

BAB III

KAJIAN DAN PILIHAN JENIS ENERGI

Dalam sejarah umat manusia di bumi ini, riwayat perkembangan peradaban manusia ternyata berjalan seiring dengan perkembangan pemanfaatan energi dan penggunaan teknologi energi. Pada awalnya sumber energi utama manusia adalah kayu bakar dan kemudian arang kayu. Batubara hanya tersedia di beberapa tempat tertentu, seperti misalnya di Cina, dan dimanfaatkan untuk pengolahan logam. Minyak juga terdapat di beberapa tempat tertentu secara terbatas. Untuk transportasi di darat digunakan hewan: kuda, lembu, onta dan gajah, dan di laut digunakan otot manusia dan kemudian tenaga angin. Untuk penerangan digunakan minyak ikan paus.

Namun penggunaan energi secara besar-besaran barulah dimulai ketika terjadi industrialisasi di Inggris dalam abad ke-19 yang disertai pula penemuan berbagai jenis mesin yang di antaranya digunakan untuk keperluan industri dan untuk transportasi. Dalam hal ini batubara adalah bahan bakar utama kereta-api. Menjelang akhir abad ke-19 minyak bumi mulai dikembangkan¹. Pada awal abad ke-20 penggunaan kendaraan bermotor darat dan laut mulai melejit setelah komersialisasi BBM. Gas ditemukan bersamaan dengan minyak bumi, namun karena tidak dapat dengan mudah disimpan maka pada awalnya gas hanya dibakar saja. Diperlukan jaringan pipa gas dan pengguna gas yang cukup banyak untuk memanfaatkan gas. Setelah Perang Dunia ke-II pemakaian pesawat udara untuk penerbangan komersial mulai menanjak dan pemanfaatan gas untuk industri dan rumah-tangga berkembang pesat di Amerika Serikat dan di Eropa.

Sumberdaya Energi dan Kekelangkaan Energi

Indonesia memang termasuk beruntung memiliki sumberdaya energi yang besar dan bervariasi. Namun, setiap tahun konsumsi energi kita naik, dan, lebih penting lagi, jumlah penduduk kita cukup besar – hanya nomor lima di dunia.

Sumberdaya dan cadangan energi kita memang lumayan besar. Menurut dokumen Kebijakan Energi Nasional 2003-2020 (KEN) yang terbit dalam tahun 2004, sumberdaya minyak 86,9 milyar barrel di samping cadangan terbukti pada tahun 2002 sebesar 5 milyar barrel. Dengan tingkat produksi 500 juta bbl setahun, cadangan akan habis dalam 10 tahun. Cadangan batubara akan habis dalam 50 tahun, dan cadangan gas akan habis dalam 30 tahun. Cadangan tenaga air 75.000 MW, baru digunakan sebanyak 4200 MW. Cadangan terbukti panas bumi 2300 MW, baru dimanfaatkan sebanyak 800 MW (sekarang sudah 1100MW), sedang cadangan potensial jauh lebih besar. Angka-angka sumberdaya dan

¹ Termasuk di Indonesia, dimulai pada tahun 1895 oleh Belanda.

cadangan ini semuanya tidak bersifat statis: jika dilakukan eksplorasi dan pengembangan, pasti akan ditemukan tambahan sumberdaya dan cadangan. Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral pernah mengumumkan beberapa penemuan cadangan minyak baru, sehingga angka yang baru disebutkan, harus direvisi. Walaupun sumberdaya kita cukup besar, namun tidak dapat dikatakan “melimpah”: dalam ukuran dunia hanya sekitar 0,5 – 1,5 persen saja. Berikut ini kutipan dari dokumen BAKOREN berjudul “*Blueprint* Pengelolaan Energi Nasional, 2005-2025”, yaitu Lampiran B1.

