

PENGGUNAAN *MIX COAL* TERHADAP EFISIENSI PEMBANGKIT DAN BIAYA PRODUKSI LISTRIK (BPL) DI PLTU TANJUNG JATI B UNIT 3

Wahyono⁽¹⁾, Teguh HM⁽²⁾

⁽¹⁾Dosen Prodi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang

⁽²⁾Dosen Prodi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang

Jl.Prof.H.Sudarto,SH., Tembalang, Semarang 50275, PO BOX 6199/SMS

Telp.(024)7473417, 7499585, Faks. (024) 7472396

http : //www.polines.ac.id, email : secretariat@polines.ac.id

ABSTRAK

Batubara merupakan bahan bakar yang digunakan pada PLTU Tanjung Jati B Unit 3. Batubara yang digunakan dipasok dari PT Indominco Mandiri (IMM) dengan nilai kalor ± 6200 kkal dan harga Rp 931420/ton, dan PT Kaltim Prima Coal (KPC) dengan nilai kalor ± 5700 kkal dan harga Rp 850744/ton. Agar didapatkan efisiensi yang tinggi pada suatu pembangkit diperlukan nilai kalor yang tinggi, namun hal itu membutuhkan biaya produksi bahan bakar yang besar pula. Oleh karena itu, untuk menghemat biaya produksi listrik bahan bakar dilakukan pencampuran batubara dengan perbedaan nilai kalor tanpa mengurangi efisiensi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbandingan pencampuran yang tepat untuk memperoleh efisiensi dan penghematan biaya produksi listrik dengan adanya mix coal, dimana terjadi pada efisiensi yang memenuhi syarat dan BPL terendah. Metode yang digunakan yaitu membandingkan efisiensi pembangkit dan biaya produksi listrik dengan coal ratio. Hasil perhitungan menunjukkan, ratio pencampuran batubara yang tepat yaitu didapatkan pada pencampuran 4:6, dengan efisiensi sebesar 39,76% dan biaya produksi listrik yang ditinjau dari bahan bakar yaitu 339,078 Rp/kWh, sehingga dalam setahun menghabiskan Rp 2.067.342.134.870, dibandingkan dengan menggunakan 100% IMM yang menghabiskan Rp 2.123.882.600.717. Dengan demikian terjadi penghematan BPL ditinjau dari bahan bakar Rp 154.905.386/hari, sehingga dalam setahun dapat menghemat Rp 56.540.465.847.

Kata kunci : Nilai Kalor Batubara, mix coal, efisiensi pembangkit, biaya produksi listrik.

I. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap merupakan salah satu pembangkit yang dapat dioperasikan dengan berbagai bahan bakar yaitu padat, cair, maupun gas. Dan mahalnya harga bahan bakar cair, serta langkanya bahan bakar gas, menjadikan PLTU menggunakan bahan bakar padat, yang lebih murah dan mudah didapatkan yaitu batubara. Batubara diklasifikasikan berdasarkan tingkat metamorfosis (perubahan bentuk dan struktur yang dipengaruhi oleh suhu, tekanan, dan air) yang dibagi menjadi 5 kelas

yaitu batubara antrasit, bituminus, sub-bituminus, lignit dan gambut.

PLTU Tanjung Jati B unit 3 menggunakan batubara jenis subbituminus, yang dipasok dari PT Indominco Mandiri (IMM) dengan nilai kalor ± 6200 kkal/kg dengan harga batubara Rp 931.420/ton. Dan PT Kaltim Prima Coal (KPC) dengan nilai kalor ± 5700 kkal/kg dengan harga batubara Rp 850.744/ton. Terkadang pasokan batubara dari KPC yang melimpah dan *supplier* dari IMM menipis, maka untuk menunjang agar proses produksi tetap berjalan lancar dilakukan *mix coal* dengan batubara dari *supplier* KPC.

Mix Coal merupakan proses pencampuran batubara dari dua jenis batubara yang mempunyai perbedaan kualitas nilai kalor dan harga batubara. Kualitas hasil pencampuran (*mixed*) merupakan perpaduan dari semua parameter batubara yang dicampur pada *pulverizer*, untuk mendapatkan efisiensi pembangkit yang memenuhi syarat dan terjadi penghematan biaya produksi listrik bahan bakar.

