

# Keadaan, Kebijakan dan Kebutuhan Riset dan Pengembangan Sektor Energi di Indonesia\*

A. ARISMUNANDAR

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan kepulauan yang luas, terbentang lebih dari 5.100 kilometer sepanjang khatulistiwa. Tiga belas ribu pulau-pulaunya sebagian besar terletak di atas satu dari dua landas kontinen yang besar: landas kontinen Sunda yang terbentang ke bawah dari daratan Asia atau landas kontinen Arafura yang terbentang ke atas dari Australia. Daratan Indonesia sekitar empat kali luas Swedia; perairannya dua kali daratannya. Indonesia merupakan negara terbanyak penduduknya yang kelima di dunia. Seratus empat puluh tujuh juta penduduknya (Sensus 1980) mendiami sekitar 1.000 pulau dan bagian terbesar penduduk (91 juta) tinggal di Pulau Jawa yang hanya sekitar 7% dari daratan Indonesia. Sekalipun diberkahi dengan tanah yang umumnya subur dan sejumlah sumber daya alam, Indonesia baru mulai dengan industrialisasi dan pendapatan nasionalnya hanya sekitar US\$ 400 per orang.

Sumber daya energi Indonesia meliputi: minyak (sekitar 50 milyar barrel dari lapisan yang dapat diperoleh kembali); gas alam (32 trilyun kaki kubik); batu bara (sekitar 18 milyar ton cadangan yang mungkin); tenaga air (31.000 megawatt, potensi); energi panas bumi (8.000 - 10.000 megawatt, potensi); dan *peat* (200 milyar ton, potensi). Karena Indonesia merupakan negara tropis, di antara sumber daya energi yang tak dapat diperbaharui yang secara potensial paling penting adalah energi matahari (pemisahan rata-rata 1.800 Kwh/m<sup>2</sup>) dan energi biomas dari hutan-hutan tropisnya maupun dari limbah hutan dan pertanian.

---

<sup>1</sup>Terjemahan versi baru makalah yang disampaikan pada "The International Workshop on the Strengthening of Energy Research Capacity in Developing Countries," Stockholm (Swedia), 18-22 Januari 1982, yang telah dimuat dalam majalah *The Indonesian Quarterly*, Vol X, No. 2 tahun 1982. Diterjemahkan oleh Nancy K. SUHUT.

Dengan keterangan di atas sebagai latar belakang, ulasan ini menggambarkan keadaan, kebijakan dan pengaturan kelembagaan dalam sektor energi, dan menyarankan kebutuhan riset dan pengembangan energi sesuai dengan kebijakan-kebijakan itu dan untuk mendukungnya.

## KEADAAN ENERGI

### Energi Komersial

Konsumsi energi komersial Indonesia sudah berkembang dengan laju yang sangat tinggi. Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat 2 periode pertumbuhan: 5,2% setahun selama periode 1963-1969 (sebelum Rencana Pembangunan Lima Tahun atau Pelita), dan 14,0% setahun selama periode 1970-1980 (meliputi 2 Pelita).

Pertumbuhan konsumsi energi yang cepat seperti ditunjukkan dalam Tabel 2, sebagian adalah akibat laju pertumbuhan penduduk 2,3% per tahun, tetapi juga akibat meningkatnya permintaan dari sektor industri dan pengangkutan dan permintaan taraf hidup yang lebih baik.

Sektor-sektor terpenting yang mengkonsumsi energi adalah industri, pengangkutan, rumah tangga dan pembangkit tenaga listrik (lihat Tabel 3).

Energi komersial terdiri atas minyak, gas alam, batu bara dan tenaga air (lihat Tabel 4).

Masalahnya dengan energi komersial adalah bahwa seperti ditunjukkan dalam Tabel 1, kebutuhan terus meningkat dengan laju yang tinggi, dan bahwa seperti ditunjukkan dalam Tabel 4, bagian terbesar dari kebutuhan ini walaupun menurun (90% dalam tahun 1977 menjadi 82% dalam tahun 1980), dipenuhi oleh satu sumber energi, yaitu minyak. Masalahnya serius karena minyak merupakan sumber pendapatan negara dan devisa yang paling penting untuk membiayai rencana pembangunan negara. Dalam tahun fiskal 1980/1981 minyak dan gas menyumbangkan 69% penerimaan anggaran dan 73% penerimaan ekspor.

