

PERENCANAAN ENERGI UNTUK PEMBANGUNAN  
DI INDONESIA

RINGKASAN LAPORAN



DIREKTORAT JENDERAL KETENAGAAN  
DEPARTEMEN PERTAMBANGAN DAN ENERGI  
REPUBLIK INDONESIA  
DAN  
ENERGY/DEVELOPMENT INTERNATIONAL

OKTOBER 1981

PERENCANAAN ENERGI UNTUK PEMBANGUNAN  
DI INDONESIA

DIREKTORAT JENDERAL KETENAGAAN  
Departemen Pertambangan dan Energi

dan

ENERGY/DEVELOPMENT INTERNATIONAL

bersama

Development Sciences Inc.

GSA International

International Science and Technology Institute Inc.

Olympic Associates

Agustus 1981

Proyek Bantuan dari the US Agency  
for International Development  
Kontrak No. AID/ASIA-C-1460

## DAFTAR ISI

	Halaman
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Ruang Lingkup Proyek	3
C. Laporan Ini	7
II. RANGKA PERKEMBANGAN EKONOMI	9
A. Kecenderungan Ekonomi	9
B. Kecenderungan Historis dalam Konsumsi Energi	15
III. KONSUMSI ENERGI RUMAH TANGGA	22
A. Pendahuluan	22
B. Informasi yang ada mengenai Konsumsi Energi Pedesaan	25
C. Metodologi Survei	33
D. Hasil-Hasil	42
E. Kesimpulan dan Saran-Saran	60
IV. PERKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI	66
A. Pendahuluan	66
B. Pola-Pola Pemakaian Energi pada saat ini	67
C. Proyeksi Makroekonomi	91
D. Perkiraan Kebutuhan Energi	93
E. Hasil-Hasil Perkiraan	99
F. Ringkasan dan Pembahasan	118
V. PENILAIAN TEKNOLOGI	128
A. Penilaian Alternatif-Alternatif	128
B. Potensi Pemanfaatan Batubara	129

	Halaman:
C. Energi dari Biomasa	135
D. Tenaga Air Berukuran Kecil	141
E. Energi Panas Bumi	144
F. Energi Surya	145
G. Tenaga Angin	152
H. Ekonomi Relatif	155
VI. STRATEGI DIVERSIFIKASI	159
A. Produksi dan Konsumsi Minyak di Masa Depan	159
B. Pilihan-Pilihan dalam Diversifikasi	162
C. Dampak-Dampak Diversifikasi	169
VII. KESIMPULAN DAN SARAN	173
A. Kesimpulan	173
B. Saran-Saran	179

## LAMPIRAN

### PERENCANAAN ENERGI UNTUK PEMBANGUNAN DI INDONESIA

- A. MACROECONOMIC STRUCTURE AND ENERGY DEMAND: INDONESIA TO THE YEAR 2000, Alan M. Strout.
- B. ENERGY DEMAND PROJECTIONS, Andres B. Doernberg dan Scott Rogers.
- C. ENERGY USE FOR PRODUCTIVE PURPOSES IN THE RURAL SECTOR IN INDONESIA, Thomas E. Cobbald.
- D. DOMESTIC ENERGY CONSUMPTION IN RURAL AREAS OF INDONESIA, Romir Chatterjee.
- E. THE COAL POTENTIAL IN INDONESIA, M.D. Schlesinger.
- F. ASSESSMENT OF BICMASS AS AN ENERGY RESOURCE IN INDONESIA, Olympic Associates Co., Seattle, Washington.
- G. SMALL SCALE HYDROPOWER AND GEOTHERMAL ENERGY IN INDONESIA berdasarkan laporan oleh Kenneth Grover GSA International.
- H. AN ASSESSMENT OF SOLAR AND WIND ENERGY IN INDONESIA, James D. Westfield.

## TABEL DAN GAMBAR

	Halaman
Tabel II-1 Rata-Rata Tahunan Laju Pertumbuhan (Persen)	10
Tabel II-2 Laju Pertumbuhan Beberapa Sektor tertentu 1977-1979	12
Tabel II-3 Neraca Pembayaran (dalam Juta US \$)	14
Tabel II-4 Konsumsi Energi Dasar di Indonesia	16
Tabel II-5 Konsumsi Energi Komersial Menurut Sumbernya (dalam persen)	17
Tabel II-6 Penjualan Produk Minyak Dalam Negeri	17
Tabel II-7 Harga Dalam Negeri Produk Minyak	20
Tabel III-1 Konsumsi Energi Biomasa per Kapita di Pedesaan Indonesia	27
Tabel III-2 Data Pokok yang Terkumpul	36
Tabel III-3 Distribusi Regional Sampel Rumah Tangga Menurut Lokasinya	40
Tabel III-4 Kebutuhan Bahan Bakar Tahunan	43
Tabel III-5 Kebutuhan Energi Dasar Tahunan per Kapita	43
Tabel III-6 Permintaan Tahunan akan Sumber Daya per Kapita (BOE)	46
Tabel III-7 Kebutuhan Bahan Bakar Tahunan (BOE) Menurut Kelompok Penghasilan	47
Tabel III-8 Susunan Kebutuhan Bahan Bakar Tahunan Menurut Kelompok Penghasilan (%)	50
Tabel III-9 Kebutuhan Energi Dasar Tahunan per Kapita Menurut Kelompok Penghasilan (BOE)	50
Tabel III-10 Pemakaian Listrik - Perkiraan-Perkiraan Pendahuluan	52
Tabel III-11 Harga Bahan Bakar Rata-Rata (Rp. per Kg)	54
Tabel IV-1 Kebutuhan Energi Dalam Negeri menurut Sektor-1978	68

Tabel IV-2	Kebutuhan Produk Minyak menurut Sektor - 1978	72
Tabel IV-3	Konsumsi Energi di Manufakturing, 1978	74
Tabel IV-4	Konsumsi Bahan Bakar untuk Angkutan Jalan Raya menurut Jenisnya, 1978	77
Tabel IV-5	Konsumsi Minyak Tanah untuk Rumah Tangga - 1978	79
Tabel IV-6	Kapasitas Terpasang (MW) - 31 Maret 1980	83
Tabel IV-7	Penjualan Listrik menurut Sektor	84
Tabel IV-8	Input Energi Sektor Pedesaan untuk tujuan Produktif	86
Tabel IV-9	Konsumsi Energi Sektor Minyak dan Gas, 1978	90
Tabel IV-10	Asumsi-Asumsi Laju Pertumbuhan Ekonomi	94
Tabel IV-11	Laju Pertumbuhan Nilai Tambah menurut Sektor, % per tahun	95
Tabel IV-12	Ringkasan Asumsi-Asumsi Proyeksi Kebutuhan Energi	98
Tabel IV-13	Pertumbuhan Rendah Kebutuhan Energi Dalam Negeri menurut Sektor, 1990	100
Tabel IV-14	Pertumbuhan Tinggi Kebutuhan Energi Dalam Negeri menurut Sektor, 1990	101
Tabel IV-15	Pertumbuhan Rendah Kebutuhan Energi Dalam Negeri menurut Sektor, 2000	102
Tabel IV-16	Pertumbuhan Tinggi Kebutuhan Energi Dalam Negeri menurut Sektor, 2000	103
Tabel IV-17	Komposisi Sistem Energi Komersial	107
Tabel IV-18	Distribusi Seluruh Kebutuhan Energi Komersial	109
Tabel IV-19	Seluruh Kebutuhan Produk Minyak menurut Sektor	112
Tabel IV-20	Distribusi Gas Alam (%)	113
Tabel IV-21	Komposisi Sumberdaya untuk Sektor Listrik	115
Tabel IV-22	Konsumsi Sumberdaya Dalam Negeri	123

	Halaman
Tabel V-1 Cadangan Batubara	130
Tabel V-2 Biaya Relatif Energi dari berbagai Sumber	157
Tabel VI-1 Pilihan-Pilihan dalam Diversifikasi	165
Gambar IV-1 Neraca Energi - Indonesia Tahun 1978	117
Gambar IV-2 Neraca Energi - Indonesia Tahun 1990 Pertumbuhan Rendah	119
Gambar IV-3 Neraca Energi - Indonesia Tahun 1990 Pertumbuhan Tinggi	120
Gambar IV-4 Neraca Energi - Indonesia Tahun 2000 Pertumbuhan Rendah	121
Gambar IV-5 Neraca Energi - Indonesia Tahun 2000 Pertumbuhan Tinggi	122
Gambar VI-1 Besarnya Produksi Minyak di Masa Depan dan Kebutuhan yang Diperkirakan	161
Gambar VI-2 Pendapatan dari Ekspor Minyak Mentah	163
Gambar VI-3 Kebutuhan Minyak menurut Sektor	170
Gambar VI-4 Perkiraan Kebutuhan Energi menurut Sumber Energi	171

PESERTA PROYEK DARI INDONESIA

PANITIA PENGARAH

Ir. Wiyarso (Ketua)	Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Ketua Panitia Teknis Sumber Daya Energi (PTE)
Prof. Dr. Samaun Samadikun	Direktur Jenderal Ketenagaan, Wakil Ketua PTE
Prof. Dr. A. Arismunandar (Sekretaris)	Direktur Pengembangan Ketenagaan, Sekretaris PTE
Ir. C. Situmorang (hingga Feb.1981) diganti oleh	Kepala Biro Perencanaan, Departemen Pertambangan dan Energi Anggota PTE
Ir. Sri Sediono S.E.	Kepala Biro Perencanaan Departemen Pertambangan dan Energi Anggota PTE
Ir. Bambang Soelasmoro	Kepala Pusat Pengembangan Teknologi Mineral (PPTM)

PESERTA-PESERTA DARI INDONESIA LAINNYA

Dr. A. J. Surjadi	Kepala Subdirektorat Pengembang- an
Ir. E. Darianto	Kepala Subdirektorat Data Sistim Informasi Energi
Ir. M. Panjaitan	Kepala Subdirektorat Pengaturan dan Pengendalian Survai Pedesaan dan Penilaian Lingkungan
Ir. Tangkas Roesad	Kepala Subdirektorat Penyelengga- raan Biomasa
Ir. Endro Utomo	Sekretaris Proyek Perencanaan Energi untuk Pembangunan - Batu- bara
Ir. Irzal Chatab	Kebutuhan Energi Perkotaan
Ir. Luluk Sumiarso	Tenaga Air dan Panas Bumi
Drs. Suwardjaka	Energi Surya dan Angin
Drs. M.A. Hudaya	Perencanaan Energi Perkotaan dan Regional
Ir. Sutarto	Energi Panas Bumi
Ir. Suharto Satibi	Analisa Kebutuhan Energi
Ir. Tjarinto	Survai Energi Pedesaan dan Energi Surya
Ir. Supriyo	Energi Angin dan Asisten Sekre- taris Proyek Perencanaan Energi untuk Pembangunan
Ir. Kampiun Sitohang	Disain dan Pengembangan Sistim Informasi Energi (sampai Septem- ber 1980)
Ir. Imam Djajono	Analisa Data
Aan Sanwas	Kepala Programmer, PLN-Data Programming
Ir. Sucipto	PLN - Energi Surya dan Angin
Didi Sulasdi	PLN - Panas Bumi
Ir. Sedya Sebayang	PLN - Minihidro
Ir. Nugroho Hadi	LEMIGAS - Biomasa

Ir. Nasution	LEMIGAS - Batubara
Ir. Ukar Sulistyio M.Sc.	PPTM, Pusat Pengembangan Tekno- logi Mineral - Batubara
Ir. Umar Said	LEMIGAS - Analisa Kebutuhan
Ir. Razief Razak	Ditjen Migas - Energi Pedesaan
Ir. Sumarto Sudirman	PMN - Energi Pedesaan

#### ANGGOTA BADAN PENASEHAT SURVAI PEDESAAN

Dr. Ir. Aryadi Suwono	Institut Teknologi Bandung
Ir. Nurwati M.Sc.	Institut Teknologi Bandung
Dr. Kamaruddin	Institut Pertanian Bogor
Dr. Rachmatsyah	Institut Pertanian Bogor
Ir. Sutomo M.A.	Institut Pertanian Bogor
Dr. Anwar Hafid	Universitas Hasanuddin
Ir. Soepardi	Universitas Diponegoro

PESERTA PROYEK DARI AMERIKA SERIKAT

Energy/Development International

Philip F. Palmedo, Manajer Proyek  
Romir Chatterjee, Survai Energi  
Andres Doernberg, Analisa Kebutuhan Energi  
M.D. Schlesinger (Konsultan), Penilaian Batubara  
Alan Strout (Konsultan), Analisa Ekonomi.

Development Sciences Inc.

Morton Gorden, Tinjauan Ulang Proyek  
William Schaffer, Koordinasi Dalam Negeri  
James Westfield, Energi Surya dan Angin

G.S.A. International

Kenneth Grover, Panas Bumi dan Tenaga Air Berukuran  
Kecil

International Science & Technology Institute, Inc.

Thomas Cobbald (Konsultan), Energi Pedesaan

Olympic Associates

Rolf Skrinde, Biomasa

## Konversi yang digunakan dalam laporan ini

### Kesetaraan Energi

Satuan standar energi yang dipakai dalam laporan ini adalah "setara barel minyak" atau "barrel oil equivalent (boe)".

Satuan ini dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$1 \text{ boe} = 5,8 \times 10^9 \text{ Joules (GJ)}$$

$$1000 \text{ boe} = 1 \text{ kboe}$$

$$1 \text{ juta boe} = 1 \text{ Mboe}$$

dan dapat diubah menjadi satuan energi berikut:

$$1 \text{ boe} = 1610 \text{ kWh} = 1,39 \times 10^6 \text{ kcal}$$

Atas dasar 7 juta kilo kalori per metrik ton setara batubara (tce) dan 10 juta kilo kalori per metrik ton setara minyak (toe), maka berlaku konversi berikut:

$$1 \text{ boe} = 0,19 \text{ tce} \quad 1 \text{ tce} = 5,05 \text{ boe}$$

$$1 \text{ boe} = 0,14 \text{ toe} \quad 1 \text{ toe} = 7,21 \text{ boe}$$

### Satuan Fisik Menjadi Setara Energi:

$$1 \text{ barel LPG sama dengan} \quad 0,700 \text{ boe}$$

$$1 \text{ barel bensin sama dengan} \quad 0,914 \text{ boe}$$

$$1 \text{ barel minyak tanah sama dengan} \quad 0,970 \text{ boe}$$

$$1 \text{ barel solar sama dengan} \quad 1,005 \text{ boe}$$

$$1 \text{ barel bahan bakar minyak sama dengan} \quad 1,055 \text{ boe}$$

$$\text{Seribu kaki kubik gas alam sama dengan} \quad 0,19 \text{ boe}$$

$$1 \text{ ton batubara Ombilin sama dengan} \quad 5,05 \text{ boe (1 ton = tce)}$$

$$1 \text{ ton batubara Bukit Asam sama dengan} \quad 3,75 \text{ boe (1 ton = 0,743 tce)}$$

1 metrik ton LNG sama dengan 8,40 boe  
(48,7 GJ)

1 metrik ton gas alam kering sama  
dengan 7,22 boe (41,9 GJ)

### Konversi Volume

1 kilo liter = 6,29 barel

1 m<sup>3</sup> = 35,3 kaki kubik

### Padat Jenis

Produk minyak cair padat jenisnya sebesar 1  
(1 liter produk minyak cair beratnya = 1 kg)

LPG : 1 bbl = 192,5 lbs

LNG : 1 metrik ton = 48,7 GJ (nilai-  
kalor bersih)

Gas Bumi. (kering) : 1 metrik ton = 41,9 GJ

## I PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Sesuatu yang mendesak telah dikaitkan pada perencanaan energi nasional di seluruh dunia. Apakah suatu negara itu mengimpor atau mengekspor minyak, dan berapa pun bagian dari konsumsi energinya itu berasal dari bahan bakar tradisional, perubahan harga-harga minyak dunia selama beberapa tahun belakangan ini telah mengubah unsur pokok dalam perencanaan ekonomi dan sosial nasional. Kemungkinan sangat kekurangan minyak dalam skala global dalam jangka waktu panjang, juga menuntut negara-negara untuk memikirkan lagi aspek energi dalam strategi-strategi pembangunan. Sebagaimana bahan bakar minyak, yang dijadikan dasar bagi pembangunan tradisional menjadi semakin berharga, bahan bakar tradisional, di mana tergantung kelangsungan hidup banyak penduduk di negara-negara yang berkembang, juga menjadi semakin mahal dalam arti ekonomis, manusiawi dan lingkungan.

Keadaan ini terjadi pula secara kritis di Indonesia. Ekspor minyak yang merupakan lebih dari 60 persen dari keseluruhan jumlah pendapatan ekspor terancam oleh laju pertumbuhan kebutuhan minyak dalam negeri yang jauh melebihi laju kenaikan produksi minyak baru yang dapat diharapkan. (1)\*

Kebutuhan minyak dalam negeri karenanya merupakan unsur yang sangat penting dan kompleks dalam perimbangan

\* Catatan dan referensi diberikan pada akhir setiap bab.

perkembangan ekonomi. Tinggi laju pertumbuhan kebutuhan dalam negeri sebagian adalah akibat tingginya laju ekspor minyak, namun pada waktu yang bersamaan, membahayakan ekspor itu sendiri. Hal ini jelas bukan hanya masalah energi seperti yang lalu, yang melibatkan struktur dan perkembangan seluruh ekonomi Indonesia.

Indonesia juga mengalami persoalan, apa yang disebut "kritis energi lain" - bertambahnya kesulitan untuk memperoleh penyediaan kayu yang mencukupi dan bahan bakar komersial lain. Penggundulan hutan yang serius disertai dengan akibat-akibat lingkungan, ekonomi dan sosial sedang terjadi terutama di Pulau Jawa.

Masalah bahan bakar kayu dan minyak mempunyai kaitan yang penting. Minyak tanah merupakan bahan pengganti tradisional untuk kayu bakar untuk memasak bilamana penghasilan atau kesulitan untuk memperoleh bahan bakar komersial bertambah. Bagaimanapun juga, biaya ekonomi untuk subsidi minyak tanah diperkirakan telah mencapai 3 milyar US \$ per tahun. (2)

Persoalan-persoalan energi ini merupakan masalah nasional yang besar. Tapi untungnya sumber daya energi dasar Indonesia juga sangat besar. Sumber-sumber daya minyak dan gas alam ini ternyata dapat mendukung tingkat produksi yang lebih tinggi dari pada yang sekarang. Disamping itu, batubara, tenaga air, energi surya, tenaga angin, energi panas bumi serta berbagai jenis biomasa<sup>(3)</sup> semuanya ternyata mempunyai potensi yang cukup besar. Namun jelas bila masalah ekonomi yang serius akan dihindari, jalur pengembangan energi saat ini harus dipikirkan

kembali. Suatu jalur baru harus ditempuh yang didasarkan pada kebutuhan pembangunan ekonomi dan sosial nasional, disesuaikan dengan situasi ekonomi energi dunia yang baru, dan memanfaatkan secara optimal sumber daya energi dasar negara sepenuhnya.

Walaupun tujuan umum dari jalur baru ini telah dirumuskan dan dinyatakan dalam Repelita III <sup>(4)</sup>, pengembangan serangkaian strategi dan rencana energi nasional yang konsisten merupakan kebutuhan yang mendesak. Dalam konteks inilah Proyek Perencanaan Energi untuk pembangunan diadakan. Proyek ini telah dilaksanakan dengan kerja sama antara Direktorat Jenderal Ketenagaan, Departemen **Pertambangan dan Energi dengan Energy/Development International** bersama perusahaan-perusahaan serta konsultan. Proyek ini dibantu oleh U.S. Agency for International Development.

#### B. TUJUAN DAN RUANG LINGKUP PROYEK

Proyek Perencanaan Energi untuk Pembangunan ini mempunyai dua tujuan pokok:

- 1) Untuk memperdalam pengertian yang lebih baik tentang efek dari rencana dan program pengembangan energi dan ekonomi terhadap situasi energi di dalam negeri, maupun konsekuensi-konsekuensi sosial, ekonomi dan lingkungan dari diambilnya keputusan-keputusan mengenai penetapan harga energi, teknologi-teknologi energi, dan pengembangan sumber daya.
- 2) Meningkatkan kemampuan para perencana Indonesia untuk menganalisa peranan energi dalam pembangunan, dan merencanakan program energi nasional.

Untuk mencapai tujuan-tujuan ini, beberapa tugas telah dilaksanakan. Tiga bidang tugas utama adalah:

1. Survai Percontohan Pemakaian Kayu Bakar dan Minyak Tanah

Sebagai landasan keputusan pemerintah, harga minyak tanah, program kayu bakar, atau tindakan lain yang mempengaruhi konsumsi energi dalam negeri diperlukan suatu pengertian yang jauh lebih baik mengenai pemakaian minyak tanah, kayu dan bahan bakar lain di sektor rumah tangga. Dengan berdasarkan hasil-hasil survai yang telah dilakukan oleh berbagai kelompok di Indonesia di masa lalu, serangkaian survai percontohan terkoodinir mengenai konsumsi bahan bakar dalam rumah tangga telah dilaksanakan di beberapa wilayah pedesaan di Indonesia. Delapan universitas dan institut mengambil bagian dalam survai ini. Walaupun bersifat percontohan, survai ini telah memberikan informasi yang berguna kepada proyek tersebut dan perencanaan energi pada umumnya serta telah ditetapkan metode-metode dan terbinanya kemampuan institusional untuk survai-survai jenis lain dan yang lebih luas.

2. Analisa Kebutuhan Energi

Syarat utama dari analisa dan perencanaan kebijaksanaan energi nasional adalah pandangan konsisten terhadap situasi penyediaan-kebutuhan energi pada saat sekarang dan suatu pandangan bagaimana situasi itu akan berubah di masa mendatang jika dilaksanakan kebijaksanaan dan program alternatif. Dalam tugas ini, langkah pertama telah diambil untuk mengembangkan dasar data yang konsisten.

Proyek kebutuhan energi disusun berdasarkan hasil-hasil survai kayu bakar/minyak tanah, informasi yang ada mengenai pola-pola konsumsi energi serta proyeksi-proyeksi alternatif perkembangan sosial dan ekonomi. Karena pentingnya pembangunan daerah pedesaan, perhatian khusus telah diberikan kepada implikasi energi terhadap industri dan pertanian pedesaan.

### 3. Penilaian Teknologi

Tujuan pokok kebijaksanaan energi Indonesia adalah diversifikasi sumber energi. Dalam tugas ini, telah dilaksanakan penilaian pendahuluan tentang peranan yang dapat dimainkan oleh berbagai sumber energi nonminyak di masa depan Indonesia serta langkah-langkah yang perlu diambil untuk mengajukan pemakaian sumber-sumber ini. Sumber-sumber yang dipertimbangkan itu adalah: batubara, tenaga air berukuran kecil, energi panas bumi, energi surya dan angin serta berbagai macam biomasa.

Harus ditekankan di sini bahwa setiap unsur proyek ini bersifat pendahuluan dan hanya sebagian. Tidak satupun merupakan suatu tujuan akhir. Survai-survei percontohan tentang energi rumah tangga misalnya dimaksudkan pada pokoknya untuk meletakkan dasar-dasar metodologi dan institusional untuk kegiatan survai di masa mendatang yang lebih lengkap. Penilaian teknologi juga bersifat selektif; sejumlah sumber daya serta teknologi seperti tenaga nuklir dan tenaga air berukuran besar tidak diikuti sertakan, sebagian karena telah adanya studi lain atau adanya studi yang sedang dilaksanakan mengenai hal tersebut. Sebagaimana akan dibahas nanti, proyeksi kebu-

tuhan energi juga bersifat pendahuluan dan memerlukan perincian lebih jauh. Karena tekanan dari proyeksi ini adalah pada sumber-sumber energi alternatif, pertimbangan mengenai perkembangan minyak dan gas bumi di masa depan diperoleh dari studi-studi yang ada.

Seperti dinyatakan di atas tujuan yang penting dari proyek ini adalah untuk memperluas kemampuan dilingkungan DJK (Direktorat Jenderal Ketenagaan) dalam menganalisa masalah dan kebijaksanaan energi nasional. Jadi pengembangan dan latihan profesional merupakan komponen yang penting dan integral proyek ini. DJK telah menunjuk padanan (counterpart) untuk setiap sub-komponen proyek dan untuk setiap konsultan yang datang dan dua anggota staf DJK berperan serta dalam bagian analisa kebutuhan yang dilakukan di Amerika Serikat. Jadi, laporan ini hanyalah merupakan salah satu hasil dari proyek, dan hasil lainnya adalah kemampuan yang meningkat di dalam Departemen **Pertambangan dan Energi** dalam aspek-aspek kebijaksanaan, baik yang terperinci maupun yang luas, dari perencanaan energi nasional. Dengan adanya survei percontohan tentang pemakaian energi di rumah tangga pedesaan, maka kemampuan analisa kebutuhan telah diperluas hingga mencapai sekelompok yang penting dalam masyarakat akademis.

Maksud dari proyek ini bukanlah untuk melengkapi suatu proses tetapi lebih bersifat memulainya : untuk memulai proses perencanaan energi nasional dan analisa kebijaksanaan. Dalam pengertian tersebut, kerja sama antara anggota-anggota team proyek Amerika Serikat

dengan padanan mereka dalam DJK dan instansi-instansi Indonesia lainnya merupakan unsur penting proyek ini.

### C. LAPORAN INI

Dokumentasi proyek ini disajikan dalam dua bagian. Dalam laporan ini disajikan suatu sintesa padat serta ikhtisar proyek dengan penekanan pada kesimpulan-kesimpulan dan rekomendasinya. Hal ini didukung oleh sejumlah laporan teknis yang ada dalam lampiran.

Di bagian berikutnya dari laporan ini disajikan ringkasan tentang asumsi-asumsi sosio-ekonomis yang telah digunakan terutama dalam analisa kebutuhan. Ini diikuti oleh satu bab yang meringkas hasil-hasil survei energi rumah tangga. Bab 4 menyajikan hasil-hasil proyeksi kebutuhan energi dan bab 5 mengenai hasil-hasil berbagai penilaian teknologi. Untuk menunjukkan pemakaian data kebutuhan dan penyediaan dalam analisa kebijaksanaan telah diadakan analisa pendahuluan suatu strategi diversifikasi energi. Ini diuraikan dalam bab 6.

Telah ditekankan kenyataan bahwa proyek ini merupakan langkah pendahuluan dalam proses pengembangan kemampuan untuk analisa kebijaksanaan energi. Dalam bab terakhir laporan ini disarankan beberapa "langkah-langkah berikutnya" yang perlu diambil sejalan dengan maksud tersebut.

## BAB I

## Catatan dan Referensi

1. Proyeksi-proyeksi tentang penyediaan dan kebutuhan dibahas dalam Bab IV, dengan perincian analisa kebutuhan yang tercantum dalam Lampiran B.
2. Bank Dunia. Subsidi yang tercantum dalam anggaran belanja negara terlihat sangat kecil (jadi kurang ditonjolkan) karena tidak mencerminkan harga-harga pasaran dunia. Sekalipun demikian, dalam tahun anggaran 1981/1982, subsidi yang dianggarkan adalah \$ 3,4 milyar, atau 15% dari keseluruhan anggaran.
3. Yang dimaksud dengan "biomasa" adalah bahan yang dihasilkan secara fotosintetik yang dapat diperoleh seperti pohon, semak-semak dan limbah pertanian, kotoran manusia dan hewan.
4. "Repelita III: Rencana Pembangunan Lima Tahun ke tiga" (1979/1980 - 1984/1985).

## II. RANGKA PERKEMBANGAN EKONOMI

### A. KECENDERUNGAN EKONOMI

Tahun tujuh puluhan merupakan dekade pertumbuhan besar bagi Indonesia. Kenaikan Produk Dalam Negeri Kotor (PDB) rata-rata sebesar 7,6 setiap tahun antara 1970 - 1979, suatu laju pertumbuhan yang jauh lebih besar dari pada tahun enam puluhan yang rata-rata sebesar 3,5 persen. (1) Laju pertumbuhan penduduk yang diperkirakan sebesar 2 persen setahun untuk periode 1971 - 1980, baru-baru ini telah diperbaiki menjadi lebih tinggi yaitu 2,34 persen setahun untuk periode tersebut berdasarkan hasil pendahuluan sensus 1980, karenanya sedikit menurunkan perkiraan pertumbuhan PDB per kapita yang telah dibuat menjadi 5,8 persen setiap tahun selama tahun tujuh puluhan. PDB per kapita hanya tumbuh sebesar 2,3 persen setahun pada tahun enam puluhan. (2)

PDB per kapita pada tahun 1980 mencapai Rp 208.000,- atau US \$ 350, berdasarkan perkiraan PDB sementara dan angka mengenai jumlah penduduk yang telah diperbaiki yang mencapai lebih dari 147 juta orang, 4,5 persen lebih tinggi, dihitung dalam nilai tetap, dari pada tahun lalu. Inflasi pada tahun 1979 sebesar 20 persen, dua kali lebih besar dari pada dua tahun sebelumnya dan sama dengan laju inflasi yang dijumpai pada awal tahun tujuh puluhan.

Ekonomi Indonesia telah mengalami perubahan struktural sejak tahun 1960. Saham sektor pertanian untuk sektor PDB menurun dari 54 persen pada tahun 1960 menjadi 30 persen pada tahun 1979 sementara saham sektor

TABEL II - 1

## RATA-RATA TAHUNAN LAJU PERTUMBUHAN (PERSEN)

	<u>Pertanian</u>	<u>Industri</u>	<u>Jasa-Jasa</u>
1960-1970	2,5	5	8
1971-1973	5,4	19,7	10,3
1974-1979	2,7	8,4	8,7

Sumber: BPS <sup>(4)</sup>; industri termasuk pertambangan, manufaktur, konstruksi, listrik, gas dan air.

industri meningkat dari 14 persen menjadi 33 persen dan sektor jasa-jasa dari 32 persen menjadi 37 persen. Tabel II - 1 menunjukkan laju pertumbuhan sektor-sektor ini untuk beberapa periode. Sebagaimana telah dikemukakan, industri mengalami laju pertumbuhan yang jauh lebih tinggi pada tahun tujuh puluhan, dan bagian-bagian industri tertentu telah mengalami pertumbuhan yang luar biasa pada tahun-tahun terakhir dekade tujuh puluhan. Sektor-sektor semen, kertas, pupuk, transportasi serta konstruksi telah sedemikian dinamisnya, seperti ditunjukkan dalam Tabel II - 2. Hingga tahun 1979, penanaman modal asing dibidang manufaktur telah mencapai 2,4 milyar US \$ (sejak 1969), 34 persen dari padanya di sektor tekstil, diikuti oleh produk metal (termasuk kendaraan) sebesar 18 persen, dan bahan kimia, pupuk, serta karet sebesar 14 persen. Penanaman modal asing dibidang pertambangan, yang sebagian besar untuk minyak dan gas bumi mencapai 0,4 milyar US \$.

Faktor pendukung yang penting pada laju pertumbuhan relatif tinggi pada tahun tujuh puluhan adalah ekspor minyak dan gas bumi. Neraca pembayaran Indonesia (sebelum dikurangi pembayaran bunga atas hutang-hutang umum luar negeri) meningkat dari defisit sebesar 289 juta US \$ di-tahun 1970 menjadi surplus sebesar 2 milyar US \$ pada tahun fiskal 1979/1980; sementara itu saham ekspor produk minyak dan gas bumi telah naik dari 40 persen menjadi 65 persen. Pengaruh ekspor minyak dan LNG pada neraca pembayaran bersih menurut perhitungan Bank Dunia adalah sebesar 7,0 milyar US \$ pada tahun 1979/1980, meningkat

TABEL II - 2

## LAJU PERTUMBUHAN BEBERAPA SEKTOR TERTENTU

1977 - 1979

(persen rata-rata per tahun)

	<u>1977 - 1979</u>
Semen (ton)	42,4
Kertas (ton)	12,6
Pupuk (ton)	30,0
Konstruksi (nilainya ditambahkan)	11,5
Transportasi (kendaraan yang terdaftar)*	
Mobil	12,2
Sepeda Motor	20,5
Bis	17,0
Truk	19,4
Kapal Terbang	8,8

\* (rata-rata selama tahun 1974 - 1978)

Sumber: BPS (3,4)

dari 640 juta US \$ pada tahun 1973/1974. Tabel II - 3 memberikan ringkasan mengenai neraca pembayaran selama tujuh tahun yang lalu.

Ekspor non-minyak terdiri dari hasil pertanian tradisional seperti kopi, minyak sawit, lada, kopra, teh, tembakau serta karet. Hasil Tradisional yang paling penting adalah karet dengan ekspor yang mencapai 1 milyar US \$ pada tahun 1979, dan walaupun nilainya telah meningkat sebesar kira-kira 21 persen per tahun, volume yang dihasilkan tidak banyak meningkat selama dekade terakhir. Ekspor non-minyak yang paling besar dan paling cepat berkembang (baik ditinjau dari segi nilai maupun volume) adalah kayu, yang pada tahun 1979 mencapai hampir 2,0 milyar US \$.

Ekspor hasil tambang berjumlah kira-kira 0,5 milyar US \$ pada tahun 1979, yang sebagian besar adalah timah. Logam lain yang diekspor adalah tembaga dan nikel. Volume hasil tambang yang diekspor hampir tetap sama selama dekade terakhir, tetapi fasilitas baru seperti peleburan nikel telah meningkatkan nilai sumber daya yang diekspor. Ekspor hasil industri mencapai jumlah 1,0 milyar US \$ pada tahun 1979, terdiri dari petro-kimia, semen dan tekstil. Pemerintah merencanakan investasi berskala besar di sektor industri, dengan perluasan ekspor non-minyak diharapkan dari petro-kimia (methanol) dan suatu peleburan aluminium yang akan memproses alumina yang diimpor, sampai dibangunnya alumina yang memproses bauksit Indonesia.

TABEL II - 3

## NERACA PEMBAYARAN (DALAM JUTA US \$)

	Tahun Anggaran			
	<u>1973</u>	<u>1975</u>	<u>1977</u>	<u>1979</u>
1 Netto Minyak	641	3138	4352	6308
2 Netto LNG	-	-	93	667
3 Non Minyak (netto)	<u>-1397</u>	<u>-3972</u>	<u>-5135</u>	<u>-4985</u>
(a) Export f.o.b.	1905	1873	3507	6165
(b) Import c.&.f.	-2938	-5090	-7241	-9230
(c) Jasa (non freight)	-364	-755	-1401	-1920
4 Rekening (1+2+3)	-756	-854	-690	1990
5 Transfer Resmi, Modal dan SDR	643	1995	2106	2560
6 Pembayaran Kembali Hutang	-81	-77	-761	-692
7 Berbagai Modal	549	-1075	176	-1315
8 Jumlah (4 sampai 7)	355	-11	831	2543
9 Kesalahan dan Pembulatan	5	-353	-180	-853
10 Perputaran Moneter	-360	364	-651	-1690

Sumber: Bank Indonesia, dalam (7).

## B. KECENDERUNGAN HISTORIS DALAM KONSUMSI ENERGI

Konsumsi sumber daya energi primer menunjukkan pola pertumbuhan yang serupa dengan PDB. Laju pertumbuhan konsumsi energi primer (kecuali kayu bakar dan limbah pertanian) mencapai rata-rata 5,1 persen antara 1963 hingga 1970, dan terus meningkat sampai rata-rata 16,8 persen setahun antara 1970 dan 1977. (5) Sebagaimana digambarkan dalam Tabel II - 4 antara 1977 dan 1978 konsumsi energi primer bertambah dengan rata-rata 16 persen per tahun.

Perincian konsumsi energi menurut sumber daya energi komersial menunjukkan perubahan yang lebih sedikit dari tahun 1960-an hingga 1970-an. Minyak menyumbang hampir 90 persen dari seluruh jumlah total dari tahun 1965 hingga 1975 dan saham ini hanya turun di tahun-tahun terakhir menjadi sekitar 82 persen karena digantikan gas alam, yang telah melipat duakan saham menjadi sebesar 15 persen dari seluruh konsumsi bahan bakar (Tabel II - 5). Naiknya konsumsi gas alam, telah terjadi baik karena pertumbuhan dalam produksi gas alam maupun dengan telah dibangunnya prasarana pemanfaatan gas di tahun-tahun terakhir ini: pabrik-pabrik pupuk, pabrik LNG dan pabrik LPG. Pabrik-pabrik ini, yang hasilnya diekspor, dalam prosesingnya menggunakan bagian terbesar gas alam, yang dikelompokkan sebagai konsumsi energi dalam negeri.

Di samping minyak dan gas alam, sumber daya lainnya mempunyai peranan yang kecil. Listrik tenaga air

TABEL II - 4

## KONSUMSI ENERGI DASAR DI INDONESIA

<u>Tahun</u>	<u>Konsumsi Energi (Setara minyak dalam juta barel)</u>	<u>Tingkat Pertumbuhan Tahunan (persen)</u>
1969	46,9	
1970	49,2	4,9
1971	55,5	12,8
1972	60,1	8,3
1973	71,5	19,0
1974	79,0	10,5
1975	90,5	14,6
1976	101,6	12,3
1977	121,7	19,8
1978	147,1	20,9
1979	164,6	11,9

Sumber: Panitia Teknik Sumber Daya Energi (PTE).

KONSUMSI ENERGI KOMERSIAL MENURUT  
SUMBERNYA (PERSEN)

<u>Sumber</u>	<u>1965</u>	<u>1970</u>	<u>1975</u>	<u>1978</u>
1. Gas Alam	7,2	8,9	7,1	} 15,8
2. LPG	0,00	0,00	0,3	
3. Minyak	87,2	87,9	90,2	
4. Listrik Tenaga Air	1,4	1,6	1,4	1,3
5. Batubara	4,2	1,7	1,1	0,7
Jumlah	100	100	100	100

Sumber: PTE (5)

TABEL II - 6

PENJUALAN PRODUK MINYAK DALAM NEGERI  
(dalam juta barel)

<u>Tipe</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>
Gas Pesawat Terbang	0,139	0,139	0,143	0,128	0,134	0,126
Bahan Bakar Jet	2,150	2,579	2,758	2,913	3,494	3,665
Bensin	0,496	0,661	0,706	0,710	0,728	0,618
Bensin Premium	12,787	14,284	15,606	17,356	19,608	21,294
Minyak Tanah	26,769	30,623	33,259	36,880	41,717	45,457
Solar Ringan	14,524	18,023	22,749	27,041	31,709	34,542
Solar Industri	4,022	4,673	5,429	6,239	6,744	7,333
Minyak Bahan Bakar	8,755	7,844	8,222	10,296	11,061	11,894
Jumlah	69,642	78,826	88,872	101,563	115,195	124,929

Sumber: DJK (6)

merupakan kurang dari dua persen dari keseluruhan energi dan pembangkitannya tumbuh lebih lambat dari pada laju pemakaian minyak dan gas. Batubara yang lebih mengalami penurunan yang terus menerus dalam produksinya sejak titik tertinggi produksinya lebih dari tiga puluh tahun yang lalu, menyediakan kurang dari 1 persen dari seluruh energi sekarang ini.

