

ANALISA PEMAKAIAN DAN PENYEDIAAN BATUBARA PADA PUSAT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU)

Syamsul Kamar”

* Perekayasa Utama pada Pusat Teknologi Industri dan Sistem Transportasi,
Deputi Bidang TIRBR, BPPT.
e-mail: sul_kam@yahoo.com

Abstract

Energi listrik sudah menjadi salah satu kebutuhan pokok masyarakat yang tidak dapat dihindari sebagai konsekuensi dari peningkatan kualitas hidup masyarakat itu sendiri. Di Indonesia kebutuhan energi listrik sebagian besar dilayani oleh PT PLN (Persero) menggunakan pembangkit listrik thermal. Dari berbagai macam pembangkit thermal, yang menjadi perhatian kedepan adalah pembangkit listrik tenaga uap dengan bahan bakar batubara.

Factor yang menentukan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan antara pola pembebanan pembangkit, kondisi pembangkit, dan kinerja pembangkit. Dari sisi produksi listrik, kinerja suatu PLTU batubara tidak hanya, ditentukan oleh teknologi Konversi energinya akan tetapi ditentukan juga oleh kuantitas dan kualitas batubara sebagai energi primer.

Sebagai contoh kasus perhitungan kebutuhan bahan bakar batubara untuk PLTU, diambil dua unit PLTU, yaitu PLTU yang bahan bakarnya hanya batubara. PLTU batubara tersebut adalah milik PT PLN (Persero) yang berlokasi di pesisir barat Pulau Sumatera mempunyai dua unit pembangkit.

Ilustrasikan kebutuhan bahan bakar batubara PLTU tersebut di atas untuk tahun tertentu dihitung dengan pemisalan target rencana produksi tahun tertentu tersebut ditargetkan indeks ketersediaannya (EAF) adalah 66,8% karena diperkirakan pada tahun tersebut akan mengalami banyak waktu pemeliharaan yaitu yang terencana adalah 26% dan yang tidak direncanakan diberi toleransi sekitar 6%.

Berdasarkan target yang dimisalkan tersebut maka energi listrik maksimum yang bisa diproduksi pada tahun tersebut adalah 1.007.400 MWh dari masing-masing pembangkit, dengan kebutuhan batubara sebesar 990.270 Ton untuk masing-masing pembangkit, apabila realisasi pengadaan batu bara sesuai dengan rencana yaitu batu bara dengan tara-kalor 3.372 kJ/kg. Adapun kebutuhan batubara maksimum setiap harinya adalah kurang lebih 94 Ton untuk setiap pembangkit pada saat pembangkit dibebani penuh.

Kata Kunci : PLTU batubara, kinerja konsumsi bahan bakar

1. PENDAHULUAN

Energi listrik sudah menjadi salah satu kebutuhan pokok masyarakat yang tidak dapat dihindari sebagai konsekuensi dari peningkatan kualitas hidup masyarakat itu sendiri. Di Indonesia kebutuhan energy listrik sebagian besar dilayani oleh PT PLN (Persero). Untuk melaksanakan pelayanan penyedia-an energy listrik tersebut, PT PLN (Persero) mengoperasikan beberapa pembangkit dariberbagai jenis energi primer antara lain batubara untuk Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) mulai dari kapasitas kecilsampai kapasitas besar yang tersebar di beberapa tempat di Indonesia. Pembangkit listrik dalam bentuk PLTU tersebut ada yang dimiliki PT PLN (Persero), ada pembangkit yang disewa oleh PT PLN (Persero), dimana pembangkitnya adalah milik swasta, dan biaya operasionalnya ditanggung oleh PT PLN (Persero). Disamping itu ada pula pembangkit listrik milik swasta dan dioperasikan secara penuh oleh swasta, PT PLN (Persero) membeli produksi listriknya. Karena letak geografis pembangkit-pembangkit tersebut berbedabeda, sehingga ada yang memiliki pelabuhan sendiri untuk pasokan batubaranya dan ada yang tidak memiliki pelabuhan sendiri. Dalam kaitannya dengan pelayanan kebutuhan energy listrik, PT PLN (Persero) mempunyai 2 sistem yaitu system pembangkitan dan system penyaluran. Sistem penyaluran yang mengatur stragi pelayanan kepada konsumen, dan juga sekaligus mengatur pembebanan pembangkit. Pola pembebanan pembangkit salah satu factor yang menentukan berapa jumlah bahan bakar, dalam hal ini batubara, yang dibutuhkan. Dari sisi produksi listrik, kinerja suatu PLTU batubara tidak hanya, ditentukan oleh teknologi Konversi

