

Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) Menopang Kebutuhan Eenergi Listrik Nasional

Tjipta Suhaemi

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA
Jl. Tanah Merdeka no. 6 Rambutan Ciracas Jakarta Timur DKI Jakarta 13830
Telp. +62-21- 87782739 Fax. +62-21-87782739

Abstrak

Indonesia memerlukan penyediaan sumber energi yang cukup besar untuk keperluan pembangunan, tidak hanya untuk memproduksi dan mendistribusikan barang kebutuhan hidup sehari-hari, tetapi juga untuk membangun industri yang meningkatkan daya saing bangsa, serta untuk meningkatkan taraf kehidupan masyarakat. Untuk mendukung percepatan dan perluasan pembangunan ekonomi Indonesia mutlak diperlukan sumber energi dan listrik. Dibandingkan dengan negara lain konsumsi listrik per kapita di Indonesia termasuk terendah. Di samping itu krisis pasokan listrik sering terjadi dan kondisi cadangan listrik nasionalpun tidak begitu menggembirakan. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan suatu kajian dengan mencari dan mengumpulkan data tentang informasi kebutuhan dan produksi energi listrik di Indonesia, melakukan studi pustaka perkembangan energi nuklir di dunia, melakukan analisis perbandingan pengembangan energi dengan negara lain. Dari kajian diperoleh bahwa dengan adanya keterbatasan maupun kendala dalam sumber energi konvensional, maka Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) merupakan salah satu alternatif dalam menyediakan tenaga listrik. Pembangunan PLTN dapat memacu perkembangan industri nasional karena berbagai macam industri dapat terlibat dalam pembangunan PLTN. Jenis PLTN yang komersial antara lain adalah Pressurized Water Reactor (PWR), Boiling Water Reactor (BWR), Pressurized Heavy Water Reactor (PHWR). Setiap jenis PLTN mempunyai karakteristik, kelebihan dan keunggulan masing-masing. Sebagai perbandingan ditinjau pengalaman beberapa negara di Asia yang telah membangun PLTN dan kini termasuk negara yang cukup diperhitungkan di dunia. Diharapkan dengan kehadiran PLTN di Indonesia mampu bersinergi dan bersimbiosis bersama energi fosil dan non-fosil dalam memenuhi kebutuhan energi nasional.

Kata kunci : fosil, energi, nuklir, PLTN

Abstract

Indonesia needs a large amount of energy supply to support development, not only the producing and distributing the daily goods, but also to develop industry for increasing the standard and prosperity of people and country. The energy and electricity would be very important for supporting the acceleration of development. Comparison with other country shows that the electricity consumption per capita is less in Indonesia. Beside that, it is also indicated that electricity supply and condition of national energy were very lack. There fore for overcoming this case it is conducted a study by collecting data of consumption and production of electricity energy in Indonesia, to study the development of nuclear energy in the world and to compare the development of energy in other country. It is realized that the conventional fossil resources is not unlimited and constraint of the energy availability, then Nuclear Power Plant construction is one option. The construction of NPP will stimulate the development of national industries due to many industries could participate and give contribution in NPP construction. The type of commercial nuclear power plants are Pressurized Water Reactor (PWR), Boiling Water Reactor (BWR), Pressurized Heavy Water Reactor (PHWR). Each of nuclear power plant type has characteristic, advantage, and disadvantage. As comparison it is observed experiences in some contries especially in Asia which have developed nuclear power plant dan nowadays are known as advanced and prosperity country in the world. It is hoped that the presence and development of nuclear power plant in Indonesia would make symbiosis between fossil and non fossil energy in achieving the sufficient need of national energy.

Keywords : fossil, energy, nuclar, nuclear power pant (NPP)

1 PENDAHULUAN

Pencapaian masyarakat yang adil dan makmur dan merata yang menjadi cita-cita dan tujuan pembangunan yang dilakukan oleh seluruh bangsa Indonesia, tentunya memerlukan peningkatan produksi barang-barang kebutuhan hidup masyarakat secara melimpah, yang sepadan dengan jumlah penduduk, serta distribusinya. Begitu pula untuk mendukung peningkatan kegiatan ekonomi semacam itu diperlukan penyediaan energi yang memadai. Energi mempunyai peranan penting dalam pencapaian tujuan sosial, ekonomi dan lingkungan untuk pembangunan berkelanjutan serta merupakan pendukung bagi kegiatan ekonomi nasional.

