

ANALISIS PEMANFAATAN ENERGI PADA PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK DI INDONESIA

ABSTRACT

Energy demand for various economic sectors in Indonesia is fulfilled by various energy sources, either fossil fuel or renewable energy. Energy supply from various energy sources is known as energy mix.

Energy mix of one economic sector is different from other economic sector. Transportation sector is fulfilled by refined products, natural gas and electricity. Industry sector is fulfilled by refined products, coal, natural gas, electricity and biomass.

Meanwhile electricity generation sector is fulfilled by refined products, coal, natural gas and renewable energy. Energy mix in electricity generation represents also energy utilization status and electricity power generation technology applied. Energy mix of Indonesia is similar to energy mix of Jawa, because most of electricity is generated in Jawa.

Percentage of diesel oil and fuel oil utilization for electricity generation is going down, they are substituted by other type of energy such as coal and natural gas.

1. PENDAHULUAN

Konsumsi listrik nasional tahun 1990 s.d. tahun 2002 meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 10% pertahun dari 27,7 TWh (1990) menjadi 87,1 TWh (2002). Sejalan dengan hal tersebut, produksi listrik PLN meningkat dari 23,29 TWh pada tahun 1990 menjadi 89,29 TWh atau meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata 8,8% per tahun. Produksi listrik PLN tersebut memerlukan bahan bakar fosil dan bahan bakar terbarukan sebesar 72,27 Juta SBM pada tahun 1990 menjadi 178,69 Juta SBM pada tahun 2002 atau rata-rata meningkat sebesar 7,8% per tahun.

Jenis bahan bakar yang digunakan oleh pembangkit listrik yang mengalami peningkatan tertinggi selama periode tersebut adalah bahan bakar gas bumi, yaitu sebesar 27,8% per tahun, kemudian diikuti pemakaian panasbumi yang mengalami peningkatan sebesar 15,1%, batubara

sebesar 10,1%, minyak solar sebesar 9,5%, dan tenaga air sebesar 2,7%. Adapun pemakaian minyak diesel dan minyak bakar untuk pembangkit listrik selama kurun waktu 12 tahun tersebut menurun masing-masing dengan angka pertumbuhan sebesar -3,3% dan -1% per tahun.

Penurunan pemakaian minyak diesel ini terutama terjadi di pulau Jawa dan Sumatera dimana di kedua wilayah tersebut telah terdapat jaringan transmisi, sehingga diperlukan pembangkit dengan kapasitas besar dalam memenuhi kebutuhan listriknya. Kebutuhan listrik pada beban puncak di Jawa dan Sumatera saat ini sebagian besar dipenuhi oleh PLTG dan PLTGU, dan sebagian kecil oleh PLTD dan tenaga air.

Meskipun pemanfaatan panasbumi dan tenaga air sebagai bahan bakar pembangkit listrik selama kurun tahun 1990 s.d. 2002 meningkat cukup signifikan, pemakaian energi baru dan terbarukan selama kurun waktu tersebut masih belum optimal. Dari potensi panasbumi yang sebesar 27 GW baru dimanfaatkan untuk pembangkitan listrik sebesar 800 MW atau sekitar 3%, sedangkan tenaga air dengan potensi sebesar 75 GW baru dimanfaatkan sebesar 4,2 GW atau sekitar 5,6%.

Belum optimalnya pemanfaatan energi baru dan terbarukan disebabkan energi baru dan terbarukan belum kompetitif dibandingkan dengan energi konvensional. Salah satu sebab kurang berkembangnya pemanfaatan energi baru dan terbarukan sampai saat ini adalah harga listrik yang dibangkitkan dari energi baru dan terbarukan antara lain, PLTN, PLTS, PLTB, PLTMH serta PLT energi terbarukan lainnya, masih lebih tinggi daripada yang dibangkitkan dengan energi fosil. Hal ini disebabkan oleh biaya konstruksi per KW pembangkit listrik energi terbarukan cukup tinggi, dan disamping itu pembangkit listrik tenaga air dan panasbumi biasanya terletak jauh dari pusat kebutuhan yang menyebabkan biaya transmisi dan distribusi menjadi lebih mahal.

