

WARTA

Kebijakan Iptek & Manajemen Litbang

Vol. 7 No. 2 Tahun 2009

ISSN : 1907-9753

Erman Aminullah

The Needs for Adaptive Innovation Policy under Free Market Complexity: The Indonesian Experiences

Erry Ricardo Nurzal
E. Gumbira Sa'id
Heny K. Daryanto
Hartoyo

Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Intensitas Penggunaan *Open Source Software* dengan Menggunakan Model Penerimaan Teknologi yang Dimodifikasi

Hadi Kardoyo
Sayim Dolant

Intensitas Jejaring Litbang dalam Sistem Inovasi Sektor Kesehatan dan Obat-Obatan: Studi Kasus 12 Pelaku Industri Kesehatan dan Obat-Obatan

A. Herryandie
E. Gumbira-Sa'id
K. Syamsu
Sukardi

Kajian Perbaikan dan Introduksi Teknologi untuk Peningkatan Produksi dan Mutu Gambir Ekspor Indonesia

Wati Hermawati
Ishelina Rosaira. P
Sayim Dolant

Analisis Prioritas Program Penelitian dan Pengembangan Bidang Energi Baru dan Terbarukan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Muhammad Zulhamdani

Analisis Kebutuhan Masyarakat terhadap Pengembangan Teknologi Pangan, Energi, dan Kesehatan di Indonesia

Warta Kebijakan Iptek & Manajemen Litbang

Vol. 7

No. 2

Hlm.
103 –
220

Jakarta,
Desember
2009

Terakreditasi sebagai Majalah Ilmiah berdasarkan Keputusan Kepala LIPI No. 536/D/2007 Tanggal 26 Juni 2007



PAPPIPTEK-LIPI

Pusat Penelitian Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

SUSUNAN REDAKSI

- Penanggung Jawab** : Kepala Pusat Penelitian Perkembangan Iptek (PAPPIPTEK) -
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
- Ketua Dewan Redaksi** : Dr. Trina Fizzanty
- Anggota Dewan Redaksi** : 1. Dra. Wati Hermawati, MBA.
2. Ir. Mohamad Arifin, MM.
3. Dr. Yan Rianto, M. Eng.
4. Dr. L.T. Handoko.
- Peer Reviewer/Mitra Bestari** : 1. Prof. Dr. Erman Aminullah (PAPPIPTEK-LIPI)
2. Prof. Dr. Martani Huseini (Kementerian Kelautan dan Perikanan; UI)
3. Prof. Dr. E. Gumbira Sa'id (Institut Pertanian Bogor)
4. Dr. Meuthia Ganie (Universitas Indonesia)
5. Dr. Engkos Koswara (Kementerian Riset dan Teknologi)
- Sekretaris Redaksi** : 1. Prakoso Bhairawa Putera, S.I.P
2. Vetti Rina Prasetyas, SH

Alamat Redaksi:

PAPPIPTEK-LIPI

Jln. Jend. Gatot Subroto No.10, Widya Graha LIPI Lt. 8, Jakarta 12710

Telepon (021) 5201602, 5225206, 5251542 ext. 704

Faksimile : (021) 5201602

Pos-el : vett001@lipi.go.id, prakoso.bp@gmail.com, vetti_rina@yahoo.com

Laman : <http://www.pappiptek.lipi.go.id>

Warta Kebijakan Iptek dan Manajemen Litbang (KIML) adalah jurnal ilmiah yang dimaksudkan untuk menjadi forum ilmiah tentang teori dan praktik kebijakan ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek) dan manajemen penelitian dan pengembangan (litbang) maupun manajemen inovasi di Indonesia. KIML dimaksudkan sebagai wadah pertukaran pikiran peneliti, akademisi dan praktisi kebijakan iptek untuk pembangunan ekonomi. KIML juga berisi sumbangan ilmiah dalam manajemen litbang dan inovasi untuk daya saing ekonomi. Tulisan bersifat asli berisi analisis empirik atau studi kasus dan tinjauan teoretis. Redaksi juga menerima tinjauan buku baru tentang kebijakan iptek dan manajemen litbang dan inovasi. Terbit dua kali setahun pada bulan Juli dan Desember.

WARTA

Kebijakan Iptek & Manajemen Litbang



Vol. 7 No. 2 / Desember 2009

ISSN : 1907-9753

DAFTAR ISI

PENGANTAR REDAKSI

i

ii

1. *The Needs for Adaptive Innovation Policy under Free Market Complexity: The Indonesian Experiences*
Erman Aminullah 103--124
2. Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Intensitas Penggunaan *Open Source Software* dengan Menggunakan Model Penerimaan Teknologi yang Dimodifikasi
Erry Ricardo Nurzal, E. Gumbira Sa'id, Heny K. Daryanto, dan Hartoyo 125--140
3. Intensitas Jejaring Litbang dalam Sistem Inovasi Sektor Kesehatan dan Obat-Obatan: Studi Kasus 12 Pelaku Industri Kesehatan dan Obat-Obatan
Hadi Kardoyo dan Sayim Dolant 141--156
4. Kajian Perbaikan dan Introduksi Teknologi untuk Peningkatan Produksi dan Mutu Gambir Ekspor Indonesia
A.Herryandie, E. Gumbira Sa'id, K. Syamsu, dan Sukardi 157--172
5. Analisis Prioritas Program Penelitian dan Pengembangan Bidang Energi Baru dan Terbarukan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Wati Hermawati, Ishelina Rosaira, dan Sayim Dolant 173--200
6. Analisis Kebutuhan Masyarakat terhadap Pengembangan Teknologi Pangan, Energi, dan Kesehatan di Indonesia
Muhammad Zulhamdani 201--214

KETENTUAN PENULISAN

215

UCAPAN TERIMA KASIH

217

INDEKS

218

PENGANTAR REDAKSI

Warta Kebijakan Iptek & Manajemen Litbang Volume 7 No. 2 Tahun 2009 mengemukakan enam bahasan mengenai masalah-masalah kritis yang terjadi dalam konteks kebijakan iptek dan manajemen litbang. **Erman Aminullah** dalam "*The Needs for Adaptive Innovation Policy under Free Market Complexity: The Indonesian Experiences*" mengawali tulisan Warta edisi ini. Tulisan Erman Aminullah dilatarbelakangi oleh pemahaman yang mendalam tentang peran strategis inovasi dalam penciptaan daya saing, serta lingkungan kebijakan inovasi dalam kompleksitas pasar bebas. Dalam kondisi ketidakberfungsian dan pola-pola yang membingungkan, menyebabkan: (1) harapan berbeda dengan kenyataan; (2) ketidaksetujuan muncul dari pelaksanaan yang tidak adil; (3) percepatan menciptakan kelemahan; (4) solusi menyebabkan masalah; dan (5) resistensi dan penundaan. Penulis berpendapat bahwa diperlukan pendekatan sistemik dalam memahami lingkungan yang kompleks tersebut. Sistem ekonomi yang kompleks membutuhkan pemodelan umpan balik yang adaptif yang dicirikan oleh proses pembelajaran. Berdasarkan pemikiran ini, penulis mengajukan model kebijakan inovasi adaptif untuk bertahan dan dapat menciptakan keuntungan dalam persaingan pasar bebas.

Tulisan berikutnya hadir dari **Erry Ricardo Nurzal, dkk.** dengan judul "Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Intensitas Penggunaan *Open Source Software* (OSS) dengan Menggunakan Model Penerimaan Teknologi yang Dimodifikasi". Tulisan tersebut berhasil mengungkapkan tingkat penerimaan OSS paling banyak berada pada kelompok satu-empat jam/hari baik pada kelompok perguruan tinggi negeri maupun swasta. Selain itu, tingkat penerimaan OSS juga paling banyak berada pada kelompok satu-empat kali/minggu baik pada kelompok perguruan tinggi negeri maupun swasta. Selain itu, dari penelitian tersebut terungkap juga faktor eksternal yang memengaruhi intensitas penggunaan OSS secara langsung adalah kualitas OSS, ketersediaan OSS dan gender. Sementara itu, variabel faktor eksternal yang mempengaruhi penggunaan OSS secara tidak langsung adalah kualitas OSS, ketersediaan OSS, keinovatifan personal, gender, pendapatan, dan afinitas budaya.

Sementara itu pada tulisan ketiga yang berjudul "Intensitas Jejaring Litbang dalam Sistem Inovasi Sektor Kesehatan dan Obat-Obatan: Studi Kasus 12 Pelaku Industri Kesehatan dan Obat-Obatan", yang ditulis oleh **Hadi Kardoyo dan Sayim Dolant** berhasil mengungkapkan sejumlah temuan dari penelitiannya. Penelitian yang dilakukan terhadap 12 pelaku industri kesehatan dan obat-obatan dari tiga elemen sistem inovasi (perguruan tinggi, lembaga litbang, dan pelaku bisnis) tersebut mengungkapkan masih banyaknya kelemahan-kelemahan yang terjadi terkait dengan upaya pengembangan sektor industri kesehatan dan obat-obatan.

Permasalahan-permasalahan umum yang lazim ditemui seperti tingkat jejaring litbang di industri kesehatan dan obat-obatan di Indonesia, dapat dikatakan masih rendah, belum optimalnya bentuk-bentuk klaster yang pada dasarnya sangat penting dalam mendorong kinerja industri kesehatan dan obat-obatan, dan aktivitas jejaring litbang di pelaku-pelaku industri kesehatan dan obat-obatan merupakan kebijakan-kebijakan yang bersifat institusional dari masing-masing institusi. Selain itu, permasalahan yang lebih khusus terkait dengan pentingnya sebuah sistem inovasi sektor dengan melibatkan aktivitas jejaring litbang menjadi dasar pemahaman dalam pengambilan kebijakan dalam membangun sektor industri farmasi dan bioteknologi.

Tulisan keempat berasal dari penelitian **A. Herryandie, dkk.** berjudul "Kajian Perbaikan dan Introduksi Teknologi untuk Peningkatan Produksi dan Mutu Gambir Ekspor Indonesia". Penelitian ini berkesimpulan bahwa teknologi pengolahan gambir asalan oleh masyarakat menghasilkan mutu gambir yang rendah dan tidak seragam. Pengadaan unit pengolahan gambir bergerak diusulkan agar dapat membantu masyarakat meningkatkan efisiensi ekstraksi getah gambir, serta menjaga kesinambungan produksi dengan tidak menghilangkan aktivitas di rumah kempa dan tidak menghilangkan pekerjaan para buruh rumah kempa. Unit pengolahan gambir yang bergerak tersebut juga memungkinkan tingkat pemanfaatan (utilisasi) alat-alat dan mesin yang tinggi. Di samping sisa pengempaan tetap dapat dikembalikan ke kebun gambir sebagai pupuk organik.