Penggunaan energi di Indonesia diasumsikan meningkat pesat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk. Kebutuhan sumber energi yang cukup besar untuk keperluan pembangunan, tidak hanya untuk memproduksi dan mendistribusikan barang kebutuhan hidup sehari-hari tetapi juga untuk membangun industri yang meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan bangsa.

Untuk itu Pemerintah telah mengukuhkan Program Pembangunan Listrik 35.000 MW dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019. Proyek 35.000 MW ini merupakan respon pemerintah terhadap perkiraan kebutuhan listrik pada 2019/2020, yaitu permintaan listrik tumbuh 8,7% per tahun serta rasio elektrifikasi yang ingin dicapai 97,8%. Dalam penyediaan energi secara besar-besaran inilah timbul persoalan yang tidak mudah untuk diselesaikan, antara lain dana, pembebasan lahan, AMDAL, perizinan, waktu, jenis pembangkit. Makalah ini akan membahas pemenuhan kebutuhan listrik dari sisi jenis pembangkit. Beberapa sumber energi primer seperti tenaga air dan geotermal terikat pada lokasi sehingga pengirimannya ke tempat-tempat konsumsi sering memerlukan pengubahannya menjadi tenaga listrik yang kemudian ditransmisikan dan didistribusikan.

Sumber-sumber energi lain seperti minyak bumi, gas dan batubara memerlukan transportasi yang harus didukung oleh sarana dan prasarana yang cukup.

Sumber energi fosil semakin menipis membuat negara di dunia juga gusar terhadap masa depannya. Olehkarenanya negara maju berupaya sungguh-sungguh untuk menggeser ketergantungannya dari sumber energi minyak kepada sumber-sumber yang lebih menjanjikan. Memang dewasa ini sebagian besar kebutuhan energi dunia masih dipasok oleh bahan bakar minyak, batubara dan gas alam. Pembangkit konvensional yang notabene berasal dari panas bumi, matahari, angin, biomassa, dan air belum mampu menghasilkan listrik dalam skala besar. Sementara pembangkit fosil seperti minyak dan batubara menimbulkan masalah lingkungan dan pemanasan global.

Pemanfaatan energi nuklir sebagai pembangkit listrik telah merupakan bagian penting dari program listrik nasional berbagai negara terutama untuk mengantisipasi makin menipisnya sumber energi fosil. Dalam kurun waktu 60 tahun terakhir telah tercapai kemajuan yang meyakinkan dalam pengembangan dan pemanfaatan teknologi nuklir tidak saja di negara-negara maju seperti Amerika Serikat, negara Eropa Barat dan Jepang, tetapi juga di beberapa negara-negara berkembang seperti Korea Selatan, China, Argentina, Brazil, dan India. Negara-negara Asia adalah negara yang sedang berkembang, serta ditandai dengan padatnya penduduk dan konsumsi energi per kapita, konsumsi listrik per kapita maupun pendapatan per kapita yang relatif rendah. Beberapa negara di Asia yang sudah membangun PLTN adalah Jepang, Korea Selatan, India, Pakistan, China, dan Iran. Korea Selatan termasuk negara nomor enam terbanyak di dunia menggunakan PLTN. Sejumlah negara antara lain Vietnam dan Turki sudah melakukan studi kelayakan pembangunan PLTN, sedangkan di Eropa khususnya negara Prancis, hampir seluruh kebutuhan listrik negaranya di suplai dari PLTN.

Kawasan Timur Tengah sebagai kawasan negara sumber penghasil minyak saat ini meningkat kecenderungan untuk memanfaatkan PLTN sebagai opsi pemasok tenaga listriknya. Iran sudah punya 1 unit dengan daya 915 MWe. Negara United Arab Emirat akan membangun 2 buah PLTN lagi di samping 3 buah PLTN yang sedang dibangun Barokah 1, 2, 3 yang direncanakan akan dioperasikan tahun 2016, 2018, 2020.

Indonesia harus belajar dari pengalaman negara-negara di Asia yang telah lebih dahulu membangun PLTN. Dalam penggunaan PLTN untuk pembangkit listrik ini, sesungguhnya Indonesia sudah tertinggal jauh dari negeri lain. Korea Selatan yang pada tahun 1960-an dalam hal penguasaan iptek nuklir sejajar dengan Indonesia, sekarang telah memiliki 23 buah PLTN dengan kapasitas 20.717 MWe atau 30,4% total listrik. India sekarang memiliki 21 buah PLTN dengan kapasitas 5.308 MWe atau 3,5% dari total listrik dan direncanakan tahun 2050 sebanyak 25% listriknya berasal dari PLTN. China pada tahun 1993 baru mempunyai 1 buah PLTN (288 MWe), pada akhir tahun 2005 telah mempunyai 9 buah PLTN dengan kapasitas 6.572 MWe, pada tahun 2011 menjadi 13 buah dengan kapasitas 10.058 MWe (1,82%), pada tahun 2015 menjadi 23 buah dengan kapasitas 19.007 MWe (3,4%) dan diperkirakan mencapai sekitar 40 GWe pada tahun 2020.