energinya akan tetapi ditentukan juga oleh kuantitas dan kualitas batubara sebagai sumber bahan bakar. Apabila kesemuanya telah sesuai dengan desain, akan tetapi sumber bahan bakarnya yaitu batubaranya tidak tersedia sesuai dengan yang dipersyaratkan dalam konversi energinya maka tentunya kinerja suatu pembangkit batubara tidak dapat seperti yang diharapkan.

- a. Kebijakan perusahaan merupakan pemberian prioritas sama dalam perusahaan terhadap persediaan bahan baku dan melihat dana yang tersedia cukup untuk pembayaran semua bila diperlukan perusahaan.
- b. Pemakaian senyatanya merupakan pemakaian yang senyatanya dengan peramalan kebutuhan bahan yang dipergunakan perusahaan.
- c. Lead time merupakan tenggang waktu yang diperlukan antara saat pesan bahan baku sampai dengan waktu datangnya bahan itu sendiri.

2. KONDISI DAN KINERJA PLTU

Secara teoritis apabila kualitas bahan bakar tetap terjaga tetap sama dari tahun ke tahun, dan pembangkit selalu beroperasi pada beban nominalnya, maka penggunaan bahan bakar (SFC) dan *plant heat rate (PHR)* akan mengalami degradasi sedikit demi sedikit sampai dilakukan simple inspection atau major inspection. Setelah inspection dilaksanan SFC dan plant heat rate akan mendekati kondisi komisioning, selanjutnya mengalami degradasi lagi sedikit demi sedikit sampai inspection berikutnya demikian seterusnya. Berdasarkan hal tersebut kondisi pembangkit menentukan besarnya bahan bakar yang dibutuhkan suatu pembangkit khususnya PLTU untuk

menghasilkan tenaga listrik yang dibebankan kepadanya.

Pemakaian Bahan bakar Spesifik adalah besarnya volume bahan bakar yang dikonsumsi untuk memproduksi KWh bruto pada suatu periode tertentu.

$\times 100$

(4.1)

Persamaan (4.1) di atas menunjukkan tingkat pemakaian bahan bakar, sekaligus memperlihatkan kualitas bahan bakar yang digunakan.

Disamping SFC tersebut indeks lain yang bias digunakan untuk mengetahui tingkat penggunaan bahan bakar adalah Plant Heat Rate (PHR). Perbedaan dengan SFC adalah, bahwa PHR lebih menunjukkan kondisi mesin sedang SFC lebih mengarah ke kondisi bahan bakar.

PHR tersebut didefinisikan sebagai total konsumsi panas bruto (kJ) yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar untuk memproduksi kWh bruto.

(4.2)

Selain kedua indeks tersebut di atas yang diperlihatkan apada persamaan (4.2) dan persamaan (4.3), ada indeks lain yang menunjukkan kinerja pembangkit, sekaligus memberi gambaran tentang kondisi pembangkit dan posisinya dalam sistem. Sebagaimana diketahui bahwa PT PLN (Persero) dalam melayani kebutuhan tenaga listrik konsumen, menggunakan dua organisasi yaitu unit pembangkitan dan unit penyaluran. Unit pembangkitan bertugas membangkitkan tenaga listrik yang baik dan handal, sedangkan unit penyaluran mengatur penyaluran tenaga listrik tersebut ke konsumen. Berdasarkan hal tersebut terlihat bahwa unit penyaluran yang mengatur unit-unit pembangkitan yang dihubungkan dengan sistem untuk menyalurkan tenaga listrik berdasarkan evaluasi tentang tenaga listrik yang dibangkitkan.

Indeks kinerja yang menggambarkan tingkat ketersambungan pembangkit dengan sistem

antara lain adalah factor kapasitas (capacity factor) dan EAF (Equivalent Availability Factor).

