

## RINGKASAN

Sistem tenaga listrik merupakan domain dimana kejahatan dapat terjadi dalam bentuk penyambungan beban listrik secara ilegal atau dapat dikatakan sebagai pencurian daya listrik. Pencurian daya listrik merupakan persoalan yang menimbulkan kerugian besar bagi PLN. Salah satu upaya pencegahan praktek pencurian daya listrik adalah ditegakkannya peraturan perundang-undangan yang mampu menjerat pelaku pencurian daya listrik agar menimbulkan efek jera bagi yang bersangkutan. Meskipun demikian peraturan perundangan yang diberlakukan juga harus menjamin rasa keadilan. Hal ini perlu ditekankan terutama terkait dengan pelaku dan modus operandinya yang sangat beragam serta dampak yang ditimbulkannya terhadap sistem tenaga listrik juga tergantung pada skala daya yang dicuri.

Persoalannya kemudian adalah perumusan pasal-pasal yang mengatur tindak pidana pencurian khususnya pencurian aliran listrik tidak didapati secara spesifik dan rinci dalam KUHP, kecuali hanya secara umum terhadap delik pencuriannya saja, dan dirasakan telah ketinggalan jaman dan tidak cocok dengan aspirasi/perkembangan kesadaran hukum dalam masyarakat. Hal ini terutama disebabkan KUHP merupakan warisan jaman Kolonial-Belanda.

Unsur-unsur pencurian dalam pasal 362 KUHP yaitu mengambil barang: kepunyaan orang lain; dengan maksud memilikinya; secara melawan hukum dalam hal ini, dengan menggunakan penafsiran analogi maka memakai daya listrik secara ilegal dapat dikategorikan sebagai pencurian. Dalam perspektif hukum pidana, persolan pencurian daya listrik didekati menggunakan penafsiran analogi daya listrik sebagai substansi fisik, konsep merugikan pihak lain, serta konsep perlawanan terhadap hukum.

Keterlibatan kebijakan hukum pidana pada tahap formulatif dalam kasus pencurian daya listrik amat penting, karena tahap tersebut merupakan proses pembuatan perundang-undangan hukum pidana yang merupakan hal prinsip dalam sistem peradilan pidana. Aliran listrik dapat ditafsirkan secara ekstensif yang menurut fenomena fisika, daya listrik merupakan substansi fisika yang dapat diketahui fenomenanya, terukur serta dapat dimanfaatkan dalam kehidupan. Pada sisi

lain, daya listrik perlu diproduksi dan disalurkan kepada konsumen. Produksi tersebut menggunakan peralatan-peralatan yang membutuhkan biaya investasi dan operasional yang besar, sehingga penggunaannya secara ilegal akan merugikan pihak pengelola daya listrik.

Upaya hukum sebagaimana diuraikan di atas betapapun hanya dapat dilakukan ketika praktek pencurian dapat ditemukan dan pelakunya dapat ditangkap. Dengan demikian, upaya menemukan praktek pencurian daya listrik berikut pelakunya merupakan prasyarat agar proses hukum dapat dilakukan. Persoalannya kemudian adalah hal tersebut sulit dilakukan mengingat jaringan sistem kelistrikan yang mencakup areal yang sangat luas.

Upaya yang sejauh ini dilakukan adalah dengan melakukan penyisiran daerah yang dicurigai terjadi pencurian. Upaya ini selain membutuhkan dana yang besar, efektifitas dari kegiatan ini juga diragukan karena luasnya area jaringan sistem kelistrikan. Pencurian pada gilirannya akan tetap terjadi karena tidak dimungkinkannya melakukan pemeriksaan dan pengawasan di seluruh area sistem kelistrikan, baik karena terbatasnya jumlah petugas maupun karena besarnya dana yang dibutuhkan untuk melaksanakan pemeriksaan secara rutin.

Informasi tentang indikasi lokasi pencurian akan sangat membantu dalam menentukan prioritas daerah pemeriksaan. Pencurian daya dapat dipandang sebagai penambahan beban secara ilegal terhadap sistem kelistrikan. Hal ini pada gilirannya akan memberikan pengaruh kepada kondisi operasi sistem dan merubah parameter operasional sistem, misalnya perubahan nilai tegangan dan frekuensi. Perubahan parameter ini dapat digunakan untuk memperkirakan lokasi pencurian, sehingga indikasi pencurian daya listrik berikut lokasinya dapat dilacak. Karena hubungan antara penambahan beban dengan parameter operasional sistem sangat tidak linear (*highly nonlinear*), maka penggunaan metode pelacakan konvensional tidak efektif.

Perhitungan aliran beban merupakan perhitungan yang memberikan pemetaan relasional antara parameter operasional sistem tenaga listrik atas komponen-komponen yang terpasang. Perhitungan aliran beban dilakukan mula-mula dengan memodelkan sistem tenaga listrik ke dalam persamaan matematis dan kemudian meng-konstruksikannya sebagai persamaan matriks. Penyelesaian persamaan matriks tersebut pada umumnya menggunakan metode matematis lanjut

yang melibatkan metode iteratif, karena persamaan titik pada setiap bus tidak dapat secara langsung dipecahkan karena vector arus-nya tidak diketahui. Metode iteratif untuk perhitungan aliran beban dilakukan dengan memberikan asumsi awal nilai tegangan tiap bus yang kemudian di-update secara iteratif. Terdapat berbagai metode untuk penyelesaian persoalan aliran beban, diantaranya adalah Newton Raphson, Gauss Seidel dan *Fast Decouple*.

Metode Gauss-Seidel meng-*update* nilai tegangan secara rekursif sehingga jika ada penambahan bus sistem, perhitungan harus kembali dilakukan dari awal. Metode Newton Raphson melakukan *update* tegangan secara simultan sehingga lebih cepat konvergen dibandingkan metode Gauss Seidel, tetapi memiliki beban komputasi yang tinggi. Untuk mengurangi beban komputasi metode Newton-Raphson, kopling antara komponen-komponen matriks yang tidak signifikan mempengaruhi ketelitian dapat dihilangkan pada metode *decoupled power flow*.

Dalam penelitian ini metode Newton Raphson digunakan untuk perhitungan aliran beban. Metode Newton-Raphson diketahui cukup presisi dalam analisis aliran beban, meskipun beban komputasi metode ini cukup berat karena harus melibatkan matriks *Jacobian* dengan dimensi yang cukup besar. Implementasi metode tersebut pada perhitungan aliran beban dilakukan dengan menggunakan pemrograman komputer dengan bahasa pemrograman Matlab.

Metode Newton-Raphson telah diimplementasikan dalam sistem IEEE 18 bus dan berdasarkan hasil patok uji terhadap hasil perhitungan program paket standar, hasil perhitungan dari program yang dikembangkan sangat akurat. Program yang dikembangkan dengan metode Newton Raphson juga telah diimplementasikan pada sistem besar dengan kemampuan konvergensi yang baik serta hasil yang cukup akurat. Alasan utama dikembangkannya program komputer tersebut adalah untuk memberikan kemungkinan interaktif antara program aliran beban dengan program lainnya memanfaatkan program aliran beban sebagai *sub routine*. Pada tahun kedua penelitian ini, program algoritma genetika dikembangkan untuk menyelesaikan persamaan tak linier tinggi. Algoritma mula-mula dikonstruksi untuk menyelesaikan persoalan optimisasi sederhana. Implementasi pada sistem yang lebih rumit kemudian dilakukan untuk menguji keandalan dari algoritma yang dibangun. Hasil-hasilnya kemudian dianalisis untuk melihat akurasi dan ketelitian algoritma.