2 METODOLOGI PENELITIAN

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mencari dan mengumpulkan data tentang informasi perkembangan kebutuhan dan produksi energi listrik di Indonesia, melakukan studi pustaka perkembangan energi nuklir di dunia, melakukan analisis perbandingan pengembangan energi dengan negara lain.

3 PEMBAHASAN

Sumber daya energi Indonesia

Sumber-sumber energi komersial yang telah dikembangkan di Indonesia meliputi minyak bumi, gas bumi, batu bara, tenaga air, sumber-sumber energi panas bumi, dan sumber energi baru dan terbarukan lainnya.

Pada tahun 2013 cadangan minyak bumi Indonesia mencapai 7.549,81 *million stocks tank barrels*

(MMSTB), terdiri dari cadangan terbukti 48,9% dan cadangan potensial 51,1%. Cadangan terbukti merupakan cadangan yang memiliki tingkat kepastian paling tinggi, informasi bawah permukaannya lebih lengkap jika dibandingkan cadangan potensial. Cadangan terbukti terbagi menjadi 2, yaitu cadangan terbukti yang sudah dikembangkan dan cadangan terbukti yang belum dikembangkan. Cadangan terbukti Indonesia sebesar 3.692,50 MMSTB sedangkan cadangan potensial jumlahnya lebih tinggi 3.857,31 MMSTB.

Indonesia memiliki cadangan gas bumi mencapai 150,39 *trillion standard cubic feet* (TSCF), terdiri dari cadangan terbukti 67,5% dan cadangan potensial 32,5%. Cadangan terbukti Indonesia sebesar

101,54 TSCF, jauh lebih tinggi dibandingkan cadangan potensial jumlahnya lebih tinggi 48,85 TSCF. Cadangan gas bumi tersebar hampir diseluruh wilayah Indonesia, sebagian besar berada pada lepas pantai (*offshore*). Cadangan gas bumi paling besar berada pada wilayah perairan Natuna, Papua Barat, Sumatera bagian selatan dan perairan Maluku.

Pada tahun 2013, produksi batu bara Indonesia mencapai 449 *million tonnes* (Mt), dari jumlah tersebut 329 Mt di ekspor, atau 73,23% dari produksi, sementara kebutuhan batu bara domestik hanya sebesar 98 Mt atau (21,8%) sisanya 5 % pemakaian lain-lain. Hampir 35% dari pangsa

pasar batu bara dunia berasal dari Indonesia. Jenis batu bara yang diekspor berupa *sub-bituminous* dan *bituminous*, sedangkan untuk pemakaian domestik terutama jenis *subituminous grade rendah* dan *lignite*. Pada tahun 2013 kontribusi batu bara terhadap TPES di Indonesia adalah sebesar 22,4 % atau 48,3 Mtoe (345.000 *barrels of oil equivalent* (boe)). Selama periode sepuluh tahun terakhir pasokan batu bara rata-rata tumbuh 10,8%, yang dalam bauran energi pertumbuhannya 11,5%. Apabila dibandingkan dengan BBM, penggunaan batu bara di dalam bauran energi lebih cepat pertumbuhannya.

Potensi sumber daya energi terbarukan cukup besar meliputi panas bumi dengan sumber daya sekitar 28 GW, sedangkan potensi biomassa sekitar 32 GW, dan hidroelektrik 75 GW. Di samping itu, energi surya memiliki potensi yang cukup besar sekitar 1.200 GWe. Sebagian besar sumber daya energi terbarukan berada jauh dari pusat permintaan. Pemanfaatan energi terbarukan secara signifikan dapat meningkatkan penyediaan kebutuhan energi di pulau-pulau terpencil dan pedesaan. Pemerintah telah menerapkan insentif pajak untuk mendorong investasi di sektor energi terbarukan.