Faktor Kapasitas adalah rasio produksi bruto kWh selama jam pelayanan terhadap kWh bruto yang dapat dibangkitkan bila dibebani sesuai dengan kapasitas terpasang selama jam periode. Keadaan ini mencerminkan kapasitas mesin yang dioperasikan selama periode tertentu.

(4.3)

Adapun EAF didefinisikan sebagai faktor kesiapan unit pembangkit. Nilai EAF berupa perbandingan yang didapat dari kesiapan pembangkit untuk beroperasi (baik dalam kondisi stand by ataupun operasi) dibagi terhadap waktu.

(4.4)

Dimana:

- PH (Plant Hour) adalah jumlah jam yang seharusnya bisa digunakan pembangkit untuk beroperasi. Karena pembangkit listrik bekerja penuh 24 jam nonstop, maka Nilai Plant Hour dari semua pembangkit listrik adalah sama 24×365 (jumlah hari dalam satu tahun) = 8760.
- PO (Plant Outage) adalah jumlah jam pembangkit tidak beroperasi.
- Derating adalah penurunan kemampuan operasi pembangkit.

Dibeberapa wilayah operasi PLN, yang dicatat dan dilaporkan bukan EAF melainkan AF (availability factor) yang didefinisikan sebagai rasio antara jumlah jam unit pembangkit siap beroperasi terhadap jumlah jam dalam satu periode tertentu. Besaran ini menunjukkan prosentase kesiapan unit pembangkit untuk dioperasikan pada satu periode tertentu.

(4.5)

Dari indeks-indeks tersebut di atas baik yang kaitannya dengan kondisi bahan bakar dan kondisi pembangkit, yaitu SFC dan PHR, maupun target-target kinerja yang diberikan atau direncanakan yaitu CF, EAF atau AF, dapat dihitung kebutuhan bahan bakar setiapbulannya, maupun setiap harinya. Sehingga dengan demikian dengan memperhitungkan waktu transportasi, dapat

dihitung/direncanakan dengan baik pengaturan pasokan bahan bakar misalnya berupa batubara.

3. POTRET PENGGUNAAN BATUBARA PLTU

Sebagai contoh kasus perhitungan kebutuhan bahan bakar batubara untuk PLTU, diambil dua unit PLTU, yaitu PLTU yang bahan bakarnya hanya batubara.

Salah satu PLTU batubara milik PT PLN (Persero) yang berlokasi di pesisir barat Pulau Sumatera mempunyai dua unit pembangkit dengan spesifikasi umum masing-masing sebagai berikut:

Boiler:

- - Capacity : 423 ton/hour
- - Steam temp : 542 °C
- - Steam pressure : 10,32 Mpa

Steam Turbine:

- - Speed : 3000 RPM
- - Steam flow : 409,437 t/h
- - Heat Rate : 8991,7 kJ/kWh

Electric Generator:

- - Rated power : 115 MW
- - Rated voltage : 13,8 kV
- - Rated current : 6014 A
- - Power factor : 0,8
- - Frekuensi : 50 Hz
- - Rated power : 143,75 MVA
- - Exciting current : 1341,6 A
- - Capacity : 25 MVA

Data pengoperasian kedua unit pembangkit tersebut sepanjang tahun 2010 seperti terlihat pada table 4.1 sampai dengan table 4.4.

Tabel 4.1. Realisasi EAF tahun 2010

BULAN	PLTU		TARGET	
	UNIT 1	UNIT 2	UNIT 1	UNIT 2
JANUARI	75.53	79.37		
PEBRUARI	90.85	74.69		
MARET	100.00	86.01		
TRIWULAN I	88.79	80.02	88.73	80.20
APRIL	59.78	89.31		
MEI	88.13	75.04		
JUNI	55.98	84.68		
TRIWULAN II	67.97	83.01	78.40	81.57
JULI	3.31	73.51		
AGUSTUS	73.81	37.56		
SEPTEMBER	95.99	8.60		
TRIWULAN III	57.71	39.89	71.29	67.64
OKTOBER	56.47	71.18		
NOPEMBER	97.26	93.18		

DESEMBER	99.52	78.86		
TRIWULAN IV	84.42	81.07	74.56	70.99
RATA-RATA	74.72	71.00	78.24	75.10

Tabel 4.1 memperlihatkan indeks kinerja pembangkit dalam bentuk *Equivalent Availability Factor* (EAF) yang didefinisikan sebagai rasio antara jumlah energi yang diproduksi pada suatu periode dengan energi maksimum yang dapat diproduksi pada periode tersebut. Agar dinamika perubahan EAF tersebut terlihat dengan jelas, tabel 4.1 di atas ditampilkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada gambar 4.1.

