ROAD MAP PENGEMBANGAN TEKNOLOGI BIOENERGI

Kamaruddin Abdullah

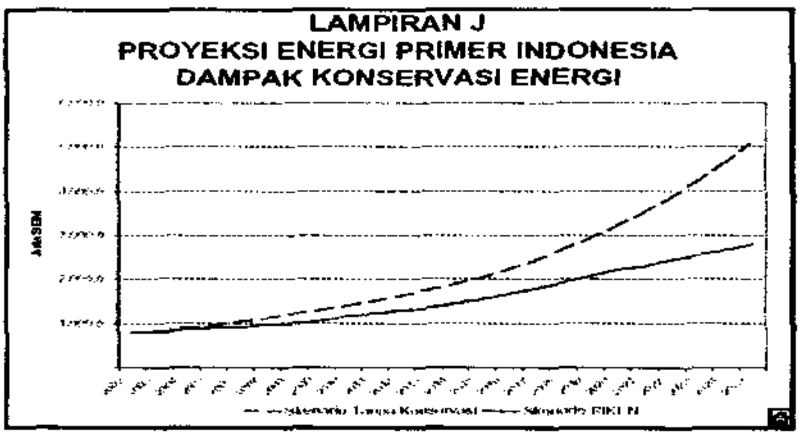
Bagian/Laboratorium Energi dan Elektrifikasi Pertanian
Departemen Teknik Pertanian, FATETA,IPB

I. PENDAHULUAN

Blue Print-*Pengelolaan Energi Nasional* 2005 -2025, (BP-PEN) (ESDM,2005) mulai dicanangkan pemerintah dalam rangka lebih memantapkan program pembangunan yang dapat memacu pertumbuhan disegala bidang, berwawasan lingkungan dan berkelanjutan. Model MARKAL yang merupakan dasar dari proyeksi kebutuhan energi tersebut (BATAN,2004, ALGAS, 1998) memperkirakan laju pertumuhan ekonomi menjelang tahun 2020, akan mencapai 6-7%, dengan jumlah penduduk 250 juta dan GDP sebesar Rp 1660 trilliun.

Berdasarkan hal tersebut, masing-masing Departemen Teknis seyogyanya menyesuaikan programnya berdasarkan kondisi ketersediaan energi tadii sehingga dapat menghasilkan dampak pembangunan nyata berupa pertumbuhan, penyediaan lapangan kerja, kemandirian (sosial politik, eknonomi, teknologi), pemerataan dan keadilan serta partisipasi masyarakat dalam segala program pembangunan. Untuk mencapai tujuan BP PEN tersebut. jenis energi yang terpilih "energy mix" adalah jenis yang dapat memenuhi persyaratan diatas, yaitu jenis energi yang disamping mampu meningkatkan pertumbuhan tetapi haruslah (bersifat bersih (tidak menghasilkan polusi dan emisi Gas Rumah Kaca GRK). Dalam hal ini jenis energi terbarukan yang berdasarkan Prof. Sayigh (2003) adalah energi yang berasal dari matahari, angin, hidro skala kecil, biomassa (juga disebut sebagai bio-energi), panas bumi, energi laut merupakan jenis energi yang sangat memenuhi persyaratan diatas. Biomassa atau juga disebut bio-energi menurut Hiller dan Stout (1985). *Biomass is defined as all organic matter except fossil fuels: that is. All crop mand forest materials, animal products, microbial cell mass, residues and by products that are renewable on a year-to-year basis*". Mengenai hidro skala kecil menurut batasan diatas adalah pembangkit energi dengan kapasita kurang dari 30 MWe sedangkan yang berasal dari biomassa adalah bentuk energi yang sudah mengalami proses transformasi teknologi. Jadi menurut Prof, Sayigh kayu bakar atau limbah tidak termasuk kategori energi biomassa.

