

Perhitungan Biaya Sewa Jaringan Distribusi pada *Renewable Portfolio Standard* Menggunakan Metode *MVA-KM*

Taufiq Indraputra Suharjono¹, Sasongko Pramono Hadi², Yusuf Susilo Wijoyo³

Abstract— The main problem of the implementation of Renewable Portfolio Standard (RPS) is due to its location away from the consumer. One solution to these problems is the implementation of the Pemanfaatan Bersama Jaringan Distribusi (PBJD). This study aims to analyze the economic aspects of the use of PBJD in the application of the RPS, the determination of the transmission cost. The cost allocation methods used in this paper are *MVA-KM* method and Unused Transmission Capacity method with Absolute, Reverse and Dominant approach.

Intisari— Permasalahan utama yang muncul dalam implementasi *Renewable Portfolio Standard* (RPS) adalah lokasi pembangkit listrik energi terbarukan yang jauh dari konsumen. Salah satu solusi permasalahan tersebut adalah penerapan Pemanfaatan Bersama Jaringan Distribusi (PBJD). Makalah ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan PBJD dalam penerapan RPS dari aspek ekonomis, yaitu penentuan biaya sewa jaringan transmisi. Metode penentuan biaya sewa jaringan yang digunakan adalah metode *MVA-KM* dan *Unused Transmission Capacity* dengan pendekatan *Absolute*, *Reverse* dan *Dominant*.

Kata Kunci— *Renewable Portfolio Standard* (RPS), Energi Baru dan Terbarukan, Pemanfaatan Bersama Jaringan Distribusi (PBJD), Metode *MVA-KM*.

I. PENDAHULUAN

Renewable Portfolio Standard (RPS) merupakan suatu kebijakan pemerintah dalam rangka mendorong konsumen listrik untuk menggunakan energi baru dan terbarukan untuk penyediaan tenaga listrik dengan nilai presentase tertentu dari total kebutuhan tenaga listriknya. Kebijakan tersebut mencuat sebagai suatu upaya untuk menjaga ketersediaan energi fosil, dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Namun letak sumber energi baru terbarukan dan letak konsumen listrik yang berjauhan menjadi kendala dalam implementasi kebijakan RPS tersebut. Salah satu solusi permasalahan tersebut adalah melalui penerapan Pemakaian Bersama Jaringan Distribusi (PBJD). PBJD merupakan penggunaan bersama jaringan distribusi untuk mengirimkan daya listrik dari dan ke entitas lain [1]. Untuk mengimplementasikan mekanisme PBJD ini

perlu dilakukan tinjauan dari aspek teknis seperti kondisi jaringan *existing* maupun aspek ekonomis seperti biaya sewa jaringan transmisi. Dari aspek teknis, implementasi PBJD perlu memperhatikan parameter-parameter jaringan seperti faktor pembebanan saluran, kapasitas saluran transmisi dan karakteristik pembangkitan dan beban sehingga menjamin kestabilan sistem. Sedangkan dari aspek ekonomis biaya sewa jaringan transmisi yang dibebankan kepada pengguna jaringan transmisi juga perlu diperhitungkan.

Makalah ini bertujuan untuk menganalisis biaya sewa jaringan transmisi implementasi PBJD dalam upaya penerapan kebijakan RPS dengan menggunakan metode *MVA-KM* dengan mengambil studi kasus pada konsumen listrik besar di Daerah Istimewa Yogyakarta pada jaringan distribusi primer 20 kV.

II. PEMAKAIAN BERSAMA JARINGAN DISTRIBUSI

Mekanisme PBJD telah diatur berdasarkan Peraturan Menteri ESDM Nomor 1 Tahun 2015 tentang Kerjasama Penyediaan Tenaga Listrik dan Pemanfaatan Bersama Jaringan Tenaga Listrik. Para pelaku industri yang ingin mendapatkan jaminan kapasitas dan keandalan pasokan listrik dapat melakukan transaksi jual beli listrik dengan pihak swasta dengan mudah, atau dapat membangun pembangkit listriknya sendiri dengan memanfaatkan saluran transmisi milik PLN. Prinsip PBJD dimaksudkan sebagai sebuah pedoman agar implementasi PBJD terlaksana dengan baik dan didasarkan pada hal-hal berikut.

