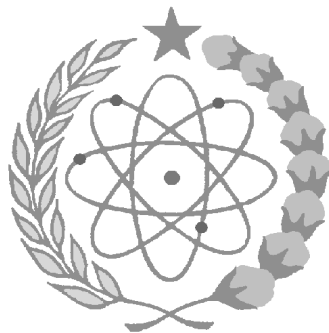


**ENERGI NUKLIR
SEBAGAI BAGIAN DARI
SISTEM ENERGI NASIONAL
JANGKA PANJANG**



**BADAN TENAGANUKLIR NASIONAL
2003**

KATA PENGANTAR

Sektor energi mempunyai peran sangat penting dalam mewujudkan pembangunan nasional berkelanjutan. Oleh karena itu sesuai dengan visi dan misi energi, pengelolaan penyediaan dan pemanfaatan energi nasional perlu dilaksanakan secara optimal, arif dan bijaksana dilandasi oleh pertimbangan obyektif mencakup berbagai aspek: lingkungan, kepentingan antar generasi, kebutuhan energi, sosial-politik, geopolitik dan ekonomi. Keenam aspek tersebut merupakan kriteria penting yang dipersyaratkan dalam pemanfaatan energi untuk pembangunan berkelanjutan.

Rangkuman eksekutif ini disusun dengan tujuan untuk membantu dalam perumusan, perencanaan dan pelaksanaan Kebijakan Energi Nasional. Rangkuman eksekutif ini berisikan paket-paket informasi penting yang mengandung pembahasan tentang kesesuaian pemanfaatan energi nuklir dalam memenuhi keenam kriteria penting tersebut diatas. Hal ini berarti bahwa energi nuklir merupakan instrumen pembangunan berkelanjutan yang mampu menjadi tumpuan dan dapat diandalkan sebagai pendamping sumberdaya energi berbasis hidrokarbon dalam memenuhi kebutuhan energi nasional untuk mendukung pembangunan berkelanjutan.

Mudah-mudahan rangkuman eksekutif dengan judul "Energi nuklir sebagai bagian dari sistem energi nasional jangka panjang" ini bermanfaat bagi kita semua.