Indonesia terletak di sabuk gunung berapi (*ring of fire*) dan diperkirakan memiliki cadangan panas bumi sekitar 29 GW. Sumber daya panas bumi memiliki keunggulan, yaitu terletak di dekat daerah permintaan. Sebagian besar potensi panas bumi ditemukan di Sumatera (13.800 MW), Jawa dan Bali (9.250 MW) dan Sulawesi (2.000 MW), dengan cadangan potensial sebesar 12.200 MW dan cadangan terbukti sebesar 2.000 MW, yang tersebar di 125 lokasi di Indonesia. Dari jumlah tersebut, 964 MW diantaranya berlokasi di Jawa dan Bali.

Produksi listrik dari pembangkit listrik bersumber energi terbarukan pada tahun 2012 sebesar 22,4 TWh, yang merupakan 11,4% dari total produksi listrik. Tenaga listrik ini terutama dari PLTA (6,5%) dan PLTP (4,8%). Sedangkan dari

biofuel dan berbagai limbah hanya menyumbang 0,1%. Tenaga listrik dari pusat listrik tenaga bayu (PLTB) dan tenaga surya masih sangat kecil dan masih pada tahap awal pengembangan.

Selama periode tahun 2002 dan 2012 tingkat pertumbuhan PLTA rata-rata adalah 2,6% per tahun, sedangkan pertumbuhan panas bumi mencapai 4,2% per tahun. Pada periode yang sama penggunaan biofuel dan limbah meningkat 29,3% per tahun, meskipun sumbangan kedua jenis sumber energi ini dalam pembangkitan listrik secara keseluruhan masih di bawah 1%.

Pada tahun 2013, potensi biomassa di Indonesia tercatat sebesar 32.654 MW dan 1.716,5 MW diantaranya telah dikembangkan. Pengembangan pembangkit listrik berbasis bioenergi (*on-grid*) sampai dengan tahun 2013 mencapai sekitar 90,5 MW, sedangkan pengembangan pembangkit listrik berbasis bioenergi (*off-grid*) sekitar 1.626 MW, di mana pembangkit listrik tersebut berbasis biomassa, biogas, dan sampah kota. Pembangkit listrik berbasis bioenergi ini juga memiliki potensi di daerah-daerah terpencil yang berasal dari limbah kehutanan, limbah pertanian, industri kelapa sawit, industri kertas, industri tapioka, dan industri lainnya

Permasalahan energi di Indonesia

Permasalahan energi yang dihadapi Indonesia dewasa ini antara lain mencakup permintaan dan konsumsi energi dan tersedianya sumber energi serta masih besarnya ketergantungan pada minyak. Permasalahan energi yang tidak merata disebabkan oleh kepadatan penduduk Indonesia yang terdiri dari beribu-ribu pulau, sebanyak 60% penduduknya mendiami pulau Jawa. Pulau Jawa memerlukan energi yang besar, sedang penyediaan energi minim, dan untuk di luar pulau Jawa sebaliknya. Begitu pula pertumbuhan penduduk dan peningkatan kualitas hidup dari tradisional ke modern akan meningkatkan laju permintaan energi.

Kondisi kelistrikan di Indonesia ditandai antara lain oleh konsumsi tenaga listrik yang masih rendah

dan pertumbuhan permintaan listrik yang relatif tinggi. Pada tahun 1990/1991 tingkat konsumsi tenaga listrik baru mencapai kurang lebih 260 KWh/kapita. Sedangkan pertumbuhan daya terpasang dan produksi tenaga listrik PLN yang besarnya rata-rata 14,5% per tahun sejak 1980/1981 sampai dengan tahun 1990/1991. Dalam periode yang sama pertumbuhan kedudukan listrik di Indonesia meningkat dengan pertumbuhan 15,6% per tahun. Hal ini diakui oleh kenaikan produksi PLN dari 7,8 TWh pada tahun 1980/1981 menjadi 37,7 TWh pada tahun 1991/1992. Sedangkan produksi listrik oleh pembangkit listrik non PLN dari 5,1 TWh menjadi 19,7 TWh dalam periode yang sama. Total konsumsi listrik domestik mencapai 188 TWh pada tahun 2013 atau meningkat sekitar 40% dari tahun 2009. Konsumsi listrik diperkirakan akan terus meningkat hingga 287 TWh pada tahun 2018 dan 386 TWh pada tahun 2022, dengan rata-rata pertumbuhan per tahun 8,3%. Sektor Rumah Tangga merupakan konsumen listrik terbesar dengan *share* 41% dari total konsumsi, diikuti industri (34%), komersial (19%) dan pelayanan publik (6%). Jawa-Bali mengkonsumsi listrik 144 TWh (77% konsumsi) pada tahun 2013. *Share* penggunaan bahan bakar untuk pembangkit listrik yaitu: batu bara (52%), gas bumi (24%), BBM (13%), *hydro* (8%) dan panas bumi (4%).