Selain itu, seperti dapat dilihat dari Tabel 3, sebagian besar dari energi komersial dikonsumsi di sektor rumah tangga yang non-produktif, dalam bentuk minyak tanah (33% dari minyak yang dikonsumsi dalam tahun 1980); konsumsi listrik di sektor rumah tangga dalam tahun fiskal 1978/1979 adalah 56,3% dari seluruh konsumsi (hanya suplai listrik negara).

Tabel 1

## KONSUMSI ENERGI KOMERSIAL

Tahun	Penduduk (tengah tahun; juta)	PDB (Rp konstan; triliun)	Konsumsi (juta tce)
1963	100,230	3,718	6,937
1965	104,343	3,854	7,842
1968	111,171	4,508	9,136
1969	113,629	4,856	9,404
1970	116,175	5,258	9,851
1971	118,600	5,545	11,455
1972	121,528	6,067	12,042
1973	124,318	6,753	14,708
1974	127,172	7,269	16,301
1975	130,092	7,631	18,131
1976	133,079	8,156	20,766
1977	136,135	8,770	24,144
1978	139,260	9,483	30,966
1979	142,458	9,990	34,339
1980	145,700	10,954	36,542

Tabel 2

HUBUNGAN ANTARA TINGKAT PERTUMBUHAN PDB DAN  
TINGKAT PERTUMBUHAN PERMINTAAN ENERGI KOMERSIAL

	1963-1969	1969-1974	1974-1979
Tingkat pertumbuhan PDB tahunan (%)	4,55	8,40	6,57
Tingkat pertumbuhan permintaan energi tahunan (%)	5,20	11,63	16,07
Elastisitas permintaan energi terhadap PDB	1,14	1,38	2,45

Tabel 3

## KONSUMSI ENERGI KOMERSIAL SEKTOR-SEKTOR PENTING (jutaan TCE)

Tahun	Industri	Pengangkutan	Kelistrikan	Rumah Tangga	Total
1970	2,950 (29,9)	2,896 (29,4)	0,549 (5,6)	3,457 (35,1)	9,852 (100)
1972	2,918 (25,8)	3,498 (30,9)	0,713 (6,3)	4,189 (37,0)	12,042 (100)
1975	5,766 (31,8)	5,185 (28,6)	1,033 (5,7)	6,147 (33,9)	18,131 (100)
1977	7,919 (32,8)	7,178 (29,7)	1,573 (6,5)	7,499 (31,0)	24,144 (100)
1980	13,293 (36,4)	9,756 (26,7)	3,566 (9,8)	9,927 (27,1)	36,542 (100)

Catatan: Angka-angka dalam kurung adalah persentase.

Tabel 4

## KONSUMSI ENERGI KOMERSIAL (juta TCE)

Tahun	Minyak	Gas Alam	Batu Bara	Air	Total
1969	8,066 (85,7)	1,021 (10,9)	0,171 (1,8)	0,146 (1,6)	9,404 (100)
1970	8,656 (87,9)	0,880 ( 8,9)	0,161 (1,6)	0,154 (1,6)	9,851 (100)
1972	10,962 (91,1)	0,724 ( 6,0)	0,187 (1,3)	0,159 (1,3)	12,042 (100)
1975	16,408 (90,5)	1,287 ( 7,1)	0,199 (1,1)	0,237 (1,3)	18,131 (100)
1977	21,670 (89,8)	2,077 ( 8,6)	0,178 (0,7)	0,219 (0,9)	24,144 (100)
1980	29,944 (81,9)	5,521 (15,2)	0,190 (0,6)	0,887 (2,4)	36,542 (100)

*Catatan:* Angka-angka dalam kurung adalah persentase.

Tabel 5

## PROYEKSI PERMINTAAN ENERGI KOMERSIAL 1981-1990 (juta TCE)

Tahun	Tingkat Pertumbuhan PDB (trilyun rupiah; harga konstan 1978)	
	6 persen	7 persen
1981	39,450	41,513
1982	43,711	46,744
1983	48,431	52,633
1984	53,081	58,528
1985	58,177	65,083
1986	63,063	71,516
1987	68,361	78,465
1988	74,103	86,154
1989	80,328	94,598
1990	87,075	103,853

*Catatan:* Elastisitas permintaan energi terhadap PDB diasumsikan 1,53.