Selama periode tersebut, belum terdapat PLTN di Indonesia. Pemanfaatan PLTN biasanya dalam kapasitas pembangkit yang besar, karena pembangkit tenaga nuklir merupakan pembangkit beban dasar dengan biaya investasi yang tinggi, tetapi dibarengi dengan biaya bahan bakar yang rendah. Oleh karena itu, dapat dianggap bahwa PLTN hanya mungkin dibangun di Jawa karena beban listrik di Jawa jauh lebih tinggi dibanding dengan wilayah lainnya.

Sejalan dengan peningkatan kebutuhan listrik dikemudian hari yang diperkirakan dapat tumbuh rata-rata 6,5% per tahun hingga tahun 2020, maka pemanfaatan energi sebagai bahan bakar pembangkit listrik juga akan meningkat. Untuk itu, diperlukan analisis jumlah dan jenis bahan bakar yang diperlukan pembangkit listrik.

2 POTENSI DAN PEMANFAATAN SUMBER DAYA ENERGI PADA

PEMBANGKIT LISTRIK SAAT INI

2.1 Potensi Sumberdaya Energi

Pada tahun 2002, total cadangan minyak bumi nasional mencapai sekitar 9,75 milyar barel minyak (billion barrel oil) dengan cadangan terbukti hanya sekitar 4,72 miliar barel. Pada tahun yang sama, produksi minyak bumi nasional mencapai 455,6 juta barel, sehingga rasio antara cadangan terbukti dan produksi adalah sebesar 10 tahun. Keterbatasan cadangan minyak bumi yang dibarengi dengan peningkatan harga BBM menyebabkan pemanfaatan BBM sebagai bahan bakar pembangkit listrik mengalami penurunan yang cukup signifikan.

Pemanfaatan BBM lebih diarahkan pada wilayah-wilayah yang belum tersedia jaringan transmisi atau pada wilayah yang terisolasi. Pada wilayah yang sudah tersedia jaringan transmisi, pemanfaatan BBM hanya sebagai bahan pengganti ketika alokasi gas bumi dan batubara belum tersedia.

Sumberdaya gas bumi cukup signifikan mencapai 178 TCF pada tahun 2002 dengan cadangan terbukti (R) sebesar 91,17 TCF. Hanya sekitar 6,6% sumberdaya gas bumi tersebut terdapat di Jawa, selebihnya terdapat di Sumatera (24,5%), Natuna (30,8%), Kalimantan Timur (25%), Papua (10,9%), dan Sulawesi (2,3%). Tingkat produksi (P) gas bumi pada tahun 2002 adalah sekitar 3 TCF, sehingga R/P mencapai 30 tahun. Jumlah cadangan gas yang relatif besar menyebabkan pemanfaatan gas bumi pada pembangkit listrik meningkat cukup pesat. Jenis pembangkit yang menggunakan gas bumi adalah PLTGU dan PLTG. Pengoperasian PLTGU untuk memenuhi beban dasar dan menengah, sedangkan pengoperasian PLTG untuk memenuhi beban puncak. Pemanfaatan gas bumi sebagai bahan bakar akan meningkat seiring dengan tersedianya infrastruktur pipa gas yang menghubungkan antara sisi produsen (di luar Jawa) dengan sisi konsumen (Jawa).

