

# PERHITUNGAN BIAYA SEWA JARINGAN TRANSMISI 500 KV JAWA-BALI DENGAN METODE MW-MILE

Masyhur Rosyada<sup>\*)</sup>, Hermawan, Susatyo Handoko

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang  
Jl. Prof. Sudharto, SH, kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>Email: masyhurmuse@yahoo.com

## Abstrak

Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat dengan pesat dari tahun ke tahun. Hal tersebut apabila tidak segera diatasi akan menimbulkan permasalahan energi. Oleh karena itu Pemerintah Indonesia perlu merencanakan pengembangan infrastruktur ketenagalistrikan guna menanggulangi prediksi terjadinya krisis listrik di Indonesia pada tahun 2018. Salah satu upaya pemerintah dengan mengeluarkan kebijakan untuk mengajak pihak swasta agar dapat membangun pembangkit listrik. Melalui skema Power Wheeling, pihak swasta dapat menggunakan pembangkit listriknya dengan cara menyewa jaringan transmisi. Perhitungan biaya sewa jaringan transmisi tersebut dapat dihitung dengan Metode MW-Mile. Metode MW-Mile merupakan salah satu metode perhitungan biaya sewa jaringan transmisi. Prinsip Metode MW-mile yaitu dengan menghitung aliran daya aktif pada setiap saluran jaringan transmisi. Penelitian ini membahas tiga studi kasus. Biaya sewa jaringan pada studi kasus pertama antara Tanjung Jati – Ungaran dengan inject 50 MW adalah Rp1.353.470.045,-. Biaya sewa jaringan pada studi kasus kedua antara Tanjung Jati – Pedan dengan inject 100 MW adalah Rp5.163.486.339,-. Biaya sewa jaringan pada studi kasus ketiga antara Gresik – Cilegon dengan inject 200 MW adalah Rp29.257.444.883,-. Dari hasil perhitungan dan analisis, jika saluran transmisi semakin panjang maka biaya sewa jaringan transmisi semakin besar.

*Kata kunci : Sewa jaringan transmisi ,Metode MW-Mile, Power Wheeling*

## Abstract

Electricity demand from year to year in Indonesia always increase. If that case not solved soon will cause energy problems. Therefore, the Indonesian government needs to plan the development of electricity infrastructure to cope prediction of electricity crisis in Indonesia. One of the government's efforts to issue a policy to encourage the private sector in order to build a power plant. Through Power Wheeling scheme, the private sector can use their power plants by rent transmission. The calculation of the transmission network rental cost can be calculated by MW-Mile method. MW-Mile method is one of method to calculating the cost of transmission network rental. Principle of MW-Mile method is calculate the active power flow in each line transmission . This final assignment there are three case studies are discussed. The rental cost of first case study between Tanjung Jati – Ungaran with inject 50 MW is Rp1.353.470.045, -. The rental cost of second case study between Tanjung Jati – Pedan with inject 100 MW is Rp5.163.486.339, -. The rental cost of third case study between Gresik – Cilegon with inject 200 MW is Rp29.257.444.883, -. From the calculation and analysis, if the transmission line is getting longer so the transmission network rental cost will be bigger.

*Keywords : Transmission network rental, MW-Mile Method, Power Wheeling*

## 1. Pendahuluan

Hingga saat ini Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai penyedia utama jasa ketenagalistrikan di Indonesia belum mampu menyediakan seluruh kebutuhan listrik yang semakin meningkat dengan pesat. Keterbatasan kemampuan dana investasi membuat PLN tidak dapat secara ekspansif membangun pembangkit-pembangkit listrik baru guna mencukupi kebutuhan daya yang

diperlukan. Oleh karena itu, keterlibatan swasta diperlukan sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 30 tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan. Khusus untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik bagi kawasan industri baru dimana PLN belum mampu memenuhi tenaga listriknya, maka pemerintah menyiapkan skema *power wheeling* atau sewa jaringan transmisi agar pengembangan kawasan industri tersebut dapat membangun pembangkit sendiri atau memanfaatkan

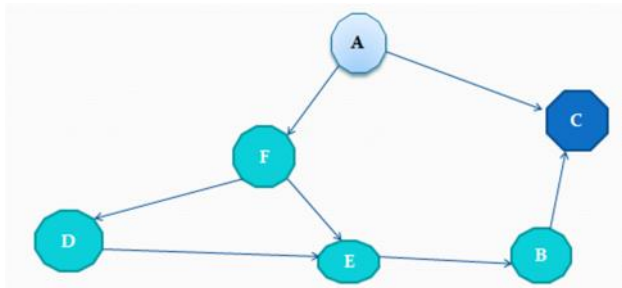
pembangkit yang dimiliki oleh pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (IUPL) lain dan memanfaatkan jaringan transmisi milik PLN atau pemegang IUPL lain.