Konsumsi energi komersial kiranya akan terus meningkat sebagai akibat meningkatnya produk domestik bruto (PDB) dan penduduk. Asumsi tingkat pertumbuhan PDB 6 dan 7% (konstan rupiah 1978) dan elastisitas permintaan PDB 1,53, menghasilkan Tabel 5 yang meliputi sisa 3 tahun Pelita III, Pelita IV dan satu tahun Pelita V.

Masalahnya dengan energi komersial adalah juga masalah ketergantungan yang berlebihan pada minyak, sementara lain-lain sumber kurang dimanfaatkan. Produksi batu bara, sebagai contoh, mencapai 2 juta ton dalam tahun 1942, dua pertiga dikonsumsi di dalam negeri, tetapi menurun terus menjadi 161 ribu ton dalam tahun 1970.

## Energi Non-Komersial

Mengenai energi non-komersial, kayu bakar merupakan sumber suplai utama di seluruh pedesaan Indonesia dan memainkan peranan penting dalam pemenuhan seluruh permintaan energi. Penelitian terhadap 800 rumah tangga di lima propinsi dalam bulan Oktober 1980 menunjukkan bahwa 77% dari rumah tangga ini mengkonsumsi kayu bakar, dan bahwa konsumsi kayu bakar per jiwa adalah 1,1 kg dan minyak tanah 0.17 lt per hari atau ekuivalen 327 kg batu bara per tahun. Apabila angka yang pertama itu diperhitungkan meliputi seluruh penduduk pedesaan Indonesia, konsumsi total kayu bakar dapat diperkirakan mencapai 36,4 juta ton dalam tahun 1980. Ini jauh lebih rendah daripada yang diperkirakan oleh suatu penelitian sebelumnya, yang menunjukkan konsumsi kayu bakar dan limbah pertanian dalam tahun 1976 sekitar 61,3 juta ton.<sup>1</sup>

Tabel 6

### PRODUKSI DAN KONSUMSI KAYU BAKAR DAN LIMBAH PERTANIAN (dalam juta ton)

Tahun	Jawa			Luar Jawa			Total		
	Produksi	Konsumsi	Surplus	Produksi	Konsumsi	Surplus	Produksi	Konsumsi	Surplus
1967	32,43	21,69	10,74	35,01	12,72	22,29	67,44	34,41	33,03
1968	35,62	22,36	13,26	41,27	13,67	27,60	76,89	36,03	40,86
1969	35,01	24,78	10,23	35,03	14,78	20,25	70,38	39,56	30,82
1970	36,64	25,90	10,74	44,03	15,84	28,19	80,67	41,74	38,93
1971	36,86	27,77	9,09	47,96	16,94	31,02	84,81	44,71	40,10
1972	35,58	29,94	5,64	47,44	17,90	29,54	83,03	47,84	35,19
1973	39,27	30,59	8,68	51,61	19,29	32,32	96,89	49,88	47,01
1974	39,88	33,83	6,05	54,72	20,73	33,99	94,59	54,56	50,03
1975	38,77	35,15	3,62	50,88	22,32	28,56	89,70	57,47	32,23
1976	36,70	37,13	0,43	51,87	24,18	27,69	88,57	61,31	27,26

Masalahnya dengan energi komersial berasal dari kenyataan bahwa, seperti dapat dilihat dari Tabel 6, di satu pihak konsumsi di Jawa melampaui produksi sejak tahun 1976, sedangkan di lain pihak di pulau-pulau lainnya terdapat surplus produksi di atas konsumsi. Defisit produksi di Jawa itu menyebabkan merosotnya hutan dan merusak lingkungan.

<sup>1</sup>Abdul Kadir dan A. Arismunandar, *Energy Problems of the Developing Countries with Special Reference the Firewood Dilemma in Indonesia*, Transactions WEC 1980, Vol. 1B, hal. 621.