Sumberdaya batubara pada tahun 2002 mencapai 57 miliar ton dengan cadangan terbukti sekitar 12,47 miliar ton, sedangkan perkiraan cadangan yang ekonomis untuk diproduksi mencapai 6,9 miliar ton. Dengan tingkat produksi seperti tahun 2002, yaitu sekitar 100 juta ton, cadangan tersebut akan habis dalam 69 tahun. Pemanfaatan batubara sebagai bahan bakar pembangkit listrik diperkirakan akan terus meningkat mengingat biaya pembangkitan PLTU Batubara relatif lebih murah dibanding dengan jenis pembangkit lainnya. Kendala dari pemanfaatan batubara pada pembangkit listrik terutama di Jawa adalah ketersediaan pelabuhan penerima karena umumnya lahan di Pantura sudah ada kepemilikannya, sedangkan lahan di pantai selatan Jawa memerlukan biaya infrastruktur yang lebih mahal.

Selain sumberdaya energi fosil, Indonesia juga memiliki sumberdaya energi terbarukan yang cukup besar, yaitu potensi panasbumi sebesar 27 GW, tenaga air sekitar 75 GW, sedangkan biomasa, energi surya, dan energi angin potensinya masih berlimpah.

Pemanfaatan potensi panas bumi tersebut baru sekitar 800 MW atau sekitar 4%, itupun mayoritas di Jawa. Hal ini disebabkan karena sejauh ini panasbumi secara ekonomi belum layak untuk dikembangkan, terutama di wilayah luar Jawa yang sumur panasbuminya merupakan sumur basah dengan low atau medium enthalphi. Oleh karena itu, efisiensi pembangkit listrik panasbumi di luar Jawa lebih rendah dibanding di Jawa yang kebanyakan mempunyai sumur kering dengan high enthalphi. Energi surya di Indonesia berpotensi untuk dimanfaatkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya, mengingat intensitas radiasi rata-rata di Indonesia cukup besar, yaitu sekitar 4 hingga 5 kWh/m² dan Indonesia tidak mengenal empat musim, seperti di negara-negara belahan utara dimana matahari hanya bersinar pada musim panas saja. Total kapasitas terpasang PLTS yang telah dikembangkan baru sekitar 5 MWp, yang dimanfaatkan untuk penerangan, pompa air, dan telekomunikasi. PLTS lebih merupakan pembangkit listrik individual, sehingga PLTS akan mampu bersaing dengan pembangkit lain pada wilayah yang terpencil dengan pola pemukiman yang tersebar, dimana biaya distribusi bahan bakar minyak sampai ke lokasi akan sangat mahal. Demikian juga dengan biaya distribusi dari pembangkit ke konsumen, misalnya di pulau-pulau yang terpencil, di pedalaman Kalimantan, Irian ataupun di wilayah dekat dengan puncak gunung. Oleh karena itu, pemanfaatan PLTS diperkirakan akan terus meningkat, terutama untuk memenuhi peningkatan rasio elektrifikasi pedesaan yang saat ini masih sangat rendah, yaitu sekitar 55%.

Dibandingkan dengan tenaga surya, pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin di Indonesia tidak begitu pesat. Hal ini disebabkan potensi angin di Indonesia kurang menjanjikan, dimana rata-rata kecepatan angin pada ketinggian 24 m sekitar 3,3 m/detik s.d. 6 m/detik. Hanya lokasi-lokasi tertentu saja terutama daerah timur Indonesia yang bisa dikembangkan dengan skala besar, seperti di Route-Kupang yang pada ketinggian 24 m mempunyai kecepatan angin sebesar 6 m/detik. Pantai selatan Gunung Kidul, Baron, DI Yogyakarta adalah salah satu daerah yang telah terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB), tetapi kondisi angin yang tidak menentu menyebabkan PLTB ini sering berhenti beroperasi. Hal yang sama juga berlaku untuk wilayah yang lain, dimana sebagian besar mempunyai waktu mati angin yang cukup tinggi, yaitu sekitar 2 bulan atau waktu operasi 300 – 310 hari per tahun.

