

# PENGARUH PEMANFAATAN BERSAMA JARINGAN TRANSMISI TERHADAP RUGI RUGI SALURAN TRANSMISI JAWA-BALI

R. F. Rahman<sup>1</sup>, S.P. Hadi<sup>2</sup> dan Y. S. Wijoyo<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No.2 Kampus UGM Yogyakarta, Mlati, Sleman, 55281, Yogyakarta  
rza.fauzi@gmail.com<sup>1</sup>, sasongko@te.ugm.ac.id<sup>2</sup>, yusufsw@ugm.ac.id<sup>3</sup>

**Abstract**—Power wheeling is in the pioneering phase to be implemented in Indonesia, especially on Jawa-Bali transmission system. Implementation of power wheeling greatly affect the operation of the power system, mainly losses on the transmission line. This study was conducted to determine the types of approaches and algorithms proper to power wheeling implementation. Load flow studies conducted to determine the effect of power wheeling to the transmission losses. Power wheeling approach is based on dominant flow and counter flow that is simulated using power flow algorithm and optimal power flow algorithm. Numerical calculations show that power wheeling with counter flow approach provides transmission losses smaller compared with the dominant flow approach. In addition, the implementation of power wheeling using optimal power flow algorithm with counter flow approach give transmission losses effect smaller than power wheeling implementation that uses the power flow algorithm.

**Keywords**—component; power flow; optimal power flow; counter flow; dominant flow

**Abstrak**—Pemanfaatan Bersama Jaringan Transmisi (PBJT) sedang dalam tahap perintisan untuk dapat diimplementasikan di Indonesia, khususnya pada sistem jaringan transmisi Jawa-Bali. Implementasi PBJT sangat mempengaruhi operasi sistem tenaga listrik terutama rugi-rugi saluran pada saluran transmisi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis pendekatan serta algoritma aliran beban yang tepat saat implementasi PBJT. Kajian aliran beban dilakukan untuk mengetahui pengaruh PBJT terhadap rugi-rugi saluran. PBJT dilakukan berdasarkan pendekatan *dominant flow* dan *counter flow* yang disimulasikan menggunakan algoritma *power flow* dan *optimal power flow*. Hasil perhitungan numeris menunjukkan bahwa PBJT dengan pendekatan *counter flow* memberikan rugi-rugi saluran yang lebih kecil jika dibandingkan dengan pendekatan *dominant flow*. Selain itu, implementasi PBJT menggunakan algoritma *optimal power flow* dengan pendekatan *counter flow* memberikan efek rugi-rugi saluran yang lebih kecil daripada implementasi PBJT yang menggunakan algoritma *power flow*.

**Keywords**—component; power flow; optimal power flow; counter flow; dominant flow

## I. PENDAHULUAN

Berdasarkan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2015-2025, rencana penambahan kapasitas pembangkit sebesar 38,5 GW dilakukan oleh dua pihak, PT PLN (Persero) dan pihak swasta. Penyediaan tenaga listrik yang dilakukan oleh pihak swasta dilakukan

melalui tiga skema: Pemanfaatan Bersama Jaringan Transmisi (PBJT), captive power, dan excess power.

Konsep Pemanfaatan Bersama Jaringan Transmisi (PBJT) ini muncul seiring adanya deregulasi industri kelistrikan di negara-negara maju. Deregulasi sistem menyebabkan sektor pembangkitan, transmisi, dan distribusi merupakan sektor independen yang tidak saling berhubungan [5]. Sehingga tercipta kompetisi pada sektor pembangkitan, transmisi, dan distribusi untuk mendapatkan konsumen sebanyak – banyaknya [1].

Adanya deregulasi industri kelistrikan tersebut menjadi landasan adanya transmisi open access, yaitu jaringan transmisi dibuka selebar-lebarnya untuk setiap perusahaan pembangkitan tenaga listrik. Dengan perubahan sistem ini jaringan transmisi dapat digunakan lebih optimal mungkin serta konsumen dapat menentukan pilihan untuk membeli layanan dan energi listrik dari sumber berbeda [2].

Saat beberapa generator baru masuk ke dalam sistem, sistem akan mengalami fluktuasi tergantung pada kondisi dari komponen sistem [3]. Perubahan tersebut terjadi dikarenakan komponen yang menyusun sistem dalam hal ini adalah penambahan generator. Perubahan yang diakibatkan oleh komponen yang menyusun sistem akan menyebabkan perubahan pada variabel sistem seperti tegangan, aliran daya dan besar arus pada komponen-komponen lainnya [5].