Jakarta, 22 Oktober 2003

KEPALA BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL

Soedyartomo Soentono, Drs., MSc., PhD.
NIP. 33000494

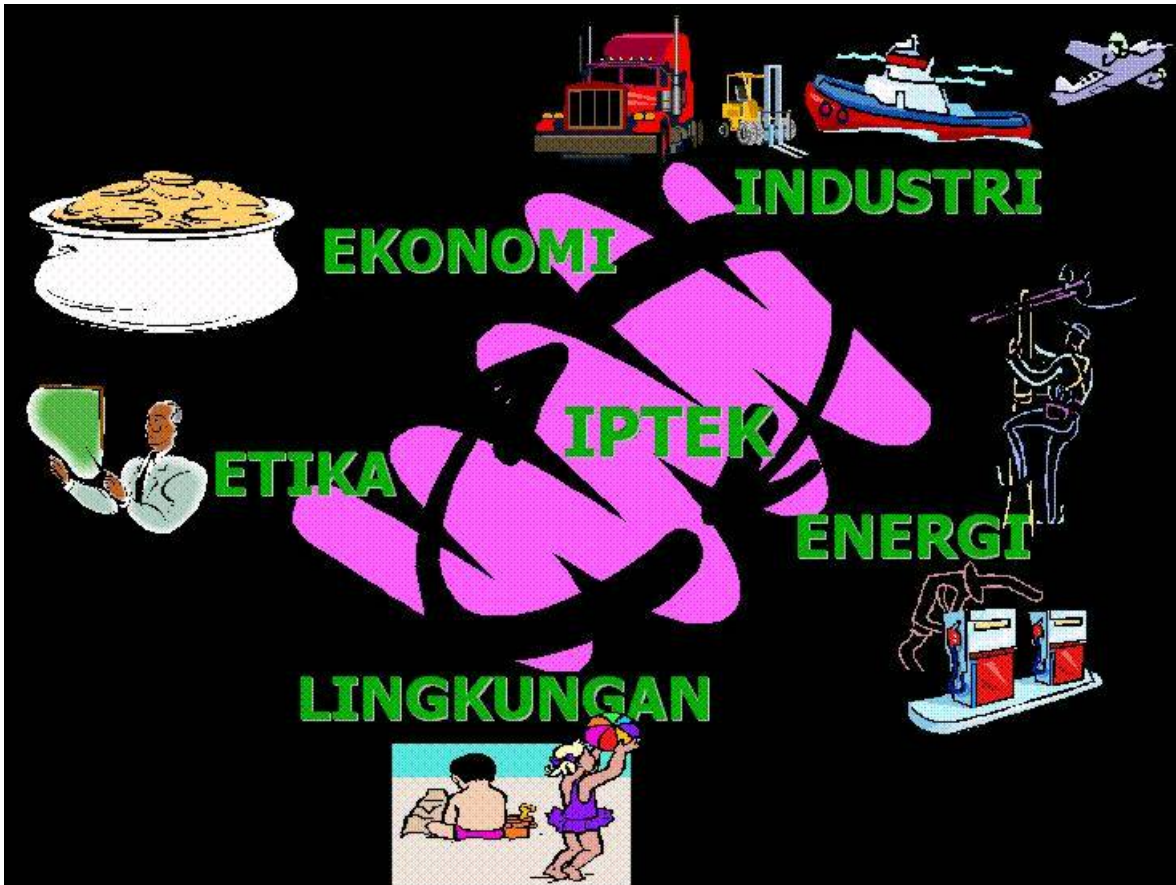
POKOK-POKOK PEMIKIRAN

Untuk mendukung pengembangan industri nasional di masa mendatang diperlukan penyediaan sumber energi yang cukup besar. Namun perlu diingat bahwa pertumbuhan pembangunan harus dilandasi oleh azas pemerataan dan tetap menjamin prinsip pembangunan berkelanjutan.

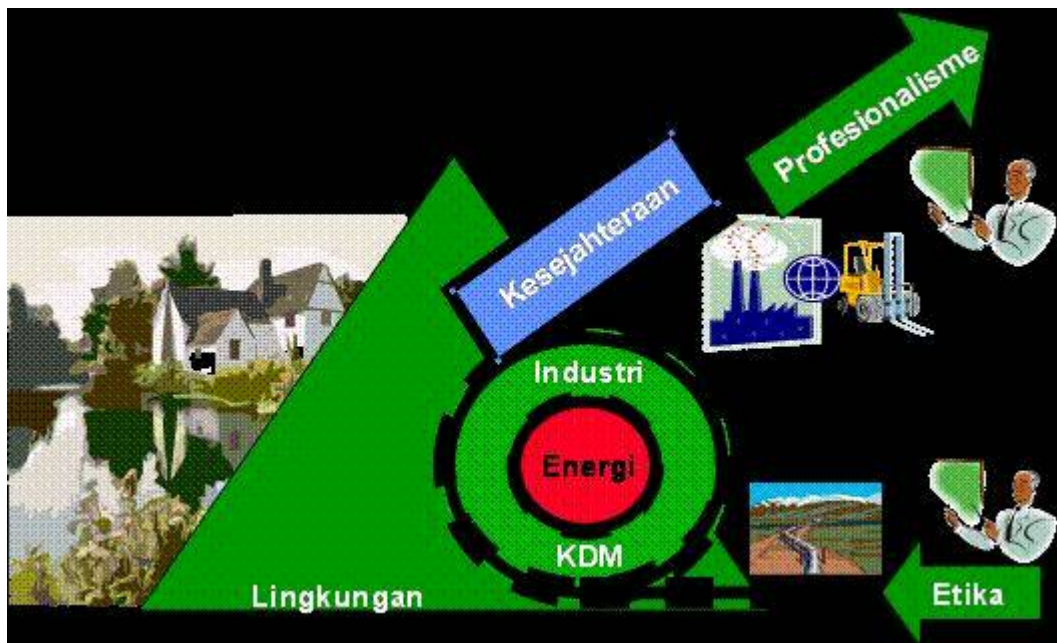
Sesuai dengan laporan dengan judul “*Our Common Future*” dari Komisi Dunia untuk Lingkungan dan Pembangunan (*The World Commission on Environmental and Development*), menyebutkan bahwa: “Pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan untuk memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhinya”. Selanjutnya lebih diperjelas bahwa: “Pembangunan berkelanjutan adalah suatu proses perubahan yang terjadi pada keadaan dimana eksploitasi sumber daya, arah dari investasi, orientasi dari pengembangan teknologi dan institusi saling mendukung menuju kondisi harmonis serta mampu meningkatkan potensi generasi saat ini maupun mendatang dalam memenuhi kebutuhan dan aspirasinya”. Adapun tujuan strategis dari pembangunan berkelanjutan adalah untuk: “Menciptakan harmonisasi diantara umat manusia dan antara umat manusia dengan alam”.