Tabel 4. Sumberdaya Energi Nasional 2004

LAMPIRAN B1 POTENSI ENERGI NASIONAL 2004				
JENIS ENERGI FOSIL	SUMBER DAYA	CADANGAN (Proven + Possible)	PRODUKSI (per Tahun)	RASIO CAD/PROD (tanpa eksplorasi) Tahun
Minyak	86,9 miliar barel	9 miliar barel	500 juta barel	18
Gas	384,7 TSCF	182 TSCF	3,0 TSCF	61
Batubara	57 miliar ton	19,3 miliar ton	130 juta ton	147

ENERGI NON FOSIL	SUMBER DAYA	SETARA	PEMANFAATAN	KAPASITAS TERPASANG
Tenaga Air	845,00 juta BOE	75,67 GW	6.851,00 GWh	4.200,00 MW
Panas Bumi	219,00 juta BOE	27,00 GW	2.593,50 GWh	800,00 MW
Mini/Micro hydro	458,75 MW	458,75 MW		84,00 MW
Biomass		49,81 GW		302,40 MW
Tenaga Surya		4,80 kWh/m ² /hari		1,50 MW
Tenaga Angin		9,29 GW		0,50 MW
Uranium (Nuklir)	24.112 Ton* e.q. 3 GW utk 11 tahun			

* Hanya di Daerah Katan - Kobar

Sumber: Dokumen BAKOREN

Harap diperhatikan bahwa menurut terbitan BP berjudul *Statistical Review of World Energy 2007*² cadangan terbukti (*proven reserves*) Indonesia pada tahun 2006 adalah: 4,3 milyar barrel minyak bumi (0,4% cadangan dunia), 92,91 TCF gas bumi (1,5% cadangan dunia), dan 4,968 milyar ton batubara (0,5% cadangan dunia)³. Dengan demikian maka ada perbedaan yang cukup berarti antara data yang

² Terbitan berkala BP ini direvisi setiap tahun dan terbit pada sekitar tanggal 15 Juni dan dapat disimak di internet pada *website* BP. Jumlah penduduk Indonesia sekitar 230 juta atau

³ Menurut *Survey of Energy Resources 2007*, *World Energy Council*, pada akhir tahun 2005 cadangan terbukti minyak Indonesia adalah sama dengan angka BP, sedang cadangan terbukti gas Indonesia adalah 97,26 TCF dan cadangan terbukti batubara Indonesia adalah 4,328 milyar ton terdiri dari 1,721 milyar ton bituminus termasuk antrasit, 1,809 milyar ton sub-bituminus, dan 798 juta ton lignit.

diterbitkan oleh Pemerintah dengan data yang diterbitkan oleh lembaga di luar negeri. Karena sudah tentu sumber datanya sama, maka perbedaan tersebut adalah akibat perbedaan dalam interpretasi data.

Sebagaimana diketahui, salah satu ukuran kemajuan dan kemakmuran bangsa diukur dengan konsumsi energi per kapita atau konsumsi listrik per kapita. Dalam hal ini, kita masih tergolong yang rendah. Jadi, kita masih jauh tertinggal dibandingkan dengan negara lain: artinya masih harus mengkonsumsi lebih banyak lagi energi per kapita. Dengan demikian, walaupun sumberdaya energi kita cukup besar dan banyak, tetapi dilihat dari cadangan per kapita, cadangan minyak kita masih dikalahkan oleh Malaysia. Selain itu konsumsi energi kita per kapita juga tertinggal dibandingkan dengan Malaysia

Sebenarnya sebaiknya janganlah kepemilikan cadangan energi dipakai sebagai ukuran utama untuk memilih jenis energi yang akan digunakan⁴. Kriteria pertama hendaknya adalah harga energi, yaitu biaya untuk menghasilkan atau memasok satu liter BBM atau biaya untuk penyediaan listrik per kWh. Mengapa demikian? Karena energi adalah masukan bagi perekonomian dan perkembangan ekonomi, jadi seyogyanya harga energi diupayakan atau ditetapkan serendah mungkin. Namun harga energi juga harus cukup tinggi, karena perusahaan pemasok energi harus untung dan harus dapat menyisihkan sebagian keuntungannya untuk pengembangan usaha lebih lanjut, apalagi bila pertumbuhan konsumsi energi tinggi seperti di negara kita. Jadi harus ada kompromi dari kedua belah pihak, baik produsen maupun konsumen energi. Harga energi juga harus cukup tinggi, sehingga kalau diperlukan kita harus mengimpor, berarti kita harus sanggup membayar harga internasional. Selama zaman Orde Baru biaya penyediaan energi di dalam negeri cukup rendah, sehingga memungkinkan harga penyediaan yang juga rendah (disubsidi). Sekarang setelah kenaikan harga minyak internasional sejak awal tahun 2004 hingga sekarang (tahun 2007) penetapan harga energi rendah tidak mungkin lagi, karena subsidiya terlalu besar.

