

PENYEDIAAN ENERGI LISTRIK YANG RAMAH LINGKUNGAN DI JAWA-TIMUR

By Amirullah Amirullah

LB20

PENYEDIAAN ENERGI LISTRIK YANG RAMAH LINGKUNGAN DI JAWA-TIMUR

Amirullah

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya

Jl. A. Yani No. 114 Surabaya

Telepon: 081-55005437, Email: am9520012003@yahoo.com

ABSTRAK

Kebijakan energi nasional secara umum lebih bertumpu pada energi yang berasal dari fosil, terutama bahan bakar minyak (BBM). Khusus tentang penyediaan energi listrik dari kapasitas PLN yang terpasang, sebesar 72,85% energi dihasilkan dari bahan bakar fosil yang terdiri: 28,58% berasal dari pembangkit berbahan bakar gas, 25,28% minyak bumi, dan 18,99% batubara. Sedangkan tenaga listrik yang dihasilkan oleh tenaga air sebesar 11,96%, dan yang dihasilkan oleh panas bumi sebesar 1,51%. Harga BBM pernah mencapai antara 100 dollar AS per barel berdampak terhadap semakin mahal biaya penyediaan tenaga listrik nasional. Kondisi ini dipersulit lagi dengan kemampuan negara untuk menanggung subsidi semakin menurun, sehingga TDL selalu mengalami kenaikan secara signifikan. Keadaan ini diperparah lagi dengan perilaku pengusaha yang mematikan generator listriknya pada saat beban puncak. Masalah ini ditambah dengan semakin tuanya pembangkit milik PLN yang berdampak terhadap terjadinya krisis tenaga listrik pada saat beban puncak. Dampak penggunaan energi fosil salah satunya adalah menghasilkan gas buang yang cukup besar, misalnya setiap kWh energi listrik yang diproduksi oleh energi fosil menghasilkan polutan yang dibuang ke udara 974 gram CO₂, 962 miligram SO₂, dan 700 miligram NO_x. Pada tahun 2012 diperkirakan produksi energi listrik di Indonesia diperkirakan mencapai 192,590 GWh, dimana 172,360 GWh listrik yang diproduksi menggunakan energi fosil. Jumlah ini mengakibatkan terjadi pelepasan 168 juta ton CO₂, 159,6 ribu ton SO₂ serta 120,7 ribu ton NO_x ke udara. Berdasarkan latar belakang tersebut diperlukan kajian pembangkit listrik yang sesuai digunakan di Jawa-Timur. Kajian ini dilakukan berdasarkan tinjauan dari berbagai informasi sebagai bahan rujukan, untuk kemudian menghasilkan mengenai pembangkit yang sesuai untuk digunakan di Jawa-Timur. Adapun variabel yang akan dipakai sebagai indikator evaluasi adalah aspek ekonomis, teknis, dan ekologi atau lingkungan. Dari variabel tersebut, maka pembangkit yang paling relevan untuk konteks Jawa-Timur adalah Pembangkit Listrik Tenaga Angin, Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi, dan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir.

Kata-kunci: Energi Angin, Energi Panas Bumi, Energi Nuklir, Ekologi, Ekonomi

PENDAHULUAN

Kebijakan energi nasional secara umum lebih bertumpu pada energi yang berasal dari fosil, terutama bahan bakar minyak (BBM). Khusus tentang penyediaan energi listrik dari kapasitas PLN yang terpasang, sebesar 72,85% energi dihasilkan dari bahan bakar fosil yang terdiri: 28,58% berasal dari pembangkit berbahan bakar gas, 25,28% dari minyak bumi, dan 18,99% berasal dari batu bara. Sedangkan tenaga listrik yang dihasilkan oleh tenaga air sebesar 11,96%, dan yang dihasilkan oleh panas bumi sebesar 1,51%. Harga BBM pernah mencapai antara 100 dollar AS per barel berdampak terhadap semakin mahal biaya penyediaan tenaga listrik nasional. Kondisi ini dipersulit lagi dengan kemampuan negara untuk menanggung subsidi semakin menurun, sehingga TDL selalu mengalami kenaikan secara signifikan. Keadaan ini diperparah lagi dengan perilaku pengusaha yang mematikan generator listriknya pada saat beban puncak. Masalah ini ditambah dengan semakin tuanya pembangkit milik PLN yang berdampak terhadap terjadinya krisis tenaga listrik pada saat beban puncak [1].

Pemadaman listrik secara bergilir akan berdampak terhadap menurunnya produktivitas perekonomian. Ketiadaan tenaga listrik secara kontinu akan mematikan industri kecil dan menengah yang rata-rata tidak memiliki sumber daya cadangan untuk menghadapi pemadaman bergilir. Kebijakan hemat listrik nasional di satu sisi akan mengurangi konsumsi listrik, tetapi di sisi yang lain akan mengurangi kualitas kehidupan manusia. Penggunaan BBM secara berlebihan tidak saja memicu krisis ekonomi global maupun setiap negara, melainkan yang lebih memprihatinkan adalah memicu krisis lingkungan global. Krisis lingkungan global yang ditandai dengan fenomena pencemaran udara, tanah, dan air. Krisis tersebut muncul akibat eksploitasi sumber daya energi

sampai dengan pemanfaatannya untuk berbagai kebutuhan hidup manusia di berbagai sektor seperti tenaga listrik, transportasi, industri, dan domestik. Salah satu fenomena lingkungan hidup yang mengancam kehidupan umat manusia adalah pemanasan global atau *global warming*. Salah satu zat penyebab pemanasan global adalah penggunaan energi fosil yaitu minyak-bumi, gas, dan batu-bara. Pembakaran energi fosil menyebabkan bertambahnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Gas-gas rumah kaca yang ada di atmosfer seperti gas karbondioksida (CO₂), dinitro oksida (N₂O), metana (CH₄), sulfurheksafluorida (SF₆), perflorokarbon (PFC₅), dan hidroflorokarbon (HFC₈). Konsentrasi gas rumah kaca yang berlebihan akan menangkap cahaya matahari sehingga suhu bumi akan semakin naik. Kenaikan suhu akan memicu ketidakseimbangan lingkungan sehingga akan menyebabkan terjadinya perubahan iklim [2].