Terlihat peranan bahan bakar minyak masih besar, penggunaan minyak bumi sebagai sumber daya energi di dalam negeri terus meningkat, sedangkan cadangan relatif terbatas.. Dewasa ini Indonesia tidak lagi mengeksplor minyak dan sudah menjadi pengimpor minyak.

Dari potensi tenaga air yang terdapat di seluruh wilayah tanah air diperkirakan sekitar 34.000 MW dapat dikembangkan untuk pembangkit listrik. Mengingat lamanya waktu serta pola penyebaran penduduk di Indonesia diperkirakan hanya 4.000 MW yang dapat menghasilkan listrik dalam awal abad 21. Secara akumulatif kapasitas terpasang Pembangkit Listrik Mini-hydro(50 kW) dan

Micro-hydro(500 kW) diperkirakan mencapai 88 MW, atau 17,2% dari total potensi yang sudah diidentifikasi yang jumlahnya sebesar 500 MW. Kebanyakan sistem Pembangkit Listrik Mini-hydro dan Micro-hydro tidak terhubung ke griddan terletak di daerah terpencil. Meskipun demikian, sistem pembangkit tersebut berperan penting dalam memenuhi permintaan listrik pedesaan yang tumbuh dengan pesat. Sayangnya, sejumlah besar proyek-proyek sistem pembangkit mini dan micro-hydro tidak beroperasi seperti yang diharapkan karena keahlian tenaga lokal didalam mengelola masih kurang memadai.

Berdasarkan penelitian, potensi energi panas bumi di Indonesia diperkirakan sebesar 10.000 MW dan kapasitas terpasang mencapai sekitar 1.400 MW pada tahun 2013, meskipun tidak sesuai dengan sasaran yang direncanakan pada tahun 2008 yaitu sebesar 2.000 MW.

Potensi energi angin kekuatannya tidaklah besar, dengan kecepatan angin rata-rata antara 3 meter per second(m/s) dan 6 m/s, generator energi angin yang cocok untuk di Indonesia adalah yang berukuran kecil (hingga 10 kilowatt(kW)) dan menengah (10 kW sampai 100 kW). Selain itu, kekuatan angin paling produktif di Indonesia berada jauh dari pusat-pusat konsumsi listrik, dan karena itu akan membutuhkan infrastruktur transmisi yang luas. Potensi air laut, energi surya, dan sumber lainnya bisa dimanfaatkan namun masih dalam skala kecil dan dalam proyek peragaan dan biayanya terlalu mahal.

Untuk mencukupi kebutuhan energi secara besar-besaran harus menggunakan minyak bumi, gas, batu bara, dan bahan nuklir. Tetapi karena minyak bumi, gas alam harus memegang peranan sebagai penghasil devisa, perhatian tergantung pada batu bara dan nuklir. Akan tetapi jika kebutuhan energi diisi sepenuhnya dengan batu bara, maka akan muncul problem dalam penambangan, pengangkutan, dan masalah lingkungan. Dalam masalah pengangkutan tiap hari harus diproduksi

dan diangkut bahan bakar yang jumlahnya melampaui setengah juta ton tiap harinya ke instalasi listrik. Produksi batu bara sebanyak ini tidak akan merupakan pekerjaan yang mudah, dilihat dari segi teknis, transportasi, pembiayaan lingkungan. Begitu pula sejak tahun 1998 kebijakan dan peraturan di sektor pertambangan batu bara telah mengalami banyak perubahan. Otonomi daerah dan desentralisasi yang lebih besar telah mendorong meningkatnya kegiatan pertambangan batu bara dan diikuti dengan peningkatan ekspor batu bara. Pada waktu yang sama masyarakat lokal mulai menuntut manfaat yang lebih besar dari keberadaan pertambangan batu bara. Hal ini senantiasa memberikan dampak timbulnya konflik antara perusahaan dengan masyarakat lokal, sehingga mendorong perusahaan tambang untuk melakukan pengelolaan lingkungan dan tanggung jawab sosial yang lebih besar kepada masyarakat di sekitar tambang