Penjualan hasil-hasil minyak telah meningkat sebesar 12,4 persen antara 1974 dan 1979.<sup>(6)</sup> Seperti tercantum dalam Tabel II - 6, produk yang paling cepat berkembang adalah minyak diesel ringan, yang sebagian besar dipakai untuk kendaraan dan untuk generator listrik perseorangan, yang meningkat rata-rata 18,9 persen per tahun. Bahan bakar lain yang dipakai untuk transportasi meningkat lebih lambat, bensin 10,7 persen per tahun dan bahan bakar jet 11,3 persen. Minyak tanah, yang terutama dipakai oleh rumah tangga tumbuh sebesar 11,2 persen dan diesel industri serta minyak bahan bakar masing-masing 12,9 persen dan 6,3 persen. Konsumsi minyak bahan bakar sekarang tumbuh lebih cepat karena pembangkit tenaga uap telah ditambahkan pada sistem pembangkit PLN.

Masalah sentral dalam kebijaksanaan energi Indonesia adalah penetapan harga produk minyak. Untuk mengurangi kemiskinan dan menekan inflasi telah diberikan subsidi-subsidi, yang mempunyai akibat menurunnya harga produk minyak, dalam nilai tetap, rata-rata sebesar 25 persen antara tahun 1973 dan 1979, dengan penurunan harga diesel otomotif dan minyak tanah masing-masing sebesar 32 dan 29 persen. Serangkaian kenaikan pada tahun 1980 agak me-

ngubah situasi ini. Harga-harga pada tahun ini disajikan dalam Tabel III - 7. Subsidi sekarang ini mencapai Rp 1,5 triliun (\$ 2,4 milyar), atau 71 persen dari seluruh subsidi yang diberikan pemerintah kepada produsen dan konsumen (bahan pangan seperti beras, jagung dan gula, serta pupuk menerima subsidi selebihnya). Namun, subsidi untuk minyak yang termasuk anggaran belanja jauh lebih kecil dari pada biaya ekonomi yang sebenarnya, yang besarnya sekitar \$ 3 milyar (3,5 persen dari PDB), dihitung berdasarkan perbedaan harga minyak antara harga internasional yaitu \$ 36 dengan harga dalam negeri yang rata-rata sebesar \$ 17. (7)

Konsumsi minyak tanah dan solar (otomotif dan industri) mencapai 61 persen dari seluruh kebutuhan bahan bakar cair pada tahun 1978 dan 66 persen pada tahun 1979. Produksi minyak tanah dan solar dari penyulingan dalam negeri maupun dari yang ada di Singapura yang memproses minyak mentah Indonesia tidak dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Sementara itu konsumsi produksi sulingan menengah yang relatif tinggi merupakan ciri kebutuhan bahan bakar-cair Indonesia dan hilang dirancang untuk menghasilkan produk tersebut secara maksimal, kekurangannya masih mencapai jumlah 19 persen pada tahun 1978 dan 16 persen pada tahun 1979. Kekurangan ini harus diimpor dengan harga pasaran dunia, yang menambah unsur biaya ekonomi yang sebenarnya dari subsidi itu pada subsidi anggaran belanja. Impor minyak tanah meningkat 26 persen pada tahun 1979, menjadi 5,5 juta barel, dan impor solar otomotif menurun 18 persen hingga 5,5 juta barel.

TABEL II - 7

HARGA DALAM NEGERI PRODUK MINYAK  
( Rp per liter )

	<u>1972</u>	<u>1976</u>	<u>1980</u>
Bensin (premium)	40	90	280
Minyak Tanah	10	18	37,5
Minyak solar ringan	14	25	52,5
Minyak solar industri	8,5	22	45
Minyak bakar	6,5	22	45

Nilai tukar dalam tahun 1980: sekitar Rp 625,-/US \$

Sumber: Bank Dunia (7)

## BAB II

Catatan dan Referensi

1. Bank Dunia: World Development Report, 1979  
Washington, D.C. (1979) dan statistik Bank Dunia yang diperbarui.
2. Jumlah angka-angka penduduk yang telah direvisi akan menghasilkan pertumbuhan GDP per Kapita rata-rata 5,1 persen dari tahun 1971 sampai 1979.  
Bank Dunia: World Tables (edisi kedua) 1980 dan statistik yang diperbarui.
3. Biro Pusat Statistik (BPS): Indikator Ekonomi  
(Januari 1981).
4. BPS : Statistik Indonesia 1978/1979.
5. Panitia Teknis Sumber Daya Energi, tabel yang tidak diterbitkan.
6. Direktorat Jenderal Ketenagaan (DJK) : tabel yang tidak diterbitkan (Februari 1981).
7. Bank Dunia (1981).

### III KONSUMSI ENERGI RUMAH TANGGA

#### A. PENDAHULUAN

Dalam bab ini kami akan dibuat ringkasan latar belakang, pendekatan dan hasil-hasil dari survai energi rumah tangga pedesaan. Hal-hal ini akan diuraikan secara terperinci dalam Lampiran D disertai dengan sebuah salinan dari daftar pertanyaan yang dipergunakan dalam survai tersebut.

Masalah konsumsi energi rumah tangga merupakan tema yang cukup penting dalam penentuan prioritas perencanaan energi di Indonesia, dua faktor harus dipertimbangkan untuk ini. Pertama sektor itu menerangkan kira-kira 65 persen dari seluruh konsumsi energi nasional, dan 25 persen seandainya hanya bahan bakar komersial saja yang dimasukkan dalam penghitungan. Memenuhi kebutuhan pokok dari 28 juta rumah tangga di Indonesia (81 persen darinya terdapat di daerah pedesaan) merupakan kepentingan nasional utama. Faktor kedua berhubungan dengan perlunya menemukan jawaban yang sesuai untuk mengatasi laju kenaikan konsumsi minyak dalam dasawarsa sebelumnya. Jadi, penggunaan yang ada sekarang di dalam konsumsi energi rumah tangga menunjukkan suatu perhatian jangka panjang terhadap kesejahteraan dan kebutuhan pokok, dan suatu kebutuhan jangka pendek untuk memeriksa kembali kebijaksanaan nasional sehubungan dengan konsumsi energi komersial disektor itu. Penanganan itu menunjukkan ketidaktentuan yang sangat besar dalam pengetahuan tentang pemakaian energi rumah tangga. Semen-

jak komposisi demografis Indonesia terutama berbentuk pedesaan, penekanan usaha Proyek Perencanaan Energi untuk Pembangunan diletakkan pada penentuan metode-metode survai yang cocok untuk mengumpulkan informasi di daerah pedesaan dan melaksanakan survai percobaan sebagai langkah pertama untuk menjembatani perbedaan dalam pengetahuan tentang tingkat dan komposisi dari permintaan bahan bakar pada rumah tangga di pedesaan.

Suatu survai percobaan telah dilaksanakan di delapan daerah di Jawa, Sumatera dan Sulawesi pada bulan Oktober dan Nopember dengan beberapa tujuan. Yang pertama dari tujuan ini adalah kebutuhan untuk memperoleh dasar data minimal untuk analisa kebijaksanaan. Dengan adanya tujuan tersebut, survai diarahkan dalam pengumpulan data untuk menyusun suatu gambaran tentang pemakaian energi rumah tangga, untuk masing-masing tiga kelompok penghasil rumah tangga.

Data permulaan dari survai lapangan ini dimaksudkan akan digabungkan dengan data kedua tentang kandungan energi dari jenis kayu bakar, dan tentang ketepatangunaan yang relatif dari konversi energi. Hal ini memungkinkan suatu pengujian senario pilihan untuk masa depan di mana dapat diselidiki akibat-akibat yang mungkin dari perubahan penghasilan, penggantian bahan bakar atau perubahan dalam teknologi oleh para pembuat kebijaksanaan.

Dengan keadaan demografis, ekonomi dan fisik Indonesia yang beraneka ragam ini, ruang lingkup dari seluruh kegiatan proyek hanya memungkinkan satu usaha percobaan saja. Dengan adanya keterbatasan ini, survai juga mempunyai tujuan penting kedua yaitu memberikan sumbangan yang praktis

terhadap pengembangan kemampuan lokal untuk merencanakan dan mengawasi pengumpulan data semacam itu serta melakukan analisa. Proyek ini direncanakan mula-mula sebagai suatu usaha kerja-sama dengan mengikut-sertakan partisipasi aktif beberapa kelompok kerja dari universitas, untuk memperluas jangkauan pengalaman dan kesiapsediaan tentang masalah energi pedesaan, serta memperluas jangkauan ke - ahlian yang cukup besar mengenai masalah tersebut diantara lembaga-lembaga di luar Departemen Pertambangan dan Energi. Semua usaha di masa mendatang untuk memperluas ruang lingkup pengumpulan data sampai ketinggian nasional akan membutuhkan sumber tenaga manusia dan dukungan dari lembaga-lembaga. Survei percobaan ini juga memberikan kesempatan penting untuk mengembangkan peralatan dan penggunaan metodologi penyelidikan yang sesuai di masa mendatang dalam bentuk sampel nasional yang memadai. Walaupun sejumlah survei regional berskala kecil telah diadakan dalam waktu sepuluh tahun belakangan untuk memeriksa pola-pola konsumsi energi pedesaan, tetapi belum terdapat usaha untuk merumuskan perencanaan yang sesuai untuk dasar data energi pedesaan nasional. Sementara staf proyek dari Amerika Serikat mengembangkan daftar pertanyaan pendahuluan berdasarkan pada survei-survei sebelumnya di negara lain, perencanaan terakhir merupakan hasil dari usaha bersama dipihak kelompok proyek Amerika Serikat, kelompok penasihat yang terdiri dari ahli-ahli Indonesia dan staf dari DJK. Dalam menyempurnakan daftar pertanyaan, beberapa percobaan pendahuluan dilaksanakan di berbagai daerah.

Semua tahap latihan persiapan dan pekerjaan lapangan dilaksanakan di bawah pengawasan staf DJK, yang bekerja sama dengan pimpinan universitas. Analisa data (termasuk pembuatan tabel) juga merupakan hasil usaha bersama. Pada tahap pertama, pengurangan data (untuk mengurangi biaya pemrosesan) dan analisa pendahuluan dari hasil setempat (misalnya universitas) dilaksanakan oleh universitas tersebut. Selama tahap kedua, setelah pembahasan hasil-hasil dan pengalaman lapangan di lokakarya khusus selama seminggu, usaha penganalisaan data secara terpusat dilakukan di bawah pengawasan DJK. Kelompok universitas membantu tahap akhir tentang analisa data.

Dalam bagian lain mengenai konsumsi energi pedesaan, setelah memeriksa kembali secara singkat informasi yang ada, kami akan menyajikan suatu pandangan dari metodologi dengan disertai suatu pembahasan tentang penemuan-penemuan pokok. Dalam bagian kesimpulan, diberikan rekomendasi mengenai langkah-langkah selanjutnya yang sesuai.

#### B. INFORMASI YANG ADA MENGENAI KONSUMSI ENERGI PEDESAAN

Sejak tahun 1971, ketika Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor (LPHH) menyelenggarakan survai terhadap 1250 rumah tangga di Jawa Timur (1), telah diadakan banyak kajian mengenai konsumsi energi rumah tangga pedesaan di Indonesia. Dari tinjauan mengenai pengkajian ini memungkinkan adanya penempatan survai yang sekarang ini pada perspektif yang sebenarnya. Maksud tujuan survai itu, walaupun sama dengan sejumlah tujuan survai yang lebih dulu dilaksanakan,

agaknya berbeda dengan usaha-usaha terdahulu. Penelitian kembali kajian-kajian ini menunjukkan bahwa informasi yang ada mengenai konsumsi rumah tangga pedesaan itu terbatas pada ruang lingkup regional, dan mengandung sangat banyak ketidak-tentuan.

Terdapat banyak perbedaan pendapat mengenai tingkat konsumsi energi di rumah tangga pedesaan baik secara keseluruhan ataupun per kapita, terutama dihubungkan dengan konsumsi bahan bakar biomasa tradisional (terutama kayu, limbah pertanian, dan sejumlah kecil batubara). Dalam hal bahan bakar komersial, terutama minyak tanah, perkiraan per kapita yang berasal dari informasi tentang penjualannya lebih dapat dipercaya, tapi ada variasi yang cukup besar dalam perkiraan yang dikembangkan berdasarkan data survai. Variasi yang besar dalam hasil-hasil itu ditunjukkan dalam Tabel III-1, yang menyebutkan perkiraan per kapita dari konsumsi energi bahan bakar biomasa, diambil dari sejumlah penelitian yang lebih penting belakangan ini.

Perkiraan di tingkat nasional cenderung berubah menuju jumlah yang relatif sempit yaitu 0,7 - 0,9 meter kubik setara kayu. Penggunaan metode yang tepat agar sampai pada kesimpulan tingkat sebesar itu tidaklah jelas. Kemungkinan, hasil dari berbagai macam penelitian lokal berskala kecil, yang dipusatkan sebagian besar di wilayah Pulau Jawa, digabungkan melalui suatu prosedur penentuan jumlah untuk sampai pada perkiraan nasional. Tetapi, seperti tertera dalam Tabel, tidak ada keseragaman diantara penelitian lokal itu. Hal ini juga terjadi bahkan ketika penelitian-penelitian itu dilaksanakan dalam jangka waktu

TABEL III-1

KONSUMSI ENERGI BIOMASA PER KAPITA DI PEDESAAN INDONESIA  
(meter kubik setara kayu per kapita setahun)

Lokasi	Tahun	Konsumsi (m <sup>3</sup> /kapita/tahun)	Sumber/kajian oleh
<u>Seluruh Indonesia</u>	1956	0,5	Survai Kelompok LPHH (1979)
	1970	0,7	Perkiraan FAO; T. Silitonga (1974)
	1975	0,9	Chandrasekharan (1977)
	1976	0,8	R. Atje (1979)
<u>Jawa</u>	1976	0,8	R. Atje (1979)
	1978	1,0	S. Hadi et al. (1979)
<u>Jawa Timur</u>	1971	0,5	Sumarna & Sudiono (1979)
	1978	1,3	S. Hadi et al. (1979)
<u>Jawa Tengah</u>			
Daerah aliran	1978	0,6	S. Hadi et al. (1979)
Sungai Solo	1969	0,7	LPHH (1969)
Sungai Solo	1975	0,4	Wiersum (1976)
Sungai Solo	1976	1.1	Wangsadijaya et al. (1979)
Daerah Wonogiri	1968	0,8-0,9	Direktorat penggunaan tanah (1969)
Daerah Wonogiri	1977	0,5	Yudidibroto (1978)
<u>Jawa Barat</u>			
Seluruh Propinsi	1977	2,1	H. Haeruman et al. (1977)
	1978	0,4	S. Hadi et al. (1979)
Sungai Citandui	1977	2,2	Nasendi (1978)
Sungai Cimanuk	1978	0,5-1,2	Dikutip oleh H. Haeruman et al. (1979)
Sungai Citarum (Seguling)	1979	2,5	Rusydi et al. (1979)
Daerah Sukabumi	1977	0,4	(dikutip oleh Wiersum, 1979)
Daerah Bogor (Babakan)	1977	0,4	Komarudin (1979)
Daerah Bandung (Salamungkal)	1979	1,0	O.S Abdullah (1977)
<u>Luar Jawa</u>	1976	1,0	E. Atje (1979)
<u>Bali</u>	1978	1,1	S. Hadi et al. (1979)

Sumber: H. Soesastro, Reference (2)

yang dekat satu sama lain, dan dalam wilayah geografis yang sama. Misalnya perkiraan untuk tahun 1975 dan 1976 di daerah aliran sungai Solo di Jawa Tengah, dan untuk Jawa Barat di tahun 1977 dan 1978. Kenyataannya, perbedaan-perbedaan di daerah Jawa Barat itu sangat besar, dengan angka-angka yang dibuat Haeruman menunjukkan suatu tingkat konsumsi lima kali lebih besar daripada yang diperkirakan oleh Hadi ( $2,1 \text{ m}^3$  vs  $0,4 \text{ m}^3$ ) (2). Karenanya, hanya sedikit kepercayaan yang bisa diberikan terhadap perkiraan nasional yang dinyatakan dalam Tabel itu.

Variasi besar ini mungkin timbul baik karena perbedaan dalam metode dan definisi maupun karena ketidak-tepatan yang tersembunyi dalam pengukuran lapangan konsumsi bahan bakar di daerah pedesaan. Ada perbedaan diantara penelitian-penelitian tentang apa yang dimaksudkan dalam definisi kayu bakar (beberapa definisi memasukkan limbah pertanian dan arang, sedang yang lain tidak). Siapa yang dimaksudkan dalam istilah "rumah tangga" dan apa yang disebut dengan "konsumsi rumah tangga" terhadap bahan bakar tersebut (misalnya, beberapa rumusan memasukkan industri rumah tangga, sementara yang lain membatasi diri, hanya pada pemakaian untuk memasak dan lampu saja).

Ciri kedua dari informasi tentang konsumsi energi pedesaan yang ada adalah tidak adanya pandangan kuantitatif dari kecenderungan arahnya dari waktu ke waktu. Ini hampir tidak begitu mengejutkan karena ketidakpastian dalam perkiraan untuk Indonesia secara keseluruhan pada jangka waktu tertentu. Memang kebanyakan survai lapangan

belum mengarahkan kegiatannya pada masalah perencanaan survai secara metodologik dalam menanggapi masalah kebijaksanaan pokok yang harus dihadapi oleh para pembuat keputusan selama jangka waktu perencanaan tertentu.

(Terus terang ini terutama merupakan masalah keterbatasan sumber-sumber fisik, dan keterbatasan perspektif hanya menempati urutan kedua). Bila perkiraan statistik mengenai konsumsi energi tidak begitu jelas, gambaran setelah waktunya berlalu karenanya akan lebih tidak jelas lagi.

Memang mungkin menemukan, misalnya, pandangan-pandangan alternatif mengenai pertumbuhan tahunan dari konsumsi bahan bakar secara keseluruhan dalam satu laporan (3). Dalam periode 1967 hingga 1976, pertumbuhan konsumsi kayu dalam suatu laporan pemerintah ada pada tingkat pertumbuhan majemuk tahunan sebesar 2,35 persen (4). Untuk waktu yang kira-kira sama, suatu badan pemerintah yang lebih belakangan menunjukkan bahwa konsumsi kayu meningkat sebesar 11,3 persen, dan lebih cepat dari pada pertumbuhan konsumsi minyak tanah akhir-akhir ini (5). Tidak perlu dikatakan, pendapat-pendapat berbeda secara drastis mengenai pentingnya bahan bakar secara relatif di Indonesia ini, menyebabkan tidak mungkinnya dibuat suatu perencanaan yang rasional dari kebijaksanaan nasional.

Umumnya, perkiraan pemakaian minyak tanah untuk rumah tangga, dan perkembangannya melewati jangka waktu tertentu lebih mudah diketahui secara tepat karena informasi penjualan di tingkat nasional dan regional itu tersedia.

Informasi ini menunjukkan untuk tahun 1978, suatu

tingkat sebesar 0,4 liter per rumah tangga per hari. Jumlah penjualan antara 1970 dan 1979 meningkat sebesar 10,4 persen setahun, jauh lebih cepat dari pada pertumbuhan penduduk dalam periode yang sama, dan hampir dua kali lebih cepat dari pertumbuhan PDB setahun dalam jangka waktu sama (kira-kira sebesar 5,6 persen).

Data survei menunjukkan konsumsi rumah tangga di daerah pedesaan jauh lebih tinggi daripada data yang diperoleh dari informasi penjualan. Dalam suatu penelitian lebih akhir berdasarkan survei yang dilaksanakan di Jawa Barat oleh CSIS (6), konsumsi rata-rata per rumah tangga, walaupun berbeda jumlah yang sangat besar, tergantung dari keadaan setempat, dan pendapatan rumah tangga, tercatat sebesar 1,7 liter per hari. Survei lain yang telah selesai lebih akhir lagi, dilaksanakan oleh Weatherly dan Arnold, juga menunjukkan konsumsi minyak tanah yang mencapai hampir tiga kali lipat dari rata-rata nasional (7).

Hal ini menunjukkan adanya variasi regional yang besar mengenai pentingnya minyak tanah sebagai bahan bakar rumah tangga. Dua perkiraan dinyatakan terakhir itu didasarkan pada pengukuran yang teliti selama lebih dari beberapa bulan. Walaupun kemungkinan terdapat variasi musiman yang mungkin menurunkan perkiraan tahunan tentang konsumsi minyak tanah yang tercatat, ada kemungkinan bahwa tingkat yang diamati itu menunjukkan konsumsi setempat yang jauh lebih tinggi dari pada yang ditunjukkan oleh tingkat konsumsi rata-rata nasional.

Data penjualan regional menunjukkan suatu analisa pendahuluan terhadap variasi-variasi ini. Pulau Jawa meng-

habiskan sekitar 75 persen dari seluruh minyak tanah yang dihabiskan di daerah pedesaan seluruh Indonesia. Tetapi variasi per kapita antara daerah-daerah itu hanya dapat dianalisa dari segi yang luas. Karena Jawa menghabiskan 75 persen dari penjualan minyak dan meliputi 65 persen dari seluruh penduduk, kebutuhan per kapitanya lebih tinggi dari pada di pulau-pulau lain. Tetapi alasan-alasan akan adanya variasi setempat ini, walaupun di Jawa, tidaklah jelas.

Pola variasi setempat mungkin banyak dipengaruhi oleh perbedaan penghasilan. Penelitian baru-baru ini diadakan terhadap konsumsi minyak tanah nasional, berdasarkan informasi penjualan yang telah lampau antara tahun 1970 dan 1979, menunjukkan bahwa lebih daripada sepuluh kenaikan sebesar 10,4 persen setahun itu disebabkan perubahan dari pendapatan per kapita. Perimbangan dari pertumbuhan cepat ini kemungkinan disebabkan oleh perubahan relatif harga minyak tanah pada saat itu. Dalam keadaan sebenarnya, hal ini menurun pada tingkat penurunan tahunan sebesar sekitar 7 persen tiap tahun (8). Walaupun demikian, tidak ada di tingkat kecamatan kepastian tentang hal yang menjelaskan sifat hubungan antara pendapatan rumah tangga dan konsumsi minyak tanah, selain informasi yang terkandung dalam informasi SUSENAS berdasarkan survai anggaran keuangan rumah tangga (9), yang menunjukkan perkiraan bahwa pendapatan per kapita dan pengeluaran untuk minyak tanah itu secara positif berhubungan. Karena konsumsi minyak tanah di Indonesia pada pokoknya merupakan fenomena pedesaan (10), ada kemungkinan bahwa pola dari variasi setempat berkaitan

erat dengan ciri-ciri dari kegiatan agronomi, dengan tersedianya bahan bakar lain, dan dengan pola alokasi pekerjaan dalam rumah tangga.

Walaupun suatu perkiraan mengenai konsumsi minyak tanah secara keseluruhan; kemungkinan dapat dibuat. Sampai pada tahap tertentu, dianalisa arah kemungkinannya dalam jangka waktu tertentu, hanya terdapat bukti yang jauh lebih sedikit tentang pemakaian minyak tanah di rumah tangga pedesaan, terutama bila dihubungkan dengan bahan bakar tradisional. Informasi yang tersedia memungkinkan adanya penilaian alternatif tentang pemakaian minyak tanah sebagai bahan bakar untuk memasak dan penerangan. Dari data survai, bagian dari keseluruhan penjualan minyak tanah yang dipakai untuk memasak dan untuk penerangan diperkirakan oleh Strout dalam perbandingan 40 : 60, sementara perkiraan S. Hadi untuk jangka waktu yang hampir sama menunjukkan perbandingan 80 : 20. Pendapat-pendapat yang tidak senada itu menyulitkan, bahkan tidak memungkinkan untuk mengevaluasi dampak dari kebijaksanaan nasional yang telah dipilih.

Misalnya, terdapat banyak bukti yang menunjukkan bahwa pertumbuhan konsumsi minyak tanah yang sangat cepat itu berkaitan dengan kebijaksanaan nasional tentang pemberian subsidi kepada konsumsi melalui harga produk minyak yang terkontrol, atas beban biaya ekonomi nasional yang besar (biaya langsung yang dibebankan pada keuangan negara diperkirakan mencapai 630 juta dolar, dengan biaya sebenarnya yang jauh lebih besar dibebankan pada perekonomian). Dapat dikatakan bahwa subsidi ini lebih menguntungkan

keluarga kaya daripada keluarga miskin. Data dari survai anggaran keuangan nasional yang dilaksanakan oleh SUSENAS menunjukkan bahwa pembelian minyak tanah hanya mengambil 6 persen dari anggaran rumah tangga yang miskin. Rumah tangga ini, yang merupakan 40 persen dari mereka yang termasuk urutan pendapatan rendah, jelas hanya menghabiskan 20 persen dari seluruh penjualan minyak.

Walaupun demikian, suatu gambaran nasional yang konsisten mengenai variasi setempat dalam pola yang terpadu tidak tersedia. Jika minyak tanah itu lebih penting sebagai bahan bakar memasak daripada sebagai bahan bakar untuk penerangan sebagaimana diperkirakan oleh Hadi, maka penghapusan subsidi minyak tanah tidak diragukan lagi akan memberikan akibat yang lebih serius daripada perkiraan pada umumnya. Namun, sebagaimana dengan bahan bakar biomasa, tidak mempunyai dasar untuk membuat perbandingan regional yang konsisten tentang konsumsi minyak tanah dalam kaitannya dengan bahan bakar rumah tangga lainnya.

### C. METODOLOGI SURVAI

#### Kerangka Analisa

Survai yang dirancang dan dilaksanakan dalam proyek ini mempunyai beberapa tujuan yang sama dengan penelitian sebelumnya. Kami mengarahkan perhatian pada konsumsi bahan bakar. Penelitian terdahulu, sebaiknya, menekankan pada akibat-akibat konsumsi yang berhubungan dengan kelangsungan persediaan, terutama mengenai kayu bakar. Hubungan timbal balik antara bahan bakar itu sebagian besar diabaikan, walaupun usaha-usaha yang dibuat oleh CSIS dan oleh Weatherly

dan Arnold yang telah disebut di depan dalam hal ini merupakan pengecualian.

Dalam menentukan metodologi yang sesuai, terdapat pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

- o mengembangkan suatu daftar pertanyaan sederhana dan efektif dalam biaya untuk diterapkan sebagai sampel nasional, yang memungkinkan adanya perbandingan regional yang konsisten.
- o mengembangkan suatu pendekatan analitis yang dapat menyoroti komposisi struktural dari permintaan yang berkaitan dengan penggunaan bahan bakar, pemakaian akhir, dan variasi penghasilan diantara rumah tangga, dan memungkinkan suatu simulasi dari dampak pertumbuhan pendapatan, perubahan teknologi dan pengganti bahan bakar di waktu mendatang.
- o menerapkan pendekatan sistem informasi di mana data tentang sektor pedesaan dilihat hanya sebagai satu komponen dari suatu kesatuan yang lebih besar mengenai data permintaan energi yang akan dikumpulkan dan dipelihara hingga waktunya berse-  
lang.

Pendekatan analisa yang dipilih mempergunakan modifikasi dari kerangka Sistem Energi Referensi (RES) yang sudah dipakai secara luas untuk menganalisa pilihan-pilihan energi nasional. Ciri pokok dari pendekatan RES adalah integrasi dari serangkaian permintaan energi yang diperkirakan, teknologi penggantian energi, alokasi energi

dan sumber-sumber energi ke dalam suatu negara penyediaan permintaan energi, pada tingkat sektoral, regional dan nasional. Mengenai sistem energi secara keseluruhan, pendekatan RES memerlukan keterangan mengenai ciri-ciri permintaan pada saat pemakaian akhir, dan efisiensi di mana setiap permintaan itu dapat dipenuhi oleh setiap bahan bakar.

Kategori data yang dapat dikumpulkan dalam survai ini dinyatakan dalam Tabel III-2. Daftar pertanyaan memusatkan tiga macam kategori informasi: (a) ciri-ciri rumah tangga dan informasi yang berhubungan dengan penghasilan, (b) konsumsi bahan bakar berdasarkan pada daya ingat para responden dan (c) informasi mengenai alat-alat yang mempergunakan energi.

Suatu persyaratan penting dari kerja lapangan itu meliputi pengukuran mengenai konsumsi bahan bakar tiap hari untuk memasak maupun untuk penerangan. Pengukuran itu dilakukan selama tiga hari berturut-turut di masing-masing rumah tangga agar dapat diperoleh suatu perkiraan konsumsi dalam jangka waktu lebih dari 48 jam.

#### Prosedur Pengukuran Lapangan

Selama percobaan pendahuluan dari daftar pertanyaan, diketahui dengan jelas bahwa sebanyak sepuluh bahan bakar disimpan sebagai cadangan (dalam jumlah kecil) di rumah untuk dipakai sebagai bahan bakar memasak. Kenyataan ini mempengaruhi pendekatan lapangan yang dipakai dalam survai sesungguhnya. Dengan adanya pembatasan yang disebabkan oleh skala percobaan dari penelitian dan waktu serta tenaga kerja yang tersedia untuk kerja lapangan, suatu pengukuran

TABEL III-2

## DATA POKOK YANG TERKUMPUL

I. CIRI-CIRI RUMAH TANGGA Informasi yang berhubungan dengan pendapatan	II. DATA BAHAN BAKAR (berdasarkan Ingatan)	III. UKURAN BAHAN BAKAR YANG DI-PAKAI MEMASAK DAN PENERANGAN
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ukuran keluarga dan Komposisi</li> <li>2. Jumlah orang yang makan di rumah</li> <li>3. Pendapatan keluarga dari:               <ul style="list-style-type: none"> <li>-upah (kontan)</li> <li>-upah dalam bentuk barang</li> <li>-pendapatan lain (kontan)</li> <li>-pendapatan lain (dalam bentuk barang)</li> </ul> </li> <li>4. Pemilikan tanah, Areal yang di tanami, Pemilikan ternak</li> <li>5. Kebutuhan transport menurut kebutuhan pokok</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jumlah bahan bakar yang dipakai &amp; tipe               <ul style="list-style-type: none"> <li>-bahan bakar yang dikumpulkan</li> <li>-bahan bakar yang dibeli</li> </ul> </li> <li>2. Pengumpulan bahan bakar               <ul style="list-style-type: none"> <li>-sumber-sumber</li> <li>-tenaga kerja yang diperlukan tiap minggu (dalam jumlah jam)</li> </ul> </li> <li>3. Harga-harga bahan bakar menurut tipenya</li> <li>4. Pemakaian listrik               <ul style="list-style-type: none"> <li>-sumber</li> <li>-bahan bakar yang dipakai untuk tenaga generator setempat</li> <li>-jumlah orang yang mempergunakan generator yang sama</li> </ul> </li> <li>5. Variasi musiman untuk setiap bahan bakar yang dipakai               <ul style="list-style-type: none"> <li>-perkiraan pemakaian per bulan dalam:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>-bulan-bulan pemakaian sedang</li> <li>-bulan-bulan pemakaian tinggi</li> </ul> </li> <li>-jumlah bulan pemakaian                   <ul style="list-style-type: none"> <li>-pemakaian tinggi</li> <li>-pemakaian sedang</li> </ul> </li> </ul> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bahan bakar untuk memasak               <ul style="list-style-type: none"> <li>Bahan bakar padat</li> <li>-jumlah yang dipakai dihitung, hari 1, hari 2.</li> <li>Bahan bakar lain</li> <li>-jumlah yang dipakai dalam liter, hari 1, hari 2.</li> <li>Jumlah orang yang diberi makan</li> <li>-hari 1, hari 2.</li> </ul> </li> <li>2. Penerangan (minyak tanah)               <ul style="list-style-type: none"> <li>-jumlah yang dipakai hari 1, hari 2.</li> </ul> </li> </ol>

TABEL III-2  
(lanjutan)

IV DATA PERALATAN dari pengamatan langsung & ingatan, menurut tipe peralatan (memasak, penerangan & peralatan)	V CIRI-CIRI LOKAL TENTANG PEMAKAIAN BAHAN BAKAR (data tingkat desa dari pengamatan dan wawancara)	VI DATA SEKUNDER DARI SUMBER-SUMBER YANG DI TERBITKAN ATAU WAWANCARA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jumlah yang dimiliki</li> <li>- Ciri-ciri ukuran jika bisa diterapkan</li> <li>- Tingkat konsumsi penuh jika, bisa diterapkan atau jika tersedia</li> <li>- Konsumsi bahan bakar mingguan jika bisa diterapkan</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Harga Bahan Bakar               <ul style="list-style-type: none"> <li>-minyak tanah</li> <li>-kayu</li> <li>-arang</li> </ul> </li> <li>2. Gedung-gedung besar yang mempergunakan energi               <ul style="list-style-type: none"> <li>-sekolah, gereja, dsb.</li> <li>-gedung-gedung komersial</li> <li>-tipe bahan bakar yang dipakai pada pemakaian akhir</li> </ul> </li> <li>3. Masalah penyediaan Bahan Bakar               <ul style="list-style-type: none"> <li>-sumber-sumber bahan bakar yang dibeli</li> <li>-ekspor bahan bakar</li> <li>-pemakaian limbah pertanian untuk maksud-maksud selain sebagai bahan bakar</li> <li>-kekurangan, jika ada</li> <li>-penggundulan hutan</li> </ul> </li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Kandungan bahan bakar dari jenis-jenis kayu, limbah pertanian menurut beratnya</li> <li>-efisiensi perubahan peralatan</li> <li>-ciri-ciri agro ekonomi (menurut pekerjaan &amp; ciri-ciri pertanian daerah, kebutuhan air</li> </ul>

yang luas, dari seluruh bahan bakar untuk memasak terpaksa harus dikesampingkan. Sebagai penggantinya, rumah tangga-rumah tangga tersebut diminta untuk memilih terlebih dahulu bahan bakar tertentu yang dipakai selama jangka waktu pengukuran, berdasarkan selera rumah tangga dan keadaan persediaannya.

Suatu cadangan bahan bakar yang dipilih, diukur oleh regu pewawancara, cukup untuk memenuhi kebutuhan memasak sepanjang hari. Tingkat konsumsi bahan bakar untuk memasak setiap harinya diperhitungkan pada akhir setiap jangka waktu 24 jam dengan cara mencatat perubahan dalam cadangan. (Rumah tangga tersebut diharapkan untuk mencatat perubahan dalam cadangan yang disebabkan oleh pengumpulan atau pembelian selama masa pengukuran untuk memungkinkan perkiraan kebutuhan secara tepat.

Konsumsi minyak tanah diukur dengan cara serupa yaitu dengan mengukur cadangan minyak tanah yang ada, termasuk minyak tanah yang sudah dibisikan ke dalam kompor dan lampu, pada permulaan setiap jangka waktu 24 jam.

### Sampel

Contoh dari rumah tangga itu diambil secara acak dari blok-blok sensus pedesaan dimasing-masing kabupaten yang berdekatan dengan lokasi universitas. Daftar tersebut diperoleh dari BPS. Sampel penelitian sekarang ini merupakan sebuah sub sampel dari survai nasional SUGENAS yang dilaksanakan dalam bulan Januari 1980. Prosedur pengambilan sampel ini dipengaruhi oleh perlunya membatasi pekerjaan lapangan hingga satu buku saja, di daerah-daerah yang di-

tentukan oleh pertimbangan mana yang lebih mudah dilakukan. Seratus rumah tangga dipilih secara acak pada tiap-tiap delapan wilayah yang berdekatan dengan lokasi universitas. Oleh karena itu, sampel nasional terdiri dari pemilihan pertama sebanyak 800 rumah tangga. Sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel III-3, suatu penelitian kembali terdahulu mengenai jawaban-jawaban dari daftar pertanyaan menunjukkan berkurangnya jumlah rumah tangga menjadi 783 (penjelasan lebih jauh mengenai prosedur pemilihan sampel dapat ditemukan dalam Lembaran D). Prosedur ini mempunyai keuntungan yaitu menghapuskan tugas berat dalam mengumpulkan kerangka sampel. Disamping itu, hal ini memungkinkan dibuatnya suatu perbandingan di masa mendatang dan pemeriksaan silang dari data yang dikumpulkan dalam survei BPS. Hal ini akan penting dalam memperbaiki perkiraan tentang pendapatan rumah tangga, di mana dalam perencanaan survei sekarang ini didasarkan pada suatu pendekatan sederhana dengan mempergunakan daya ingatan responden dan struktur pekerjaan yang dilaporkan.

Setiap kategori data yang dikumpulkan berguna terutama dalam penganalisaan:

(a) Data Mengenai Ciri-Ciri Rumah Tangga: Maksud utama dari informasi mengenai ciri-ciri rumah tangga dan ciri-ciri yang berhubungan dengan penghasilan dari rumah tangga adalah untuk memungkinkan dibuatnya perbandingan pola-pola konsumsi energi diantara rumah tangga pada tingkat kesejahteraan ekonomi yang berbeda-beda dan untuk menguji perbedaan-perbedaan ini menurut penggunaan utama

TABEL III-3

DISTRIBUSI REGIONAL SAMPEL RUMAH TANGGA  
MENURUT LOKASINYA

UNIVERSITAS	LOKASI	JUMLAH RUMAH TANGGA YANG DISURVAI
Universitas Sumatra Utara Medan (USU)	Sumatra Utara	106
Lembaga Penelitian Hasil Hutan (LPHH) Bogor	Jawa Barat	99
Institut Teknologi Bandung (ITB) Bandung	Jawa Barat	102
Institut Pertanian Bogor (IPB) Bogor	Jawa Barat	98
Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang	Jawa Tengah	91
Universitas Gajah Mada (GAMA) Jogjakarta	Jawa Tengah	99
Institut Teknologi Surabaya (ITS) Surabaya	Jawa Timur	90
Universitas Hasanuddin (UNHAS) Ujung Pandang	Sulawesi Selatan	98
Jumlah total Rumah Tangga		783

dari bahan bakar.

(b) Data Konsumsi Bahan Bakar: Berdasarkan ingatan para responden, daftar pertanyaan mencari informasi mengenai macam dan jumlah dari berbagai pemakaian bahan bakar. Yang terutama penting adalah informasi tentang cara mengumpulkan bahan bakar tradisional, serta sumber-sumbernya. Informasi ini dipakai sebagai suatu pengecekan silang pada pengukuran lapangan, dan dipakai untuk menghubungkan tingkat konsumsi bahan bakar yang diamati dengan ciri-ciri khusus dari penyediaan bahan bakar setempat. Informasi mengenai variasi musiman diperlukan untuk maksud-maksud penghitungan tingkat konsumsi bahan bakar tahunan dari pengamatan selama pengukuran lapangan.