Istilah subsidi pernah mengundang kontroversi dan wacana yang ramai dalam media cetak. Ada dua pengertian, yaitu pengertian subsidi yang dianut oleh Pemerintah dan DPR bahwa bila harga energi yang dibayar oleh konsumen jatuh di bawah harga rata-rata yang ditetapkan dalam undang-undang (APBN) maka ada subsidi yang harus disediakan. Sedang harga rata-rata diupayakan sedekat mungkin ke tingkat harga keekonomian, yakni biaya penyediaan menurut harga internasional. Pengertian yang kedua dianut misalnya oleh Kwik Kian Gie yang berpendapat bahwa sebenarnya tidak perlu ada subsidi, karena pendapatan negara dari ekspor minyak dapat menutupi kekurangan dana penyediaan BBM di dalam negeri. Apalagi apabila gas dan batubara turut diperhitungkan, maka Indonesia masih untung dan tidak perlu ada subsidi energi. Kedua pengertian ini sama-sama "benar"; bedanya adalah pengertian pertama melandaskan pengertian pada harga pasar, khususnya pasar internasional (cenderung memakai angka harga yang lebih tinggi), sedang

⁴ Kepemilikan cadangan energi cenderung membuat masyarakat manja dengan menuntut harga penyediaan murah. Menjelang cadangan terkuras masyarakat konsumen akan menjumpai kesulitan karena energi harus diimpor dengan harga internasional.

pengertian kedua berlandaskan biaya penyediaan energi (cenderung memakai angka harga yang lebih rendah).

Penulis berpendapat bahwa pengertian pertama lebih baik digunakan daripada pengertian kedua, karena harga energi yang lebih rendah cenderung membuat masyarakat konsumen boros dan memukul diri sendiri manakala penyediaan dari dalam negeri menjumpai kendala. Seperti keadaan yang kita alami sekarang ini. Sebaiknya konsumen energi membayar harga yang setara dengan harga keekonomian pada tingkat internasional. Dengan demikian apabila terjadi kelangkaan pasokan dari dalam negeri maka kekurangan energi dapat dipenuhi dengan impor dengan harga yang setara. Hanya saja, konsumen sektor industri, yang tentunya harus membayar energi dengan harga keekonomian, harus memperoleh jaminan dari Pemerintah bahwa pelaku industri Indonesia tidak dirugikan dengan macam-macam pungli dalam usaha mereka supaya dapat bersaing secara sehat dengan sektor industri negara lain dan negara tetangga.

Pasokan dalam negeri atau kepemilikan cadangan sendiri bisa dijadikan kriteri kedua, yaitu faktor keamanan pasokan atau *security of supply*. Kepemilikan cadangan sendiri sebenarnya hanyalah mempermudah upaya untuk pengadaan pasokan, yaitu tidak perlu mengimpor. Bagi negara yang tidak memiliki cadangan energi sendiri, maka ia harus mengadakan upaya yang seksama dan terus menerus guna memperoleh pasokan dari luar negeri. Negara yang demikian itu adalah seperti Jepang, Korea Selatan, Singapura dan juga kawasan ekonomi mandiri seperti Taiwan dan Hongkong.

Konsumsi energi sesuatu negara dapat disusun menurut beberapa sektor permintaan. Khususnya permintaan akan energi final yang terdiri atas beberapa jenis yaitu bbm (bensin, minyak solar dan minyak tanah) untuk keperluan sektor transportasi, industri dan rumah-tangga, gas dalam bentuk gas alam, LPG, CNG guna keperluan sektor rumah-tangga, komersial, industri dan transportasi, dan tenaga listrik untuk industri, rumah-tangga, komersial dan juga transportasi. Memang lazimnya sekitar empat sektor itulah yang dikaji permintaan akan energi final: sektor rumah-tangga, sektor industri, sektor transportasi, dan sektor komersial. Terkadang ada juga sektor pemerintahan (gedung-gedung pemerintahan, dlsb.), tetapi karena relatif kecil bisa digabung dengan sektor komersial. Bentuk energi pada tahap konsumsi akhir yang paling populer adalah tenaga listrik, yang diminati oleh semua sektor permintaan. Di negara industri, listrik merupakan sekitar 40-50 persen dari seluruh konsumsi energi primernya. Di negara berkembang, listrik hanya memenuhi 20-35 persen dari konsumsi energi primernya. Di Indonesia, listrik yang dijual oleh PLN, sekitar 80 persen dikonsumsi di Jawa-Madura-Bali (Jamali), dan sekitar 20 persen di luar Jamali. Sistem listrik Jamali sudah terpadu menjadi satu sistem; di luar Jamali, PLN mengelola lebih dari 1100 sistem listrik yang terpisah-pisah satu dari yang lain (data sampai tahun 2004). Banyak di antaranya hanya terdiri dari satu pusat listrik dan satu jaringan distribusi yang tidak terlalu luas: meliputi satu desa atau satu kota kecil. (PLN memiliki lebih dari 4000 pembangkit listrik diesel).