Dampak dari perubahan iklim akan menimpa semua sektor terutama sektor pertanian, selain itu berbagai bencana dunia yang terjadi belakangan ini seringkali dikaitkan dengan fenomena pemanasan global. Sektor tenaga listrik memberikan kontribusi yang paling besar terhadap peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer sebesar 40% dan sisanya sektor transportasi sebesar 27%, sektor industri 21%, sektor domestik 15%, dan sektor lain-lain 1%. Data ini cukup valid karena sebagian besar pembangkit listrik di Indonesia yaitu 87% menggunakan bahan bakar fosil dengan rasio elektrifikasi baru mencapai 56%. Kita dapat membayangkan betapa besarnya efek yang akan ditimbulkan akibat peningkatan rasio elektrifikasi jika ketergantungan pada bahan bakar fosil masih berlanjut di masa mendatang. Sebagai ilustrasi setiap kWh energi listrik yang diproduksi melalui penggunaan energi fosil akan menghasilkan gas rumah kaca sebesar 974 gram CO₂, 962 miligram SO₂ dan 700 miligram NO_x [3].

METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai dalam kajian ini adalah menggunakan kajian pustaka yaitu mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan persoalan energi khususnya energi listrik. Permasalahan penggunaan energi listrik akan dikaitkan dengan faktor lingkungan hidup dan ekologi. Data-data dari berbagai sumber antara lain buku referensi, jurnal ilmiah, tulisan ilmiah populer, website, dan sumber lainnya akan dianalisa dan diolah menggunakan pendekatan teknis, ekonomis dan ekologis atau lingkungan. Analisis dibatasi pada potensi pengembangan energi listrik baru dan terbarukan serta berskala besar di beberapa daerah di Jawa-Timur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Energi Listrik

Persediaan energi fosil di alam kini semakin habis. Terutama cadangan minyak bumi. Dunia mengalami krisis sejak beberapa dekade terakhir. Harga minyak bumi melonjak beberapa kali bahkan sempat menembus harga 100 dollar AS per barel. Lebih penting dari semua itu, cadangannya di dalam perut bumi semakin habis. Kini negara-negara di dunia berebut energi untuk menjamin kelangsungan hidup bangsanya. Kalau perlu memaksa negara lain yang punya kelebihan energi untuk menjual kepadanya. Di Indonesia, sebagian besar pengambil keputusan sudah menyadari hal ini. Sayangnya sebagian masyarakat kita masih belum menyadari situasinya. Bahkan, ada beberapa orang atau kelompok yang menutupi fakta yang krusial ini. Seakan-akan sumber energi minyak dunia termasuk di Indonesia masih sangat besar. Sehingga tidak perlu mempersiapkan masalah ini jauh-jauh hari. Kita masih merasa aman-aman saja. Sementara, kelangkaan bahan bakar energi dari minyak sudah sedemikian membahayakan. Minyak kita semakin menipis. Batubara dan gas alam belum sepenuhnya bisa diandalkan. Sumber tenaga air sedang bermasalah, karena kerusakan lingkungan di Indonesia yang demikian parah, ditambah oleh kacaunya musim penghujan. Sumber-sumber energi lainnya pun belum bisa diharapkan untuk memasok dalam skala besar. Menyikapi kondisi demikian, Indonesia harus segera mengambil keputusan untuk menyelamatkan kepentingan bangsa ke masa depan. Kini sudah waktunya untuk mengambil semua alternatif sumber energi sebagai cadangan bagi kelangsungan hidup bangsa yang besar ini [3].

Berdasarkan data rata-rata konsumsi energy dunia, pilihan pertama adalah energi fosil. Pilihan yang kedua adalah tenaga air. Pilihan yang ketiga, tenaga nuklir. Tabel 1 menunjukkan profil energi listrik dunia dan beberapa pilihan jenis sumber tenaga listrik dunia yang dikembangkan oleh sejumlah (14) negara secara lebih detail [3].

Tabel 1. Profil Energi Listrik di Dunia dan Beberapa (14) Negara

No.	Negara	%Energi Fossil/BkWh	%Energi Air/BkWh	%Energi Nuklir/BkWh	%Energi Terbarukan/BkWh	%Total Energi/BkWh
	Seluruh dunia	65,7 10,898	16,5 2,738	15,7 2,619	2,1 0,349	100 16,590
1	Amerika Serikat	71,1 2825	6,5 260	19,9 788,5	2,5 99,3	100 3970
2	China	81,8 1701,8	15,7 327,7	2,3 48	0,2 4,2	100 2079,7
3	Jepang	60,7 591,9	9,5 93,5	28,8 280,6	1 9,7	100 4,4
4	Perancis	9,2 49,7	10,9 59,1	78,7 425,8	1,2 6,6	100 540,6
5	Inggris	76,1 276,5	1,4 5	20,3 73,7	2,2 8	100 363,2
6	Jerman	61,4 348,1	3,6 20,4	28 159	7 6,5	100 567
7	Rusia	65,4 577	18,7 165,3	15,6 137,5	0,3 2,6	100 881,6
8	India	83,3 525,4	13,3 83,8	2,4 15	1 6,3	100 630,6
9	Korea Selatan	62,3 215,2	1,1 3,8	36 124,2	0,6 2,1	100 345,2
10	Arab Saudi	100 155,2	0 0	0 0	0 0	100 155,2
11	Brazilia	9 34,5	83,4 317,6	3 11,6	4,6 17,5	100 380,9
12	Belanda	89,1 82,6	0 0,1	3,9 3,6	7 6,5	100 92,7
13	Australia	91,8 207	6,9 15,7	0 0	1,3 2,9	100 225,3
14	Indonesia	87 97,9	10 11,2	0 0	2,5 2,8	100 112,6

Ada dua aspek utama kebijakan energi nasional yaitu dari sisi penyediaan dan sisi pemanfaatan. Sisi penyediaan mencakup aspek eksplorasi produksi dan konservasi energi (optimalisasi produksi) sedangkan sisi pemanfaatan meliputi upaya diversifikasi dan efisiensi penggunaan energi. Kebijakan utama lain adalah dimasa mendatang pemerintah akan mendorong supaya harga energi ke arah harga keekonomian secara bertahap dan wacana yang sedang berkembang yaitu faktor lingkungan. Aspek lingkungan menjadi penting untuk dipilih karena aspek ini merupakan bagian dari usaha mempromosikan pembangunan berkelanjutan (makro), internalisasi eksternal (mikro), mengantisipasi pemanasan global, maupun perubahan iklim [4].