Terwujudnya kondisi sinergi diantara unsur-unsur Lingkungan-Industri-Energi-Ekonomi-Etika (**L-I-E3**) dan bertumpu pada penguasaan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Iptek) sangatlah diperlukan dalam pengelolaan penyediaan dan pemanfaatan energi untuk mendukung pembangunan berkelanjutan yang didasari pula pada pertimbangan bahwa :

- Kestinambungan ketersediaan energi (*security of supply*) sangat diperlukan dalam memenuhi kebutuhan dasar manusia, peningkatan peradaban dan kesejahteraan serta mendorong pertumbuhan ekonomi.
- Penyediaan dan pemanfaatan energi tidak boleh merugikan/membahayakan bagi kualitas hidup generasi saat ini maupun mendatang serta tidak diperkenankan melebihi kapasitas dukung ekosistem.
- Penguasaan energi merupakan kekuatan suatu bangsa (*power of nation*), terpenuhinya kebutuhan energi dapat menjamin terjadinya pertumbuhan ekonomi, ketahanan, dan kemandirian suatu bangsa.
- Secara skematis keterkaitan antara unsur **L-I-E3** yang dilandasi dengan penguasaan Iptek guna mewujudkan pembangunan berkelanjutan disajikan pada *Gambar 1*, dan peran energi dalam mendukung pembangunan berkelanjutan sesuai dengan pokok-pokok pemikiran tersebut di atas disajikan dalam *Gambar 2*.



Gambar 1



Gambar 2

PENDAHULUAN

VISI DAN MISI ENERGI

Visi Energi

Terwujudnya penyediaan dan pemanfaatan energi yang optimal, efisien dan rasional, terjangkau serta menghasilkan nilai tambah yang maksimal untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan.

Misi Energi

- a. Menjaga kesinambungan ketersediaan energi nasional yang berkelanjutan (security of supply)
- b. Memanfaatkan sumber energi secara efisien dan seimbang
- c. Memaksimalkan pemanfaatan energi bersih
- d. Mendorong pemanfaatan teknologi yang efisien
- e. Memberikan nilai tambah yang maksimal kepada negara