(c) Data Mengenai Alat-Alat yang Mempergunakan Energi: Informasi ini diperlukan terutama untuk menentukan tingkat konsumsi listrik, berdasarkan jumlah dan kemampuan dari alat-alat yang ada di dalam rumah tangga. Dalam hal bahan bakar lain, perkiraan yang diberikan oleh responden tentang pemakaiannya setiap minggu dapat dipakai sebagai pengecekan silang dari pengukuran lapangan. Akhirnya, informasi yang dikumpulkan mengenai alat-alat yang dipakai juga penting dalam memperkirakan akibat-akibat yang mungkin disebabkan adanya perubahan teknologi atau penerapan pemanfaatan.

(d) Ciri-Ciri Lokal Pemakaian Bahan Bakar dan Data Sekunder untuk Penganalisaan:

Setiap kelompok universitas diminta mengumpulkan latar belakang kegiatan ekonomi yang memakai energi di tingkat masyarakat. Juga dimasukkan data mengenai jenis-jenis kayu

setempat, dan keadaan persediaannya. Informasi ini digabungkan dengan data lain dari berbagai sumber yang diterbitkan untuk mengubah jumlah fisik bahan bakar menjadi unit energi.

#### D. HASIL-HASIL

Kebutuhan Bahan Bakar: Pola konsumsi bahan bakar untuk pemakaian dalam negeri rata-rata rumah tangga yang diambil sebagai sampel dapat dilihat dalam Tabel III-4 menurut jenis bahan bakar dan pemakaian akhirnya. Rata-rata, diantara seluruh wilayah yang diselidiki konsumsi tahunan bahan bakar untuk memasak dan penerangan mencapai jumlah 6,99 boe per rumah tangga. Ini sama dengan konsumsi per kapita sebesar 1,33 boe setahun.

Kayu untuk memasak merupakan komponen pokok konsumsi energi dalam negeri yang merupakan 70 persen dari jumlah total. Tingkat konsumsi per kapita setiap tahun yang sebesar 0,93 boe itu sama dengan kira-kira 0,88 kg sehari per kapita.

Konsumsi minyak tanah sebesar 0,40 boe per kapita per tahun itu sama dengan kira-kira 0,2 liter per kapita per hari. Minyak tanah pada pokoknya merupakan bahan bakar untuk penerangan, mencapai 16,3 persen dari seluruh kebutuhan energi. Pemakaian minyak tanah untuk memasak adalah 14 persen dari konsumsi tahunan.

Kebutuhan Energi Dasar: Terdapat perbedaan mengenai efisiensi relatif yang dipakai untuk mengubah bahan bakar menjadi cahaya atau menjadi panas yang secara efektif sampai ke tungku pemasak. Perbedaan ini

TABEL III - 4

KEBUTUHAN BAHAN BAKAR TAHUNAN  
(Setara Minyak dalam Barel)  
(Rata-Rata untuk semua daerah - 783 rumah-tangga)

<u>Bahan Bakar/ Pemakaian Akhir</u>	<u>Per Rumah-Tangga</u>	<u>Per Kapita</u>
Kayu dan Limbah Pertanian untuk Memasak	4,92	0,93
Minyak Tanah untuk Memasak	0,93	0,18
Penerangan	1,14	0,22
Jumlah Minyak Tanah	2,07	0,40
Kebutuhan Bahan Bakar Tahunan	6,99	1,33

TABEL III - 5

KEBUTUHAN ENERGI DASAR TAHUNAN PER KAPITA  
(Setara Minyak dan Pembagiannya dalam Barel)

<u>Bahan Bakar/ Pemakaian Akhir</u>	<u>Kebutuhan Energi Dasar</u>	<u>Pembagian (%)</u>
Kayu dan Limbah Pertanian untuk Memasak	0,06	35,5
Minyak Tanah untuk Memasak	0,07	41,2
Penerangan	0,04	23,5
Jumlah Minyak Tanah	0,11	64,7
Jumlah Kebutuhan Energi Dasar Tahunan	0,17	100

terpancar dalam perhitungan kebutuhan energi dasar yang terdapat pada Tabel III-5. Dengan dasar per kapita energi yang terpakai dibutuhkan sebesar 0,17 boe setahun. Kami telah memperkirakan efisiensi relatif berikut ini dalam penggunaan bahan bakar:

<u>Penerangan</u>	minyak tanah	0,18
<u>Memasak</u>		
	Kayu dan limbah pertanian:	0,06
	Minyak tanah:	0,40

Ditinjau dari perspektif andilnya keseluruhan kebutuhan energi dasar, minyak tanah, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel III-5, terlihat sebagai bahan bakar utama, bahannya sebesar 65 persen yang merupakan lebih dari satu setengah kali andil kayu bakar (35 persen). Alasannya jelas disebabkan lebih tingginya efisiensi pemakaian minyak tanah sebagai bahan bakar untuk penerangan maupun untuk memasak.

Permintaan akan Sumber: Terdapat kehilangan efisiensi dalam proses penyulingan, pengubahan dan cara penyampaian bahan bakar kepada para konsumen. Dengan asumsi bahwa efisiensi keseluruhan penyulingan dan penyampaian minyak adalah 0,88 dari produksi minyak tanah. Jumlah total permintaan akan sumber adalah 1,39 boe per kapita. Ini ditunjukkan dalam Tabel III-6. (Diperkirakan tidak ada kehilangan dalam pengubahan penyediaan kayu bakar dan limbah pertanian)

Variasi Penghasilan dalam Kebutuhan Bahan Bakar:  
Untuk menyelidiki variasi konsumsi energi diantara kelompok penghasilan yang berbeda-beda, 783 rumah tangga

yang diambil sebagai sampel dibagi menjadi tiga kelompok penghasilan besar. Seperti terlihat pada Tabel III-7, rumah tangga berpenghasilan tinggi cenderung menghabiskan bahan bakar sedikit lebih banyak daripada rumah tangga berpenghasilan menengah atau rendah (8,4 boe dibandingkan dengan 7,3 dan 7,4 boe untuk rumah tangga berpenghasilan menengah dan rendah). Suatu perbandingan tingkat konsumsi per kapita diantara kelompok penghasilan yang berbeda-beda itu menunjukkan konsumsi yang lebih rendah pada rumah tangga yang berpenghasilan tinggi daripada yang berpenghasilan rendah. Perbedaan nyata ini dapat diterangkan sebagiannya adalah karena lebih besarnya ukuran rumah tangga berpenghasilan tinggi, dan sebagiannya karena kecenderungan yang nyata untuk mengganti kayu dengan minyak tanah guna memenuhi kebutuhan untuk memasak sejalan dengan meningkatnya penghasilan.

Ini tercermin dalam kenaikan konsumsi minyak tanah yang meningkat dengan tajam bilamana penghasilan tinggi cenderung menghabiskan minyak tanah lima kali lebih besar daripada rata-rata rumah tangga berpenghasilan rendah. Demikian pula perbandingan dengan menurunnya konsumsi kayu.

Perbedaan lebih jelas mengenai perbedaan rumah tangga tersebut dalam kebutuhan bahan bakar tertentu tampak dalam penjelasan yang terlihat dalam Tabel III-8. Di sini kepentingan bahan bakar yang relatif sesuai dengan pemakaiannya ditunjukkan menurut masing-masing kelompok penghasilan. Untuk memasak masih tetap merupakan aktifitas paling dominan dalam pemakaian bahan bakar diantara semua kelompok

TABEL III - 6

## PERMINTAAN TAHUNAN AKAN SUMBER DAYA PER KAPITA (BOE)

<u>Bahan Bakar/ Pemakaian Akhir</u>	<u>Permintaan Sumber</u>	<u>Efisiensi Perkiraan dari Perubahan dan Distribusi Sumber</u>
Kayu dan Limbah untuk Memasak	0,93	1,00
Minyak Tanah untuk Memasak	0,21	0,88
Penerangan	<u>0,25</u>	<u>0,88</u>
Jumlah Minyak Tanah	0,46	0,88
Permintaan Sumber Tahunan	1,39	

TABEL III - 7

KEBUTUHAN BAHAN BAKAR TAHUNAN (BOE)  
MENURUT KELOMPOK PENGHASILAN

Bahan Bakar / Pemakaian Akhir	Penghasilan Rendah (Rp. 228.000,-)		Penghasilan Menengah (Rp 228.000,- 480.000,-)		Penghasilan Tinggi (Rp 480.000 +)	
	Per Rumah	Per Kapita	Per Rumah	Per Kapita	Per Rumah	Per Kapita
Kayu untuk Memasak	6,12	1,43	5,69	1,12	5,41	0,92
Minyak Tanah untuk						
Memasak	0,28	0,07	0,93	0,18	1,41	0,24
Penerangan	0,91	0,21	1,21	0,24	1,54	0,26
Jumlah Minyak Tanah	1,19	0,28	2,14	,042	2,95	0,50
Jumlah Kebutuhan Bahan Bakar Tahunan	7,37	1,71	7,83	1,54	8,36	1,42

penghasilan. Kegunaan kayu dalam seluruh pemakaian menurun antara 83 persen untuk kelompok berpenghasilan rendah hingga kira-kira 65 persen untuk kelompok berpenghasilan tinggi. Terdapat kenaikan serupa sebesar empat kali lipat di dalam kegunaan minyak tanah sebagai bahan bakar untuk memasak. Minyak tanah sebagai bahan bakar untuk penerangan juga meningkat pentingnya sejalan dengan meningkatnya penghasilan, tetapi kenaikannya tidaklah begitu tajam (jumlah bagiannya dari keseluruhan meningkat dari 12 persen hingga 18 persen).

Variasi Penghasilan dalam Kebutuhan Energi Dasar:

Perbedaan jumlah pemakaian energi yang dibutuhkan diantara kelompok penghasilan yang berbeda beda mempunyai implikasi kebijaksanaan yang penting. Perbedaan yang terlihat dalam Tabel III-9 menunjukkan arah kebutuhan energi dasar yang berbeda dari arah konsumsi bahan bakar (terlihat pada Tabel III-8). Walaupun konsumsi bahan bakar per kapita menurun bersamaan dengan meningkatnya penghasilan, konsumsi energi yang dapat dipakai semakin meningkat. Hasil yang bukannya tidak diharapkan ini disebabkan oleh relatif tingginya efisiensi pemakaian minyak tanah, sebagaimana telah kita ketahui, memainkan peranan lebih penting dalam pola konsumsi di rumah tangga berpenghasilan lebih tinggi.

Untuk maksud-maksud perkiraan, perbedaan dalam konsumsi energi ini mengandung pengertian bahwa suatu kenaikan kebutuhan energi dasar sebesar 10 persen pada rumah tangga berpenghasilan tinggi memerlukan minyak

hampir dua kali lipat yang diperlukan untuk kenaikan tingkat konsumsi serupa diantara rumah tangga yang ber-penghasilan rendah (suatu kenaikan permintaan energi dasar sebesar 10 persen menghasilkan kira-kira 0,05 boe per kapita tambahan kebutuhan sumber minyak untuk rumah tangga berpenghasilan rendah dibandingkan dengan 0,06 untuk rumah tangga berpenghasilan tinggi).

Pemakaian Listrik: Konsumsi listrik di daerah - daerah yang tercakup dalam survei ini terbatas oleh sedikitnya jumlah desa yang mendapat aliran listrik. Kecuali Sulawesi Selatan dan Bandung, kurang dari 30 persen desa-desa di setiap wilayah yang mendapat listrik. Proporsi rumah tangga menurut laporan mempergunakan listrik dalam berbagai bentuk menjadi sangat kecil yaitu 8 persen, yang sebagian besar merupakan kelompok ber - penghasilan tinggi. Perkiraan pendahuluan mengenai kon - sumsi listrik di setiap kelompok penghasilan menunjukkan tingkat konsumsi tahunan per kapita di bawah tingkat 1 kilowatt-jam. Rata-rata pemakaian listrik di rumah tangga masing-masing kelompok penghasilan ditunjukkan dalam Tabel III-10. Kami tidak memasukkan pemakaian listrik ke dalam perkiraan konsumsi bahan bakar yang di - buat terdahulu dengan alasan bahwa suatu analisa lengkap dari data yang terkumpul tentang sumber-sumber listrik bagaimanapun juga harus dilengkapi. Namun, tidaklah salah berasumsi bahwa dengan dimasukkannya pemakaian listrik sentral dalam sampel sekarang ini tidak akan secara menyolok mengubah susunan relatif tentang kebutuhan

TABEL III - 8

SUSUNAN KEBUTUHAN BAHAN BAKAR TAHUNAN  
MENURUT KELOMPOK PENGHASILAN (%)

<u>Bahan Bakar/ Pemakaian Akhir</u>	<u>Penghasilan Rendah</u>	<u>Penghasilan Menengah</u>	<u>Penghasilan Tinggi</u>
Kayu untuk memasak	83	72,7	64,4
Minyak Tanah untuk			
Memasak	3,8	11,9	16,9
Penerangan	12,3	15,4	18,4
(Jumlah Minyak Tanah)	(16,1)	(27,3)	(35,3)
	100	100	100

TABEL III - 9

KEBUTUHAN ENERGI DASAR TAHUNAN PER KAPITA  
MENURUT KELOMPOK PENGHASILAN (BOE)

<u>Bahan Bakar/ Pemakaian Akhir</u>	<u>Penghasilan Rendah</u>	<u>Penghasilan Menengah</u>	<u>Penghasilan Tinggi</u>
Kayu untuk Memasak	0,09	0,07	0,06
Minyak Tanah untuk			
Memasak	0,03	0,07	0,10
Penerangan	0,04	0,04	0,05
Jumlah Minyak Tanah	0,07	0,11	0,15
Jumlah Kebutuhan Energi Dasar Tahunan	0,16	0,18	0,21

bahan bakar diantara kelompok-kelompok penghasil, karena pemakaiannya yang jarang.

Harga-harga: Pembelian kayu bakar dan bahan bakar biomasa lain hanya sedikit sekali perbandingan yang dilaporkan dari seluruh rumah tangga yang disurvei. Hanya sedikit bukti tentang adanya perdagangan bahan bakar ini secara besar-besaran, walaupun beberapa rumah tangga melaporkan tersedianya kayu di pasaran setempat. Pada pokoknya, kayu masih merupakan bahan bakar non-komersial yang dikumpulkan oleh anggota keluarga yang rata-rata menghabiskan kurang dari empat jam setiap minggu untuk mengumpulkan kayu dari kebun, ladang dan hutan di dekat daerah mereka. Harga-harga, seperti dilaporkan oleh rumah tangga (dan dipastikan oleh wawancara tidak resmi yang dilakukan di setiap lokasi oleh regu survei), menunjukkan variasi cukup besar antara daerah-daerah tersebut, dan bahkan di dalam satu daerah sendiri, seperti terlihat pada Tabel III-11.

Sementara perdagangan kayu bakar untuk pemakaian rumah tangga tidak banyak dilaporkan, sedang pemakaian kayu untuk industri pedesaan dilaporkan terdapat pada industri-industri seperti pembuatan genteng dan batu-bata, pengolahan makanan (seperti pembuatan keripik singkong) dan usaha-usaha makanan matang. Harga-harga yang dilaporkan dalam bidang kegiatan ini berkisar mendekati Rp 6,- hingga Rp 12,- per kilogram.

Harga minyak tanah seperti terlihat dalam Tabel III-11 juga menunjukkan variasi diantara daerah-daerah

TABEL III - 10

## PEMAKAIAN LISTRIK - PERKIRAAN-PERKIRAAN PENDAHULUAN

Kelompok Penghasilan	Jumlah Rumah- Tangga yang Berlistrik	Prosentase dari Semua Rumah-Tangga	Konsumsi Tahunan Per Kapita	
			<u>KWH</u>	<u>BOE</u>
Rendah	6	2%	0,18	0,11
Menengah	12	4%	0,21	0,13
Tinggi	47		0,82	0,50
Semua Rumah-Tangga	65	8%	0,42	0,26

yang disurvei. Laporan tentang harga tertinggi terdapat di Sulawesi Selatan dan Jawa Tengah (Rp 76,- per liter). Untuk menguji relatif pentingnya penghasilan dan harga dalam menerangkan variasi konsumsi minyak tanah yang diamati, suatu perkiraan pendahuluan ekonometrik dari elastisitas penghasilan dan harga telah dibuat, dengan mengamati tingkat konsumsi minyak tanah, penghasilan rumah tangga dan harga yang dibayar sebagaimana dilaporkan oleh setiap rumah tangga. Elastisitas penghasilan sebesar 0,40 dan elastisitas harga sebesar 0,45 nampaknya tak dapat dipercaya secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa masih ada kesempatan cukup besar untuk memperbaiki kebenaran informasi yang terkumpul mengenai penghasilan maupun harga-harga.

Perbandingan Hasil-Hasil: Tingkat konsumsi bahan bakar per tahun yang diperkirakan dari data survei itu didasarkan pada prosedur penyesuaian yang diperkirakan untuk memperhitungkan variasi musiman dalam setahun. Akibat dari variasi musiman itu adalah untuk meningkatkan sedikit konsumsi minyak tanah maupun kayu setiap harinya.

Tingkat konsumsi minyak tanah yang diperkirakan (rata-rata untuk seluruh rumah tangga setelah disesuaikan dengan variasi musiman) adalah 0,9 liter per rumah tangga sehari. Hal ini jauh lebih kecil dari survei rumah tangga pedesaan yang diselenggarakan oleh C.S.I.S. baru-baru ini, di mana konsumsi rata-rata diperkirakan sebesar 1,7 liter per rumah tangga (6). Namun ini jauh lebih mendekati tingkat konsumsi minyak tanah yang dinyatakan dalam data penjualan nasional yang menunjukkan rata-rata konsumsi rumah tangga pedesaan sebesar

TABEL III - 11

RATA-RATA HARGA BAHAN BAKAR (Rp. per Kg dan Rp. per Liter)

<u>Daerah</u>	<u>Kayu</u>	<u>Minyak Tanah</u>
Sumatera Utara	13,6	57,8
Jawa Barat	6,1	56,9
	15,7	62,3
	16,3	48,2
Jawa Tengah	18,0	57,2
	-	76,1
	15,2	59,4
Jawa Tengah	11,7	56,8
	10,7	59,8
	10,0	69,9
	9,5	53,5
Jawa Timur	13,1	64,3
	-	53,3
Sulawesi Selatan	32,3	69,2
	16,0	75,9

0,6 - 0,7 liter per rumah tangga setiap hari. Ini juga hampir sama dengan perkiraan yang dibuat oleh Weatherly dan Arnold. Dengan menjumlahkan hasil-hasilnya untuk Jawa-Tengah, Sulawesi Selatan dan Lombok, dan dengan menyesuaikan untuk maksud-maksud perbandingan, konsumsi minyak tanah (di semua rumah tangga yang mereka selidiki yang sebanyak 164 itu) rata-rata mencapai 0,81 liter per rumah tangga setiap hari.

Ada kecenderungan cukup besar bahwa sebagian besar hasil survai menunjukkan tingkat konsumsi minyak tanah pedesaan yang jauh lebih tinggi daripada tingkat yang diperoleh dari data penjualan minyak tanah. Hasil-hasil survai sekarang ini mempunyai kesamaan dengan studi lain yang baru dilaksanakan, walaupun perbedaannya lebih sempit. Namun untuk maksud perencanaan energi nasional, dianjurkan memeriksa perbedaan-perbedaan ini lebih seksama. Hasil survai seringkali berubah karena komposisi setempat. Kajian sekarang ini juga tak terkecuali. Bahkan diantara wilayah-wilayah yang tercakup dalam kajian ini tercatat adanya variasi setempat yang cukup menyolok baik dalam komposisi kebutuhan bahan bakar maupun dalam tingkat konsumsi yang dicatat untuk setiap bahan bakar. Dalam hal minyak tanah, misalnya, berkisar antara 0,51 yang terendah (Jawa Tengah) hingga 1,1 yang tertinggi untuk setiap rumah tangga (Jawa Barat - Bogor). Juga terdapat perbedaan-perbedaan di dalam wilayah sendiri yang cukup tajam dalam tingkat konsumsi. (Di sub wilayah yang berdekatan di Jawa Barat perbedaan konsumsi minyak tanah ini mencapai 60 persen). Hanya sampel yang lebih besar

dan lebih menunjukkan keadaan regional, dapat menjelaskan variasi setempat untuk menghasilkan perkiraan kebutuhan bahan bakar yang lebih dapat diandalkan.

Survai yang dilakukan C.S.I.S. dan Weatherly dan Arnold baru-baru ini menunjukkan juga adanya variasi tingkat konsumsi kayu. Ini juga diperkuat oleh hasil-hasil kajian sekarang ini. Rata-rata konsumsi kayu untuk rumah tangga dalam kajian sekarang ini berkisar antara yang terendah kira-kira 4 kilogram (Jawa Timur) hingga yang tertinggi 8,5 kilogram (Jawa Tengah) sehari. Kajian C.S.I.S. mencatat tingkat konsumsi di Jawa Barat berkisar antara 0,1 hingga 41,1 kilogram per hari. Weatherly dan Arnold melaporkan bahwa di wilayah-wilayah di Jawa Tengah, Sulawesi Selatan dan Lombok Timur, tingkat konsumsi berkisar kira-kira 6,3 hingga 8,2 kilogram per hari. Rata-rata tingkat konsumsi kayu dalam kajian sekarang ini (untuk semua rumah tangga dan semua wilayah), yaitu 4,6 kilogram per hari, adalah lebih rendah daripada tingkat konsumsi menurut survai terdahulu (8,1 dan 7 kilogram per hari, masing-masing menurut kajian C.S.I.S. dan Weatherly/Arnold). Maksud perkiraan yang berbeda ini, seperti juga dalam hal perkiraan konsumsi minyak tanah, hanya dapat diperjelas dengan adanya survai yang lebih luas secara regional. Variasi tingkat konsumsi kayu tergantung dari banyaknya pemakaian minyak tanah sebagai bahan bakar untuk memasak, tergantung dari perbedaan penghasilan, dan tersedia atau tidak adanya bahan bakar kayu dan biomasa, yang kesemuanya ini sangat berbeda dari satu wilayah kewilayah lain.

Masalah Kebijakan: Telah dinyatakan keanekaragaman

dan ketidakpastian yang menyertai hasil-hasil survai ini. Sebaliknya, survai EPfD mempergunakan sampel nasional yang paling luas selama ini dan menyoroti masalah-masalah kebijaksanaan yang merupakan kunci.

o Konsumsi Minyak Tanah: Pentingnya konsumsi minyak tanah dalam keseluruhan penggunaan energi untuk rumah tangga dijelaskan oleh besarnya peranan minyak tanah dalam kebutuhan energi dasar per kapita. Pentingnya minyak tanah ini diperkuat bukan hanya oleh peranannya yang besar dalam kebutuhan energi dasar, tetapi juga oleh sangat tingginya proporsi rumah tangga yang mempergunakan bahan bakar tersebut untuk memenuhi sebagian dari kebutuhan energi mereka. 99 persen dari seluruh rumah tangga terdapat dalam sampel sekarang ini. Kenyataannya adalah sebanyak 22 persen dari seluruh rumah tangga yang dipergunakan sebagai sampel pemanfaatan minyak tanah sebagai satu-satunya bahan bakar rumah tangga.

Pilihan kebijaksanaan untuk mengurangi pertumbuhan kebutuhan akan minyak tanah yang cepat itu harus dirumuskan walaupun dihadapkan pada kenyataan konkrit mengenai pemakaiannya yang meluas. Jelaslah bahwa di wilayah-wilayah yang tercakup dalam survai ini, minyak tanah sangat penting untuk penerangan maupun untuk memasak, usaha-usaha untuk mengurangi kecepatan laju pemakaian memerlukan pertimbangan tentang pilihan teknologi tertentu. Ada beberapa pilihan mengenai pemakaiannya sebagai bahan bakar penerangan, dengan

tidak adanya strategi kelistrikan desa yang sentralisasi maupun desentralisasi. Sebagai bahan bakar untuk memasak, penggantian minyak tanah akan menimbulkan kenaikan kebutuhan bahan bakar biomasa. Walaupun survei tidak menunjukkan adanya kekurangan bahan bakar biomasa yang parah (terutama kayu), bukti yang tercecer dari beberapa kajian menunjukkan bahwa ada kemungkinan menurunnya sumber-sumber biomasa secara tajam di banyak daerah pedesaan di Indonesia. Untuk perencanaan kebijaksanaan, implikasinya adalah semua usaha untuk membatasi pemakaian minyak tanah di pedesaan harus disertai dengan usaha sekuat tenaga untuk menyelidiki berbagai cara yang dapat menjamin pemakaian sumber-sumber biomasa secara efisien.

o Relatif Pentingnya Penghasilan dan Harga terhadap Konsumsi Bahan Bakar: Analisa statistik pendahuluan dari data survei tidak memberikan dasar penghitungan yang pasti untuk memperkirakan relatif pentingnya pengaruh penghasilan dan harga terhadap pola-pola konsumsi yang diamati di wilayah-wilayah dalam kajian ini. Namun, dapat diambil kesimpulan dengan jelas bahwa komposisi kebutuhan bahan bakar berubah seiring dengan naiknya penghasilan dengan lebih banyak dipakainya minyak tanah, dan bahwa kebutuhan akan minyak tanah bersifat responsif terhadap perubahan harga. Selain itu, informasi yang terkumpul memberi gambaran cukup jelas tentang seberapa jauh ketergantungan keluarga-keluarga berpenghasilan rendah, menengah dan tinggi terhadap minyak tanah. Dari informasi ini dapat ditarik kesimpulan bahwa minyak tanah jelas merupakan hal yang

jauh lebih penting dari rumah tangga berpenghasilan tinggi daripada yang berpenghasilan rendah. (Lihat Tabel III-8 & III-9). Sebaliknya, hampir seluruh (99 persen) rumah tangga berpenghasilan rendah melaporkan pemakaian minyak tanah untuk sebagian dari kebutuhan total mereka. Untuk rata-rata keluarga berpenghasilan rendah, hampir separuh dari kebutuhan energi yang dipakai mereka diperoleh dari minyak tanah. Perubahan yang terjadi mengenai tersedia atau tidaknya minyak tanah, baik sebagai akibat dari usaha-usaha kebijaksanaan yang direncanakan maupun kekacauan dalam penyediaan untuk sementara waktu kemungkinan besar akan mempunyai dampak yang amat luas terhadap seluruh lapisan penduduk pedesaan di wilayah-wilayah yang termasuk dalam survei ini.

### E. KESIMPULAN DAN SARAN-SARAN

Survai percobaan sekarang ini berhasil dalam mengembangkan metode yang dapat dilaksanakan untuk usaha pengembangan di masa mendatang. Peralatan survai dan prosedur lapangan, dengan beberapa perbaikan dapat memberikan dasar untuk penyelidikan regional yang luas. Yang terpenting dari kesemuanya adalah orang-orang yang berperan serta dalam penyelidikan percobaan memperoleh pengalaman berharga dalam semua tahap pelaksanaan energi di daerah pedesaan Indonesia dari persiapan dan latihan, sampai pada percobaan pendahuluan, pelaksanaan dan analisa. Untuk usaha akan datang, beberapa saran dalam bentuk garis besar berdasarkan pada pengalaman masa kini adalah relevan:

#### Perencanaan suatu Survai Nasional:

Sampel dari suatu survai nasional tentunya harus cukup luas jika ingin dibuat perkiraan tentang konsumsi energi pedesaan nasional. Pendekatan paling efektif dalam biaya pembuatan sampel adalah dengan mempergunakan kerangka contoh yang sudah ada seperti terdapat pada survai SUSENAS, yang dilakukan oleh BPS. Untuk suatu survai yang lebih luas, harus diberikan waktu cukup dalam pembuatan perencanaan sampel sehingga sampel itu betul-betul memadai untuk menunjukkan variasi regional dan variasi yang berhubungan dengan penghasilan dalam konsumsi energi. Sampel itu harus ditetapkan berdasarkan ketetapan yang diharapkan dari hasil-hasilnya. Kerangka sampel SUSENAS untuk tahun 1980, yang dipakai sebagai suatu dasar

untuk sampel survai sekarang ini, meliputi kira-kira 35.000 rumah tangga pedesaan. Suatu sampel yang terdiri dari sepuluh persen dari rumah tangga ini harus merupakan ukuran sampel minimum.

Sementara penelitian percobaan memberikan sumbangannya dalam pembuatan perencanaan metode-metode kerja dan peralatan survai, perluasan survai di tingkat nasional akan membutuhkan percobaan pendahuluan yang lebih sesuai daripada yang memungkinkan dalam ruang lingkup survai saat ini. Dengan adanya ruang lingkup yang lebih luas untuk variasi regional, perincian daftar pertanyaan survai sekarang ini harus dicoba terlebih dahulu di lokasi-lokasi selain daripada yang dipilih untuk penelitian percobaan. Usaha ini akan membutuhkan paling sedikit selama enam bulan. Percobaan pendahuluan harus menitikberatkan pada daerah-daerah yang tidak tercakup dengan baik dalam penelitian percobaan.

Suatu komponen tambahan dari survai nasional manapun harus mencakup suatu jangka waktu yang lebih panjang untuk kerja lapangan. Komponen energi pedesaan itu wajar jika bersifat musiman bilamana bahan bakar tradisional merupakan bagian yang besar dari keseluruhan konsumsi bahan bakar. Pola-pola konsumsi bahan bakar mempunyai kecenderungan untuk berubah mengikuti tersedianya bahan bakar musiman dan mengikuti besarnya pekerjaan dalam rumah tangga serta pekerjaan-pekerjaan musiman.

Disarankan untuk memperpanjang pengumpulan data sampai setahun penuh yang mencakup semua musim. Karenanya, perpanjangan survai seharusnya termasuk beberapa kunjungan tiap-tiap rumah tangga, tergantung pada cuaca dan pertanian

masing-masing daerah.

Untuk membuat hasil-hasil sampel yang sekarang ini semakin dapat diandalkan, langkah yang segera diambil sebelum diadakan survai nasional berskala penuh meliputi survai kembali sebagian dari kelompok rumah tangga yang didapat dari sampel sekarang ini dengan mengunjungi mereka pada tahun berikutnya. Jika dijadwalkan dengan benar, kunjungan ini dapat menghasilkan suatu evaluasi yang lebih sempurna tentang pentingnya variasi-variasi musiman, dan untuk mengurangi ketidakpastian perkiraan tentang tingkat konsumsi tahunan. Langkah itu sangat dianjurkan karena hanya membutuhkan sedikit biaya. Juga merupakan langkah yang praktis dilihat dari segi pelaksanaannya. Ada minat yang jelas dari kelompok universitas untuk melakukan kegiatan lanjutan, dan sekarang banyak pengalaman penting yang menumpuk selama usaha survai tahun 1980 yang memungkinkan pengawasan dan manajemen secara cukup oleh DJK.

### Latihan

Lokakarya latihan selama seminggu, diselenggarakan di Jakarta bulan Agustus 1981 merupakan suatu faktor penyumbang yang penting terhadap keberhasilan penelitian percobaan. Namun, disarankan pada waktu yang akan datang untuk memisahkan latihan untuk staf pengawas dari latihan untuk para pewawancara. Pada umumnya diperlukan perbedaan selama latihan untuk survai lapangan antara pengalihan suatu pengertian mengenai metode-metode dan maksud survai, dengan pengertian tentang prosedur dan teknik lapangan. Penting diadakan suatu latihan yang terdiri dari dua tahap

dimana para pengawas pertama-tama diberi dasar yang kokoh mengenai maksud-maksud survai kemudian diminta ikut serta dalam latihan bersama dengan kelompok pewawancara dan pengukur. Untuk survai yang lebih luas di tingkat nasional, waktu yang disediakan untuk tugas-tugas latihan akan lebih lama daripada seminggu. Sejuah mungkin, survai harus mempergunakan jasa-jasa pewawancara profesional dan bukan hanya mengandalkan pertolongan para mahasiswa.

### Pengawasan

Survai sekarang ini berhasil sebagiannya dikarenakan rasa ingin dari seluruh peserta, termasuk staf pengawas. Namun suatu usaha nasional yang luas akan memerlukan suatu perhatian yang lebih besar mengenai seluk beluk manajemen dari waktu ke waktu. Untuk maksud ini, DJK disarankan mengadakan suatu peninjauan kembali mengenai pengalaman manajemen yang diperoleh selama kajian percobaan. Khususnya selama survai nasional, penting sekali mengembangkan jalan komunikasi antara mereka yang ada di lapangan dan semua tingkat pengawas. Hal ini memungkinkan suatu pertukaran yang berharga mengenai pengalaman lapangan selama pelaksanaan, dan untuk tindakan pembetulan bila kesulitan-kesulitan yang tidak terduga sebelumnya muncul selama pelaksanaan kerja lapangan, sebagai masalah yang tidak dapat dihindari.

### Analisa Data

Kajian percobaan ini mencoba mengadakan desentralisasi untuk tugas-tugas analisa dengan tujuan untuk mengurangi

biaya pengolahan data. Dengan adanya kesulitan-kesulitan yang dialami dalam usaha ini, disarankan dalam waktu mendatang, tanpa membedakan skala dari survai itu, untuk memusatkan tanggung jawab semua tugas-tugas analisa data dari penjaringan daftar pertanyaan, pengurangan data, pencatatan dan analisa.

## BAB III

## Catatan dan Referensi

1. Sumarna & Sudiono, "Konsumsi Kayu Bakar dan Tenaga Industri, dan Perusahaan Jawatan Kereta Api di Jawa Timur", LPHH, Bogor, 1973.
2. Herman Haeruman Js., "Energy Consumption in Rural Areas of West Java", World Federation of Engineering Organizations, Jakarta, 1979, dan S.Hadi et al., "Penggunaan kayu Bakar dan Limbah Pertanian di Indonesia (laporan Perkembangan) pada Komite Konferensi Energi Dunia, Energy Workshop Proceedings, 1979, Jakarta, 1979.
3. Ir. Moh. Soenarjo Hardjodarsono, "The Situation of Wood and Agricultural Waste Products as Fuel in Indonesia at this moment and its Prospects," Komite Nasional Indonesia Energy Conference, Jakarta, 1978.
4. Ibid;
5. Komunikasi Pribadi, Staf DJK, Pebruari 1981.
6. Dilaporkan dalam Raymond Atje dan James Tarrant, "Aspects of Rural Energy Use and Resources in West Java: A Preliminary Analysis of the Household Sector," in Energy Analysis in Rural Regions: Indonesia, Nepal and the Philippines, East-West Centre, September, 1980.
7. John Arnold, "A Revised Methodology for Energy Demand Surveys," Workshop on Energy Assessment Methodologies, Jekyll Island, Januari 1980.  
  
W. Paul Weatherly, "Outline Environmental Assessment of the Rural Electrification Project", Harvard Institute for International Development, April, 1980.
8. Malcolm Gillis, "Energy Demand in Indonesia: Projections and Policies", Harvard Institute for International Development, April 1980.
9. Survei Sampel Rumah Tangga Nasional (SUSENAS), BPS, Jakarta, sebagaimana tercantum dalam A.Strout's, "The Demand for Kerosene in Indonesia". Juli 1978.
10. Berdasarkan tanggal nasional yang diterbitkan, Strout telah memperkirakan bahwa tahun 1976 sekitar 63 persen minyak tanah terjual di daerah pedesaan.

## IV PERKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI

### A. PENDAHULUAN

Suatu persyaratan yang mendasar dalam merumuskan kebijaksanaan energi nasional adalah pandangan yang jelas mengenai evolusi kebutuhan energi di masa mendatang menurut keadaan yang berbeda-beda. Terdapat peluang maupun pilihan untuk masa depan energi di Indonesia. Peluang-peluang tersebut berasal dari rangkaian jenis sumber energi yang tersedia di dalam negeri dan penganeka ragamannya yang semakin meningkat untuk industrialisasi.

Dalam kerangka ini, pilihan mengenai jalur pengembangan energi yang optimal itu tidak sederhana dan harus didasarkan pada pandangan yang jelas dan fleksibel tentang masa depannya.

Agar dapat bermanfaat semaksimal mungkin dalam menganalisa kebijaksanaan energi dan dalam pembuatan keputusan mengenai energi, perkiraan tentang kebutuhan energi harus mempunyai ciri-ciri berikut :

1. Asumsi dan semua langkah dalam perhitungan haruslah jelas. Dalam hal ini perkiraan yang terperinci terdapat dalam Lampiran A.
2. Perkiraan harus mencerminkan ketidak pastian di-masa yang akan datang. Untuk alasan ini sejumlah kasus alternatif telah ditentukan terlebih dahulu. Diberikan pula indikasi mengenai bidang-bidang dengan ketidak pastian yang paling besar dalam perkiraan itu.
3. Perincian yang cukup harus disertakan dalam perkiraan tersebut untuk memungkinkan analisa bahan bakar dan penggantian teknologi penggunaan energi secara khusus. Contohnya dimuat dalam Bab III tentang sektor rumah tangga.
4. Hubungan antara kebutuhan energi dan kegiatan ekonomi haruslah jelas hingga hubungan yang saling mengikat itu dapat diteliti.

Perkiraan-perkiraan tersebut diuraikan secara ringkas dalam bab ini dan dijelaskan secara lebih lengkap dalam Lampiran A.

## B. POLA PEMAKAIAN ENERGI SAAT INI

Konsumsi bahan bakar fosil dan tenaga air telah meningkat pada tingkat rata-rata sekitar 12 persen per tahun selama sepuluh tahun terakhir. Tahun-tahun terakhir dari dekade itu mulai tahun 1977 mengalami kenaikan tingkat yang luar biasa tingginya hingga melebihi 20 persen setiap tahun. Tingkat pertumbuhan yang sangat besar ini diharapkan akan terus berlangsung dalam masa mendatang. Ini dikarenakan Indonesia mengalami perkembangan dalam infrastruktur pembangkit listrik, produksi semen dan pupuk, serta meningkatnya jumlah penduduk kota yang berakibat meningkatnya angkutan umum bermotor dan kepemilikan kendaraan pribadi.

Perhitungan konsumsi energi di Indonesia akan menyajikan berbagai macam persoalan karena besarnya sektor produksi energi (minyak mentah dan gas alam) yang menggunakan bahan bakar dalam jumlah besar dalam pengolahan, pengilangan, pencairan dan pengangkutannya.