Berdasarkan Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 diperoleh data bahwa sumber daya energi primer saat ini sumber energi primer Indonesia sekarang (existing) ditopang oleh minyak bumi (51,66%), batubara (15,34%), gas bumi (28,57%), tenaga air (3,11%), dan panas bumi (1,32%). Mengacu pada sasaran Energi Mix Tahun 2025 (sesuai Perpres No. 5/2006) Pada tahun 2025 pemerintah menargetkan untuk mengurangi dominasi minyak bumi (menjadi 28,2%) sebagai sumber energi nasional dengan meningkatkan kapasitas pemakaian batubara (32,7%), gas bumi (30,6%), PLTA (2,4%), panas bumi (3,8%), dan energi baru dan terbarukan (4,4%). Adapun pengembangan energi baru dan terbarukan antara lain terdiri dari: PLTMH (0,216%), bahan bakar nabati atau biofuel (1,335%), biomassa (0,766%), tenaga surya (0,0209%), tenaga angin (0,028%), fuel cell (0,0001%), dan nuklir (1,993%). Gambar 1 menunjukkan sasaran pemerintah mengenai Energi Mix Tahun 2025 sesuai Perpres No. 5/2006 [3].



Gambar 1. Energi Mix Nasional 2025

Berdasarkan jenisnya potensi energi nasional dikategorikan dalam dua aspek yaitu energi fosil dan fosil (baru dan terbarukan). Sumber energi fosil terdiri dari: minyak, gas, dan batubara, sedangkan sumber energi baru dan terbarukan terdiri dari: tenaga-air, panas-bumi, mini/mikrohidro, biomassa, tenaga surya, tenaga angin, dan uranium (nuklir). Tabel 2 menunjukkan gambaran lengkap potensi energi nasional tahun 2004 [4].

Tabel 2. Potensi Energi Nasional Tahun 2004

No.	Energi Fosil	Sumber Daya	Cadangan (Proven & Possible)	Produksi (per-tahun)	Rasio CAD/Prod (tanpa eksplorasi per-tahun)
1	Minyak	86,9 miliar barel	9 miliar barel	500 juta barel	18
2	Gas	384,7 TSCF	182 TSCF	3,0 TSCF	61
3	Batubara	57 miliar ton	19,3 miliar ton	130 juta ton	147
No.	Energi Baru dan Terbarukan	Sumber Daya	Setara	Pemanfaatan	Kapasitas Terpasang
1	Tenaga Air	845,00 juta BOE	75,67 GW	6.851,00 GWh	4.200,00 MW
2	Panas Bumi	99,00 juta BOE	27,00 GW	2.593,50 GWh	800,00 MW
3	Mini/Mikro Hidro	458,75 MW	458,75 GW		84,00 MW
4	Biomassa		49,81 GW		302,40 MW
5	Tenaga Surya		4,81 kWh/m ² /hari		8,00 MW
6	Tenaga Angin	30			0,50 MW
7	Nuklir (Nuklir)	24.112 Ton* e.q. 3 GW untuk 11 tahun			

Berdasarkan Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) PLN tahun 2007, energi mix produksi energi listrik diperoleh dari batubara (44%), energi angin (8,6%), BBM (23,7%), panas bumi (3,1%), dan gas alam (20,05%). Berdasarkan angka PLN dan Tabel 2, walaupun memiliki potensi yang melimpah, pemerintah (PLN) masih belum memilih energi baru dan terbarukan sebagai target kebijakan yang diandalkan dalam mengatasi krisis energi listrik dan lingkungan di Indonesia.

Kebutuhan Energi Listrik di Jawa-Timur

Total pembangkitan listrik di Indonesia adalah sebesar 28.613 MW dengan rasio elektrifikasi yang masih tergolong rendah yaitu sebesar 54%. Rata-rata pertumbuhan penjualan energi listrik per-tahun antara tahun 2002 s/d 2005 adalah sebesar 6,63%. Dilain pihak ketergantungan pembangkit listrik terhadap BBM masih tinggi. Peningkatan harga BBM dunia menyebabkan biaya pokok produksi (BPP) listrik dan biaya operasi PLN juga semakin melambung. Padahal sejak akhir tahun 2004 pemerintah tidak lagi menaikkan tarif dasar listrik (TDL). Perkembangan pembangunan yang pesat di bidang industri, kontruksi, dan infrastruktur, ternyata tidak diimbangi dengan pemenuhan pasokan energi listrik yang memadai. Kondisi ini dapat dilihat dari terjadinya krisis listrik di berbagai daerah (terutama di luar Jawa, Madura, dan Bali). Hingga sekarang pertumbuhan permintaan tenaga listrik masih tinggi yaitu berkisar 7%. Realisasi Kebutuhan Tenaga dan Beban Listrik Nasional antara Tahun 2000-2006 ditunjukkan Tabel 3 [5].