Secara teori semakin tingginya nilai kalori batubara, maka semakin baik performa dari pembangkit tersebut. Namun harga batubara per kilogram pada nilai kalori tinggi lebih mahal, inilah yang kadang menjadi penghalang digunakannya batubara dengan nilai kalori yang tinggi. Padahal semakin tinggi nilai kalori batubara yang digunakan untuk pembakaran, maka semakin rendah jumlah konsumsi batubaranya. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan adanya pencampuran batubara (*Mix Coal*) dengan nilai kalor dan harga batubara yang berbeda agar terjadi penghematan biaya maupun peningkatan efisiensi.

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung efisiensi pembangkit dan mengetahui perbandingan pencampuran batubara yang tepat sehingga mengetahui penghematan biaya produksi listrik yang ditinjau dari bahan bakar dengan adanya *mix coal*.

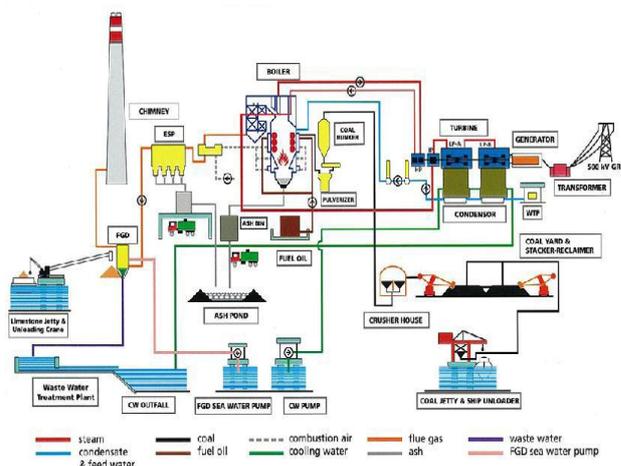
II. DASAR TEORI

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan uap air untuk menghasilkan energi listrik. PLTU merupakan mesin konversi energi yang merubah energi primer bahan bakar menjadi energi listrik. Konversi energi pertama yang berlangsung dalam PLTU adalah konversi energi primer bahan bakar menjadi energi panas (kalor), hal ini dilakukan dalam ruang bakar dari ketel uap PLTU. Energi panas ini kemudian

dipindahkan ke dalam air yang ada dalam pipa ketel untuk menghasilkan uap yang dikumpulkan dalam drum pada ketel. Uap dari drum tersebut kemudian dialirkan ke turbin uap. Dalam turbin uap, energi uap dikonversikan menjadi energi mekanis penggerak generator, dan akhirnya energi mekanis dari turbin dikonversikan menjadi energi listrik oleh generator.

Dalam prosesnya, produksi listrik PLTU Tanjung Jati B terdiri dari beberapa proses, yaitu penyaluran batubara, pembentukan uap, pengolahan air dan pendistribusian listrik.



Gambar 1. Skema Produksi Listrik PLTU Tanjung Jati B

2.2. Mix Coal

Mix Coal adalah proses pencampuran batubara dari dua jenis batubara yang mempunyai perbedaan kualitas nilai kalor dengan proporsi yang terkontrol dan harga batubara yang berbeda. Kualitas hasil pencampuran (*mixed*) merupakan perpaduan dari semua parameter batubara yang dicampur pada *pulverizer* untuk mendapatkan efisiensi pembangkit dan penghematan biaya produksi listrik bahan bakar. *Pulverizer* merupakan alat yang berfungsi untuk menggiling bongkahan batubara menjadi sebuk halus hingga ukuran 200 mesh, agar mudah bercampur dengan udara

didalam boiler dan terjadi pembakaran sempurna.

Secara teori semakin tingginya nilai kalori batubara, maka semakin baik performa dari pembangkit tersebut. Namun harga batubara per kilogram pada nilai kalori tinggi lebih mahal, inilah yang kadang menjadi penghalang digunakannya batubara dengan nilai kalori yang tinggi. Padahal semakin tinggi nilai kalori batubara yang digunakan untuk pembakaran, maka semakin rendah jumlah konsumsi batubaranya. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan adanya pencampuran batubara (*Mix Coal*) dengan nilai kalor dan harga batubara yang berbeda agar terjadi penghematan biaya maupun peningkatan efisiensi.