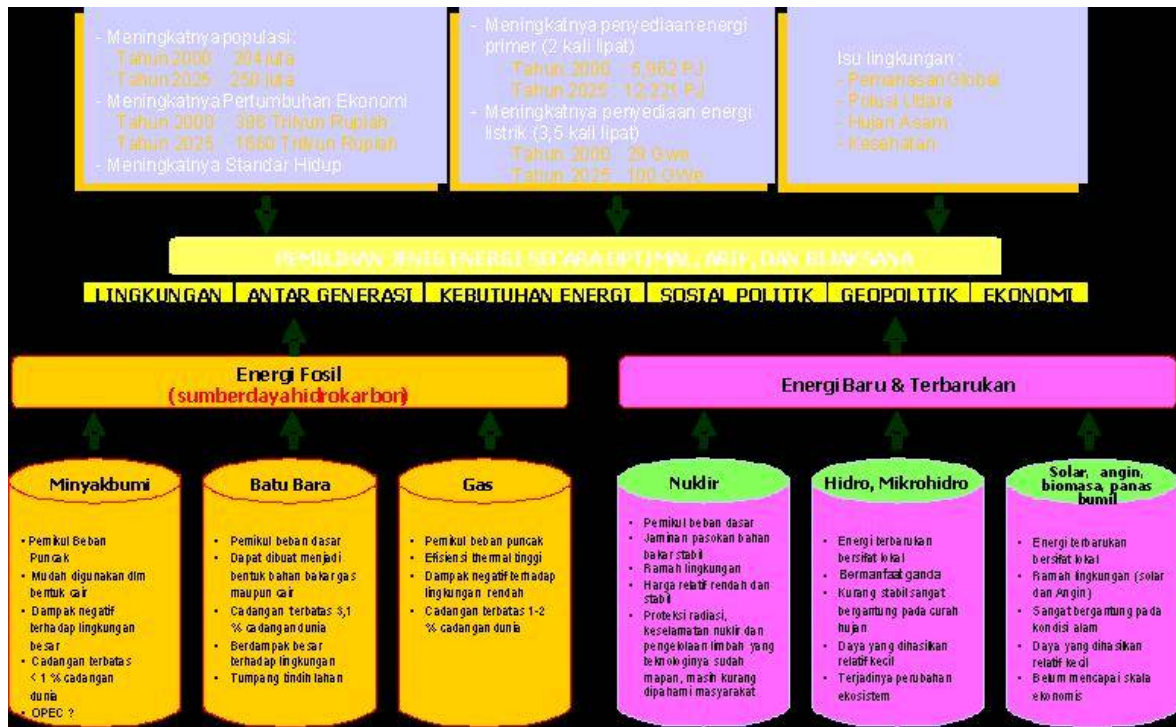
Gambaran Umum tentang Ketersediaan dan Kebutuhan Energi Nasional

- a. Lingkungan strategis, baik dalam lingkup nasional, regional, dan internasional, akan berpengaruh terhadap pelaksanaan pembangunan energi nasional.
- b. Cadangan sumber daya fosil/hidrokarbon kecil bila dibanding dengan cadangan dunia.
- c. Laju penemuan cadangan tidak seimbang dengan laju peningkatan kebutuhan.
- d. Terdapat tumpang tindih dalam pemanfaatan lahan yang mengandung sumber daya energi dengan sektor lain.
- e. Kebutuhan sumberdaya fosil/hidrokarbon baik sebagai bahan bakar maupun bahan baku untuk mendukung industri semakin meningkat.
- f. Harga energi belum sepenuhnya merupakan faktor yang dipertimbangkan dalam mengalokasikan sumber daya
- g. Energi terbarukan mempunyai potensi untuk dikembangkan, namun belum ekonomis dibandingkan dengan energi konvensional lainnya.
- h. Pangsa pemakaian migas dalam penyediaan energi nasional masih cukup besar, sementara peranannya sebagai penghasil devisa masih cukup tinggi.