Sebagian besar energi yang dihasilkan ini diekspor sebagai komoditi. Dalam perhitungan yang dipakai dalam studi ini, semua bahan bakar yang dipakai untuk sektor yang besar ini, ditambah dengan bahan bakar yang dikirimkan untuk bunker-bunker internasional tidak dimasukkan dalam bagian Kebutuhan Energi Dalam Negeri. Tabel IV - 1 memberikan ringkasan tentang informasi ini untuk tahun

TABEL IV - 1

		KEBUTUHAN ENERGI DALAM NEGERI MENURUT SEKTOR (Ribuan Barel Setara Minyak - Kboe)					- 1978	
	Produk Minyak	Batubara	Gas Alam	LPG	Tenaga* Air	Total	Kayubakar &Limbah Pertanian	Total Energi
Pertanian	3.413					3.413	716	4.129
Pertambangan	1.464	61				1.525	1.158	2.683
Pabrik	18.930	238	10.665			29.833	742	30.575
Konstruksi	1.080					1.080		1.080
Jasa-Jasa	8.920					8.920		8.920
Transportasi	33.242	155				33.397		33.397
Rumah tangga	32.015		262	348		32.625	260.000	292.625
Pembangkit Listrik	8.432				3.900	12.332		12.332
	<u>107.496</u>	<u>454</u>	<u>10.927</u>	<u>348</u>	<u>3.900</u>	<u>123.125**</u>	<u>262.612</u>	<u>385.260</u>

\*Dinyatakan sebagai setara bahan bakar fosil

\*\*Tidak meliputi energi yang dipakai dalam penyulingan, produksi dan distribusi minyak, dan dalam memproduksi gas alam dan batubara; juga tidak termasuk gas alam yang dipakai untuk memproduksi LNG dan LPG untuk bunker-bunker internasional.

Sumber: Lampiran B

1978 dari sektor konsumsi energi. Kebutuhan energi mencapai jumlah 385,2 juta barel setara minyak (Mboe), di mana 68 persen atau 262,6 Mboe dihitung dari perkiraan kandungan energi kayu bakar dan limbah pertanian yang dipakai di rumah-rumah dan usaha-usaha industri dan komersial kecil. Sisa sebesar 32 persen itu keseluruhannya didasarkan pada minyak, yaitu 107,5 Mboe atau 88 persen dari energi komersial yang dikonsumsi. Gas alam merupakan 9 persen dari energi komersial dan tenaga air 3 persen; sedang batubara hanya dipergunakan dalam jumlah kecil.

Yang tidak dimasukkan dalam pembuatan tabel adalah sekitar 10-11 Mboe produk minyak, jumlah mana terpakai dalam eksplorasi, pengilangan dan pengangkutan minyak, dan 68-69 Mboe gas alam yang dipakai dalam memproduksi LNG dan LPG (dan yang diekspor). Juga tidak mencakup pemakaian bahan bakar di ladang-ladang gas dan pabrik-pabrik pemisahan. Besar pemakaian ini sama dengan tahun 1978 dan akan berubah menyolok dari tahun ketahun disebabkan berdirinya pabrik-pabrik pencairan dan pemisahan, juga karena kapasitas penyulingan dan hydrocracking yang baru mulai beroperasi. Perincian mengenai penyediaan minyak dan gas alam dan bagian transformasinya dapat dijumpai dalam Lampiran B pada Bagian I.

Rumah tangga merupakan sektor yang menghabiskan energi paling besar, mempergunakan 76 persen dari keseluruhan energi komersial dan non-komersial. Pemakaian kayu bakar dan limbah pertanian untuk memasak di daerah pedesaan sangatlah meluas di Indonesia, diuraikan dalam Bab III. Pemakaian bahan bakar untuk tungku yang kurang

efisien dimana sumber energi biomasa dibahas, merupakan salah satu penyebab mengapa kandungan energi itu dua kali lebih besar dari pada bahan bakar fosil yang dipakai selama setahun. Minyak tanah yang dipakai untuk keperluan rumah tangga adalah sepersepuluh dari keseluruhan energi yang diperkirakan dipakai di rumah tangga-rumah tangga, dan seluruhnya merupakan 50 persen dari jumlah produk minyak. Peningkatan penjualan minyak tanah mencapai rata-rata 11,6 persen setahun. Hal ini terjadi karena proses penggantian antara minyak tanah dengan bahan bakar kayu untuk memasak serta minyak tumbuh-tumbuhan untuk penerangan. Apa lagi kegiatan urbanisasi terus meningkat. Proses penggantian ini masih jauh dari tingkat kejenuhan, walaupun harga minyak tanah (dibandingkan dengan limbah kebun di rumah yang diperoleh secara "cuma-cuma" untuk kebutuhan bahan bakar) dan dipilihnya bahan bakar biomasa untuk mempersiapkan jenis makanan tertentu mempunyai dampak yang cukup besar dalam laju pertumbuhan penjualan minyak tanah di masa mendatang.

Gas alam dan batubara dipakai terutama disektor industri, sebagai bahan bakar untuk pembuatan semen dan peleburan logam, dan sebagai bahan baku untuk pupuk. Sebagian kecil gas alam itu disalurkan oleh perusahaan gas ke rumah-rumah dan perusahaan-perusahaan yang menggunakan gas, dan batubara dipakai untuk kereta api di daerah penambangan batubara. Adanya keterbatasan peranan bahan-bahan bakar terutama di Indonesia sekarang, sangat berlawanan dengan tersedianya cadangan dalam jumlah besar bahan bakar itu. Kemungkinan ini akan berubah pada waktu yang akan

datang karena pemakaian batubara semakin banyak dalam pembangkitan listrik dan industri. Hal mana tergantung pada keberhasilan dalam menanggulangi kesulitan perangkutan antara daerah-daerah penghasil batubara di Sumatra dengan pusat-pusat kebutuhan di Jawa. Peningkatan penggunaan gas alam di dalam negeri terhalang oleh jauhnya jarak antara daerah penghasil dengan pusat-pusat konsumsi. Meskipun demikian, pengembangan kemampuan pencairan gas di dalam negeri diharapkan untuk lebih diarahkan pada pengeksportan LNG.

Produk minyak merupakan 87 persen dari penggunaan energi komersial dan sekitar 30 persen dari hasil produksi tersebut dipakai dalam sektor yang banyak memerlukan, antara lain: industri, rumah tangga dan angkutan (Tabel IV - 2). Sekitar 8 persen dimanfaatkan untuk sektor publik. Jumlah minyak yang dimanfaatkan pembangkit listrik untuk kepentingan publik itu lebih rendah jika dibandingkan dengan tingkat standar internasional (dengan pertimbangan bahwa tenaga air dalam jumlah kecil dan minyak merupakan satu-satunya sumber pembangkit). Hal ini memberikan indikator relatif betapa rendahnya tingkat perkembangan dari sektor ini. Tidak lebih dari 10 persen dari penduduk yang dapat merasakan manfaat listrik untuk kepentingan publik. Lebih penting lagi, sektor pembangkit swasta (sebagian besar pembangkit khusus dipakai sendiri di pertambangan dan industri) hampir sebesar pembangkit untuk keperluan publik dan menghabiskan hampir setengah dari pemakaian minyak pada sektor industri.

TABEL IV - 2

## KEBUTUHAN PRODUK MINYAK MENURUT SEKTOR - 1978

(Ribuan Barel Setara Minyak)

	<u>Solar &amp; Minyak Bahan Bakar</u>	<u>Minyak Tanah &amp; Bahan Bakar Jet</u>	<u>Bensin</u>	<u>Jumlah Minyak</u>	
Pertanian	3.143	--	--	3.143	3%
Pertambangan	1.464	--	--	1.464	1%
Pabrik	18.930	--	--	18.930	18%
Konstruksi	1.080	--	--	1.080	1%
Jasa-Jasa	916	8.004	--	8.920	8%
Transportasi	12.112	2.558	18.913	32.242	30%
Rumah Tangga	--	32.015	--	32.015	30%
Pembangkit Listrik	8.432	--	--	8.432	8%
	<u>46.347</u>	<u>43.529</u>	<u>18.913</u>	<u>107.496</u>	

Sumber: Lampiran B

## PABRIK

Energi yang dibeli oleh sektor pabrik pada tahun 1978 berjumlah 30,5 Mboe, di mana 27 persennya adalah minyak solar, 16 persen untuk diesel industri, 20 persen minyak bakar, 35 persen gas alam dan 1,3 persen listrik dibeli dari pembangkit umum. Listrik yang dibeli berjumlah tidak lebih dari 14 persen dari seluruh pemakaian listrik di pabrik, di mana sebagian besar pembangkitan diusahakan sendiri. Pemakaian energi listrik sendiri ini hampir se - paruh dari produk minyak yang dibeli oleh sektor itu.

Tabel IV - 3 menyajikan konsumsi pada tahun 1978 untuk sektor-sektor berikut: makanan dan minuman, tekstil, pulp (bubur kayu) dan kertas, semen, mineral non-metalik lainnya, besi dan baja, pupuk, zat kimia lain, karet dan sebagainya. Konsumsi yang paling besar diperoleh dari sektor pupuk, di mana gas alam dipakai sebagai bahan baku untuk memproduksi pupuk yang mengandung nitrogen. Semen merupakan konsumen produk minyak yang paling besar, berikutnya adalah tekstil dan makanan serta minuman. Pemakaian energi dalam sektor-sektor ini dipergunakan sangat berbeda-beda.

Di samping untuk pembangkit listrik seperti yang telah diuraikan di atas, semen membutuhkan pemanasan langsung dengan temperatur tinggi dalam tungku-tungku peleburannya. Tekstil menggunakan bahan bakar guna menghasilkan uap dan air panas untuk menjalankan mesin-mesin dan untuk mencuci serta "finishing" kain. Sedangkan industri makanan menggunakan bahan bakar untuk menghasilkan uap guna mencuci kaleng-kaleng serta memanaskan air dengan temperatur rendah

TABEL IV - 3

## KONSUMSI ENERGI DI MANUFAKTURING, 1978 (kboe)

<u>Pemakaian Energi</u>	<u>Minyak Solar Ringan</u>	<u>Minyak Solar Industri</u>	<u>Bahan Bakar Minyak</u>	<u>Gas Alam</u>	<u>Batubara</u>	<u>Listrik yang Dibeli</u>	<u>Total</u>
Makanan dan Minuman	1800	722	1230	--	--	36	3788
Tekstil	2687	1303	358	--	--	129	4477
Pulp dan Kertas	343	202	286	--	--	28	859
Semen	265	1107	1952	--	238	117	3680
Mineral non metalik lain	693	851	695	--	Tidak Tersedia		2239
Besi dan Baja	516	353	506	25		13	1493
Pupuk	54	--	872	6575			7501
Bahan Kimia lain	695	110	41			49	895
Karet	755	165	64				984
Hasil Pabrik lain	424	89	91			38	642
Subtotal	8.233	4.902	6.095	6.600	238	411	26.478
<u>Pemakaian Feedstock</u>							
Pupuk	--	--	--	4044	--	--	4044
Besi dan Baja	--	--	--	21	--	--	21
Total	8.233	4.902	6.095	10.665	238	411	30.543

Sumber: Lihat Lampiran B

untuk memasak. Pada umumnya, kebutuhan energi industri-industri ini dapat dipenuhi oleh bahan bakar lain selain minyak. Sekarang ini, industri semen merupakan industri yang paling beraneka ragam, bisa dengan memakai batubara sebagai bahan bakar utama di satu pabrik, dan mulai tahun 1979 memakai gas alam di pabrik-pabrik lainnya. Konsumsi bahan bakar untuk sektor pabrik meningkat sebesar 29,5 persen dari tahun 1978 hingga 1979. Pemakaian produk minyak meningkat sebesar 17,9 persen, sedang pemakaian gas alam meningkat sebesar 58,9 persen dan listrik yang dibeli sebesar 30,9 persen.

#### PENGANGKUTAN

Pemakaian minyak di sektor angkutan mencapai jumlah 33,2 Mboe pada tahun 1978 dan 36,3 Mboe pada tahun 1979, dengan peningkatan sebesar 9,1 persen. Di samping itu, sejumlah kecil penggunaan batubara dan kayu bakar dipakai untuk kereta api. Pada tahun 1978, angkutan jalan raya menghabiskan 82 persen dari keseluruhan penggunaan produk minyak pada sektor ini; sisanya dipakai oleh kapal laut (7,8 persen) dan kereta api (2,1 persen). Jumlah ini tidak meliputi bunker-bunker kapal laut dan kapal udara internasional, dan pemakaian bahan bakar untuk pengangkutan minyak mentah oleh Pertamina.

Perkiraan berdasarkan pada statistik pendaftaran kendaraan dan asumsi mengenai berapa mil jarak yang ditempuh kendaraan serta efisiensi bahan bakar menunjukkan bahwa truk menghabiskan 42 persen dari penggunaan bahan bakar untuk angkutan jalan raya, mobil penumpang menghabiskan

22 persen, bis 24 persen dan sepeda motor 12 persen (Tabel IV-4). Bensin merupakan 68 persen dari pemakaian ini, dan solar 32 persen. Angka-angka ini sangat tidak pasti, dan memerlukan pembuktian dengan ketentuan yang lebih baik. Jelas sekali betapa membuat perkiraan perincian ini secara lebih tepat (di mana kenyataannya Departemen Perhubungan menerbitkan angka-angka yang berbeda-beda) sebagai suatu langkah permulaan dalam mengembangkan kebijaksanaan mengenai penghematan bahan bakar untuk sektor pengangkutan. Sifat konsumsi bahan bakar dalam sektor ini adalah sedemikian rupa sehingga di samping adanya peraturan-peraturan yang mengarah pada penghematan bahan bakar, tidak ada pilihan lain dalam waktu dekat ini yang dapat mengurangi meningkatnya konsumsi bahan bakar yang berasal dari minyak.

### RUMAH TANGGA

Sektor rumah tangga, sebagaimana diuraikan terdahulu, menghabiskan 76 persen dari keseluruhan pemakaian dan non-komersial di Indonesia. Diperkirakan sejumlah 260 ribu boe (112,7 juta m<sup>3</sup>) kayu bakar dan limbah pertanian dipakai pada tahun 1978; pemakaian minyak tanah mencapai 32 ribu boe dan LPG 339 kboe. Pemakaian rumah tangga ini terutama untuk memasak (di mana kayu bakar dipakai secara meluas seperti yang diuraikan dalam Bab II) dan untuk penerangan.

Sekitar 2 juta dari 28 juta rumah tangga di Indonesia menggunakan listrik untuk penerangan. Menurut sebagian besar sumber-sumber, sisa dari jumlah rumah tangga tersebut menggunakan lampu minyak tanah, walaupun bahan bakar

TABEL IV - 4

KONSUMSI BAHAN BAKAR UNTUK ANGKUTAN JALAN RAYA  
MENURUT JENIS, 1978

	Pendaftaran, (Kendaraan)	Faktor Inventeris	Pemakaian km/kendaraan per tahun	Efisiensi Bahan Bakar (km/liter)	Konsumsi Bahan Bakar		
					Bensin (kboe)	Solar (kboe)	Total (kboe)
Truk	331.658	0,75	30.000	3,8	7565	4097	11662
Mobil	532.299	1,00	15.000	7,6	6037	--	6037
Bis	58.365	0,75					
Antar kota	50% (perkiraan)		100.000	2,9	--	4773	4773
Dalam kota	50% (perkiraan)		45.000	3,2	1771	--	1771
Sepeda motor	1.960.237	0,70					
Roda tiga	20% (perkiraan)		24.000	21,0	1805	--	1805
Roda dua	80% (perkiraan)		7.200	32,0	1420	--	1420
Semua Jenis					18.598	8.870	27.468

Catatan: Mobil, motor dan bis kota memakai bensin, bis antar kota memakai solar; sebaliknya, 67% bahan bakar (jumlahnya) yang dipakai oleh truk adalah bensin sedang 33% adalah solar

Sumber : Perkiraan E/DI

produksi lokal seperti minyak kelapa dipakai pula di daerah-daerah terpencil. Listrik dipakai di rumah tangga untuk menjalankan peralatan seperti pesawat TV, lemari es, dan setrika; pemanas air listrik jarang dipergunakan dan kompor listrik juga tidak begitu besar peranannya meskipun di daerah perkotaan.

Diperkirakan 45 persen minyak tanah dipakai untuk penerangan dan 55 persen untuk memasak. Sekitar 42 persen minyak tanah dipakai di daerah perkotaan dan 58 persen di daerah pedesaan. Tabel IV-5 memberikan ringkasan mengenai informasi ini dan menunjukkan perkiraan pemakaian minyak tanah. Perkiraan yang menambah serangkaian angka-angka baru terhadap sumber bacaan yang telah ada, dibuat untuk membentuk suatu dasar perkiraan kebutuhan di masa mendatang berdasarkan hasil-hasil survei energi pedesaan (lihat Lampiran D).

#### SEKTOR-SEKTOR LAIN

Sektor-sektor kebutuhan bahan bakar yang belum disebut di atas adalah pertanian, pertambangan, konstruksi, perdagangan dan lembaga-lembaga pemerintah. Bagian terbesar dari 3413 kboe produk minyak yang dipakai di sektor pertanian adalah untuk kehutanan, di mana sebagian besar memerlukan minyak solar untuk menjalankan peralatan dan kendaraan. Pemakai-pemakai lain dalam sektor ini adalah perkebunan dan pertanian berukuran menengah. Konsumsinya meningkat sebesar 18 persen antara tahun 1978 dan 1979. Sektor pertambangan menghabiskan 1525 kboe dari produk minyak dan 61 kboe batubara di tahun 1978, dan konsumen

TABEL IV - 5

## KONSUMSI MINYAK TANAH UNTUK RUMAH TANGGA 1978

	Bagian*	Konsumsi Tahunan Per Kapita (boe)	Total (kboe)
<u>Penerangan</u>			
Perkotaan	0,60	0,21	3.541
Pedesaan	0,80	0,15	13.512
Sub total			17.053
<u>Memasak</u>			
Perkotaan	0,80	0,47	10.566
Pedesaan	0,15	0,35	5.912
Sub total			16.478
Total Minyak tanah			33.531
Penduduk (dalam juta)	140,7		
Perkotaan	28,1		
Pedesaan	112,6		

\*Menunjukkan sebagian penduduk yang memakai minyak tanah sebagai bahan bakar yang dominan untuk maksud ini.

Sumber: Lampiran B Tambahan

terbesar dalam sektor ini (kira-kira separuh dari bahan bakar cair dan seluruh batubara) adalah pertambangan dan peleburan timah. Nikel menghabiskan sekitar sepertiga dari keseluruhan minyak yang dipakai di sektor ini, dan di samping itu menghasilkan listrik untuk dipergunakan sendiri dari fasilitas hidroelektrik berkekuatan 125 MW. Konsumsi bahan bakar galian meningkat sebesar 33 persen dari tahun 1978 dan 1979.

Sektor konstruksi mempergunakan solar secara dominan untuk truk dan kendaraan-kendaraan lain untuk keperluan lapangan. Konsumsi tahun 1978 berjumlah 1080 kboe. Sektor pemerintahan dan jasa-jasa menghabiskan jumlah minyak solar yang sama (916 kboe); di samping itu, 20 persen dari seluruh penjualan minyak tanah (8000 kboe) diperkirakan dihabiskan untuk sektor ini oleh badan-badan komersial pedesaan, untuk penerangan dan warung-warung makanan dan penggunaan serupa untuk memasak. Hampir 35 persen dari listrik yang dijual dimanfaatkan publik untuk gedung-gedung perkantoran, kompor, gudang dan hotel yang merupakan bagian dari sektor jasa.

#### Pembangkit Listrik untuk Umum

Sistem pembangkit listrik untuk umum di Indonesia saat ini terdiri lebih dari 300 sistem terpisah-pisah yang tersebar di seluruh kepulauan. Kecuali pulau Jawa, kebutuhan yang mencapai puncaknya relatif jarang. Dari keseluruhan 2710 MW yang didirikan hingga Maret 1980, (termasuk lapangan-lapangan hidroelektrik yang dioperasikan

oleh badan-badan selain Perusahaan Listrik Negara), lebih dari 70 persen, atau 1976 MW berada di pulau Jawa. Dua dari pusat-pusat listrik yang paling besar di Jawa baru saja menyelesaikan suatu hubungan inter-koneksi. Sedang tempat-tempat lain di Jawa tetap mempergunakan sistem yang terpisah.

Letak geografis Indonesia, ditambah dengan relatif kurang berkembangnya sistem listrik pada umumnya, terlihat dari rendahnya kapasitas instalasi dari sistem itu (Tabel IV-6). Generator memakai solar merupakan 19 persen dari seluruh kapasitas instalasi di seluruh negeri, tetapi 59 persen dari keseluruhan ini terdapat di pulau-pulau di luar Jawa. Sebagian besar pertumbuhan pada awal tahun 1970-an dipenuhi oleh turbin-turbin gas yang relatif tidak efisien, yang merupakan 33 persen dari kapasitas keseluruhan. Hal tersebut saat ini berlangsung di pusat-pusat pembangkit yang berkekuatan rendah karena pembangkit listrik bertenaga uap telah dipergunakan. Pembangkit listrik tenaga uap (memakai bahan bakar minyak) mencapai 36 persen dari seluruh kapasitas instalasi di Jawa dan diperkirakan akan terus meningkat. Di luar Jawa hanya 7 persen dari kapasitas itu berasal dari pembangkit bertenaga uap.

Penjualan yang dilakukan oleh PLN (meliputi pembeliannya akan tenaga air dari badan-badan lain) telah meningkat rata-rata sebesar 17,5 persen setahun antara tahun anggaran 1975 dan 1979. Pembelian oleh langganan perumahan sebesar 45 persen, langganan dalam kalangan usaha 35 persen dan langganan kalangan industri 19 persen (Tabel IV-7). Pertumbuhan yang paling cepat terdapat pada lang-

gangan kalangan industri, yang meningkat sebesar 20 persen setahun antara tahun 1975 dan 1979. Walaupun demikian, pembelian ini menunjukkan kurang dari 15 persen dari seluruh kebutuhan listrik untuk industri. Jadi, pengembangan pembangkit listrik oleh PLN di masa mendatang akan sangat erat kaitannya dengan kebijaksanaan mengenai pembangkitan listrik sendiri dibandingkan dengan listrik yang dibangkitkan melalui jaringan oleh pusat industri yang semakin meluas di Indonesia. Bilamana kebutuhan listrik untuk industri di masa mendatang dapat dipenuhi oleh jaringan pembangkit, (pertimbangan geographis dikesampingkan) tingkat pertumbuhan dalam penjualan bahan bakar solar untuk sektor itu akan banyak menyolok berkurangnya. Sebaliknya, pembangkit listrik PLN telah meningkat sebesar 17,5 persen per tahun seperti yang dinyatakan di atas. Hal ini terjadi tanpa merubah pola-pola yang selama ini dijalankan antara pembangkitan sendiri dan pembelian oleh sektor industri. Dan pemenuhan kebutuhan listrik yang besar untuk industri akan meningkat dengan kecepatan yang menyolok.

#### Sektor Non-Rumah Tangga Pedesaan

Sedikit keterangan yang dapat diandalkan mengenai pemakaian energi oleh sektor non-rumah tangga pedesaan. Hal mana meliputi pertanian, sebagian besar industri yang mempunyai kaitan dengan pertanian, kehutanan dan kayu, industri-industri penggalian yang terpisah-pisah seperti penggalian tanah liat, pasir dan kerikil, serta industri kerajinan tangan, tekstil dan makanan yang terdapat di -

TABEL IV-6

## KAPASITAS TERPASANG (Mw) - 31 Maret 1980

	<u>Jawa</u> <sup>1</sup>	<u>Luar Jawa</u> <sup>2</sup>	<u>Total</u>
Tenaga Air	337	40	377
Turbin Gas	735	161	896
Solar	73	433	506
Uap (minyak)	706	50	756
Yang Dibeli <sup>3</sup>	125	50	175
Jumlah	1976	734	2710

- (1) Saat ini, kapasitasnya tidak terpadu ke dalam satu jaringan tunggal (ada 74 sistem terpisah di luar jaringan-jaringan utama)
- (2) Terdiri 287 sistem yang terpisah
- (3) Tenaga air yang dapat dibeli oleh PLN (pembangkit Jatiluhur dan sebagian dari pembangkit Larona)

Sumber: Lihat Lampiran B

TABEL IV-7

## PENJUALAN LISTRIK MENURUT SEKTOR (Gwh)

	<u>Tempat tinggal</u>	<u>Industri</u>	<u>Komersial dan Pemerintah</u>	<u>Total</u>
1975/76	1290	500	1014	2804
1976/77	1420	551	1111	3082
1977/78	1640	637	1250	3527
1978/79	1962	793	1532	4287
1979/80	2428	1036	1879	5343

Catatan: Tempat tinggal: Golongan tarif S1, R1 sampai R4  
 Industri : Golongan Tarif I1 sampai I4  
 Komersial : Golongan tarif U1 sampai U4, H1,  
 H2, S2, G1, G2, J.

Sumber: Lihat Lampiran B

daerah pedesaan. Sektor ini menghabiskan kira-kira 14 juta boe pada tahun 1978, di mana 2,6 Mboe merupakan kayu bakar dan arang, tenaga manusia dan hewan yang setara dengan 2,7 Mboe di bidang pertanian. Sisanya sebagian besar terdiri dari solar, minyak bakar, minyak tanah dan produk-produk minyak lain (Tabel IV-3). Sebagian besar minyak tanah dipakai di luar rumah tangga di sektor pedesaan ini dimasukkan dalam neraca energi yang dikemukakan di atas, di bawah kelompok kegiatan ekonomi tradisional dari pertanian, pertambangan dan pabrik. Namun demikian, publikasi-publikasi yang ada mengenai kebutuhan energi di Indonesia tidak dijumpai suatu analisa yang terpisah tentang sektor tersebut. Lampiran C: Pemakaian Energi untuk Maksud-Maksud Produktif di Sektor Pedesaan di Indonesia berisi analisa semacam itu dan penemuan-penemuan pokoknya terurai di sini.

Sektor non-rumah tangga pedesaan menghabiskan 8 persen dari seluruh produk minyak yang dijual, namun 60 persen dari energi ini dipakai oleh perusahaan-perusahaan besar (di pabrik-pabrik tertentu, pemerosesan gula dan karet serta penebangan kayu). Maka dari itu, ditinjau dari segi statistik, terdapat suatu perbandingan yang relatif kecil mengenai keseluruhan tenaga kerja di desa. Sub-sektor perusahaan kecil juga terpusat, dengan 85 persen pemakaian bahan bakar berskala kecil yang dibeli, terdapat pada sub-sektor gula, penggilingan dan makanan. Sebaliknya, masukkan energi terhadap pertanian, walaupun tenaga manusia dan hewan tercakup dalam penghitungan, adalah relatif kecil. Perlengkapan mekanis yang berhubungan dengan produk-

INPUT ENERGI SEKTOR PEDESAAN UNTUK TUJUAN PRODUKTIF  
(Ribuan Barel Setara Minyak)

	Minyak Tanah	Solar Ringan	Produk Minyak Lain	Energi Lain yang Diperdagangkan	Kayu bakar & Arang	Manusia & Hewan	Total
Pertanian	-	1012	341	-	-	2655	4008
Agro-Industri							
Gula	533	191	1232	40	505	-	2501
Karet	14	432	81	10	31	-	568
Penggilingan	1	888	3	0	-	-	891
Minyak yang bisa dimakan	7	89	44	5	13	-	158
Pengeringan hasil sawah	30	34	4	0	126	-	194
Lainnya	-	-	-	-	41	-	41
Kehutanan	2	2157	80	2	-	-	2242
Industri penggalian bahan baku	5	138	669	3	1159	-	1974
Industri makanan	435	26	-	-	578	-	1039
Industri Kerajinan	59	-	-	-	74	-	132
Tekstil	25	-	-	-	51	-	76
Lainnya	5	38	-	-	40	-	82
Air, dsb.	-	76	-	-	-	-	-
	1115	5080	2454	61	2516	2655	13981 <sup>(2)</sup>

(1) Listrik, gas, batu arang (kokas) dan batubara

(2) Karena dibulatkan, jumlah total mungkin berbeda dengan jumlah total unsur secara satu persatu

si bijih-bijihan makanan (traktor dan pompa) merupakan kurang dari 1 persen dari masukan input terhadap sektor non-rumah tangga pedesaan. Sekitar 75 persen dari energi yang dibeli oleh sub-sektor berskala besar, dan 50 persen dari yang dibeli oleh sub-sektor berskala kecil dipakai untuk menghasilkan kekuatan penggerak poros yang berputar.

Biomasa diperkirakan sebesar 2,5 Mboe (tidak termasuk arang), berdasarkan pada informasi mengenai pengeluaran bahan bakar dari berbagai kelompok ekonomi. Perkiraan ini merupakan titik yang paling rendah dari seluruh perkiraan, sementara sumber-sumber lain menunjukkan perkiraan yang nampaknya dapat dipercaya yaitu hampir tiga kali lebih besar. Yang lebih penting dari jumlah sebenarnya adalah pengakuan adanya koeksistensi dari sistem "energi rendah" yang paling banyak mewujudkan praktek - praktek atau teknologi yang memerlukan sedikit kekuatan tenaga bukan manusia/hewan, dengan bagian yang modern atau yang dimodernisasikan pada saat ini umumnya lebih disukai untuk energi yang berasal dari minyak. Pengecualiannya adalah proses intensif energi yang meliputi sumber-sumber tenaga biomasa "sistem tertutup", seperti dalam karet, gula dan tembakau.

Akibat umum dari pengadaan bahan bakar minyak yang murah dan pemberian subsidi adalah untuk mendorong pengembangan ekonomi pedesaan yang bersifat ganda dan suatu pola konsumsi energi yang bersifat ganda serupa. Pola "energi rendah" akan tetap berlangsung di mana untuk alasan-alasan skala, ciri-ciri teknik dari produk, kebutuhan pasaran, atau biaya relatif dari berbagai macam energi

**mendorong ketergantungan yang terus menerus akan biomasa** di satu dan lain hal. Contoh yang spesifik tentang hal-hal di mana sedikit bahan bakar minyak dipakai adalah: pertanian berskala kecil (kecuali bilamana ada kesempatan untuk memperoleh irigasi teknik dan/atau mekanisasi mikro), pabrik pembuatan batubara dan genting berskala kecil, pembakaran kapur berskala kecil, pengeringan tembakau, pengasapan karet berskala kecil dan beberapa proses pengawetan ikan tertentu.

Cara perlengkapan adalah sub-sektor modern, dengan pola "energi tinggi" yang relatif tinggi. Uraian ini dapat dijamin tidak saja karena dalam pengertian mutlak sektor modern menghaiskan bagian yang lebih besar dari keseluruhan energi yang dibeli, tapi juga karena kegiatan dan proses yang terlihat biasanya lebih intensif dalam energi sebagaimana diukur dari input tenaga dan hasil produksi.

Walaupun dalam pengertian luas pola yang bersifat ganda ini dapat terlihat dengan jelas, perbedaannya tidak langsung jelas terlihat. Pemakaian minyak tanah telah meluas keseluruh sektor, baik untuk maksud-maksud industri maupun untuk maksud rumah tangga. Perkembangan, yang meningkat pada tahun-tahun belakangan, ditunjang oleh kebijaksanaan tentang harga (dengan subsidi yang terus meningkat) menyamakan secara kasar ditinjau dari biaya per-unit panas yang sampai antara minyak tanah dengan banyaknya kayu bakar yang diperdagangkan. Investasi yang diperlukan untuk memanfaatkan minyak tanah baik untuk rumah tangga maupun untuk proses industri berskala kecil itu relatif kecil. Jadi, tidak mengherankan bahwa minyak tanah

merupakan pelengkap atau pengganti utama untuk kayu bakar.

Nampaknya ada kemungkinan bahwa daftar harga yang diterapkan untuk semua bahan bakar minyak, yang dalam tahun-tahun belakangan ini meliputi unsur subsidi untuk keseluruhan tingkatan, telah mengarah pada beberapa pemakaian yang tidak akan terjadi bilamana harga-harga sebenarnya dapat diperoleh. Pemakaian minyak tanah untuk pengeringan tembakau di perusahaan-perusahaan berskala besar mungkin dapat dijadikan suatu contoh. Demikian juga pemakaian solar ringan untuk pembakaran batubara di perusahaan-perusahaan berskala besar. Hal ini meningkatkan kemungkinan (banyak bukti yang menunjang secara umum) bahwa banyak perubahan struktural sehubungan dengan minyak di dalam perekonomian desa disebabkan oleh murahnya harga energi dari bahan bakar minyak maupun oleh kemampuannya dalam meningkatkan pembaharuan.

#### Sektor-Sektor Gas dan Minyak

Sejumlah besar minyak dan gas alam dikonsumsi di - Indonesia dalam rangka penggalian, pengangkutan dan pengolahan minyak mentah dan gas alam yang diproduksi Indonesia. Karena sebagian besar produksi ini pada akhirnya diekspor, penggunaan energi untuk kegiatan ini telah dihapuskan dari apa yang telah diberi label "Kebutuhan Dalam Negeri" (Lihat Tabel IV-1). Walaupun demikian, penting juga memasukkan informasi ini untuk memperoleh suatu jumlah total konsumsi dalam negeri yang sebenarnya akan minyak dan gas alam di Indonesia. Ini disajikan dalam Tabel IV-9.

TABEL IV - 9

KONSUMSI ENERGI SEKTOR MINYAK DAN GAS, 1978  
(Ribuan Barel Setara Minyak)

	<u>Produk<sup>1</sup> Minyak</u>	<u>Gas Alam</u>
Produksi Mentah	1496	-
Penyulingan	8943	1226
Transportasi dan Distribusi Minyak	3242	
Kilang LNG	-	6050
Kilang LPG	-	837
Produksi Gas Alam	-	8372
	<u>13681</u>	<u>16485</u>

<sup>1</sup>  
Termasuk Gas Penyulingan

Sumber: Lampiran B

Perusahaan minyak negara menghabiskan energi dalam pengangkutan minyak mentah ke tempat-tempat pengilangan (kebanyakan melalui air), dan dalam proses pengilangan dan pembagian produk minyak (baik dengan perjalanan darat maupun dengan tanker-tanker). Baik perusahaan nasional maupun perusahaan asing mengkonsumsi bahan bakar dalam memproduksi minyak mentah. Dalam tahun 1978 kegiatan ini menghabiskan 15,0 Mboe produk minyak dan 1,2 Mboe gas alam, dan dari keseluruhan ini, 10,2 Mboe dihabiskan oleh pengilangan. Jumlah total ini, setara dengan 0,1 boe per barel minyak mentah yang dikilang, tidak termasuk konsumsi energi di pengilangan-pengilangan Singapore yang menrolah minyak mentah dengan tujuan pasaran Indonesia.

Pemakaian gas alam sebagai bahan bakar di pabrik-pabrik LNG mencapai jumlah perkiraan sebesar 6,0 Mboe pada tahun 1978, sedang yang dipakai di pabrik-pabrik LPG diperkirakan sebesar 0,8 Mboe. Produksi LNG dan LPG dijual di luar negeri. Di samping pemakaiannya untuk bahan bakar, juga terjadi penguapan dan penyusutan sehingga kandungan energi dari LNG dan LPG yang akhirnya diekspor itu lebih kecil dari pada kandungan energi gas alam yang dipakai sebagai persediaan dan bahan bakar di pabrik-pabrik ini.

Gas alam juga dipakai sebagai bahan bakar di ladang-ladang gas. Pada tahun 1978, pemakaian ini mencapai jumlah sebesar 8,4 Mboe.

### C. PROYEKSI MAKROEKONOMI

Proyeksi ekonomis dasar yang dipakai dalam studi ini berasal dari Lembaga Penelitian Ekonomi dan Masyarakat

(LPEM) Universitas Indonesia. Proyeksi ini didasarkan pada asumsi tentang pertumbuhan PDB per kapita dan pertumbuhan penduduk. Dua asumsi ini dipakai untuk dapat memperoleh tingkat laju pertumbuhan ekonomi secara menyeluruh yang tinggi dan rendah. Laju pertumbuhan penduduk, yang tetap tidak berubah dalam kedua asumsi itu, diperkirakan sebesar 1,9 persen setahun dari tahun 1978 dan 1990 dan 1,8 persen setahun dari tahun 1990 dan 2000. Dalam asumsi pertumbuhan yang rendah, PDB diperkirakan meningkat sebesar 5,8 persen setahun dari tahun 1978 dan 1990 dan 5,5 persen setahun dari tahun 1990 dan 2000. PDB per kapita diperkirakan akan meningkat pada laju rata-rata sebesar 3,8 dan 3,6 persen setahun dalam masing-masing kedua periode itu. Dalam asumsi pertumbuhan yang tinggi, keseluruhan PDB diperkirakan meningkat sebesar 7,0 persen setahun di seluruh periode proyeksi tersebut. PDB per kapita diperkirakan akan meningkat sebesar 5,0 persen dan 5,1 persen setahun masing-masingnya di kedua periode proyeksi itu (Tabel IV-10).

Informasi terakhir dikumpulkan melalui sensus tahun 1980, yang tidak tersedia pada saat laporan LPEM itu dibuat, menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk sekarang ini berada pada tingkat sebesar 2,34 persen setahun (1971-1980), cukup menyolok tingginya melebihi perkiraan sebelumnya sebesar 2,0 persen. Kepekaan laju pertumbuhan penduduk yang lebih tinggi ini terhadap kebutuhan energi telah diselidiki dalam bagian konsumsi energi rumah tangga. Perkiraan pemerintah yang telah direvisi menunjukkan kemungkinan laju pertumbuhan penduduk pada tingkat yang cukup banyak melebihi 2,0 persen per tahun hingga tahun 1989

( lihat catatan dalam Tabel IV-10 ) .

Analisa LPEM menunjukkan laju pertumbuhan Ekonomi Indonesia di tujuh sektor; pertanian, pertambangan, pabrik, konstruksi, perlistrikan, gas dan air, jasa-jasa, serta transportasi dan komunikasi (Tabel IV-11). Suatu keterangan terperinci mengenai proyeksi serta asumsi yang terkandung dapat dijumpai dalam Lampiran A. Suatu uraian mengenai cara di mana laju pertumbuhan Sektoral LPEM telah dipakai untuk menghasilkan perkiraan kebutuhan energi disajikan dalam Lampiran B (misalnya, pertumbuhan dalam sektor pembangkit listrik tidak diperoleh dari proyeksi LPEM). Perkiraan-perkiraan ini sebagian didapat dari pendekatan "bawah ke atas" di mana perambahan yang telah direncanakan terhadap kapasitas pabrik secara jelas dipertimbangkan, dan sebagian lagi dari metode-metode makroekonomi. Berbagai macam sub-sektor di dalam sektor-sektor pabrik dan transportasi berkembang pada laju kecepatan yang diperoleh dari beberapa sumber (LPEM hanya memberikan laju pertumbuhan pada tingkat yang lebih menyeluruh). Misalnya, dalam sektor pabrik, perkiraan-perkiraan yang berdiri sendiri diperoleh dari sub-sektor makanan, minuman dan tembakau, tekstil, semen, besi dan baja, serta pupuk. Sektor-sektor lainnya ( yang merupakan kira-kira 60 persen dari keseluruhan nilai yang ditambahkan pada pabrik ) diperkirakan hingga pertumbuhan hasil pabrik secara keseluruhan bisa konsisten dengan LPEM.