## LANGKAH-LANGKAH KEBIJAKAN ENERGI

### Langkah-langkah Kebijakan

Walaupun konsumsi energi per jiwa rendah (251 kce energi komersial dalam tahun 1980), dianggap penting untuk menghemat dalam penggunaan sumber daya minyak guna memaksimumkan nilainya baik secara tidak langsung sebagai sumber pendapatan devisa atau secara langsung sebagai bahan bakar. Kesimpulan ini didukung oleh pengetahuan bahwa bentuk-bentuk energi lain tersedia. Ini dapat digunakan sebagai pengganti minyak. Langkah-langkah kebijakan berikut diambil oleh pemerintah:

- Eksplorasi. Meningkatkan dan memperluas eksplorasi sumber daya energi;
- Diversifikasi. Mengurangi ketergantungan pada minyak bumi dalam pola seluruh konsumsi energi dan kemudian menggantinya dengan menggunakan sumber energi lain. Langkah-langkah diambil untuk mengembangkan sumber daya energi yang tidak dapat diekspor dan dapat diperbaharui seperti panas bumi dan tenaga air guna memenuhi kebutuhan konsumsi domestik. Sumber daya yang tidak dapat diperbaharui dan dapat diekspor seperti minyak diberi prioritas sebagai sarana untuk meningkatkan pendapatan devisa yang kemudian dapat membiayai pembangunan negara;
- Penghematan. Menghemat penggunaan energi dan menggunakan energi secara efisien dan bijaksana. Program penghematan meliputi langkah-langkah berikut: (a) identifikasi sektoral penghamburan energi; (b) menyajikan program-program informasi dan pendidikan; (c) pelaksanaan langkah-langkah melalui perundang-undangan dan peraturan-peraturan;
- Indeksasi. Memenuhi setiap kebutuhan energi dengan sumber energi yang paling tepat.

### Pelaksanaan Kebijakan-kebijakan

Langkah-langkah kebijakan di atas dapat dianggap sebagai langkah pendahuluan dalam mengelola peralihan energi dari suatu sistem yang tergantung pada minyak ke sistem baru di mana sumber energi yang baru dan dapat diperbaharui akan memainkan peranan yang dominan. Saat ini eksplorasi dan pengembangan sumber daya minyak Indonesia didorong untuk meningkatkan produksi minyak. Pemerintah menyambut baik penanaman modal asing untuk mengeksplorasi dan mengembangkan area lepas pantai dan di pelosok-pelosok di daratan.

Pemerintah sudah mulai dengan suatu program yang ambisius untuk mendiversifikasikan sumber energi domestik dari minyak bumi agar tersedia bagian yang lebih besar dari produksi minyak Indonesia di masa yang akan datang untuk ekspor. Ekspor gas alam dalam bentuk gas alam cair (LNG) sudah muncul sebagai sumber devisa yang besar. LNG diperkirakan akan memberikan sumbangan devisa yang semakin besar, mungkin mendekati pendapatan devisa ekspor minyak pada awal 1990-an.

Pemerintah mempunyai suatu program yang ambisius untuk mengembangkan sumber daya batu bara negara sebagai pengganti minyak dalam semua pusat listrik tenaga uap yang akan datang dan di mana mungkin juga dalam pabrik-pabrik semen. Suatu proyek besar telah dimulai di Bukit Asam, Sumatera Selatan, untuk meningkatkan produksi dari 200 ribu ton per tahun sekarang ini menjadi sekitar 3 juta ton dalam tahun 1986. Batu bara ini akan diangkut dengan kereta api ke ujung selatan Sumatera dan dari situ dikapalkan ke Jawa Barat sebagai bahan bakar suatu pusat pembangkit listrik 800 megawatt. Pada awal tahun 1990-an kapasitas pabrik itu akan diperbesar menjadi 3.000 megawatt dan sehubungan dengan itu 9 juta ton batu bara per tahun akan dibutuhkan dari Bukit Asam. Lain-lain pusat listrik tenaga batu bara sekarang dalam tahap perencanaan dan batu bara dari Bukit Asam dan tambang lainnya (Ombilin di Sumatera Barat dan Kalimantan) diharapkan akan digunakan oleh semua fasilitas industri lainnya.

Di mana secara teknis dan ekonomis mungkin, energi tenaga air dan panas bumi juga akan dikembangkan. Sekarang ini, sekitar 625 megawatt kapasitas tenaga air sudah dipasang. Kapasitas tambahan dalam waktu dekat meliputi pusat-pusat di Asahan, Sumatera Utara, sebesar 1.200 megawatt, terutama untuk penggunaan di kompleks alumunium yang besar dan di Saguling, Jawa Barat, sebesar 700 megawatt untuk disambung dengan jaringan tenaga listrik di Jawa. Lain-lain pusat listrik tenaga air dengan kapasitas 3.000 megawatt direncanakan beroperasi sekitar tahun 2000, di samping 450 megawatt unit-unit air mini dan mikro untuk mensuplai daerah pedesaan dan semi pedesaan.

