

SIMULASI SKEMA PELEPASAN BEBAN MENGGUNAKAN *UNDER FREQUENCY RELAY* (UFR) PADA GARDU INDUK BERBASIS DIGSILENT POWERFACTORY

ABSTRAK

Kestabilan frekuensi merupakan salah satu indikator utama keandalan sistem tenaga listrik. Gangguan seperti hilangnya daya pembangkitan dapat menyebabkan penurunan frekuensi yang cepat dan berpotensi menimbulkan *blackout* jika tidak segera diatasi. Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengantisipasi kondisi tersebut adalah pelepasan beban otomatis menggunakan *Under Frequency Relay* (UFR). Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas skema pelepasan beban berbasis UFR dalam menjaga kestabilan frekuensi sistem di Gardu Induk Arun. Metode penelitian menggunakan pemodelan dan simulasi dinamis pada perangkat lunak DIgSILENT PowerFactory. Model sistem Gardu Induk dibangun berdasarkan data teknis aktual, mencakup parameter pembangkit, jaringan, dan beban. Simulasi dilakukan dengan memodelkan skenario kehilangan daya pembangkitan secara tiba-tiba (*loss of generation*) dan membandingkan dua kondisi, yaitu tanpa UFR dan dengan penerapan UFR. Untuk skema UFR, dilakukan pengaturan frekuensi pemicu, waktu tunda, dan tahapan pelepasan beban guna mendapatkan setting yang optimal. Data hasil simulasi dianalisis melalui profil frekuensi, waktu pemulihan, dan jumlah beban yang dilepas. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tanpa UFR, kehilangan daya pembangkitan sebesar 48,421 MW menyebabkan frekuensi turun di bawah 42 Hz dalam waktu kurang dari 16 detik, sehingga sistem *collapse*. Dengan penerapan UFR, pelepasan beban dua tahap sebesar 27,6 MW pada 49,7 Hz dan 28,4 MW pada 49,3 Hz mampu menghentikan penurunan frekuensi dan memulihkannya ke 50,12 Hz dalam waktu sekitar 3 detik setelah tahap kedua. Skema ini efektif menjaga frekuensi dalam batas aman sesuai standar ANSI/IEEE C37.106-2003, mencegah *blackout*, dan mempertahankan suplai ke beban prioritas.

Kata kunci: *under frequency relay*, *pelepasan beban*, *kestabilan frekuensi*, *DIgSILENT PowerFactory*, *gardu induk*.

SIMULATION STUDY OF LOAD SHEDDING SCHEME UTILIZING UNDER FREQUENCY RELAY (UFR) AT AN ELECTRICAL SUBSTATION USING DIGSILENT POWERFACTORY

ABSTRACT

Frequency stability is one of the main indicators of the reliability of a power system. Disturbances such as loss of generation can cause a rapid frequency decline and potentially lead to a blackout if not addressed promptly. One common method to mitigate such conditions is automatic load shedding using an Under Frequency Relay (UFR). This study aims to evaluate the effectiveness of a UFR-based load shedding scheme in maintaining system frequency stability at the Arun Substation. The research method involves dynamic modeling and simulation using DIgSILENT PowerFactory. The substation model was built based on actual technical data, including generator, network, and load parameters. Simulations were carried out by modeling sudden loss of generation scenarios and comparing two conditions: without UFR and with UFR implementation. For the UFR scheme, frequency set points, time delays, and load shedding stages were configured to obtain optimal settings. Simulation results were analyzed based on frequency profiles, recovery time, and the amount of load shed. The results show that without UFR, a generation loss of 48.421 MW causes the system frequency to drop below 42 Hz in less than 16 seconds, resulting in system collapse. With UFR, a two-stage load shedding of 27.6 MW at 49.7 Hz and 28.4 MW at 49.3 Hz successfully halted the frequency decline and restored it to 50.12 Hz within approximately 3 seconds after the second stage. This scheme effectively maintained the frequency within the safe range according to ANSI/IEEE C37.106-2003 standards, prevented blackout, and preserved supply to priority loads.

Keywords: *under frequency relay, load shedding, frequency stability, DIgSILENT PowerFactory, electrical substation.*