Di negara kita batasan diatas perlu diubah untuk sumber energi biomassa, karena sebagian besar masyarakat pedesaan bahkan sebagian masyarakat perkotaan masih memerlukan bentuk-bentuk biomassa seperti kayu bakar, lebih-lebih pada saat ini dimana harga BBM menjadi tidak terjangkau atau langka. Negara kita sebenarnya mempunyai potensi sumber energi terbarukan mencapai total 162,2 GWe, dan baru sekitar 3% yang telah secara komersial termanfaatkan. Potensi biomassa, baik berupa kayu, ranting maupun limbah kehutanan, pertanian, dan lainnya tercatat berjumlah sebesar 49,81 MWe seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan merupakan potensi terbesar. (ESDM,2005), sedangkan pangsanya berdasarkan permintaan akhir berdasarkan ALGAS akan mencapai 22.3%.



Gambar 1. BP-PEN 2005-2025 (ESDM,2005)

Table 2 dan Gambar 2 menunjukkan bagaimana sumber biomassa yang berbentuk limbah pabrik dapat didaur ulang untuk memenuhi kebutuhan energinya sendiri bahkan dapat pula disalurkan bagi masyarakt disekitar pabrik.

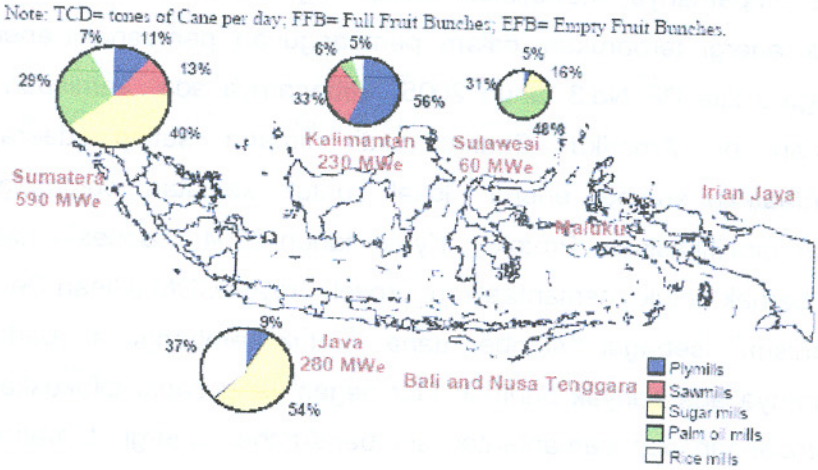
Berdasarkan data diatas jelaslah bagaimana pentingnya peranan sektor pertanian dimasa datang baik sebagai sumber pasokan energi terbarukan maupun sebagai pengguna (Kamaruddin dan Kitani, 1988). Sumber-sumber energi terbarukan seperti didefinisikan diatas umumnya sudah tersedia diseluruh pelosok tanah air, dapat segera dimanfaatkan secara efektip dan efisien sebagai sumber penggerak proses peningkatan nilai tambah produk yang dihasilkan terutama oleh daerah-daerah pedesaan dan nelayan yang belum dijangkau listrik PLN. Dengan demikian diharapkan usaha ini dapat memacu percepatan industrialisasi di pedesaan.

Tabel 1. Potensi dan tingkat pemanfaatan sumber-sumber energi terbarukan di Indonesia (ESDM,2005)

Energi Primer	Potensi Sumberdaya	Ekuivalen daya GWe	Pemanfaatan GWh	Kapasitas terpasang MW
Hidro	845 Juta SBM	75,67	6851	4200
Panas bumi	219Juta SBM	27	2593	800
Hidro sekala kecil	458,75 MW	0,458		84
Biomassa		49,81		302
Surya		4,8 $kWh/m^2/hari$		8
Angin		9,29		0,5

Tabel 2. Potensi sumber energi biomassa untuk pembangkit listrik (ZREU,2000)

Pabrik	**Ukuran pabrik**	**Kapasitas teknologi CHP**	Potensi Biomassa
1. Pabrik gergaji	1000-3000 m^3/th	40-100 kWe	0,6 m^3 limbah ~ 130 kWh/m^3 kayu gergajian
2. Pabrik plywood	40 000-120 000 m^3/th	1,5 – 3 MWe	0,8 m^3 limbah/m^3 plywood
3. Pabrik gula	1000- 4000 TCD	3-10 MWe	0,3 t bagas/t gula ~ 100 kWh/t gula
4. Pabrik beras	< 0.7 t/jam >0,7 t/jam	30-70 kWe 100-300 kWe	280 kg sekam/t beras ~ 120 kWh/t beras
5. Kelapa sawit	20- 60 t FFB/jam	2-6 MWe	0,2 t EFB/t FFB 0,2 t serta/t FFB 70 kg batok/t FFB ~160 kWh/t FFB