Penerapan PBJT akan sangat mempengaruhi kondisi operasi jaringan, khususnya pada sistem Jawa-Bali. Paper ini akan menjelaskan pengaruh PBJT pada rugi-rugi saluran transmisi. Daya listrik yang dikirim dan disalurkan dari gardu induk satu ke gardu induk lain melalui penghantar. Penyaluran daya listrik tersebut mengalami rugi daya, ini disebabkan karena penghantar mempunyai resistans dan reaktans. Besar nilai resistans, induktansi, dan kapasitans tergantung pada jenis penghantar dan panjang penghantar. Setiap jenis penghantar mempunyai ukuran, resistansi, dan reaktansi yang berbeda-beda. Resistansi dan reaktansi penghantar dinotasikan dalam ohm/km, sehingga semakin panjang penghantar maka nilai resistansi dan reaktansi total saluran juga semakin besar. Rugi-rugi saluran transmisi yang semakin besar menyebabkan magnitudo tegangan pada titik penerima semakin rendah. Hal ini tentu menyebabkan kualitas daya pada sistem semakin buruk.

Pada paper ini, penulis melakukan penelitian terkait dampak penerapan PBJT yang dilakukan melalui pendekatan *dominant flow* dan *counter flow* yang

disimulasikan menggunakan algoritma *power flow* dan *optimal power flow* untuk mengetahui seberapa besar dampak PBJT terhadap rugi-rugi saluran transmisi pada setiap skenario.

II. PEMANFAATAN BERSAMA JARINGAN TRANSMISI

Salah satu definisi PBJT adalah penggunaan jaringan transmisi atau distribusi untuk mengirimkan daya listrik dari dan ke entitas lain [6]. Konsep ini telah lama muncul pada negara-negara maju seiring adanya deregulasi industri kelistrikan yang mengakibatkan sektor pembangkitan, transmisi, dan distribusi merupakan sektor independent yang tidak saling berkaitan [6]. Sehingga terjadi kompetisi pada ketiga sektor tersebut. Perubahan sistem ini mengakibatkan konsumen dapat memilih untuk membeli energi listrik dari sumber yang berbeda [7].

Tujuan dari PBJT antara lain adalah:

- a. Agar aset jaringan transmisi atau distribusi sebagai salah satu aset bangsa dapat dimanfaatkan secara optimal.
- b. Peningkatan utilisasi jaringan transmisi atau distribusi sebagai salah satu bentuk efisiensi pada lingkup nasional.

Mempercepat tambahan kapasitas pembangkit nasional untuk menunjang pertumbuhan ekonomi sosial.

III. POWER FLOW

Secara umum, perhitungan aliran daya dapat diselesaikan dengan cara iterasi. Ada beberapa metode yang digunakan dalam perhitungan aliran daya yakni metode Gauss-Seidel, fast decouple, Newton-Raphson dan lain-lain. Setiap generator memiliki kemampuan untuk memberikan dan menerima daya dari sistem. Pada paper ini, metode yang digunakan ialah metode Newton-Raphson karena iterasi yang dilakukan relatif lebih cepat konvergen. Metode Newton Raphson dapat diselesaikan dengan menggunakan matriks Jacobian. Matriks Jacobian adalah turunan parsial dari persamaan daya aktif dan reaktif di atas terhadap sudut  $\Delta\delta_i^{(k)}$  dan magnitudo tegangan  $\Delta|V_i|^{(k)}$ . Dalam bentuk matriks dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\delta \\ \Delta|V| \end{bmatrix} \tag{1}$$

dengan elemen matriks Jacobian sebagai berikut :

$$J_1 = \frac{\partial P}{\partial \delta} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial P_n}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial P_n}{\partial \delta_n} \end{bmatrix} \tag{2}$$

$$J_2 = \frac{\partial P}{\partial |V|} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial P_2}{\partial |V_n|} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial P_n}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial P_n}{\partial |V_n|} \end{bmatrix} \tag{3}$$

$$J_3 = \frac{\partial Q}{\partial \delta} = \begin{bmatrix} \frac{\partial Q_2}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial Q_2}{\partial \delta_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial Q_n}{\partial \delta_2} & \dots & \frac{\partial Q_n}{\partial \delta_n} \end{bmatrix} \tag{4}$$

$$J_4 = \frac{\partial Q}{\partial |V|} = \begin{bmatrix} \frac{\partial Q_2}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial Q_2}{\partial |V_n|} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial Q_n}{\partial |V_2|} & \dots & \frac{\partial Q_n}{\partial |V_n|} \end{bmatrix} \tag{5}$$