2.3. Efisiensi Pembangkit

Efisiensi Pembangkit merupakan perbandingan daya keluaran generator yang dihasilkan unit pembangkit, dibandingkan dengan energi dari bahan bakar batubara. Daya keluaran generator (*Generator Gross Power*) merupakan beban pembangkit, yang pada analisa ini dengan menggunakan beban 100 % ECR (*Economical Continous Rating*) yaitu 696 MW. Sedangkan energi bahan bakar dipengaruhi oleh laju aliran massa batubara dan nilai kalor batubara (HHV) hasil analisa laboratorium. Efisiensi pembangkit ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\eta_{\text{plant}} = \frac{\text{Power gross (kW)}}{\dot{m}_{bb} \times \text{HHV}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

Powergross = Daya Keluaran Generator (watt)

\dot{m}_{bb} = laju aliran massa batubara (kg/s)

HH = Nilai Kalor Batubara (kJ/kg)

2.4. Specific Coal Consumption (SCC)

Konsumsi batubara spesifik adalah jumlah batubara yang konsumsi oleh pembangkit untuk menghasilkan daya 1 kW selama satu jam (kg/kWh). Nilai konsumsi batubara spesifik

sendiri dipengaruhi dengan kualitas batubara dan daya keluaran generator. *Specific coal consumption* (SCC) dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{SCC} = \frac{\dot{m}_{bb} \times 3600}{\text{generator output (Kw)}} \text{ (kg/kWh)} \dots \dots \dots (2)$$

2.5. Biaya Produksi Listrik (BPL)

Biaya Produksi Listrik adalah biaya bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan energi listrik sebesar 1kWh. Yang dipengaruhi oleh konsumsi batubara spesifik atau *Spesific Coal Consumption* (SSC) dan harga batubara. BPL dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{BPL} = \text{SCC} \times \frac{\text{harga batubara}}{\text{kg}} \text{ (Rupiah/kWh)} \dots \dots \dots (3)$$

2.6. Penghematan Biaya Produksi Listrik

Penghematan biaya produksi listrik dalam sehari diperoleh berdasarkan data selisih penggunaan biaya produksi listrik 100% batubara *supplier* IMM dengan *mix coal* batubara dari *supplier* KPC. Sehingga penghematan biaya produksi listrik ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Penghematan}_{\text{BPL}} = \Delta \text{BPL} * \text{Power}_{\text{gross}} \text{ (kW)} * 24 \text{ jam} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

$$\Delta \text{BPL} = \text{BPL}_{100\%} - \text{BPL}_{\text{mc}} \text{ (RP/kWh)}$$

$\text{BPL}_{100\%}$ = Biaya Produksi Listrik batubara 100% IMM

BPL_{mc} = Biaya Produksi Listrik *mix coal* dengan KPC

3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada saat melaksanakan magang di PLTU Tanjung Jati B Unit 3. Waktu pelaksanaan magang dilaksanakan pada tanggal 18 Februari – 16 Mei 2014. Data parameter yang diambil merupakan

data berdasarkan *Firing test* PT KPJB-11103-PLN-2012-183.

3.2 Tahapan Pengambilan Data

Ada 2 metode pengambilan data yaitu data secara langsung (primer) dan data tidak langsung (sekunder) .

1. Data Secara langsung (primer)

Data primer merupakan data yang dapat dibaca secara langsung pada alat ukur. Data tersebut antara lain :

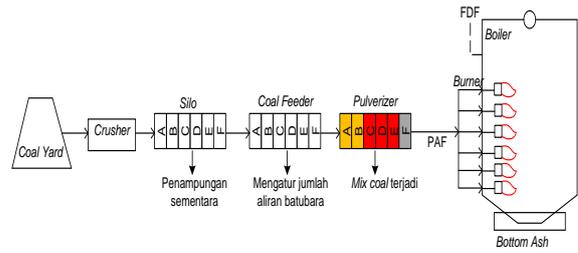
- a. Data laju aliran massa batubara, data ini didapat dengan menggunakan alat ukur aliran (*flow metter*) yang terpasang pada *coal feeder*.
- b. Nilai kalor bahan bakar, data ini didapat dari hasil analisa laboratorium.
- c. Data *Temperature main steam*, *temperature primary superheater*, *temperature secondary superheater* dan *temperature reheater steam*. Data *temperature main steam* diambil menggunakan alat termokopel yang terpasang pada keluaran *secondary superheater*. Dan data *temperature reheater steam* diambil dari alat termokopel yang terpasang pada keluaran *High Pressure Turbine*, sebelum menuju *Intermediate Pressure Turbine*.