Diharapkan melalui usaha ini lapangan pekerjaan di daerah pedesaan makin tersedia, sehingga daya beli masyarakat pedesaan dapat meningkat dan masyarakat desa tidak perlu lagi berbondong-bondong melakukan urbanisasi atau mencari *kerja di manca negara sebagai TKW dan TKI. Dengan demikian akan tercipta desa-desa mandiri yang dapat berfungsi* sebagai pemasok kebutuhan pokok masyarakat akan pangan, sandang dan papan termasuk kebutuhan manusia akan obat-obatan alami serta energi terbarukan (seperti bio-energi).

Selama ini teknologi energi terbarukan sulit berkembang karena tidak dikaitkan dengan jelas untuk tujuan-tujuan produktip berupa kegiatan peningkatan nilai tambah produk yang umumnya berasal dari sumber daya alam terutama dari sektor pertanian dan kelautan. Dengan mengaitkan kegiatan pengembangan dan penerapan teknologi energi terbarukan dengan kegiatan ekonomi biaya investasi akan dapat terbayarkan apabila pemerintah dapat memberikan insentip berupa kemudahan untuk mendapatkan pinjaman lunak bagi UKM dan Koperasi, kebijakan fiskal dan moneter yang lebih operasional untuk diinvestasikan bagi R/D dan implementasi teknologi energi terbarukan. Penyediaan anggaran serta sistem kontrak jangka panjang untuk berbagai kegiatan pengembangan teknologi terbarukan sangat mutlak diperlukan agar hasil investasi dapat terealisasikan secara konkrit.

Beberapa negara maju, seperti Amerika Serikat, Jerman dan Jepang, umpamanya, pihak pemerintah bersedia menutup sebagian biaya produksi energi terbarukan sehingga menjadi kompetitip dengan sumber energi tak terbarukan. Kebijakan RPS (Renewable Energy Portfolio Standard), Amerika

Serikat, umpamanya, mewajibkan setiap negara federal untuk menentukan pangsa energi terbarukan dalam pembangunan pembangkit energi baru. Di negara kita PP No.3 tahun 2005 sebenarnya ada kemiripan dengan ketentuan di Amerika Serikat tadi dimana setiap daerah wajib memanfaatkan sumber energi lokal untuk kegiatan pembangunannya. Dengan diratifikasinya Protokol Kyoto, tahun 2004, Indonesia sebenarnya sudah berhak untuk memanfaatkan proyek-proyek CDM (Clean Development Mechanism) sebagai sumber dana untuk pembangunan berkelanjutan. Sebenarnya ada banyak bantuan luar negeri yang dapat difokuskan kepada pengembangan dan pemanfaatan sumber-sumber energi terbarukan yang melimpah di negara kita. Sumber dana ini masih belum dapat kita manfaatkan secara efektip untuk menghasilkan contoh-contoh konkrit mengenai peranan dan dampak pemanfaatan teknologi energi terbarukan di negara kita.

Pemerintah bersama fihak swasta dapat memberdayakan skim-skim pendayaan yang sudah ada seperti program K-KUM (Kredit Kepercayaan Usaha Mikro) yang ada di Kantor Wapres. Kebijakan ini kelihatannya masih perlu diterapkan segera dan dimana mungkin melakukan beberapa modifikasi sesuai dengan kondisi sosial masyarakat kita yang sangat beragam kemampuannya, umpamanya dengan memberikan *grace period* dari 1-5 tahun sehingga pengusaha dengan sumber energi terbarukan dapat mengembalikan modalnya tepat waktu walaupun dengan tingkat suku bunga komersial. Seperti terlihat pada Tabel 3, beberapa teknologi energi terbarukan sebenarnya sudah dapat bersaing dengan BBM bersubsidi sekalipun. Berkat berbagai upaya advokasi, seminar akhir-akhir ini beberapa fihak swasta kelihatannya sudah ada yang tertarik untuk melakukan investasi, walaupun sumber pendanaan masih sebagian besar berharap dialokasikan dari APBN/APBD.