Tabel 3. Realisasi Kebutuhan Tenaga dan Beban Listrik 2000-2006

Calendar Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Total Population (Million)	34,8	35,0	35,9	36,2	36,7	37,1	37,5
Growth Rate (%)	3,3	3,5	3,8	4,8	5,8	5,8	5,9
Electrification Ratio (%)	60,7	61,8	63,7	65,3	66,8	67,5	68,2
Energi Sales (TWh)	13,1	13,9	14,3	14,4	16,4	17,7	18,3
Power Contracted (GVA)	6,8	7,2	7,5	7,8	8,1	8,5	8,7
Number of Costumer (Million)	5,6	5,8	6,0	6,1	6,3	6,4	6,6
Total Production (TWh)	14,4	15,6	16,3	17,1	18,4	19,4	20,0
Energi Requirement (TWh)	14,4	15,6	16,3	17,1	18,4	19,4	20,0
T & D Losses (%)	8,6	10,8	12,2	15,8	10,5	8,4	8,3
Load Factor (%)	62,5	64,0	64,4	65,2	67,0	67,7	69,6
Peak Load (GW)	2,6	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,3

Sistem kelistrikan di Jawa-Timur disuplai oleh sejumlah pembangkit antara lain: PLTU (6 pembangkit), PLTGU (1 pembangkit), PLTA (13 pembangkit), dan PLTMH 25 pembangkit) dengan jumlah total pembangkitan sebesar 6.160,70 MW. Panjang SUTET 500 kV 1.356 kms, SUTT 150 kV 3.982 kms, dan 17 TT 70 kV 1503 kms. Kegiatan penyaluran energi listrik tegangan tegangan listrik diselenggarakan oleh PT. PLN Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa-Bali (P3B) Region Jawa-Timur dan Bali. Tabel 4 menunjukkan data aset 2006 dan Tabel 5 menunjukkan kapasitas terpasang pembangkit di Jawa-Timur [5].

Tabel 4. Data Aset P3B Region Jatim dan Bali 2006

Data	Satuan	Volume
Jumlah G.I.	buah	89
Jumlah Trafo G.I.	buah MVA	179 6.156
Jumlah GD/Trafo	buah MVA	35.116/ 39.085
Panjang JTM	Kms	29.730,17
Jumlah Penyulang	buah	823
Panjang JTR	Kms	55.849,59
Beban Tertinggi di Jatim	MW	3.276
Beban Tertinggi rata-rata Per Penyulang	MW	3,96

Tabel 5. Kapasitas terpasang pembangkit di Jawa-Timur

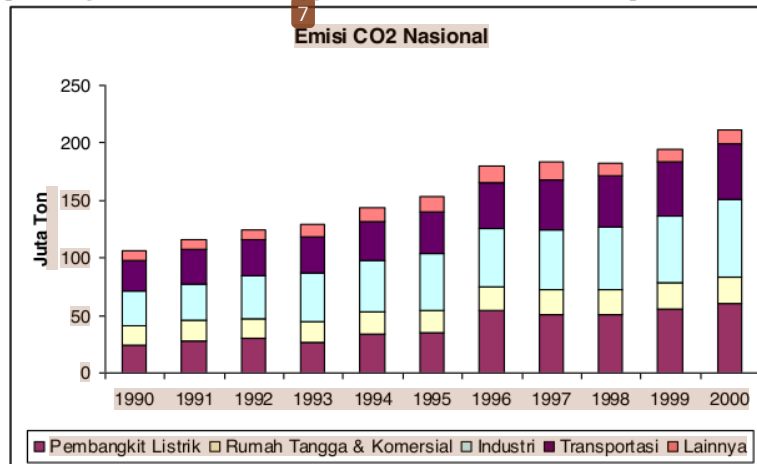
No.	Nama Pembangkit	Kapasitas Terpasang
1	PLTU Gresik (Blok 1 dan 2)	1.578,78 MW
2	PLTGU Grati (Blok 1 dan 2)	302,25 MW
3	PLTU Gresik	600,00 MW
4	PLTU Perak	100,00 MW
5	PLTA Sutami	105,00 MW
6	PLTA Wlingi	54,00 MW
7	PLTA Sengguruh	29,00 MW
8	PLTA Lodoyo	4,50 MW
9	PLTA Selorejo	4,48 MW
10	PLTA Tulungagung	36,00 MW
11	PLTA Wonorejo	6,30 MW
12	PLTA Mandalan	23,00 MW
13	PLTA Siman	10,80 MW
14	PLTA Golang	2,70 MW
15	PLTA Giringan	3,20 MW
16	PLTA Ngebel	2,20 MW
17	PLTA Niama	36,00 MW
18	PLTMH Widas	0,65 MW
19	PLTMH Kaliwaron	0,04 MW
20	PLTMH Sampeyam Baru	1,80 MW
21	PLTU Paiton (1 dan 2)	800,00 MW
22	PLTU Paiton (5 dan 6)	1.230,00 MW
23	PLTU Paiton (7 dan 8)	1.230,00 MW
	Total Pembangkitan di Jatim	6.160,70 MW

Kenyataan menunjukkan bahwa permintaan energi listrik terus berkembang, sehingga dibutuhkan pengembangan sektor kelistrikan melalui pembangunan pembangkit-pembangkit listrik baru, optimalisasi pembangkit yang sudah beroperasi, serta efisiensi penyaluran, distribusi, dan konsumsi energi listrik. Berdasarkan Tabel 5 di Jawa-Timur ada tiga pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) antara-lain: PLTMH Widas, PLTMH Kaliwaron, dan PLTMH Sampeyam Baru yang dapat dikembangkan secara ekonomis dan sudah terinterkoneksi dengan pembangkit listrik milik PLN. Artinya selain PLTMH, masih terbuka kesempatan untuk memanfaatkan energi baru dan terbarukan sebagai pembangkit listrik, sebagai usaha untuk meningkatkan produksi listrik dan meningkatkan rasio elektrifikasi kelistrikan di Jawa-Timur.

Pembangkit Listrik dan Persoalan Lingkungan

Berdasarkan penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa potensi energi fosil terbatas dan berpotensi mengancam atau memicu krisis lingkungan, sedangkan pengembangan energi baru dan terbarukan peluangnya masih terbuka karena potensinya masih memadai serta bersifat ramah lingkungan. Kendala yang dihadapi sekarang adalah bagaimana cara menemukan pembangkit listrik yang memiliki kapasitas tinggi, memiliki nilai ekonomis, sekaligus tetap menjamin kelestarian lingkungan. Pada prinsipnya teknologi yang dipakai pembangkit untuk semua pembangkit listrik tidak banyak berbeda, perbedaannya lebih muncul pada penggunaan sumber energi yang dipakai untuk pembangkitan.