TABEL IV - 10

ASUMSI-ASUMSI LAJU PERTUMBUHAN EKONOMI  
(persen per tahun)

	<u>1978-1990</u>	<u>1990-2000</u>
Pertumbuhan Rendah		
Penduduk	1,9	1,8
PDB	5,8	5,5
PDB per kapita	3,8	3,6
Pertumbuhan Tinggi		
Penduduk	1,9	1,8
PDB	7,0	7,0
PDB per kapita	5,0	5,1

Catatan: Hasil pendahuluan dari sensus penduduk tahun 1980 menunjukkan laju pertumbuhan per tahun rata-rata antara tahun 1971-1980 sebesar 2,35 persen, lebih tinggi dari kenaikan sebesar 2,0 persen yang dibuat pada proyeksi LPEM. Laju pertumbuhan penduduk yang telah direvisi adalah 2,3 persen per tahun hingga 1984, 2,15 persen per tahun hingga 1989, 2,0 persen per tahun hingga 1994 dan 1,85 persen hingga 1990. (Komite KUBE).

Sumber: LPEM<sup>1</sup>

TABEL IV - 11

LAJU PERTUMBUHAN NILAI TAMBAH MENURUT SEKTOR,  
% per TAHUN

<u>Sektor</u>	<u>1978-1990</u>		<u>1990-2000</u>	
	<u>Rendah</u>	<u>Tinggi</u>	<u>Rendah</u>	<u>Tinggi</u>
Pertanian	3,2	4,0	4,4	5,0
Pertambangan	3,4	4,0	4,5	5,3
Pabrik	9,9	11,6	7,6	9,7
Konstruksi	7,2	8,7	5,5	7,0
Transportasi & Komunikasi	8,5	10,4	6,9	9,5
Jasa-jasa Lain	6,7	8,1	5,1	6,6
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
PDB	5,8	7,0	5,5	7,0

Sumber: LPEM<sup>1</sup>

#### D. PERKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI

Kebutuhan minyak tanah yang diperkirakan didasarkan pada :

- a). pertumbuhan penduduk ( sesuai dengan yang digunakan LPEM ) ;
- b). penurunan yang diperhitungkan dalam proporsi rumah tangga yang menggunakan minyak tanah untuk memasak, dan
- c). peningkatan yang diperhitungkan dalam proporsi rumah tangga menggunakan minyak tanah untuk memasak, dan yang mencapai 50 % dari rumah tangga pedesaan pada tahun 2000 ;
- d). pertumbuhan yang diperhitungkan dalam konsumsi per kapita, dan ternyata berbeda antara anggapan pertumbuhan PDB tinggi dan PDB rendah. Perkiraan kayu bakar didapatkan dengan memperhitungkan rumah tangga yang tidak memakai minyak tanah.

Konsumsi energi direncanakan sebagai suatu fungsi dari nilai yang ditambahkan untuk dapat memperlihatkan konsistensi dengan asumsi-asumsi makroekonomi mengenai pertumbuhan di masa mendatang. Hal ini tidak sulit karena statistik nilai yang ditambahkan itu dapat diperoleh secara cukup terperinci untuk Indonesia. Konsistensi antara perkiraan pertumbuhan sektor-sektor individu dengan sektor-sektor yang lebih menyeluruh dari PDB tidak akan dapat dipastikan bila perkiraan individual itu dibuat dari segi jumlah fisik saja ( misalnya berapa ton semen ). Dalam studi ini sektor-sektor pabrik dan transportasi masing-masing dipecah menjadi 11 dan 7 sub-sektor. Tabel IV-12 akan memberi kesimpulan mengenai asumsi proyeksi.

Bilamana pertumbuhan konsumsi energi sektoral itu berkaitan langsung dengan nilai yang ditambahkan, maka asumsi

didasarkan pada hubungan antara nilai yang ditambahkan ( diukur dengan rupiah dalam tahun 1978 ). Hasil yang dihitung dari jumlah fisik dan konsumsi energi tetap tidak berubah selama jangka waktu perencanaan tersebut. Asumsi ini identik dengan asumsi yang dipakai dalam analisa input-output koefisien tetap. Asumsi ini berarti bahwa bila nilai yang ditambahkan itu menjadi berlipat dua maka demikian pula output serta konsumsi energinya. Jadi semua bagian yang berhubungan dengan kegiatan ekonomi memperlihatkan elastisitas kebutuhan energi sesuai dengan pertumbuhan ekonomi kegiatan itu. Ini tidak berarti bahwa elastisitas unit dipakai untuk sektor-sektor pabrik dan transportasi secara keseluruhan. Jika dibandingkan lebih banyak pertumbuhan (ditinjau dari nilai yang ditambahkan) dialami dalam sub-sektor intensif energi dari pada dalam sub-sektor yang kurang intensif, sehingga keseluruhan elastisitas itu lebih besar dari satu.

Perkiraan kebutuhan bahan bakar untuk pembangkit tenaga listrik didasarkan pada perkiraan mengenai produksi listrik di masa mendatang yang dihasilkan oleh PLN. Rencana PLN-PLN menunjukkan suatu pertumbuhan pembangkit tenaga listrik rata-rata 15,7 persen setahun untuk seluruh sistem pada periode 1978 hingga 2000. ( Rencana PLN hanya memproyeksikan pembangkit tenaga listrik di Luar Jawa <sup>(5)</sup>, hingga tahun 1990; ekstrapolasi sampai tahun 2000 adalah perkiraan E/DI). Rencana perluasan yang tinggi ini didasarkan pada analisa laju pertumbuhan PDB yang tinggi sebesar 7,0 persen per tahun. Apabila pertumbuhan PDB rendah, dengan perbandingan pertumbuhan listrik dan pertumbuhan listrik dan pertumbuhan PDB sebesar 2,24, maka tingkat laju pertumbuhan PDB sebesar 5,8 - 5,5 persen, sehingga akan menghasilkan laju pertumbuhan pembangkit tenaga listrik sebesar 12,7 persen per tahun.

TABEL IV-12

## RINGKASAN ASUMSI-ASUMSI PROYEKSI KEBUTUHAN ENERGI

Sektor	Dasar Perkiraan
Perkiraan Ekonomi	Pertumbuhan PDB rendah: 5,8 % per tahun 1978-1990 5,5 % per tahun 1990-2000  Pertumbuhan PDB tinggi: 7,0 % per tahun 1978-2000 Contoh makroekonomi LPEM dengan perincian berdasar Chenery-Syrquin (World Bank)
Pertanian, Pertambangan	Laju Pertumbuhan Sektoral (LPEM)
Pabrik baja, semen, kertas, makanan, tekstil, dan lainnya	Perluasan Kapasitas Pabrik Prognosa Subsektor Pertumbuhan Sektor Menyeluruh (LPEM)
Jasa-Jasa, Pemerintah, dsb.	Laju Pertumbuhan Sektoral (LPEM)
Transportasi Mobil, motor, udara, kapal laut, kereta api, truk	Rumah tangga perkotaan, tingkat pendapatan selama ini, Pertumbuhan sektor pabrik
Rumah tangga	Pertumbuhan dalam rumah tangga, perincian perkotaan-pedesaan, penggantian bahan bakar (mis. elektrifikasi yang semakin meningkat)
Pembangkit Listrik (Penyediaan yang harus dihasilkan)	GDP Tinggi: Berdasar Rencana PLN (15,7 % per tahun hingga tahun 2000) GDP Rendah: Rasio perkembangan listrik dengan pertumbuhan PDB sebesar +2,24 (12,7% per tahun hingga tahun 2000)

Tingkat pertumbuhan kebutuhan energi untuk semua sektor dari pada kegiatan ekonomi, dianggap berbanding lurus dengan perkiraan nilai tambah sektoral. Pengecualiannya adalah untuk sektor-sektor : Besi dan baja, pembangkit tenaga listrik, otomotif, rumah tangga dll. Dasar perkiraan kasus ini adalah rencana perluasan yang diterbitkan, tingkat pertumbuhan historis dalam registrasi, automobil dan efisiensi kendaraan yang diperhitungkan.

#### E. HASIL - HASIL PERKIRAAN

Tabel IV-13 hingga IV-16 menyajikan perbandingan energi yang diperkirakan untuk pertumbuhan rendah dan tinggi.

Pada tahun 2000 jumlah total kebutuhan energi komersial dan non-komersial diperkirakan sebesar 1019 juta boe dalam pertumbuhan yang rendah dan sebesar 1202 juta untuk pertumbuhan yang tinggi. Perkiraan ini menunjukkan suatu tingkat pertumbuhan tahunan rata-rata sebesar masing-masing 4,5 dan 5,3 persen lebih tinggi dari tingkat konsumsi tahun 1978 yang sebesar 385 juta boe. Kebutuhan energi komersial saja diperkirakan akan meningkat dengan lebih cepat, yaitu rata-rata sebesar 7,8 dan 9,6 persen antara tahun 1978 dan 2000 masing-masing untuk perkiraan pertumbuhan yang rendah dan tinggi. Laju pertumbuhan ini mengandung elastisitas pendapatan total dari konsumsi energi sebesar kira-kira 1,4 untuk kedua perkiraan itu.

Berbagai bahan bakar akan dipakai untuk memenuhi kebutuhan energi di masa mendatang kecuali apabila mengikuti pola masa lampau. Tidak akan diperkenalkan perubahan yang

TABEL IV - 13

PERTUMBUHAN RENDAH KEBUTUHAN ENERGI  
DALAM NEGERI MENURUT SEKTOR, 1990  
(Ribuan Barel Setara Minyak - kboe)

	Produk Minyak	Batubara	Gas <sup>2</sup> Alam	LPG	Tenaga Air Panas Bumi & Nuklir	Jumlah Total	Kayubakar & Limbah Pertanian	Total Energi
Sektor Minyak dan Gas	30.600	-	38.600			69.200		69.200
Pertanian	6.027	-	-	Tidak Tersedia		6.027	1.045	7.072
Pertambangan	2.833	77	-			2.910	1.730	4.640
Pabrik	55.783	7.043	54.900	Tidak Tersedia		117.726	1.083	118.809
Konstruksi	2.041	-	-			2.041		2.041
Jasa-Jasa	23.818	-	-			23.818		23.818
Transportasi	75.803	-	-	Tidak Tersedia		75.803		75.803
Rumah Tangga	59.772		-	Tidak Tersedia		59.772	349.000	408.772
Pembangkit Listrik	16.459	17.812	-		22.091	56.362		56.342
	<u>273.136</u>	<u>24.932</u>	<u>93.500</u>	<u>5.500</u>	<u>22.091</u>	<u>419.159</u>	<u>352.858</u>	<u>772.077</u>

Catatan: angka-angka di tempat desimal dipergunakan untuk konsistensi dan tidak menunjukkan ketepatan

1. Termasuk penyulingan, transportasi, pemisahan dan pencairan
2. Termasuk feedstock untuk pabrik pupuk dengan gas kota; tidak meliputi feedstock untuk pabrik LNG dan LPG

TABEL IV - 14

PERTUMBUHAN TINGGI KEBUTUHAN ENERGI  
DALAM NEGERI MENURUT SEKTOR, 1990  
(kboe)

	Produk Minyak	Batubara	Gas Alam	LPG	Tenaga Air Panas Bumi & Nuklir	Jumlah Total	Kayubakar & Limbah Pertanian	Total Energi
Sektor Minyak dan Gas	36.700		38.600			75.300		75.300
Pertanian	6.562					6.562	1.146	7.708
Pertambangan	3.019	82				3.101	1.854	4.955
Pabrik	65.324	7.043	57.900			130.267	1.188	131.455
Konstruksi	2.379					2.379		2.379
Jasa-Jasa	28.829					28.829		28.829
Transportasi	90.031					90.031		90.031
Rumah Tangga	64.581					64.581	305.000	369.581
Pembangkit Listrik	30.893	29.936			22.091	82.920		82.920
	328.318	37.061	96.500	5.500	22.091	489.471	309.188	798.659

Catatan: angka-angka di tempat desimal dipakai untuk konsistensi dan tidak menunjukkan ketepatan

1. Termasuk penyulingan, transportasi, pemisahan dan pencairan
2. Termasuk feedstock untuk pabrik pupuk dengan gas kota; tidak meliputi feedstock untuk pabrik LNG dan LPG

TABEL IV - 15

PERTUMBUHAN RENDAH KEBUTUHAN ENERGI  
DALAM NEGERI MENURUT SEKTOR, 2000  
(kboe)

	Produk Minyak	Batubara	Gas <sup>2</sup> Alam	LPG	Tenaga Air Panas Bumi & Nuklir	Jumlah Total	Kayubakar &Limbah Pertanian	Total Energi
Sektor Minyak dan Gas	53.600	-	52.700			106.300		106.300
Pertanian	9.270			Tidak Tersedia		9.270	1.607	10.877
Pertambangan	4.399	120				4.519	2.687	7.206
Pabrik	114.179	7.043	89.000	Tidak Tersedia		210.222	1.666	211.888
Konstruksi	3.486					3.486	-	3.486
Jasa-Jasa	46.418					46.418	-	46.418
Transportasi	137.152			Tidak Tersedia		137.152	-	137.152
Rumah tangga	91.587			Tidak Tersedia		91.587	377.000	468.587
Pembangkit Listrik	15.486	101.333			36.555	153.374	-	153.374
	<u>475.577</u>	<u>108.496</u>	<u>141.700</u>	<u>12.000</u>	<u>36.555</u>	<u>774.328</u>	<u>382.960</u>	<u>1.157.374</u>

Catatan: angka-angka di tempat desimal dipakai untuk konsistensi dan tidak menunjukkan ketepatan

1. Termasuk penyulingan, transportasi, pemisahan dan pencairan
2. Termasuk feedstock untuk pabrik pupuk dengan gas kota; tidak meliputi feedstock untuk pabrik LNG dan LPG

TABEL IV -16  
PERTUMBUHAN TINGGI KEBUTUHAN ENERGI  
DALAM NEGERI MENURUT SEKTOR, 2000  
(kboe)

	Produk Minyak	Batubara	Gas Alam	LPG	Tenaga Air Panas Bumi & Nuklir	Jumlah Total	Kayubakar & Limbah Pertanian	Total Energi
Sektor Minyak dan Gas	73.900	-	52.700	Tidak Tersedia		126.600		126.600
Pertanian	10.688					10.688	1.867	12.500
Pertambangan	5.061	137				5.198	3.107	8.305
Pabrik	158.956	7.043	100.600	Tidak Tersedia		266.599	1.935	268.534
Konstruksi	4.680					4.680	-	4.680
Jasa-Jasa	70.796					70.795	-	70.795
Transportasi	198.653			Tidak Tersedia		198.653	-	198.653
Rumah tangga	102.315			Tidak Tersedia		102.315	270.000	372.315
Pembangkit Listrik								
Rencana PLN	34.998	105.846			126.549	267.393	-	267.393
Nuklir Terbatas	118.188	105.846			43.359	43.359	-	
<b>TOTAL</b>								
Rencana Diversifikasi	660.046	113.026	153.300	12.000	126.549	1.065.241	276.909	1.342.150
Nuklir Terbatas	743.556	113.026	153.300	12.000	43.359	1.065.241	276.909	1.342.150

Catatan: angka-angka di tempat desimal dipakai untuk konsistensi dan tidak menunjukkan ketepatan

1. Termasuk penyulingan, transportasi, pemisahan dan pencairan
2. Termasuk feedstock untuk pabrik pupuk dengan gas kota; tidak meliputi feedstock untuk pabrik LNG dan LPG

besar dalam pola pemilihan bahan bakar atau harga-harga bahan bakar yang relatif. Bahan bakar cair, yang hampir secara eksklusif memberi tenaga untuk sektor-sektor transportasi, rumah tangga dan industri, semuanya diperoleh dari minyak mentah. Pemakaian gas alam diperkirakan meningkat apabila dipergunakan oleh pabrik-pabrik baru yang direncanakan, dan untuk sektor petro kimia itu dimasukkan dalam proyeksi energi. Begitu pula halnya dengan pemakaian batubara yang meningkat. Kecuali dalam sektor pembangkit listrik, di mana Rencana PLN yang merupakan sumber dari proyeksi yang dibuat tabel itu, mengikuti suatu kebijaksanaan dalam penggantian minyak dengan bahan bakar lain. Batubara merupakan input yang besar untuk listrik, bersamaan dengan perluasan kapasitas hidroelektrik dan diperkenalkannya listrik tenaga panas bumi. Perencanaan tenaga nuklir diperkenalkan pada tahun 1997 sesuai dengan perencanaan PLN dan pada tahun 2000 mencapai jumlah 9100 MW. Agar dapat memenuhi dampak dari suatu jadwal perencanaan tenaga nuklir yang lebih tidak ambisius, telah dipersiapkan suatu rencana yang disebut "Nuklir Terbatas", di mana diperkirakan akan dihasilkan hanya 1300 MW pada tahun 2000 dengan kekurangannya akan dipenuhi oleh minyak. Untuk perkiraan PDB rendah, di mana jumlah total pembangkit tenaga listrik itu secara menyolok lebih rendah dari pada perkiraan PDB yang tinggi, kapasitas nuklir pada tahun 2000 adalah yang berkekuatan 600 MW.

#### Kebutuhan Bahan Bakar yang Diperkirakan

Laju peningkatan konsumsi produk minyak merupakan

yang terendah dari seluruh jenis energi. Konsumsi pada akhir tahun dari proyeksi perkiraan pertumbuhan rendah diperkirakan mencapai 476 juta boe dan menunjukkan peningkatan tahunan sebesar 6,5 persen selama jangka waktu 22 tahun. Konsumsi produk minyak diharapkan akan meningkat antara 660 dan 744 juta boe untuk perkiraan-perkiraan pertumbuhan tinggi. Laju pertumbuhan tahunan masing-masing sebesar 8,1 dan 8,7 persen. Perkembangan ini disebabkan oleh tingkat yang berbeda-beda dari penggunaan pembangkit tenaga nuklir di dalam periode perkiraan itu. Bilamana penggunaan pembangkit ini tidak mencakup apa yang tercantum dalam Rencana Diversifikasi EN, maka kekurangannya akan dipenuhi oleh listrik dengan bahan bakar minyak.

Pemakaian batubara meluas lebih cepat dari pada pemakaian bahan bakar lainnya, mencapai tingkat sebesar 108 juta boe dan 113 juta boe pada tahun 2000 dalam perkiraan pertumbuhan rendah dan tinggi. Laju pertumbuhan ini menunjukkan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 28 dan 28,5 persen untuk jangka waktu 22 tahun. Sebagian besar pertumbuhan ini terjadi pada periode 1978 - 1990 di mana pemakaian batubara diharapkan akan meningkat sebesar 37 dan 43 persen per tahun dalam perkiraan rendah dan tinggi tergantung dari pelaksanaan bedar-besaran stasiun-stasiun pembangkit tenaga.

Pemakaian gas alam juga meluas secara cepat mencapai suatu tingkat sebesar 89 juta boe dalam perkiraan pertumbuhan rendah dan sebesar 101 juta boe dalam perkiraan pertumbuhan yang tinggi, maka laju pertumbuhan tahunan sebesar rata-rata 10 dan 11 persen. Tingkat pertumbuhan ini tidak termasuk gas alam yang diperlukan untuk ekspor : LNG dan LPG maupun

gas-gas alam lain yang dipakai untuk sektor produksi gas.

Tabel IV-17 menunjukkan susunan dari sistem energi komersial menurut jenis bahan bakar. Produk minyak berjumlah sedikit lebih banyak dari 87 persen dari seluruh kebutuhan energi komersial pada tahun 1978. Sementara itu minyak terus mendominasi energi menurut kedua asumsi pertumbuhan tersebut, dan peranannya secara menyolok menurun dalam perkiraan pertumbuhan rendah dan perkiraan pertumbuhan tinggi (Rencana PLM). Dalam perkiraan pertumbuhan rendah bagian ini diperkirakan akan menurun sampai 70 persen pada tahun 1990 dan sebesar 63 persen pada tahun 2000, karena batubara akan menjadi bahan bakar utama dalam sektor listrik dan diimbangi juga oleh bertambah banyaknya pemakaian batubara dan gas alam pada industri semen dan baja. Batubara dan gas alam akan merupakan bahan bakar yang semakin penting selama periode 22 tahun dan akan merupakan 16,2 dan 13,3 persen dari keseluruhan energi komersial pada tahun 2000 dibandingkan dengan pemakaian sebesar 0,4 dan 9,0 persen pada tahun 1978. Bagian dari keseluruhan energi komersial yang dipakai untuk pembangkit listrik tenaga air meningkat hingga sekitar 5-6 persen pada tahun 1990 dan kemudian menurun selama sepuluh tahun berikutnya menjadi 4 persen karena laju perluasan proyek-proyek tenaga air menurun. Dalam hal menurunnya tingkat konstruksi perencanaan tenaga nuklir, produk minyak tetap melebihi 70 persen dan seluruh energi komersial, atau sama dengan tingkat yang dicapai pada tahun 1990. Asumsi yang dipakai dalam analisa ini, seperti tersebut di atas, adalah bahwa listrik yang memakai tenaga minyak akan mengubah perencanaan tenaga nuklir.

TABEL IV - 17

KOMPOSISI SISTEM ENERGI KOMERSIAL\*  
(Persen)

	1978	1990		2000		
		PDB Rendah	PDB Tinggi	PDB Rendah	Rencana PLN PDB Tinggi	Rencana Nuklir Terbatas PDB Tinggi
Produk Minyak (meliputi minyak untuk pembangkit listrik)	87,3	69,3	70,4	63,2	62,5	71,4
Batubara	0,4	7,1	9,0	16,2	12,0	12,0
Gas Alam	8,9	15,7	14,0	13,3	10,7	10,7
LPG	0,3	1,6	1,3	1,8	1,3	1,3
Tenaga Air	3,2	5,8	4,5	4,0	2,7	2,7
Nuklir	-	-	-	1,0	10,4	1,5
Panas Bumi	-	0,7	0,7	0,6	0,4	0,4

\*Tidak termasuk kebutuhan akan sektor minyak dan gas

Sebagaimana dapat dilihat dalam kesimpulan ringkas mengenai hasil dan metodologi perkiraan, meningkatnya kebutuhan bahan bakar mempergunakan kerangka pertumbuhan ekonomi yang diperoleh dari LPEM sebagai dasar yang konsisten dari proyeksi. Pengecualian dalam sektor pembangkit listrik, karena besarnya komponen kebutuhan yang tidak terpenuhi sekarang ini, seluruhnya tergantung pada pertumbuhan menurut jadwal perluasan pemanfaatan listrik. Jadwal ini bukanlah merupakan fungsi dari keseluruhan pertumbuhan PDB (paling sedikit tidak secara eksplisit) dan paling baik diuraikan dari segi modal yang tersedia untuk perluasan infra-struktur pembangkit listrik. Dalam hal ini, Rencana PLN (dipakai untuk perkiraan PDB tinggi dalam analisa ini) nampaknya cukup berambisi dan tidak akan dapat terpenuhi dengan mudah. Perbandingan dari pembangkit listrik terhadap keseluruhan energi komersial yang terpakai, perkiraan yang disajikan di sini (perkiraan PDB tinggi) menghasilkan angka sebesar 0,15. Sebagai perbandingan, Amerika Serikat adalah 0,13 salah satu yang paling tinggi di dunia. Sebaliknya, perkiraan PDB rendah bertolak dari Rencana PLN dan pada tahun 2000 hanya akan menghasilkan 57 persen dari listrik yang tercantum dalam Rencana PLN. Dalam hal ini, ratio listrik terhadap keseluruhan energi yang terpakai adalah 0,10 suatu angka yang lebih baik jika dibandingkan dengan kenyataan mengenai sistem energi di negara-negara lain.

#### Kebutuhan Energi yang Diperkirakan Berdasarkan Sektor

Tabel IV-18 menunjukkan suatu gambaran mengenai pe-

TABEL IV - 18

DISTRIBUSI SELURUH KEBUTUHAN ENERGI KOMERSIAL\*  
(Persen)

	<u>1978</u>	<u>1990</u>		<u>2000</u>	
		Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi
Pertanian	2,8	1,7	1,6	0,9	1,1
Pertambangan	1,2	0,8	0,8	0,7	0,6
Pabrik	24,2	33,6	31,5	31,5	28,4
Konstruksi	1,0	0,6	0,6	0,5	0,5
Jasa-Jasa	7,2	6,8	7,0	7,0	7,5
Transportasi	27,1	21,4	21,7	20,5	21,1
Rumah tangga	26,5	17,1	15,6	13,7	10,9
Pembangkit Listrik	10,0	16,1	20,0	23,0	28,5

\*Tidak termasuk kebutuhan sektor minyak dan gas

nyaluran kebutuhan energi yang diperkirakan (untuk semua energi komersial) berdasarkan sektor kegiatan ekonomi. Proporsi dari seluruh energi komersial yang dipakai sektor-sektor pabrik dan listrik meningkat secara meyakinkan selama tahun 1980-an, dari 24 persen hingga 30-34 persen untuk sektor pabrik dan dari 10 persen hingga 16-20 persen untuk sektor pembangkit listrik. Hingga tahun 2000, bagian dari energi komersial yang dihabiskan untuk sektor pabrik sedikit menurun dari tingkat yang dicapai pada tahun 1990. Bagian yang dihabiskan untuk sektor listrik terus naik baik dalam perkiraan PDB rendah maupun tinggi, meningkat sampai 23 atau 29 persen dari seluruh energi pada tahun 2000. Proporsi energi komersial yang dihabiskan oleh rumah tangga menurun dengan tajam dari 26,5 persen pada tahun 1978 menjadi 11-14 persen pada tahun yang terakhir. Sektor-sektor angkutan, konstruksi, pertambangan dan pertanian juga diperkirakan membutuhkan energi lebih kecil dari seluruh kebutuhan energi komersial pada tahun 2000 menurut kedua perkiraan.

Pemakaian produk minyak tetap merata di semua sektor ekonomi disepanjang perkiraan itu. Namun demikian, distribusi konsumsi minyak cukup besar perubahannya akibat dari penggantian dalam sektor-sektor listrik dan rumah tangga, dan karena laju pertumbuhan yang berbeda-beda antara sektor-sektor tersebut. Perubahan penyaluran konsumsi diterangkan dalam Tabel IV-19. Bagian dari seluruh kebutuhan yang dipakai oleh sektor-sektor pabrik dan jasa-jasa meningkat secara tetap selama jangka waktu kedua perkiraan itu. Sedang bagian untuk sektor pertanian dan rumah tangga me-

nurun di semua perkiraan dan semua tahun, sementara untuk pertambangan dan konstruksi tetap tidak berubah.

Bagian dari seluruh kebutuhan sektor pabrik meningkat dengan sangat cepat, dari 18 persen di tahun 1978 menjadi 27 persen pada tahun 2000. Sektor angkutan meningkat bagiannya menjadi 34 persen di tahun 2000 dari 30 persen di tahun 1978. Sebaliknya, sektor rumah tangga menurun bagiannya dalam kebutuhan minyak dari 50 persen di tahun 1978 menjadi 18-20 persen di tahun 2000. Penurunan ini disebabkan tingkat kenaikan kebutuhan minyak untuk rumah tangga yang relatif lebih lambat jika dibandingkan dengan kebutuhan sektor pabrik dan angkutan. Bagian minyak yang dipakai untuk pembangkit tenaga listrik berbeda-beda selama tahun-tahun perkiraan tergantung pada asumsi atau tingkat pemakaian sumber-sumber energi lainnya. Hal ini akan dibicarakan secara tersendiri nanti. Penyaluran kebutuhan gas alam diantara keempat kegiatan ekonomi yang diperkirakan akan disajikan dalam Tabel IV-20 untuk tahun 1978, 1979 dan seluruh tahun-tahun perkiraannya (gas alam diperkirakan tidak akan dipakai di luar sektor pabrik). Walaupun industri pupuk diperkirakan akan tetap merupakan konsumen utama dari gas alam; industri-industri semen, besi dan baja akan merupakan konsumen yang semakin penting selama tahun-tahun 1980-an dan 1990-an.

Dibandingkan dengan bahan bakar lain, hanya sedikit jumlah batubara yang diperkirakan akan dipakai dalam pertambangan, pabrik dan jasa-jasa. Proporsi dari seluruh pemakaian batubara yang dihabiskan untuk sektor listrik

TABEL IV - 19

SELURUH KEBUTUHAN PRODUK MINYAK MENURUT SEKTOR <sup>2</sup>  
(Persen)

	1978	1990		2000	
		Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi
Pertanian	3,0	2,5	2,3	2,2	1,8 1,6
Pertambangan	1,0	1,2	1,0	1,0	0,9 0,8
Pabrik	18,0	23,0	22,4	27,1	27,1 23,7
Konstruksi	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8 0,7
Jasa-Jasa	8,0	9,8	9,9	11,0	12,1 10,6
Transportasi	30,0	31,3	30,9	32,5	33,9 29,7
Rumah tangga	30,0	24,7	22,2	21,7	17,5 15,3
Pembangkit Listrik	8,0	6,8	10,6	3,7	6,0 17,7

1 Baris yang di atas adalah Rencana PLN  
Baris yang di bawah adalah Nuklir Terbatas

2 Tidak termasuk sektor minyak dan gas

TABEL IV - 20

## DISTRIBUSI GAS ALAM (%)

<u>Sektor</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1990</u>		<u>2000</u>	
			<u>PDB Rendah</u>	<u>PDB Tinggi</u>	<u>PDB Rendah</u>	<u>PDB Tinggi</u>
Semen	-	7	25	24	16	14
Besi&Baja	1	12	9	9	11	10
Pupuk	100	79	54	56	66	70
Bahan Kimia Lain	-	3	12	11	7	7
Jumlah (%)	100	100	100	100	100	100
Jumlah (kboe)	10.665	16.945	54.900	57.900	89.000	100.600

Catatan: Tidak termasuk kilang-kilang LNG dan LPG; meliputi feedstock yang dipakai di industri pupuk dan semen

Sumber : Lampiran B, Tambahan

berkisar dari yang terendah sebesar 87 persen hingga yang tertinggi sebesar 96 persen pada tahun 1990 dan 2000 menurut perkiraan pertumbuhan rendah. Hal yang sama menurut perkiraan pertumbuhan tinggi adalah 92 dan 95 persen.

Industri-industri semen serta produk mineral non-metalik lainnya menghabiskan hampir sebagian kecil dari sisanya dengan sektor pertambangan merupakan sektor yang menghabiskan kurang dari satu persen dari keseluruhan. Batubara secara potensial dapat mengisi sebagian besar pemakaian bahan bakar di sektor-sektor ini, tergantung dari perubahan-perubahan infra struktural mengenai transportasi, penyimpanan serta peralatan yang dipakai dalam pembakarannya.

#### Sumber-Sumber Energi untuk Sektor Listrik

Sebagaimana dinyatakan dalam Tabel IV-21, campuran bahan bakar untuk sektor listrik diperkirakan akan berubah secara menyolok selama 19 tahun mendatang ini. Pada tahun 1978 produk minyak merupakan hampir 68 persen dari keseluruhan energi pembangkit listrik untuk pemanfaatan dan tenaga air merupakan sisanya. Campuran bahan bakar ini diperkirakan akan berubah secara dramatis segera setelah tahun 1990. Pada saat itu minyak diharapkan merupakan 29 dan 37 persen dari seluruh pemakaian bahan bakar masing-masing dalam perkiraan pertumbuhan rendah dan tinggi. Batubara diharapkan akan merupakan pengganti utama untuk minyak pada saat itu, meliputi 32 dan 36 persen pemakaian bahan bakar dalam kedua perkiraan itu. Kontribusi tenaga air diperkirakan akan meningkat menjadi 34,5 persen dari

TABEL IV - 21

KOMPOSISI SUMBERDAYA UNTUK SEKTOR LISTRIK  
(Persen)

	1978	1990		2000		
		Pertum- buan PDB Rendah	Pertum- buan PDB Tinggi	Pertum- buan PDB Rendah	Rencana PLN Per- tumbuhan PDB Tinggi	Nuklir Terbatas PDB Tinggi
Produk Minyak	68,4	29,2	37,3	10,1	13,1	44,2
Batubara	-	31,6	36,1	66,0	39,6	39,6
Tenaga Air	31,6	34,5	23,4	16,6	9,5	9,5
Panas Bumi	-	4,7	3,2	2,5	1,5	1,5
Nuklir	-	-	-	4,7	36,4	5,2

seluruh pembangkit dalam perkiraan rendah tetapi menurun hingga sedikit melebihi 23 persen dalam perkiraan tinggi. Dalam perkiraan tinggi ini perluasan pembangkit tenaga air tidak diharapkan untuk dapat menyamai peningkatan kebutuhan listrik yang diperkirakan. Akibatnya sistem itu harus semakin tergantung pada minyak dan batubara untuk perkiraan rendah.

Perkiraan hingga tahun 2000 menunjukkan bahwa peranan minyak terus menurun, menjadi 10 hingga 13 persen dari seluruh input bahan bakar. Kontribusi tenaga air juga menurun dari bagiannya pada tahun 1990. Panas bumi sebagaimana dinyatakan di sini mempunyai peranan terbatas menurut apa yang terdapat dalam Rencana PLN; suatu perluasan yang jauh lebih besar melebihi 3000 MW diimpikan oleh Departemen Pertambangan dan Energi, yang mana produksi listrik akan dijual kepada PLN (lihat Bab VI). Dalam perkiraan PDB tinggi, dan mempergunakan Rencana PLN sebagai dasar, batubara menyumbang sampai 40 persen dari seluruh sumber-sumber listrik dan energi nuklir 36 persen. Dalam perkiraan PDB rendah, laju pabrik-pabrik yang memakai tenaga batubara tetap sama dengan yang ada diperkirakan tinggi, dengan berakibat bahwa 66 persen dari pembangkitan yang diperlukan akan dipenuhi oleh batubara. Sebuah pabrik menghasilkan nuklir yang berkekuatan 600 MW akan memberi kontribusi kurang dari 5 persen. Untuk permintaan listrik yang tinggi dengan pembatasan pabrik penghasil nuklir hingga 1300 MW, kontribusi nuklir akan sebesar 5 persen; dalam hal ini produk minyak akan mengisi kekurangan dan akan merupakan 44 persen dari sumber-sumber pembangkit listrik



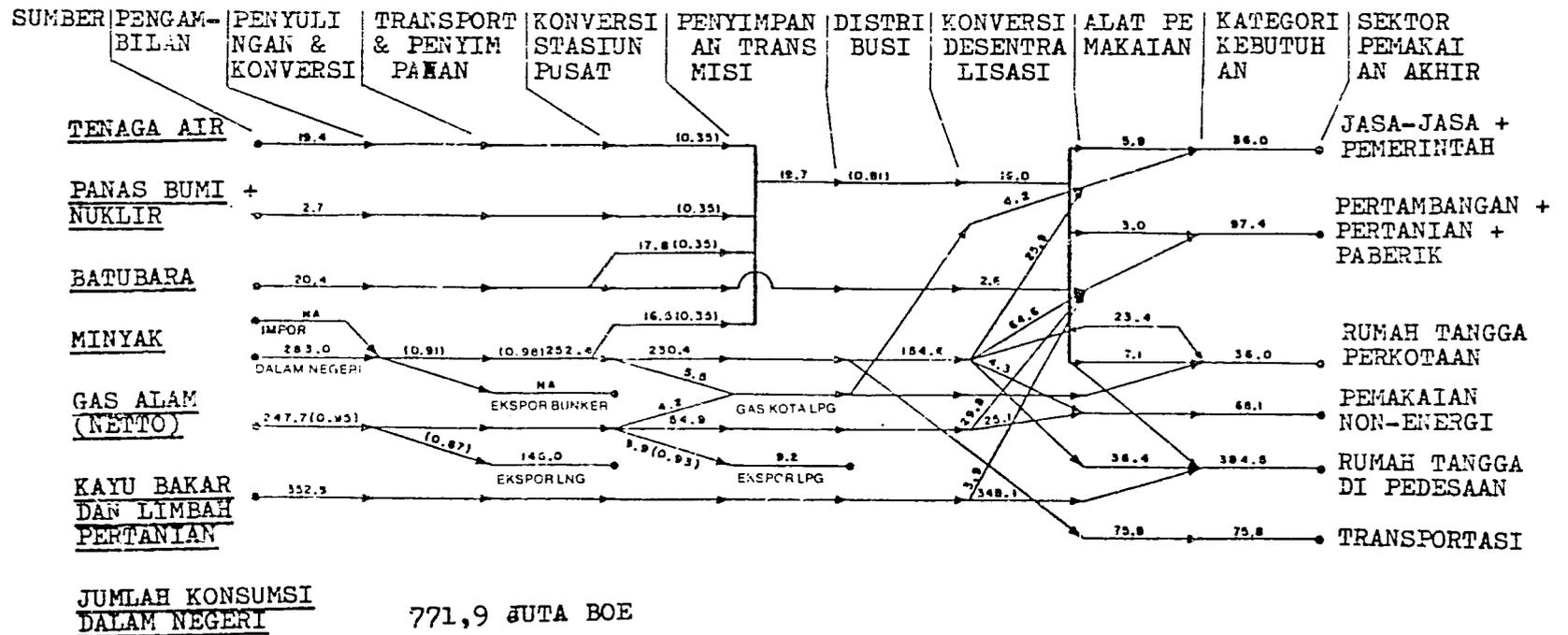
pada tahun 2000.

#### F. RINGKASAN DAN PEMBAHASAN

Suatu konfigurasi mengenai sistem energi di Indonesia untuk tahun 1978 disajikan dalam GAMBAR IV-1. Dalam gambar ini, kebutuhan energi sektoral, diuraikan secara terperinci, berhubungan dengan penyediaan energi dan tingkat produksi energi dengan suatu diagram arus atau Sistem Energi Referensi. Dalam diagram ditunjukkan arus produksi dalam negeri, energi, ekspor, dan kerugian dalam pengilangan serta perubahan dan kerugian dalam transportasi (3). Total konsumsi dalam negeri, yang berjumlah hingga 413 juta barel setara minyak (Mboe) pada tahun 1978, adalah jumlah dari seluruh sumber-sumber energi yang dikonsumsi di dalam negeri dikurangi ekspor bersih. Ini berbeda dengan kebutuhan dalam negeri yang ditabulasikan sebelumnya dalam bab ini (lihat Tabel IV-1) dalam hal bahwa jumlah total di sini meliputi konsumsi energi untuk pengilangan, produser-produser LPG dan LNG dan pemakaian lain seperti pelumas dan produk minyak non-energi lainnya. Pada tahun 1978, ekspor minyak mentah, produk minyak dan penjualan ke bunker-bunker udara dan kapal internasional berjumlah 521 juta boe: ekspor LNG mencapai 36,5 juta boe dan ekspor LPG mencapai 11,1 juta boe.

