

INTISARI

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan melakukan perbaikan keandalan subsistem tenaga listrik 150 kV *region* III Jawa Tengah dan DIY dengan: (1) Melakukan studi pengaruh gangguan kontingensi (N-1) terhadap perubahan arus dan tegangan pada sistem; (2) Melakukan inventarisasi elemen-elemen sistem (saluran transmisi dan bus) yang lemah; (3) Menentukan upaya yang dilakukan untuk mengatasi kelemahan elemen sistem dalam rangka perbaikan tingkat keandalan sistem.

Obyek penelitian ini adalah jaringan subsistem tenaga listrik 150 kV *region* III Jawa Tengah dan DIY dengan 68 bus dan 138 saluran transmisi. Pengambilan data penelitian ini berlangsung dari bulan Oktober 2005 hingga Januari 2006. Data penelitian yang berupa konfigurasi jaringan, data parameter sistem, dan data operasi diperoleh dari PT. PLN (Persero) Unit Pengatur Beban Ungaran Jawa Tengah. Teknik analisis data menggunakan analisis aliran daya dengan metode *Newton-Raphson* dengan bantuan program aplikasi ETAP versi 4.0. Analisis aliran daya diterapkan pada sistem dalam keadaan normal, dan keadaan kontingensi. Kontingensi (N-1) yang dipilih adalah lepasnya satu saluran transmisi Weleri-Batang dan satu saluran transmisi Sayung-Kudus. Pemilihan kontingensi dipilih berdasarkan pada kondisi pembebanan saluran diatas 50% dan kriteria (N-1) tidak terpenuhi. Kriteria keandalan menggunakan indeks keandalan keamanan N-1.

Hasil Penelitian ini menyimpulkan bahwa:

1. Subsistem tenaga listrik 150 kV *region* III Jawa Tengah dan DIY dalam keadaan kontingensi menyebabkan terjadinya perubahan tegangan pada bus dan arus pada saluran transmisi. Kontingensi 1 dengan lepasnya satu saluran transmisi Weleri-Batang menyebabkan penurunan tegangan yang melanggar batas bawah operasi yang ditetapkan sebesar 135 kV pada bus Batang, Pekalongan, Pemalang, Kebasen 1, dan Bumiayu 1. Kontingensi 2 dengan lepasnya satu saluran transmisi Sayung-Kudus menyebabkan penurunan tegangan yang melanggar batas bawah operasi pada bus Cepu, Blora, Rembang, Pati, Jepara, dan Tanjungjati. Perubahan arus pada saluran transmisi akibat kontingensi 1 dan 2 tidak menyebabkan pembebanan lebih.
2. Kelemahan dari subsistem tenaga listrik 150 kV *region* III Jawa Tengah dan DIY dapat diidentifikasi sebagai berikut: (1) Terdapat beberapa saluran transmisi yang pembebanannya kritis diatas 50%, yaitu saluran Krapyak-Randugarut, Randugarut-Kaliwungu, Kaliwungu-Weleri, Weleri-Batang, dan Batang-Pekalongan, saluran transmisi tersebut terhubung secara radial; (2) Terdapat beberapa bus yang melanggar batas bawah operasi saat terjadi kontingensi 1 dan 2, yaitu bus: Batang, Pekalongan, Pemalang, Kebasen 1, Bumiayu 1, Cepu, Blora, Rembang, Pati, Jepara dan Tanjungjati.
3. Upaya yang dilakukan untuk memperbaiki keandalan dan mengatasi kelemahan sistem adalah dengan (1) menambah instalasi saluran transmisi baru Ungaran-Weleri, Krapyak-Weleri yang memotong Ungaran-Krapyak, dan Weleri-Pekalongan, serta (2) menambah pemasangan satu unit kapasitor sebesar 25 MVAR di bus Kudus. Perbaikan sistem dinyatakan efektif karena kriteria keandalan keamanan N-1 terpenuhi dan dapat menurunkan pembebanan saluran transmisi yang kritis dan meningkatkan tegangan bus yang melewati batas bawah operasi.

Kata kunci: keandalan, keamanan N-1, sistem tenaga listrik, kontingensi, aliran daya, ETAP

ABSTRACT

The aims of this research were to evaluate and to enhance the reliability of the 150 kV electric power subsystem of region III of Central Java and Yogyakarta Special Province (YSP) with: (1) doing study of the influence of contingency N-1 to current and voltage changes of the system, (2) taking inventory of weak elements of the system (transmission line and bus), and (3) deciding the efforts to overcome the weak elements of the system in order to system reliability enhancement.

This research object was the network of the 150 kV electric power subsystem of region III of Central Java and YSP with 68 buses and 138 transmission lines. The data of this research were the network configuration, parameter of system, and operation data which were taken from Ungaran load control unit of Central Java PT PLN from October 2005 until January 2006. The data were analyzed with Newton-Raphson power flow analysis using ETAP software applied to both normal and contingency (N-1) conditions. The selected contingency (N-1) were the outage of one line of Weleri-Batang and Sayung-Kudus transmission lines. The contingency selection were based on the condition where the line loading over 50% and the security N-1 criteria was not satisfied. The indices of security (N-1) was used as the criteria of the system reliability.

The results of this research were:

1. The 150 kV electric power subsystem of region III of Central Java and YSP in a contingency condition with the outage of one transmission line caused the voltage changes of some buses and current changes of some transmission lines of the system. The contingency 1 with the outage of one transmission line of Weleri-Batang caused voltage drop that violeted the bottom-limit of operation voltage (<135 kV) at buses of Batang, Pekalongan, Pemalang, Kebasen 1, and Bumiayu 1. The contingency 2 with the outage of one transmission line of Sayung-Kudus caused voltage drop that violeted the bottom-limit of operation voltage (<135 kV) at buses of Cepu, Blora, Rembang, Pati, Jepara, and Tanjungjati. Current changes of transmission line caused by the contingency 1 and 2 didn't cause overload of the system.
2. The weaknesses of the 150 kV electric power subsystem of region III of Central Java and YSP could be identified as follow: (1) There were some transmission lines that had critical loading over 50%, which were: lines of Krapyak-Randugarut, Randugarut-Kaliwungu, Kaliwungu-Weleri, Weleri-Batang, and Batang-Pekalongan; (2) There were some buses that violeted the bottom-limit of operation voltage (<135 kV) when the contingency 1 and 2 occured, which were: buses of Batang, Pekalongan, Pemalang, Kebasen 1, Bumiayu 1, Cepu, Blora, Rembang, Pati, Jepara, and Tanjungjati.
3. The efforts to enhance the reliability and overcome the weaknesses of the system could be done through: (1) adding the new installation of transmission lines between Ungaran-Weleri and Krapyak-Weleri while cutting Ungaran-Krapyak, and Weleri-Pekalongan; (2) adding the installation a unit of 25 MVAR capacitor at Kudus bus. The reliability enhancement was effective because the criteria of security (N-1) was satisfied and able to decrease critical loading of some transmission lines and to increase the bus voltage that violeted the bottom-limit of operation.

Key words: reliability, security N-1, electric power system, contingency, load flow, ETAP