Wati Hermawati, dkk pada tulisan kelima mengangkat penelitian berjudul "Analisis Prioritas Program Penelitian dan Pengembangan Bidang Energi Baru dan Terbarukan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia". Penelitian ini menyimpulkan bahwa untuk mendapatkan usulan riset Energi Baru dan Terbarukan (EBT) LIPI jangka pendek, menengah dan panjang yang maksimal diperlukan pendekatan yang menyeluruh dalam melihat kebutuhan riset EBT, baik dari segi produksi, pemakaian, pendistribusian, penggunaan sumber daya, maupun manajemen sehingga riset yang dilakukan akan melibatkan semua pusat penelitian yang ada termasuk dalam bidang sosial dan kemanusiaan. Dalam penyusunan rencana strategis sebuah institusi litbang, sebaiknya difokuskan untuk mendorong peranan swasta dalam pengembangan EBT. LIPI diharapkan dapat menjembatani peningkatan pemanfaatan EBT dengan pihak swasta, dan dapat membantu pemerintah dalam meningkatkan penggunaan EBT dalam memenuhi permintaan energi oleh masyarakat. Selain itu, karena salah satu hambatan dalam pelaksanaan EBT adalah faktor regulasi yang belum menjawab kepentingan swasta, maka LIPI melalui risetnya (litbang) dapat berperan untuk memberikan usulan dan masukan kepada pemerintah untuk memperbaiki sistem dan kendala regulasi yang ada.

Muhammad Zulhamdani pada tulisan keenam menyuguhkan penelitian berjudul "Analisis Kebutuhan Masyarakat terhadap Pengembangan Teknologi Pangan, Energi, dan Kesehatan Di Indonesia". Penelitian ini menegaskan bahwa keberadaan lembaga penelitian dan pengembangan di Indonesia sangat dibutuhkan untuk menemukan dan mengembangkan iptek yang meningkatkan kualitas hidup manusia dan tentu saja memberikan keuntungan bagi Indonesia. Berdasarkan telaah kebutuhan terhadap tiga bidang pengembangan teknologi pangan, energi dan kesehatan, diperoleh hasil bahwa lembaga litbang perlu memperhatikan kebutuhan-kebutuhan masyarakat tersebut. Hal ini dikarenakan setiap hasil penelitian dan pengembangan lembaga litbang yang ada harus sesuai dengan kebutuhan masyarakat dan dapat menjawab permasalahan yang ada di masyarakat.

Akhirnya tak ada gading yang tak retak, kritik dan saran kami harapkan demi kemajuan Warta di edisi-edisi mendatang. Selamat membaca!

Jakarta, Desember 2009

Redaksi Warta

ANALISIS PRIORITAS PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN BIDANG ENERGI BARU DAN TERBARUKAN DI LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA

Wati Hermawati, Ishelina R, Sayim Dolant
Peneliti PAPPIPTEK-LIPI

ABSTRACT

This paper discusses how to analyze the research and development (R&D) program priority in the field of renewable energy in Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Renewable energy is one of LIPI's concerns in the next five years activities. Through their research and development activities on energy, LIPI can contribute in solving the energy problems in Indonesia. Descriptive analysis and Delphi methods are used in analyzing the renewable energy R&D priorities in LIPI. Results of the study shows that R&D priority areas for renewable energy technology are classified into three program areas namely research, diffusion of technology, and science and technology (S&T) capacity program. There are five research programs with nine research activities; four diffusion programs with eleven diffusion activities; and three S&T capacity programs with 3 activities that should be conducted by R&D institutions of LIPI within the next five year.

Keywords: *priority, research and development, renewable energy, LIPI.*

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, standar kehidupan masyarakat Indonesia juga ikut meningkat. Hal ini ditandai dengan meningkatnya peralatan yang menggunakan teknologi canggih dan modern baik dalam sektor rumah tangga maupun industri yang pada gilirannya berkontribusi terhadap pertumbuhan permintaan energi di kedua sektor tersebut.¹ Pertumbuhan permintaan energi sektor rumah tangga dan industri yang umumnya berada di Pulau Jawa ini menjadi dilema karena rasio elektrifikasi Indonesia tahun 2008 baru mencapai

66%, artinya masih ada sekitar 34% jumlah rumah tangga di Indonesia yang belum teraliri listrik. Dilihat dari kondisi desa, di Pulau Jawa terdapat sekitar 0,20% dari seluruh desa yang belum teraliri listrik, sedangkan di luar Pulau Jawa masih sekitar kurang lebih 11,70% desa yang belum teraliri listrik (Ariati-1, 2009). Di sisi lain, pasokan energi primer yang saat ini diunggulkan berasal dari fosil, dan memiliki ketersediaan sangat terbatas terutama untuk memenuhi permintaan energi per sektor, di mana pada tahun 2008 konsumsi energi secara

1 www.datastatistik-indonesia.com, Diakses tanggal 27 Agustus 2008

berurutan adalah sektor industri (47,2%), transportasi (32,5%), dan sekitar 20,3% untuk rumah tangga & komersial (Ariati-2, 2009). Keterbatasan dari sumber energi

primer yang berasal dari fosil Indonesia ini diperlihatkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Cadangan Energi Fosil yang Terbatas di Indonesia

| Energi Fosil | Sumber | Cadangan | Produksi | Rasio cad/prod (tahun)* |
|------------------------|--------------------|---------------------|-----------------|-------------------------|
| Minyak | 56,6 miliar barrel | 8,2 miliar barrel** | 357 juta barrel | 23 |
| Gas | 334,5 TSCF | 170 TSCF | 2,7 TSCF | 63 |
| Batu Bara | 104,8 miliar ton | 18,8 miliar ton | 229,2 juta ton | 82 |
| Coal Bed Methane (CBM) | 453 TSCF | - | - | - |

* Asumsi : tidak ditemukan cadangan baru

* Termasuk Blok Cepu

Sumber: Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral (2009)

Masalah lain yang dihadapi dunia adalah terjadinya krisis ekonomi di penghujung

abad XX yang melanda Asia termasuk Indonesia yang memberikan dampak kepada kemampuan penyediaan pasokan energi di Indonesia. Hal ini menyebabkan terjadinya krisis pasokan energi dalam kurun waktu 5 tahun terakhir dan diperburuk dengan ketidakmampuan Perusahaan Listrik Negara (PLN) melakukan investasi untuk menambah jumlah pembangkit sehingga belum mampu memberi pelayanan sampai ke pelosok pedesaan (Hermawati, dkk, 2009). Untuk mengatasi keterbatasan pasokan energi fosil, pemerintah mendorong upaya kebijakan diversifikasi energi, yaitu dengan memaksimalkan energi baru terbarukan (EBT) sebagai alternatif yang sangat berlimpah ketersediaannya di Indonesia, akan tetapi

pemanfaatannya masih sangat terbatas (lihat Tabel 2). Potensi energi terbarukan di Indonesia yang belum dimanfaatkan secara maksimal penggunaannya adalah biomasa, surya, angin, panas bumi, dan air. Sebagai upaya meningkatkan kontribusi energi terbarukan dalam bauran energi nasional, pemerintah mengeluarkan Peraturan Presiden (Perpres) No. 5 Tahun 2006 mengenai Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang menargetkan peningkatan penggunaan energi terbarukan sampai 15% di tahun 2025 dan mengurangi peran minyak bumi sampai 20%, batubara sampai 33%, dan peningkatan penggunaan energi terbarukan lainnya menjadi 5% atau lebih.

Tabel 2 Potensi Energi Terbarukan di Indonesia

| Energi Terbarukan | Kapasitas Terpasang (MW) | Potensi (MW) |
|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Air skala besar | 4.200 | 75.674 |
| Mikro hydro | 84 | 459 |
| Panas bumi | 800 | 27.000 |
| Biomasa | 302,4 | 49.807 |
| Energi surya | 8 | 4-6 kWh/m ² /day |
| Angin | 0.5 | 448 at 3-6 m/sec |

Sumber: Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi (2008).

Kebijakan energi nasional seperti tertuang pada Perpres No. 5 Tahun 2006 merupakan upaya membangun sistem ketahanan energi sekaligus menjawab keterbatasan energi saat ini. Selain itu, upaya menambah porsi energi terbarukan dari tahun ke tahun dapat dianggap sebagai respon perubahan energi global dan kemampuan untuk menjamin ketersediaan energi yang tidak tergantung pada satu jenis sumber energi tertentu. Kebijakan perencanaan energi nasional yang terus meningkatkan penggunaan EBT tersebut dituangkan dalam *Blueprint* Pengelolaan Energi Nasional 2006-2025.

Permasalahan tersebut di atas mendorong munculnya alasan mengapa kegiatan litbang bidang EBT ini diperlukan. Selain itu, Indonesia memiliki sumber EBT yang beragam, ramah lingkungan, dan belum maksimal pemanfaatannya, terutama untuk kepentingan ekonomi

dan kesejahteraan masyarakat, misalnya sebagai pembangkit tenaga listrik yang merupakan sumber energi bagi industri, rumah tangga, dan kendaraan bermotor. Hal ini merupakan peluang pengembangan energi terbarukan. EBT, jika dikembangkan dan dikomersialkan dengan dukungan kebijakan dan kelembagaan yang baik, maka energi yang lebih murah, ramah lingkungan, dan mandiri dapat menjadi solusi mengatasi kelangkaan energi dimasa datang. Penelitian dan pengembangan bidang EBT belum mendapatkan porsi yang memadai sehingga potensi alam ini belum dimanfaatkan secara maksimal (Muhammad, C, 2005). Sebagai institusi litbang, kegiatan penelitian untuk mencari berbagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan sebagai pengganti sumber energi bahan bakar minyak (BBM) menjadi tantangan bagi LIPI dalam periode mendatang, terutama dalam hubungannya dengan

peningkatan kualitas hidup masyarakat. Selain itu, adanya kecenderungan global perkembangan iptek memerlukan pendekatan yang dapat memantau, mengantisipasi dan meramalkan arah perkembangan iptek global termasuk teknologi energi. Permasalahan dalam menghadapi krisis energi di masa depan mengharuskan perencanaan LIPI bersifat *forward-looking* atau dapat memberikan solusi atas kelangkaan energi yang akan dihadapi dan sekaligus merupakan tantangan bagi LIPI sebagai institusi riset.