II. KEGIATAN R/D DI LABORATORIUM ENERGI DAN ELEKTRIFIKASI PERTANIAN (ELP), IPB

Untuk mengurangi ketergantungan akan teknologi import, Lab.ELP telah melakukan kegiatan penelitian baik yang mendasar maupun terapan sejak awal tahun 1980-an, yang menyangkut teknologi konversi, rancang bangun proses termal yang memanfaatkan sumber energi terbarukan, kajian sifat termo-fisik hasil pertanian yang dikaitkan dengan kebutuhan rancang bangun, pengembangan wilayah berbasis energi terbarukan dan elektrifikasi pertanian. Dalam upaya penciptaan kemandirian dalam pengembangan teknologi konversi energi terbarukan termasuk bio-energi, Lab ELP saat *ini* tengah melakukan penelitian dasar dan terapan seperti dijabarkan secara ringkas dibawah ini:

Penelitian dasar:

– Pengembangan pengering surya Efek Rumah Kaca (ERK) hibrid
  - Simulasi CFD dan optimisasi pengering surya ERK yang dibantu energi biomassa dan tenaga angin
  - System pengontrolan proses pengeringan pada pengering surya ERK dengan solar PV untuk daerah terpencil
  - Analisis energy dan sistem penyimpanan energi dengan PCM dan kerikil

– Pengembangan pengering tersirkulasi (re-circulation dryer) dengan sumber panas gasifier kayu/limbah

– Pengembangan sistem pendingin dengan metoda pendingin nokturnal
  - Rancang bangun mesin adsorpsi semi-kontinyu dengan pemanas gasifer
  - Rancang bangun gasifier kayu (wood gasifier) tipe imbert sebagai pembangkit co-gen
  - Simulasi dan optimisasi sistem pendingin buah-buahan dan sayuran
  - Simulasi dan optimisasi pendinginan nokturnal untuk "eco-house"Kajian reaktor bio-fuel tanpa katalis (kerjasama dengan Univ. of Tokyo)
  - Pemanfaatan minyak dari biji nimba (neem seed) dan jarak kastor (*ricinus cummunis var.*) sebagai sumber bahan bakar cair

Diseminasi teknologi energi terbarukan:

- Pembangunan Unit Pengolahan Sekala Kecil (UPSK) dibeberpa desa di SUMUT, Jawa, Bali dan Nusatenggara Barat.

Pengembangan SDM

- Menerima mahasiswa S1, S2 dan S3 yang berminat meneliti energi terbarukan
- Mengadakan pelatihan baik secara nasional, regional dan internasional mengenai pemanfaatan teknologi energi terbarukan untuk tujuan produktip.

Kerjasama antara Masyarakat Energi Terbarukan dan Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi telah pula dilakukan kajian tentang keekonomian dari teknologi energi terbarukan yang saat ini tersedia di negara kita. Hasilnya adalah seperti yang dicantumkan dalam Tabel 3 berikut. Dari Tabel ini dapat kita lihat bahwa sebenarnya beberapa sumber energi terbarukan termasuk yang berasal dari energi biomassa sudah dapat bersaing dengan sumber-sumber pembangkit dengan BBM yang disubsidi sekalipun. Lalu dimana letak permasalahannya sehingga sampai saat ini pengembangan teknologi energi terbarukan masih tersendat?

Tabel 3. Hasil perkiraan biaya pembangkit energi terbarukan (diluar biaya transportasi). (Sumber Tim Kecil Renstra EBT, DJLPE, 2000)

Sumber energi	Kapasitas terpasang kW	Biaya investasi US$/k	Harga energi US$/kWh
1.Hidro skala kecil	5 15	1360 900	0,0254 0,0128
2. Angin	4 10	2350 3250	0,11 0,13
3. Surya a. PV:a-1.Module a-2.Module c.Surya thermal (kWthermal):	 0.1 1.0 21,6 60	 8086 4106 245 176	 0,16 0,15 0,04 0,029
4. Biomassa	20 80	600 438	0,0299 0,0157
5. Panas bumi *)	15000 30000	2000 1460	0,0218 0,0118