Sekarang ini, hanya terdapat satu unit panas bumi 250 kwh yang beroperasi di Kamojang, Jawa Barat, dan satu unit 2 megawatt baru saja mulai beroperasi di Dataran Tinggi Dieng, Jawa Tengah. Sebuah pusat lain 30 megawatt di Kamojang akan mulai beroperasi tahun 1982. Lima daerah lain di Indonesia sudah diidentifikasi sebagai kemungkinan besar, dan pemerintah bermaksud mengundang perusahaan-perusahaan asing untuk mengajukan usul eksplorasi dan pengembangan sumber-sumber energi panas bumi, dan instalasi fasilitas-fasilitas pembangkit tenaga listrik. Direncanakan agar pada tahun 1990 kapasitas panas bumi sekitar 700 megawatt sudah akan direalisasikan.

Dalam penghematan energi, pemerintah melancarkan suatu program nasional yang terdiri dari 4 bagian:

- a. pendidikan dan kampanye masyarakat;
- b. jasa informasi teknis;
- c. undang-undang dan peraturan-peraturan;
- d. riset, pengembangan dan peragaan.

Bagian pertama dari program ini dimulai pada awal tahun 1980 dengan sasaran menciptakan kesadaran masyarakat mengenai masalah energi Indonesia dan mendidik masyarakat mengenai pentingnya penghematan energi. Kampanye diadakan melalui media massa dalam bentuk artikel dan iklan yang disponsori dalam surat kabar, dan kampanye melalui sistem siaran radio (RRI) dan televisi (TVRI) nasional, melalui pemasangan papan pengumuman dan pembagian stiker dan poster.

Walaupun konsep ini baru untuk kebanyakan orang Indonesia dan alokasi dana untuk program ini terbatas, tanggapan masyarakat positif dan membesarkan hati.

Menjelang akhir tahun 1980, fase kedua program ini dimulai dengan membagikan ribuan selebaran mengenai metoda penghematan energi di sektor pengangkutan dan rumah tangga, dan juga dengan menerbitkan suatu buletin populer mengenai masalah energi.

Kini dirasakan bahwa setelah agak berhasil dalam pendidikan masyarakat dan usaha informasi teknis, pemerintah siap untuk mulai fase ketiga program ini, yaitu merumuskan undang-undang dan peraturan-peraturan mengenai penghematan energi. Orang mengira bahwa adalah logis untuk mulai dengan undang-undang dan peraturan-peraturan di sektor industri, karena industri akan sangat berkepentingan untuk menghemat energi guna menekan biaya produksi. Industri-industri yang lebih besar akan menjadi kelompok sasaran paling logis karena merupakan pemakai energi yang paling besar, dan lebih kecil jumlahnya dibandingkan dengan industri menengah dan kecil, dan karenanya lebih mudah diawasi.

Belum diambil tindakan dalam indeksasi energi karena ini merupakan langkah kebijakan yang paling sulit untuk dirumuskan dan dilaksanakan. Secara kuantitatif, ini akan membutuhkan banyak pekerjaan analitis dan pembuatan model dalam perumusan kerangka indeksasi dan riset serta pengembangan dalam pelaksanaan rancananya. Kalau rancananya melibatkan orang-orang di sektor rumah tangga maka harus juga dipertimbangkan tingkat upah dan beberapa faktor yang tak dapat diraba seperti kebiasaan sosial dan penerimaan sosial.



## KEBUTUHAN AKAN RISET DAN PENGEMBANGAN ENERGI

### **Organisasi Sektor Energi (Termasuk Riset dan Pengembangan Energi)**

Langkah-langkah kebijakan energi seperti digariskan di atas disetujui secara resmi oleh ketiga belas anggota Badan Koordinasi Energi Nasional (Bakoren), yang merupakan suatu dewan kebijakan tingkat kabinet yang baru didirikan (Agustus 1980) yang diketuai oleh Menteri Pertambangan dan Energi dan beranggotakan: menteri-menteri Pekerjaan Umum, Perindustrian, Pertahanan dan Keamanan, Perhubungan, Pertanian, Riset dan Teknologi, Pengawasan Pembangunan dan Lingkungan Hidup, dan Penertiban Aparatur Negara (Wakil Ketua Bappenas); Direktur Jenderal Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN), Direktur Jenderal Minyak dan Gas dan Energi; dan Presiden Direktur Perusahaan Tambang Minyak dan Gas Negara (Pertamina).