Mengapa permintaan energi terpusat di Jamali ? Ini adalah fakta sejarah: pulau Jawa amat subur, permukiman terpusat di Jamali, penduduk berkembang pesat dan perekonomian mengikutinya. Investasi pun lebih tertarik ke Jamali. Kecenderungan ini hanya dapat diubah dengan kebijakan pembangunan nasional baru untuk memindahkan kegiatan ekonomi ke luar Jamali dan hal tersebut harus didukung oleh segenap lapisan masyarakat secara konsisten untuk jangka waktu lama. Untuk ini barangkali perlu dipertimbangkan sebagai fokus utamanya pemindahan Ibukota dari Jakarta ke luar Jawa, misalnya ke Lampung atau Sumatera Selatan; kemudian setelah 50 tahun pindah lagi ke Makassar atau Kalimantan Selatan.

Karena ini pula, PLTN dipertimbangkan untuk pulau Jawa, yaitu karena permintaan listrik sekarang ini terpusat di Jawa. Andaikata dapat dikembangkan sistem transmisi listrik yang murah, maka bisa saja PLTN dibangun di luar Jawa.

Ada satu sebab lagi, yaitu PLTN yang tersedia di pasaran dunia dewasa ini, minimal berukuran 600 MW. Biaya pembangkitan listrik nuklir akan lebih rendah lagi apabila kapasitas PLTN lebih besar: 1000 MW, bahkan sekarang dibangun yang berukuran 1600 MW. Jadi hanya Sistem Jamali yang dapat menampung pusat listrik sebesar itu. Di luar Jamali pusat listrik terbesar barangkali hanya 200 MW, jadi satuan sebesar 600 MW akan membuat sistem jaringan tidak stabil. (Untuk menampung satuan sebesar 600 MW, sistem jaringan harus memiliki beban dasar [lihat tulisan di bawah] sekurangnya 4000 MW). (Sewaktu pada tahun 1980 BATAN mengusulkan pembangunan PLTN sebesar 600 MW di kawasan Muria, sistem jaringan Jawa baru mencapai sekitar 3000 MW, tetapi diproyeksikan akan mencapai 5000 MW pada tahun 1985).

Apabila reaktor nuklir jenis PBMR berhasil dikembangkan di Afrika Selatan, RRC dan Jepang, maka barulah akan tersedia kemungkinan membangun dan mengoperasikan PLTN berukuran relatif kecil, yaitu di bawah 200 MW⁵. Saat ini masih dalam tahap penelitian dan pengembangan⁶.

Bagi yang hendak menentang pembangunan PLTN di Jawa, sangatlah mudah untuk menyatakan bahwa Indonesia memiliki banyak alternatif lain seperti tenaga air, gas bumi, panasbumi dan batubara. Ini memang suatu kenyataan yang tak dapat dibantah dan semua alternatif memang diperlukan untuk memenuhi permintaan tenaga listrik yang demikian cepat. Marilah ditelaah satu per satu.

Hal pertama yang perlu senantiasa diingat adalah besarnya permintaan listrik sistem Jamali di masa mendatang. Menurut perkiraan PLN kebutuhan kapasitas terpasang sampai tahun 2026 berkisar sekitar 1250 MW per tahun guna memenuhi permintaan beban puncak tahun 2026 sekitar 52.000 MW. Berarti kapasitas terpasang yang diperlukan adalah minimal 60.000 MW. Atau tambahan sejak tahun 2007 sebanyak sekitar 40.000 MW. Prakiraan ini berdasarkan asumsi bahwa pertumbuhan permintaan tenaga listrik sistem Jamali akan meningkat

⁵ Sebenarnya beberapa PLTN yang sudah dibangun di India berukuran 220 MW, tetapi masa konstruksinya cukup panjang: sekitar 8-10 tahun; dan belum pernah ditawarkan untuk diekspor.