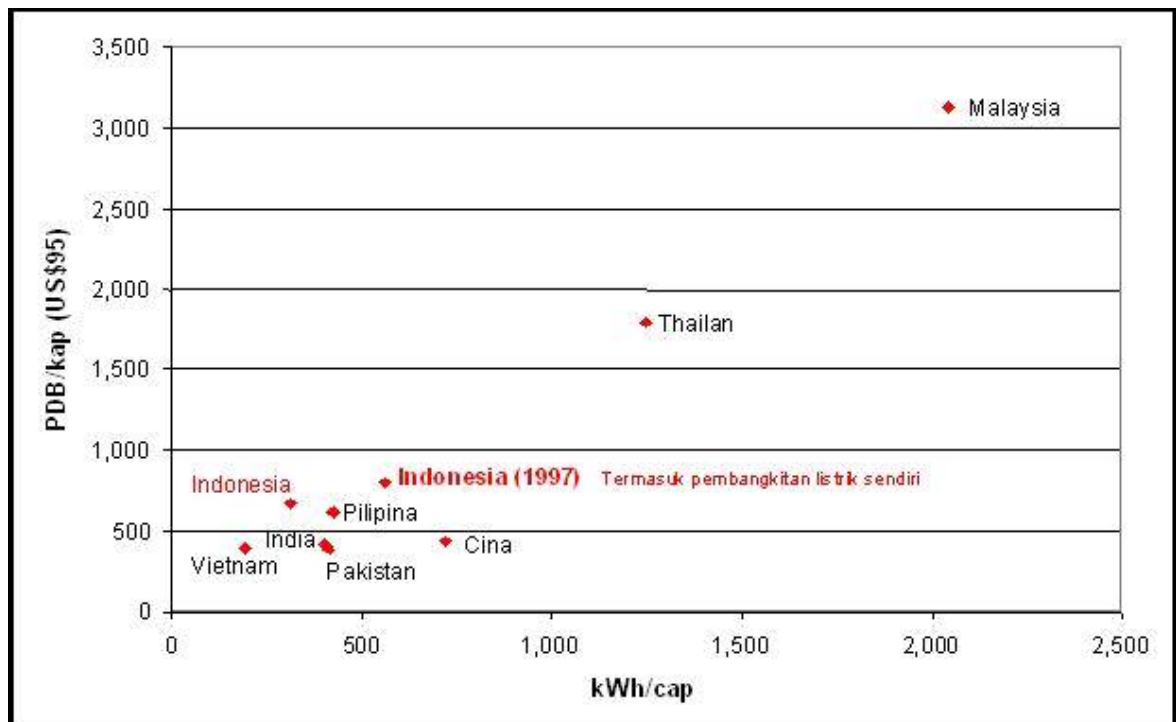
Dengan mempertimbangkan hal-hal penting tersebut di atas, maka dalam melaksanakan perencanaan sistem energi nasional jangka panjang perlu dirumuskan secara optimal, arif dan bijaksana dengan berpedoman pada prinsip pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu untuk menciptakan "*Optimum Energy Mix*" di dalam sistem energi nasional perlu memperhatikan 6 (enam) kriteria yang harus dipenuhi oleh semua jenis energi yang direncanakan untuk mendukung pemenuhan energi nasional. Adapun enam kriteria (*Six Compatibility Criteria*) tersebut meliputi: aspek lingkungan (*environment*), antar generasi (*intergeneration*), kebutuhan energi (*energy demand*), sosial politik (*sociopolitic*), geopolitik (*geopolitic*), dan ekonomi (*economy*). Pada rangkuman eksekutif ini disajikan pembahasan tentang kesesuaian pemanfaatan energi nuklir dalam memenuhi keenam kriteria penting tersebut di atas, yang berarti bahwa energi nuklir merupakan instrumen pembangunan berkelanjutan yang mampu menjadi tumpuan dan dapat diandalkan sebagai pendamping sumber daya energi berbasis hidrokarbon dalam memenuhi kebutuhan energi nasional untuk mendukung pembangunan berkelanjutan.

Energi nuklir bersih dan berwawasan lingkungan dibahas pada topik 1 dan 7, memenuhi kepentingan antar generasi dibahas pada topik 2 dan 5, peran energi nuklir dalam memenuhi kebutuhan energi nasional disajikan pada topik 1, pemanfaatan energi nuklir mampu menjawab kepentingan aspek sosial politik dibahas pada topik 3 dan 6, pembahasan pada topik 8 tentang kesesuaian pemanfaatan energi nuklir terhadap kepentingan geopolitik serta pembahasan keekonomian disajikan pada topik 4, 7 dan 9.