Pembangkitan tenaga listrik terjadi pada generator listrik dengan cara mengkonversi energi mekanik atau gerak menjadi energi listrik. Untuk membangkitkan energi listrik, generator digerakkan oleh berbagai sumber energi yang secara umum terdiri dari tiga golongan, yaitu: (1) Energi fosil berupa minyak, batubara, dan gas alam, (2) Energi terbarukan berupa mini/mikrohidro, matahari/solar, angin, dan panas bumi, dan (3) Energi baru yaitu energi nuklir. Berdasarkan data yang diperoleh bahwa polusi yang dihasilkan oleh pembangkit paling banyak dihasilkan oleh pembangkit yang menggunakan bahan bakar fosil antara lain: batubara, minyak bumi, dan gas alam. Berdasarkan data PLN pada tahun 2012 diperkirakan produksi energi listrik di Indonesia mencapai 192,590 GWh. Dari angka produksi listrik tersebut, 172,360 GWh produksi listrik dihasilkan menggunakan sumber energi fosil. Jumlah ini mengakibatkan terjadinya pelepasan 168 juta ton CO₂, 159,67 juta ton SO₂, dan 120,7 ribu ton NO_x. Gambar 2 menunjukkan emisi CO₂ nasional yang dihasilkan oleh pembangkit listrik, rumah tangga dan komersial, industri, transportasi, dan lainnya [6].



Gambar 2. Emisi CO₂ Nasional

Kondisi ini menunjukkan bahwa ketergantungan pembangkit listrik di Indonesia terhadap energi fosil cukup besar dan hal ini telah memicu krisis ekonomi di Indonesia sekaligus menyebabkan krisis ekologi. Krisis ekologi dimungkinkan karena setiap penggunaan BBM akan menghasilkan emisi gas buang yang cukup signifikan. Dengan demikian salah satu solusi untuk mengurangi penyebab krisis lingkungan hidup global adalah pembenahan di sektor kelistrikan melalui upaya pemanfaatan sumber energi listrik yang ramah lingkungan dan juga secara ekonomis memberikan keuntungan sehingga mudah dijangkau oleh kalangan ekonomi yang paling bawah.

Alternatif yang dapat ditawarkan dan dapat dilaksanakan di Jawa-Timur dalam konteks sekarang adalah pengembangan penggunaan energi terbarukan yaitu energi angin (bayu) dan energi panas bumi, serta energi baru berupa energi nuklir. Energi terbarukan lainnya untuk jangka pendek belum dapat dimanfaatkan secara maksimal berdasarkan pertimbangan efisiensi dan ekonomi. Ketiga jenis sumber energi baru dan terbarukan diatas mempunyai keunggulan dibandingkan dengan energi fosil ditinjau dari aspek lingkungan dan ekonomis.

Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan di Jawa-Timur Energi Angin (Bayu)

5

Dewasa ini pengembangan dan penggunaan energi terbarukan (*renewable energi*) makin menjadi hal yang sangat penting. Apalagi dengan makin mengglobalnya isu emisi CO₂ yang kontra terhadap pelestarian lingkungan global. Gagap-gempita upaya diversifikasi sumber energi tak pelak merambah Indonesia menyusul ditandatanganinya Inpres No.1/2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati. Tentu ini merupakan kondisi yang positif, momentum yang tepat bagi seluruh komponen bangsa terkait, untuk segera memikirkan dan mengambil langkah serius guna pengembangan sumber energi alternatif masa depan [7].

1 Di Jawa-Timur *pilot project* sederhana bertemakan *renewable energi* telah dimulai oleh ITS [8]. Proyek ini adalah pembuatan turbin angin pembangkit listrik di Pulau Sapeken, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur. Turbin angin berdiameter rotor 4 meter dengan 6 buah daun aluminium ini mampu menghasilkan daya hingga 1 kW dengan tiang penopang setinggi 8 meter. Latar belakang sosial dan teknis pembuatan turbin angin ini antara lain: 1) Pulau Sapeken sangat kecil, bahkan lebih kecil dari kampus ITS (luas areal ITS 180 hektar), namun penduduknya cukup padat. Keberadaan listrik disana sangat memprihatinkan. Listrik hanya dinyalakan dari jam 17.00 hingga 06.00. Jika terkena *black-out*, tidak ada listrik sama sekali disana. 2) Sapeken termasuk pulau terpencil, untuk mencapainya harus menggunakan kapal perintis yang hanya beroperasi sepuluh hari sekali. Hal ini menyebabkan pasokan bahan bakar termasuk solar pun langka sehingga harganya menjadi sangat mahal. Keberadaan diesel yang dimiliki beberapa penduduknya juga tak banyak membantu karena harga solar yang mahal, 3) Karena posisinya yang berbatasan dengan laut, kecepatan angin di pulau ini sangat kencang yakni sekitar 4-5 meter per detik. Uji coba terhadap Turbin angin dengan komponen kandungan lokal ini mencatat tegangan keluaran sebesar 70 Volt, dengan daya yang dihasilkan berkisar 0,7 hingga 1 kW. Energi listrik dari turbin ini sudah dapat dipakai untuk penerangan jalan di sekitar kecamatan. Permintaan pemasangan turbin angin serupa sudah mulai muncul dari masyarakat 8 sekitar. Tidak hanya di Pulau Sapeken, instalasi Sistem Konversi Energi Angin (SKEA) telah dilakukan di Pulau Giliyang, Madura. LAPAN bekerjasama dengan Pemkab Sumenep, Madura, sudah memasang SKEA sebanyak 6 unit dengan daya masing-masing 4.5 KW. Total daya terpasang 1 adalah 27 KW dan akan digunakan untuk sarana lampu penerangan di kedua desa di pulau tersebut. Kalau kita berpikir bahwa Indonesia memiliki sekitar 17.508 pulau (data dari Indonesian Naval Hydro-Oceanographic Office) dan pada kenyataannya operasional PLN tidak sanggup untuk membiayai pemasangan listrik hingga ke pulau-pulau terpencil seperti ini, maka teknologi sederhana seperti ini tentu sangat relevan untuk dikembangkan dan digalakkan. Edukasi pada masyarakat tentang pemahaman bahwa angin juga bisa menghasilkan energi listrik perlu dipahami sebagai suatu kebutuhan utama yang harus segera direalisasikan secara intensif, bertahap dan berkelanjutan.

