

REKONFIGURASI SISTEM DISTRIBUSI UNTUK MENGATASI BEBAN LEBIH DAN MEMINIMALKAN RUGI-RUGI PADA JARING DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE HEURISTIK ALGORITMA

Abrar Tanjung, Ontosenno Penangsang, Adi Suprijanto
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 60111
e-mail: abrar_unilak@yahoo.com

ABSTRAKSI

Konfigurasi jaring dalam sistem distribusi dilakukan dengan mengubah saklar percabangan (*sectionalizing switches*), dan pada umumnya digunakan untuk mengatasi beban lebih (*over load*) dan meminimalkan rugi-rugi daya dalam sistem distribusi. Bentuk konfigurasi jaring distribusi radial masing-masing feeder berbeda pada tingkat beban, sehingga mengakibatkan terjadinya beban lebih. Konfigurasi optimal dapat dilakukan dengan cara melakukan pemindahan saklar percabangan pada feeder sistem distribusi.

Menyusun ulang konfigurasi jaring distribusi dapat mengatasi beban lebih dan mengurangi rugi-rugi daya pada sistem distribusi dengan menganalisis menggunakan perhitungan Aliran Daya Fast Decoupled dan metode Heuristik Algoritma.

Kata kunci: Rekonfigurasi, Aliran Daya, Heuristik

1. PENDAHULUAN

Dalam sistem distribusi utama, saklar percabangan (*sectionalizing switch*) digunakan untuk dua perlindungan, untuk mengisolasi suatu kesalahan, manajemen bentuk konfigurasi, dan untuk mengatur kembali jaring. Sistem Distribusi secara aktivitas dioperasikan secara jaring radial, bagaimanapun bentuk konfigurasi mengubah status beberapa yang saklar percabangan. Terutama pengenalan kemampuan pengendali jarak saklar, manajemen bentuk konfigurasi on-line menjadi suatu bagian penting distribusi yang otomatis.

Masalah yang terpenting dalam manajemen pengoperasian bentuk konfigurasi adalah bentuk pengaturan ulang jaring. Pada kondisi operasi yang berubah-ubah, pengaturan ulang konfigurasi jaring dilakukan adalah untuk dua tujuan:

- (i) untuk mengurangi rugi-rugi daya sistem,
- (ii) untuk membebaskan beban terlalu berat dalam jaring (*over load*).

Dalam sistem daya listrik, kebanyakan dari kerugian energi listrik terjadi dalam sistem distribusi yang mengakibatkan sistem menjadi lebih mahal, tidak dapat diandalkan, dan lebih merugikan.

Sasaran analisa adalah untuk menguraikan secara singkat dan mengesahkan suatu metodologi untuk mengoptimalkan operasi jaring distribusi, sehingga beban di bawah rugi-rugi daya minimum.

Untuk membantu pencarian itu, pendekatan metoda aliran daya dengan bermacam-macam tingkat ketelitian telah dikembangkan. Metoda perhitungan yang digunakan untuk mengatasi beban lebih (*over Load*) dan meminimalkan rugi-rugi daya pada sistem distribusi dapat dilakukan dengan menggunakan metoda Power and Energy Load Flow.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Belakangan ini telah dilakukan beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk menurunkan rugi-rugi dan keseimbangan beban feeder sistem distribusi:

- a. **Mesut E Baran et al;** Meneliti tentang penyusunan kembali jaring distribusi untuk mengurangi kerugian, hasil yang dicapai dengan melibatkan pencarian relevan bentuk radial. Untuk membantu pencarian tersebut dengan dua pendekatan metoda arus daya dengan bermacam-macam tingkat keseksamaan yang dikembangkan dan keseimbangan beban. [1]
- b. **Qin Zhou et al;** menjelaskan tentang rekonfigurasi dua feeder distribusi untuk perbaikan pelayanan dan keseimbangan suatu operasi pada waktu yang pasti. Metodologi yang dikembangkan berkombinasi teknik optimisasi dengan aturan heuristik dan logika tidak jelas untuk efisiensi dan pencapaian sempurna. [2]
- c. **Rubin Taleski et al;** menjelaskan tentang teknik dasar dan algoritma rekonfigurasi jaring distribusi untuk penurunan rugi-rugi energi. Untuk menganalisis jaringan radial berdasarkan orientasi permintaan, melakukan metoda tambahan aliran daya, penyajian variasi beban yang statistik dan metoda energi tambahan yang dikembangkan untuk menghitung rugi-rugi energi [3]
- d. **T.P Wagner et al;** menjelaskan rekonfigurasi feeder untuk menurunkan rugi-rugi ; aplikasi distribusi otomatis yang dapat mengakibatkan biaya substansial yang digunakan, bentuk penyusunan ulang konfigurasi feeder. Suatu metoda program yang linier digunakan untuk teknik transportasi dan metoda pencarian Heuristic yang dikembangkan berdasarkan analisis pada arus beban optimal. [4]