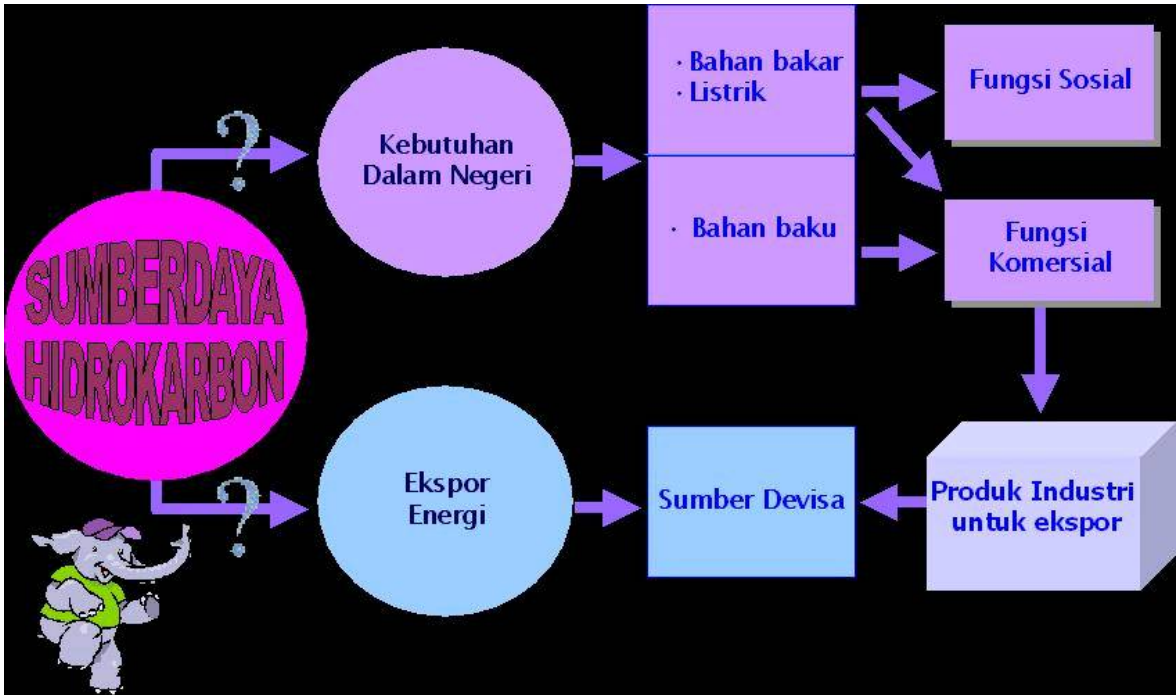
Perencanaan energi yang didasari oleh suatu pengkajian yang komprehensif dari semua jenis sumber energi untuk pembangkitan listrik di Indonesia (*Comprehensive Assesment of Different Energy Sources for Electricity Generation in Indonesia*) dan faktor-faktor penggeraknya serta pertimbangan penting yang mencakup 6 kriteria yang diperlukan dalam perencanaan energi, dibuat dengan tujuan untuk mendukung proses pengambilan keputusan yang optimal, arif dan bijaksana dalam pembangunan sektor energi dan sektor kelistrikan di Indonesia disajikan pada *gambar 3*. Sebagai pelengkap berikut ini disajikan *gambar 4*: Status Indonesia berkenaan dengan PDB per kapita versus konsumsi listrik per kapita, *gambar 5*: Dilema energi khususnya pada pemanfaatan energi hidrokarbon, dan Tabel 1: Cadangan energi nasional status tahun 2001.