Pada penelitian ini perhitungan biaya sewa jaringan transmisi dengan menggunakan metode MW-Mile. Terdapat 3 studi kasus yang akan dibahas. Studi kasus 1 yaitu perhitungan biaya sewa jaringan transmisi dengan *inject* daya *wheeling* 50 MW dari Tanjung Jati ke Ungaran. Studi kasus 2 yaitu perhitungan biaya sewa jaringan transmisi dengan *inject* daya *wheeling* 100 MW dari Tanjung Jati ke Pedan. Studi kasus 3 yaitu perhitungan biaya sewa jaringan transmisi dengan *inject* daya *wheeling* 200 MW dari Gresik ke Cilegon.

## 2. Metode

### 2.1 Power Wheeling

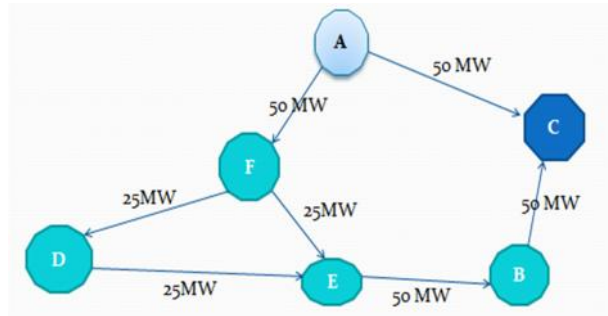
*Power wheeling* adalah proses pengiriman energi listrik dari suatu pembangkit selaku penjual ke beban selaku pembeli melalui sistem saluran transmisi milik pihak ketiga. Dalam hal ini secara organisasi antara penjual, pembeli dan pemilik saluran transmisi terpisah. Jadi untuk membentuk suatu transaksi *power wheeling* minimal terdapat tiga pihak yang terkoneksi dalam satu Sistem Tenaga Listrik (STL) yaitu pihak pembangkitan, pihak beban dan pihak jaringan transmisi.



Gambar 1 Konfigurasi sistem interkoneksi dengan enam area kendali

Sistem tenaga listrik yang terdiri dari enam area kendali yang terinterkoneksi satu sama lain ditunjukkan pada gambar 1. Misalkan telah terjadi kesepakatan jual beli tenaga listrik antara area kendali A dan C sebesar 100 MW. Dalam hal ini A selaku penjual dan C selaku pembeli, maka area kendali A akan menaikkan pembangkitan terjadwal sebesar 100 MW dan area kendali C akan menurunkan pembangkitan terjadwal sebesar 100 MW, dengan satu anggapan bahwa rugi-rugi jaringan tidak ada. Perubahan aliran daya pada masing-masing saluran transmisi sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2. Perubahan tersebut diperoleh dari selisih perhitungan aliran daya antara sebelum dan sesudah adanya transaksi. Daya tidak mengalir langsung melalui saluran yang menghubungkan area kendali A dan C tetapi

daya mengalir menyebar ke semua saluran transmisi yang terinterkoneksi.



Gambar 2 Ilustrasi *power wheeling*

### 2.2 Metode MW-Mile

Metode MW-Mile adalah metode perhitungan biaya yang dikenal juga dengan metode perhitungan tiap saluran karena metode tersebut merupakan perhitungan perubahan aliran daya transmisi dalam MW dan panjang saluran transmisi dalam mile.

Prinsip dari metode MW-Mile yaitu menghitung aliran daya aktif ( MW ) yang mengalir pada semua saluran transmisi. Aliran daya tersebut dikalikan dengan panjang saluran (  $L_k$  ) dan biaya per panjang jaringan transmisi (  $C_k$  ).

$$MW \text{ Mil} = \sum_{k=1}^n C_k \times L_k \times MW_k \quad (2.1)$$

Dimana :

- $C_k$  = biaya per panjang saluran jaringan transmisi (Rp / mile)
- $L_k$  = panjang saluran k ( mile )
- $MW_k$  = aliran daya aktif saluran k ( MW )

Alokasi biaya transaksi *power wheeling* ke bus t (  $TC_t$  ) adalah sebagai berikut :

$$TC_t = TC \times \frac{dMW \text{ Mile}_t}{\sum_{t=1}^w MW \text{ Mile}_t} \quad (2.2)$$