2. Data Tidak langsung (Sekunder)

Pengambilan data secara tidak langsung berdasarkan data tetap variabel yang ada seperti data spesifikasi *boiler*. Data spesifikasi *boiler* antara lain yaitu jenis boiler yang digunakan, bahan bakar, jenis pembakaran, *design boiler efficiency*, dan *boiler steam condition*. Data pencampuran batubara berdasarkan dari *supplier* (IMM & KPC) untuk nilai kalor dan harga batubara, sedangkan untuk perhitungan berdasarkan presentase massa.

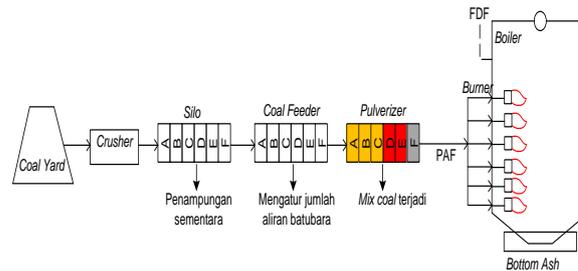
3.3 Proses Pencampuran

Skema Penggunaan *Mix Coal* dengan perbandingan 4 : 6



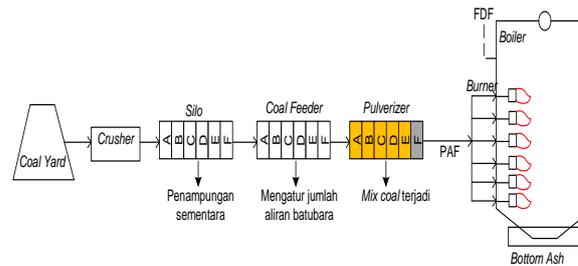
Gambar 2 Penggunaan *Mix coal* dengan perbandingan 4 : 6

Skema Penggunaan *Mix coal* dengan perbandingan 6 : 4



Gambar 3 Penggunaan *Mix Coal* dengan perbandingan 6 : 4

Skema Penggunaan *Mix coal* dengan perbandingan 10 : 0



Gambar 4 Penggunaan *Mix Coal* Dengan Perbandingan 10 : 0

Keterangan Kondisi Pulverizer :
 Supplier IMM =
 Supplier KPC =
 Kondisi Stand by =

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tabel Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan data untuk mendapatkan efisiensi pembangkit, ditunjukkan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 1 Hasil Perhitungan Efisiensi Pembangkit

Coal Ratio	Power _{gross}	\dot{m}_{bb}	HHV	η_{plant}	Coal Ratio	Power _{gross}	\dot{m}_{bb}	SCC
IMM : KPC					IMM : KPC			
%	(MW)	(kg/s)	(kJ/kg)	%	%	(MW)	(kg/s)	(kg/kWh)
4 : 6	696	74,17	23603,597	39,76	4 : 6	696	74,17	0,384
6 : 4	696	73,89	23839,52	39,51	6 : 4	696	73,89	0,382
10 : 0	696	72,22	24312,75	39,64	10 : 0	696	72,22	0,374

Dari hasil perhitungan nilai konsumsi batubara spesifik (SCC), ditunjukkan pada tabel berikut :
Tabel 2 Hasil Perhitungan Konsumsi Batubara Spesifik

Berdasarkan perhitungan biaya produksi listrik, dapat ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 3 Hasil Perhitungan Biaya Produksi Listrik

Coal Ratio	Power _{gross}	\dot{m}_{bb}	BPL	BPL/hari
IMM : KPC				
%	(MW)	(kg/s)	(Rp/kWh)	Rupiah
4 : 6	696	74,17	339,078	5.663.951.054
6 : 4	696	73,89	343,475	5.737.408.859
10 : 0	696	72,22	348,351	5.818.856.440