Gambar 4.1. EAF Pembangkit

Faktor ketersediaan energi pada tahun 2010 yang diperlihatkan pada gambar 4.1 menunjukkan angka yang sangat dinamis dengan nilai tertinggi adalah 100% yang terjadi pada Maret 2010 oleh PLTU Unit 1 sedang yang terendah adalah 3,31% pada Juli 2010 juga oleh PLTU Unit 1. Nilai EAF 100% hanya mungkin dicapai oleh PLTU yang baru, dan memang PLTU tersebut masih sangat baru, sedang yang terendah tersebut di atas dalam kondisi pembangkit memasuki waktu pemeliharaan. Adapun nilai rata-rata EAF sepanjang tahun 2010 adalah sebesar 74,72% untuk PLTU Unit 1 dan 71% untuk PLTU Unit 2. Idealnya unit pembangkit PLTU diberi tugas memikul beban dasar yang berarti EAF antara 80% sampai dengan 90%.

Tabel 4.2. Faktor Kapasitas tahun 2010

BULAN	PLTU		TARGET	
	UNIT 1	UNIT 2	UNIT 1	UNIT 2
JANUARI	50.26	46.18		
PEBRUARI	39.37	29.02		
MARET	52.50	44.04		
TRIWULAN I	47.38	39.75	47.65	40.11
APRIL	19.12	38.09		
MEI	40.00	33.27		
JUNI	21.50	48.06		
TRIWULAN II	26.88	39.80	37.28	39.92
JULI	0.61	41.35		
AGUSTUS	45.57	16.52		
SEPTEMBER	73.05	5.04		

TRIWULAN III	39.75	20.97	37.99	33.59
OKTOBER	40.13	50.97		
NOPEMBER	63.54	60.53		
DESEMBER	50.60	36.20		
TRIWULAN IV	51.42	49.23	41.34	37.50
RATA-RATA	41.36	37.44	41.06	37.78

Factor kapasitas (*Capacity Factor*) pembangkit didefinisikan sebagai rasio antara produksi kWh bruto selama jam pelayanan terhadap kWh bruto yang dapat dibangkitkan bila dibebani sesuai dengan kapasitas terpasang selama jam periode. Keadaan ini mencerminkan kapasitas mesin yang dioperasikan selama periode tertentu. Faktor kapasitas tersebut pada tahun 2010 diperlihatkan pada tabel 4.2.

Agar dinamika perubahan EAF tersebut terlihat dengan jelas, tabel 4.2 di atas ditampilkan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada gambar 4.2.

Gambar 4.2. Faktor Kapasitas Pembangkit (%)

Dari gambar 4.2 terlihat bahwa pada tahun 2010 dinamika perubahan factor kapasitas sangat tinggi seiring dengan perubahan EAF. CF yang sangat dinamis tersebut dengan nilai tertinggi adalah 73,05% yang terjadi pada September 2010 oleh PLTU Unit 1 sedang yang terendah adalah 0,61% pada Juli 2010 juga oleh PLTU Unit 1. Pada umumnya factor kapasitas pembangkit thermal apabila dipakai untuk memikul beban dasar (base load), seperti PLTU, factor kapasitasnya berada antara 70% sampai dengan 90%. Adapun nilai rata-rata CF sepanjang tahun 2010 adalah sebesar 41,36% untuk PLTU Unit 1 dan 37,4% untuk PLTU Unit 2.

Sebenarnya, rekomendasi kontraktor utama pembangunnya adalah, bahwa CF unit tahun ke 1 = 65,76 %, tahun ke 2 = 71,24 %, tahun ke 3 = 73,35 %, tahun ke 4 = 70,96 %.