- Perlindungan konsumen; kepentingan konsumen di daerah usaha Penyedia wajib dilindungi.
- Efisien; pelaksanaan PBJD harus mendorong pemanfaatan jaringan yang berdampak pada penekanan biaya penyediaan tenaga listrik secara keseluruhan.
- Transparan; pelaksanaan PBJD harus dilakukan dengan menerapkan prinsip keterbukaan informasi.
- Tidak diskriminatif; pelaksanaan PBJD harus dilakukan dengan memberi perlakuan yang sama kepada semua pihak yang akan memanfaatkan jaringan transmisi.
- Akuntabel; pelaksanaan PBJD harus dilakukan dengan pembagian tanggung jawab yang jelas dari Penyedia dan Pegguna.
- Pengembalian biaya yang wajar; pelaksanaan PBJD harus dilakukan dengan memperhatikan pengembalian semua biaya investasi, operasi dan pemeliharaan transmisi serta biaya lainnya, termasuk tingkat keuntungan yang wajar.

Selain itu implementasi PBJD harus memperhatikan aspek-aspek teknis seperti faktor pembebanan saluran, kapasitas

¹Mahasiswa S2, Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta 55281, Indonesia; e-mail:taufiqindraputra10@gmail.com

^{2,3}Dosen, Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta 55281, Indonesia;; e-mail: sasongko@te.ugm.ac.id

saluran transmisi, dan karakteristik pembangkitan dan beban sehingga menjamin kestabilan sistem.

Sedangkan terkait aspek ekonomi, perlu dilakukan tinjauan mengenai biaya sewa jaringan transmisi, sehingga evaluasi mengenai biaya jaringan transmisi merupakan hal yang sangat penting. Biaya yang dibebankan kepada pengguna jaringan transmisi setidaknya harus dapat memenuhi beberapa hal [2], antara lain:

- a. transparan dan sederhana,
- b. keseluruhan biaya jaringan transmisi,
- c. efisiensi penggunaan jaringan transmisi,
- d. adil dan dapat diterima oleh semua pengguna jaringan.

Terdapat beberapa metode penentuan biaya transaksi *wheeling* maupun biaya jaringan transmisi yang telah dipublikasikan. Pada dasarnya biaya jaringan transmisi untuk transaksi *wheeling* tenaga listrik dapat ditentukan menggunakan metode *Postage Stamp* [3], dan metode *Contract Path* [2]. Namun, metode tersebut tidak berdasarkan penggunaan aktual jaringan transmisi. Beberapa metode penentuan biaya jaringan transmisi berdasarkan penggunaan aktual jaringan transmisi adalah metode *MW-Mile* [4], dan metode *MVA-Mile* [5]. Metode *MW-Mile* dan *MVA-Mile* membutuhkan analisis *power flow* untuk menentukan biaya jaringan transmisi yang menggambarkan penggunaan aktual jaringan. Penggunaan metode *MVA-Mile* sebagai metode penentuan biaya sewa jaringan lebih sesuai dibandingkan metode *MW-Mile* yang berbasis analisis *power flow* DC [6].

III. METODE MVA-KM

Metode *MW-KM* merupakan metode *embedded cost* yang juga dikenal sebagai metode *line-by-line* karena memperhitungkan biaya aliran daya transmisi dalam MVA dan panjang saluran transmisi dalam KM. Metode ini memperhitungkan biaya sewa jaringan berdasarkan penggunaan kapasitas transmisi sebagai fungsi dari besar daya transaksi, jalur yang digunakan, dan jarak saluran transmisi yang dilalui. Metode ini menggunakan perhitungan *power flow* AC. Secara umum, persamaan untuk metode *MVA-KM* adalah:

$$TC_t = TC \times \frac{\sum_{k \in K} c_k L_k MVA_{t,k}}{\sum_{t \in T} \sum_{k \in K} c_k L_k MVA_{t,k}} \quad (1)$$

dengan,

- TC_t = biaya teralokasi untuk transaksi t ,
- TC = total biaya saluran dalam \$,
- L_k = panjang saluran dalam k mil,
- c_k = biaya per MVA per satuan panjang saluran k ,
- $MVA_{t,k}$ = aliran daya pada saluran k karena transaksi t ,
- T = banyak transaksi,
- K = banyak saluran.