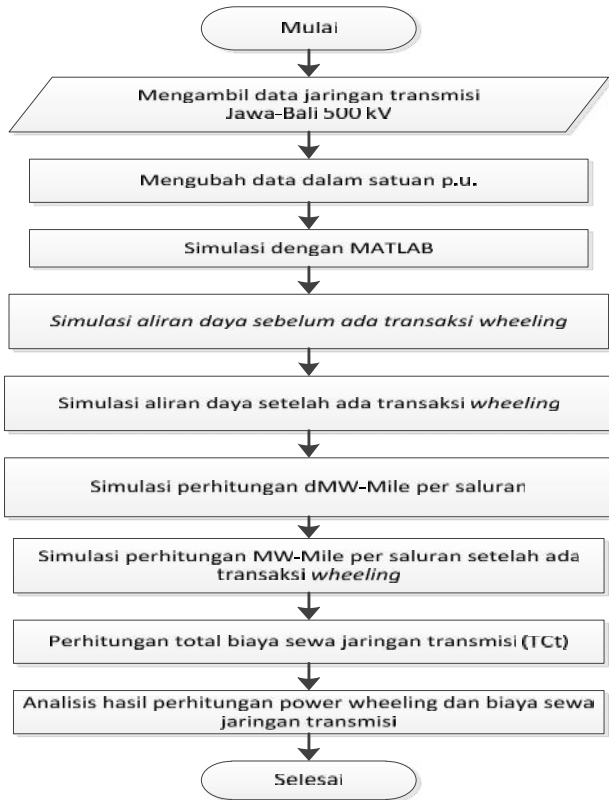
Dimana :

- $TC_t$  = biaya sewa jaringan transmisi untuk konsumen *power wheeling* ( Rp )
- $TC$  = total biaya saluran transmisi ( Rp )
- $dMW \text{ mile}_t$  = Selisih MW mile setelah penambahan daya *wheeling* dengan sebelum penambahan daya *wheeling* ( Rp MW )
- $\sum_{t=1}^w MW \text{ Mile}_t$  = Jumlah MW mile setelah penambahan daya *wheeling* ( Rp MW )

### 3. Hasil dan Analisis

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

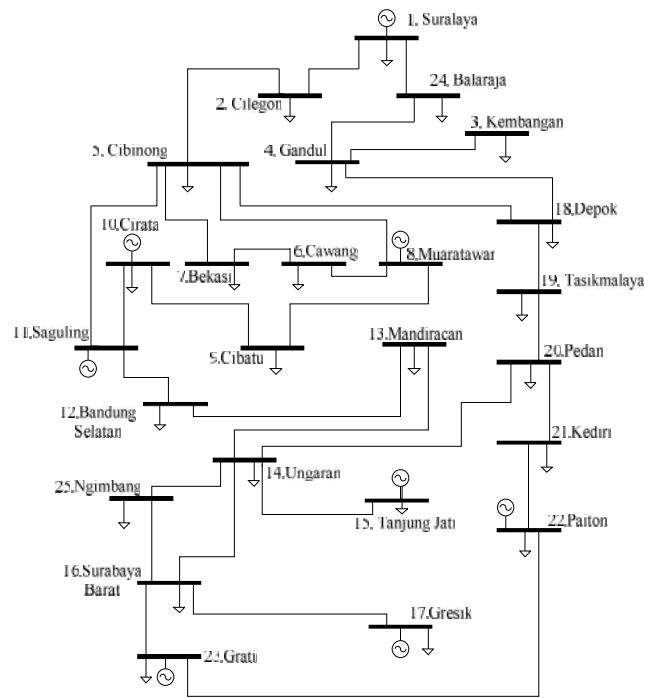
Langkah-langkah penelitian yang dilakukan pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

#### 3.2 Data Jaringan Transmisi Jawa-Bali 500 kV

Sistem jaringan transmisi Jawa-Bali 500 kV ditunjukkan pada gambar 4, terdiri dari 8 pembangkit, 25 bus, dan 30 saluran yang terhubung interkoneksi.



Gambar 4 Single line diagram sistem interkoneksi Jawa-Bali 500 kV

Basis-basis yang digunakan dalam simulasi ini adalah sebagai berikut :

- Basis daya semu : 100 MVA
- Basis tegangan : 500 kV
- Basis impedansi : 2500

#### 3.3 Data Bus

Data masing-masing bus pada jaringan transmisi Jawa-Bali 500 kV diambil pada tanggal 25 September 2013. Data yang digunakan sebagai bahan simulasi adalah data beban rata-rata harian. Data tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1 Data pembangkit dan beban rata-rata

Nama Bus	Pembangkit				Beban	
	MW	MVAR	Q min	Q max	MW	MVAR
Suralaya	3097	1213	-600	2040	222	-64
Cilegon	-	-	-	-	289	31
Kembangan	-	-	-	-	561	173
Gandul	-	-	-	-	647	105
Cibinong	-	-	-	-	401	300
Cawang	-	-	-	-	501	145
Bekasi	-	-	-	-	784	271
Muara Tawar	937	437	-700	1640	0	0
Cibatu	-	-	-	-	811	472
Cirata	209	103	-488	760	595	207
Saguling	187	47	-140	440	0	0
Bandung Selatan	-	-	-	-	497	230
Mandiracan	-	-	-	-	-35	73
Ungaran	-	-	-	-	811	447