Mengingat kondisi tersebut, sebagian kincir angin yang ada tidak difungsikan sebagai pembangkit listrik tetapi berfungsi sebagai pompa air. Hal ini karena pada saat kincir berputar, air yang dihasilkan dapat disimpan di dalam tanki atau tandon penyimpanan sehingga dapat terus dimanfaatkan walaupun angin mati, sedangkan bila untuk membangkitkan listrik akan diperlukan accu dengan kapasitas yang sangat besar sehingga tidak mungkin dapat dilaksanakan. Sistem yang layak dan telah diterapkan di beberapa wilayah ialah sistem hibrid,

yaitu kombinasi antara beberapa jenis pembangkit, seperti PV–diesel, bayu–diesel atau bayu–PV–diesel. Dengan hibrid, maka pada saat ada angin, diesel tidak dioperasikan, dan saat mati angin diesel diaktifkan, sedangkan waktu siang hari dimana beban kecil atau kosong listrik yang dihasilkan oleh PLTB dapat dipergunakan untuk memompa air.

2.2 Pemanfaatan Bahan Bakar

Pemanfaatan bahan bakar untuk pembangkit listrik selama tahun 1990 s.d. tahun 2002 ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan pangsa kebutuhan bahan bakar menurut jenis ditunjukkan pada Grafik 1. Pemanfaatan bahan bakar selama tahun 1990 s.d. tahun 2002 meningkat rata-rata 7,9% per tahun dari 70,15 juta SBM tahun 1990 menjadi 174,73 juta SBM tahun 2002. Pada periode tersebut pemakaian bahan bakar fosil pada pembangkit listrik meningkat, dimana peningkatan tersebut didorong oleh peningkatan pemanfaatan batubara dan gas alam, sedangkan pemakaian bahan bakar minyak terutama minyak diesel/solar dan minyak bakar terutama di pulau Jawa menurun. Pemanfaatan bahan bakar minyak khususnya minyak diesel/solar untuk pembangkit listrik masih dominan di luar Jawa. Hal ini disebabkan sebagian besar wilayah di luar Jawa belum terhubung dengan jaringan transmisi. Disamping itu, dominasi penggunaan listrik di luar Jawa adalah untuk penerangan sehingga beban listrik di siang hari (off-peak) sangat rendah dibanding di malam hari (peak). Kondisi ini menyebabkan tidak mungkin membangun pembangkit listrik skala besar, seperti PLTU batubara dan lain-lain.

Peningkatan penggunaan bahan bakar terbesar adalah gas bumi dari 0,01 BCF pada tahun 1990 menjadi 0,19 BCF pada tahun 2002. Konsumsi gas bumi bahkan pernah mencapai 0,25 BCF pada tahun 1996. Penurunan konsumsi gas bumi disebabkan terjadinya depleted cadangan pada beberapa lapangan gas, sehingga pasokan gas ke pembangkit terbatas. Peningkatan pemanfaatan gas bumi terutama dibutuhkan sebagai bahan bakar PLTGU. Kapasitas PLTGU selama kurun waktu tersebut mengalami peningkatan dari 0 GW pada tahun 1990 menjadi 6,86 GW pada tahun 2002. Kapasitas PLTGU pada tahun 2002 hampir sama dengan kapasitas PLTU Batubara, namun pangsa kebutuhan gas bumi pada tahun 2002 hanya sekitar 19% terhadap total konsumsi bahan bakar.

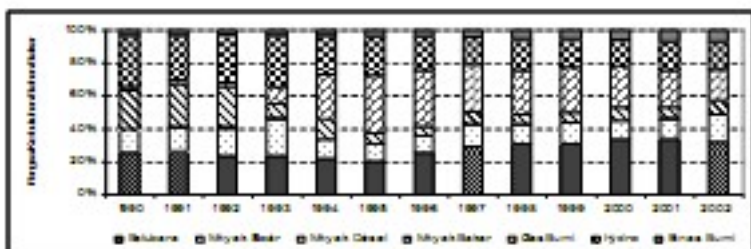
Pangsa bahan bakar tertinggi adalah konsumsi bahan bakar batubara yang mencapai 33% pada tahun 2002. Selama kurun waktu 1990 s.d. 2002, konsumsi batubara meningkat dari 4,4 juta ton menjadi 14,05 juta ton, sedangkan kapasitas PLTU-B meningkat dari 3,4 GW menjadi 6,9 GW. Tingginya konsumsi batubara karena PLTU-Batubara mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan, namun pengembangan PLTU-B secara besar-besaran, terutama di Pulau Jawa dikhawatirkan terbentur masalah ketersediaan lahan dan lokasi untuk pelabuhan penerima batubara. Untuk mengatasi kendala tersebut, dapat dilakukan dengan jalan