Pada metode *MVA-KM* terdapat tiga pendekatan berbeda tentang bagaimana hubungan biaya pada tiap saluran dialokasikan pada seluruh pengguna jaringan transmisi [5], yaitu:

1. Absolute MVA-KM

$$TC_t = \sum_{k \in K} C_k \frac{|F_{t,k}|}{F_{k,max}}, \quad (2)$$

2. Reverse MVA-KM

$$TC_t = \sum_{k \in K} C_k \frac{F_{t,k}}{F_{k,max}}, \quad (3)$$

3. Dominant MVA-KM

$$TC_t = \sum_{k \in K} C_k \frac{F_{t,k}}{F_{k,max}} \dots \forall F_{t,k} > 0, \quad (4)$$

dengan TC_t merupakan biaya yang dialokasikan kepada pengguna jaringan t , C_k adalah biaya saluran k , $F_{t,k}$ adalah aliran daya yang mengalir pada saluran k disebabkan oleh pengguna t , $F_{k,max}$ adalah kapasitas saluran k , dan K adalah jumlah saluran transmisi.

Pada pendekatan *absolute MVA-KM*, biaya jaringan transmisi ditentukan berdasarkan besar daya yang mengalir dalam saluran dengan menghiraukan adanya *counter flow*, sehingga seluruh pengguna jaringan transmisi berkewajiban membayar biaya jaringan transmisi untuk semua aliran daya yang mengalir pada jaringan. Pada pendekatan *reverse MVA-KM* arah aliran daya yang berlawanan dengan arah aliran daya pembangkit ke beban, atau *counter flow*, akan mendapatkan pengurangan biaya jaringan transmisi karena telah membantu pembangkit dalam mengurangi tingkat pembebanan. Sedangkan pada pendekatan *dominant MVA-KM*, biaya jaringan transmisi hanya diperhitungkan dari aliran daya yang mengalir searah dengan aliran daya pembangkit, sementara *counter flow* pada sistem tidak dikenai biaya maupun insentif atau pengurangan biaya. *Counter flow* atau aliran daya negatif ini mengurangi beban pembangkitan dan rugi dapat dikurangi [7].

Pada metode penentuan biaya sewa jaringan *MVA-KM*, biaya sewa yang dibebankan kepada konsumen merupakan perbandingan antara aliran daya yang terjadi akibat transaksi konsumen dengan kapasitas saluran transmisi. Perbedaan antara kapasitas saluran transmisi dan aliran daya yang mengalir pada fasilitas tersebut dinamakan kapasitas transmisi yang tidak digunakan. Untuk menjamin keseluruhan biaya yang mencakup biaya *embedded*, pengguna transmisi diharuskan membayar untuk penggunaan yang sebenarnya dan kapasitas transmisi yang tidak digunakan. Secara umum, persamaan untuk biaya *Unused Transmission Capacity MVA-KM* yang digunakan adalah:

$$TC_t = \sum_{k \in K} C_k \frac{|F_{t,k}|}{\sum_{t \in T} F_{t,k}} \quad (5)$$

IV. METODOLOGI

Pada makalah ini, konsumen listrik yang menjadi objek implementasi kebijakan RPS merupakan suatu instansi kesehatan yang berada di daerah Trihanggo, Gamping, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Instansi tersebut memiliki beban sebesar 270 kVA pada saat beban puncak dan disuplai oleh Gardu Induk 150 kV Godean melalui jaringan Godean wilayah 5. Sumber energi terbarukan yang dijadikan objek penelitian yaitu saluran Selokan Mataram yang mengalir tidak terlalu jauh dari instansi kesehatan tersebut. Berdasarkan hasil pengamatan [8], salah satu potensi sumber energi tenaga air Selokan Mataram terletak di Desa Trini, Trihanggo, Gamping yang letaknya relatif tidak jauh dari instansi kesehatan. Potensi sumber air ini memiliki debit air sebesar 1.500 liter/detik dan *head* setinggi 2,5 meter. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa potensi sumber energi air dapat membangkitkan tenaga listrik sebesar 25,72 kW dan dapat dimanfaatkan sebagai PLTMh atau pembangkit listrik tenaga air mikro hidro. Studi *power flow* telah dilakukan untuk mengevaluasi parameter-parameter jaringannya seperti profil tegangan, jatuh tegangan, pembeban saluran, dan rugi-rugi saluran akibat implementasi RPS. Dalam makalah ini dibahas aspek ekonomis terkait biaya sewa jaringan berdasarkan studi *power flow* yang dilakukan sebelumnya [9].