IV. OPTIMAL POWER FLOW

Penggunaan OPF adalah untuk mengoptimalkan operasi sistem kelistrikan dengan biaya produksi minimum tanpa menghiraukan batasan-batasan keandalan dan juga keamanan sistem tersebut. Rumusan OPF diformulasikan sebagai seperti pada persamaan berikut :

$$Min. Cost = \sum(\alpha_i * P_{gi2} + \beta_i * P_{gi} + \gamma_i) \tag{6}$$

Dengan  $i$  = indeks pembangkit,  $P_{gi}$  = daya yang dibangkitkan oleh pembangkit di bus  $i$  dan  $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$  = koefisien kuadrat fungsi biaya produksi. Aliran daya optimal memiliki beberapa batasan dalam proses komputasi. Persamaan batasan dalam aliran daya optimal diantaranya adalah batasan kemampuan pembangkit, batasan kapasitas saluran, dan batasan tegangan.

Setiap generator memiliki kemampuan untuk memberikan dan menerima daya dari sistem. Batasan kemampuan generator menggunakan persamaan berikut:

$$P_{Gi,min} \leq P_G \leq P_{Gi,max} \tag{7}$$

$$Q_{Gi,min} \leq Q_G \leq Q_{Gi,max} \tag{8}$$

dengan  $P_{Gi}$  merupakan besarnya pembangkitan daya aktif generator ke- $i$ , sedangkan  $Q_{Gi}$  merupakan besarnya pembangkitan daya reaktif generator ke- $i$ .

Selain itu, aliran daya yang mengalir pada suatu saluran harus dibatasi agar sistem dapat beroperasi secara aman. Persamaan batasan saluran transmisi dirumuskan pada persamaan berikut :

$$P_{ij,min} \leq P_{ij} \leq P_{ij,max} \tag{9}$$

$$P_{ij} = \frac{V_i V_j}{X_{ij}} \sin(\delta_i - \delta_j) \tag{10}$$

dengan  $X_{ij}$  merupakan reaktansi saluran pada line  $i - j$ .

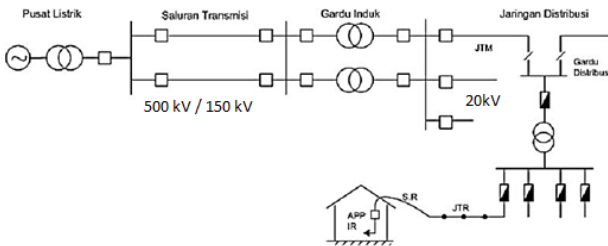
Tegangan pada setiap bus perlu dibatasi agar tegangan tidak terlalu rendah maupun terlalu tinggi. Hal ini berkaitan dengan power quality dan juga kemampuan dari isolator. Persamaan batasan tegangan dirumuskan pada persamaan berikut:

$$V_{i,min} \leq V \leq V_{i,max} \tag{11}$$

dengan  $V_i$  merupakan besarnya magnitudo tegangan pada bus  $i$ .

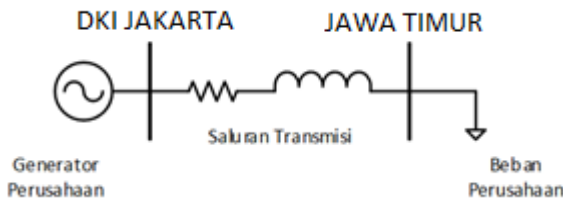
V. METODOLOGI

Penelitian pada paper ini disimulasikan pada sistem Jawa-Bali dengan menggunakan tool *Matpower* [4]. Gambaran umum sistem kelistrikan Jawa-Bali dapat dilihat pada Gbr.1. berikut.