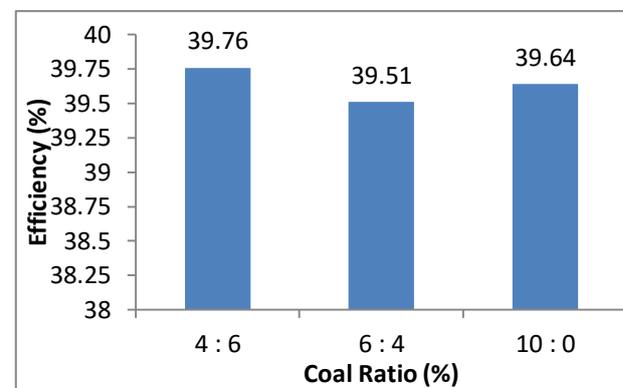
Berdasarkan Hasil Perhitungan Penghematan Biaya Produksi listrik ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4 Hasil Perhitungan Penghematan BPL

Coal Ratio	BPL	ΔBPL	Penghematan BPL/hari
IMM : KPC			
%	(Rp/kWh)	(Rp/kWh)	(Rp)
4 : 6	339,078	9,274	154.905.386
6 : 4	343,475	4,876	81.447.581
10 : 0	348,351	-	-

4.2 Grafik dan Analisa

Berdasarkan tabel perhitungan efisiensi pembangkit, maka didapatkan grafik efisiensi pembangkit terhadap *mix coal*, sebagai berikut :

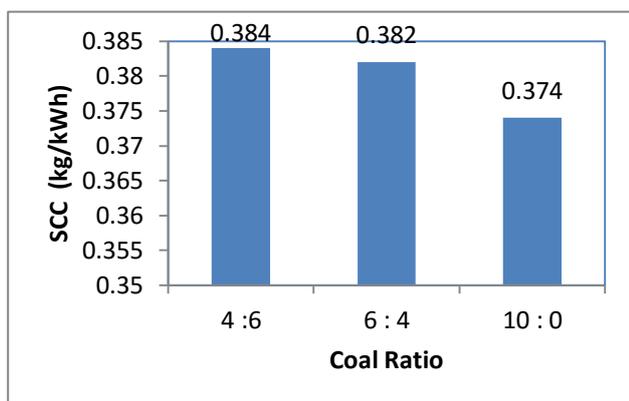


Gambar 5 Grafik Efisiensi Pembangkit terhadap *Mix coal*

Gambar 5 merupakan grafik efisiensi pembangkit terhadap *mix coal*. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa dengan adanya *mix coal* efisiensi pembangkit memang tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Namun, dengan pencampuran 4:6 efisiensi pembangkit terjadi peningkatan 0,13% dari penggunaan 10:0, dan dengan pencampuran 6:4

justru efisiensi pembangkit terjadi penurunan 0,12% dari penggunaan 100% IMM. Hal ini menunjukkan bahwa pencampuran yang baik yaitu 4:6, meskipun *mix coal* tidak hanya dilihat dari efisiensi pembangkit namun juga berdasarkan biaya produksi listrik.

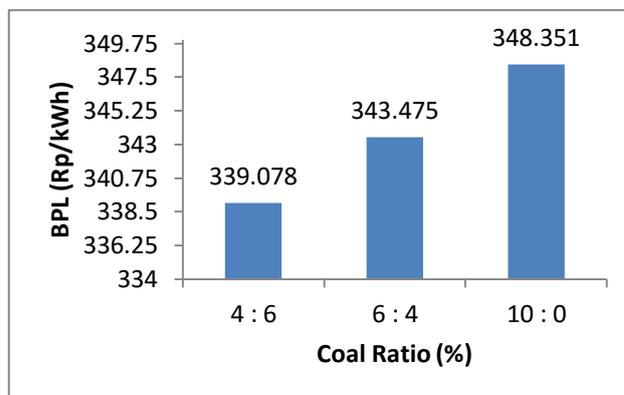
Berdasarkan tabel perhitungan nilai konsumsi batubara spesifik, maka didapatkan grafik SCC terhadap *mix coal* sebagai berikut :