2

Energi Panas Bumi

Indonesia sebagai negeri kepulauan yang terletak dalam *ring of fire* (cincin gunung api) mempunyai sumber panas bumi yang melimpah. Sekitar 40% sumber panas bumi di dunia terdapat di Indonesia. Jika panas bumi di Indonesia dimanfaatkan dengan baik, bisa menyuplai listrik sebanyak 27.000 MW. Jumlah listrik dari energi panas bumi ini sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia saat ini. Sekarang saja kapasitas daya terpasang listrik di Indonesia baru mencapai 25.000 MW.

2 Saat ini pemanfaatan potensi panas bumi baru 3% dari potensi yang ada. Berdasarkan Perpres No 5/2006 per 2 rintah baru berencana menaikkan kontribusi panas bumi sebanyak 5% dari kebutuhan listrik nasional.. Pengembangan potensi panas bumi di Indonesia ini didasari oleh tiga hal 2a) antara lain: (1) potensinya amat besar dan letaknya di daerah yang amat membutuhkan perluasan listrik, (2) melambungnya harga BBM yang mencapai 100 dollar AS per barel sehingga mendorong penggunaan bahan bakar alternatif, dan (3) isu pemanasan global akibat penggunaan bahan bakar fosil. Dalam kaitan tersebut, energi panas bumi dapat berperan dalam mengurangi gas rumah kaca tersebut. Dari aspek lingkungan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB) memberikan dampak yang sangat positif bagi keseimbangan lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang CO₂ yang sangat rendah, yaitu 10,48 kali lebih rendah dari batubara, 9,85 kali lebih rendah dari minyak bumi, dan 6,61 kali lebih rendah dari gas alam. Hal yang mencolok adalah pada emisi SO₂ yaitu 315,4 kali lebih sedikit dibanding dengan batubara dan 34,29 kali lebih sedikit dari minyak bumi. Dengan demikian penggunaan PLTPB sangat ramah terhadap lingkungan. Tabel 6 menunjukkan emisi gas dari berbagai pembangkit listrik [9].

Tabel 6. Emisi Gas dari Berbagai Pembangkit Listrik.

No.	Pembangkit	Aspek Lingkungan/Emisi Gas Buang (lbs/m/mWh)		
		CO2	SO2	NOx
1	Panas Bumi	0,2	0,35	0
2	Gas Alam	1,321	0,22	2,96
3	Minyak Bumi	1,969	12	4
4	Batubara	2,095	110,39	4,31

Dari aspek ekonomi pengembangan PLTPB memiliki keunggulan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 7, sebab tidak memerlukan bahan bakar sehingga dapat menghasilkan energi listrik dengan harga yang relatif murah dan kontinuitasnya terjamin karena tidak tergantung pada cuaca, sehingga memiliki faktor kapasitas yang tinggi yaitu 95% waktu operasional. Biaya investasi awal cukup tinggi namun pemeliharaan cukup rendah sehingga untuk jangka panjang sangat menguntungkan. Walaupun demikian, kelemahan dari PLTPB adalah lokasinya yang jauh dari pusat beban membuat biaya transmisi dan distribusi tenaga listrik cukup tinggi, namun untuk jangka panjang tetap menjanjikan secara ekonomis. Tabel 7 menunjukkan faktor ekonomi PLTPB [9].

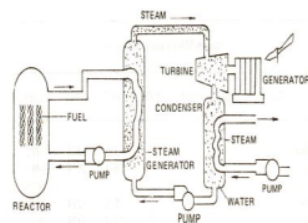
Tabel 7. Faktor Ekonomi PLTPB

No.	Pembangkit	Perkiraan Biaya		
		Modal (US \$/kWh)	Pemeliharaan (US cents/kWh)	Produksi rata-rata (US cents/kWh)
1	Panas Bumi	1150-3000	0,4-1,4	1,5-7,0
2	Air	735-4778	0,7	0,5-2,4
3	Batubara	1070-1410	0,46	2,0-5,0
4	Nuklir	1500-4000	1,9	1,5-3,0

Pemerintah sudah mengeluarkan kebijakan supaya iklim investasi panas bumi semakin menarik. Kebijakan tersebut berupa, Peraturan Menteri Keuangan yang membebaskan bea masuk peralatan eksplorasi panas bumi, Undang-Undang No 27/2003 tentang panas bumi, dan Peraturan Pemerintah No 59/2007 tentang Kegiatan Usaha Panas Bumi. Selain itu, pemerintah mengeluarkan patokan penetapan harga jual panas bumi melalui Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 14 Tahun 2008 tentang Harga Listrik Panas Bumi. Harga jual panas bumi ditetapkan berdasarkan lelang dengan rata-rata 8-9 sen dollar AS per kWh. Diantara 29 titik untuk potensi lokasi pengembangan panas bumi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) telah memverifikasi 13 lokasi dengan potensi energi listrik 1000 MW yang layak untuk dikembangkan menjadi PLTPB. Diantara 13 lokasi tersebut, wilayah Ngebel-Wilis dan Ijen Bondowoso Jawa-Timur dipilih sebagai salah satu lokasi pengembangan PLTPB.

19 Energi Nuklir

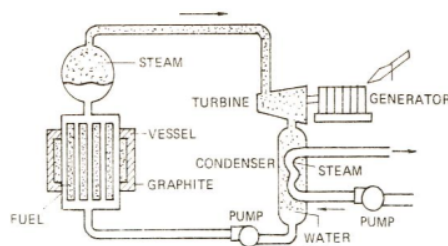
Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) pada dasarnya sama dengan pembangkit listrik tenaga uap lainnya. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menggunakan uap bertekanan tinggi yang dihasilkan dari pemanasan air dalam boiler. Uap air bertekanan tinggi tersebut dihasilkan dengan membakar batubara, gas, minyak, kayu dan bahan-bahan lain yang dapat terbakar seperti limbah tebu, kelapa sawit, sekam, dll. Uap air hasil pembakaran tersebut akan memutar turbin generator yang kemudian menghasilkan energi listrik. Keseluruhan proses tersebut terjadi dalam satu siklus tertutup. Perbedaan mendasar PLTU lainnya PLTN adalah pemanasan air pada PLTN dilakukan oleh pembelahan inti reaksi bahan fosil seperti uranium didalam reaktor seperti ditunjukkan pada Gambar 3 [10].