⁶ Menurut keterangan dari pihak pengembang PBMR di Afrika Selatan melalui internet, konstruksi reaktor akan dimulai tahun 2009 dan pemuatan bahan bakar nuklir 4 tahun kemudian.

7 persen/tahun sampai tahun 2016 dan kemudian meningkat 5 persen/tahun sampai tahun 2026.⁷

Sumber tenaga air yang cukup besar boleh dikatakan sudah habis terpakai di kawasan Jamali. Mungkin masih ada yang dapat dikembangkan, namun tidak dapat lepas dari dampak sosial ekonomi terhadap permukiman penduduk. Proyek Jatigede di Jawa Barat dan Proyek Gajah Mungkur di Jawa Tengah adalah dua contoh proyek yang lama tertunda karena masalah ini.

Jenis sumberdaya energi primer lain yang tersedia di kawasan Jamali tetapi tidak dapat diekspor adalah panasbumi, yang potensinya di kawasan tersebut sekitar 9000 MW. Sayang jenis energi primer ini masih memerlukan eksplorasi dan pengembangan, dan dengan sendirinya juga dana berisiko yang berkaitan, sebelum dapat dimanfaatkan. Karena itu pula lebih sulit, disebabkan terdapat unsur ketidakpastian, untuk menjadwalkan pemasangan kapasitas terpasang di dalam perencanaan jangka panjang sistem jaringan Jamali. Selain itu, tingkat tarif listrik Indonesia yang relatif rendah, dibandingkan dengan misalnya Filipina, kurang menyajikan insentif bagi investor bidang panasbumi.

Jenis sumberdaya energi yang cukup banyak tersedia di sekitar kawasan Jamali adalah gasbumi. Sumur-sumur yang sudah ditemukan di Jawa ataupun di lepas pantai Jamali sudah dimanfaatkan, selain untuk pembangkitan listrik juga untuk bahan baku dan sumber energi pabrik petrokimia, pabrik baja, industri lainnya seperti keramik, dan guna keperluan sektor rumah-tangga. Transportasi gas alam juga cukup luwes, sehingga kekurangan pasokan di Jamali dapat dipenuhi dengan sambungan pipa ke jaringan pipa gas dari Sumatera ataupun dari Kalimantan. Namun dalam jangka panjang harga gas alam meningkat terus seiring perkembangan harga minyak internasional, sehingga sebagai alternatif untuk pembangkitan tenaga listrik gas alam sesungguhnya kalah bersaing dengan batubara⁸. Di samping itu, pemanfaatan gas alam akan menghasilkan nilai tambah yang lebih tinggi di dalam sektor industri, baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan bakar, ketimbang pemanfaatan sebagai bahan bakar untuk pembangkitan tenaga listrik saja. Berhubung dengan pertimbangan-pertimbangan ini maka seyogyanya gas alam, apabila hendak digunakan untuk pembangkitan tenaga listrik, tidak digunakan untuk memenuhi beban dasar sistem kelistrikan Jamali melainkan cukup untuk memenuhi beban puncak dan beban variabel saja.

Keunggulan batubara sebagai sumber energi untuk pembangkitan listrik di kawasan Jamali dapat dilihat dari tabel berikut, yang bersumber dari PLN⁹, mengenai biaya bahan bakar.

⁷ Lihat makalah Ir. Eden Napitupulu, PT Persero PLN, pada Konferensi Indonuclear 2007, April 2007.

⁸ Dalam tahun 1990-an, ketika harga minyak \$20-25/bbl dan harga gas \$2,5-3/MMBtu, gas alam sempat menjadi "prima donna", dan pembangkit jenis PLTUG atau "Combined cycle" banyak dibangun di Thailand, Malaysia, Indonesia dan Singapura. Keadaan ini berubah sejak tahun 2004, kini harga minyak di atas \$60/bbl dan harga gas di atas \$5/MMBtu, dan batubara kembali menjadi yang paling menarik.