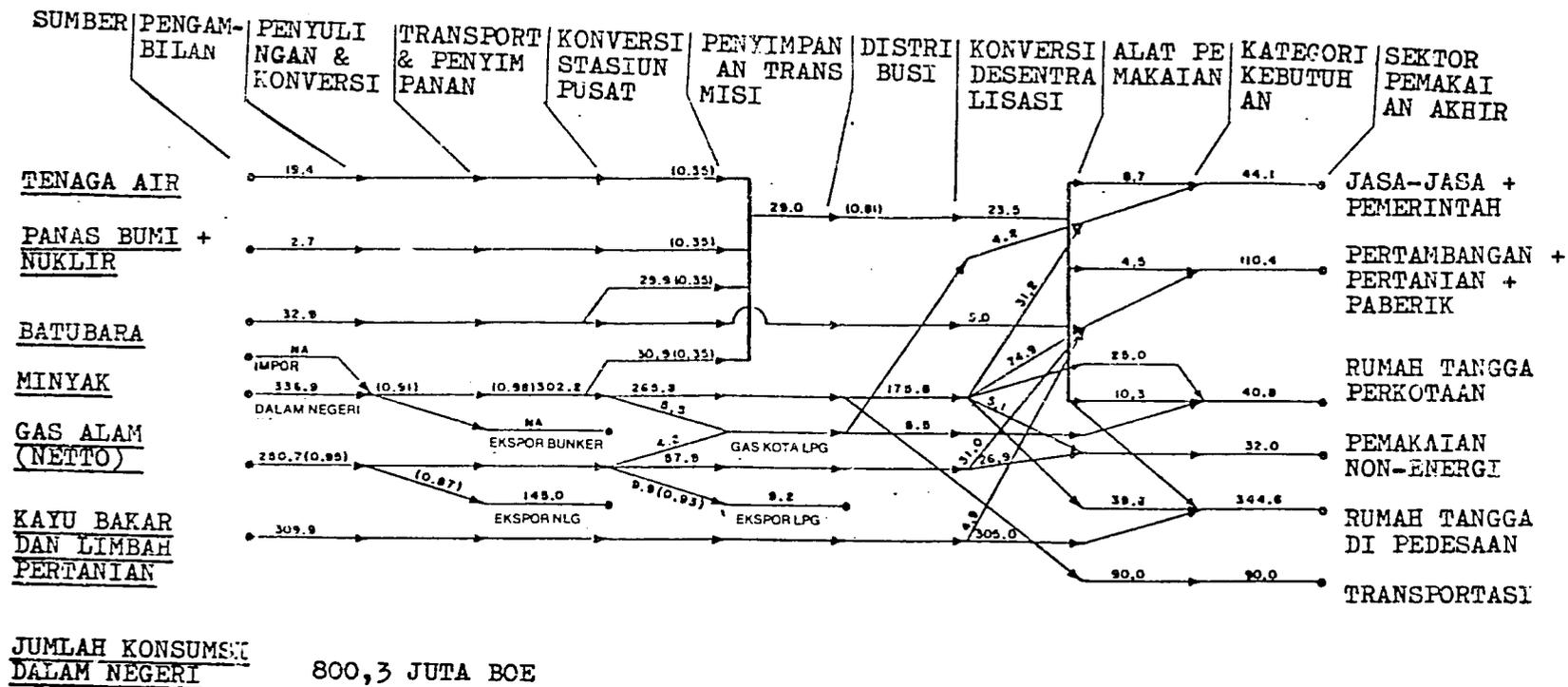
Gambar IV-2 dan IV-5 berisi Sistem Energi Referensi tahun 1990 dan 2000 untuk perkiraan PDB rendah dan tinggi. Jumlah seluruh konsumsi dalam negeri meningkat mencapai 772 juta boe pada tahun 1990 (PDB rendah) dan 800 juta

GAMBAR IV - 2  
NERACA ENERGI - INDONESIA (JUTAAN BOE)  
 PERTUMBUHAN RENDAH TAHUN 1990



GAMBAR IV - 3

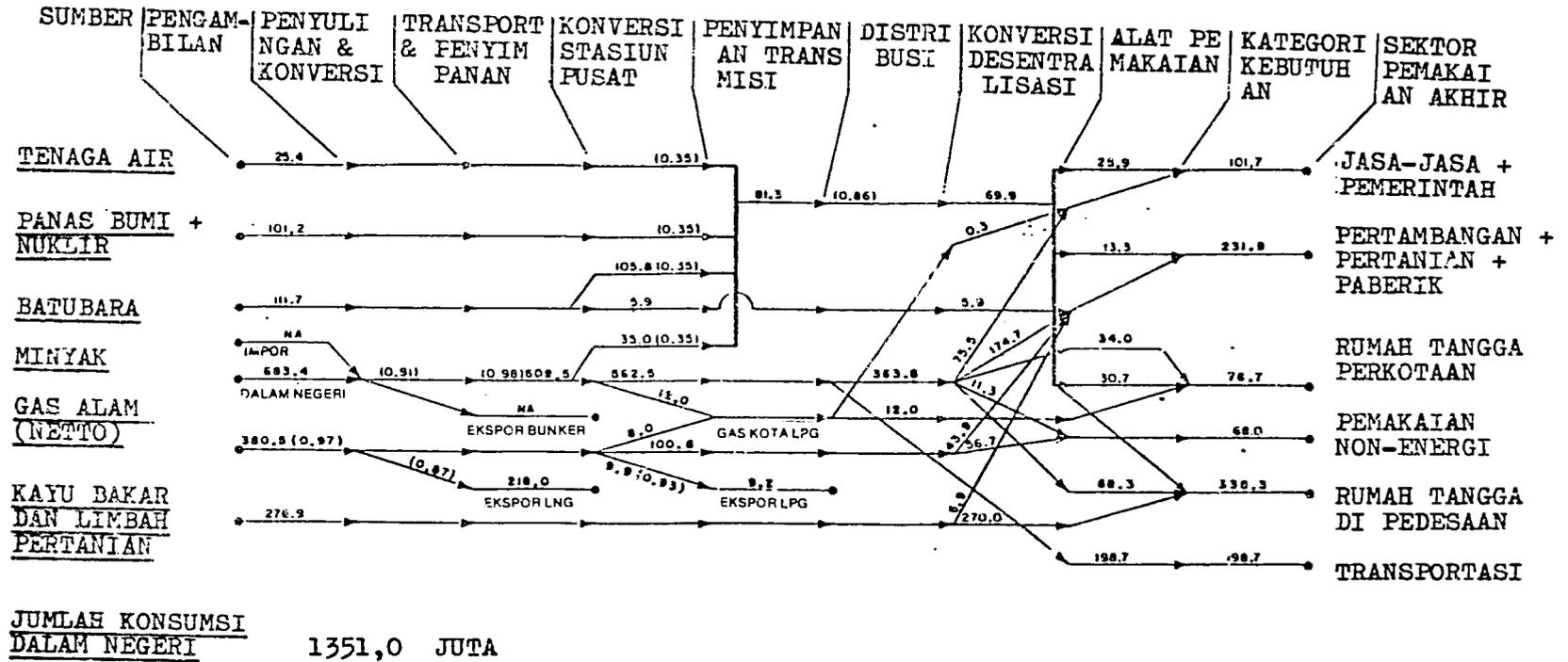
NERACA ENERGI - INDONESIA (JUTAAN BOE)  
PERTUMBUHAN TINGGI TAHUN 1990





GAMBAR IV - 5

NERACA ENERGI - INDONESIA (JUTAAN BOE)  
PERTUMBUHAN TINGGI TAHUN 2000



TABEL IV - 22

KONSUMSI SUMBERDAYA DALAM NEGERI  
(JUTAAN BAREL SETARA MINYAK)

	1990		2000	
	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi
Minyak Mentah	283,0	338,9	495,0	683,4
Gas Alam	93,5	96,5	141,7	153,3
Batubara	20,4	32,9	105,8	111,7
Tenaga Air	19,4	19,4	25,4	25,4
Kayu Bakar	352,9	309,9	283,0	276,9
Nuklir, Fanas Bumi	2,7	2,7	11,2	101,2
Jumlah	771,9	800,3	1162,5	1351,0

boe (PDB tinggi); perkiraan untuk tahun 2000 mencapai total 1163 Mboe (PDB rendah) dan 1351 Mboe (PDB tinggi)<sup>(4)</sup>. Ekspor LNG mencapai jumlah 145 Mboe pada tahun 1990 dan 218 Mboe pada tahun 2000<sup>(5)</sup>, dan efisiensi pengolahan sebesar 57 persen. Ekspor LPG diperkirakan sebesar 9,2 Mboe<sup>(6)</sup>; produksi minyak mentah dan eksportnya terlalu tidak pasti untuk dapat dihitung dan dihilangkan dari diagram. Tabel IV-22 memberi ringkasan tentang sumber yang dikonsumsi untuk semua hal dan tahun-tahun referensinya. Jumlah total yang ditunjukkan di sini adalah minyak yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, dan gas alam yang dipakai di dalam negeri oleh konsumen akhir dan oleh perusahaan-perusahaan minyak; yang tidak termasuk adalah gas alam yang dipakai sebagai cadangan pembakaran untuk pabrik-pabrik LNG dan LPG yang disisihkan untuk ekspor.

Perlu ditekankan kembali dalam ringkasan ini mengenai asumsi penting dalam merumuskan kebutuhan energi di masa mendatang yang disajikan di sini. Sebagian besar ketidakpastian sehubungan dengan asumsi-asumsi ini telah dibicarakan dalam bab ini tetapi ada baiknya untuk diulangi kembali.

Yang pertama dan yang paling penting adalah masalah pertumbuhan penduduk. Informasi terakhir tentang laju pertumbuhan yang lebih tinggi dari pada yang diharapkan telah menyebabkan direvisinya perkiraan PDB; sementara LPEM pada tahun 1980 mempergunakan 5,3 persen setahun sebagai tingkat pertumbuhan rendah dan 7,0 persen setahun sebagai yang tinggi. Laju pertumbuhan penduduk yang telah diperbaiki mengarah pada revisi pertumbuhan PDB yang lebih tinggi sebesar 6,1 persen setahun untuk perkiraan rendah dan 8 per-

sen untuk yang tinggi<sup>(7)</sup>. Asumsi pertumbuhan PDB yang lebih tinggi mengarah pada laju pertumbuhan sektoral yang lebih tinggi dari pada laju pertumbuhan yang dipakai dalam perkiraan ini, hingga menuntut kebutuhan energi yang lebih tinggi pula. Misalnya, kebutuhan minyak tanah untuk rumah tangga diperkirakan sebesar 99,0 - 110,6 juta boe berdasarkan perkiraan penduduk yang telah diperbaiki, dibandingkan dengan 91,6 - 102,3 juta boe (yang dipakai dalam laporan ini) berdasarkan laju pertumbuhan penduduk yang lebih rendah.

Sumber ketidakpastian lain yang penting adalah tingkat pertumbuhan pembangkit listrik yang dikutip dari PLN. Sebagaimana disebut dibagian lain, hal ini nampaknya tinggi menurut standar internasional dibanding dengan kebutuhan energi dalam bentuk-bentuk energi lain. Hal ini ditambah pula dengan pengetahuan yang terbatas mengenai peranan di-masa mendatang dari sektor pembangkitan sendiri dalam industri. Menurut PLN, laju pertumbuhan yang tinggi itu dibenarkan oleh kebijaksanaan tentang penyerapan sedikit demi sedikit ke dalam pemakaian generator sendiri (yang output listriknya pada tahun 1978 kira-kira sama dengan yang dari PLN). Tujuan PLN juga menyediakan listrik kepada semua industri baru yang akan tumbuh di masa mendatang. Penggabungan kebijaksanaan ini ke dalam perkiraan akan mengakibatkan suatu penurutan yang menyolok dari kebutuhan minyak yang diperkirakan untuk sektor pabrik. Tingkat konsumsi minyak pada tahun 1978 untuk sektor ini akan disesuaikan untuk hanya mencerminkan pemakaian-pemakaian yang tidak berhubungan dengan pembangkitan listrik.

Ini menghasilkan suatu dasar untuk memperkirakan separuh dari pemakaian sebenarnya. Kebutuhan minyak di masa mendatang untuk pabrik akan ternyata menyimpang secara pasti dari kecenderungan masa lampau. Dampak dari penyesuaian ini terhadap kebutuhan total akan produk minyak adalah penurunan sebesar lebih dari 12 persen.

Akhirnya, tidak ada dasar di masa lampau untuk memperkirakan pemakaian kayu bakar serta sumber-sumber bio - masa lainnya. Pemakaiannya meningkat sejalan dengan meningkatnya penduduk dan pendapatan rumah tangga: kedua faktor ini dapat diimbangi oleh menurunnya proporsi penduduk yang menggunakan bahan bakar tradisional untuk memasak. Ini adalah hasil perkiraan tahun 2000 untuk asumsi PDB tinggi; di semua perkiraan yang lain, perkiraan yang dihasilkan menunjukkan sedikit peningkatan dalam kebutuhan kayu bakar. Contoh-contoh ini menekankan sifat yang teoristis dari semua perkiraan kebutuhan energi yang dibuat pada saat ini untuk analisa kebijaksanaan dan menekankan perlunya mengingat sifat tidak pasti dari perkiraan energi bila melaksanakan analisa mengenai kebijaksanaan energi.

## Bab IV

1. "Perspektif Jangka Panjang Perekonomian Indonesia Tahun 2000: Beberapa Alternatif Skenario Perekonomian Indonesia", Lembaga Penyelidikan Ekonomi dan Masyarakat (LPEM), Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia, 1980. Laporan untuk LEKNAS-LIPI: Jakarta: LPEM-FEUI.
2. PLN, Perusahaan Umum Listrik Negara Pusat: Usaha-Usaha Diversifikasi Energi Dalam Sektor Tenaga Listrik (Jakarta, April 1980).
3. Angka-angka dalam Sistem Energi Referensi yang ditunjukkan dalam kurung adalah efisiensi dari transportasi energi dan proses konversi: pengilangan minyak (90 persen), transportasi dan distribusi minyak (masing-masing 78 persen dan 93 persen), pembangkit listrik (26 persen) dan transmisi serta distribusi listrik (76 persen). Untuk tenaga air, suatu efisiensi yang "ekivalen dengan bahan bakar fosil" sebesar 33 persen itu dipakai. Arus energi yang ditunjukkan dalam Figure IV-1 meliputi produk minyak yang tidak dipakai sebagai sumber energi (seperti pelumas dan aspal - 1,9 juta boe); yang tidak dimasukkan dalam diagram adalah pemakaian-pemakaian kecil seperti batubara dan kayu bakar untuk sektor transportasi (kereta api), listrik untuk rumah tangga pedesaan dan LPG untuk industri. Ekspor LPG pada tahun 1978 mencapai jumlah 4,3 juta barel, atau 3,0 juta boe. Perbedaan antara input gas alam dengan output LPG tidak dihitung sebagai bahan bakar seperti dalam pabrik pemisahan LPG ditunjukkan sebagai faktor konversi proses sebesar 0,27.
4. Sistem energi referensi untuk tahun 1990 dan 2000 mengandung asumsi-asumsi berikut ini; perincian mengenai kebutuhan energi menurut sektor adalah sama seperti yang ada pada tahun 1978, efisiensi transmisi dan distribusi meningkat dari 76 persen menjadi 81 persen pada tahun 1990 dan 86 persen pada tahun 2000 menurut perkiraan PLN dan efisiensi pengilangan adalah 91 persen. Pemakaian produk minyak untuk non-energi termasuk dalam prosentase tetap dari bahan bakar untuk transportasi, memakai data tahun 1978 sebagai dasar.
5. Pertamina: Perkiraan Pendapatan Indonesia dari Ekspor LNG (5 Februari 1980); menunjukkan ekspor sebesar 234 Mboe; sumber untuk jumlah yang ditunjukkan di sini adalah MIGAS (lihat Lembaran B).
6. Perkiraan MIGAS mengenai ekspor LPG.
7. Laju pertumbuhan PDB yang sedang dipakai oleh MIGAS dalam analisa perkiraan yang sekarang ini (Juni 1981) diberikan oleh Ir. Sumbaryono, Direktorat Jenderal Minyak dan Gas.

## V PENILAIAN TEKNOLOGI

### A. PENILAIAN ALTERNATIF-ALTERNATIF

Indonesia pada dasarnya beruntung karena mempunyai bermacam pilihan sumber energi selain minyak. Minyak tetap merupakan sumber energi paling mudah dipakai dan paling murah diproduksi, tetapi kemurahan dan kemudahan yang relatif di waktu lampau ini mengarah pada masa depan yang mahal dan sulit. Perlu dikemukakan dalam bab ini adalah garis besar tentang persediaannya pilihan-pilihan lain yang jelas berupa batubara, biomasa, tenaga air, panas bumi, surya, dan energi angin. Namun bab ini juga akan mengetengahkan bahwa tak satupun dari pilihan-pilihan ini dapat dipergunakan tanpa menghabiskan modal yang cukup besar dan tanpa mengembangkan kemampuan organisasi. Dalam waktu lampau Indonesia berusaha keras untuk dapat mengontrol sumber-sumber minyaknya. Suatu usaha yang cukup besar harus dilaksanakan lagi untuk menggantikan sumber-sumber minyak tersebut dengan bahan bakar lain. Uraian dalam bab ini akan memberikan pengertian tentang apa yang diperlukan agar dapat melengkapi program energi nasional sekarang ini dengan sukses.

Ruang lingkup proyek ini tidak memungkinkan untuk melakukan pengukuran lapangan yang baru, atau mengadakan penilaian kembali sumber-sumber energi tersebut. Yang bisa dilakukan adalah, dengan mempergunakan informasi yang ada serta wawancara yang ekstensif, penilaian ini diusahakan untuk menilai masing-masing dari alternatif ini dengan konsisten dan dalam kerangka umum mengenai

kebutuhan energi di masa mendatang.

Dalam setiap kasus, masalah berikut ini akan diarahkan kepada:

- o Perluasan sumber dasar
- o Perluasan eksploitasi sumber energi sekarang ini
- o Pemanfaatan potensi sumber energi dan teknologi di masa mendatang
- o Hambatan yang harus diatasi jika sumber energi dan teknologi yang diharapkan dapat mencapai tingkat pemanfaatan yang potensial
- o Langkah-langkah berikutnya yang paling penting harus diambil untuk mengembangkan teknologi

Dalam menilai potensi teknologi di masa mendatang kita telah mempertimbangkan kelayakan ekonomisnya; kami berasumsi tidaklah perlu memperkenalkan teknologi, kecuali bila biayanya dapat bersaing dengan harga minyak di pasaran dunia. Seringkali, jika penerapan teknologi yang tersebar luas ingin dicapai, banyak hambatan finansial, institusional dan komersial yang harus di atasi. Penilaian memberikan pandangan mengenai sifat hambatan itu dan bila ingin memperoleh keuntungan dengan cara mengatasi hambatan-hambatan tersebut.

## B. POTENSI PEMANFAATAN BATUBARA. \*

### Dasar Sumber

Batubara merupakan sumber energi yang paling penting di Indonesia untuk pertumbuhan dalam jangka waktu dekat.

\* Detail dari penilaian ini dapat dijumpai dalam Lempiran E, "Potensi batubara di Indonesia", oleh M.D. Schlesinger.

Sumber-sumber batubara di Indonesia, berjumlah sekitar 15 milyar ton, mempunyai kandungan energi sebesar 2 - 3 kali lebih besar dari pada gabungan minyak dan gas. Gambut merupakan sumber energi yang tidak ternilai besarnya. Tabel V-1 menunjukkan beberapa perkiraan tentang cadangan batubara sekarang ini.

Tabel V-1  
CADANGAN BATUBARA  
juta metrik ton

<u>Wilayah</u>	<u>Batubara Keras</u>	<u>Batubara Muda</u>
Sumatera Barat dan Tengah	200 - 300	
Sumatera Selatan	200 - 250	15.000
Kalimantan Timur Laut	100 - 150	
Kalimantan Timur	100 - 150	500
Kalimantan Tenggara	150 - 200	
Jawa Barat	10 - 20	

Kemungkinan terdapat juga sumber yang sangat besar yang belum dapat dievaluasi di Kalimantan, mungkin dari jenis batubara muda.

Sejauh yang kami ketahui, gambut belum pernah dipertimbangkan secara serius sebagai suatu sumber energi di Indonesia. Walaupun demikian, terdapat dengan jelas adanya cadangan sebesar 140 milyar ton setara batubara (200 milyar ton gambut) yang tersedia. Gambut di Indonesia (dianggap sebagai tanah organik) telah dianalisa oleh Lembaga Penelitian Tanah di Bogor mengandung karbon sebesar 40 - 60 persen.

### Pemakaian Dulu dan Sekarang

Produksi batubara pada tahun 1941 mencapai tingkat sebesar 2 juta ton per tahun, kira-kira sepertiganya diekspor. Titik produksi yang rendah dicapai pada tahun 1973 (sekitar 150.000 ton) tetapi pada tahun 1979 produksi naik mencapai 280.000 ton. Dari jumlah itu, sekitar sepersepuluhnya diekspor. Pemakaian batubara sekarang akan diuraikan di bagian lain dari laporan ini, tetapi perlu dicatat di sini bahwa sekitar sepertiga dari batubara itu dipakai untuk tenaga pembangkit di dekat penambangannya dan tidak ada yang dipakai untuk generator stasiun pusat yang jauh dari pertambangan. Industri semen (sekitar 50 ribu ton) dan kereta api (sekitar 30.000 ton) juga merupakan pemakai yang besar.

### Pemakaian di Masa Mendatang yang Potensial

Rencana yang lengkap telah ada untuk meningkatkan produksi batubara di Bukit Asam dari sekitar 200.000 ton per tahun menjadi 2,5 juta ton per tahun pada tahun 1983/84. Sebagian besar hasilnya akan diangkut dengan kereta api atau kapal tongkang ke kompleks yang baru di Suralaya. Pabrik di Suralaya akan mempunyai kapasitas 800 MW untuk fase pertamanya, tetapi telah diberikan pertimbangan untuk melipat duakan seluruh mata rantai (dari penambangan hingga menjadi tenaga) pada akhir 1980-an. Tambang Ombilin, sekarang melayani sebagian dari jaringan pembangkit tenaga yang bermuatan 12 MW, dapat menjadi sumber energi yang penting - paling tidak untuk wilayah Sumatera Tengah. Produk-

sinya yang dapat dipertahankan mencapai tingkat sebesar 1 - 1,5 juta ton per tahun. Sumber-sumber di Banko di Sumatera Selatan diketahui merupakan salah satu sumber batubara yang paling besar. Tingkat produksi di masa mendatang kemungkinan sangat bersifat spekulatif tetapi tidak tertutup kemungkinannya akan mencapai 8 - 10 juta ton pada tahun 1990 dan 20 - 30 juta ton pada tahun 2000. Dari pengalaman sekarang ini, batubara akan merupakan pengganti yang ekonomis untuk minyak. Bahkan batubara dari Bukit Asam yang dibawa ke Suralaya (dengan harga \$ 70 per ton) hanyalah separuh dari harga minyak (dipasaran harga minyak dunia). Batubara Ombilin yang dibawa ke Padang jauh lebih murah (\$ 44/ton). Beberapa juta ton gambut akan dapat juga diproduksi pada tahun 2000 dengan harga energi yang bersaing.

Disamping pemakaian di pusat-pusat pembangkit tenaga dan industri, seperti semen, ada kemungkinan penggunaan batubara untuk memasak di rumah. Telah terbukti bahwa batubara telah dipakai juga untuk keperluan bahan bakar rumah tangga di sekitar pertambangan yang ada (lihat Lampiran). Walaupun harus diusahakan agar tidak mudah menguap dan dibuat bentuk cetakan, bahan bakar dari batubara mungkin masih jauh lebih murah dari pada minyak tanah. Tambang-tambang kecil di Jawa akan merupakan sumber yang menguntungkan; tingkat pemakaian 100.000 ton di tahun 1990 dan 200.000 ton di tahun 2000 itu mungkin tercapai (1.300 dan 2.600 barel setara minyak, boe, sehari). Gambut dapat dipakai dengan cara yang hampir sama. Jumlah pemakaian batubara dan gambut di rumah tangga dapat mencapai 300.000 ton pada tahun 1990 dan 800.000 ton pada tahun 2000.

### Hambatan terhadap Pengembangan dan Pemakaian di Masa Mendatang

Beberapa hambatan yang dihadapi untuk eksploitasi sumber-sumber batubara di Indonesia, antara lain :

1. Kurangnya karakterisasi yang memadai dari sumber-sumber batubara; geologis dan kimia.
2. Dengan terpencilnya letak sumber dengan pemakai dan pengelolanya diperlukan pengembangan infra-struktur angkutan dalam keadaan investasi yang tidak menentu.
3. Kurangnya tenaga kerja terlatih di berbagai tingkatan, terutama untuk manajemen tingkat menengah untuk pengembangan dan penggunaan batubara.

Rekomendasi berikut ini dapat dipergunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan tersebut.

### Rekomendasi

Latar belakang dari banyaknya rekomendasi dapat dijumpai dalam Lampiran E.

1. Harus membuat suatu rencana pengembangan batubara nasional. Rencana itu harus diarahkan pada masalah seperti penilaian sumber, pengembangan tambang dan infra-struktur, riset dan pengembangan yang menunjang, pengembangan tenaga kerja, kemungkinan pemakaian batubara di masa mendatang, keterlibatan sosial dan lingkungan dan harus sampai pada suatu rencana investasi batubara nasional. Rencana tersebut kemudian dapat merupakan dasar dalam pembahasan di masa mendatang dengan para investor dan lembaga-lembaga keuangan.
2. Harus membuat suatu penilaian mengenai gambut sebagai sumber energi di Indonesia. Penilaian ini harus meliputi suatu penyelidikan tentang pemakaian gambut di dunia internasional, suatu penilaian mengenai sumber, dan alat-alat yang menggunakan gambut untuk menghasilkan tenaga, pemakaian untuk industri dan rumah tangga. Hal ini bisa merupakan bagian dari rencana pengembangan batubara nasional.
3. Harus mengembangkan satu atau lebih pusat penelitian dan pengujian batubara. Salah satu dari pusat-pusat itu harus membuka bank batubara

yang terdiri dari contoh-contoh tepat yang dipilih secara hati-hati (mencapai jumlah beberapa ton untuk setiap jenisnya). Suatu program aktif mengenai kimia batubara, katalisa dan pembakaran (termasuk campuran minyak - batubara dan campuran air - batubara) harus dikembangkan. Riset tentang gambut harus dimasukkan ke dalam salah satu dari pusat - pusat itu. Pusat-pusat tersebut harus terletak atau berhubungan dengan universitas agar dapat dibantu dengan tenaga kerja yang sesuai. Disamping itu, jaringan antar pusat penelitian perlu diadakan.

4. Pengujian lapangan harus mulai dengan pemakaian batubara untuk memasak di dalam negeri. Hal ini akan memerlukan berbagai jenis batubara dan briket, serta kompor dan program pengujian sosiologis-teknik di beberapa daerah. Program ini harus juga melingkup evaluasi terhadap penambangan berskala kecil dan penambangan yang menggunakan tenaga kerja secara intensif.
5. Pada akhirnya, produksi bahan bakar gas dan cair dari batubara akan menguntungkan, dengan keadaan sumber-sumber gas dan minyak Indonesia serta perkiraan biaya bahan bakar sintetis. Bahan bakar sintetis berasal dari batubara seharusnya tidak diberikan prioritas utama pada saat ini. Bahan bakar sintetis ini harus dipertimbangkan setelah alternatif yang lebih sederhana seperti munculnya campuran minyak - batubara.
6. Akan ternyata bahwa komite koordinasi batubara tingkat nasional, yang ada di atas kertas, harus mulai berfungsi secara aktif. Pengembangan program batubara yang mantap akan melibatkan banyak badan-badan dan lembaga. Perlu pula mengembangkan suatu jaringan terdiri dari para peneliti dan perencana. Dengan sistem itu diharapkan banyak informasi yang mengalir - luar negeri lebih banyak daripada yang ada saat ini - dan aliran itu harus dikuasai. Komite Koordinasi harus dapat menarik tenaga-tenaga ahli teknik Indonesia maupun asing yang berpengalaman bila diperlukan. Komite harus dapat mengawasi studi yang disarankan dalam nomor 1 di atas.

## C. ENERGI DARI BIOMASA

### Pendahuluan

Biomasa dalam pengertian luas berarti semua benda yang hidup. Istilah ini menunjukkan bahan yang berasal dari tumbuhan seperti kayu, sekam padi, limbah tanaman dan kotoran hewan yang dapat dibakar langsung atau diubah menjadi bahan bakar seperti arang atau biogas. Tantangan dalam pemakaian biomasa di masa mendatang di Indonesia adalah untuk mengurangi biaya ekonomi, akibat lingkungan dan sosial dari penggunaan biomasa sekarang - khususnya bahan bakar kayu - dan memanfaatkan potensi biomasa yang besar di Indonesia untuk mengurangi ketergantungan akan keterbatasan sumber-sumber minyak.

### Dasar Sumber

Setiap tahun hutan-hutan di Indonesia menghasilkan jumlah energi yang dapat diperbarui setara lebih dari 2 milyar barel minyak (boe), jauh melebihi produksi minyak dan lebih dari 20 kali penggunaan kayu bakar saat ini. Karena lokasi dan tingginya biaya pengangkutan energi, sekarang hanya memanfaatkan sumber-sumber lokal saja. Hal ini menyebabkan penggundulan hutan yang kritis, erosi, harga bahan bakar yang tinggi serta penekanan terhadap penyaluran minyak tanah.

---

\*Perincian penilaian ini dapat dilihat dalam Lampiran F, "Penilaian Biomasa sebagai Sumber Energi di Indonesia", oleh Olympic Associates. Lihat juga Lampiran C.

Saat ini terdapat 122 juta hektar hutan dan dikelompokkan sebagai berikut: 47 juta hektar hutan produksi, 40 juta hektar hutan lindung, 10 juta hektar hutan konservasi, serta 25 juta hektar hutan cadangan. Tanah yang tidak produktif di Indonesia mencapai jumlah 42 juta hektar. Pemakaian biomasa kayu sekarang ini terus meningkat, melebihi produksi yang tercatat sebesar 36 juta ton pada tahun 1976 di Pulau Jawa saja. Walaupun demikian, sangat besar ketidakpastian yang menyangkut penyaluran dan kebutuhan dari gambaran tentang biomasa (lihat Lampiran C).

#### Pemakaian Sekarang

Sebagaimana diuraikan dalam Bab IV, sekitar 45 persen pemakaian energi sekarang ini berbentuk kayu bakar, sementara limbah pertanian merupakan tambahan sebesar 15 persen.

#### Kebutuhan Pemakaian di Masa Mendatang

Di Pulau Jawa saja terdapat 4 juta hektar tanah yang tidak bermanfaat (yaitu tanah gersang yang tidak sesuai untuk pertanian) menghasilkan 40 juta ton tambahan biomasa pada tahun 1990, setara paling sedikit 80 juta boe. Jika sisa tanah yang tidak bermanfaat sebesar 10 juta hektar di Indonesia dapat dihutankan pada tahun 2000, jumlah keseluruhan produksi bahan bakar kayu dapat mencapai 200 juta ton, sama dengan paling tidak 400 juta boe. Banyak dari energi ini dapat dipakai secara langsung tanpa diubah menjadi arang, dan bahkan seandainya harus dijadikan arang dan dipakai secara ekstensif di Pulau Jawa, kerugian dalam

pengubahan menjadi arang sebesar 50 persen masih akan menghasilkan 200 juta boe untuk pemakaian rumah tangga di Jawa. Mungkin beralasan jika mengharapkan 10 persen dari potensi ini dapat dicapai pada tahun 2000.

Kesempatan untuk mengembangkan pemakaian biomasa saat ini di sektor industri, khususnya industri produk kehutanan, dan diperkenalkannya biomasa sebagai bahan bakar pembangkit listrik di daerah-daerah terpencil di Indonesia, mempunyai harapan baik di masa depan. Industri produk hutan, khususnya plywood dan pulp, serta kertas, sedang berkembang pesat. Hampir semua penggergajian kayu dan pabrik kayu lapis memakai generator diesel sebagai sumber tenaga untuk keperluan pabrik. Limbah yang berasal dari penggergajian kayu dan plywood dapat dipakai untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan pabrik-pabrik ini dan pembangkitan dengan tenaga bahan bakar kayu sangat sesuai untuk industri plywood. Dengan usaha keras, industri produk hutan dapat mencukupi energinya sendiri dalam jangka 10 - 15 tahun mendatang. Limbah produk hutan mempunyai kandungan energi sebesar beberapa ratus boe.

Pembangkitan listrik oleh instalasi listrik kecil bertenaga kayu harus dipertimbangkan untuk Sumatra, Kalimantan dan pulau-pulau lain yang kaya akan hutan. Pulau-pulau ini tidak hanya mempunyai sumber, tetapi juga merupakan wilayah yang cocok untuk memperagakan kelayakan teknik dan ekonomi dari instalasi bertenaga kecil (0,5 - 10 Mw). Pemakaian gas harus juga dipertimbangkan sebagai pilihan untuk penyesuaian kembali instalasi-instalasi pembangkit listrik bertenaga

minyak dari PLN yang kecil (kurang dari 10 Mw) di Sumatra dan Kalimantan. Segi ekonomi yang relatif dari pembakaran langsung dibanding dengan sistem penggunaan gas, cenderung menunjukkan bahwa fasilitas yang ada saat sekarang seharusnya disesuaikan kembali dengan sistem pemakaian gas, sementara fasilitas baru sebaiknya dilayani dengan teknologi pembakaran langsung.

Untuk pemakaian energi rumah tangga, kemajuan teknologi dalam bidang sulvikultur, produksi arang dan perencanaan kompor arang semakin meningkat karena pertumbuhan alam biomasa dan arang merupakan suatu metode yang layak (feasible) dari segi teknik dan ekonomi untuk pemenuhan kebutuhan energi rumah tangga dalam 10 - 15 tahun mendatang. Produksi methane dari limbah organik untuk pemakaian rumah tangga diperkirakan mempunyai potensi terbatas di Indonesia, terutama karena beberapa hambatan yang bersifat teknik, ekonomi, dan sosial.

Terdapat sejumlah kemungkinan untuk memproduksi bahan bakar cair - ethanol atau methanol - dari biomasa. Sebuah proyek sedang dimulai untuk menghasilkan 5 juta liter ethanol setahun dari ubi di Sumatra Selatan dan beberapa rencana bertekad untuk melipat gandakan proyek ini di daerah-daerah transmigrasi lainnya. Apakah hasil pertanian atau kayu yang harus dipergunakan untuk memproduksi alkohol masih merupakan pertanyaan, namun berdasarkan pengalaman negara lain (khususnya Brazil) suatu program yang agresif harus dapat menghasilkan 25 juta boe pada tahun 2000 dan mungkin 5 - 10 juta boe pada tahun 1990.

Bila terjadi kekurangan bahan bakar seperti di Jawa, pemakaian limbah pertanian dan potensi kayu bakar di pekarangan rumah menjadi sangat penting. Menurut data, pekarangan rumah yang diatur dengan baik akan dapat menyumbang hingga 60 persen dari kebutuhan bahan bakar untuk masyarakat pedesaan. Limbah pertanian di Pulau Jawa tidak akan meningkat secara menyolok, karena hasil produksi pertanian sekarang ini hampir mencapai titik maksimumnya, oleh karena itu potensi dari limbah pertanian akan berjumlah 8 juta ton, atau, dengan tingkat sebesar 2 juta boe per ton akan mencapai kira-kira 16 juta ton. Sebagian dapat diberikan dalam bentuk arang, misalnya, yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi.

Beberapa program sedang berlangsung untuk meningkatkan sumber-sumber biomasa. Program ini meliputi penyebaran benih dan penyemaian pohon-pohon yang cepat pertumbuhannya, kebun percontohan untuk pohon yang tumbuh dengan cepat, dan penelitian mengenai ciri-ciri tanah yang berkaitan dengan peningkatan produksi biomasa.

#### Hambatan-Hambatan terhadap Pengembangan dan Pemakaian di Masa Mendatang

Ada tiga macam hambatan harus diutarakan dalam peningkatan pemakaian biomasa:

**Teknologis:** teknologi yang lebih efisien harus disesuaikan. Hal ini meliputi produksi arang, pohon-pohon cepat tumbuh (konversi surya yang lebih efisien), pirolisa, dan sebagainya. Segi logistik dan segi ekonomi pemakaian ethanol yang diproduksi pertanian berskala kecil menimbulkan kesulitan.

**geografis:** jika daerah-daerah yang memproduksi biomasa secara besar-besaran dipergunakan secara efektif, kepadatan produk energi yang lebih tinggi -arang, methanol, ethanol- harus dikembangkan dengan skala besar.

**sosio-kultural:** pola-pola sosial mungkin harus disesuaikan untuk bentuk-bentuk energi yang baru seperti pemakaian arang untuk memasak, dan pertumbuhan berbagai varietas pohon baru.

### Rekomendasi

Perincian mengenai rekomendasi berikut ini diberikan dalam Lampiran F.

1. Salah satu kesulitan di bidang ini, sebagaimana di bidang lain dalam sistem energi adalah besarnya ketidakpastian yang berkaitan dengan informasi-informasi penting. Satu sumber, misalnya, menghubungkan ketidakpastian dari suatu faktor angka 1000 terhadap kayu yang dipakai oleh industri di luar Jawa. Biasanya, angka-angka output sub-sektor dipakai sebagai patokan pemakaian bahan bakar - suatu cara pendekatan yang sangat tidak memuaskan. Jadi, prioritas yang tinggi harus diberikan untuk memperoleh informasi yang lebih baik mengenai penyediaan biomasa, khususnya seperti apa yang sekarang dipakai dan seperti yang dapat dipakai dalam industri dan rumah tangga pedesaan.
2. Suatu program pengembangan riset tentang pohon-pohon cepat tumbuh dianjurkan untuk dibuat (jenis-jenis tertentu diidentifikasi dalam Lampiran F). Test harus dibuat dari pembiakan satu baris yang diperluas untuk program desa agar mendorong penanaman varietas yang cepat tumbuh di sepanjang pagar. Varietas-varietas ini dapat pula dipakai untuk tanah hutan di desa serta penanaman kayu bakar secara besar-besaran di Jawa.
3. Peningkatan pemakaian arang dari hutan yang telah rusak atau tanah hutan (woodlots) serta meningkatnya efisiensi produksi arang dapat memainkan peranan positif untuk menghindari masalah ganda tentang penggundulan hutan dan meningkatnya pemakaian minyak tanah. Program-program pengembangan dan peragaan disarankan mengenai: adaptasi, sistem distribusi dan pemasaran arang terutama konsep tentang pusat arang, alat-alat memasak yang diperbaiki, dan produksi arang dari limbah pertanian.