*). Biaya uap

III. KONSEP UPSK DAN DESA MANDIRI

Laboratorium Energi dan Elektrifikasi pertanian (ELP) sejak berdirinya pada awal tahun 1980-an melakukan berbagai kegiatan penelitan dasar dan terapan dalam usaha penguasaan teknologi energi terbarukan seperti telah dijabarkan diatas. Bersama CREATA IPB hasil-hasil penelitian yang telah teruji di skala laboratorium dan lapangan dikemas dan diintegrasikan dalam bentuk Unit Pengolahan Skala kecil (UPSK) untuk mengurangi kehilangan pascapanen dan sekaligus meningkatkan nilai tambah produk yang dihasilkan pada berbagai sentra produksi. Beberapa fasilitas serta alat tersebut telah dipasang di beberapa desa di Indonesia seperti di Tarutung dan Pahea di SUMUT, desa Cibiru, Cimahi, dan koperasi kakao Ciamis, Jawa

Barat, PT Retota Sakti di Jawa Tengah, Desa Punten di Malang, Unit Pembuat Benih, UNEJ dan Koperasi petani di Puger Kulon di Jember, di desa Candikuning, Bali dan beberapa desa di Pulau Sumbawa. Fasilitas ini dikelola oleh koperasi setempat tetapi sudah ada pula fihak swasta yang telah memasang di perusahaannya. Gambar.3 adalah suatu contoh khas dari fasilitas UPSK untuk pengolahan kopi, jahe, kunyit dan kemiri yang dibangun di P.Sumbawa.


Gambar 3. UPSK untuk pengolahan kopi , jahe, kunyit dan kemiri di desa Batudulang Sumbawa (Kamaruddin, 2000)

IV. ROAD MAP BIOENERGI

Road Map BP-PEN yang telah dibuat perlu dijabarkan pada tingkat daerah karena didaerahlah tempat kegiatan ekonomi berlangsung. Penjabaran road map masing-masing sumberdaya energi sebagian telah tercantum dalam BPPEN 2005-2025, tetapi kelihatannya masih perlu disempurnakan baik pada tingkat nasional maupun di tingkat daerah. Khusus untuk bio-energi *road map* yang tersedia baru untuk bio-ethanol dan bio- diesel seperti disajikan dalam Lampiran.

Realisasi *road map* secara keseluruhan maupun untuk masing-masing energi sangat tergantung dari ketersediaan dana jangka panjang, komitment para penentu kebijakan, prioritas pembangunan suatu daerah, dll. Realisasi *road map* juga hendaknya dikaitkan dengan keberhasilan pembangunan dengan indikator terukur a.l. meliputi:

1) Terjadinya pertumbuhan disegala bidang
2) Tersedianya lapangan kerja
3) Kemandirian dalam semua aspek pembangunan (SDM, ekonomi,

teknologi)

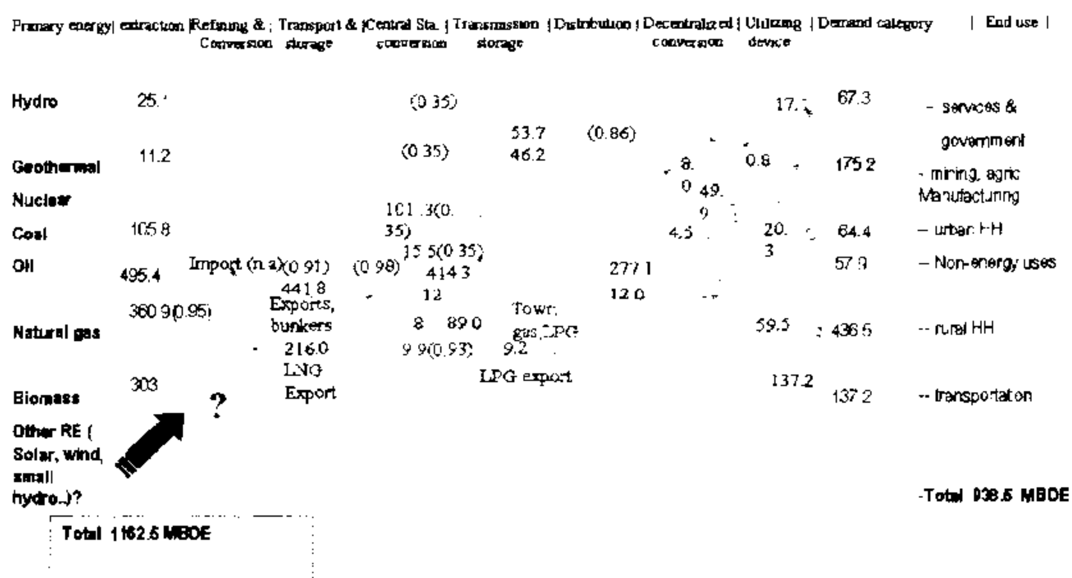
4) Pemerataan dan keadilan

5) Partsipasi masyarakat untuk mendukung berbagai program pembangunan yang dicanangkan pemerintah

