also well maintained. In the scenario of FCL  $7 \Omega$ , the average fault current reduction is 3.15 kA with a percentage of 28.92%. The previously exceeded equipment rating has decreased and is met again, but the relay and recloser far from the fault operate very slowly. Therefore, based on the tests conducted, the FCL impedance value of  $5 \Omega$  is the most ideal because it has a sufficient short-circuit current reduction but has better implications for protection coordination compared to other values.*

**Keywords :** Radial Distribution System, Distributed Generation, Fault Current, Protection Coordination, Fault Current Limiter.