Rancangan langkah-langkah kebijakan itu dipersiapkan oleh Panitia Teknik Energi (PTE), yang didirikan dalam tahun 1976 dan beranggotakan menteri-menteri dan organisasi-organisasi lain yang berhubungan dengan masalah energi. Tanggung jawab utama PTE kini antara lain ialah merancang usul-usul kebijakan energi untuk Bakoren dan memonitor pelaksanaan kebijakan yang telah disetujui.

Pelaksanaan kebijakan energi itu merupakan tanggung jawab berbagai departemen pemerintah dan lembaga-lembaga yang bersangkutan, dengan Departemen Pertambangan dan Energi sebagai titik pusat. Hal ini adalah karena Departemen Pertambangan dan Energi mempunyai tanggung jawab yang luas termasuk perencanaan energi, penggarisan dan pengembangan sumber daya, eksplorasi minyak dan gas, produksi dan pemasaran, dan pengembangan sektor-sektor batu bara, panas bumi dan lain-lain tenaga. Di samping itu, departemen tersebut juga bertanggung jawab atas seluruh kegiatan pertambangan dan penelitian geologi. Perusahaan negara atau semi perusahaan negara yang berhubungan dengan industri mineral dan sub-sektor energi juga seluruhnya di bawah pengawasan departemen ini. Perusahaan-perusahaan ini mempunyai berbagai tingkat otonomi. Pertamina (minyak dan gas) dan PLN (tenaga) mempunyai otonomi yang paling besar.

### **Status Riset dan Pengembangan Energi Dewasa Ini**

Pelaksanaan riset dan pengembangan energi ditangani oleh beberapa lembaga yang berada di bawah pengawasan langsung Departemen Pertambangan dan Energi, Departemen Riset dan Teknologi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan atau Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Departemen

Riset dan Teknologi mempunyai peran yang aktif dan meningkat dalam riset dan pengembangan energi melalui 2 lembaga afiliasinya, Badan Pengembangan dan Penerapan Teknologi (BPPT) dan Pusat Pengkajian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Puspiptek). Dari 2 lembaga ini BPPT mempunyai proyek perintis yang sedang berjalan dalam bidang energi. Fokus utama program penelitian energinya adalah pada energi yang dapat diperbaharui dan dibagi dalam 3 sub-program: pemanfaatan sumber energi biomas; pemanfaatan alkohol (metanol dan etanol); dan pemanfaatan energi matahari. Banyak dari proyek ini sudah menerima bantuan teknis asing. Puspiptek akan menangani pengujian dan peragaan peralatan energi spesifik. Termasuk dalam usul daftar teknologi yang akan diselidiki dalam program Puspiptek adalah desalinasi dengan panas matahari, biogasifikasi, pembangkitan tenaga listrik dengan panas matahari dan aksi kimia.

Sejumlah kelompok peneliti dan fakultas di universitas-universitas Indonesia mempunyai program yang relatif kuat dalam riset dan pengembangan energi. Termasuk Pusat Pengembangan Teknologi Institut Teknologi Bandung (ITB), Institut Teknologi Surabaya (ITS) dan Universitas Gajah Mada (UGM) Yogyakarta. Sejumlah lembaga penelitian industri termasuk Lembaga Penelitian Hasil Hutan (LPHH) dan Penelitian Vulkanologi Indonesia dan lain-lain memperluas fokus energi mereka.

### **Prioritas Riset dan Pengembangan Energi**

Dapat disimpulkan dari uraian di atas bahwa ada kebutuhan besar akan riset dan pengembangan energi. Selain itu, kegiatan-kegiatan riset dan pengembangan energi ini perlu dikoordinasi agar sesuai dengan seluruh sasaran perencanaan energi nasional. Ini mungkin karena Menteri Negara Riset dan Teknologi adalah anggota Bakoren. Dalam tugasnya Menteri dibantu oleh 5 kelompok kerja untuk perumusan program-program riset dan teknologi nasional. Salah satu di antaranya adalah Kelompok Kerja II untuk sumber daya alam dan energi (Pepunas-Ristek II).