Tabel 4. Pasokan dan kebutuhan energi Indonesia - (skenario pertumbuhan ekonomi rendah untuk th 2000 seperti diperkirakan berdasarkan model RES, 1980s)(DJPE,1980)

Ka/2004

Energy supply-demand for Indonesia -(Low growth Scenario for the year 2000 as predicted in early 1980s)-DGEEU, 1980



Suatu daerah tentunya memiliki sumber energi dan sumberdaya alam dan kondisi sosial ekonomi yang berbeda karena itu akan mempunyai skala prioritas pembangunan sektoral yang berbeda pula. Karena itu suatu daerah baik pada tingkat propinsi maupun kabupaten/ kota seyogyanya mempunyai pilihan "energy mix" yang spesifik. Pilihan teknologi yang akan dipilih sudah merupakan kesepakatan masyarakat setempat, tergantung dari yang sesuai dengan sumberdaya alam serta produk unggulannya. Suatu contoh pemilihan teknologi yang dapat disarankan adalah dengan menggunakan model multi-atribut

(Foell,1983, Irwanto 1986). Bila Ux merupakan kegunaan suatu teknologi energi, ki adalah pembobotan kegunaannya untuk tujuan pembangunan ke i, maka pilihan teknologi energi adalah yang mempunyai nilai Ux yang optimum. Nilai ki, dapat ditentukan oleh masing-masing daerah dengan melibatkan para pakar, pemuka daerah, anggota DPRD, dan lain-lain untuk mendapatkan konsensus. Bentuk fungsi Uxi, yang merupakan komponen dari persamaan kegunaan Ux perlu ditentukan dengan mempertimbangkan dampak positip dan negatip dari suatu pilihan teknologi. Jadi

$$Ux = \Sigma \text{ ki Uxi}\text{------------}Æ \text{ optimum}$$

Ki, adalah pembobotan dari kepentingan dan kerugian suatu kegunaan suatu teknologi energi ke –i (Uxi) dan dapat berupa jumlah lapangan kerja baru yang diciptakan, nilai PAD yang diciptakan, dampak terhadap kesehatan dan lingkungan, jumlah kecelakaan yang mungkin terjadi, dan lain-lain. Nilai ki biasanya <1 sedangkan jumlah ki, tidak harus sama dengan1.

Uxi, adalah kegunaan suatu teknologi pada tingkat kebutuhan daya tertentu. Bentuk fungsi Ux bisa kontinyu atau diskrit, dimana indikator dampaknya dapat ditentukan berdasarkan kinerja dari teknologi tersebut. Adapun contoh hasil penentuan"energy mix" untuk suatu skenario tertentu dapat dilihat pada Tabel 4. Dari Tabel ini dapat terlihat kondisi efisiensi dari masing-masing sumber energi, kemungkinan substitusi dengan sumber-sumber energi terbarukan, berdasarkan kondisi yang optimal. Tabel serupa tentunyadapat dibuat pada tingkat daerah dengan metoda seperti yang telah dijelaskan diatas.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

1) Indonesia sudah mempunyai *road map* kebutuhan energi termasuk sebagian bio- energi (bio-ethanol dan bio-diesel) sampai dengan tahun 2025.
2) Indonesia mempunyai sumber energi terbarukan yang cukup besar mencapai 162,2 GWe, dimana energi biomassa merupakan yang terbesar yaitu 48,91 MWe. Walaupun demikian sumber energi potensial ini baru sekitar 0,6% yang termanfaatkan dalam bentuk bio-energi yang telah mengalami proses konversi dengan penerapan teknologi.