- e. **Debapriya Das**, menjelaskan rekonfigurasi jaring sistem distribusi menggunakan metoda Fuzzy dengan membahas tentang pengaturan empat objek; meminimalkan rugi-rugi, tegangan simpul, masalah arus cabang, dan keseimbangan beban feeder. Sasarannya adalah pada biaya pemasangan, biaya rugi-rugi energi dan indeks kegagalan sistem. Solutions Pareto-optimal yang benar ditemukan dengan suatu multiobjective genetic algorithm yang menggunakan suatu rencana variabel yang efisien dan beberapa masalah khusus mutasi dan operasi kawin silang [5]
- f. **Robert P. Broadwater**, menjelaskan tentang Analisis beban yang berubah-ubah untuk mengurangi kerugian melalui penyusunan kembali sistem distribusi. Suatu rekonfigurasi sistem distribusi listrik dapat mengurangi rugi-rugi sistem distribusi yang terdiri dari kelompok rangkaian radial yang saling behubungan. Konfigurasi mereka mungkin bervariasi dengan saklar operasi secara manual atau otomatis untuk memindahkan beban di antara sirkit, idealnya, sistem konfigurasi menghasilkan rugi-rugi yang minimum. [6]

3. SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI

Dalam strategi rekonfigurasi sistem distribusi bersifat radial, yaitu masing beban dilayani oleh satu sumber dan beban-beban ditetapkan modelnya pada nilai puncak serta pada jaringan tersebut terdapat saklar-saklar yang statusnya bisa dibuka dan ditutup. Tujuan dari strategi ini adalah untuk menghilangkan beban lebih pada trafo dengan menentukan status terbuka atau tertutupnya saklar tersebut. Begitu pula secara bersama-sama mengurangi kerugian yang ada pada jaringan.

Masalah beban lebih pada trafo adalah apabila penyulang yang terhubung dengan trafo distribusi yang membawa suatu total kVA lebih besar dari kapasitas nominal trafo yang diizinkan. Kelebihan beban ini akan ditransfer ke trafo lain dengan rekonfigurasi yaitu pelepasan saklar-saklar dan begitu juga setelah total kVA yang dibawa penyulang dikurangi dan beban lebih teratasi, maka masalah tersebut dianggap telah teratasi.

Dalam strategi rekonfigurasi jaring distribusi ada beberapa aturan-aturan untuk mendapatkan konfigurasi baru yang bisa mengatasi masalah beban lebih trafo. Adapun aturan-aturan tersebut adalah:

1. mengetahui kapasitas trafo
2. menghitung total beban yang dibawa penyulang.
3. jika penyulang beban lebih (over load), yaitu total beban yang dibawa lebih besar dari kapasitas penyulang, jika ya, maka perlu dilakukan rekonfigurasi.
4. rekonfigurasi dilakukan dengan pelepasan saklar-saklar secara Heuristik.

5. pelepasan saklar dilakukan dari arus yang terkecil.
6. jika poin nomor 5 tidak bisa menyelesaikan masalah, maka dilakukan pelepasan saklar berikutnya dimana arusnya lebih besar dari nomor 5 dan begitu seterusnya sampai mendapatkan kondisi beban kembali normal tidak beban lebih (over load)

4. MODEL MATEMATIKA

Aliran daya dalam suatu jaring distribusi radial dapat diuraikan oleh satu pengulangan persamaan, disebut Distflow Persamaan Pencabangan, menggunakan daya nyata, reaktif, dan mengirimkan tegangan yang besar pada akhir percabangan - P_i , Q_i , V_i . Karenanya, jika P_0 , Q_0 , V_0 pertama jaring dikenal atau diperkirakan, kemudian jumlah yang sama dapat dihitung dengan menerapkan persamaan cabang di atas.

$$P_{i+1} = P_i - r_i \frac{P_i^2 + Q_i^2}{V_i} - P_{iL+1} \dots \dots \dots (3.1)$$

$$Q_{i+1} = Q_i - x_i \frac{P_i^2 + Q_i^2}{V_i} - Q_{iL+1} \dots \dots \dots (3.2)$$

$$V_{i+1}^2 = V_i^2 - 2(r_i P_i + x_i Q_i)(r_i^2 + x_i^2) \frac{P_i^2 + Q_i^2}{V_i^2} \dots \dots (3.3)$$

catatan, $P_i' = P_i + P_{Li}$, $Q_i' = Q_i + Q_{Li}$

Meminimalkan rugi-rugi

Sasarannya adalah untuk meminimalkan rugi-rugi total $i^2 r$ dalam sistem, yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$LP = \sum_{i=0}^{n-1} r_i \frac{P_i^2 + Q_i^2}{V_i^2} \quad p.u \dots (3.4)$$