Gbr. 1. Gambaran Umum Sistem Kelistrikan Jawa-Bali

Skenario PBJT dilakukan dengan menggunakan pendekatan *dominant flow* dan *counter flow*. Pendekatan *counter flow* merupakan suatu pendekatan yang memperhitungkan aliran daya negatif atau *counter flow* yang mengalir berlawanan dengan aliran daya utama jaringan, dengan kata lain pembangkit perusahaan diletakkan pada lokasi yang kekurangan pembangkit. Sedangkan pendekatan *dominant flow* merupakan pendekatan yang meletakkan pembangkit perusahaan di lokasi yang surplus pembangkit. Pendekatan *dominant flow* pada penelitian ini dilakukan dengan menginjeksikan pembangkit tambahan pada daerah Jawa Timur dan melakukan penambahan beban pada daerah DKI Jakarta. Sedangkan pendekatan *counter flow* dilakukan secara sebaliknya. Kedua pendekatan ini disimulasikan dengan menggunakan algoritma *power flow* dan *optimal power flow* untuk mengetahui besarnya rugi-rugi saluran yang terjadi pada setiap skenario. Injeksi daya pembangkit saat PBJT adalah sebesar 300 MW dan injeksi daya reaktif sebesar 100 MVAR dengan penambahan beban sebesar injeksi daya oleh pembangkit. Diagram satu garis pada kedua skenario di atas dapat dilihat pada Gbr.2. dan Gbr.3. berikut.



Gbr. 2. Skenario Pendekatan Counter Flow



Gbr. 3. Skenario Pendekatan Dominant Flow

VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan pada bagian ini meliputi analisis rugi-rugi saluran transmisi yang muncul akibat PBJT. Penggunaan dua algoritma simulasi yaitu, *power flow* dan *optimal power flow* berfungsi untuk membandingkan besaran rugi-rugi pada setiap pendekatan PBJT.

A. Algoritma Power flow

Algoritma ini dilakukan tanpa mempertimbangkan batasan-batasan yang terdapat di sistem. Selain itu, algoritma ini tidak memperhitungkan biaya operasi minimal dari sistem. Hasil simulasi yang didapat berdasarkan algoritma ini dapat dilihat pada Tabel I berikut.

TABEL I TOTAL RUGI-RUGI DAYA ALORITMA POWER FLOW UNTUK SETIAP PENDEKATAN

Pendekatan	Total Rugi-Rugi Daya Aktif	Total Rugi-Rugi Daya Reaktif
Existing	431,01 MW	2740,96 MVAR
Dominant flow	429,54 MW	2831,66 MVAR
Counter flow	473,62 MW	2892,78 MVAR

Rugi-rugi saluran pada pendekatan *counter flow* lebih besar daripada rugi-rugi saluran yang menggunakan pendekatan *dominant flow*. Hal ini dikarenakan algoritma *power flow* tidak memiliki batasan-batasan dalam mengoperasikan sistem, tegangan sistem tidak dijaga pada rentang 0,95 pu – 1,05 pu, rentang nilai ini merupakan rentang yang telah ditetapkan sebagai standar tegangan pada saluran udara tegangan tinggi maupun saluran udara tegangan ekstra tinggi. Selain itu, algoritma *power flow* tidak mempertimbangkan kapasitas saluran yang dilewati, hal ini dapat mengakibatkan jumlah aliran daya yang mengalir pada saluran dapat melebihi nilai dari kapasitas saluran tersebut. Sehingga, algoritma *power flow* tidak dapat diterapkan dalam mengoperasikan sistem di lapangan. Rugi-rugi daya yang timbul pada sistem mengakibatkan jatuh tegangan pada bus. Pada algoritma *power flow*, tegangan sistem tidak dibatasi pada rentang yang telah ditentukan oleh standar. Besarnya tegangan pada masing-masing pendekatan dapat dilihat pada Tabel II berikut :

TABEL II TEGANGAN MAKSIMAL DAN MINIMAL ALGORITMA POWER FLOW

Pendekatan	Tegangan Minimal	Tegangan Maksimal
Existing	0,933 pu	1,041 pu
Dominant flow	0,933 pu	1,041 pu
Counter flow	0,918 pu	1,041 pu

Tegangan minimal pada pendekatan *dominant flow* lebih tinggi daripada pendekatan *counter flow*, pembangkit PBJT pada pendekatan *dominant flow* memiliki letak yang cukup jauh dari bus yang memiliki tegangan maksimal pada sistem, sehingga tegangan bus tersebut tidak memiliki kenaikan tegangan akibat adanya injeksi daya tambahan akibat pembangkit PBJT. Hal yang sama terjadi pada saat beban PBJT terhubung ke sistem,

letak beban yang jauh dari bus yang memiliki tegangan terkecil pada sistem tidak mempengaruhi besarnya tegangan pada bus tersebut. Akan tetapi, penambahan beban PBJT dengan pendekatan *counter flow* berdampak pada tegangan bus yang memiliki tegangan terkecil pada kondisi eksisting, hal ini disebabkan oleh kebutuhan daya reaktif pada daerah sekitar bus tersebut menjadi meningkat akibat adanya PBJT.