Pepunas-Ristek II memberi saran menteri mengenai program riset dan teknologi nasional yang menyangkut sumber daya alam dan energi. Baru-baru ini kelompok itu menetapkan kriteria untuk memilih prioritas program-program riset dan teknologi energi, dalam arti bahwa program-program itu harus:

- a. mendukung dan sesuai dengan kebijakan energi nasional (yaitu eksplorasi, diversifikasi, penghematan dan indeksasi; lihat hal. 973);
- b. mendatangkan hasil dengan cepat dan/atau mempunyai arti strategi jangka panjang;

- c. mempunyai dampak sosial ekonomis dan politis sesuai dengan Gari-garis Besar Haluan Negara (GBHN), antara lain dalam meningkatkan kesempatan kerja dan pemerataan pembagian pendapatan, meningkatkan produksi barang dan jasa dan memperkuat ketahanan nasional.

Banyak program riset dan teknologi yang sedang berjalan memenuhi kriteria yang disebutkan di atas. Sebagai contoh, riset dan pengembangan dalam pemanfaatan alkohol (metanol dan etanol), energi matahari dan biomas, dan pengujian dan peragaan peralatan konversi energi spesifik, semuanya mendukung dan sesuai dengan kebijakan diversifikasi energi dan substitusi minyak.

Akan tetapi apakah program dan proyek di masa yang akan datang akan berhasil atau tidak memenuhi seluruh kriteria masih harus dilihat. Dalam konteks ini, harus ditekankan bahwa riset dan pengembangan tidak akan dibatasi hanya pada teknologi energi yang dapat diperbaharui saja. Di masa yang akan datang, peranan dan potensi sumber daya energi yang dapat diperbaharui dalam ramuan energi dunia berkembang bisa penting. Akan tetapi sampai potensi dan ketepatan sumber-sumber energi yang dapat diperbaharui sudah dievaluasi sepenuhnya, peranannya tidak boleh terlalu ditekankan. Mengejar sumber-sumber energi yang secara teknologis belum terbukti dan tidak tersedia secara komersial akan jelas prematur. Selain itu, pengembangan dan pemanfaatan sumber-sumber daya alam semacam itu sama sekali tidak boleh menutup kemungkinan negara-negara berkembang untuk bagian yang lebih besar dari persediaan minyak dunia.

Kendala paling penting dalam program energi yang kini dipikirkan untuk Indonesia ialah jumlah insinyur dan ahli terlatih yang tersedia. Diperkirakan bahwa dalam tahun 1979 jumlah insinyur 15.000 dan ilmuwan 5.000. Output per tahun universitas-universitas Indonesia pada tahun 1979 diperkirakan 1.400 insinyur dan 500 ahli.

Suatu kendala penting lain adalah dana untuk riset dan pengembangan di sektor energi yang tersedia. Biaya pengembangan sumber energi yang baru dan dapat diperbaharui untuk program 20 tahun (1981-2000) diperkirakan US\$ 14 milyar. Kalau 2,5% dari jumlah ini dialokasikan untuk riset dan pengembangan, kira-kira US\$ 350 juta dibutuhkan untuk riset dan pengembangan energi saja. Ini sangat besar dibandingkan dengan anggaran nasional untuk riset dan pengembangan semua sektor, yang dalam tahun fiskal 1981/1982 berjumlah US\$ 160,4 juta.

Kendala yang terakhir ini adalah masalah nasional alokasi sumber-sumber daya sesuai dengan prioritas nasional. Akan tetapi yang pertama adalah suatu masalah di mana bantuan teknis dapat diberikan dan kerja sama internasional diinginkan untuk meningkatkan kemampuan sains dan teknologi nasional.

## KESIMPULAN-KESIMPULAN

Latar belakang informasi sudah diberikan mengenai keadaan dan kebijakan energi di Indonesia maupun mengenai pengaturan kelembagaan dalam sektor energi dan status riset dan pengembangan energi dewasa ini.

Selain itu, gambaran mengenai kriteria untuk pemilihan program riset dan pengembangan teknologi dan kendala-kendala dalam pelaksanaan program riset dan pengembangan energi di Indonesia juga telah diberikan.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa: (a) riset dan pengembangan energi harus mendukung dan sesuai dengan kebijakan nasional (termasuk kebijakan energi nasional); (b) kalau dalam konteks di atas, kerja sama internasional atau bantuan teknis dari negara atau organisasi lain diinginkan, maka kerja sama internasional dan bantuan ini harus diarahkan untuk memperkuat kemampuan sains dan teknologi nasional; hanya dalam arti ini, semuanya itu akan berguna, dan hanya dengan cara ini negara-negara berkembang akan mampu menolong dirinya sendiri.