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Selisih *powerflow* yang mengalir diibaratkan sebagai aliran daya yang mengalir akibat adanya implementasi RPS. Pengurangan besar aliran daya yang mengalir pada suatu saluran akibat implementasi RPS ini diibaratkan sebagai *counter flow* atau aliran daya negatif. Pada pendekatan *Reverse*, *counter flow* akan mendapatkan pengurangan biaya jaringan transmisi karena telah membantu pembangkit dalam mengurangi tingkat pembebanan.

TABEL I
PERBANDINGAN BIAYA SEWA JARINGAN MENGGUNAKAN METODE *USED*
MVA-KM

		Biaya Total Pertahun	Harga Per MVAh
Used <i>MVA-KM</i>	Absolute	Rp373.029	Rp1.703
	Reverse	-Rp247.946	-Rp1.132
	Dominant	Rp62.541	Rp286

TABEL II
PERBANDINGAN BIAYA SEWA JARINGAN MENGGUNAKAN METODE *UNUSED*
MVA-KM

		Biaya Total Pertahun	Harga Per MVAh
Unused <i>MVA-KM</i>	Absolute	Rp2.010.889	Rp9.182
	Reverse	-Rp1.041.141	-Rp4.754
	Dominant	Rp484.874	Rp2.214

Tabel I merupakan perbandingan biaya sewa jaringan menggunakan metode *Used MVA-KM*. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa biaya sewa jaringan akibat implementasi RPS dengan penambahan PLTMh sebesar 25 kW, dengan pendekatan *Absolute*, yaitu biaya jaringan transmisi ditentukan berdasarkan besar daya yang mengalir dalam

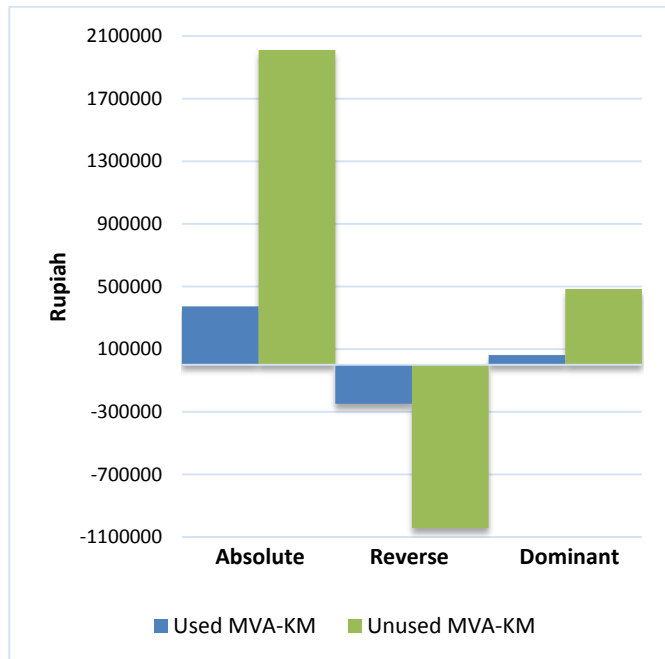
saluran dengan adanya *counter flow*, pelaku implementasi RPS dikenai biaya sewa jaringan sebesar Rp. 373.029 per tahun, atau Rp. 1.703 per MVAh. Sedangkan pada pendekatan *Reverse*, ketika *counter flow* diperhitungkan dan diberikan insentif, pelaku implementasi RPS mendapatkan insentif sebesar Rp. 247.946 per tahun atau Rp.1.132 per MVAh, karena telah mengurangi pembebanan saluran keseluruhan sistem Godean sebesar 0,482 MVA. Pada pendekatan *Dominant*, yaitu *counter flow* dihiraukan, pelaku implementasi RPS dikenai biaya sewa jaringan sebesar Rp. 62.541 per tahun, atau Rp. 286 per MVAh. Metode *Used MVA-KM* ini hanya memperhitungkan biaya sewa jaringan akibat aliran daya aktual yang digunakan oleh pelaku implementasi RPS, tanpa memperhitungkan kapasitas saluran yang tidak digunakan atau *unused capacity*.