Selain itu energi terutama energi fosil yang digunakan dalam pembangkitan tenaga listrik, industri, transportasi dan rumah tangga, memberikan kontribusi yang besar terhadap pemanasan global. Pada tahun 2012 Indonesia menghasilkan emisi CO₂ 435,5 Mt atau 4,5% dari seluruh emisi di dunia. Emisi dari sektor energi menyumbang 25% dari seluruh emisi CO₂, di mana 42,1% berasal dari pembangkit listrik. Di Indonesia sebagian besar atau 42,1% dari emisi CO₂ di atmosfer disumbang dari sektor energi. Sisanya bersumber dari 21,6% industri manufaktur dan konstruksi; 29,5% berasal dari transportasi dan 6,8% perumahan, komersial, layanan publik, pertanian dan kehutanan. Upaya untuk mengurangi emisi CO₂ dari pembangkit listrik adalah ditingkatkannya penggunaan sumber-sumber energi non-fosil yang berkarbon rendah.

Pertimbangan bagi Indonesia

Dalam sudut pandang kebutuhan energi listrik di masa sekarang dan akan datang, sebagian besar masyarakat sepakat bahwa Indonesia harus meningkatkan produksi energinya yang

sering gagal diantisipasi. Selain sebagai sumber penerangan, listrik mempunyai peranan lain, yaitu sebagai pendorong kemajuan perekonomian suatu negara. Oleh karena itu, ada suatu hubungan antara konsumsi listrik dengan keadaan perekonomian suatu masyarakat. Dari beberapa sumber energi yang ada perlu ditentukan juga beberapa alternatif pilihan yang sudah sering ditawarkan oleh pemerintah dan banyak dibahas, dikaji, dikomentari oleh para pakar energi, pakar listrik, maupun masyarakat umum, dan PLTN merupakan salah satu alternatif untuk mengantisipasi kebutuhan listrik Indonesia yang terus meningkat tersebut.

Dengan memperhatikan kondisi ketersediaan energi sekarang tidak mungkin kebutuhan tersebut dapat tercapai. Oleh karena itu diperlukan kebijakan dan strategi yang mantap yang dapat digunakan sebagai acuan dalam lingkungan IPTEK yang mampu mendukung ketersediaan energi berkelanjutan. Dengan memperhatikan jumlah dan angka pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, meningkatnya standar hidup, dan isu lingkungan, maka perencanaan energi jangka panjang harus dilakukan secara arif dan bijaksana. Dengan keterbatasan sumber energi tak terbarukan, maka untuk memenuhi kebutuhan energi di masa mendatang, harus diterapkan konsep bauran energi (*energy mix*) serta harus lebih mengarah kepada energi berbasis teknologi (*technology base*), dibanding energi berbasis fosil. Sebetulnya sumber energi alternatif cukup tersedia. Misalnya, energi matahari di musim kemarau atau musim kering, energi angin dan air. Tenaga air memang paling banyak dimanfaatkan dalam bentuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA), namun bagi sumber energi lain belum kelihatan secara signifikan.

Pada saat ini, kebutuhan energi di Indonesia semakin meningkat namun cadangan sumber energi utama yang tak terbarukan seperti minyak bumi, gas, dan batu bara semakin lama semakin menipis. Berbagai upaya dilakukan pemerintah untuk mengembangkan sumber daya energi alternatif seperti contohnya : biomassa, bio-etanol,

biogas, serta sumber daya alam lain yang masih bisa dimanfaatkan untuk menggantikan *fossil fuel* seperti : panas bumi, air, angin, dan panas matahari.

Kegiatan eksplorasi dan produksi gas bumi bisa ditingkatkan, tidak saja untuk meningkatkan ekspor LNG namun juga untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Masalah yang mendasar untuk jangka panjang adalah bahwa kebutuhan gas yang sangat tinggi di pulau Jawa tidak akan dapat terpenuhi dari cadangan gas di sekitarnya. Ketersediaan cadangan gas di luar Jawa akan dapat membantu pemenuhan kebutuhan pulau Jawa dengan menjalurnya melalui pipa. Untuk membangun jaringan pipa sebagai sarana akan diperlukan dana yang sangat besar. Namun demikian hanya dengan membangun jaringan gas terpadu, pemanfaatan gas secara optimal dapat tercapai.

Sekarang yang menjadi pertanyaan apakah benar Indonesia membutuhkan nuklir? Sebenarnya nuklir merupakan salah satu solusi alternatif dan realistis yang dapat diandalkan untuk mencukupi pasokan listrik di negeri ini. Bagi siapa saja yang ingin menjadi negara maju dan ingin sejahtera pasti memiliki pembangkit listrik bertenaga nuklir. Seperti Amerika Serikat, negara-negara Eropa, Rusia, Israel, Korea Selatan, India, China, bahkan negara Jepang yang pernah menjadi korban bom nuklir menggunakan program energi nuklir untuk mencukupi kebutuhan energinya.