4. Sangat banyak jumlah limbah pemotongan dan penggergajian kayu (berjuta-juta meter kubik setiap tahunnya) yang tersedia untuk penggunaan yang lebih efektif. Swasembada energi dari industri-industri produk kayu harus merupakan tujuan jangka pendek. Harus diadakan usaha untuk mengembangkan data mengenai unit konversi (pembakaran -turbin uap- listrik atau pemakaian gas) dan meningkatkan tersediannya oleh industri produk kayu.
5. Instalasi tenaga yang memakai kayu patut mendapat perhatian yang lebih banyak. Paling sedikit, satu atau lebih instalasi bertenaga dendrothermal (pembakaran kayu) yang bersifat percobaan harus dibangun, dengan pengalaman yang ditimba dari proyek dendrothermal berskala percobaan yang sekarang ada di Philipina. Satu atau lebih demonstrasi dari instalasi yang memakai gas kayu perlu dilaksanakan.
6. Riset yang semakin ditingkatkan dianjurkan diadakan mengenai unit pirolisa berskala besar maupun kecil dan harus ditunjang komersialisasi dari teknologi ini. Unit-unit pirolisa berskala besar harus diteliti berdasarkan kayu dan residu kayu; diperlukan test mengenai pemakaian minyak hasil pirolisa sebagai pengganti untuk pemakaian bahan bakar minyak untuk industri. Penerapan pemakaian gas berdasarkan limbah pertanian dan perlengkapan pertanian yang bermesin harus juga diteliti. Bantuan masih harus diteruskan untuk program biogas sekarang ini.
7. Suatu program untuk produksi bahan bakar cair sebagai alternatif lain dari biomas harus dikembangkan tergantung dari hasil evaluasi dari aspek-aspek non-teknik dari program semacam itu. Mula-mula jalur yang paralel mungkin harus diikuti oleh produksi ethanol dari palawija seperti ubi kayu atau dari kayu, dan produksi methanol dari kayu.

#### D. TENAGA AIR BERUKURAN KECIL\*

##### Dasar Sumber

---

\*Perincian penilaian ini dapat dijumpai dalam Lampiran G, "Energi Tenaga Air dan Panas Bumi Berskala Kecil di Indonesia," berdasarkan karya Kenneth Grover.

Jumlah total potensi tenaga air di Indonesia telah diperkirakan sebesar 31.000 Mw dan secara kasar sepertiga dari jumlah tersebut ada di Irian Jaya. Sekarang ini kapasitas yang terpasang ada 523 Mw. Dalam mempertimbangkan tenaga air berskala kecil (antara 10 Kw - 500 Kw) sumber yang dapat dipakai sangat dibatasi oleh distribusi penduduk karena sumber itu dipakai secara lokal. Lagipula tenaga air berskala kecil biasanya tidak akan dipakai di daerah-daerah yang sekarang dilayani oleh jaringan pusat dan pertama-tama akan menemukan nilainya yang paling besar dalam melayani daerah-daerah yang terpencil sebagai pengganti pembangkit diesel. Dengan mengambil unsur-unsur ini sebagai bahan pertimbangan, dasar sumber air berskala kecil secara kasarnya berjumlah sebesar 500 -1000 Mw.

#### Potensi Pemakaian di Masa Mendatang

Kami telah memperkirakan bahwa sekitar 9 juta orang di daerah pedesaan di Sumatra, Kalimantan, dan Sulawesi dapat dilayani oleh tenaga air berskala kecil dalam waktu 15 - 20 tahun mendatang. Untuk semua tujuan penggunaan, telah diperkirakan pemakaian per-kapita sebesar 50 watt. Hal ini sama dengan 450 Mw beban yang tersambung. Ukuran unit-unit itu akan bervariasi dari 25 Kw (untuk desa-desa dengan sekitar 500 orang) hingga 150 Kw untuk kelompok dengan 3000 orang. Pada tahun 1990 mungkin dapat dipasang 100 -150 Mw tenaga air berskala kecil.

### Hambatan terhadap Pemakaian

Teknologi telah tersedia, ekonomis dan dapat di peroleh, paling tidak sebagiannya, yang dihasilkan secara lokal. Dua hambatan utama terhadap pemakaian tenaga air berskala kecil nampaknya akan berupa:

1. Kurangnya tenaga terlatih secara memadai dan program pengembangan yang layak.
2. Kurangnya perhatian terhadap alternatif desentralisasi elektrifikasi pedesaan.

### Rekomendasi

Agar dapat memperluas program tenaga air berskala kecil disamping yang sekarang sedang dilaksanakan, dianjurkan untuk mengambil langkah-langkah berikut. Dengan penekanan pada penyebaran unit-unit berskala kecil (hingga 150 kw) yang lebih cepat:

1. Suatu survei mengenai daerah-daerah di Kalimantan, Sumatera dan Sulawesi harus dilaksanakan untuk mengumpulkan data tentang 20-25 tempat menurut persyaratan yang disebut dalam Lampiran G. Kira-kira 100 stasiun pengukur harus didirikan untuk membuat kurva lamanya aliran untuk sekelompok lembah sungai yang terpisah.
2. Suatu latihan dan program pengembangan profesional harus dimulai. Hal ini dapat meliputi lokakarya mengenai tenaga air kecil yang bersifat regional, diselenggarakan di Indonesia.
3. Suatu analisa harus dibuat mengenai segi-segi ekonomi dari elektrifikasi pedesaan yang di desentralisasi berdasarkan pada tenaga air kecil dibandingkan dengan alternatif-alternatif desentralisasi dan sentralisasi, khususnya mengenai perluasan jaringan.
4. Harus dibuat suatu tujuan untuk pengembangan tenaga air kecil - mungkin sebesar 450 Mw pada tahun 2000 dalam lapcran ini - dan kemampuan menghasilkan tenaganya harus dikembangkan untuk mencapai maksud itu. Langkah pertama adalah untuk mencapai tujuan untuk mengembangkan suatu pemikiran perencanaan yang jelas.

## E. ENERGI PANAS BUMI\*

### Dasar Sumber

Kedadaan geografis Indonesia jelas menguntungkan untuk energi panas bumi. Ketiga syarat yang diperlukan untuk memungkinkan terciptanya energi adalah:

- a) adanya magma di dekat permukaan bumi.
- b) daya angkat yang cukup di atas permukaan laut untuk memberi beban hidraulis yang cukup di dalam sirkuit air pengisian kembali.
- c) keadaan batu karang di bawah permukaan yang sesuai untuk memungkinkan pertukaran panas antara magma yang panas dengan air pengisian kembali.

Tingginya curah hujan (2000 mm) di Indonesia melengkapi gambaran melalui suplai yang cukup dari air pengisian kembali. Jumlah keseluruhan potensi panas bumi yang dapat dieksplotasi di Indonesia telah diperkirakan sebesar 8.000 - 10.000 Mw, yang mana sekitar separuhnya ada di pulau Jawa.

### Pemanfaatan Sekarang ini

Sebuah unit yang berkekuatan 150 kw sedang berjalan (saat ini berkekuatan 100 kw) di Kamojang Jawa Barat dan sebuah unit berkekuatan 2 Mw baru mulai berjalan di Dataran Tinggi Dieng, Jawa Barat. Pemerintah telah mengidentifikasi 7 daerah di Pulau Jawa untuk pengembangan dan telah mengundang perusahaan-perusahaan asing untuk mengajukan usulan untuk eksplorasi, pengembangan, dan mungkin pembangkit tenaga. Di Sumatra terdapat 6 lokasi yang diidentifikasi

---

\* Perincian penilaian ini dapat dijumpai di Tembaran G, "Tenaga Air Berskala Kecil dan Energi Panas Bumi di Indonesia berdasarkan karya Kenneth Grove.

dan 3 lokasi di Sulawesi.

### Potensi untuk Pemakaian di Masa Mendatang

Walaupun memerlukan usaha cukup besar, diperkirakan bahwa 3400 Mw tenaga panas bumi yang sedang direncanakan ini dapat terlaksana pada tahun 2000. Perkiraan ini dimungkinkan sebagian karena adanya teknologi dan rendahnya biaya pembangkitan tenaga - sekitar 2,5 sen dolar/kwh yang diharapkan.

### Rekomendasi

1. Jika potensi energi panas bumi itu ingin dicapai, pengeboran harus ditingkatkan secara besar-besaran. Saat ini tiga sumur pengeboran sedang beroperasi. Untuk mencapai tujuan sebesar 3400 Mw pada tahun 2000 diperlukan kira-kira sepuluh kali lipat dari jumlah itu.
2. Bilamana ladang-ladang yang mungkin memberi hasil telah diketemukan, program-program listrik pedesaan harus diberi dana di daerah-daerah di mana unit-unit monoblok kecil dapat didirikan untuk menghasilkan blok-blok tenaga lokal yang kecil dan, pada waktu yang bersamaan, untuk "membuktikan" adanya lapangan itu.
3. Harus ada suatu program latihan untuk para ahli geologi panas bumi dan para ahli pengembangan tenaga.
4. Harus diadakan penyelidikan mengenai kelayakan industri-industri yang intensif tentang energi thermal dasar di daerah-daerah panas bumi. Industri-industri makanan, kertas, tekstil dan industri lainnya yang sekarang memakai bahan bakar fosil akan lebih menguntungkan bila berlokasi di daerah-daerah tersebut.

## F. ENERGI SURYA\*

### Dasar Sumber

---

\*Perincian penilaian ini dapat dijumpai dalam Lampiran H, "Suatu penilaian tentang Energi Surya dan Angin di Indonesia", oleh James D. Westfield.

Penerapan energi surya di Indonesia tidak terbatas pada jumlah total sumber, bahkan di Pulau Jawa jumlah radiasi matahari yang mencapai bumi sangatlah besar dibandingkan dengan konsumsi energi sekarang ini. Dalam satu tahun setiap kilometer persegi menyerap panas yang setara dengan satu juta barel minyak. Namun ada variasi yang sangat besar mengenai identitas radiasi matahari di Indonesia, dan informasi yang ada sekarang ini tidak sesuai untuk menarik kesimpulan yang pasti mengenai segi ekonomis dari penerapan yang berbeda-beda itu. Khususnya ada ketidakpastian yang sangat besar dalam perbandingan antara radiasi langsung dan radiasi yang menyebar (baur) yang mempengaruhi dapat tidaknya diterapkan alat pengumpul konsentrasi.

#### Pemakaian Sekarang

Sejumlah program percobaan tenaga surya sedang berlangsung di universitas-universitas dan lembaga-lembaga penelitian di Indonesia. Walaupun beberapa dari ini meliputi partisipasi industri, misalnya dalam penggetesan alat pengering hasil pertanian dan pemanas air bertenaga surya, tidak satupun yang mencapai tingkat komersial. Ada beberapa produksi listrik photovoltaik yang dipakai dengan skala kecil dan sejumlah penggetesan yang sedang berlangsung tentang sistem-sistem yang diimpor.

#### Potensi Pemakaian Di Masa Mendatang

Potensi Pemakaian tenaga surya di Indonesia cukup besar. Lingkungan dimana dapat diterapkan untuk permulaan adalah sistem air panas tunggal untuk rumah tangga individual dan pemakaian-pemakaian kecil lainnya, penerapan pemanasan air

dengan tenaga surya yang bersifat institusional (hotel, militer, proyek-proyek perumahan umum, dan sebagainya), pemanas air untuk industri (mempersiapkan makanan dan minuman), penggunaan untuk pertanian seperti pengering hasil pertanian elektrifikasi yang berdiri sendiri dengan photovoltaik.

Sebuah sistem pemanas air yang kecil dengan tenaga surya yang dibangun di Indonesia telah dikembangkan dan diperagakan, dan segera setelah sistem-sistem ini tersedia secara komersial (kemungkinan pada tahun 1983) harus ada pemasaran yang baik. Bilamana pertumbuhan pasaran untuk pemanas air itu meningkat sebagaimana dalam waktu lampau, sejumlah kira-kira 10.000 unit baru akan diperlukan setiap tahun. Bila sistem yang dikonstruksi di dalam negeri ini dapat terjual dengan harga \$ 500 AS, ukuran pemasaran tahunan yang potensial dari pemakaian ini saja akan mencapai 5 juta dolar AS. Jika 20 persen saja dari kebutuhan ini diisi oleh unit tenaga surya, pemasaran tenaga surya setahunnya akan mencapai 1 juta dolar AS. Pada tahun 1995 kira-kira 40 persen dari instalasi tahunannya adalah tenaga surya. Mungkin juga akan ada instalasi pemanas air ber-tenaga surya yang lebih besar untuk kegiatan-kegiatan komersial dan industri. Instalasi semacam ini kemungkinan dimulai pada akhir tahun 1980-an dengan memakai sistem yang diimpor, dan pada tahun 1990-an akan diperoleh sistem Indonesia sendiri.

Pemasaran yang amat potensial untuk pemanas air ber-tenaga surya yang lebih "sophisticated", adalah hotel. Bilamana pemasaran ini telah terbuka, lembaga-lembaga

lain seperti rumah sakit, militer, dan sebagainya dan industri-industri tertentu akan merupakan target untuk alat pemanas air bertenaga surya ini. Karena segi ekonomis alat pemanas air bertenaga surya untuk lembaga-lembaga itu sangat dipengaruhi oleh perencanaan sistem dan biaya, sulit memperkirakan tingkat penyerapan pasaran atau penghematan tertentu. Walaupun demikian, pada tahun 2000 target sebesar 30 persen dari pemanasan air untuk hotel, rumah sakit dan industri yang akan dijalankan oleh tenaga surya bukanlah merupakan hal yang tak masuk akal. Banyak sistem yang dapat diandalkan yang tersedia untuk pemanas air bertenaga surya untuk komersial yang dapat diimpor dan dipasang. Pasaran di Indonesia telah menggugah minat negara-negara pengekspor. Meskipun ada keinginan terhadap energi tenaga surya menggantikan minyak, tujuan tersebut dapat digabungkan dengan tujuan penyediaan lapangan kerja dan partisipasi setempat, khususnya dengan teknologi ini.

Dampak keseluruhan dari pemanas air bertenaga surya tidak diharapkan besar. Bahkan pada tingkat yang diuraikan di atas, kurang dari 1 persen dari konsumsi pada tahun 2000 dapat digantikan, yang menunjukkan penghematan minyak sebanyak 5,6 Mboe. Alat pengering hasil pertanian merupakan sumbangan yang besar terhadap sektor pertanian jika tidak menghadapi penurunan kebutuhan minyak.

Photovoltaik merupakan bidang lain di mana tenaga surya kemungkinan akan banyak dipakai. Saat ini, sedang dilaksanakan riset untuk pengumpulan serta pembuatan sebagian dari modul-modul photovoltaik. Kemungkinan pembuatan di dalam negeri tidak akan berarti kecuali:

- o Teknik-teknik pembuatan yang sederhana dan lebih murah telah dikembangkan di Amerika Serikat, Jerman atau Jepang, dan diterapkan oleh industri di Indonesia.
- o Pengusaha pabrik yang ada memutuskan untuk menempatkan fasilitas di Indonesia.

Dampak keseluruhan terhadap pemakaian energi akan kecil kecuali bila salah satu dari kedua langkah itu tercapai atau harga-harga sel yang diproduksi secara internasional menurun dengan menyolok. Tahun-tahun 1990-an akan merupakan periode pertumbuhan untuk photovoltaik dan banyak pemakaian khusus mungkin akan terjadi. Bila dapat bersaing secara ekonomis dengan alternatif lain, diperkirakan akan terjadi pada tahun 1990-an dan paling tidak pada tahun 2000, sebanyak sepersepuluh dari satu persen kebutuhan listrik akan dapat dipenuhi oleh photovoltaik. Jumlah 0,1 persen ini akan ada di daerah-daerah di luar Jawa di mana terletak tenaga diesel yang terpancar saat ini. Sepersepuluh dari satu persen dari kebutuhan listrik kira-kira sebesar 300 Gwh pada tahun 2000. Dengan memakai efisiensi yang sekarang dan rata-rata intensitas radiasi tenaga surya di Indonesia akan memerlukan 2,7 juta meter persegi photovoltaik.

Sistem-sistem tenaga surya lainnya harus dipertimbangkan sebagai kemungkinan untuk masa depan energi di Indonesia. Sistem listrik dengan pemusatan panas matahari (menara tenaga) dan panas laut (OTEC: Ocean Thermal Energy Conversion) sedang dipertimbangkan sebagai sumber utama listrik untuk jaringan atau untuk dipakai sendiri oleh industri dan pertanian secara individual. Jika test dan perkembangan dunia terus berlangsung dengan kecepatan seperti sekarang

ini dan berhasil, keduanya ini akan tersedia pada akhir tahun 1990-an. Pada saat ini, pemakaian sistem pemusatan panas matahari masih menimbulkan tanda tanya disebabkan kemungkinan tingginya prosentase penyebaran radiasi di Indonesia. Sedikit sekali tindakan yang perlu dicatat serta informasi tentang biaya yang didapat diperoleh untuk OTEC, tetapi tinggi minimum panas yang diperlukan untuk mempertimbangkan penerapan sistem ini dapat dijumpai di perairan di luar Indonesia (37 derajat F perbedaan antara permukaan dengan 1000 meter di bawah permukaan). Jadi, ini mungkin merupakan teknologi panas matahari di masa depan untuk Indonesia. Namun kita dapat mengemukakan hanya sedikit mengenai potensi tersebut hingga tahun 1990-an.

#### Hambatan terhadap Pengembangan dan Pemakaian di Masa Mendatang

Hambatan-hambatan yang paling penting terhadap pemakaian energi panas matahari di Indonesia adalah:

1. Kurangnya pengetahuan mengenai sumber berupa sinar surya.
2. Kurangnya pengertian mengenai produksi potensial dan penyebarluasan penerapan potensi tenaga surya.
3. Kurangnya infrastruktur untuk memproduksi, menjalankan serta memelihara perlengkapan untuk tenaga surya.
4. Adanya persaingan biaya yang ketat dari teknologi tenaga surya yang paling layak (pemanasan air) dan tidak adanya persaingan dari yang lain (photovoltaik, OTEC, dan sebagainya).

Namun, hambatan-hambatan ini tidak akan dapat diatasi, dan bahkan sumbangan yang kecil seperti dikemukakan di atas tidak akan tercapai, kecuali suatu program yang jauh lebih kuat di pihak Pemerintah dilaksanakan untuk menerapkan

teknologi tenaga surya yang tersedia secara komersial, khususnya pemanasan air dengan tenaga surya.

### Rekomendasi

Dasar-dasar untuk program energi panas surya yang besar itu terdapat di Indonesia, tapi ada beberapa komponen-tambahan lain yang harus diikuti sertakan bila energi panas matahari diharapkan dapat memberi sumbangan terhadap masa depan energi di Indonesia. Karena sifatnya yang saling melengkapi, rekomendasi mengenai tenaga angin dimasukkan pula di sini. Perincian mengenai semua rekomendasi ini dapat dijumpai dalam Lampiran H.

1. Harus dibuat suatu rencana pengembangan tenaga surya dan angin yang menyeluruh. Sekarang ini, sejumlah badan-badan dan lembaga terlibat dalam bidang ini dan jelas bahwa kegiatannya tidak cukup terkoordinir. Usaha ini harus memusatkan pada ciri-ciri sumber, publisitas dan informasi umum serta pemberian perangsang dalam pelaksanaannya.
2. Segera setelah rencana itu siap (tidak lebih dari enam bulan) harus diadakan rapat untuk umum dan tenaga ahli untuk memperkenalkan rencana itu dan mengumumkan keadaan pengembangan energi surya dan angin di Indonesia. Rapat itu dapat diadakan bersamaan dengan pameran perlengkapan dan teknologi.
3. Dua puluh stasiun meteorologi harus dibeli dan diletakkan diberbagai tempat di Indonesia. Paling sedikit 12 stasiun harus diletakkan di luar Jawa. Stasiun tersebut harus mengukur dan secara teratur mencatat paling sedikit jumlah total radiasi matahari, temperatur dan kekuatan angin. Stasiun itu dapat dioperasikan dan dirawat oleh Lembaga Meteorologi dan Geofisika dengan bantuan DJK dan LAPAN.
4. DJK harus mengembangkan suatu sistem informasi mengenai riset, studi, peragaan dan pelaksanaan tenaga surya dan angin. Banyak orang dan lembaga terlibat dalam riset tenaga surya dan angin. Pusat pengembangan akan memberikan pelayanan yang sangat berguna kepada semua pihak yang ikut dalam riset tenaga surya dan angin, pengusaha dan pemakai yang potensial serta kepada DJK sendiri

dalam peranannya sebagai perencana dan koordinator.

5. Sebagai tambahan untuk pekerjaan yang sedang di - lakukan mengenai pemanas air bertenaga surya untuk pemakaian rumah tangga dan penerapan energi surya di pedesaan, Pemerintah Indonesia harus mendorong riset mengenai panas matahari dan tenaga angin dan peragaan teknologi yang berhubungan dengan pemakaian untuk komersial, industri dan lembaga-lembaga. Kegiatan ini harus menekankan pemakaian teknologi oleh Pemerintah seperti pemanasan air bertenaga panas matahari. Program ini harus juga menekankan dan mendorong diperagakan alat pengering hasil pertanian bertenaga panas matahari dan alat pendingin atau pengawet sayuran. Dalam hal ini, alat-alat pengering dan pendingin komersial harus disusun dan dipertunjukkan. Harus dimasukkan pula dana-dana untuk pengujian teknologi panas matahari yang berguna dalam pemanasan air untuk mengolah makanan dan produksi minuman. Jika mungkin, pemerintah harus mendorong industri untuk berperan serta dan turut menanggung sebagian dari biaya usaha ini.
6. Diperlukan analisa kebijaksanaan ekonomi untuk mengembangkan serangkaian subsidi atau insentif untuk merangsang sumber-sumber energi yang dapat diperbarui kembali. Panas matahari, angin, tenaga air mikro, biomasa, dan lain-lain harus dipertimbangkan dan harus dikembangkan insentif khusus dan program subsidi untuk mendorong diperkenalkannya dan dipakainya teknologi-teknologi ini. Program yang dikembangkan dalam kegiatan ini harus berjangka panjang dan diarahkan pada terciptanya suatu industri sumber tenaga yang dapat diperbarui kembali dengan baik di Indonesia. Pemasangan, perawatan, perakitan dan pembuatan teknologi harus ditekankan.

## G. TENAGA ANGIN\*

### Dasar Sumber

Data tentang kekuatan dan arah angin di Indonesia sangatlah sedikit. Walaupun ada catatan lengkap mengenai kekuatan dan arah angin di banyak stasiun di Seluruh Indonesia, data ini tidak sesuai untuk maksud-maksud perkiraan energi angin. Data angin dari lokasi lapangan terbang biasa,

---

\*Perincian penilaian ini dapat dijumpai dalam Lampiran E, "Suatu Penilaian Tentang Energi Surya dan Angin di Indonesia" oleh James D. Westfield.

tidak dapat dipakai sebagai informasi sifat angin karena lokasinya yang tidak tetap. Data lain yang tersedia di - Indonesia merupakan pengukuran angin yang tinggi, di atas satu mil, yang dipakai untuk meramalkan sifat-sifat angin dalam jangka panjang. Hampir tidak ada catatan berkelanjutan yang dapat diandalkan mengenai angin permukaan di daerah manapun di Indonesia. BPPT dan LAPAN telah mulai mengukur angin secara teliti dan tepat di beberapa daerah, tetapi tidak ada cukup data untuk membuat peta kekuatan angin yang sama dengan peta radiasi panas surya. Kemungkinan sumber tenaga angin ini dapat dikembangkan, tetapi tidak ada informasi cukup untuk memperkirakan jumlah atau kualitas angin permukaan. Karena itu tidaklah dapat diperkirakan segi ekonomi tenaga angin.

#### Pemakaian Sekarang

Sekarang ini tidak ada pemakaian energi angin secara besar-besaran di Indonesia tetapi terdapat sejumlah penerapan berskala kecil dan proyek. Beberapa pompa air bertenaga angin terdapat di Pulau Jawa, tetapi nampaknya tidak merencanakan untuk memperluas pemakaian ini pada saat sekarang. Juga, karena beberapa usaha untuk memanfaatkan tenaga angin pada waktu lampau tidak berhasil, sekarang adaperasaan negatif tentang potensi pompa bertenaga angin. Elektrifikasi bertenaga angin juga sedang dipertimbangkan, tapi baru dua mesin yang telah dibuat dan dicoba. Mesin-mesin itu (kombinasi antara rotor Savonius dan Darius) mengalami kesulitan dan sedang mengalami perencanaan kembali oleh LAPAN dan ITB.

### Potensi Pemakaian di Masa Mendatang

Walaupun ada rasa optimis di beberapa tempat, pembangkit listrik dengan tenaga angin belum akan terlaksanakan sampai teknologi berskala menengah yang efektif biaya (ukuran 1-50 kilowatt) tersedia dan/atau dibuat di dalam negeri. Seandainya 100 watt adalah rata-rata kapasitas minimum untuk satu rumah tangga pedesaan, maka sistem dengan kekuatan 50 kilowatt hanya akan melayani sebuah desa maksimumnya 500 rumah tangga. Jika pembangkitan listrik dengan tenaga angin dipakai untuk maksud komersial atau industri kecil, jumlah ukuran ini juga sesuai. Mesin ber-tenaga angin 1 - 50 kilowatt dengan biaya bersaing akan dapat diperoleh di Indonesia antara tahun 1985 dan 1990. Karenanya laju atau tingkat pemakaian tenaga angin untuk listrik akan tetap kecil sampai sesudah tahun 1990.

Jika tenaga angin diharapkan dapat menyumbang secara besar terhadap produksi listrik, bahkan di luar Jawa dimana sistem tenaga angin diharapkan menguntungkan, mesin-mesin yang berukuran lebih besar dari 50 kw\* akan diperlukan. Ada mesin-mesin yang dalam percobaan di Amerika Serikat dengan kapasitas 2 - 2,5 Mw (MOD-1 dan MOD-2) tetapi hal ini tidak dapat diharapkan tersedia secara komersial sebelum tahun 1990. Pada tahun 2000 jika 50 mesin besar (dengan kapasitas 2,5 Mw) didirikan, akan menghasilkan sekitar 185 Gwh listrik setahun, atau hanya 0,1 persen dari perkiraan kebutuhan.

---

\*Sebagaimana ditunjukkan dalam lampiran, penyediaan dari hanya 0,1 persen listrik di luar Jawa pada tahun 1990 akan memerlukan 30.000 hingga 150.000 mesin berukuran 50 kw.

Pemakaian angin untuk menghasilkan tenaga mekanik mungkin mempunyai banyak penerapan, terutama di luar Pulau Jawa. Di pulau-pulau di mana pertanian berskala kecil sedang digalakkan, di mana penyediaan bahan bakar solar mengalami kesulitan dan kekuatan angin paling sedikit 3,5 m/detik, perlu dipertimbangkan adanya pompa-pompa bertenaga angin. Pemakaian ini akan dirasakan oleh banyak orang dan sangat menguntungkan ditinjau dari segi produksi pertanian tetapi dilihat dari keseluruhan jumlah bahan bakar yang dihemat pada tahun 2000, dampaknya kecil. Lagi pula, pemakaian tenaga angin untuk pompa akan tetap kecil kecuali jika sistem pompa bertenaga angin di Indonesia telah tersedia. Hal ini diharapkan akan terjadi sebelum tahun 1990. Pada tahun 2000 sejumlah besar instalasi pompa bertenaga angin dapat didirikan di pulau-pulau tersebut.

#### Hambatan dan Rekomendasi

Hambatan terhadap pemakaian tenaga angin di masa depan serta rekomendasi mengenai pekerjaan yang harus dilakukan di masa mendatang telah dimasukkan dalam penjelasan mengenai energi surya terdahulu.

#### H. EKONOMI RELATIF

Biaya untuk menghasilkan energi dari pilihan - pilihan yang telah diuraikan dalam bagian ini banyak tergantung dari sejumlah besar faktor setempat termasuk biaya tenaga kerja, intensitas sumber, biaya pengangkutan bahan bakar atau energi yang dihasilkan, ciri-ciri waktu penggunaan dan biaya modal.

Walaupun demikian, dapat diperoleh perbandingan kasar tentang biaya dari pengalaman internasional. Perbandingan itu ditunjukkan dalam Tabel V-2.

TABEL V - 2

## BIAYA RELATIF ENERGI DARI BERBAGAI SUMBER

<u>Bahan Bakar</u>	<u>Biaya Relatif, \$/bbl</u>
Minyak Mentah <sup>a</sup>	34
Bensin <sup>b</sup>	45
Minyak Tanah <sup>b</sup>	47
Ethanol Tebu	30 - 50
Methanol dari Gas Alam <sup>c</sup>	25 - 45
Bensin, Bahan Bakar Solar dari Batubara	40 - 60
Panas Surya	40 - 90
Panas Bumi	9 - 11
<u>Listrik</u>	<u>Biaya Tenaga, AS sen/Kwh</u>
Tenaga Air Besar	2 - 3
Tenaga Air Berskala Kecil	2,5 - 4
Panas Bumi, uap kering	2 - 3
Diesel, skala kecil	10 - 13
Uap Api Batubara, besar	5 - 6
Uap Api Minyak, besar	7 - 8
Kayu, skala kecil	9 - 10

Sumber: Bank Dunia (1)

- Catatan: a) Referensi harga pasaran dunia  
 b) Berdasarkan \$34/bbl minyak mentah  
 c) Berdasarkan harga gas US \$0,40 - 1,50 per Mcf.

## BAB V

## Catatan dan Referensi

1. Bank Dunia, "Energy in the Developing Countries"  
Washington, D.C., Agustus 1980.

## VI STRATEGI DIVERSIFIKASI

### A. PRODUKSI DAN KONSUMSI MINYAK MASA DEPAN

Produk-produk minyak, meliputi lebih dari separuh jumlah total nilai ekspor, sekarang ini merupakan sumber devisa yang paling besar untuk Indonesia. Sumbangan ekspor minyak terhadap perkembangan ekonomi Indonesia tidak kalah pentingnya; pajak dari ekspor minyak mencapai 20 persen dari PDB pada tahun 1978 dan sekarang ini menjadi lebih besar.

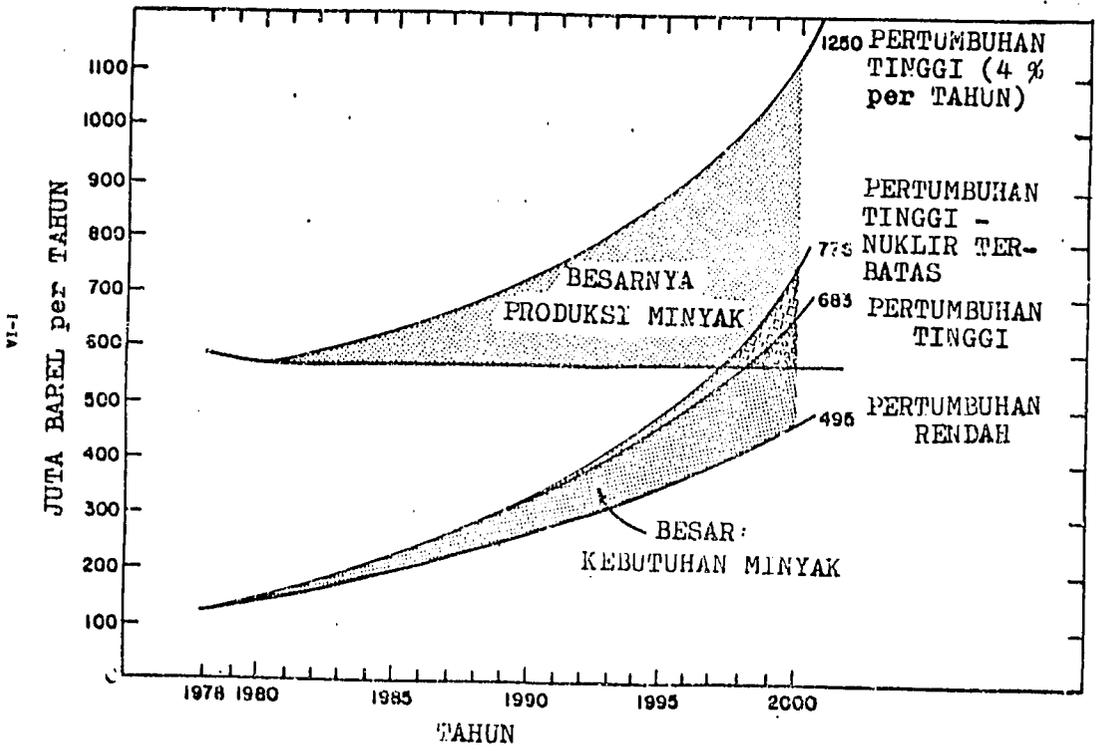
Saat ini terdapat berbagai pendapat mengenai produksi minyak untuk masa depan di Indonesia. Sementara ini dalam Repelita III telah ditargetkan pertumbuhan sebesar 4 persen setahun yang telah dipakai oleh pihak lain<sup>(1)</sup>. Para analis ada yang meramalkan hasil yang konstan sedangkan analis lainnya meramalkan pertumbuhan dari tingkat sekarang ini sebesar kira-kira 580 juta barel setahun hingga mencapai 725 juta barel per tahun pada tahun 1990. Dan laju tersebut akan bertahan hingga tahun 2000<sup>(2)</sup>. Nampaknya dapat dipilih angka yang berkisar antara produksi konstan dengan laju pertumbuhan sebesar 4 persen setahun. Namun ada kecenderungan untuk memperkirakan angka-angka tersebut sedikit lebih tinggi daripada jumlah paling rendah.

Gambar VI-1 menunjukkan hubungan antara produksi minyak dan kebutuhan dalam berbagai kasus yang diuraikan di atas. Jika produksi minyak meningkat dengan cepat (dengan laju 4 persen) maka tingkat ekspor yang besar

akan dapat dipertahankan hingga tahun 2000 walau dengan perkiraan akan adanya kebutuhan yang tinggi. Sebaliknya, jika produksi tidak mengalami kenaikan, dan kebutuhan meningkat dengan kecepatan tinggi, kebutuhan itu akan mengalahkan produksi pada akhir tahun 1990an. Bahkan untuk kebutuhan rendah, potensi ekspor minyak akan menurun dengan cepat sampai mendekati tahun 2000.

Gambar VI-2 menunjukkan perkiraan pendapatan dari ekspor minyak mentah pada tahun 1990 dan 2000 menurut kedua asumsi produksi itu. Dalam kedua asumsi itu diperkirakan adanya kenaikan harga minyak sebesar 2 persen setahun, mulai harga dasar \$ 36 / bbl pada tahun 1981. Sisi sebelah kiri dari setiap set baris menunjukkan perkiraan tingkat produksi minyak dan sisi sebelah kanan dari setiap pasangan menunjukkan perkiraan pertumbuhan produksi minyak sebesar 4 persen setahun.

Dengan asumsi produksi minyak di dalam tingkat pertumbuhan PDB tinggi, Indonesia akan merupakan importir minyak pada tahun 2000 di mana diperkirakan rekening netto untuk impor minyak sebesar \$ 6 milyar. Sedangkan dengan produksi minyak di dalam tingkat pertumbuhan PDB rendah diperkirakan adanya pendapatan sebesar \$ 4,6 milyar, yang lebih sedikit dibanding dengan pendapatan tahun 1978 sebesar \$ 6,3 milyar. Dengan asumsi produksi minyak yang tinggi di dalam pertumbuhan PDB tinggi, kontribusi hasil pendapatan minyak terhadap pertumbuhan tersebut diperkirakan hampir sama dengan \$ 30 milyar atau 10 persen dari PDB.



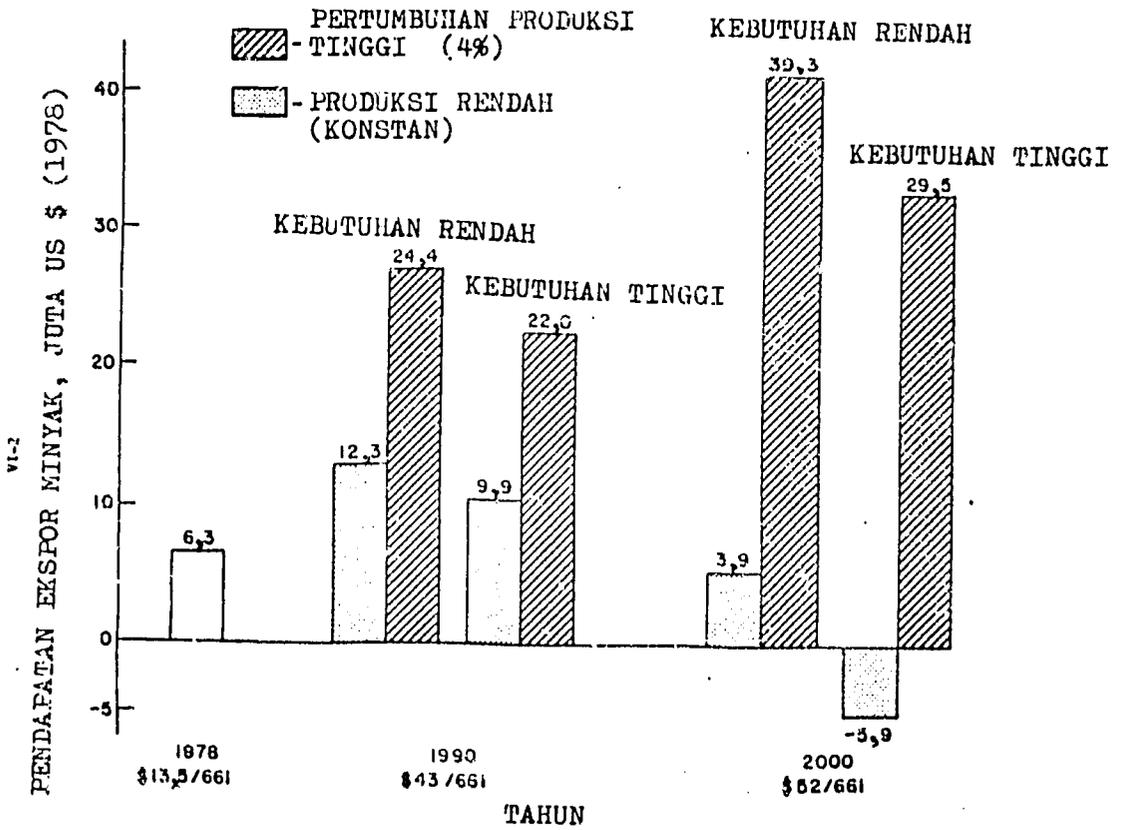
GAMBAR VI - 1

BESARNYA PRODUKSI MINYAK DI MASA DEPAN  
DAN KEBUTUHAN YANG DIPERKIRAKAN

Sementara itu dengan perkiraan produksi minyak tinggi di dalam pertumbuhan PDB rendah, pendapatan dari minyak diperkirakan akan tetap sama dalam menunjang pertumbuhan ekonomi, yaitu \$ 59 milyar atau 18 persen dari PDB.