Tabel II merupakan perbandingan biaya sewa jaringan dengan memperhitungkan *unused capacity* tersebut. Pada pendekatan *Absolute*, pelaku implementasi RPS dikenai biaya sewa jaringan sebesar Rp. 2.010.889 per tahun atau Rp. 9.182 per MVAh, sedangkan pada pendekatan *Reverse*, pelaku implementasi RPS mendapatkan insentif sebesar Rp. 1.041.141 per tahun atau Rp. 4.754 per MVAh. Pada pendekatan *Dominant*, dengan *counter flow* dihiraukan, pelaku implementasi RPS dikenai biaya sewa jaringan sebesar Rp. 484.874 per tahun atau Rp. 2.214 per MVAh. Perbandingan biaya sewa jaringan antara metode *Used* dan *Unused MVA-KM* ditunjukkan pada Gbr. 1. Dari Gbr. 1 terlihat selisih biaya sewa jaringan antara metode *used* dengan *unused MVA-KM* sebesar Rp. 1.637.860 pada pendekatan *Absolute*, Rp. 793.195 pada pendekatan *Reverse* dan Rp. 422.333 pada pendekatan *Dominant*. Dari perbandingan tersebut terlihat bahwa antara biaya sewa jaringan menggunakan metode *used* dan *unused MVA-KM* terdapat selisih biaya sewa jaringan yang cukup signifikan. Selisih biaya sewa yang cukup signifikan menjadi indikasi banyaknya saluran yang masih kosong atau belum digunakan mendekati kapasitas salurannya. Dari perbandingan tersebut juga dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode penentuan biaya sewa jaringan *unused MVA-KM* pada suatu jaringan yang belum terlalu padat menghasilkan biaya sewa jaringan yang berbeda dengan penggunaan aktual salurannya.

Kelebihan perhitungan biaya sewa jaringan berdasarkan metode *Used MVA-KM* adalah lebih adil. Metode *Used MVA-KM* dapat dikatakan lebih *fair* karena biaya yang dibayarkan adalah sebesar porsi penggunaan saluran pelaku RPS. Kekurangan metode ini adalah tidak dapat memotivasi penggunaan saluran yang memiliki sisa kapasitas yang masih banyak, dan tidak dapat memenuhi *revenue requirement* pemilik jaringan. Sedangkan pada metode *Unused MVA-KM*, metode ini memotivasi pengguna saluran untuk menggunakan saluran yang memiliki sisa kapasitas yang masih banyak agar biaya yang dikeluarkan lebih ekonomis dan dapat memenuhi *revenue requirement* pemilik jaringan. Kelemahan metode ini adalah kurang merefleksikan penggunaan yang sebenarnya.

Ditinjau dari ketiga pendekatan yang digunakan baik pada metode *Used* maupun *Unused MVA-KM*, pendekatan *Reverse MVA-KM* ini memotivasi pengguna untuk mengurangi

pembebanan saluran pada sistem agar mendapatkan dana insentif. Pendekatan *Dominant MVA-KM* kurang memotivasi para pelaku penyewa jaringan untuk memperbaiki pembebanan sistem karena tidak ada dana insentif jika pengguna memperbaiki pembebanan sistem. Sedangkan pendekatan *Absolute MVA-KM* dirasakan sangat merugikan para penyewa jaringan sehingga tidak cocok diimplementasikan. Metode ini dikatakan merugikan karena pada saat penyewa jaringan mengurangi pembebanan sistem, pengguna tersebut tetap dikenakan biaya yang besarnya sama seperti pengguna yang tidak memperbaiki sistem.



Gbr. 1 Perbandingan biaya sewa jaringan metode *used* dan *unused MVA-KM*.

VI. KESIMPULAN

Biaya sewa jaringan akibat implementasi RPS dengan PLTMh sebesar 25 kW, dengan metode *used MVA-KM* pendekatan *Absolute* adalah biaya sewa jaringan sebesar Rp. 373.029 per tahun atau Rp. 1.703 per MVAh. Sedangkan pada pendekatan *Reverse*, pelaku implementasi RPS mendapatkan insentif sebesar Rp. 247.946 per tahun atau Rp. 1.132 per MVAh, karena telah mengurangi pembebanan saluran sebesar 0,482 MVA. Dan pada pendekatan *Dominant*, biaya sewa jaringan adalah sebesar Rp. 62.541 per tahun atau Rp. 286 per MVAh.