Tanjung Jati	2122	157	-240	720	345	73
Subaya	-	-	-	-	913	445
Barat	-	-	-	-	-	-
Gresik	399	114	-610	660	178	33
Depok	-	-	-	-	416	95
Tasikmalaya	-	-	-	-	195	49
Pedan	-	-	-	-	645	147
Kediri	-	-	-	-	-168	-59
Paiton	4169	577	-840	1920	619	7
Grati	165	40	-302	566	389	179
Balaraja	-	-	-	-	611	243
Ngimbang	-	-	-	-	271	19

### 3.4 Data Biaya Jaringan Transmisi

Biaya operasional per tahun yaitu Rp1.829.201.150.000,00 dan biaya investasi per tahun yaitu Rp6.182.536.432.875,00. Total biaya saluran transmisi adalah penjumlahan dari biaya operasional dan biaya investasi jaringan. Sehingga total biaya saluran transmisi Jawa-Bali 500 kV per tahun adalah Rp8.011.737.582.875,00. Dan total biaya saluran transmisi (TC) Jawa-Bali 500 kV dalam 1 hari yaitu Rp22.254.826.619,00.

Rumus perhitungan biaya saluran transmisi adalah sebagai berikut :

$$\text{Biaya tiap saluran} = Ck \times Lk \quad (3.1)$$

$$Ck = \frac{TC}{TD} \quad (3.2)$$

Dimana :

- Ck : biaya per panjang saluran transmisi ( Rp / mile )
- Lk : panjang tiap saluran transmisi (mile)
- TC: total biaya saluran transmisi (Rp)
- TD: total panjang semua saluran transmisi (mile)

Nilai Ck dapat dihitung sebagai berikut :

$$Ck = \frac{Rp\ 22.254.826.619}{1894.44\ \text{mile}}$$

$$Ck = 11.747.426,00\ \text{rupiah / mile}$$

Komponen Ck tersebut kemudian dikali dengan panjang masing-masing saluran untuk mendapatkan biaya per saluran ( Ck Lk ).

### 3.5 Perancangan Software

Software yang dirancang terdiri dari dua program, pertama program untuk menghitung aliran daya dan yang kedua program yang digunakan untuk menghitung biaya sewa jaringan transmisi. Program aliran daya menggunakan program *toolbox* Hadi Saadat yang nantinya dapat menghitung dan menampilkan hasil dalam bentuk nilai daya aktif (MW), daya reaktif (MVAR), daya semu (MVA), dan rugi-rugi daya (*losses*) dalam satuan MW dan MVAR.

Line	From	To	Power at bus & line flow	Real	Im	Line loss	Transformer	
			MW	MVar	MVA		tap	
1	2220.949	397.743	2256.283	7.897	-1.800	0.413	2.818	
2	805.487	183.554	824.144	13.877	-2.100	7.284	26.757	
24	1435.462	218.158	1653.621	-275.000	-104.000	294.008		
2	1	5	530.074	76.766	535.604	5.202	-0.782	3.747
5	1	5	530.074	76.766	535.604	5.202	-0.782	3.747
3	4	3	594.000	-194.000	624.878	-5.769	2.477	0.592
4	3	4	594.000	-194.000	624.878	-5.769	2.477	0.592
3	18	24	1161.156	-163.929	1162.769	11.363	-2.336	16.472
18	24	1161.156	-163.929	1162.769	11.363	-2.336	16.472	
5	2	7	401.921	330.956	666.921	5.753	-3.796	2.120
7	2	401.921	330.956	666.921	5.753	-3.796	2.120	
8	2	204.957	40.907	206.921	-2.017	0.975	0.270	
2	7	401.921	330.956	666.921	5.753	-3.796	2.120	

Gambar 5 Hasil load flow per saluran

### 3.6 Program Perhitungan Biaya Sewa Jaringan Transmisi



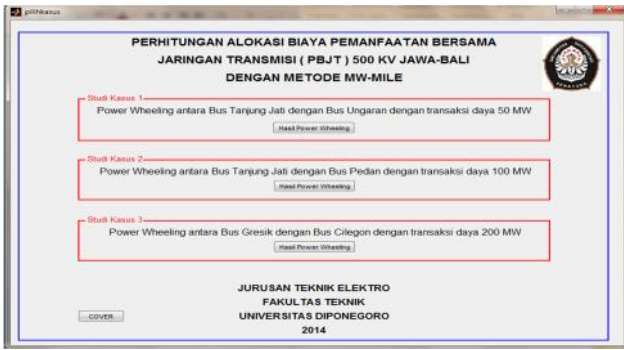
Gambar 6 Tampilan awal GUI

Perhitungan biaya sewa jaringan transmisi ditampilkan menggunakan GUI. Hasil dari aliran daya menggunakan *toolbox* Hadi Saadat selanjutnya dimasukkan ke dalam GUI yang telah dibuat dan dihitung nilai-nilainya agar mendapatkan perhitungan biaya sewa jaringan transmisi masing-masing studi kasus.