Mengatasi beban lebih

Menggunakan perbandingan daya kompleks pada cabang pengirim, S_i diatas kapasitas kVAny, S_i^{\max} sebagai ukuran berapa banyak yang cabang terisi. Pencabangan bisa merupakan suatu trafo, suatu tie-line dengan suatu saklar pencabangan atau hanya satu baris bagian. Kemudian menggambarkan index keseimbangan beban untuk keseluruhan sistem sebagai penjumlahan.

$$C_b = \sum \left(\frac{S_i}{S_i^{\max}} \right)^2 = \sum \frac{P_i^2 + Q_i^2}{S_i^{\max}^2} \dots \dots (3.5)$$

5. METODE HEURISTIK ALGORITMA

Heuristik merupakan suatu teknik atau metode untuk menentukan hasil yang paling baik atau mendekati baik dengan waktu perhitungan lebih pendek/cepat. Hal ini karena Heuristik mempunyai aturan (*rules*) yang mudah dan cepat sehingga dapat

mengurangi alternatif pencarian (*reduction of the search space*).

Heuristik dalam Sistem Algoritma

Pada dasarnya algoritma sering digunakan sebagai alat untuk mempermudah pemecahan suatu masalah yang dinyatakan dalam bentuk matematis. Sedangkan Heuristik adalah sekumpulan algoritma-algoritma, sehingga mempunyai aturan-aturan (*rule-rule*) yang jelas. Apabila tidak diperoleh suatu metode yang efisien dan hasil yang baik pada suatu permasalahan, maka perlu strategi yang perlu dipertimbangkan:

1. mencari algoritma yang efisien
2. menunjukkan bahwa kasus khusus dari masalah yang diperhatikan dan menemukan algoritma yang efisien.
3. melonggarkan beberapa pembatas dan mengembangkan algoritma masalahnya.
4. merancang algoritma yang bekerja secara cepat pada banyak masalah yang dihadapi.

Beban Yang Bervariasi

Pada umumnya variasi beban tahunan tidak diketahui pada setiap penyulang distribusi. Pengukuran terhadap variasi beban hanya dilakukan pada lokasi-lokasi yang dipilih, sehingga mendapatkan profil beban selama setahun mengalami kesulitan. Untuk itu suatu profil beban tertentu dipilih untuk menggambarkan pola beban tahunan.

Pembahasan profil beban terbagi atas tiga bagian yang mempunyai kondisi beban yang bervariasi (beban puncak, beban normal dan beban rendah). Sedangkan profil beban dibagi atas tiga bagian pula yaitu profil beban efektif, profil beban hari akhir pekan dan profil beban hari libur.

6. KESIMPULAN

- a. Untuk mengatasi kondisi jaringan dalam kondisi beban lebih atau tidak dapat dilakukan dengan menggunakan analisis aliran daya metode topologi.
- b. Kondisi jaringan dilakukan dengan mengatur saklar secara Heuristik Algoritma, dengan pelepasan saklar dimulai dari arus yang paling kecil.
- c. Dengan melakukan rekonfigurasi beberapa kali, maka kondisi beban lebih dapat diatasi dan rugi-rugi dapat diminimalkan.
- d. Apabila tidak dilakukan rekonfigurasi akibat beban lebih pada jaringan, maka akan dapat mengakibatkan kerugian dari pihak PLN maupun konsumen/pelanggan

PUSTAKA

- [1] Mesut E Baran, Felix F Wu, *Network Reconfiguration in Distribution Systems for Loss Reduction and Load Balancing*, IEEE

Transactions On Power Delivery, Vol. 4, No. 2, April 1989.

- [2] Qin Zhou, Darius Shirmohammadi, W.H. Edwin Liu, *Distribution Feeder Reconfiguration For Service Restoration and Load Balancing*, IEEE Transactions On Power Delivery, Vol. 12, No. 2, May 1997.
- [3] Taleski, Dragoslav Rajicic, *Distribution Network Reconfiguration For Energy Loss Reduction*, IEEE Transactions On Power Delivery, Vol. 12, No. 1, Februari 1997.
- [4] Wagner, A.Y. Chikani, R. Hackman, Fellow, *Feeder Reconfiguration For Loss Reduction: An Application of Distribution Automation*, IEEE Transactions On Power Delivery, Vol. 6, No. 4, October 2001.
- [5] Debrapiya Das, *A Fuzzy Multiobjective Approach for Network Reconfiguration of Distribution Systems*, IEEE Tran On Power Delivey, Vol. 21, No. 1, Jan 2006
- [6] Robert P. Broadwater, Asif H.Khan, Hesham E. Shalaan, Robert E.Lee, *Time Varying Load Analisis to Reduce Distribution Losses Through Reconfiguration*, IEEE Transactions On Power Delivery, Vol. 8, No. 1, januari 1993.