Gambar 3



Gambar 4



Gambar 5

TOPIK BAHASAN

1. Perencanaan Energi Nasional Dengan Opsi Nuklir
2. Peraturan Pemerintah tentang Perizinan Pembangunan dan Pengoperasian Reaktor Nuklir
3. Perumusan Dokumen Persyaratan Pengguna (DPP)/User Requirement Dokument (URD)
4. Program Partisipasi Industri Nasional dan Alih Teknologi
5. Program Pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM) Ketenaganukliran
6. Program Penelitian dan Pengembangan Teknologi PLTN
7. Daur Bahan Bakar Nuklir dan Manajemen Limbah Radioaktif
8. Perjanjian dan Kerja Sama
9. Keekonomian dan Pendanaan

PERENCANAAN ENERGI NASIONAL DENGAN OPSI NUKLIR

A. Studi Perencanaan Energi

Gagasan tentang kemungkinan pembangunan reaktor daya di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan energi nasional, muncul pada seminar tenaga atom pertama diselenggarakan bersama oleh Institut Teknologi Bandung (ITB) dan Lembaga Tenaga Atom (LTA) di Bandung pada tahun 1962. Sebagai tindak lanjut telah dilakukan beberapa studi introduksi PLTN (Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir) di Indonesia yang secara efektif telah dimulai sejak tahun 1972 dengan pembentukan Komisi Persiapan Pembangunan-PLTN (KP2-PLTN), dan berlangsung hingga saat ini. Di bawah ini disajikan hasil studi perencanaan energi dengan opsi nuklir untuk periode 1991 sampai dengan 2003.

1. Periode 1991 – 1996

Sesuai dengan Keputusan Sidang Badan Koordinasi Energi Nasional (BAKOREN) tahun 1989, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) diberi tugas untuk melaksanakan Studi Tapak dan Studi Kelayakan-PLTN (STSK-PLTN) yang pelaksanaannya dilakukan oleh konsultan utama *Newjtec* dari Jepang, dan telah dilaksanakan dari tahun 1991-1996. Salah satu pokok bahasannya adalah perencanaan energi nasional jangka panjang dengan opsi nuklir lengkap dengan studi ekonomi dan pendanaannya. Adapun rincian lingkup studi adalah sebagai berikut: Analisis Neraca Energi Nasional, Analisis Sistem Kelistrikan Nasional, Pemilihan Kapasitas Unit Pembangkit Listrik, Estimasi Biaya Investasi Pembangunan PLTN, Ongkos Pembangkitan Listrik, Strategi Pendanaan.

Rangkuman hasil studi disampaikan sebagai berikut:

- Diproyeksikan selama 30 tahun (1990-2019) kebutuhan energi primer meningkat antara 6-7% per tahun. Pada tahun 2019, peran minyak bumi menurun menjadi sebesar 37,5%, batubara diperkirakan sebesar 36,4%, nuklir sebesar 6,8%, tenaga air dan panas bumi diperkirakan sebesar 3,6%, sedangkan untuk gas bumi sebesar 15,7%.
- PLTN layak beroperasi pada tahun 2003/2004 dalam sistem jaringan listrik Jawa-Bali. Sampai dengan tahun 2019 kontribusi nuklir diperkirakan sebesar 10% dari kebutuhan listrik nasional.
- Ongkos pembangkitan listrik PLTN dengan kapasitas 600-1000 MWe secara ekonomis lebih kompetitif dibanding PLTU Batubara yang menggunakan peralatan proteksi lingkungan seperti DeSOx dan DeNOx pada kapasitas setara.
- Pembangunan unit PLTN 600-900 MWe dengan pola pendanaan konvensional tetap memenuhi kriteria biaya terendah sesuai dengan jadwal yang digunakan dalam studi.
- Pola pendanaan *Modified Build Own Operate* (BOO) diperkirakan akan lebih ekonomis dan mantap dibanding dengan BOO murni.