Pada tampilan selanjutnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 7 merupakan pilihan studi kasus. Terdapat tiga studi kasus yang akan ditampilkan, yaitu:

- Studi kasus 1 : *Inject* daya *wheeling* Tanjung Jati – Ungaran sebesar 50 MW.
- Studi kasus 2 : *Inject* daya *wheeling* Tanjung Jati – Pedan sebesar 100 MW.
- Studi kasus 3 : *Inject* daya *wheeling* Gresik – Cilegon sebesar 200 MW.

Masing-masing studi kasus tersebut menggunakan data beban rata-rata pada tanggal 25 September 2013.



Gambar 7 Tampilan untuk pilih studi kasus

Gambar 8 Tampilan GUI hasil perhitungan sewa jaringan transmisi

3.7 Hasil Simulasi Aliran Daya Studi Kasus 1

Simulasi aliran daya pada penelitian ini menggunakan MATLAB dengan toolbox Hadi Saadat. Simulasi aliran daya tersebut dengan metode Newton Raphson. Berikut hasil simulasi aliran daya studi kasus 1 sebelum inject daya wheeling dan setelah inject daya wheeling sebesar 50 MW Tanjung Jati – Ungaran.

Tabel 2 Hasil simulasi aliran daya studi kasus 1

Bus asal	Bus tujuan	MW sebelum (MW)	MW setelah (MW)	Delta MW (MW)
Suralaya	Cilegon	797,355	797,714	0,359
Suralaya	Balaraja	1509,161	1509,943	0,782
Cilegon	Cibinong	507,964	508,322	0,358
Gandul	Kembangan	561,520	561,520	0,000
Depok	Gandul	321,178	320,409	-0,769
Cibinong	Bekasi	624,622	624,821	0,199
MuaraTawar	Cibinong	209,130	208,728	-0,402
Saguling	Cibinong	25,584	25,547	-0,037
Cawang	Bekasi	161,463	161,264	-0,199
MuaraTawar	Cawang	665,171	664,971	-0,200
MuaraTawar	Cibatu	62,699	63,301	0,602
Cirata	Cibatu	750,163	749,559	-0,604
Saguling	Cirata	1138,085	1137,479	-0,606
Bandung Selatan	Saguling	978,664	978,020	-0,644
Mandiracan	Bandung Selatan	1491,035	1490,382	-0,653

Bus asal	Bus tujuan	MW sebelum (MW)	MW setelah (MW)	Delta MW (MW)
Ungaran	Mandiracan	1484,724	1484,064	-0,660
Tanjung Jati	Ungaran	1777,000	1827,000	50,000
Subaya Barat	Ungaran	392,095	392,150	0,055
Ungaran	Pedan	184,946	184,565	-0,381
Gresik	Subaya Barat	221,000	221,000	0,000
Grati	Subaya Barat	1709,739	1709,868	0,129
Depok	Cibinong	286,859	287,142	0,283
Tasikmalaya	Depok	1040,553	1040,047	-0,506
Pedan	Tasikmalaya	1257,632	1257,122	-0,510
Kediri	Pedan	1739,382	1739,266	-0,116
Paiton	Kediri	1599,339	1599,207	-0,132
Paiton	Grati	1950,661	1950,793	0,132
Balaraja	Gandul	889,740	890,514	0,774
Ngimbang	Ungaran	340,460	340,534	0,074
Subaya Barat	Ngimbang	613,879	613,951	0,072

Dari hasil simulasi aliran daya pada studi kasus 1 tersebut dapat dilihat bahwa dengan adanya inject daya wheeling dari bus Tanjung Jati ke bus Ungaran sebesar 50 MW maka aliran daya setiap saluran mengalami perubahan. Pada saluran Tanjung Jati ke Ungaran nilai delta MW sebesar 50 MW sesuai dengan nilai inject daya wheeling studi kasus 1. Untuk saluran yang lain tetap mengalami perubahan aliran daya meskipun perbedaannya kecil. Hal tersebut karena sistem Jaringan transmisi Jawa-Bali 500 kV merupakan sistem yang saling terinterkoneksi.

3.8 Hasil Simulasi Aliran Daya Studi Kasus 2

Simulasi aliran daya pada penelitian ini menggunakan MATLAB dengan toolbox Hadi Saadat. Simulasi aliran daya tersebut dengan metode Newton Raphson. Berikut hasil simulasi aliran daya studi kasus 2 sebelum inject daya wheeling dan setelah inject daya wheeling sebesar 100 MW Tanjung Jati – Pedan.