3) Sektor pertanian diharapkan sangat berperan dalam upaya mengembangkan dan memanfaatkan sumber daya bio-energi, baik sebagai pemasok maupun pengguna dalam upaya meningkatkan nilai tambah produk pertanian dan kesejahteraan masyarakat petani dan nelayan
4) *Road map* energi untuk masing-masing sumber energi termasuk biomassa masih perlu disempurnakan dan dimonitor serta dievaluasi secara berkala baik secara nasional maupun pada tingkat daerah sesuai dengan dinamika kebutuhan pembangunan dan kondisi sosio ekonomi serta penguasaan berbagai teknologi energi yang diperlukan untuk menunjang pembangunan berkelanjutan.
5) Disamping pihak pemerintah yang mendukung program pemanfaatan energi terbarukan secara menyeluruh baik dalam hal merumuskan berbagai kebijakan operasional baik berupa insentip dalam bentuk kebijakan fiskal, kepastian hukum, dan iklim yang kondusif bagi makin berperannya fihak swasta dan masyarakat luas untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan yang potensial.
6) IPB dan berbagai perguruan tinggi serta lembaga penelitian hendaknya dapat memacu penguasaan teknologi energi terbarukan melalui kegiatan R/D dan desiminasi teknologi melalui kerjasama yang sinergis baik dengan Departemen Teknik mapun swasta.
7) Dalam rangka pengembangan SDM yang diperlukan untuk penguasaan teknologi energi terbarukan, IPB sudah sejak lama mempunyai kurikulum yang berkaitan dengan pengembangan sumber-sumber energi terbarukan baik pada tingkat sarjana maupun pascasarjana. Upaya ini perlu kiranya diikuti oleh berbagai perguruan tinggi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral-ESDM, 2005. *Blue Print* Pengelolaan Energi Nasional.

Direktorat Jenderal Listrtik dan Pemanfaatan Energi, 1999. Renstra EBT. Laporan akhir

Foell, W.K. 1983. Intensive Cource/Workshop on Energy Systems Analaysisi and Planning in Indonesia, Editor.:Univ. of Wisconsin.

Hiller, E.A and B.A. Stout, 1985." Biomass Energi", TEES Monograph, Texas A&M University Press.

Kamaruddin Abdullah. 2000. Final report:"Utilization of Environmental Friendly Natural Energy to Promote Agro-based Industry"-A Japanese ODA bGrassroots Project. CREATA-IPB.

Kamaruddin A. and Kitani O.,1988. Alternative Energy Resources for Agriculture, DGHE-JSPS Program.

Kamaruddin Abdullah, 2004, Renewable Energy Conversion and its Utilization in Asean Countries, Journal of Energy, Elsevier

Kamaruddin. A, 20000. Dissemination of GHE solar dryer in Indonesia. Renewable Energy- the Energy for the 21st century, Part IV. P.2159.,A.A.M. Sayigh ed., Pergamon Press.

Kohar Irwanto, A.,1986. Disertasi Doktor, PPs IPB.

Manurung, R.,. Design and modeling of a novel continuous open core downdraft rice husk gasifier. PhD Dissertation. Reijksuniversiteit Groningen, 1994