2. Periode 1997-1998

Untuk menjamin kualitas hasil studi terdahulu, telah diterapkan program jaminan mutu melalui pelaksanaan re-evaluasi studi energi nasional jangka panjang dengan opsi nuklir yang dilakukan oleh konsultan yang independen yaitu PT. Rekayasa Industri dibantu oleh konsultan Surgent & Lundy dalam optimasi dan analisis pengembangan kelistrikan untuk jaringan Jawa-Bali-Sumatera. Tujuan studi adalah merupakan pemutakhiran dan pelengkap studi terdahulu. Pada studi ini tahun dasar yang dijadikan acuan adalah tahun 1995 dan menggunakan data energi, ekonomi, dan geografi-kependudukan dari tahun 1995 s/d 1998. Hasil studi menyatakan bahwa PLTN layak beroperasi pada tahun 2008 serta dapat bersaing dengan pembangkit listrik jenis lainnya dengan mempertimbangkan faktor lingkungan.

3. Periode 2001-2002, Studi perencanaan energi nasional dengan opsi nuklir

Tujuan Studi

Tujuan studi adalah untuk mendukung proses perencanaan dan pengambilan keputusan nasional dalam sektor energi dan listrik di Indonesia, dengan memperhitungkan aspek ekonomi, sosial dan lingkungan, yang dilaksanakan melalui pengkajian secara komprehensif terhadap potensi berbagai jenis sumber energi dalam kontribusinya memenuhi pasokan dan kebutuhan energi nasional jangka panjang secara optimal dan konsisten untuk mendukung pembangunan berkelanjutan.

Organisasi

Tim studi terdiri atas anggota dari berbagai institusi yaitu : Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Badan Tenaga Nuklir Nasional, Direktorat Jenderal Listrik dan Pengembangan Energi (DJ-LPE), Direktorat Jenderal Minyak dan Gas (DJ-MIGAS), Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL), Badan Pusat Statistik Nasional (BPS), Perusahaan Listrik Negara (PT. PLN Persero) dan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM). Badan Tenaga Atom Internasional (International Atomic Energy Agency/IAEA) membantu Pemerintah Republik Indonesia dalam melaksanakan studi berupa tenaga ahli, asistensi dan perangkat lunak.

Metodologi

Pengkajian komprehensif terhadap berbagai sumber energi untuk pembangkitan listrik di Indonesia dibagi dalam dua tahap:

- a. Analisis permintaan (*demand*) dan pasokan (*supply*) energi dengan menggunakan *Model for Assessment of Energy Demand* (MAED) dan *Market Allocation* (MARKAL).
- b. Pengkajian dampak lingkungan dan faktor external dalam pembangkitan listrik dengan menggunakan model *Simplified Approach Estimating Impacts of Electricity Generation* (Simpacts).

Secara skematik pengkajian komprehensif tersebut disajikan dalam Gambar 6. Untuk memperoleh gambaran komprehensif secara konsisten terhadap ekonomi energi Indonesia digunakan suatu pendekatan terintegrasi dengan simulasi komputer, yang mencakup tahapan terdiri atas:

- memperkirakan skenario wajar untuk pengembangan demografi dan ekonomi akan datang;
- memberikan proyeksi permintaan energi sektoral dan regional secara rinci dengan menerapkan model simulasi MAED terhadap skenario pertumbuhan ekonomi dan penduduk;
- menggunakan model MARKAL untuk optimasi proyeksi pasokan energi dan listrik dengan memperhitungkan semua sumber energi Indonesia yang diketahui dan semua teknologi yang relevan.

Permintaan energi final diproyeksikan berdasarkan produk domestik bruto per kapita di Indonesia (PDB/kapita), menurut sektor dan dikelompokkan dalam empat wilayah (*region*) yaitu Jawa-Bali-Madura, Sumatra, Kalimantan dan Pulau lainnya. Permintaan energi sektoral dan regional diproyeksikan dalam bentuk energi final, sedang listrik dalam bentuk energi berguna. Hasil dari proyeksi tersebut kemudian digunakan sebagai data masukan untuk optimasi penyediaan energi dengan menggunakan model MARKAL. (lihat Gambar 7, 8, 9, 10 dan 11).