Gambar 6 Grafik Nilai Konsumsi Batubara Spesifik terhadap *Mix Coal*

Gambar 6 merupakan grafik nilai konsumsi batubara spesifik terhadap *mix coal*. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa dengan pencampuran 10:0, maka nilai konsumsi batubara spesifik sebesar 0,374 kg/kWh. Dan jika dilakukan *mix coal* dengan perbandingan 4:6 maka nilai konsumsi batubara spesifik sebesar 0,384 kg/kWh. Pada pencampuran 6:4, nilai konsumsi batubara yang diperoleh yaitu 0,382 kg/kWh. Dengan semakin rendahnya nilai konsumsi batubara spesifik maka kebutuhan bahan batubara semakin hemat, dan jika nilai konsumsi spesifik semakin besar, maka kebutuhan bahan bakar batubara yang dibutuhkan semakin banyak.

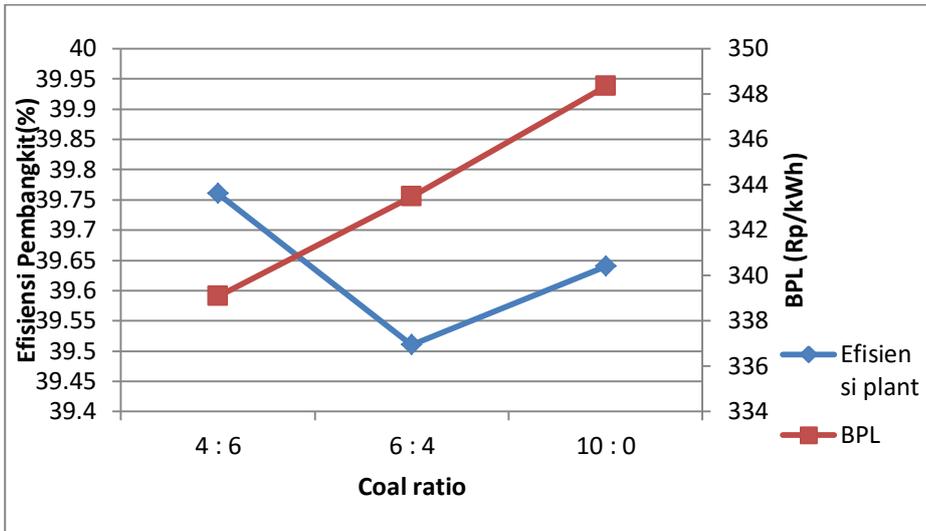
Berdasarkan tabel perhitungan biaya produksi listrik, maka grafik biaya produksi listrik terhadap *mix coal* sebagai berikut :



Gambar 7 Grafik Biaya Produksi Listrik terhadap *Mix Coal*

Gambar 7 merupakan grafik biaya produksi listrik terhadap *mix coal*. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa dengan penggunaan batubara 100% dari supplier IMM maka biaya produksi listrik yang dihasilkan yaitu sebesar 348,351 Rp/kWh. Dan jika dilakukan *mix coal* dengan ratio pencampuran 4 : 6 maka biaya produksi listrik jauh lebih kecil dibanding penggunaan 10:0 yaitu sebesar 339,078 Rp/kWh. Pada pencampuran 6 :4 biaya produksi listrik yang dihasilkan sebesar 343,475 Rp/kWh. Dari grafik tersebut terlihat bahwa dengan adanya *mix coal* membutuhkan biaya produksi listrik yang lebih rendah dibandingkan penggunaan 100% IMM. Dan untuk pencampuran batubara yang tepat yaitu penghematan biaya produksi listrik yang lebih besar yaitu pada pencampuran 4:6. Dimana pada pencampuran ini membutuhkan biaya produksi listrik yang ditinjau dari bahan bakar yang lebih rendah dibanding pencampuran 6:4.