Gambar 3. Skema prinsip kerja PLTN

Reaksi pembelahan inti uranium terjadi dalam reaktor. Didalam reaktor aksi tersebut terjadi secara berantai pada saat inti dari uranium dalam hal ini U-235 atau U-233 terbelah bereaksi dengan neutron yang akan menghasilkan berbagai u lainnya dalm waktu yang sangat cepat, proses ini akan menimbulkan panas dan netron-netron baru. Panas yang berasal dari inti reaktor dialirkan ke sistem pendingin primer, untuk kemudian dilewatkan pada alat penukar panas dan selanjutnya panas dibuang ke lingkungan melalui sisten pendingin sekunder. Adapun bagian-bagian terpenting dari reaktor seperti pelindung atau perisai, elemen bal bakar, elemen kendali dan moderator. Sedangkan jenis-jenis pendingin pada reaktor nuklir antara lain reaktor nuklir dengan pendingin gas, reaktor air biasa terdiri dari reaktor air mendidih dan reaktor air tekanan, selain itu reaktor jenis reaktor air berat dan reaktor pembiak cepat.

PLTN di Indonesia akan menggunakan reaktor jenis PWR (*Pressurized Water Reactor*) karena teknologi reaktor ini banyak digunakan di seluruh dunia. Reaktor jenis ini terdiri dari sebuah bejana yang penuh air yang diletakkan bahan bakar yang disusun dalam pipa-pipa yang dipasang berkelompok. Bahan bakar yang dipakai adalah U-235 untuk menghasilkan panas yang akan memanaskan air. Karena bejana terisi penuh, maka tidak terjadi uap melainkan tekanan tinggi yang akan disalurkan ke penghasil uap untuk kemudian memutar turbin bagi menghasilkan energi listrik. Selengkapnya ditunjukkan pada Gambar 4 [10].



Gambar 3. Skema Reaktor Air Tekan (*Pressurized Water Reactor*)

Pengoperasian PLTN sangat bersih karena tidak menghasilkan emisi gas buang sehingga tidak mencemari lingkungan dan dari segi ekonomi investasi cukup besar, namun untuk jangka panjang cukup memiliki prospek. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam penanganan PLTN adalah keamanan. Apabila terjadi kebocoran reaktor berakibat fatal karena radioaktif akan dibawa oleh udara dan dapat menjangkau areal yang cukup luas dan itu akan mengancam kehidupan dia areal tersebut. Berbagai bencana kegagalan reaktor nuklir seperti salah satunya di Chernobyl Rusia masih meninggalkan trauma di masyarakat dunia termasuk di Indonesia. Selain itu isu seperti radiasi yang ditimbulkan pengolahan limbah radioaktif, dampak sosial, dan proliferasi adalah isu-isu yang perlu mendapat perhatian dalam rangka pengembangan PLTN di Indonesia. Untuk itu upaya menyiapkan masyarakat secara psikologis, menggalang partisipasi masyarakat untuk memberikan dukungan dan peningkatan kualitas serta kedisiplinan tenaga ahli yang menggeluti PLTN merupakan sebuah keniscayaan bagi kehadiran PLTN di Indonesia.

Wacana pembangunan PLTN di Jawa Timur sempat mengemuka ketika Pemerintah RI pada era Megawati Soekarnoputri (2003) diwakili oleh Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) bekerjasama dengan *Korean Atomic Energi Research Institute (KAERI)*. Kajian BATAN menyebutkan bahwa Madura layak secara ekonomi untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN), terutama pada tahun 2015. PLTN yang akan dibangun terdiri dari dua unit Reaktor SMART dengan kapasitas total 200 megawatt (MW) dan air bersih 8000 m³/hari. Lokasi yang dianggap paling layak sebagai calon tapak proyek adalah Kecamatan Ketapang atau Sokobanah, Kabupaten Sampang. Selain digunakan untuk menghasilkan listrik, PLTN Madura juga dipakai untuk teknologi desalinasi air laut. Desalinasi adalah teknologi mengubah air laut menjadi air tawar. Dengan desalinasi, masyarakat Madura akan mendapatkan energi listrik dan garam sekaligus. Teknologi ini digunakan untuk mengubah air laut menjadi air tawar dan selanjutnya dikonversi menjadi uap untuk menghasilkan tenaga listrik. Selanjutnya limbah buangan (*brine*) dari instalasi desalinasi air laut dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan garam.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan data dan analisis diatas dapat diambil beberapa simpulan antara lain:

1. Krisis energi global akibat ketergantungan terhadap energi fosil berdampak pada krisis energi di Indonesia yang telah memicu krisis sosial dan ekonomi di Indonesia. Jawa-Timur termasuk dalam sistem interkoneksi kelistrikan Jawa, Madura, dan Bali (Jamali), sehingga apabila terjadi krisis listrik berdampak pemadaman bergilir, propinsi ini juga akan terkena efek langsung akibat pemadaman ini. 22
2. Sektor energi listrik merupakan kontributor terbesar yaitu 40% bagi peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer yang menyebabkan pemanasan global. 11
3. Polusi yang dihasilkan oleh pembangkit paling banyak bersumber pada pembangkit yang menggunakan bahan bakar fosil yaitu menggunakan batubara, minyak bumi, dan gas alam.
4. Alternatif yang dapat ditawarkan dan dapat dilaksanakan di Jawa-Timur dalam konteks sekarang adalah pengembangan penggunaan energi terbarukan yaitu energi angin (bayu) dan energi panas bumi, serta energi baru berupa energi nuklir. Energi terbarukan lainnya untuk jangka pendek belum dapat dimanfaatkan secara maksimal berdasarkan pertimbangan efisiensi dan ekonomi. Ketiga jenis sumber energi baru dan terbarukan diatas mempunyai keunggulan dibandingkan dengan energi fosil ditinjau dari aspek lingkungan (ekologis) dan ekonomis.