Rugi-rugi pada saluran terdiri dari rugi-rugi yang disebabkan oleh komponen resistans dan rugi-rugi yang disebabkan oleh komponen reaktans. Komponen resistans pada penghantar saluran akan menyebabkan rugi-rugi daya aktif, sedangkan komponen reaktans pada penghantar akan menyebabkan rugi-rugi daya reaktif. Semakin besar arus yang mengalir pada saluran mengakibatkan besarnya rugi-rugi yang terjadi semakin besar. Rugi-rugi daya aktif terbesar pada setiap kondisi pendekatan dapat dilihat pada Tabel III berikut.

TABEL III RUGI-RUGI DAYA MAKSIMAL DAN MINIMAL PADA SISTEM

Pendekatan	Rugi-Rugi Daya Aktif Maksimal	Rugi-Rugi Daya Reaktif Maksimal
Existing	16,72 MW	187,03 MVAR
<i>Dominant flow</i>	16,72 MW	187,03 MVAR
<i>Counter flow</i>	16,72 MW	187,04 MVAR

Tabel III menunjukkan bahwa rugi-rugi daya saluran terbesar sangat dipengaruhi oleh komponen reaktans saluran. Oleh karena itu, rugi-rugi daya terbesar pada setiap pendekatan merupakan rugi-rugi daya reaktif. Rugi-rugi daya terbesar terjadi pada saluran yang menghubungkan bus Ungaran 500 kV dengan bus Tanjung Jati 500 kV. Saluran ini memiliki komponen reaktans saluran sebesar 0,2808 ohm/km dan komponen resistans saluran sebesar 0,0251 ohm/km. Saluran ini memiliki panjang sekitar 134,8 km yang merupakan *backbone* pada sistem Jawa-Bali.

B. *Algoritma Optimal power flow*

Algoritma ini memiliki batasan-batasan untuk beroperasi, diantaranya adalah : batasan tegangan, batasan kapasitas saluran, dan batasan kapasitan masing-masing pembangkit. Besarnya tegangan pada sistem dijaga pada rentang 0,95 pu – 1,05 pu. Hasil simulasi numeris yang didapat berdasarkan algoritma ini dapat dilihat pada Tabel IV berikut :

TABEL IV TOTAL RUGI-RUGI DAYA ALGORITMA *OPTIMAL POWER FLOW* UNTUK SETIAP PENDEKATAN

Pendekatan	Total Rugi-Rugi Daya Aktif	Total Rugi-Rugi Daya Reaktif
Existing	411,02 MW	2393,16 MVAR
<i>Dominant flow</i>	380,57 MW	2221,03 MVAR
<i>Counter flow</i>	369,08 MW	2285,45 MVAR

Berdasarkan Tabel IV, total rugi-rugi daya aktif dan reaktif dengan menggunakan algoritma *optimal power flow* lebih kecil daripada total rugi-rugi daya yang didapat dengan menggunakan algoritma *power flow*. Hal ini

menunjukkan bahwa algoritma aliran daya lebih tepat untuk PBJT adalah algoritma *optimal power flow*. Pendekatan *counter flow* menghasilkan rugi-rugi daya aktif yang lebih kecil daripada pendekatan *dominant flow*. Hal ini disebabkan oleh adanya negative flow pada sistem yang mengurangi besar aliran arus yang terdapat pada backbone sistem Jawa-Bali. Akan tetapi, pendekatan *counter flow* mengalami rugi-rugi daya reaktif yang lebih besar daripada pendekatan *dominant flow*. Perbedaan ini disebabkan oleh jumlah saluran yang harus dilalui pada saat melakukan PBJT. Semakin banyak jumlah saluran yang harus dilalui akan mengakibatkan kenaikan rugi-rugi daya pada saluran, rugi-rugi daya reaktif akan semakin besar apabila reaktans saluran yang dilalui semakin besar, selain dipengaruhi oleh panjang saluran transmisi tersebut.

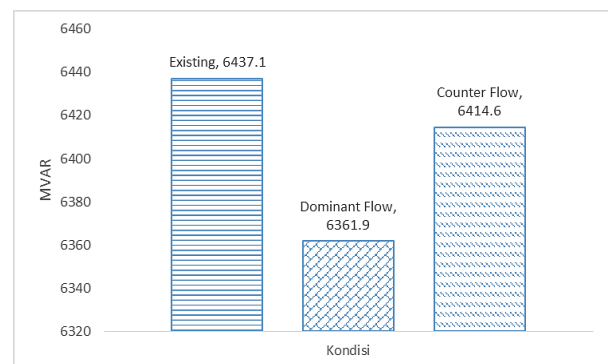
Besar tegangan terbesar dan terkecil pada setiap pendekatan dapat dilihat pada Tabel V berikut.