Berdasarkan grafik hubungan efisiensi pembangkit dan biaya produksi listrik terhadap *mix coal*, maka dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 8 Grafik Efisiensi Pembangkit & BPL terhadap *Mix Coal*

Gambar 8 merupakan grafik hubungan efisiensi pembangkit dan biaya produksi listrik terhadap *mix coal*. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa pencampuran batubara yang tepat agar menghasilkan penghematan biaya produksi listrik adalah dengan pencampuran 4:6, dimana efisiensi pembangkit yang dihasilkan lebih besar dibanding pencampuran 6:4 dan biaya produksi listrik yang dihasilkan jauh lebih rendah dengan pencampuran 6:4 maupun 10:0. Dari data biaya produksi listrik bahan bakar maka didapatkan penghematan biaya produksi listrik bahan bakar, yaitu selisih penggunaan biaya produksi listrik 100% batubara supplier IMM dengan *mix coal* batubara dari supplier KPC. Maka dengan adanya *mix coal* diperoleh penghematan BPL bahan bakar pada pencampuran 4 : 6 yaitu sebesar 9,274 Rp/kWh, sehingga dalam sehari dapat menghemat Rp 154.905.386. Sedangkan pada pencampuran 6 : 4 didapatkan penghematan sebesar 4,876 Rp/kWh, sehingga dalam sehari dapat menghemat Rp 81.447.581.

V. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisa data dapat disimpulkan bahwa :

1. Efisiensi pembangkit yang diperoleh dengan adanya *mix coal* yaitu, pada pencampuran 4:6 terjadi peningkatan 0,12% dari perbandingan 10:0, sedangkan pada pencampuran 6:4 terjadi penurunan efisiensi pembangkit yaitu 0,13%.
2. Nilai konsumsi bahan bakar dengan adanya *mix coal* menghasilkan nilai yang lebih besar dibanding penggunaan 100% IMM, sehingga nilai SCC nya lebih banyak, namun dari segi biaya produksi listrik bahan bakarnya lebih rendah, karena pada penggunaan 100% IMM BPL bahan bakar lebih mahal yaitu sebesar Rp 5.818.856.440/hari sehingga dalam setahun menghabiskan Rp 2.123.882.600.717.
3. Dengan pencampuran batubara BPL bahan bakar lebih rendah dibanding penggunaan 100% IMM. BPL dipengaruhi oleh konsumsi batubara dan harga batubara, dimana harga batubara KPC lebih murah

dibanding IMM sehingga dengan *mix coal* dapat mengurangi BPL bahan bakar.

4. Penghematan biaya produksi listrik yang ditinjau dari bahan bakar pada perbandingan 4 : 6 yaitu sebesar Rp 154.905.386/hari sehingga dalam setahun dapat menghemat Rp 56.540.465.847, dan pencampuran 6 : 4 sebesar Rp 81.447.581/hari dan dalam setahun sebesar Rp 29.728.367.244.
5. *Mix Coal* yang tepat berdasarkan penghematan biaya produksi listrik bahan bakar dan efisiensi pembangkit yaitu dengan pencampuran 4 : 6.

Daftar Pustaka

1. Aladin, Andi. 2011. *Sumber Daya Alam Batubara*. Bandung: Lubuk Agung.
2. Djokosetyardjo, M.J.. 2003. *Ketel Uap*. Jakarta: Pradnya Paramita.
3. El Wakil, M.M.. *Instalasi Pembangkit Daya*. Alih Bahasa E. Jasfi. Jakarta: Erlangga. 1992.
4. Indonesia Wordpress. 2014. *Perhitungan Biaya Pokok Pembangkit*. <http://indonesia.wordpress.com/>. (9 Mei 2014)
5. Marsudi, Djiteng. 2011. *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta: Erlangga.
6. PLN PT KPJB. 2012. *The Result of Unit 3 KPC Mixed Firing*. Jepara: PT KPJB
7. Soenoko, Rudy. dan I Made, Gunadiarta. 2009. *Bahasan Termal Bahan – Bahan dan Ketel Uap*. Malang: Citra malang.
8. The Babcock & Wilcox Company. 2004. *Tanjung Jati B Training Pulverizers*.
9. Wikipedia. 2014. *Coal rank*. http://wikipedia.org/coal_rank (29 April 2014)
10. Wikipedia. 2014. *Efisiensi termal*. [http://id.wikipedia.org/wiki/efisiensi termal](http://id.wikipedia.org/wiki/efisiensi_termal) (9 Mei 2014)