Tulisan ini merupakan hasil penelitian tentang analisis prioritas program dan kegiatan litbang bidang EBT yang akan dilakukan LIPI dalam kurun waktu 2010--2014. Program prioritas tersebut juga dinilai berdasarkan kemampuan sumber daya manusia dan fasilitas yang dimiliki serta besarnya kontribusi hasil penelitian terhadap pengembangan iptek dan pemecahan masalah bangsa yang sedang dihadapi saat ini.

Dua pertanyaan penelitian yang akan dijawab adalah (a) Program dan kegiatan litbang bidang EBT apa yang sebaiknya dilakukan oleh LIPI dalam tahun 2010--2014?; (b) prioritas kegiatan litbang EBT apa yang harus dilakukan oleh pusat-pusat penelitian LIPI, jika dinilai menurut kemampuan sumber daya manusia dan fasilitas yang ada serta kontribusinya terhadap pengembangan iptek dan pemecahan masalah energi yang dihadapi oleh bangsa ini.

2. PROGRAM ENERGI BARU DAN TERBARUKAN LIPI

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) merupakan salah satu Lembaga Pemerintah Non Kementrian (LPNK) yang ada di Indonesia. Dengan Keputusan Presiden (Keppres) No. 103 Tahun 2001, LIPI sebagai salah satu lembaga litbang pemerintah memiliki visi: *"Menjadi lembaga ilmu pengetahuan berkelas dunia yang mendorong terwujudnya kehidupan bangsa yang adil, makmur, cerdas, kreatif, integratif, dan dinamis yang didukung oleh ilmu pengetahuan dan teknologi yang humanis"*. Dalam misi Pembangunan Nasional 2010-2014, maka LIPI menetapkan 5 (lima) misi yang akan dilaksanakan di masa mendatang, yaitu 1) menciptakan "*great science*" (ilmu pengetahuan berdampak penting) dan invensi yang dapat mendorong inovasi dalam rangka meningkatkan daya saing perekonomian nasional, 2) mendorong peningkatan pemanfaatan pengetahuan dalam proses penciptaan *good governance* dalam rangka memantapkan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI), 3) turut serta dalam proses pencerahan kehidupan masyarakat dan kebudayaan berdasarkan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan dan kaidah etika keilmuan, 4) memperkuat peran Indonesia (yang didukung ilmu pengetahuan) dalam pergaulan internasional dan 5) memperkuat infrastruktur kelembagaan (penguatan manajemen dan sistem)².

Dalam misi pertama tampak jelas bahwa penetapan prioritas kegiatan litbang bidang energi dengan

2 Renstra LIPI 2010-2014, Lampiran Peraturan Kepala LIPI No, 01/E/2010 Tanggal 28 Januari 2010

fokus EBT harus dilakukan dalam hubungannya dengan pengembangan iptek ('menciptakan *great science*') dan sekaligus memecahkan persoalan energi yang dihadapi oleh bangsa ini. Dengan adanya berbagai skema pendanaan untuk program penelitian LIPI seperti program penelitian yang bersifat tematik, program kompetitif, dan program penugasan khusus (Renstra LIPI 2010-2014) pelaksanaan misi pertama ini sangat mungkin dilakukan oleh berbagai satuan kerja setingkat Puslit, Balai Besar, dan UPT di lingkungan LIPI.

Sampai akhir tahun 2009, LIPI memiliki 19 Pusat Penelitian (setara dengan eselon II) dan 19 Unit Pelaksana Teknis (UPT) pada berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, dan terbagi dalam enam kelompok koordinasi di bawah kedeputan teknis (setara eselon I). Untuk mencapai visi dan misinya, LIPI merumuskan rencana strategis (renstra) program dan kegiatan iptek setiap lima tahunan. Dalam merumuskan renstra ini, LIPI memerlukan informasi prioritas program dan kegiatan litbang dalam berbagai bidang iptek. Untuk tahun 2010-2014, LIPI mendukung 4 dari 11 bidang prioritas nasional, yaitu (1) ketahanan pangan, (2) EBT, (3) lingkungan hidup dan penanggulangan bencana, dan (4) kebudayaan, kreativitas, dan inovasi teknologi. Keempat prioritas LIPI ini juga menjadi agenda riset nasional³.

Menurut Renstra 2010--2014, dalam bidang EBT, LIPI mengarahkan kegiatan penelitian, pengembangan dan inovasi guna meningkatkan kemampuan nasional dalam penguasaan teknologi

energi nonfosil baru dan terbarukan dengan prioritas sebagai berikut.

- a. Teknologi pembuatan *fuelcell*, baterai padat, bahan bakar nabati (*biofuel*), bioethanol/ biopremium, biogas dan biohidrogen dari biomassa, dan pemanfaatan panas surya untuk pembangkit tenaga listrik dan transportasi. Dalam periode 2010--2014, kegiatan difokuskan untuk mencari berbagai sumber energi terbarukan untuk menghasilkan listrik dan bahan bakar untuk transportasi. Potensi yang berlimpah, seperti panas surya dan biomassa dan limbahnya akan menjadi perhatian utama.
- a. Penelaahan gambaran karakteristik, model penampang bawah permukaan, dan model sedimentasi; dan penelaahan teknik eksplorasi untuk temuan cadangan baru mineral dan energi.

Dalam renstra LIPI (2010--2014) juga disebutkan bahwa kegiatan penelitian, pengembangan dan inovasi bidang EBT diarahkan untuk menjamin 1) tersedianya prototipe komponen dan *stack fuelcell* untuk transportasi dan *stand alone power supply*, 2) tersedianya teknologi produksi biogasolin untuk skala percontohan, dan teknologi produksi biohidrogen untuk skala laboratorium sampai skala percontohan dengan *grid system*, 3) tersedianya teknologi dan rancang bangun sistem pembangkit listrik sel surya; tersedianya prototipe pembangkit listrik tenaga surya secara langsung (*concentrated solar power*) dan 4).

³ ARN dalam www.ristek.go.id, diakses tanggal 2 Februari 2010

dihasilkan gambaran karakteristik, model penampang bawah permukaan, dan model sedimentasi; tersedianya konsep eksplorasi untuk temuan cadangan baru mineral dan sumber energi.

Dengan mengacu pada hasil perumusan Renstra LIPI tersebut, percepatan pelaksanaan misi LIPI yang pertama, terutama dalam hubungannya dengan inovasi dan aplikasi EBT dapat terlaksana dengan melakukan suatu analisa untuk menetapkan prioritas kegiatan penelitian dan pengembangan secara terperinci dan dapat dilakukan oleh satuan kerja di lingkungan LIPI.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Metode Delphi untuk Menetapkan Prioritas Program

Metode Delphi bertujuan untuk mengumpulkan data dan pemikiran yang merupakan perkiraan-perkiraan, dengan menggunakan proses yang sistematis dan efektif, dengan cara memanfaatkan perkiraan-perkiraan yang merupakan pendapat subjektif dari sekelompok orang berpengalaman/terampil dan berpengetahuan di bidangnya (pakar). Teknik ini juga merupakan suatu proses iteratif dimana respon pakar pada kuesioner ditabulasikan dan dimodifikasi dalam suatu kesimpulan (De-Lurgio, 1998). Teknik ini pertama kali digunakan oleh Rand Corporation ketika melaksanakan Air Force Project (Dalkey, N.C, 1969). Prinsip utama metode Delphi adalah adanya kesempatan untuk mengubah pendapat sampai tercapainya suatu hasil yang merupakan konsensus bersama.

Penerapan metode ini sangat tergantung pada peserta dalam memahami masalah yang dihadapi atau didiskusikan. Menurut Linstone, H.A et al. (1975), pada dasarnya, langkah-langkah yang harus dilakukan dalam penggunaan metode Delphi sebagai cara pengambilan keputusan meliputi empat tahap pokok, yaitu (1) menentukan subjek dari diskusi di mana setiap individu memberikan informasi/isu yang mereka rasakan perlu mendapatkan prioritas, (2) proses bagaimana seseorang menyetujui suatu isu yang didasarkan pada kepentingannya (*importance*), (3) memberikan kesempatan kepada peserta untuk meninjau kembali apakah isu tersebut pantas (*reasonable*), dan (4) evaluasi akhir, yaitu memberikan umpan balik atau pertimbangan dari hasil tersebut.

Dalam praktiknya, menurut Rae (1990), teknik Delphi juga merupakan perluasan dari rancangan kuesioner. Setelah kuesioner dengan pembobotan tertentu (bisa dilakukan dengan skala Likert) diterima kembali, hasilnya disusun menjadi tabel dan distribusi tanggapan dibuat secara statistik. Analisis distribusi tersebut kemudian diedarkan kepada pakar yang telah mengisi kuesioner dan pakar akan ditanya. Pertanyaan pada umumnya diajukan kepada pengisi yang berada dipinggir distribusi, apakah akan mempertimbangkan kembali jawabannya. Biasanya tanggapan yang baru akan menunjukkan perubahan menuju ketengah distribusi. Jawaban yang telah diubah, dianalisis kembali sesuai dengan distribusinya dan para pengisi daftar pertanyaan itu sekali lagi diberi peluang untuk mengubah pendapat mereka. Ancangan ini

dimaksudkan untuk memastikan bahwa semua orang memberi pertimbangan sepenuhnya kepada kuesioner dan ada peluang penuh bagi para responden untuk mengubah pikirannya.

Teknik Delphi telah digunakan pada banyak kepentingan. Rae L (1990) dan De-Lurgio (1998) melaporkan teknik Delphi dapat diaplikasikan untuk mengidentifikasi kebutuhan pelatihan sumber daya manusia dan peramalan (*forecasting*) dalam manajemen. Selain itu, teknik Delphi juga sangat tepat dilakukan apabila tujuan dari pelaksanaan pengumpulan pendapat pakar ini untuk membentuk konsensus dalam menetapkan suatu prioritas kegiatan tertentu yang harus dilakukan oleh suatu institusi litbang (Hilbert M, 2009).