⁹ Informasi diperoleh pada tahun 2006, memperlihatkan harga gas dan batubara bagi PLN jauh lebih rendah ketimbang minyak. Namun harga gas jauh di bawah harga internasional.

Tabel 5. Biaya Variabel (bahan bakar) Pembangkitan Listrik PLN

PLTD Solar (High Speed Diesel – HSD) - Biaya variabel = $0,3 \times \text{Rp. } 5.000$ (harga solar per liter) = Rp. 1.500 / kWh
PLTG Solar (HSD) - Biaya variabel = $0,45 \times \text{Rp. } 5.000$ (harga solar per liter) = Rp. 2.250 / kWh
PLTGU Solar (HSD) * Biaya variabel = $0,4 \times \text{Rp. } 5.000$ (harga solar per liter) = Rp. 2.000 / kWh
PLTGU Gas * Biaya variabel = $0,01 \times \text{US\$ } 3$ (harga gas/MMbtu) $\times 10.000$ (kurs) = Rp. 300/kWh
PLTU batubara * Biaya variabel = $0,5 \times \text{Rp. } 400$ (harga batubara / kg) = Rp. 200 / kWh

Berhubung dengan hal-hal yang dikemukakan di atas maka tinggal persaingan antara batubara dengan energi nuklir. Hal ini dibahas dalam bab berikut mengenai ekonomi pembangkitan energi nuklir karena biaya pembangkitan listrik nuklir adalah saingan utama biaya pembangkitan listrik batubara.

Kecenderungan masyarakat dunia sekarang adalah untuk lebih banyak menggunakan ilmu dan teknologi dalam memperoleh energi. Sebenarnya untuk apa saja, bukan hanya energi. Yang nyata dengan jelas adalah di bidang publikasi dan komunikasi, yang kini tak dapat lepas dari komputer, internet dan telepon selular atau *hand-phone*.

Di bidang energi tenaga listrik dapat diperoleh dengan bantuan teknologi dari energi surya (photovoltaik) dengan memakai sel-sel surya, dari angin dengan menggunakan kincir angin dan generator listrik. Di Eropa tengah dikembangkan berbagai teknologi guna memanfaatkan energi surya untuk mengantisipasi kenaikan harga minyak sampai ke tingkat \$80/bbl atau lebih. Beberapa instalasi demonstrasi telah dibangun antara lain dengan memantulkan sinar surya dengan cermin-cermin supaya diarahkan ke sel surya secara lebih intensif ataupun ke arah pembangkit uap yang dapat dialirkan untuk memutar turbin. Juga tengah dikembangkan teknologi sel-sel bahan bakar yang memakai gas hidrogen atau metanol. Demikian pula masih terdapat peluang-peluang lain yang dapat dimanfaatkan, seperti misalnya gelombang laut di pantai, pasang-surut air laut di teluk-teluk sempit, arus air laut di antara pulau, dan perbedaan suhu air laut dalam dan air permukaan. Namun semuanya masih memerlukan upaya penelitian dan pengembangan guna mendapatkan jenis bahan konstruksi tahan karat dan yang relatif murah diperoleh. Apabila listrik yang dibangkitkan masih tinggi harganya ketimbang listrik konvensional maka alternatif baru, bagaimanapun ramahnya terhadap lingkungan, tidak akan dapat memperoleh pangsa pasar. Salah satu contoh adalah sel surya, yang sudah banyak digunakan di negara lain terutama di mana harga BBM sangat tinggi (karena dikenai pajak tinggi oleh pemerintah). Walaupun di Indonesia boleh dikatakan tidak atau belum ada pajak atas BBM, akan tetapi biaya pemasangan satu solar home system (perangkat panel surya 50 watt lengkap dengan dua lampu dan baterai) memerlukan dana sekitar Rp. 3 juta, sehingga sulit untuk dipasarkan secara komersial kecuali dengan bantuan modal dari pemerintah

(misalnya untuk kawasan terpencil). Demikian juga tenaga angin yang dewasa ini banyak dikembangkan di Eropa, antara lain karena kecenderungan menolak energi nuklir. Tetapi di Indonesia hanya sebagian kecil wilayah yang dapat menikmati angin cukup kencang dan berkelanjutan. Dari segi ketersediaan angin letak negara kepulauan kita di garis khatulistiwa justru tidak menguntungkan.