#### B. PILIHAN-PILIHAN DALAM DIVERSIFIKASI

Bagian ini akan mengemukakan suatu analisa dari dampak dilaksanakannya teknologi dan sumber energi yang dibahas dalam Bab IV terhadap kebutuhan total akan minyak pada tahun 2000. Dipandang perlu untuk membuat intisari mengenai hal-hal penting yang berhubungan dengan perkiraan kebutuhan energi seperti dalam Bab IV. Hal ini disertai beberapa pengecualian seperti: tidak ada teknologi yang dikaitkan dengan sistem energi yang menggantikan bahan bakar minyak saat ini dengan sumber-sumber energi non-minyak. Pengecualian lain adalah dibuat asumsi yang eksplisit tentang diperhitungkannya alat-alat untuk pemakaian akhir yang telah disempurnakan efisiensinya hingga menyebabkan penurunan kebutuhan minyak (penghematan energi). Pengecualian tersebut adalah pemakaian 22 - 28 juta ton batubara untuk sektor pembangkitan tenaga listrik, pemakaian 240 MW panas bumi, dan pemakaian yang mencapai 9100 MW nuklir. Hal mana dinyatakan dalam Rencana Diversifikasi PLN, yang secara efektif menjaga agar minyak yang dipakai untuk pembangkitan listrik tidak meningkat setelah tahun 1990. Di luar sektor tenaga listrik, perkiraan kebutuhan meliputi beberapa



GAMBAR VI - 2 : PENDAPATAN DARI EKSPOR MINYAK MENTAH

perubahan dari kebiasaan di masa lampau; salah satu adalah meningkatnya peranan gas alam dalam produksi, disebabkan adanya fasilitas baru yang mempergunakan gas alam dan bukan dari penggantian secara sengaja produk-produk minyak.

Teknologi dan sumber-sumber energi yang diperkenalkan di bawah ini diperkirakan dapat menggantikan produk minyak. Ini dimaksudkan untuk memperbesar perbedaan antara produksi minyak mentah dalam negeri dengan kebutuhan dalam negeri, atau memperkecil impor minyak. Ringkasan akan ditunjukkan dalam Tabel VI-1(3).

#### Batubara untuk Industri:

Penggunaan 10,5 juta ton batubara untuk industri pada tahun 2000 dapat menggantikan sekitar 39,9 juta boe produk minyak (dengan asumsi kandungan panas 0,713 ton batubara sama dengan setiap ton batubara sejenis yang dihasilkan di Sumatra Selatan). Hal ini merupakan 25 persen dari kebutuhan yang diperkirakan untuk produk-produk minyak yaitu 159 juta boe.

Substitusi ini dapat dicapai dengan cara menggantikan kebutuhan bahan bakar minyak dan minyak solar industri yang diperkirakan dengan pembagian berikut: semen (12,5 juta boe), produk mineral bukan logam (bahan bangunan, kapur, dsb. sebesar 18,2 juta boe), dan produk-produk besi dan baja (9,2 juta boe).

TABEL VI - 1

## PILIHAN-PILIHAN DALAM DIVERSIFIKASI

Pilihan	Angka Pemakaian	Penghematan Minyak (Jutaan toe)
Batubara untuk Industri	10 juta ton	39,9
Batubara dan Gambut untuk Rumah Tangga (briket)	400.000 ton	2,0
Arang dari Kayu Bakar untuk Rumah Tangga	20 juta ton	10,0
Arang dari Limbah Pertanian untuk Rumah Tangga	10 juta ton	5,0
Industri Kehutanan	Limbah Kayu	2,5
Cairan dari Bimasa	25,0 kboe methanol	25,0
Panas Bumi untuk untuk Industri	1000 Mw	4,9
Listrik Panas Bumi	3445 Mw	48,0
Listrik Tenaga Kayu	1000 Mw	10,9
Stasiun Pusat Listrik Bertenaga Gambut	6 juta ton	15,2
Tenaga Air Berskala Kecil	450 Mw	2,1
Panas Surya	30 % Pemakaian Komersial	5,6
Listrik Bertenaga Surya	150 Gwh	0,3
Angin	185 Gwh	0,3
		<u>171,7</u>

### Batubara dan Briket Gambut untuk Rumah Tangga

Pemakaian batubara dan gambut merupakan suatu cara guna mengurangi pertumbuhan konsumsi minyak tanah untuk memasak. Untuk mengurangi pertumbuhan dalam pemakaian minyak tanah sebesar 2 juta boe (atau kurang dari 3 persen dari seluruh kebutuhan minyak tanah untuk memasak sebesar 71,4 juta boe), sekitar 400.000 ton batubara dan gambut harus diproduksi.

### Arang untuk Rumah Tangga:

Potensi pembuatan arang dari kayu bakar sangat besar, dengan jumlah total konsumsi bahan bakar fosil saat ini. Juga terdapat sumber energi yang penting untuk pembuatan arang dari limbah pertanian. Tingkat pemakaian sebesar 20 juta ton arang dari kayu bakar dan 5 juta ton dari limbah pertanian diperkirakan akan terjadi pada tahun 2000, menggantikan 15 juta ton minyak tanah, atau 20 persen kebutuhan yang diperkirakan untuk memasak pada tahun itu. Ini agaknya menunjukkan bahwa kira-kira satu dari tiga rumah tangga tambahan diperkirakan headak beralih ke minyak tanah, sebaliknya akan menggantinya dengan arang.

### Produk Sampingan Kehutanan:

Rasionalisasi bahan bakar yang dipakai dalam industri kehutanan, menggantikan produk minyak yang dipakai untuk menghasilkan uap dan panas dengan limbah hasil penggergajian kayu. Sektor kehutanan menghabiskan sekitar 50 persen dari kebutuhan bahan bakar sektor

pertanian; sekitar separuh dari jumlah ini, atau 2,5 juta boe, diperkirakan akan diganti.

Cairan dari Biomasa:

Bahan bakar angkutan yang diperoleh dari ubi kayu, ubi jalar atau methanol yang berasal dari kayu akan diperkenalkan pada tahun 2000 sebesar 25 juta boe, atau seperdelapan dari seluruh kebutuhan untuk transportasi pada tahun itu.

Panas Bumi:

Panas dari sumber-sumber tenaga panas bumi yang mencapai 1000 MW diperkirakan akan dihasilkan pada tahun 2000. Hal ini akan menggantikan 11 juta boe listrik yang berasal dari minyak (diterapkan untuk pertumbuhan PDB tinggi, mengenai nuklir terbatas).

Listrik Bertenaga Panas Bumi:

Departemen Pertambangan dan Energi merencanakan untuk mengembangkan listrik dari panas bumi sebesar 3445 MW. Listrik ini, yang akan dijual ke PLN, akan menggantikan 48 juta boe minyak atau sumber energi lain untuk pembangkitan listrik - kemungkinan besar nuklir atau batubara.

Pembangkit Listrik Termis dari Kayu:

Sejumlah pembangkit listrik berkekuatan 1000 MW yang memakai sumber-sumber dari hutan yang dibakar diperkirakan akan terjadi pada tahun 2000. Hal ini merupakan unit-unit mulai dari 0,5 MW hingga 10 MW. Bahan bakar minyak yang dapat digantikan, diperkirakan sejumlah 10,9 juta boe, atau sekitar sepertiga dari

bahan bakar minyak yang diperkirakan akan dipakai untuk pembangkitan listrik di luar Jawa.

Pembangkit Listrik dengan Stasiun Pusat Bertenaga Gambut:

Diperkirakan 6 juta ton gambut dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik, menggantikan produk minyak sebesar 15,2 juta boe (penggantiannya diterapkan pada pertumbuhan PDB tinggi, perkiraan nuklir yang terbatas). Perkiraan ini berasumsi bahwa satu ton gambut mempunyai kandungan panas separuh dari batubara.

Pembangkit Listrik Tenaga Air Berskala Kecil :

Untuk maksud analisa disini, sejumlah pembangkit listrik tenaga air berskala kecil sebesar 450 Mw ditambahkan ke - dalam sistem, guna menggantikan diesel yang diperkirakan sebesar 2,1 juta boe untuk pembangkit listrik.

Sistem Pemanas Matahari:

Suatu program yang mantap untuk melaksanakan sistem penggunaan panas matahari terutama untuk gedung-gedung komersial serta industri diperkirakan akan menggantikan 5,6 juta boe bahan bakar minyak.

Sistem Listrik dengan Panas Matahari:

Pilihan yang paling meyakinkan untuk mengubah panas matahari menjadi listrik, selain melalui produksi biomasa, adalah dengan cara fotovoltaiik. Diperkirakan pada tahun 2000 sistem ini atau sistem panas matahari lain seperti menara tenaga atau OTEC akan dapat menyumbang 0,1 persen produksi listrik. Ini sama dengan kira-kira 150 GWh atau penghematan minyak sebesar 0,3 juta boe.

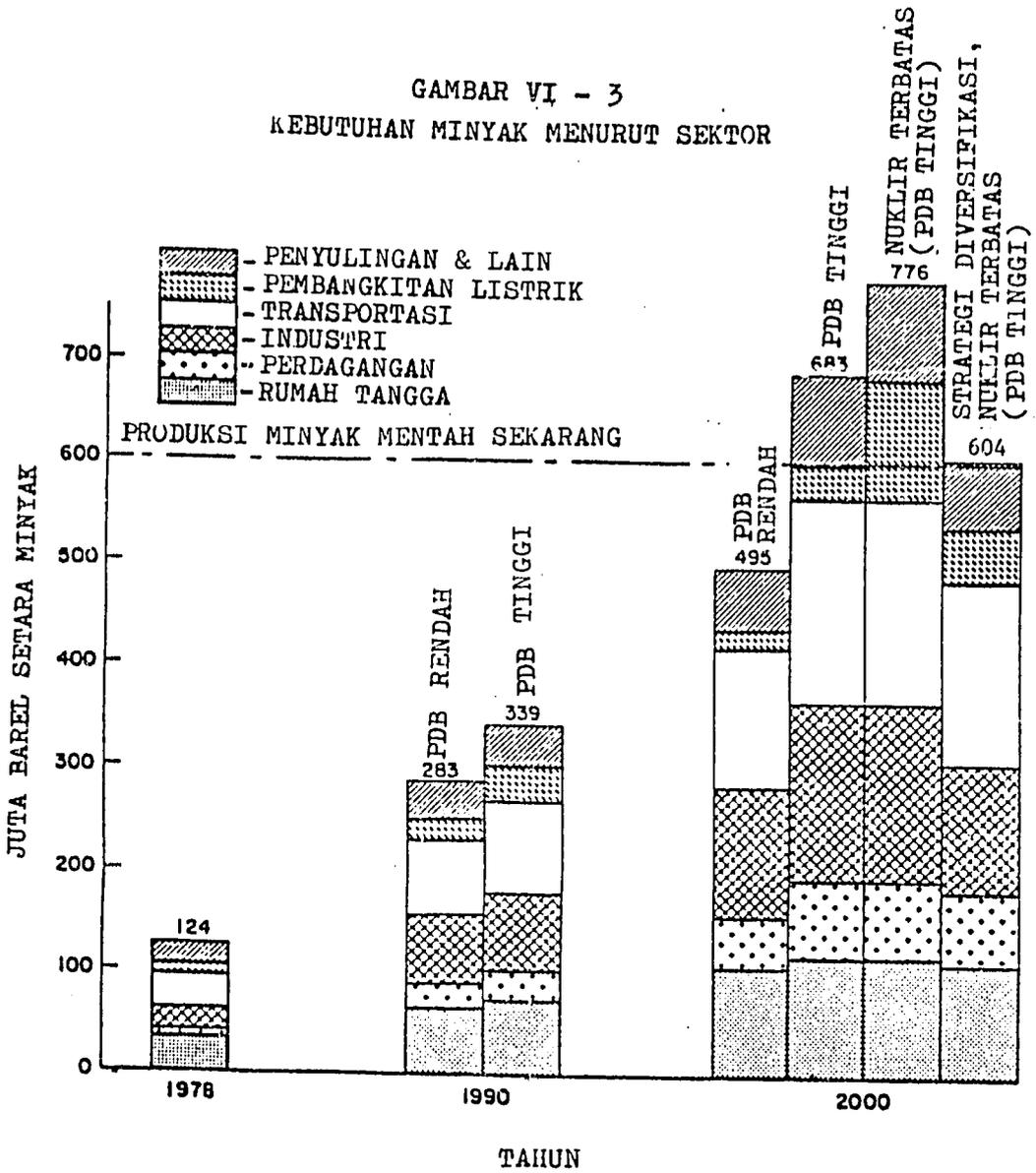
Angin:

Didirikannya 50 mesin bertenaga angin untuk menghasilkan listrik sebesar 185 GWh akan menggantikan 0,3 juta boe minyak solar untuk pembangkit listrik.

C. DAMPAK-DAMPAK DARI DIVERSIFIKASI

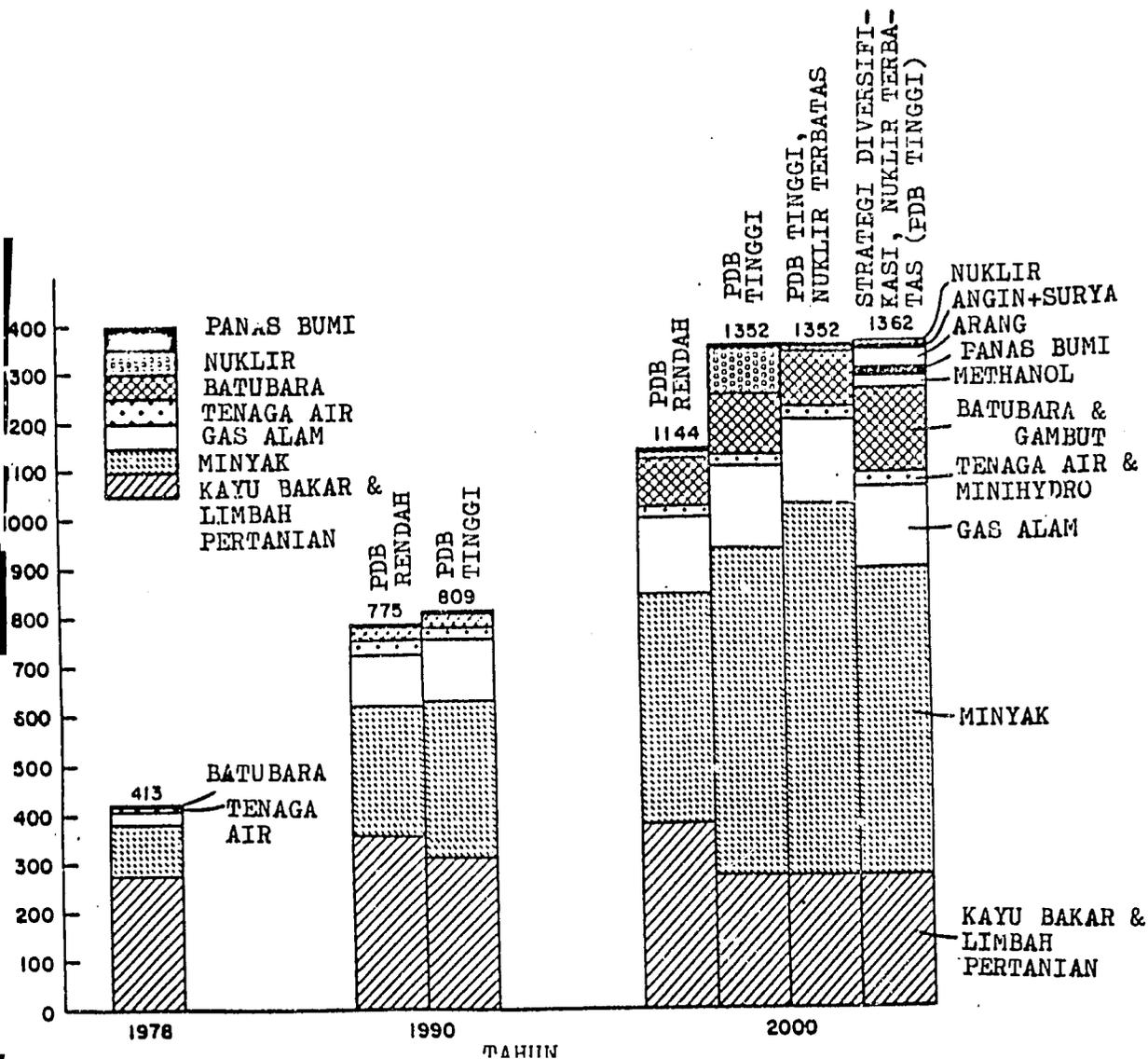
Jumlah total penghematan produk minyak yang dihitung di atas mencapai 171,7 juta boe. Pengurangan kebutuhan ini diterapkan pada pertumbuhan tinggi tahun 2000, perkiraan nuklir terbatas. Hasil-hasilnya disajikan dalam Gambar VI - 3 dan VI - 4 (dinyatakan dalam barrel minyak mentah). Diagram pertama menunjukkan sumber-sumber energi yang dipakai untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri pada tahun 1978, perkiraan pertumbuhan PDB tinggi dan rendah untuk tahun 1990, serta perkiraan pertumbuhan PDB tinggi dan rendah untuk tahun 2000, (dari Gambar IV-1 sampai IV-5). Dan akhirnya diperlihatkan, perkiraan diversifikasi yang disiapkan dalam bagian ini. Yang kedua menunjukkan untuk semua perkiraan jumlah total kebutuhan minyak mentah yang dikelompokkan ke dalam sektor kegiatan ekonomi; rumah tangga, perdagangan, transportasi, pembangkit listrik dan terakhir, penyulingan serta pemakaian-pemakaian lain.

GAMBAR VI - 3  
KEBUTUHAN MINYAK MENURUT SEKTOR



GAMBAR VI - 4

PERKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI MENURUT SUMBER ENERGI  
(TIDAK MELIPUTI EKSPOR)



## BAB VI

## Catatan dan Referensi

- (1) Lihat, misalnya LPEM, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia, Perspektif Jangka Panjang Perekonomian Indonesia Tahun 2000: Beberapa Alternatif Skenario Perekonomian Indonesia, Laporan untuk LEKNAS-LIPI (Jakarta: LPEM-FEUI).
- (2) Lihat, misalnya L.M.L.Tobing, "Energy Policy" makalah yang diajukan pada Sidang Umum ke 7 World Federation of Engineering Organizations, Jakarta, Nov. 1979. Juga, Petro Canada and Petroleos de Venezuela, "World Oil Supply Prospects" February, 1980. Studi yang baru diadakan untuk BATAN/PLN oleh NIRA, "A long Term Economic Development and Energy Policy in Indonesia," dalam 3 volume, sebuah laporan dari proyek PLTN-ITALINDO, memperkirakan produksi puncak tetapi juga mengarah pada jumlah 700 juta barel per tahun pada tahun 2000.
- (3) Perkiraan tentang laju pelaksanaan ini didasarkan bahan yang ada dalam lampiran dan diringkaskan dalam Bab V.

## VII KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Proyek ini tidak disusun atau dimaksudkan untuk memperoleh kesimpulan mengenai kebijaksanaan energi Indonesia atau strategi-strateginya. Penekanannya adalah pada bertambahnya kemampuan analitis DJK melalui perolehan data dasar (dari survei rumah tangga), penyusunan yang konsisten serangkaian perkiraan kebutuhan dan melalui diperkuatnya kemampuan profesional dalam Direktorat. Meskipun demikian, beberapa kesimpulan timbul secara wajar dari analisa ini dan dikemukakan di sini.

Pertama, telah menjadi jelas bahwa penurunan ekspor minyak secara tajam disebabkan karena peningkatan kebutuhan dalam negeri dalam waktu 10 - 15 tahun mendatang dengan cara apapun tidak dapat dihindarkan. Bagaimanapun juga tingkat pendapatan ekspor minyak yang menurun tajam merupakan kemungkinan nyata kecuali jika diambil tindakan bersama dengan menggantikan bahan bakar serta teknologi alternatif untuk konsumsi minyak di dalam negeri.

Baik produksi minyak maupun kebutuhan minyak di masa mendatang sangat tidak menentu, tetapi suatu asumsi yang bersifat hati-hati perlu dibuat dalam mengembangkan kebijaksanaan dibidang sistem energi alternatif. Misalnya, tidak boleh diperkirakan bahwa produksi minyak akan meningkat jauh di atas tingkat produksi sekarang kecuali bila kenaikan tersebut betul-betul dapat dipastikan. Pendekatan terhadap kebijaksanaan ini menekankan betapa

penting langkah-langkah dibidang energi alternatif yang dibahas dalam laporan ini. Tentu saja, jika produksi minyak tetap konstan, dalam salah satu kasus perkiraan kebutuhan yang telah dibahas (lihat Gambar IV-4), konsumsi minyak dalam negeri akan berada di bawah produksi pada tahun 2000. Kemudian akan timbul pertanyaan apakah ekspor non-minyak akan dapat meningkat cukup cepat untuk membuat perkiraan-perkiraan pertumbuhan PDB tinggi konsisten dengan perkiraan produksi minyak rendah.

Studi ini menunjukkan bahwa jika program-program yang mantap dilaksanakan untuk mengembangkan dan melaksanakan sumber-sumber energi alternatif, maka permintaan minyak dalam negeri dapat dikurangi dengan 170 juta barel pada tahun 2000. Ini akan sama dengan 20 persen perkiraan kebutuhan untuk waktu itu. Apakah scenario ini terlalu rendah dilihat dari sudut keinginan untuk mempertahankan ekspor minyak, atau terlalu tinggi ditinjau dari sudut usaha modal dan organisasi yang diperlukan, merupakan masalah kebijaksanaan penting yang dikemukakan dalam studi ini.

Banyak sekali pilihan energi yang dapat memegang peranan dalam membuat diversifikasi sistem energi Indonesia. Batubara nampaknya akan merupakan unsur yang amat penting dalam strategi diversifikasi, yang mengisi lebih dari seperempat minyak yang digantikan dalam strategi diversifikasi. Paling sedikit ada sepuluh kombinasi sumber teknologi yang akan mempunyai potensi penting di masa depan. Masing-masing daripadanya dan mungkin beberapa lainnya memerlukan analisa lebih lanjut untuk menentukan peranan dan keuntungannya yang potensial untuk bangsa.

Beberapa pilihan yang diselidiki di sini seperti produksi listrik bertenaga surya dan angin memberikan sumbangan yang agak kecil, bahkan sampai tahun 2000. Persoalan penyediaan kebutuhan energi Indonesia tidak akan hilang pada saat itu, meskipun demikian, dengan dibutuhkannya waktu yang sangat panjang untuk pengembangan dan pemanfaatan sistem energi, tidak dapat diabaikan periode setelah tahun 2000 dalam perencanaan energi.

Hampaknya akan ada potensi yang besar untuk menggunakan lebih banyak gas alam dan LPG dalam sistem energi Indonesia. Sekalipun masalah ini di luar lingkup proyek sekarang ini, perlu dikemukakan adanya kemungkinan produksi LPG yang jauh lebih tinggi untuk bahan bakar dalam negeri.

Strategi lain yang seharusnya memainkan peranan besar dalam kebijaksanaan energi Indonesia dan yang tidak dimasukkan dalam studi ini adalah peningkatan efisiensi energi, atau konservasi energi. Pengalaman dari negara lain menunjukkan bahwa penghematan sebesar 20 - 25 persen mungkin dilakukan, sementara dipertahankan pertumbuhan ekonomi dan jasa-jasa yang disediakan oleh energi. Hal ini berarti bahwa ciri-ciri konsumsi minyak dalam perkiraan PDB rendah (sekitar 500 Mboe) dapat dicapai dengan menggabungkan strategi-strategi penghematan dan energi alternatif, bahkan pada tingkat pertumbuhan PDB tinggi.

#### Transportasi dan Rumah Tangga

Studi ini dan studi lain yang telah diadakan mengenai energi di Indonesia telah menunjukkan bahwa banyak sekali

pilihan untuk perluasan penyediaan listrik di masa mendatang dengan tidak menggantungkan pada minyak. Ini meliputi batubara, tenaga nuklir, energi panas bumi, kayu dan tenaga air berukuran besar maupun kecil dalam jangka waktu dekat ataupun sedang. Bahkan seandainya satu atau lebih dari pilihan ini dihilangkan, karena satu dan lain alasan, (kecuali kemungkinan batubara) masih mungkin menurunkan pemakaian minyak untuk pembangkitan listrik ke tingkat yang sangat rendah di masa mendatang (mungkin hanya untuk pelayanan pada waktu beban puncak). Dalam jangka panjang pilihan lain seperti pembangkitan listrik dengan panas surya dan photovoltaik, sistem energi panas samudera, tenaga angin dan penggabungan inti nuklir dapat ditambahkan ke dalam daftar kemungkinan-kemungkinan penyediaan listrik. Dibidang industri mungkin juga menggantikan minyak dengan gas alam, biomasa (terutama kayu) dan energi surya.

Mamun yang jauh lebih sulit adalah menggantikan minyak untuk sektor rumah tangga dan transportasi. Ini menekankan pentingnya pilihan-pilihan yang akan menyediakan bahanbakar alternatif untuk penggunaan tersebut; untuk rumah tangga, arang (yang telah kami bahas dalam laporan ini serta dalam lampirannya), LiG (yang tidak dimasukkan dalam analisa kami) dan mungkin listrik akan memerlukan perhatian yang seksama. Dari perspektif ini, alternatif-alternatif ini untuk menghasilkan bahan bakar cair yang terus menerus dapat dipertahankan, misalnya kayu atau tumbuh-tumbuhan yang ditanam secara khusus, untuk menyediakan sektor rumah tangga maupun transportasi merupakan hal yang potensial.

### Harga dan Strategi Energi

Terdapat serangkaian hubungan yang kompleks antara kebijaksanaan penetapan harga energi dengan penerapan strategi diversifikasi energi yang dibahas dalam laporan ini. Teknologi yang dibahas lebih ekonomis dibandingkan dengan harga minyak dunia. Tetapi banyak yang tidak dapat bersaing dengan bahan bakar yang berasal dari minyak (dan listrik yang berasal dari bahan bakar tersebut) seperti yang disubsidikan saat ini di Indonesia. Telah disebutkan sangat besar biaya pemberian subsidi tersebut terhadap perekonomian nasional. Sebagaimana telah terlihat selanjutnya, penurunan intensitas minyak dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia hanya dapat dilaksanakan melalui pemanfaatan yang simultan berbagai macam sumber energi. Sulit dapat dibayangkan suatu sistem insentif dan subsidi yang dapat mengatur sehingga dilaksanakan langkah-langkah ini dengan laju yang diinginkan dalam konteks pemberian subsidi-subsidi harga saat ini. Dalam pada itu, pengurangan subsidi, misalnya untuk minyak tanah, lebih dapat diterima dari segi sosial maupun politik jika pada waktu yang bersamaan alternatif yang dapat diterima, seperti arang atau LFG juga disediakan. Pemikiran ini akan memberikan alasan untuk mempertimbangkan secara simultan kebijaksanaan harga dan pengembangan teknologi alternatif.

### Perencanaan dan Manajemen

Laporan ini menunjukkan gambaran suatu sistem energi berdasarkan keanekaragaman sumber-sumber energi yang luas, baik untuk sektor tradisional pedesaan maupun untuk

sektor industri modern. Sistem seperti ini merupakan persyaratan yang wajar untuk menggantikan suatu ketergantungan yang hampir sepenuhnya terhadap minyak di sektor modern dan terhadap kayu di sektor pedesaan. Tetapi sistem seperti itu mempunyai implikasi yang sangat berbeda terhadap perencanaan dan dukungan untuk penerapannya dari pada sistem tradisional yang berdasarkan minyak. Suatu tingkat perencanaan dan manajemen yang seluruhnya baru paling tidak satu tingkat lebih besar - akan diperlukan bila keanekaragaman semacam ini diharapkan akan terjadi. Hal ini terutama demikian karena banyak dari pilihan yang penting itu bersifat tak terpusat. Pertimbangkan saja perbedaan antara mengkontrak sebuah pusat pembangkit tenaga dengan minyak ukuran 1000 MW dengan pemasangan 500 unit dengan teknologi angin, surya, kayu, tenaga air berukuran kecil serta teknologi lainnya. Tantangan dalam perencanaan dan manajemen ini harus dihadapi dengan jujur dan dengan tekad besar jika diharapkan terlaksananya strategi diversifikasi energi nasional.

#### Perkembangan Tenaga Kerja

Uraian yang dikemukakan di atas, untuk tingkat kegiatan lebih tinggi dalam perencanaan energi dan manajemen tingkat pemerintah, jelas mempunyai implikasi dalam program latihan. Tentu saja, keterbatasan kritis untuk mengembangkan dan melaksanakan satuan strategi energi seperti di - bicarakan dalam laporan ini adalah kurangnya tenaga-tenaga terlatih dalam perencanaan energi, riset, evaluasi dan manajemen. Prioritas utama seharusnya diberikan mengi-

ngat perkembangan yang cepat dari kemampuan-kemampuan tersebut.

## B. SARAN-SARAN

Dalam Bab III telah diajukan saran-saran mengenai kelanjutan kegiatan-kegiatan survai.

Beberapa saran khusus telah diberikan dalam Bab V mengenai langkah-langkah yang diperlukan untuk melaksanakan berbagai strategi energi alternatif. Di sini perhatian diarahkan pada pengembangan suatu kemampuan dalam perencanaan energi nasional dan penyusunan beberapa langkah yang harus diambil dalam analisa kebijaksanaan penilaian, berdasarkan pada Proyek Perencanaan Energi untuk Pembangunan.

### Efisiensi Energi yang Ditingkatkan

Dalam memperkirakan kebutuhan energi untuk studi ini telah dibuat perliraan sedikit kenaikan dalam efisiensi pemakaian energi yang disebabkan meningkatnya harga bahan bakar. Tidak diragukan lagi bahwa banyak kesempatan besar lain untuk Peningkatan efisiensi pemakaian energi, di samping apa yang telah dimasukkan kedalam perkiraan ini. Suatu analisa konservasi energi harus diadakan untuk melakukan hal-hal berikut:

1. Menciptakan suatu senario efisiensi energi yang semakin meningkat dengan penekanan pada penghematan minyak yang potensial di sektor-sektor rumah tangga, industri dan transportasi. Senario ini meliputi langkah-langkah yang layak (feasible) secara teknik maupun ekonomi.
2. Mengenal hambatan-hambatan terhadap pelaksanaan langkah-langkah yang disebut dalam no.1.

Ini akan meliputi kebijaksanaan penetapan harga, kurangnya informasi, kesulitan kelembagaan, kurangnya insentif, dll.

3. Menentukan serangkaian program dan kebijaksanaan yang dapat mencapai tujuan penghematan energi yang tercantum dalam no. 1.
4. Menetapkan jadwal investasi yang perlu untuk mencapai program no. 3 dan menentukan sumber serta cara pembiayaan yang mungkin.

Sasaran yang paling dekat untuk studi ini adalah sektor rumah tangga, di mana harus diselidiki alat-alat yang lebih efisien dalam pemakaian minyak tanah, kayu dan arang, dan sektor industri di mana penghematan jangka pendek yang cukup besar mungkin dapat diadakan.

#### Pengembangan Metodologi Ekonomi - Energi

Proyek ini telah mengumpulkan cukup banyak informasi tentang kebutuhan energi yang terpadu. Data ini akan memungkinkan analisa tahap pertama mengenai kelayakan teknik strategi-strategi utama dibidang energi nasional. Langkah berikutnya adalah mengembangkan kerangka analitis atau model yang lebih formal untuk menguji strategi energi dalam konteks pembangunan ekonomi nasional.

Perkembangan suatu model energi ekonomi akan menarik minat BAPPENAS dan Kelompok Teknik - Ekonomi di Lemigas maupun DJK. Jadi, program pengembangan dengan bekerja sama dapat dilaksanakan.

Cara yang logis untuk melaksanakan tugas ini adalah menyesuaikan model energi ekonomi yang sudah dikembangkan, misalnya model Brookhaven National Laboratory. Model-model ini mempunyai asal-usul yang cukup penting, tersedia tanpa biaya, dan menggunakan pendekatan analitis yang sama dengan

yang dipakai dalam proyek ini. Unsur-unsur dari tugas ini yang layak dilaksanakan dalam waktu setahun adalah untuk:

1. Memeriksa kembali data ekonomi dan energi yang ada, perlengkapan komputer dan kemampuan-kemampuan analitis.
2. Menyesuaikan dan menerapkan model energi-ekonomi yang ada. Ini adalah suatu tugas yang luas dan perlu dimanfaatkan semaksimal mungkin model-model makro-ekonomi Indonesia yang ada serta model-model input-output.
3. Mengidentifikasi dan mulai mengumpulkan data yang diperlukan untuk model tersebut dan yang sekarang ini tidak tersedia.
4. Melakukan beberapa kasus percobaan untuk menguji kerangka analitis.

#### Data Energi Regional

Dalam proyek ini sebagian besar kegiatan terbatas pada pengembangan informasi kebutuhan energi di tingkat nasional. Namun jelas bahwa dimensi geografis adalah kritis terhadap masalah energi di Indonesia dan suatu data dasar regional mengenai kebutuhan dan penyediaan yang konsisten harus dikumpulkan. Data ini mungkin harus dimasukkan dalam sistem informasi dengan komputer untuk dapat dicapai dengan mudah dalam informasi dasar dan berbagai pengelompokan data yang penting.

#### Survei Pemakaian Energi di Kota

Survei pemakaian energi di kota perlu diselenggarakan sejalan dengan survei pedesaan yang dilakukan dalam proyek ini. Ini harus pula merupakan survei percobaan, dilaksanakan di 3 - 5 daerah perkotaan, tergantung dari tersedianya dana dan kesediaan serta kemampuan lembaga-

lembaga setempat. Seyogyanya dipusatkan pula pada rumah tangga dan berusaha menetapkan konsumsi energi sebagai fungsi pendapatan penduduk. Jika keuangan memungkinkan, perusahaan-perusahaan kecil harus pula diikuti karena sedikitnya informasi mengenai perusahaan-perusahaan semacam itu.

### Rencana Investasi

Langkah berikutnya dalam pengembangan strategi yang dimaksud di sini adalah pengembangan ekonomi berbagai pilihan serta investasi yang diperlukan untuk melaksanakannya. Tahap pertama terutama menyangkut kelayakan teknisnya. Tahap kedua menyangkut kelayakan ekonomi dan keuangan. Pilihan-pilihan yang harus pertimbangkan adalah:

1. Pengembangan tenaga surya dan angin
2. Pengembangan biomasa untuk energi
3. Tenaga air berskala kecil
4. Energi panas bumi
5. Pengembangan batubara
6. Peningkatan efisiensi energi dalam industri.

Pilihan-pilihan ini harus dikumpulkan menjadi satu strategi gabungan penggantian minyak yang terpadu dan mencantumkan masalah-masalah berikut:

1. Kontribusi penyediaan energi pada tahun 1990 dan 2000.
2. Investasi modal yang diperlukan untuk melaksanakan strategi gabungan tersebut.
3. Dampak sosial dan ekonomi yang utama disebabkan oleh strategi tersebut termasuk akibat terhadap penetapan harga energi pada berbagai kelompok pendapatan.
4. Berbagai macam hambatan yang harus diatasi bila strategi itu akan dilaksanakan.
5. Metode pembiayaan yang mungkin dengan mempertimbangkan penetapan harga energi yang diperlukan

untuk memperoleh pemasukan untuk mendukung investasi yang dicantumkan dalam no. 2 di atas.

### Penilaian Lingkungan

Kegiatan-kegiatan proyek ini hanya memberikan sedikit perhatian terhadap implikasi lingkungan dari pilihan-pilihan yang dimaksud. Dampak lingkungan ini dapat merupakan biaya ekonomi yang benar-benar besar dan, berdasarkan pengalaman dari negara-negara maju, dan kekuatiran terhadap lingkungan dapat menyebabkan hambatan besar terhadap kemajuan bilamana tidak dipersiapkan sebelumnya.

Maksud dari padatugas ini adalah untuk membuat paling tidak satu strategi energi, misalnya peningkatan pemakaian batubara dan untuk membuat analisa pendahuluan tentang semua masalah lingkungan yang terkait. Analisanya akan mempertimbangkan hal-hal berikut:

1. Sisa buangan di lingkungan (pelepasan polusi air dan udara) di setiap tingkat siklus batubara: pertambangan, transportasi, pembakaran.
2. Biaya sosial yang berkaitan dengan setiap penyebab polusi utama. Penanggung/akibat pertama.
3. Biaya teknologi pengendali alternatif.
4. Kerangka analitis yang diperlukan untuk memasukkan akibat lingkungan ke dalam analisa kebijaksanaan energi.
5. Kerangka pengaturan yang diperlukan untuk mengatasi akibat lingkungan dari proses energi.

Pekerjaan ini harus dianggap sebagai langkah pertama untuk menghubungkan pengembangan kebijaksanaan energi dengan kebijaksanaan lingkungan. Seyogyanya dilibatkan Departemen-Departemen atau Badan-Badan yang bersangkutan.

### Keterlibatan Universitas

Survei energi rumah tangga pedesaan menunjukkan diperolehnya keuntungan yang sangat besar (maupun beberapa kesulitan) dari jaringan kerja yang aktif berbagai kelompok di universitas. Keterlibatan jaringan kerja seperti itu ke dalam proyek energi DJK mempunyai beberapa keuntungan yang meliputi:

1. suatu dasar regional untuk menganalisa dan melaksanakan program-program energi,
2. kelompok ahli profesional yang meluas mengenal program dan kebijaksanaan DJK yang harus diikuti, dan
3. menghasilkan sekelompok lulusan yang mengetahui paling tidak beberapa aspek analisa atau teknologi energi.

Disarankan agar jaringan lembaga yang dimulai dalam proyek ini hendaknya didukung dan diperluas, dan hendaknya jaringan itu dimanfaatkan sebanyak mungkin dalam pelaksanaan kegiatan-kegiatan yang disarankan di atas di masa depan.