3.2 Brainstorming untuk Mengumpulkan Ide Kreatif

Brainstorming (sumbang saran) sudah lama dikenal sebagai teknik untuk mendapatkan ide-ide kreatif sebanyak mungkin dalam kelompok. *Brainstorming* adalah salah satu perangkat manajemen yang dapat digunakan dalam mengefektifkan pertemuan dan merupakan suatu bentuk musyawarah singkat yang digunakan untuk mendapatkan ide sebanyak-banyaknya. Cara ini dilakukan untuk membuka kesempatan kelompok berpikir kreatif dan lebih efektif daripada menggali ide seorang diri (Mullen, B., et al., 1991; Santanen, E. et al., 2004).

Brainstorming adalah peranti perencanaan yang dapat menampung kreativitas kelompok dan sering digunakan sebagai alat pembentukan konsensus

ataupun untuk mendapatkan ide-ide yang banyak. Teknik *Brainstorming* merupakan salah satu cara mendapatkan sejumlah ide yang mudah dan menyenangkan para pesertanya. Karena ada kebebasan dalam menyampaikan pendapat tanpa ragu-ragu atau takut salah sepanjang masih dalam topik bahasan. Setiap peserta mendapatkan kesempatan atau giliran untuk berpartisipasi melontarkan idenya sampai habis.

Ada beberapa alasan mengapa *brainstorming* digunakan oleh suatu kelompok untuk menghasilkan ide-ide, yaitu

- a. meningkatkan kepedulian dan partisipasi anggota kelompok;
- b. menghasilkan banyak ide-ide dalam waktu yang relatif singkat;
- c. mengurangi keinginan anggota kelompok untuk merasa paling mampu dalam memberi jawaban yang benar;
- d. mengurangi kemungkinan berkembangnya pemikiran negatif.

Teknik ini didasarkan atas empat syarat. Kelompok yang mengikuti *brainstorming* harus:

- a. menghasilkan ide-ide sebanyak mungkin;
- b. menghasilkan ide-ide yang segala mungkin;
- c. membangun ide dari ide-ide sebelumnya;
- d. menghindari penilaian atas ide-ide yang dihasilkan.

Kelihatannya cara seperti ini memang bisa menghasilkan ide lebih banyak dibandingkan harus menghasilkan ide sendirian. Dalam buku yang terkenal, *Applied Imagination*, Osborn A (1953), mengatakan bahwa teknik *brainstorming*

dikatakan mampu membuat individu menghasilkan ide dua kali lebih banyak dibandingkan apabila bekerja sendirian. *Brainstorming* atau sumbang saran memiliki tujuan untuk mendapatkan sejumlah ide dari anggota kelompok dalam waktu relatif singkat tanpa sikap kritis yang ketat. Ada beberapa manfaat yang bisa diperoleh suatu kelompok atau organisasi dengan melakukan teknik *brainstorming*, di antaranya adalah

- a. mengidentifikasi masalah;
- b. mencari sebab-sebab yang mengakibatkan terjadinya masalah.
- c. menentukan alternatif pemecahan masalah;
- d. mengimplementasikan pemecahan masalah;
- e. merencanakan langkah-langkah dalam melaksanakan suatu aktivitas;
- f. mengambil keputusan ketika masalah terjadi;
- g. melakukan perbaikan.

Metode dalam melakukan *Brainstorming* adalah sebagai berikut.

- a. Putaran bebas (*free wheel*). Metode putaran bebas memberi kesempatan kepada peserta untuk menyampaikan idenya secara bebas, tanpa menunggu urutan atau giliran bicara secara teratur. Dituntut kemampuan untuk menahan diri dan kemahiran dalam menyampaikan ide agar tidak saling mengganggu antar peserta meeting.
- b. Putaran teratur (*round robin*). Metode putaran teratur memberi kesempatan kepada peserta untuk berbicara sesuai gilirannya

secara teratur. Untuk menghemat waktu, peserta yang belum memiliki ide akan dilewati, dia bisa mengucapkan “terus” atau “lanjut” yang maksudnya memberi giliran pada peserta berikutnya.

Adapun langkah-langkah teknis dalam melakukan *Brainstorming* adalah sebagai berikut.

- a. Persiapan, termasuk di dalamnya adalah mengundang peserta *meeting*, memberikan agenda acara yang akan dibicarakan dan mempersiapkan ruangan dan fasilitas pendukung lainnya.
- b. Pelaksanaan, termasuk menentukan batasan waktu yang digunakan; menetapkan pimpinan *meeting* dan pencatat pembicaraan (notulis); menetapkan aturan main (*rule of the game*) bersama; menentukan metode yang digunakan dalam *brainstorming*; memberi kesempatan kepada para peserta untuk menyampaikan ide-idenya; menuliskan setiap ide yang dilontarkan peserta; melakukan pengelompokan ide yang sejenis; melakukan pembahasan ide-ide; mengambil keputusan dan menyimpulkan pembicaraan.

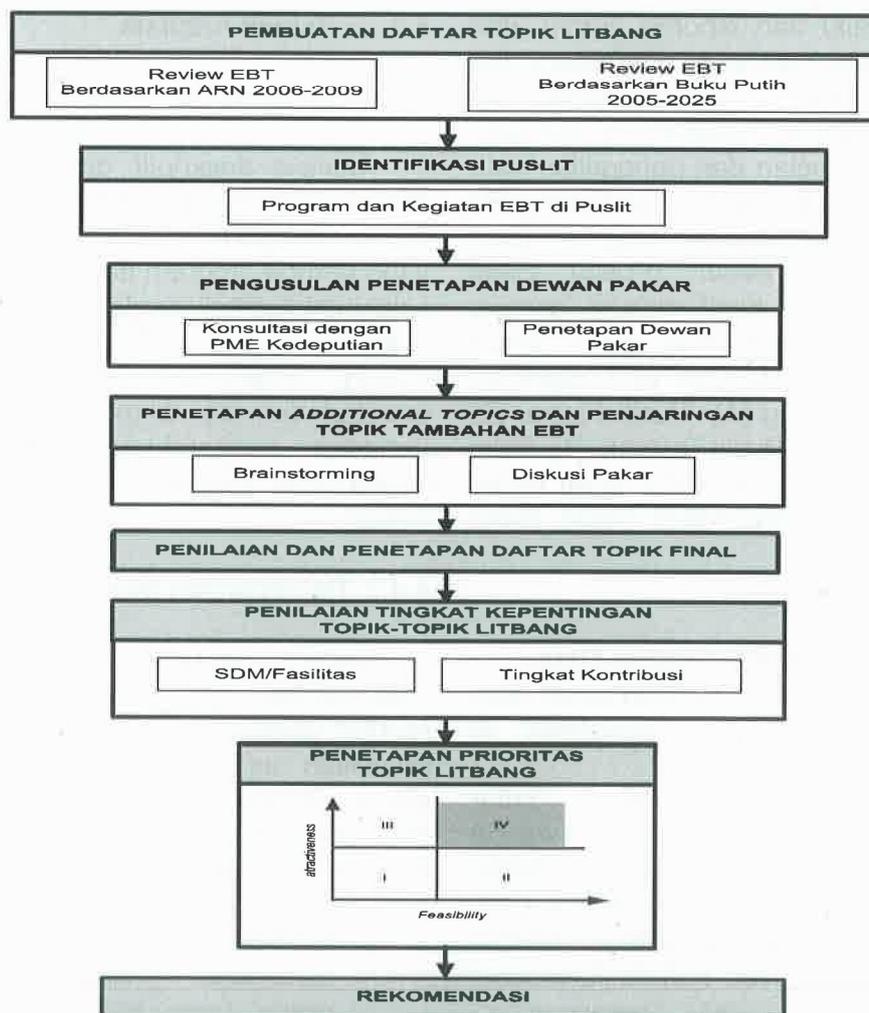
4. METODOLOGI

4.1 Kerangka Penelitian

Langkah awal dari penelitian ini adalah mengidentifikasi kegiatan litbang EBT yang dilakukan oleh LIPI, dengan mengacu kepada Agenda Riset Nasional (ARN) dan Buku Putih Bidang EBT

yang dikeluarkan oleh Kementerian Riset dan Teknologi. Selanjutnya dilakukan pemilihan prioritas riset LIPI untuk tahun 2010--2014 oleh para pakar bidang EBT. Penilaian prioritas riset menggunakan metode "Expert Judgement", yaitu dengan Metode Delphi dan teknik sumbang saran atau *brainstorming* (Linstone, H.A and Murray Turoff, 2002; Rowe, G. & Wright, G.,1999; Mullen, B., et al.,1991; Santanen, E. et al., 2004) di

antara para pakar yang telah ditetapkan. Metode ini digunakan untuk mendapatkan kepentingan relatif dari masing-masing program litbang. Penilaian dilakukan oleh sekitar 15 pakar bidang energi yang berasal dari LIPI dengan menggunakan metode pembobotan. Hasil dari penilaian pakar ini menentukan prioritas program yang diusulkan untuk dicapai LIPI pada tahun 2010--2014. Kerangka pemikiran studi ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 : Tahapan Studi

4.2 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengamatan atau observasi langsung dan wawancara serta pengisian kuesioner oleh pakar tentang program dan kegiatan litbang bidang EBT di LIPI. Pengiriman dan penerimaan kuesioner juga dilakukan melalui *electronic mail (e-mail)*. Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber, yaitu dari laporan, jurnal, dan publikasi lain, baik yang diterbitkan oleh badan penerbit maupun lembaga litbang. *On-line searching* melalui internet juga merupakan bagian dari penggalian data sekunder. Jenis data meliputi program dan kegiatan bidang EBT yang dilakukan oleh Pusat Penelitian (Puslit) /Balai Besar/UPT, dan hasil diskusi dengan pakar. Lima Puslit dan Balai Besar yang melakukan kegiatan EBT dijadikan unit analisis, yaitu (1) Puslit Fisika, (2) Puslit Kimia, (3) Puslit Telimek, (4) Balai Besar Biomaterial, dan (5) Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna (B2PTTG).