Tabel 3 Hasil simulasi aliran daya studi kasus 2

Bus asal	Bus tujuan	MW sebelum (MW)	MW setelah (MW)	Delta MW (MW)
Suralaya	Cilegon	797,355	797,842	0,487
Suralaya	Balaraja	1509,16	1511,424	2,263
Cilegon	Cibinong	507,964	508,45	0,486
Gandul	Kembangan	561,52	561,52	0
Depok	Gandul	321,178	318,952	-2,226
Cibinong	Bekasi	624,622	622,017	-2,605
MuaraTawar	Cibinong	209,13	214,247	5,117
Saguling	Cibinong	25,584	26,038	0,454
Cawang	Bekasi	161,463	164,055	2,592
MuaraTawar	Cawang	665,171	667,783	2,612
MuaraTawar	Cibatu	62,699	54,971	-7,728
Cirata	Cibatu	750,163	757,922	7,759
Saguling	Cirata	1138,09	1145,87	7,785
Bandung Selatan	Saguling	978,664	986,943	8,279
Mandiracan	Bandung Selatan	1491,04	1499,501	8,466
Ungaran	Mandiracan	1484,72	1493,577	8,853
Tanjung Jati	Ungaran	1777	1877	100
Subaya Barat	Ungaran	392,095	385,254	-6,841

Bus asal	Bus tujuan	MW sebelum (MW)	MW setelah (MW)	Delta MW (MW)
Ungaran	Pedan	184,946	260,289	75,343
Gresik	Subaya Barat	221	221	0
Grati	Subaya Barat	1709,74	1695,787	-13,952
Depok	Cibinong	286,859	278,212	-8,647
Tasikmalaya	Depok	1040,55	1029,375	-11,178
Pedan	Tasikmalaya	1257,63	1246,136	-11,496
Kediri	Pedan	1739,38	1753,187	13,805
Paiton	Kediri	1599,34	1613,536	14,197
Paiton	Grati	1950,66	1936,464	-14,197
Balaraja	Gandul	889,74	891,979	2,239
Ngimbang	Ungaran	340,46	333,595	-6,865
Subaya Barat	Ngimbang	613,879	606,958	-6,921

Dari data hasil simulasi aliran daya pada studi kasus 2 tersebut dapat dilihat bahwa nilai perubahan aliran daya yang terbesar terdapat pada saluran Tanjung Jati ke Ungaran dan saluran Ungaran ke Pedan. Pada saluran yang lain tetap mengalami perubahan nilai aliran daya. Hal tersebut karena sistem jaringan transmisi Jawa-Bali 500 kV merupakan sistem interkoneksi. Nilai perubahan aliran daya pada studi kasus 2 ini cenderung lebih besar daripada studi kasus 1 karena *inject* daya *wheeling* pada studi kasus 2 nilainya lebih besar daripada studi kasus 1.

### 3.9 Hasil Simulasi Aliran Daya Studi Kasus 3

Simulasi aliran daya pada penelitian ini menggunakan MATLAB dengan *toolbox* Hadi Saadat. Simulasi aliran daya tersebut dengan metode Newton Raphson. Berikut hasil simulasi aliran daya studi kasus 3 sebelum *inject* daya *wheeling* dan setelah *inject* daya *wheeling* sebesar 200 MW Gresik – Cilegon.

Tabel 4 Hasil simulasi aliran daya studi kasus 3

Bus asal	Bus tujuan	MW sebelum (MW)	MW setelah (MW)	Delta MW (MW)
Suralaya	Cilegon	797,355	934,182	136,827
Suralaya	Balaraja	1509,161	1389,276	-119,885
Cilegon	Cibinong	507,964	444,646	-63,318
Gandul	Kembangan	561,520	561,522	0,002
Depok	Gandul	321,178	439,342	118,164
Cibinong	Bekasi	624,622	594,942	-29,680
MuaraTawar	Cibinong	209,130	266,952	57,822
Saguling	Cibinong	25,584	30,668	5,084
Cawang	Bekasi	161,463	190,993	29,530
MuaraTawar	Cawang	665,171	694,945	29,774
MuaraTawar	Cibatu	62,699	25,107	-37,592
Cirata	Cibatu	750,163	838,141	87,978
Saguling	Cirata	1138,085	1226,372	88,287
Bandung Selatan	Saguling	978,664	1072,510	93,846
Mandiracan	Bandung Selatan	1491,035	1587,088	96,053
Ungaran	Mandiracan	1484,724	1585,316	100,592
Tanjung Jati	Ungaran	1777,000	1777,000	0,000
Subaya Barat	Ungaran	392,095	457,554	65,459
Ungaran	Pedan	184,946	213,137	28,191
Gresik	Subaya Barat	221,000	421,000	200,000
Grati	Subaya Barat	1709,739	1641,352	-68,387

Bus asal	Bus tujuan	MW sebelum (MW)	MW setelah (MW)	Delta MW (MW)
Depok	Cibinong	286,859	256,986	-29,873
Tasikmalaya	Depok	1040,553	1130,888	90,335
Pedan	Tasikmalaya	1257,632	1351,732	94,100
Kediri	Pedan	1739,382	1807,099	67,717
Paiton	Kediri	1599,339	1668,909	69,570
Paiton	Grati	1950,661	1881,091	-69,570
Balaraja	Gandul	889,740	771,032	-118,708
Ngimbang	Ungaran	340,460	406,870	66,410
Subaya Barat	Ngimbang	613,879	680,759	66,880