TABEL V TEGANGAN MAKSIMAL DAN MINIMAL ALGORITMA *OPTIMAL POWER FLOW* UNTUK SETIAP PENDEKATAN

Pendekatan	Kondisi	Magnitudo Tegangan	Nama Bus
Existing	Tegangan Minimal	0,95 pu	PNRGO
	Tegangan Maksimal	1,05 pu	PAITON
<i>Dominant flow</i>	Tegangan Minimal	0,95 pu	PNRGO
	Tegangan Maksimal	1,05 pu	GEN NPRIO
<i>Counter flow</i>	Tegangan Minimal	0,95 pu	PNRGO
	Tegangan Maksimal	1,05 pu	PAITON

Besarnya tegangan setiap bus dijaga pada rentang 0,95-1,05 pu mengakibatkan perubahan besar aliran daya reaktif pada sistem. Tegangan pada bus yang mencapai nilai maksimal disebabkan oleh adanya injeksi daya reaktif yang berlebih pada bus tersebut.

Skenario PBJT mempengaruhi besarnya magnitudo tegangan pada bus yang berada di dekat bus yang digunakan untuk PBJT. Hal ini dikarenakan adanya kontribusi daya reaktif generator dan beban perusahaan pada bus di sekitarnya. Secara umum perubahan total aliran daya reaktif dapat dilihat pada Gbr. 4 berikut.



Gbr. 4. Perubahan Total Pembangkitan Daya Reaktif Akibat PBJT masing-masing Kondisi

PBJT yang dilakukan pada sistem mengakibatkan total aliran daya reaktif yang mengalir pada jaringan transmisi menurun. Hal ini akan berdampak pada menurunnya rugi-rugi yang terjadi pada saluran.

Besarnya tegangan setiap bus dijaga pada rentang 0,95-1,05 pu mengakibatkan perubahan besar aliran daya reaktif pada sistem. Hal ini disebabkan karena besarnya tegangan dipengaruhi oleh besarnya injeksi daya reaktif. PBJT mengakibatkan adanya fluktuasi tegangan pada sistem. Akan tetapi, penggunaan aliran daya optimal membatasi besarnya perubahan tegangan tersebut.

## VII. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh PBJT akan meningkatkan rugi-rugi daya semu saluran transmisi dengan skenario pendekatan *dominant flow* ataupun *counter flow* pada algoritma *power flow*. Sedangkan pada algoritma *optimal power flow* menunjukkan bahwa PBJT akan mengecilkan besarnya rugi-rugi daya semu saluran transmisi dengan skenario pendekatan *dominant flow* ataupun *counter flow*. Selain itu, pendekatan *counter flow* menghasilkan rugi-rugi daya yang lebih kecil daripada pendekatan *dominant flow* pada algoritma optimal power flow.

## REFERENCES

- [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] Lee, W. J., C. H. Lin., dan L. D. Swift., (2001). Wheeling Charge Under a Deregulated Environment. in IEEE Transactions on Industry Applications. Vol. 37 No. 1 page 178-183, January 2001.
- [3] A. Wood and W. B.F., Power Generation, Operation and Control, New York/USA: John Willey&Sons, 1996.
- [4] R.D Zimmerman, C.E Murillo-Sanchez, and R.J Thomas, "Mathpower Steady State Operation, Planning and Analysis Tools For Power System Reseach and Education," Power System, IEEE Transaction on Vol 26. No 1. Pp 12 – 19, Feb 2011.
- [5] Sood, Y, Raj., Narayama, P, P., dan H, O, Gupta., (2002). Wheeling of Power Under Deregulated Environment of Power System—A Bibliographical Survey. in IEEE Transactions on Power Systems. Vol. 17 No.3, August 2002.
- [6] M. Murali., M.Sailaja Kumari., and M.Sydulu., (2014). An Overview of Transmission Pricing Methods in a Pool Based Power Market. Proceedings of AECE-IRAJ International Conference, 14th July 2013, Tirupati, India, ISBN: 978-81-927147-9-0.
- [7] Orfanos, G. A., G. T. Tziassiou., P. S, Georgilakis., dan N, D, Hatzigiargyriou (2011). Evaluation of Transmission Pricing Methodologies for Pool Based Electricity Markets. in IEEE Trondheim PowerTech. Page 1- 8, June 2011.