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Beberapa teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

- penyebaran kuesioner (daftar pertanyaan) semi terbuka kepada seluruh koordinator/ peneliti utama bidang energi di lingkungan LIPI, kepala pusat penelitian, pejabat eselon satu, dan majelis fungsional LIPI serta tim perencanaan, monitoring dan evaluasi (PME) ;
- wawancara mendalam dengan menggunakan pedoman wawancara

yang telah dirumuskan kepada para pengambil keputusan, peneliti utama dan pakar bidang energi;

- diskusi terfokus dengan kelompok pakar untuk mengetahui isu terpenting dalam bidang EBT di Indonesia;
- studi pustaka dengan mengumpulkan data dan informasi melalui media cetak maupun elektronik seperti laporan dan jurnal ilmiah.

4.4 Teknik Analisis

4.4.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk menjelaskan kondisi atau situasi aktual dari kegiatan EBT di LIPI. Hasil dari temuan yang berupa program dan kegiatan EBT, selanjutnya dikaji berdasarkan dua hal, yaitu (a) tingkat kemampuan lembaga litbang dalam melakukan kegiatan tersebut dan (b) tingkat kontribusinya terhadap pengembangan iptek dan pemecahan masalah energi di masa depan.

4.4.2 Pelaksanaan Metode Delphi

Secara umum, langkah-langkah pelaksanaan Metode Delphi dalam rangka pengambilan keputusan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut (Rowe, G. & Wright, G., 1999; Lindstone H.A, et al., 2002; DeLurgio, S.A, 1998; Haryadi, dkk, 1984).

- a. Informasi dikumpulkan secara sistematis dari beberapa orang yang membentuk suatu kelompok.
- b. Informasi (pendapat, pengalaman, pengetahuan, dan lain-lain)

- saling dipertukarkan diantara anggota kelompok.
- c. Seluruh kontribusi individu dijaga tetap anonim.
 - d. Seorang organisator membantu dan mengawasi aliran informasi di antara para anggota, tetapi dia tidak diperkenankan memberikan pendapatnya ke dalam proses dan tidak mempengaruhi pendapat para anggota.
 - e. Anggota tidak dipaksa untuk mengubah pendapatnya, tetapi mereka didorong untuk memperhatikan pendapat orang lain.
 - f. Masing-masing anggota diberi beberapa kesempatan untuk mengubah pendapatnya.
 - g. Hasil akhir merupakan perkiraan kelompok atau merupakan suatu konsensus.

Agar kontribusi individu tetap anonim, pendapat, penjelasan dan komentar dikumpulkan dengan kuesioner. Semua kontribusi diringkas oleh fasilitator tanpa memberi tahu sumbernya dan ringkasan tersebut dikembalikan kepada peserta. Sesudah mempertimbangkan kontribusi orang lain, tiap peserta diberi kesempatan untuk mengubah pikirannya dan memberikan pendapatnya sekali lagi. Kesempatan seperti ini diberikan tiga kali untuk mengubah pendapatnya.

3.4.3 Penilaian Prioritas Program dan Kegiatan

Proses penilaian tingkat kepentingan program dan topik-topik kegiatan litbang dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan ranking tingkat kepentingan topik-

topik tersebut (prioritas). Penilaian dilakukan terhadap daftar program dan topik yang telah diperoleh pada tahap identifikasi. Penilaian diberikan berdasarkan kriteria (1) "kontribusinya terhadap pengembangan iptek" dan (2) "kontribusinya terhadap pemecahan masalah energi yang dialami oleh bangsa Indonesia". Hasil rata-rata dari kedua penilaian kontribusi ini ditampilkan pada sumbu Y, sedangkan hasil penilaian kemampuan sumberdaya manusia dan sarana/prasarana LIPI ditampilkan pada sumbu X.

Nilai yang harus diberikan oleh pakar terhadap topik-topik tersebut antara 1 (tidak ada sama sekali) sampai 10 (banyak sekali). Beberapa indikator kontribusi terhadap pengembangan iptek adalah sebagai berikut.

- Adanya peningkatan *stock of knowledge* LIPI dan/atau *frontier of knowledge*.
- Munculnya atau terjadinya pengembangan dan penyebaran inovasi teknologi.
- Ada relevansi terhadap perkembangan iptek kontemporer.

Indikator kontribusi terhadap permasalahan energi yang dialami oleh bangsa ini adalah

- mengatasi kekurangan energi/listrik dalam rumah tangga atau meningkatkan rasio elektrifikasi di Indoensia;
- mengatasi deplesi sumberdaya alam;
- meningkatkan produktivitas sektor manufaktur;
- mengatasi inefisiensi sektor publik;
- mengatasi ketidaksiapan

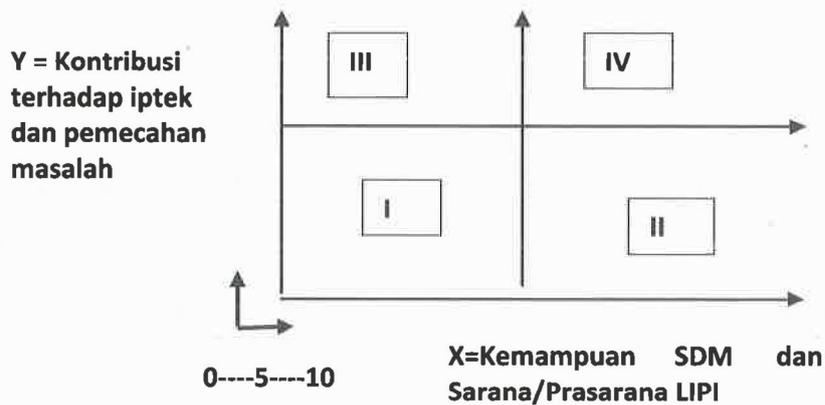
menghadapi skema global (WTO/ IMF, AFTA, APEC, ACFTA;

- mengatasi kemerosotan etika bangsa dan ancaman negara kesatuan;
- memperbaiki demokratisasi, otonomi daerah, konflik sosial.

Untuk memperoleh nilai kontribusi kegiatan penelitian terhadap pengembangan iptek ataupun permasalahan energi yang dihadapi bangsa ini, pakar memberikan bobot nilai untuk masing-masing usulan kegiatan penelitian, yaitu penilaian

kontribusi terhadap iptek dan penilaian kemampuan memecahkan masalah energi. Penilaian dilakukan dengan memberikan angka antara 1 (tidak ada sama sekali) sampai 10 (banyak sekali) terhadap rancangan kegiatan yang telah dirumuskan lengkap dengan target dan indikator pencapaiannya dalam lima tahun kedepan.

Sebanyak 15 pakar menilai dengan cara menelaah ulang isi dan tujuan serta kelayakan program tersebut. Hasil rata-rata dari pakar tersebut kemudian dipetakan ke dalam bentuk empat kuadran (Covey's Quadrants; Covey S, 1989) seperti pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Kuadran Penempatan Hasil Penilaian Prioritas Topik/ Kegiatan EBT

Topik-topik kegiatan yang ada pada kuadran IV menjadi topik yang harus diprioritaskan oleh LIPI untuk lima tahun ke depan karena memiliki nilai tertinggi, baik untuk angka kontribusi maupun angka kemampuan LIPI. Topik-topik kegiatan yang ada di kuadran III harus dikaji lebih jauh untuk menetapkan apakah LIPI perlu meningkatkan kemampuan litbang pada topik tersebut, sedangkan topik-topik kegiatan yang ada

di kuadran II mengindikasikan bahwa LIPI mempunyai kemampuan litbang yang tinggi. Namun tingkat kepentingan topik ini rendah maka LIPI harus mempertimbangkan untuk mengalihkan kemampuan litbang ini pada topik yang mempunyai tingkat kepentingan tinggi (kuadran IV). Topik-topik kegiatan yang ada di kuadran I merupakan topik yang tidak perlu mendapat perhatian (prioritas) LIPI.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Penilaian Prioritas Usulan Program EBT

Hasil Penilaian program EBT meliputi bidang Litbang, Difusi dan Pemanfaatan Iptek dan Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi. Penilaian dilakukan terhadap daftar program dan topik yang telah teridentifikasi, yaitu 16 Program Litbang dengan 61 kegiatan, 13 Program Difusi dengan 36 kegiatan, dan 6 Program Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi dengan 17 kegiatan. Pada akhir penilaian didapat hasil 5 (lima) program untuk Litbang, 4 (empat) program Difusi, dan 3 (tiga) program Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi. Hasil penilaian dari masing-masing program tersebut selanjutnya diusulkan sebagai prioritas program yang akan dilakukan oleh LIPI dalam lima tahun kedepan (2010--2014), seperti berikut ini.

5.1.1 Program Penelitian dan Pengembangan (Litbang) EBT

Kesepakatan pakar atas hasil penilaian menetapkan 5 (lima) prioritas program Litbang EBT yang diusulkan untuk dilakukan LIPI dalam tahun 2010--2014 adalah sebagai berikut :

- a. Program Sistem Pembangkit Energi Berbasis Bahan Bakar Kualitas Rendah (menggunakan Batubara Lignit, Biomassa, dan Limbah Industri Pertanian);
- b. Program Pengembangan Sistem Pembangkit Energi Hybrid (Matahari, Angin, Air dan Hidrogen). Yang termasuk dalam program ini adalah: i) Sistem Pembangkit Listrik

- Kombinasi Berbasis Hidrogen; ii) Pengembangan Paket Teknologi SKEA; iii) *Battery Technology*; iv) Optimasi Teknologi Sumber Energi Hidrogen dan Teknologi terkait; v) Pengembangan Prototipe Teknologi Sel Surya; vi) Pengembangan Prototipe Teknologi PLT Mikrohidro.
- c. Program Pengembangan Sistem Produksi Biofuel. Yang termasuk dalam program ini adalah i) diversifikasi bahan baku untuk Biofuel; ii) pengembangan Teknologi Produksi Biofuel; iii) *life Cycle Assessment* Sistem Produksi Biofuel.
- d. Program Hidrogen dan Fuel Cell Yang termasuk dalam program ini adalah biohidrogen dari biomassa, *fuel cell technology, hydrogen technology dan fuel cell vehicle technology*.
- e. Program Konversi Energi, yang termasuk dalam program ini adalah penelitian dan pengembangan teknologi penghematan energi untuk rumah, kantor, dan industri.