mengembangkan PLTU batubara di Sumatera Selatan dan mentransmisikan listriknya ke pulau Jawa melalui kabel bawah laut.

Pemanfaatan bahan bakar terbarukan khususnya tenaga air dan panasbumi selama tahun 1990 s.d. tahun 2002 cukup signifikan, sehingga pangsa konsumsi tenaga air dan panasbumi pada tahun 2002 mencapai 24% terhadap total konsumsi bahan bakar untuk pembangkit listrik. Pada periode tersebut, kapasitas PLTA dan PLTP meningkat dari 2,1 GW ke 3,16 GW untuk PLTA dan dari 0,14 GW ke 0,8 GW untuk PLTP. Tingginya kapasitas kedua jenis pembangkit energi terbarukan tersebut berlangsung terutama di pulau Jawa dan dioperasikan sebagai beban dasar dan beban menengah. Pemanfaatan bahan bakar energi baru di luar Jawa dianggap belum kompetitif karena terbatasnya kapasitas pembangkit, adanya subsidi harga BBM, dan harga jual listrik yang belum ditetapkan sesuai nilai ekonominya. Seiring dengan pengurangan subsidi harga BBM dan penetapan harga jual listrik sesuai dengan nilai keekonomiannya, diharapkan pemanfaatan pembangkit listrik berbahan bakar energi terbarukan semakin berkembang. Pemanfaatan bahan bakar energi baru juga akan berkembang ketika produksi BBM nasional terbatas.

Tabel 1. Besarnya Pemakaian Bahan Bakar Fosil untuk Pembangkitan Listrik Tahun 1990 s.d. Tahun 2002

Tahun	Batubara (Juta Ton)	Minyak Solar (Juta KL)	Minyak Diesel (Juta KL)	Minyak Bakar (Juta KL)	Gas Alam (Juta MMSCF)	Hydro (Juta GWh)	Panas Bumi (Juta GWh)	Total Juta GWh
1990	4,42	1,55	0,05	2,09	0,01	21,08	2,19	70,15
1991	5,00	1,84	0,05	2,11	0,01	20,81	2,13	75,65
1992	5,01	2,23	0,08	2,25	0,01	24,82	2,15	84,71
1993	4,79	2,05	0,07	1,04	0,05	25,27	2,17	82,22
1994	5,52	1,88	0,05	1,87	0,15	24,48	2,50	101,05
1995	5,59	1,82	0,01	1,15	0,22	25,32	3,77	109,49
1996	7,97	2,22	0,02	1,11	0,25	25,91	4,44	127,75
1997	9,95	2,98	0,03	1,59	0,23	22,05	5,53	135,47
1998	10,53	2,95	0,03	1,25	0,22	25,91	7,44	141,18
1999	11,41	3,25	0,02	1,43	0,24	25,97	7,50	150,40
2000	12,14	3,14	0,02	1,85	0,23	25,11	9,18	159,63
2001	14,03	3,59	0,03	1,79	0,22	29,38	11,80	169,65
2002	14,05	4,53	0,04	2,20	0,19	29,84	11,80	174,72
Perth. %/th	10,12	9,49	-3,51	-0,97	25,25	2,70	15,07	7,94



Grafik 1. Pangsa Kebutuhan Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tahun 1990 s.d. 2002