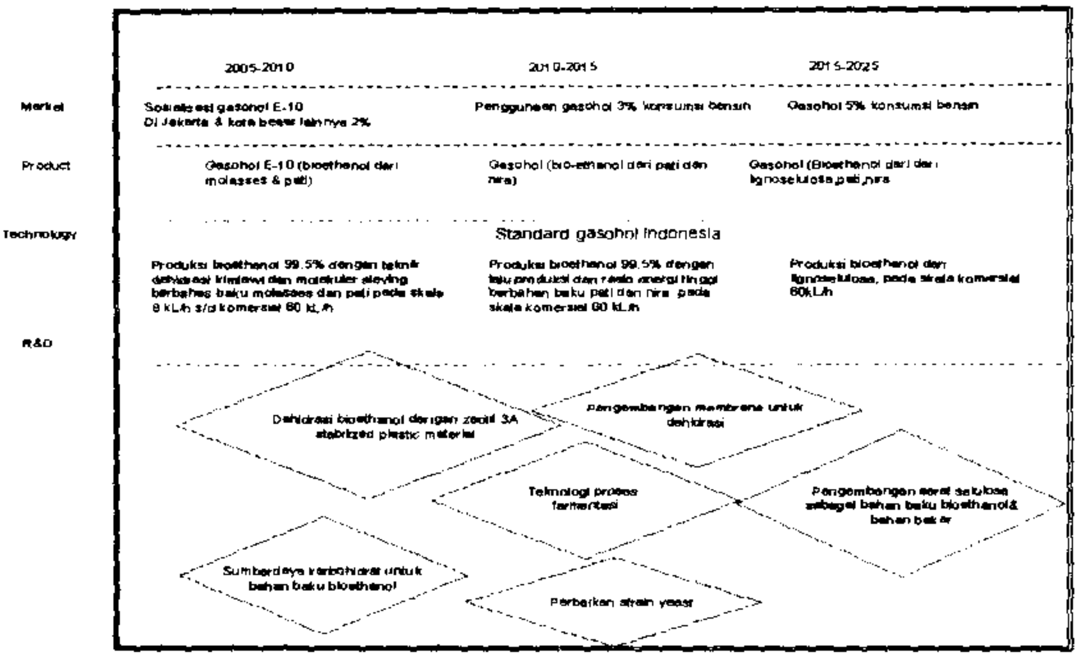
Sayigh, A.A., 2003. World renewable energy scenario, Proc. Intl. Symposium on Renewable Energy, Kuala Lumpur, 14-17 September..

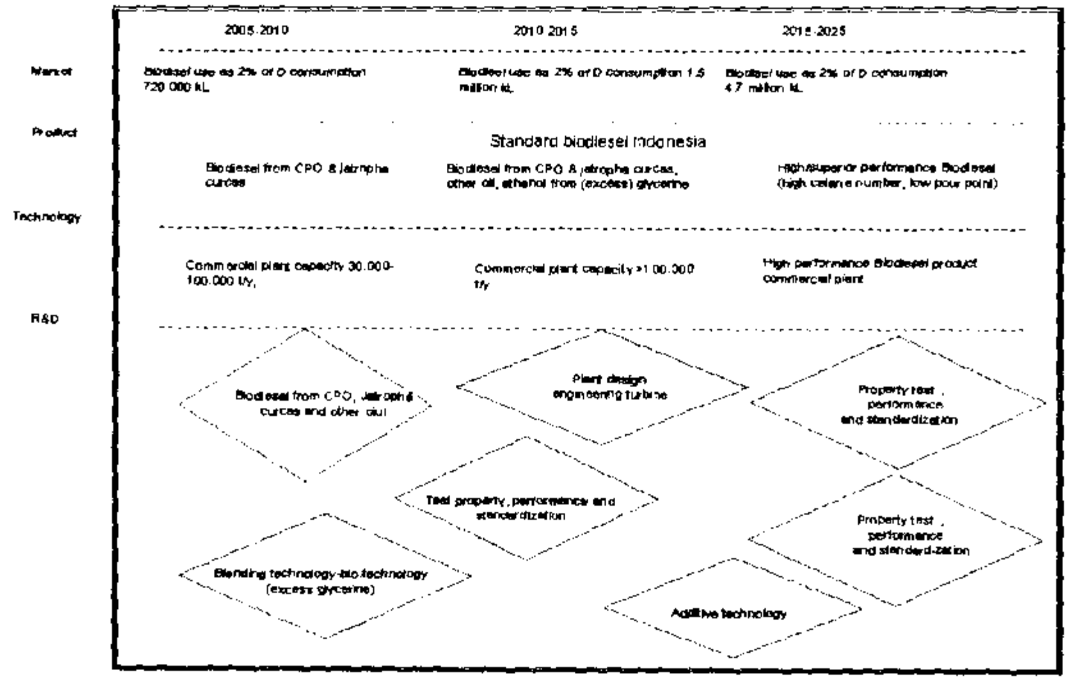
Sims, R.E.H, 2002. Biomass, bioenergy and barriers, Renewable Energy World .Renewable Energy World, Vol.5, No.4, pp118-131.

ZREU (Zentrum fur rationell Energieanwendung und Umwelt GmbH),2000. *Biomass in Indonesia-Business Guide.*

LAMPIRAN

Road map untuk bio-ethanol (ESDM,2005)





Road map bio-diesel (ESDM,2005)