5.1.2 Program Difusi dan Pemanfaatan Iptek EBT

Kesepakatan pakar atas hasil penilaian menetapkan 4 (empat) prioritas program untuk kegiatan difusi dan pemanfaatan iptek bidang EBT yang diusulkan untuk dilakukan LIPI pada tahun 2010--2014 adalah sebagai berikut.

- a. Program Sistem Pembangkit Energi Berbasis Bahan Bakar Kualitas Rendah. Termasuk dalam program ini adalah bahan bakar

yang menggunakan Batubara Lignit, Biomassa, dan Limbah Pertanian.

- b. Program Pengembangan Infrastruktur Energi Untuk Meningkatkan Pembangunan Ekonomi dan Kehidupan Sosial Masyarakat. Termasuk dalam program ini adalah pengembangan SDM, manajemen dan pembuatan percontohan energi alternatif untuk masyarakat.
- c. Program Sosialisasi Bahan Bakar Alternatif. Program ini dilakukan dengan menerbitkan publikasi dan demo penggunaan bahan bakar alternatif.
- d. Program Sistem Pembangkit Energi *Hybrid* (Matahari, Angin, Air dan Hidrogen) meliputi implementasi, studi kelayakan, dan produksi energi
 - energi surya, energi angin pembangkit Listrik Mini/Micro Hydro Pengembangan Sistem Transfer/Difusi Teknologi SKEA
 - Aplikasi *Fuelcell* dan sistem energi terkait untuk masyarakat

5.1.3 Program Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi

Kesepakatan pakar atas hasil penilaian menetapkan 3 (tiga) program untuk Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi yang diusulkan untuk dilakukan LIPI tahun 2010--2014, Program Sistem Pembangkit Energi Berbasis Bahan Bakar Kualitas Rendah, yaitu bahan-bahan yang menggunakan Batubara Lignit, Biomassa, dan Limbah Pertanian.

- a. Program Fabrikasi dan Pembangkit Listrik Energi Hybrid, yaitu energi yang berasal dari Matahari, Angin, Air dan Hidrogen
- a. Program Kemitraan dengan Industri. Termasuk dalam program ini adalah kemitraan dalam bidang pelayanan dan penghematan teknologi.

5.2 Hasil Penilaian Usulan Prioritas Kegiatan LIPI Bidang EBT untuk Tahun 2010-2014

Hasil penilaian usulan prioritas kegiatan bidang EBT oleh para pakar, baik untuk kontribusi maupun untuk penilaian kemampuan SDM dan Fasilitas terhadap seluruh kegiatan (yaitu 61 kegiatan litbang; 36 kegiatan difusi, dan 17 kegiatan peningkatan kapasitas iptek sistem produksi) memiliki nilai rata-rata seperti terlihat pada Tabel 3 dan 4 berikut ini.

Tabel 3. Nilai Rata-rata Kegiatan EBT

| No | Daftar Program | Nilai Rata-rata | |
|----|---------------------------------|---|---------------------------|
| | | Kontribusi terhadap Perkembangan Iptek dan Pemecahan Masalah Bangsa | Kemampuan SDM + Fasilitas |
| 1 | Litbang | 6,22 | 6,56 |
| 2 | Difusi | 6,18 | 6,26 |
| 3 | Kapasitas Iptek Sistem Produksi | 6,10 | 5,56 |

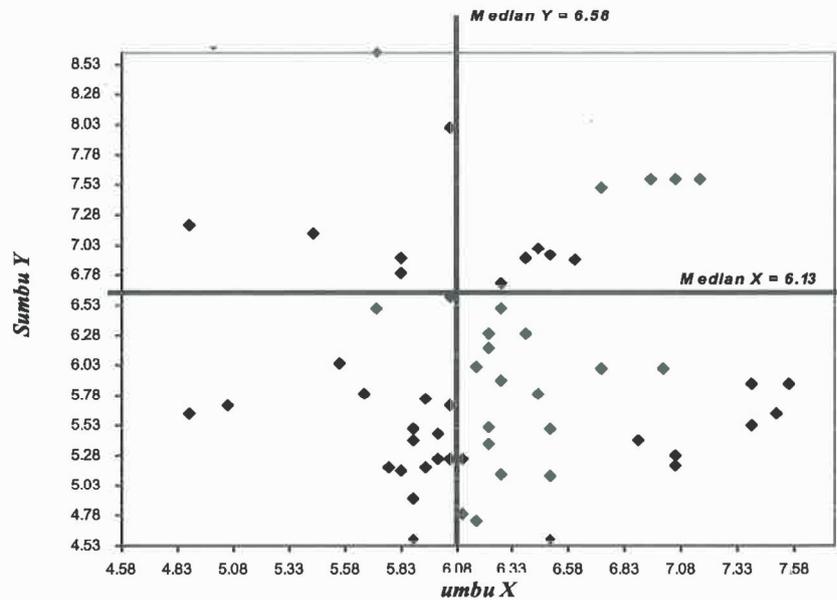
Tabel 4 Ringkasan Hasil Penilaian Prioritas Penetapan Program dan Kegiatan

| Program | Jumlah Kegiatan | Sumbu X- Kontribusi terhadap Perkembangan Iptek | | | Sumbu Y – Kemampuan SDM dan Fasilitas | | |
|---------------------------------|-----------------|---|----------------|--------|---------------------------------------|----------------|--------|
| | | Nilai Tertinggi | Nilai Terendah | Median | Nilai Tertinggi | Nilai Terendah | Median |
| Litbang | 61 | 7,67 | 4,58 | 6,13 | 8,63 | 4,53 | 6,58 |
| Difusi | 35 | 7,56 | 4,39 | 5,98 | 8,40 | 4,58 | 6,49 |
| Kapasitas Iptek Sistem Produksi | 17 | 7,39 | 4,83 | 6,11 | 7,18 | 4,83 | 6,01 |

Dengan menggunakan nilai tertinggi dan terendah sebagai dasar penyusunan kuadran, maka masing-masing hasil penilaian kegiatan dalam program tersebut dikelompokkan ke dalam empat kuadran. Penetapan prioritas berdasarkan masing-masing program, yaitu program Litbang, program Difusi dan Pemanfaatan Iptek, dan program Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi.

5.2.1 Kegiatan Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Hasil penilaian terhadap 61 topik/kegiatan menurut kontribusi dan ketersediaan SDM dan fasilitas menunjukkan bahwa topik-topik tersebut tersebar pada beberapa kuadran seperti terlihat pada Gambar 3. berikut ini.



Gambar 3. Penilaian Prioritas Kegiatan Litbang menurut Kontribusi dan Kemampuan

Gambar di atas memperlihatkan bahwa dalam kuadran IV terdapat 9 (sembilan) kegiatan, yang merupakan topik yang harus mendapat prioritas LIPI (lihat Tabel 5) karena besarnya nilai kontribusi yang akan diberikan dan tersedianya sumberdaya LIPI. Kuadran III berisi 6 (enam) kegiatan yang memerlukan kajian lebih lanjut untuk menetapkan apakah LIPI perlu meningkatkan kemampuan litbang pada topik tersebut.

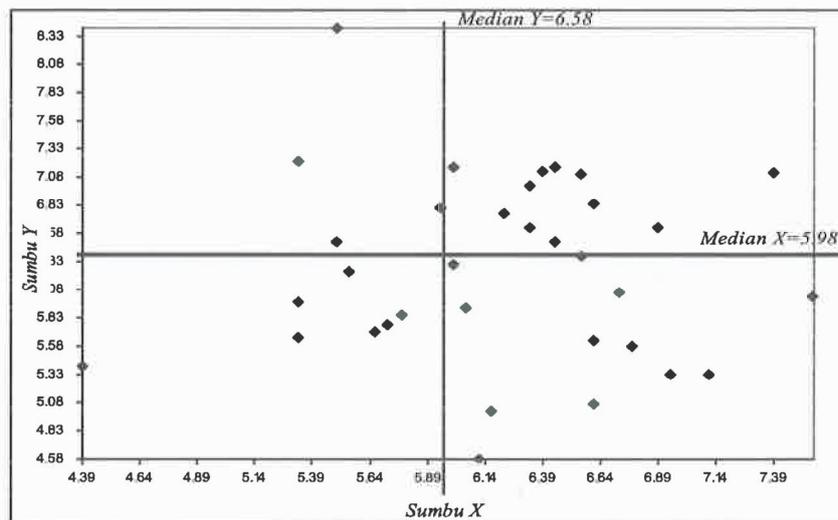
Kuadran II berisi 25 (dua puluh lima), banyaknya kegiatan pada kuadran ini mengindikasikan LIPI mempunyai kemampuan litbang yang tinggi, tetapi tingkat kepentingan topik ini rendah maka LIPI harus mempertimbangkan untuk mengalihkan kemampuan litbang ini pada topik yang mempunyai tingkat kepentingan tinggi. Kuadran I berisi 21 (dua puluh satu) kegiatan yang tidak perlu mendapat perhatian (prioritas) LIPI.

Tabel 5. Daftar Prioritas Kegiatan Litbang EBT LIPI Tahun 2010--2014

| Prioritas | Daftar Topik Kegiatan | Nilai Kontribusi Iptek dan Pemecahan Masalah Bangsa | N i l a i Kemampuan SDM dan Fasilitas |
|-----------|---|---|---------------------------------------|
| 1 | Pengembangan teknologi baterai sebagai pendukung sistem <i>hybrid</i> energi | 7.17 | 7.58 |
| 2 | Pengembangan fuelcell dengan membran FISION untuk aplikasi pada transportasi dan stationary | 7.06 | 7.58 |
| 3 | Pengembangan membran <i>fision</i> untuk <i>anhydrous</i> PEMFC | 6.94 | 7.58 |
| 4 | <i>Bipolar plate</i> | 6.72 | 7.50 |
| 5 | Rekayasa genetika mikroba penghasil enzim <i>ligninase</i> , <i>selulase</i> , <i>xilanase</i> dan <i>glucanase</i> | 6.61 | 6.90 |
| 6 | <i>Hydrogen production</i> | 6.50 | 6.95 |
| 7 | Sistem kontrol <i>fuel cell</i> | 6.44 | 7.00 |
| 8 | Rekayasa genetika biomassa non-pangan yang potensial sebagai bahan baku biodisel | 6.39 | 6.93 |
| 9 | Hidrolisis Biomassa | 6.28 | 6.71 |

5.2.2. Difusi dan Pemanfaatan Iptek

Hasil penilaian terhadap 35 topik/kegiatan difusi dan pemanfaatan iptek menurut kontribusi dan ketersediaan SDM dan fasilitas menunjukkan bahwa topik-topik tersebut tersebar pada beberapa kuadran seperti Gambar 4. berikut ini.