Dari data hasil simulasi aliran daya pada studi kasus 3 dapat dilihat bahwa nilai perubahan aliran daya tersebut yang paling besar diantara studi kasus 1 dan studi kasus 2. Hal tersebut karena pada studi kasus 3 nilai *inject* daya *wheeling* yang paling besar diantara pada studi kasus 1 dan 2. Pada setiap saluran mengalami perubahan nilai aliran daya karena sistem jaringan transmisi Jawa-Bali 500 kV merupakan sistem interkoneksi.

### 3.10 Perhitungan Biaya Sewa Jaringan Transmisi Jawa-Bali 500 kV Studi Kasus 1

Biaya sewa jaringan transmisi (TCt) studi kasus 1 dihitung dengan rumus berikut.

$$TC_t = TC \times \frac{dMW \text{ Mile } t}{\sum_{t=1}^w MW \text{ Mile } t}$$

$$TCt = 22.254.826.619 \times \frac{45.466.386.637}{22.427830353.319}$$

$$TCt = \text{Rp } 45.115.668,-$$

Dan nilai TCt / kWh :

$$TC_t / kWh = \frac{45.115.668}{24 \times 50.000}$$

$$TCt / kWh = \text{Rp } 37,60 / kWh$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa dengan adanya transaksi bus Tanjung Jati ke bus Ungaran sebesar 50 MW maka besar biaya sewa jaringan transmisi yang ditanggung oleh pihak penyewa jaringan adalah sebesar Rp45.115.668,15 per hari. Apabila dihitung per kWh menjadi Rp 37,60 / kWh.

### 4.5 Perhitungan Biaya Sewa Jaringan Transmisi Jawa-Bali 500 kV Studi Kasus 2

Biaya sewa jaringan transmisi (TCt) studi kasus 2 dihitung dengan rumus berikut.

$$TC_t = TC \times \frac{dMW \text{ Mile } t}{\sum_{t=1}^w MW \text{ Mile } t}$$

$$TCt = 22.254.826.619 \times \frac{174.451.759.541}{22.556.815.726.223}$$

$$TCt = \text{Rp } 172.116.211,-$$

Dan nilai TCt / kWh :

$$TC_t/kWh = \frac{172.116.211}{24 \times 100.000}$$

$$TC_t / kWh = Rp 71,72 / kWh$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa dengan adanya transaksi bus Tanjung Jati ke bus Pedan sebesar 100 MW maka besar biaya sewa jaringan transmisi yang ditanggung oleh pihak penyewa jaringan adalah sebesar Rp172.116.211,31 per hari. Apabila dihitung per kWh menjadi Rp 71,72 / kWh.

### 3.11 Perhitungan Biaya Sewa Jaringan Transmisi Jawa-Bali 500 kV Studi Kasus 3

Biaya sewa jaringan transmisi (TCt) studi kasus 3 dihitung dengan rumus berikut.

$$TC_t = TC \times \frac{d \text{ MW Mile}_t}{\sum_{t=1}^n \text{ MW Mile}_t}$$

$$TC_t = 22.254.826.619 \times \frac{1.025.789.086.079}{23.408.153.052.761}$$

$$TC_t = Rp975.248.162,-$$

Dan nilai TCt / kWh :

$$TC_t/kWh = \frac{975.248.162}{24 \times 200.000}$$

$$TC_t / kWh = Rp 203,18 / kWh$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa dengan adanya transaksi bus Gresik ke bus Cilegon sebesar 200 MW maka besar biaya sewa jaringan transmisi yang ditanggung oleh pihak penyewa jaringan adalah sebesar Rp975.248.162,76 per hari. Apabila dihitung per kWh menjadi Rp 203,18 / kWh.

## 4. Kesimpulan

Pada studi kasus 1 yaitu *Inject* daya *wheeling* Tanjung Jati ke Ungaran sebesar 50 MW perhitungan biaya sewa jaringan transmisi sebesar Rp 45.115.668,- per hari. Hasil TCt / kWh adalah Rp 37,60 / kWh. Pada studi kasus 2 yaitu *Inject* daya *wheeling* Tanjung Jati ke Pedan sebesar 100 MW perhitungan biaya sewa jaringan transmisi sebesar Rp172.116.211,- per hari. Hasil TCt / kWh adalah Rp 71,72 / kWh. Pada studi kasus 3 yaitu *Inject* daya *wheeling* Gresik ke Cilegon sebesar 200 MW perhitungan biaya sewa jaringan transmisi sebesar Rp 975.248.162,- per hari. Hasil TCt / kWh adalah Rp 203,18 / kWh. Perhitungan MW-Mile tidak hanya memperhitungkan antar saluran yang bertransaksi saja, namun juga memperhitungkan semua saluran karena dengan adanya suatu transaksi *power wheeling* maka akan berdampak pada seluruh sistem jaringan transmisi. Metode MW-Mile memiliki keunggulan yaitu mudah dalam perhitungannya karena tidak memperhitungkan nilai daya reaktif. Namun di sisi lain, karena daya reaktif tidak diperhitungkan maka perhitungan biaya sewa jaringan transmisi tersebut kurang sesuai dengan yang ada di lapangan. Metode MW-Mile terdapat adanya subsidi silang yang artinya apabila