3 PRAKIRAAN KAPASITAS DAN KEBUTUHAN BAHAN BAKAR PEMBANGKIT LISTRIK

3.1 Kapasitas Pembangkit Listrik

Seperti diketahui bahwa kebutuhan listrik nasional diperkirakan meningkat rata-rata 6,5% per tahun dari 91,72 TWh pada tahun 2003 menjadi 272,34 GWh pada tahun 2020. Peningkatan kebutuhan listrik tersebut memerlukan dukungan kapasitas pembangkit listrik. Menurut hasil analisis BPPT menggunakan Model MARKAL, kapasitas pembangkit listrik diperkirakan tumbuh dari 23,26 GW pada tahun 2003 menjadi 63,16 GW pada tahun 2020.

Jenis pembangkit listrik terbesar pada tahun 2003 adalah PLTU-B dengan kapasitas sekitar 5,32 GW atau sekitar 23%. Peranan PLTU-B dalam memenuhi kebutuhan listrik pada tahun 2020 cukup signifikan yang mencapai sekitar 24% terhadap total kapasitas pembangkit nasional atau sekitar 15,19 GW.

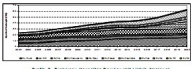
Peningkatan kapasitas PLTU-B relatif terbatas karena dalam kajian prakiraan kapasitas pembangkit listrik nasional jangka panjang sudah mempertimbangkan kendala infrastruktur pelabuhan penerima batubara di Jawa.

Selain PLTU-B, jenis pembangkit yang diperlukan untuk memenuhi peningkatan kebutuhan listrik tersebut adalah pembangkit listrik berbahan bakar gas bumi, seperti PLTG dan PLTGU. Total kapasitas PLTG-G pada tahun 2020 diperkirakan mencapai 11,51 GW, sedangkan kapasitas PLTGU-G mencapai 8,36 GW.

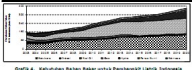
Tingginya kapasitas PLTG-G dan PLTGU-G tersebut disebabkan karena dalam kajian prakiraan kapasitas pembangkit listrik nasional jangka panjang kendala pasokan gas untuk pembangkit listrik dianggap tidak ada. Namun, seperti diketahui bahwa pemanfaatan gas bumi nasional lebih difokuskan untuk memenuhi kebutuhan sektor industri baik sebagai bahan bakar maupun sebagai bahan baku. Pemanfaatan gas bumi pada sektor industri adalah sebagai substitutor BBM.

Berbeda dengan PLTU-B, PLTG-G, dan PLTGU, kapasitas PLTD diperkirakan akan meningkat relatif terbatas namun secara total pangsaanya menurun. Penurunan pangsa PLTD karena semakin berkembangnya jaringan transmisi nasional, terutama di Kawasan Timur Indonesia, sehingga diperlukan pembangkit skala besar yang lebih ekonomis.

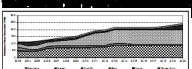
Selanjutnya, pemanfaatan pembangkit listrik berbahan bakar energi terbarukan, seperti PLTP dan PLTA juga meningkat signifikan seiring dengan isu lingkungan, 'kelangkaan' pasokan yang dibarengi dengan peningkatan harga energi fosil. Adapun grafik kapasitas dan pangsa kapasitas pembangkit listrik tahun 2003 s.d. 2020 ditunjukkan pada Grafik 2 dan Grafik 3.



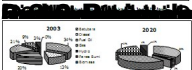
Graph 3. Perkiraan Kapasitas Pembangkit Listrik Indonesia Tahun 2003 s.d. 2020



Graph 4. Kapasitas Energi Listrik Indonesia Tahun 2003 s.d. 2020



Graph 5. Kebutuhan Energi Listrik di Jawa Tahun 2003 s.d. 2020



Graph 6. Persepsi Ketersediaan Energi Listrik di Indonesia Tahun 2003 s.d. 2020



Graph 7. Kebutuhan Energi Listrik di Luar Jawa Tahun 2003 s.d. 2020



Graph 8. Kebutuhan Energi Listrik di Luar Jawa Tahun 2003 s.d. 2020