Tabel 4.3. Penggunaan bahan bakar spesifik

BULAN	PLTU	
	UNIT 1	UNIT 2
JANUARI	0.67	0.75
PEBRUARI	0.79	0.68
MARET	0.73	0.71
TRIWULAN I	0.73	0.72
APRIL	0.98	0.78
MEI	0.95	0.87
JUNI	0.85	0.86
TRIWULAN II	0.93	0.84
JULI	1.87	0.66
AGUSTUS	0.59	0.80
SEPTEMBER	0.61	0.49
TRIWULAN III	1.02	0.65
OKTOBER	0.59	0.72
NOPEMBER	0.65	0.71
DESEMBER	0.68	0.74
TRIWULAN IV	0.68	0.74
RATA-RATA	0.84	0.73

Apabila SFC unit pembangkit pada Tabel 4.3 tersebut di atas ditampilkan dalam bentuk grafik maka akan terlihat seperti pada Gambar 4.3.

Gambar 4.3. Realisasi SFC tahun 2010

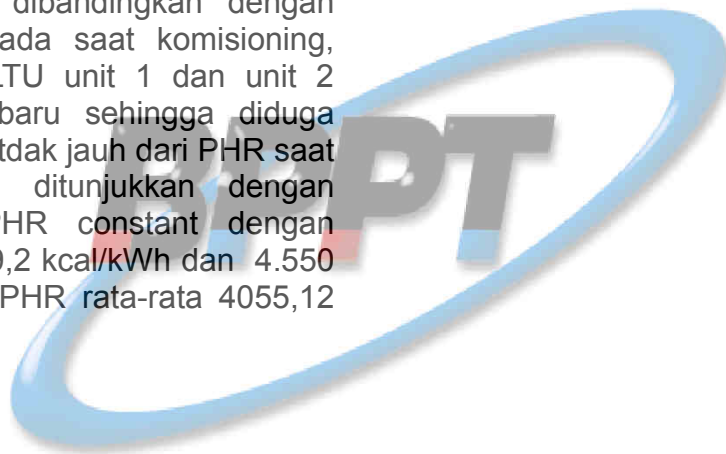
Dari Tabel 4.3 atau Gambar 4.3 terlihat bahwa SFC PLTU unit 1 dan PLTU unit 2 pada tahun 2010 bervariasi antara 0,6015 kg/kWh dan 0,9138 kg/kWh, dengan rata-rata 0,7303 kg/kWh. Variasi SFC untuk PLTU-2 berada disekitar SFC rata-rata pembangkit, sedang variasi SFC PLTU-1 SFCnya pernah jauh lebih buruk dari SFC rata-rata yaitu pada Juli 2010. SFC kedua unit pembangkit tersebut lebih besar dari SFC yang direncanakan yaitu 0,6 kg/kWh. Kondisi tersebut diduga akibat variasi kualitas batubara yang dipasok oleh beberapa pemasok yang berbeda seperti telah diuraikan sebelumnya.

Tabel 4.4. Plant Heat Rate

BULAN	PLTU	
	UNIT 1	UNIT 2
JANUARI	2837.50	3149.97

PEBRUARI	3163.03	2737.29
MARET	3137.90	3061.02
TRIWULAN I	3046.14	2982.76
APRIL	3993.80	3164.74
MEI	3247.12	2996.89
JUNI	3078.87	3085.69
TRIWULAN II	3439.93	3082.44
JULI	7039.55	2488.92
AGUSTUS	2354.35	3205.24
SEPTEMBER	2649.24	2121.13
TRIWULAN III	4014.38	2605.09
OKTOBER	2434.11	2993.17
NOPEMBER	2965.21	3220.21
DESEMBER	2875.54	3137.98
TRIWULAN IV	2758.29	3117.12
RATA-RATA	3314.69	2946.85

PHR yang terlihat pada gambar 4.8 di atas tidak dapat dibandingkan dengan kondisi standar pada saat komisioning, namun karena PLTU unit 1 dan unit 2 tersebut relative baru sehingga diduga nilai PHR tersebut tdak jauh dari PHR saat komisioning yang ditunjukkan dengan kecenderungan PHR constant dengan variasi antara 3429,2 kcal/kWh dan 4.550 kcal/kWh dengan PHR rata-rata 4055,12 kcal/kWh.