Gambar 4. Penilaian Prioritas Kegiatan Difusi dan Pemanfaatan Iptek menurut Kontribusi dan Kemampuan

Hasil penilaian memperlihatkan bahwa kegiatan yang terdapat dalam kuadran

IV terdapat 11 (sebelas) kegiatan, yang merupakan topik yang harus mendapat prioritas LIPI (lihat Tabel 6) karena besarnya kontribusi yang akan diberikan dan tersedianya sumber daya LIPI. Kuadran III berisi 4 (empat) kegiatan yang memerlukan kajian lebih lanjut untuk menetapkan apakah LIPI perlu meningkatkan kemampuan litbang pada topik tersebut Kuadran II berisi 12 (dua belas). Banyaknya kegiatan pada kuadran ini mengindikasikan LIPI mempunyai

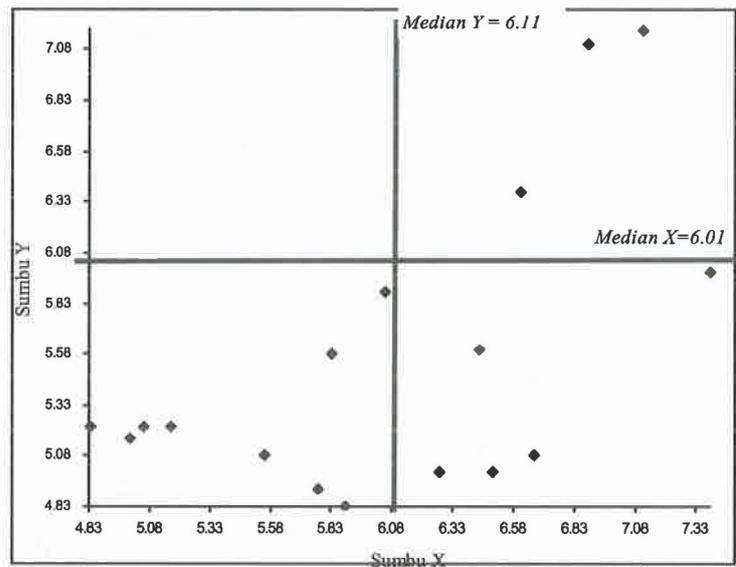
kemampuan litbang yang tinggi tetapi tingkat kepentingan topik ini rendah maka LIPI harus mempertimbangkan untuk mengalihkan kemampuan litbang ini pada topik yang mempunyai tingkat kepentingan tinggi Kuadran I berisi 8 (delapan) kegiatan dan merupakan topik yang tidak perlu mendapat perhatian (prioritas) LIPI.

Tabel 6 Daftar Prioritas Kegiatan Difusi EBT LIPI Tahun 2010-2014

| Prioritas | Program Kegiatan | Nilai Kontribusi Pengembangan Iptek dan Pemecahan Masalah Bangsa | Nilai Kemampuan SDM dan Fasilitas |
|-----------|--|--|-----------------------------------|
| 1 | Implementasi unit-unit pembangkit listrik kombinasi surya dan angin berbasis hidrogen kapasitas 3 – 5 kW | 7.39 | 7.12 |
| 2 | Aplikasi <i>fuelcell</i> untuk <i>stand alone power supply</i> | 6.89 | 6.63 |
| 3 | Pembangkit listrik mini/ <i>mikro hydro</i> | 6.61 | 6.83 |
| 4 | Pengaruh pengembangan infrastruktur energi terhadap tingkat ekonomi dan kehidupan sosial masyarakat | 6.56 | 7.10 |
| 5 | Eksplorasi sumber daya lokal yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik | 6.44 | 7.17 |
| 6 | Pengembangan bioetanol <i>fuel grade</i> dari etanol produksi masyarakat di daerah | 6.44 | 6.50 |
| 7 | Pemanfaatan SKEA pembangkit listrik di pedesaan, lokasi terpencil dan pulau serta untuk nelayan | 6.39 | 7.13 |
| 8 | Pembangkit listrik mikro turbin | 6.33 | 7.00 |
| 9 | Pengembangan SDM untuk energi biogas | 6.33 | 6.63 |
| 10 | Pabrik suku cadang pembangkit listrik <i>mickro hydro</i> | 6.22 | 6.75 |
| 11 | Pembangunan percontohan PLTMH skala <i>off grid</i> | 6.00 | 7.17 |

5.2.3 Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi

Hasil penilaian terhadap 17 topik/kegiatan peningkatan kapasitas iptek sistem produksi menurut kontribusi dan ketersediaan SDM dan fasilitas menunjukkan bahwa topik-topik tersebut tersebar pada beberapa kuadran seperti Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5 Penilaian Prioritas Kegiatan Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi menurut Kontribusi dan Kemampuan

Hasil penilaian memperlihatkan bahwa dalam kuadran IV terdapat 3 (tiga) kegiatan, yang merupakan topik yang harus mendapat prioritas LIPI (lihat Tabel 7) karena besarnya kontribusi yang akan diberikan dan tersedianya sumber daya LIPI. Tidak ada kegiatan

pada kuadran III. Kuadran II berisi 5 (lima) kegiatan dan Kuadran I berisi 9 (sembilan) kegiatan dan menurut hasil penilaian topik-topik kegiatan yang ada di kuadran ini merupakan topik yang tidak perlu mendapat perhatian (prioritas) LIPI.

Tabel 7. Daftar Prioritas Kegiatan Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi EBT LIPI Tahun 2010--2014

| Prioritas | Daftar Topik Kegiatan | Nilai Kontribusi Pengembangan Iptek dan Pemecahan Masalah Bangsa | Nilai Kemampuan SDM dan Fasilitas |
|-----------|---|--|-----------------------------------|
| 1 | Otomatisasi pembuatan komponen PEMFC | 7.11 | 7.18 |
| 2 | Peningkatan efisiensi sistem pembakaran dengan cara resirkulasi bahan bakar dan gas buang | 6.89 | 7.11 |
| 3 | Otomatisasi pembuatan baterai | 6.61 | 6.38 |

5.3 Rumusan Usulan Pelaksana Kegiatan EBT Tahun 2010-2014

Implementasi hasil penilaian untuk masing-masing kegiatan prioritas beserta pelaksanaannya diusulkan untuk jangka waktu kegiatan selama 5 (lima) tahun mulai tahun 2010--2014. Para pakar melakukan penilaian lanjutan terhadap topik kegiatan dengan melengkapi

sasaran yang akan dicapai serta indikator keberhasilannya. Selain itu, dicantumkan pula pengusul kegiatan sesuai dengan tugas pokok dan fungsi dari satuan kerja yang ada di LIPI. Tabel 8,9 dan 10 memberikan informasi tentang sasaran, target dan usulan pelaksana kegiatan prioritas pada program Litbang, Difusi dan Pemanfaatan Iptek dan Peningkatan Kapasitas Sistem Produksi

Tabel 8 Sasaran, Target dan Pelaksana Kegiatan Prioritas Litbang LIPI tahun 2010--2014

| No | Daftar Topik Kegiatan | Sasaran 2014 | Indikator Keberhasilan | Pengusul |
|----|--|--|--|-------------------------|
| 1. | Pengembangan teknologi baterai sebagai pendukung sistem hibrida energi | Tersedianya teknologi baterai sebagai sistem pendukung <i>energy storage</i> | Satu teknologi baterai 12 V sebagai sistem pendukung <i>energy storage</i> hibrida kapasitas 1500 watt | Puslit Fisika |
| 2. | Pengembangan <i>fuel cell</i> dengan membran FISION untuk aplikasi pada transportasi dan <i>stationary</i> | Tersedianya paket teknologi <i>fuel cell</i> kapasitas 1200 Watt siap pakai untuk transportasi Tersedianya paket teknologi <i>fuel cell stationary</i> untuk aplikasi | Satu paket teknologi <i>fuel cell</i> kapasitas 1200 Watt siap pakai untuk transportasi Satu paket teknologi <i>fuel cell stationary</i> kapasitas 1500 watt untuk aplikasi <i>standalone</i> | Puslit Fisika |
| 3 | Pengembangan membran fision untuk <i>anhydrous</i> PEMFC | Tersedianya teknologi pembuatan membran PEMFC yang mampu menghantar ion shg mampu dipakai untuk <i>stack fuel cell</i> | Satu teknologi pembuatan membran PEMFC yang mampu menghantar ion dalam kisaran 1 Scm ⁻¹ , shg mampu dipakai untuk <i>stack fuel cell</i> kapasitas 500 watt | Puslit Fisika |
| 4 | <i>Bipolar plate</i> | Optimasi parameter proses pembuatan Optimasi fungsi dan harga katalis | Parameter proses Jenis katalis dan persentase penambahan | Puslit Fisika |
| 5 | Rekayasa genetika mikroba penghasil enzim ligninase, selulase, xilanase dan glukonase | Tersedianya hasil dan teknologi rekayasa genetika mikroba penghasil enzim ligninase, selulase, xilanase dan glukonase | Isolat mikroba unggul penghasil enzim ligninase, selulase, xylanase dan glucanase | Balai Besar Biomaterial |

| | | | | |
|---|---|---|---|-------------------------|
| 6 | Produksi Hidrogen | Jenis elektrolis yang cepat dan efisien ; Jenis katalis elektrolis yang cepat dan efisien ; Desain dan prototipe gas reformer | Prototype sistem elektrolis ; Prototype katalis elektrolis ; Prototype gas reformer | Puslit Fisika |
| 7 | Sistem kontrol <i>fuel cell</i> | Desain dan prototipe sistem kontrol | Desain dan prototype sistem kontrol | Puslit Fisika |
| 8 | Rekayasa genetika biomassa nonpangan yang potensial sebagai bahan baku biodisel | Tersedianya hasil dan teknologi rekayasa genetika tumbuhan penghasil minyak untuk biodisel | Tumbuhan hasil rekayasa genetika penghasil minyak untuk biodisel | Balai Besar Biomaterial |
| 9 | Hidrolisis Biomassa | Monomer, enzim | Bank data, Isolat,enzim | Balai Besar Biomaterial |