Saran-Saran

Pemanfaatan energi nuklir bagi sektor kelistrikan di Jawa-Timur perlu mempertimbangkan aspek psikologis masyarakat yang masih trauma terhadap kecelakaan akibat radiasi, penanganan limbah nuklir, serta proliferasi nuklir.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Waluyo, Joko., (2008), *Kebijakan Energi untuk Penyediaan Listrik*, <http://mrwaluyo.blogspot.com/2007/07/kebijakan-energi-untuk-penyediaan.html>.
- [2] Hermana, Joni., (2008), *Pemanasan Global dan Dampaknya Terhadap Lingkungan Hidup*, Makalah pada Seminar Lingkungan Hidup VII, FMIPA Universitas Brawijaya Malang.
- [3] Nanang S. Soetadji., (2007), Diskusi Panel Persimpangan Jalan Pembangunan PLTN di Indonesia, Masyarakat Peduli Energi dan Lingkungan Jakarta, 28 November 2007, *PLTN Dibutuhkan di Indonesia*, <http://www.bluefame.com/index.php?showtopic=127422&mode=threaded> Sekali lagi soal permasalahan Energi di Indonesia.
- [4] Mahmudsyah, Syariffuddin., (2007)., *Pemetaan dan Identifikasi Energi Alternatif/Energi Terbarukan Potensial di Wilayah Jawa-Timur*, Diskusi Panel Pemetaan Kebutuhan Infrastruktur dan Teknologi Pendukung Untuk Sustainability Penyediaan Energi di Jawa-Timur bersama Dewan Pakar, Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi (Balitbangprov) Jawa-Timur, 27 Nopember 2007.
- [5] PT. PLN Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban (P3B) Jawa-Bali Region Jawa-Timur dan Bali, (2007), *Upaya PT. PLN (Persero) dalam Menyediakan Kebutuhan Energi Listrik di Jawa-Timur Termasuk Daerah Terpencil*, Diskusi Panel Pemetaan Kebutuhan Infrastruktur dan Teknologi Pendukung Untuk Sustainability Penyediaan Energi di Jawa-Timur bersama Dewan Pakar, Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi (Balitbangprov) Jawa-Timur, 27 Nopember 2007.
- [6] Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, (2008), *Handbook Statistik Ekonomi Energi di Indonesia*, <http://www.esdm.go.id/Files/Publikasi/Buku/Handbook/Statistik%20Energi%202006.pdf>.
- [7] Rudi Waluyo Prastianto., (2007), *Pembangkit Listrik Bertenaga Angin: Sebuah Alternatif Cerdas bagi Negeri Kepulauan, Wind Energy*, http://www.indeni.org/index.php?view=article&catid=44%3Awindenergy&id=131%3Apembangkit-listrik-bertenaga-angin-sebuah-alternatif-cerdas-bagi-negerikepulauan&option=com_content@Itemid=77.
- [8] ITS Online, (2006), *Rancang Wind Turbin Generator, Raih Brits Award for Poverty Alleviation*, 23 November 2006, 15:23:11, www.itc.ac.id.
- [9] Rohi, Daniel., (2008), *Alternatif Pembangkit Tenaga Listrik Ramah Lingkungan di Indonesia*, Makalah Seminar Nasional: *Electrical Power, Electronic, Communication, Control, and Informatic Seminar (ECCIS) 2008*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.

[10] Rohi, Daniel., (2007), *Mengkaji Kontroversi Penggunaan Energi Nuklir dalam Mendukung Kelistrikan Nasional*, Makalah Seminar Nasional Ketenagalistrikan, Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta.

PENYEDIAAN ENERGI LISTRIK YANG RAMAH LINGKUNGAN DI JAWA-TIMUR

ORIGINALITY REPORT

22%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	muhajirin2010.wordpress.com Internet	292 words — 5%
2	www.unisosdem.org Internet	167 words — 3%
3	repo-nkm.batan.go.id Internet	92 words — 2%
4	www.coursehero.com Internet	89 words — 2%
5	shodiq-elektro.blogspot.com Internet	79 words — 1%
6	infomineralindonesia.com Internet	52 words — 1%
7	repository.usu.ac.id Internet	40 words — 1%
8	allif.wordpress.com Internet	38 words — 1%
9	es.scribd.com Internet	33 words — 1%

10	rhazio.wordpress.com Internet	30 words — 1%
11	eprints.akprind.ac.id Internet	20 words — < 1%
12	docobook.com Internet	19 words — < 1%
13	www.researchgate.net Internet	16 words — < 1%
14	docplayer.info Internet	15 words — < 1%
15	nofisi.blogspot.com Internet	15 words — < 1%
16	fisikawanpesisir.blogspot.com Internet	14 words — < 1%
17	vdocuments.site Internet	14 words — < 1%
18	id.123dok.com Internet	13 words — < 1%
19	dedeholil99.blogspot.com Internet	12 words — < 1%
20	ejurnal.its.ac.id Internet	11 words — < 1%
21	issuu.com Internet	11 words — < 1%

22	Lestari Kurniawati. "DAMPAK PENURUNAN SUBSIDI BAHAN BAKAR MINYAK: ANALISIS SISTEM NERACA SOSIAL EKONOMI INDONESIA", INFO ARTHA, 2017 Crossref	10 words — < 1%
23	www.mathematica-mpr.com Internet	10 words — < 1%
24	fr.scribd.com Internet	9 words — < 1%
25	pdfcoffee.com Internet	9 words — < 1%
26	pt.scribd.com Internet	9 words — < 1%
27	documents.mx Internet	8 words — < 1%
28	pta.trunojoyo.ac.id Internet	8 words — < 1%
29	www.walhi.or.id Internet	8 words — < 1%
30	knepublishing.com Internet	7 words — < 1%
31	nanosmartfilter.com Internet	7 words — < 1%

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES

OFF