Pembangkit listrik tenaga nuklir

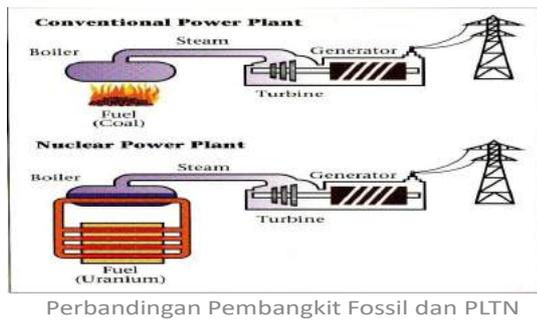
Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) adalah stasiun pembangkit listrik termal yang menggunakan bahan bakar nuklir (uranium) untuk membangkitkan energi. Energi yang dihasilkan oleh reaksi fisi di dalam reaktor nuklir berubah menjadi panas dan air berubah menjadi uap panas dan kemudian diambil tenaganya untuk memutar turbin yang selanjutnya membangkitkan tenaga listrik.

Energi nuklir mempunyai beberapa keuntungan antara lain:

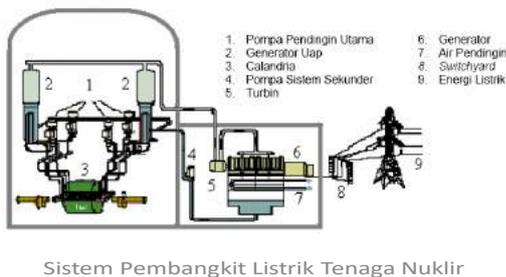
- Ongkos operasional pembangkitan listrik lebih murah.
- Penggunaan energi nuklir secara relatif akan mengurangi konsumsi minyak.
- Tidak membebaskan asap/debu hasil pembakaran lewat cerobong, ataupun tidak membuang abu ke lingkungan.
- Mempunyai keandalan dan keselamatan yang amat ketat.
- Penggunaan PLTN akan memberikan hasil samping lain di bidang industri, riset dan teknologi.

Sistem PLTN tergolong teknologi tinggi dan prospektif ke masa depan. PLTN mempunyai karakteristik sumbernya berkelimpahan di alam, bisa dibangkitkan dalam skala besar, ekonomis dalam skala massal, dan ramah lingkungan. Gambar 1 menunjukkan perbandingan pembangkit listrik batubara dan PLTN. Perbedaannya adalah panas yang digunakan untuk membangkitkan uap tidak dihasilkan dari pembakaran bahan fosil, tetapi sebagai hasil dari pembelahan inti atom U-235 yang ditembak dengan neutron. Panas yang dihasilkan dari reaksi pembelahan diangkut keluar dari teras reaktor oleh fluida pendingin, yang secara terus menerus dipompakan ke dalam reaktor melalui saluran pendingin reaktor.

PLTN terbagi atas dua bagian, yaitu sistem pemasok uap nuklir (*nuclear steam supply system*) yang merupakan tempat bagi reaktor nuklir dan pembangkit uap, dan Instalasi Pendukung (*balance of plant*) yang merupakan tempat bagi turbin uap dan generator listrik. Lihat Gambar 2.



Gambar 1. Perbandingan Pembangkit Listrik Batubara dan Pembangkit Listrik Nuklir



Gambar 2. Skema Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir

PLTN mempunyai komponen utama, yaitu bahan bakar, pendingin, moderator, sistem pembangkit uap, sistem keselamatan. Kombinasi dari komponen-komponen tersebut menghasilkan variasi dari desain PLTN. PLTN dibedakan berdasarkan jenis pendingin, siklus uap, moderator, energi neutron dan bahan bakar. Dewasa ini ada beberapa jenis PLTN komersial antara lain adalah PWR (*Pressurized Water Reactor*), BWR (*Boiling Water Reactor*), dan PHWR (*Pressurized Heavy Water Reactor*), GCR (*Gas Cooled Reactor*), HTGR (*High Temperature Gas-cooled Reactor*). Jenis PLTN ini mempunyai keunggulan/kelebihan masing-masing, namun unsur-unsur kunci dan desain keseluruhan dari berbagai jenis PLTN itu pada umumnya adalah sama, misalnya bangunan turbin, generator, fasilitas perawatan, fasilitas administrasi, rumah pompa, dan struktur pengungkung reaktor.