Tabel 9 Sasaran, Target, dan Pelaksana Kegiatan Prioritas Difusi dan Pemanfaatan Iptek LIPI Tahun 2010--2014

| No | Daftar Topik Kegiatan | Sasaran | Target | Pelaksana |
|----|--|--|--|-----------------------|
| 1. | Implementasi unit-unit pembangkit listrik kombinasi surya dan angin berbasis hidrogen kapasitas 3 – 5 kW | Implementasi 5 – 10 unit | Tersedianya listrik untuk daerah-daerah terpencil yang tidak mempunyai sumber daya lokal konvensional seperti batubara dan biomassa Kerja sama dengan PEMDA, Kementerian PDT, Kementerian ESDM Mendukung industrialisasi sistem sel surya dan turbin angina | P u s l i t Fisika |
| 2. | Aplikasi <i>fuel cell</i> untuk <i>stand alone power supply</i> | Tersedianyateknologi fuelcell siap pakai untuk perumahan | Model/pilot teknologi fuelcell siap pakai untuk perumahan kapasitas 1500 watt | P u s l i t Fisika |
| 3 | Pembangkit listrik mini/mikro hidro | Kerja sama dengan 5 koperasi | 5 pembangkit listrik dengan 10 kW | P u s l i t Fisika |
| 4 | Pengaruh pengembangan infrastruktur energi terhadap tingkat ekonomi dan kehidupan sosial masyarakat | Perkembangan ekonomi masyarakat dengan adanya infrastruktur energi | Kenaikan pendapatan Jumlah penyerapan tenaga kerja Jumlah peningkatan jenis industri Dampak positif dan negatif secara social | P u s l i t Fisika |

| | | | | |
|----|---|--|--|-------------------------|
| 5 | Eksplorasi sumber daya lokal yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik | Identifikasi jenis sumberdaya (nilai kalor dan karakter bahan) | Jenis-jenis sumber daya lokal yang berpotensi sebagai sumber daya energi | P u s l i t Fisika |
| 6 | Pengembangan bioetanol <i>fuel grade</i> dari etanol produksi masyarakat di daerah | Tercapainya kemurnian bioetanol ke tingkatan <i>fuel grade</i> | Diperoleh kemurnian bioetanol ke tingkat <i>fuel grade</i> | Puslit Kimia |
| 7 | Pemanfaatan SKEA pembangkit listrik di pedesaan, lokasi terpencil dan pulau serta untuk nelayan | Dibuatnya pembangkit listrik dengan teknologi SKEA | Peningkatan penerapan lptek untuk teknologi SKEA | Puslit Telimek |
| 8 | Pembangkit listrik Mikro turbin | Kerja sama dengan 5 koperasi | 3 Pembangkit listrik 1 kW | P u s l i t Fisika |
| 9 | Pengembangan SDM untuk energi biogas | 5 tenaga trampil setiap daerah pengembangan | M a m p u menginstalasi reaktor biogas skala rumah tangga dan industri | Balai Besar Biomaterial |
| 10 | Pabrik suku cadang pembangkit listrik mikrohidro | kerja sama dengan 5 koperasi | pengolahan kotoran ternak dan limbah panen | Puslit Fisika |
| 11 | Pembangunan percontohan PLTMH skala <i>off grid</i> | Pembangunan PLTMikro Hidro skala <i>off grid</i> | Pembangunan PLTMH skala <i>off grid</i> | Puslit Telimek |

Tabel 10 Sasaran, Target dan Pelaksana Kegiatan Prioritas Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi LIPI Tahun 2010--2014

| No | Daftar Kegiatan Topik | Sasaran | Target | Pelaksana |
|----|---|--|---|---------------|
| 1. | Otomatisasi pembuatan komponen PEMFC | Tersedianya teknologi untuk fabrikasi membran <i>fuel cell</i> dan elektrode <i>fuel cell</i> secara otomatis. | Satu paket teknologi untuk fabrikasi membran <i>fuel cell</i> ukuran 40x40 cm dan elektrode <i>fuel cell</i> ukuran 40x40 cm secara otomatis. | Puslit Fisika |
| 2. | Peningkatan efisiensi sistem pembakaran dengan cara resirkulasi bahan bakar dan gas buang | Tungku pembakaran batubara dengan sirkulasi bahan bakar dan gas buang | Peningkatan efisiensi pembakaran menjadi 100 % | Puslit Fisika |
| 3 | Otomatisasi pembuatan baterai | Tersedianya teknologi untuk fabrikasi baterai | Satu paket teknologi untuk fabrikasi baterai lithium ion 12 V. | Puslit Fisika |

5. PENUTUP

Hasil analisis terhadap kegiatan EBT yang telah, sedang, dan akan dilakukan berhasil mengidentifikasi: 16 Program Litbang dengan 61 kegiatan, 13 Program Difusi dengan 36 kegiatan, dan 6 Program Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi dengan 17 kegiatan. Hasil penilaian para pakar terhadap program dan sejumlah kegiatan EBT tersebut menetapkan program prioritas, yaitu 5 (lima) program Litbang, 4 (empat) program difusi dan pemanfaatan iptek, dan 3 (tiga) program peningkatan kapasitas iptek sistem produksi yang sebaiknya dilakukan pada tahun 2010--2014. Hasil penilaian menurut

kontribusi terhadap pengembangan iptek dan pemecahan masalah bangsa serta adanya kemampuan LIPI dalam melaksanakan kegiatan tersebut menghasilkan sejumlah usulan prioritas kegiatan yang sebaiknya dilakukan LIPI pada tahun 2010--2014, yaitu terdapat 9 kegiatan dalam program litbang, 11 kegiatan dalam program difusi dan pemanfaatan iptek, dan 3 kegiatan dalam program peningkatan kapasitas iptek sistem produksi.

Dari hasil kajian ini dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan usulan riset EBT LIPI jangka pendek, menengah, dan panjang yang maksimal diperlukan pendekatan yang menyeluruh dalam melihat kebutuhan riset EBT, baik dari segi

produksi, pemakaian, pendistribusian, penggunaan sumber daya, maupun manajemen, sehingga riset yang dilakukan akan melibatkan semua pusat penelitian yang ada, termasuk dalam bidang sosial dan kemanusiaan. Dalam penyusunan rencana strategis sebuah institusi litbang, sebaiknya difokuskan untuk mendorong peranan swasta dalam pengembangan EBT. LIPI diharapkan dapat menjembatani peningkatan pemanfaatan EBT dengan pihak swasta, dan dapat membantu pemerintah dalam meningkatkan penggunaan EBT dalam memenuhi permintaan energi oleh masyarakat. Selain itu, karena salah satu hambatan dalam pelaksanaan EBT adalah faktor regulasi yang belum menjawab kepentingan swasta, maka LIPI melalui risetnya (litbang) dapat berperan untuk memberikan usulan dan masukan kepada pemerintah untuk memperbaiki sistem dan kendala regulasi yang ada. Seluruh penelitian yang ada hendaknya terkoordinasi dengan baik dan terarah sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariati, Ratna-1, 2009, Pengembangan Desa Mandiri Energi Berbasis Non Bahan Bakar Nabati dan Keterkaitannya dengan Program Elektrifikasi Nasional, Seminar Nasional Peranan EBT dalam Mengatasi Krisis Energi dan Menghambat Laju Pemanasan Global, Surakarta, 10 Maret 2009.
- Ibid-2, 2009, Kebijakan Pemerintah di Bidang Energi Alternatif, Presentasi pada Pertemuan Pendayagunaan Potensi Sumber Daya Alam dan Buatan, Ditjen Potensi Pertahanan, Departemen Pertahanan RI, Jakarta, 15 Juli 2009.
- De-Lurgio, S.A, 1998. *Forecasting Principle and Applications*. 1st Edition, Mc. Graw Hill Inc, USA
- Departemen ESDM, 2008. Potensi Energi Baru dan Terbarukan (EBT) Indonesia. Diakses 14 September 2008 dari situs Portal Nasional Republik Indonesia, dari : http://www.indonesia.go.id/id/index.php?option=com_content&task=view&id=8157&Itemid
- Dalkey, Norman C, 1969 *The Delphi Method : An Experimental Study of Group Opinion*, Rand, Santa Monica, USA
- Haryadi S, Wasis Budiarto, Titien S.1984. Riset Operasional & Analisa Sistem : Studi kasus Puslitbang Yankes, Surabaya.
- Hermawati, Wati, Mahmud Thoha, Nani Grace dan Ishelina R, 2009. Kajian Implementasi dan Pemanfaatan Mini/Mikrohidro (PLTMH) untuk Peningkatan Usaha Produktif Masyarakat Pedesaan. PAPPIPTEK-LIPI, LIPI Press, Jakarta.
- Hilbert M, 2009. Foresight tools for participative policy-making in inter-governmental processes in developing countries: Lessons learned from the eLAC Policy Priorities Delphi. *Journal Technological Forecasting & Social Change*, Article in Press, 2009

- Linstone, H.A and Murray Turoff (Ed), 2002. *The Delphi Method, Technique and Application*, diakses dari <http://is.njit.edu/pubs/delphibook/#toc> pada tanggal 9 Maret 2008
- Muhammad, C., 2005. Kemauan Politik untuk Energi Terbarukan. Diakses 14 Agustus 2008 dari situs Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI) dari: http://www.walhi.or.id/kampanye/energi/050825_energitrbrukn_sp/
- Mullen, B., Johnson, C., & Salas, E.,1991. Productivity loss in brainstorming groups: a meta-analytic integration. *Basic and Applied Social Psychology*. 12, 3-23.
- Osborn, Alex (1953) *Applied Imagination*, Charles Scribner's Sons Pub, USA
- Rae, L, 1990. *Mengukur Efektifitas Pelatihan*. PT Pustaka Binaman Presindo, Jakarta
- Rowe, G. & Wright, G.,1999. The Delphi technique as a forecasting tool: Issues and analysis. *International Journal of Forecasting*, 15(4), 353 - 375.
- Santanen, E., Briggs, R. O., & de Vreede, G-J.,2004. Causal Relationships in Creative Problem Solving: Comparing Facilitation Interventions for Ideation. *Journal of Management Information Systems*. 20(4), 167-198.
- Stephen R.C (1986). *The Seventh Habits of Highly Effective People*, Free Press, USA