dampak *inject power wheeling* menyebabkan penurunan nilai aliran daya di suatu saluran transmisi maka konsumen *power wheeling* berhak mendapat pengurangan biaya sewa. Sedangkan kekurangannya yaitu perhitungan biaya sewa transmisi dengan metode MW-Mile memperhitungkan dampak *inject power wheeling* semua saluran transmisi.

Saran untuk penelitian yaitu masih terdapat beberapa asumsi yang belum diperhitungkan, sehingga masih dapat dikembangkan lebih jauh. Aliran daya yang digunakan bukanlah *Optimal Power Flow* (OPF) sehingga kedepannya dapat menggunakan OPF untuk menghitung biaya sewa jaringan transmisi.

## Referensi

- [1]. Andrianto Yudo, "Perhitungan Pembayaran Sewa Transmisi Berdasarkan Metode MW-Mile untuk Transaksi Wheeling pada Sistem Jaringan Tenaga Listrik Jawa Bali", Teknik Elektro Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2011.
- [2]. Anjaneyulu V., Narasimha Rao P.V., Durga Prakash K.N.S., "Fixed transmission cost allocation using power flow tracing methods". IIAREIE India, 8 August 2013, Vol. 2
- [3]. Anthonius, Apolos dan Tambunan, Habert P, "Power Wheeling : Skema Alternatif Pemerintah Indonesia Guna Antisipasi Ancaman Krisis Listrik", Anggraeni and Partners Legal Updates, Jakarta Selatan, Juni 2014.
- [4]. Bialek, Janusz., "Tracing the Flow of Electricity", IEE Proc. -Genet Treunsm, Distrib, Vol. 143, No.4, pp.313320, July 1996.
- [5]. Ching-Tzong Su, Ji-Horng Liaw, "Power wheeling pricing using power tracing and MVA-KM method", IEEE Proto Power Tech Conference, Proto, Portugal, 2001.
- [6]. Curry Trevor, Wilson Dan, "Western Electricity Coordinating Council", Black & Veatch, 2012.
- [7]. Diskusi Ilmiah *Power Wheeling*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, Oktober 2014.
- [8]. D. Shirmohammadi, Chithra Rajagopalan, Eugene R. Alward, "Cost of Transmission Transactions : An Introduction", IEEE Trans. On Power Systems, Vol 6, No. 3, August 1991.
- [9]. D. Shirmohammadi, P.R. Gribik, E.T.K. Law, J.H. Malinowski, R.E. O'Donnell, "Evaluation of transmission network capacity use for wheeling transactions", IEEE Trans. on Power Systems, vol. 4, pp. 1405-1413, October 1989.
- [10]. H. H. Happ, "Cost of Wheeling Methodologies", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 9, No. 1, February 1994.
- [11]. Hutauruk, T.S., "Transmisi Daya Listrik", Erlangga, Jakarta 1990.
- [12]. *Logsheet Operasi Harian* PT. PLN (PERSERO) P3BJB, Jakarta, 2013.
- [13]. M.Murali, M.Sailaja Kumari, M.Sydulu, "A Comparison of Embedded Cost Based Transmission Pricing Methods", IEEE, 2011.

- [14]. Mohammad Shahidehpour, Hatim Yamin, Zuyi Li, "Market operations in Electric Power Systems", New York, 2002.
- [15]. Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT.PLN (Persero) 2013-2022.
- [16]. Saadat Hadi, "Power System Analysis", McGraw-Hill, USA, 1999.
- [17]. Sulistyono, 1998, *Studi Estimasi Ongkos Penggunaan Kapasitas Saluran Transmisi pada Wheeling dengan Metoda Basis Arus*, Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [18]. [www.engineerhouse.blogspot.com/2012/02/keandalan-dan-kualitas-listrik.html](http://www.engineerhouse.blogspot.com/2012/02/keandalan-dan-kualitas-listrik.html) diakses pada 3 Oktober 2014
- [19]. [www.widdiyanto.wordpress.com/2013/05/24/sistem-kelistrikan-jawa-madura-bali/](http://www.widdiyanto.wordpress.com/2013/05/24/sistem-kelistrikan-jawa-madura-bali/) diakses pada 3 Oktober 2014