4. ANALISA KEBUTUHAN BATUBARA

Untuk mengilustrasikan kebutuhan bahan bakar batubara PLTU tersebut di atas untuk tahun tertentu, beberapa pemisalan diambil sebagai berikut. Misalkan pada tahun yang direncanakan PLTU ditargetkan indeks ketersediaannya (EAF) adalah 66,8% karena diperkirakan pada tahun tersebut akan mengalami banyak waktu pemeliharaan yaitu yang terencana adalah 26% dan yang tidak direncanakan diberi toleransi sekitar 6%.

Untuk menjalankan tugas tersebut diusahakan bahan bakar digunakan mempunyai tara-kalor 3.372 kJ/kg. Sehingga dengan demikian berdasarkan rancangan tersebut pembangkit hanya akan beroperasi kurang lebih 8.130 jam dalam setahun, karena pembangkit mengalami derating sebesar 7,2%. Berdasarkan hal tersebut maka energi listrik maksimum yang bisa diproduksi pada tahun tersebut adalah 1.007.400 MWh dari masing-masing pembangkit, dengan kebutuhan batubara sebesar 990.270 Ton untuk masing-masing pembangkit, apabila realisasi pengadaan batu bara sesuai dengan rencana yaitu batu bara dengan tara-kalor 3.372 kJ/kg. Adapun kebutuhan batubara maksimum setiap harinya adalah kurang lebih 94 Ton untuk setiap pembangkit pada saat pembangkit dibebani penuh. Berdasarkan hasil hitungan tersebut pengadaan batu-bara direncanakan dengan memper-timbangkan antara lain waktu transportasi, waktu unloading, cadangan yang dibutuhkan. Penyediaan tersebut harus selalu dievaluasi dan mungkin direvisi sesuai dengan realisasi pengadaan batubara dalam hal ini konten batu bara.

5. KESIMPULAN

Dengan pengambilan contoh target produksi tahun tertentu yang akan datang

maka sesuai hasil perhitungan berdasarkan kinerja tahun 2011 disimpulkan bahwa:

- Energi listrik maksimum yang bisa diproduksi masing-masing pembangkit pada tahun tersebut adalah 1.007.400 MWh.
- Kebutuhan bahan bakar batubara untuk tahun tertentu tersebut masing-masing pembangkit adalah 990.270 Ton dengan kandungan energi sekitar 3.372 kJ/kg.
- Kebutuhan batubara harian setiap pembangkit adalah 94 Ton.
- Berdasarkan kebutuhan batubara tersebut dihitung sistem transportasi batubara dengan mempertimbangkan pasilitas unloading dan tempat penampungan yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hamzah Hilal (et. Al) "Daya Dukung Sistem Kelistrikan Jawa-Sumatera", BPPT Press, Jakarta, Indonesia, 2013.
2. Hilal, H. "Studi Optimasi Jadwal Pembebanan Pembangkit Thermis", Prosiding Seminar Nasional Mesin dan Industri, Jakarta, Nopember 2010,
3. Hariatie, E.S., Hilal, H, "Studi Optimasi Jadwal Pembebanan Pembangkit Thermis", Prosiding Seminar Nasional Mesin dan Industri, Jakarta, Nopember 2010,
4. Hilal, H. "Pengoperasian Optimum Sistem Tenaga Listrik Berbasis Keselamatan", Jurnal Sinusoidal, Vol 1, No. 2, ISTN, Agustus 2000.
5., , "Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik 2011-2020", PT. PLN (Persero) 2011.

RIWAYAT PENULIS

Syamsul Kamar, lahir di Kabupaten Sidenreng-Rappang, Sulawesi Selatan pada tanggal 9 September 1956. Menamatkan pendidikan

Strata 1 di Universitas Hasanuddin pada bidang Teknik Elektro, dan Strata 2 di Universitas Indonesia pada bidang Teknik Kendali. Bekerja di Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) sejak bulan Juli tahun 1982 di Direktorat Pengkajian Ilmu Dasar dan Terapan (PIDT).

Pekerjaan saat ini sebagai Perencana Utama di Pusat Teknologi Industri dan Sistem Transportasi, PTIST, Kedeputan Teknologi Industri Rancang Bangun dan Rekayasa, TIRBR.