Pada implementasi RPS dengan metode *unused MVA-KM* pendekatan *Absolute*, pelaku implementasi RPS dikenai biaya sewa jaringan sebesar Rp. 2.010.889 per tahun atau Rp. 9.182 per MVAh. Sedangkan dengan pendekatan *Reverse*, pelaku implementasi RPS mendapatkan insentif sebesar Rp. 1.041.141 per tahun atau Rp. 4.754 per MVAh. Dan pada pendekatan *Dominant* pelaku implementasi RPS dikenai biaya

sewa jaringan sebesar Rp. 484.874 per tahun atau Rp. 2.214 per MVAh.

Selisih biaya sewa antara *Used* dan *Unused MVA-KM* yang cukup signifikan menjadi indikasi banyaknya saluran yang masih kosong atau belum digunakan mendekati kapasitas salurannya.

Kelebihan metode perhitungan biaya sewa jaringan berdasarkan metode *Used MVA-KM* adalah lebih adil, namun tidak dapat memotivasi penggunaan saluran yang memiliki sisa kapasitas yang masih banyak, dan tidak dapat memenuhi *revenue requirement* pemilik jaringan. Sedangkan pada metode *Unused MVA-KM*, pengguna saluran dimotivasi untuk menggunakan saluran yang memiliki sisa kapasitas yang masih banyak agar biaya yang dikeluarkan lebih ekonomis, dan dapat memenuhi *revenue requirement* pemilik jaringan, namun kurang merefleksikan penggunaan yang sebenarnya.

Pendekatan *Reverse MVA-KM* memotivasi pengguna untuk mengurangi pembebanan saluran pada sistem agar mendapatkan dana insentif. Pendekatan *Dominant MVA-KM* kurang memotivasi para pelaku penyewa jaringan untuk memperbaiki pembebanan sistem karena tidak adanya insentif jika pengguna memperbaiki pembebanan sistem. Pendekatan *Absolute MVA-KM* dirasakan sangat merugikan para penyewa jaringan, karena pada saat penyewa jaringan mengurangi pembebanan sistem, pengguna tersebut tetap dikenakan biaya yang sama dengan pengguna lain.

REFERENSI

- [1] H. M. Merrill and B. W. Erickson. Wheeling Rates Based on Marginal-Cost Theory. in IEEE Transactions on Power Systems. Vol. 4 page 1445-1451, October 1989.
- [2] D. Shirmohadi, X.V. Filho, B. Gorenstin and M.V.P. Pereira. Some Fundamental Technical Concepts About Cost Based Transmission Pricing, in IEEE Transmission Power System Vol.11 page 1002-1008, 1996.
- [3] H. Hamada, H. Tanaka and R. Yokoyama. Wheeling Charge Based on Identifications of Transaction Paths in Deregulated Power Markets. Universities Power Engineering Conference (UPEC), Proceedings of the 44th International. page 1-5, 2009.
- [4] B. M. Kharbas, M. Fozdar, and H. Tiwari. Transmission Tariff Allocation Using Combined MW-Mile & Postage Stamp Methods. in IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies - India. page 6-11, 2011.
- [5] B. M. Kharbas, M. Fozdar, and H. Tiwari. Comparative assessment of MW-Mile and MVA-Mile methods of transmission tariff allocation and revenue reconciliation. in IEEE PES Power and Energy Society General Meeting., page 1-5, July 2013.
- [6] C.Su, J. Liaw. Power Wheeling Pricing Using Power Tracing and MVA-KM Method. in IEEE Porto Power Tech Conference. September 2001.
- [7] J. Pan, Y. Teklu. and S. Rahman. Review of Usage-Based Transmission Cost Allocation Method Under Open Access. in IEEE Transactions on Power Systems. Vol. 15 page 1218-1224, November 2000.
- [8] Laporan Akhir Review Penyusunan Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah (RUKD) Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. 2008.
- [9] Suharjo, T. I., Hadi, S. P., dan Wijoyo, Y. S., Studi Implementasi Pemanfaatan Bersama Jaringan Distribusi Tenaga Listrik dalam Penerapan Kebijakan Renewable Portfolio Standard. Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA). Vol 2 page iv-114-119. 2015.