Keselamatan lingkungan

Industri nuklir adalah satu-satunya industri yang melaksanakan pengamanan dan menangani keselamatan mulai dari hulu sampai ke ujung hilir. Semuanya dilakukan nyaris tanpa emisi gas buang ataupun limbah cair yang radioaktif ataupun berbahaya. Praktis tidak ada pembuangan ke lingkungan sekitar dari operasi pembangkitan listrik nuklir. Kalaupun ada yang lepas dari operasi normal, waktu paruhnya pendek dan cepat hilang. Limbah nuklir yang berpotensi membahayakan, seluruhnya masih di dalam bahan bakar bekas dan diamankan/disimpan, atau, apabila diproses-ulang guna memanfaatkan sisa bahan fisil, limbahnya dimampatkan dalam gelas (*vitrifikasi*) dan diamankan/disimpan.

Masalah lingkungan utama yang dihadapi umat manusia dewasa ini adalah pemanasan global yang diakibatkan oleh perkembangan industri. Sinar matahari yang dipantulkan oleh bumi semakin lama semakin sedikit yang dapat lolos ke angkasa luar, berkat efek rumah kaca. Energi nuklir yang ramah lingkungan sebenarnya adalah bagian dari solusi masalah pemanasan global.. Menurut penelitian energi nuklir menghasilkan emisi sebanding dengan tenaga angin.

4 SIMPULAN

Sumber energi yang bisa dikatakan siap dengan segala konsekuensinya pada lingkungan adalah energi batubara dan energi nuklir. Beban batubara untuk memenuhi kebutuhan energi di masa yang akan datang dirasa terlalu berat, mengingat minyak bumi dan gas alam tidak dapat lagi diandalkan sebagai pencatu sumber daya energi dan sebagai komoditi ekspor yang harus digantikan oleh batubara. Sumber bahan bakar minyak dan gas bumi merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, dan diperkirakan pada satu saat akan habis. Pengembangan energi surya, angin, biomassa, dll, tidak perlu dinafikan, namun untuk skala besar belum mungkin untuk dicapai. Dengan

memperhatikan adanya keterbatasan maupun kendala dalam sumber energi konvensional, maka Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) layak dipertimbangkan sebagai salah satu opsi alternatif dalam menyediakan energi listrik. Pemanfaatan energi nuklir dapat meminimalkan ketergantungan negara dari energi fosil. Selain itu, pemanfaatan energi nuklir juga dapat mengurangi masalah pemanasan global yang sedang menjadi perhatian dunia saat ini. Masyarakat Indonesia hendaknya harus berpikir rasional dan proporsional dalam hal pembangunan PLTN. Setiap pengambilan keputusan memang sebaiknya mempertimbangkan keunggulan dan kelemahannya.. Kita harus berpikir dingin dan tidak emosional. Memang sekarang waktunya Indonesia untuk memiliki PLTN, karena kondisi dan situasi sudah sangat mendesak dan membahayakan pembangunan bangsa secara berkelanjutan.

KEPUSTAKAAN

- [1] Anonim, *Blue Print Pengelolaan Energi Nasional 2005/2025*, Departemen ESDM, Jakarta, 2007.
- [2] Anonim, *Nuclear Technology Review 2015*, IAEA, Vienna, 2015.
- [3] Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang *Kebijakan Energi Nasional*.
- [4] Anonim, *Ketahanan Energi Indonesia 2014*, Dewan Energi Nasional Republik Indonesia, Jakarta, 2014.
- [5] Suhaemi, T., *Evolusi Teknologi PLTN CANDU dan Prospeknya di Indonesia*, BATAN, JAKARTA, 2007.
- [6] Suhaemi, T, Marjoko, *Manfaat Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir Dalam Mengatasi Problema Energi Nasional*, Proceeding SNIRT 2012, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945, Cirebon,
- [7] Suhaemi, T., Napis, Sudirman, *Partisipasi Masyarakat Dalam Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga nuklir di Indonesia*, Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS IV), Surakarta, 15 November 2014.
- [8] Tumiwa, F., *Nasib Program 35000 MW*, Harian Kompas, Selasa, 15 September 2015.
- [9] Sudja, N., *Polemik Proyek 35000 MW*, Harian Kompas, Rabu, 16 September 2015.
- [10] Anonim, *Kondisi Cadangan Listrik Nasional Mengkhawatirkan*, Harian Kompas, 7 November 2015