

Pemberdayaan Masyarakat dalam Mengelola Potensi Sumber Daya Air melalui Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mini/Mikro Hidro

Agus Sugiyono

Abstract

Water resource potency for mini/microhydro power is relatively big in Indonesia. Development of this potency is inline with government development program such as: increasing electrification ratio and utilizing renewable energy. Beside the program, water resource potency commonly is available in rural remote area. Development of mini/microhydro power should be parallel to the integrated water resorce management. The integrated resource management will be empowering community in the rural area in term of economy and society and finally emerge society awareness to the water resource conservation.

Keywords: *mini/microhydro power, sustainable development*

Penggunaan energi dapat membawa dampak yang negatif bagi lingkungan. Penggunaan energi dapat menimbulkan polusi karena adanya limbah padat, limbah cair, dan gas buang. Seiring dengan meningkatnya penggunaan energi, saat ini aspek lingkungan dalam pembangunan mendapat perhatian yang serius. Pemerintah telah mengeluarkan Undang-Undang (UU) No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup yang ditujukan untuk mengurangi dampak negatif kegiatan pembangunan terhadap lingkungan. Melengkapi UU tersebut diterbitkan UU No. 27 tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). UU ini mengharuskan suatu kegiatan atau usaha yang berpotensi menimbulkan dampak lingkungan untuk menyusun dokumen AMDAL. AMDAL

memuat secara lengkap rencana kegiatan, pelaksanaan konstruksi, upaya pengelolaan maupun pemantauan lingkungan serta instansi-instansi yang bertanggung jawab sesuai dengan lingkup kegiatannya. Dalam perkembangan selanjutnya masalah ini selalu dikaitkan dengan konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*).

Pengembangan sektor energi harus mengikuti kaidah pembangunan berkelanjutan. Aspek penting yang perlu mendapat perhatian adalah adanya kebijakan yang kondusif dan didukung oleh kemandirian finansial, teknologi dan sumber daya manusia. Salah satu opsi dalam pengembangan sektor energi adalah pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM) dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) untuk daerah terpencil yang tidak terjangkau oleh jaringan PT PLN (Persero). Berbeda dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) skala besar yang memerlukan waduk, PLTM dan PLTMH memanfaatkan debit aliran air dengan beda ketinggian yang tidak terlalu tinggi (*sistem run of*

Alamat korespondensi:
Agus Sugiyono, Bidang Perencanaan Energi,
Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi,
BPPT, Jakarta
E-mail: agussugiyono@yahoo.com

river). Pembangunan PLTM dan PLTMH tidak memerlukan relokasi tempat tinggal masyarakat setempat akibat pembuatan bendungan atau waduk. Lebih jauh pemanfaatan PLTM dan PLTMH diharapkan dapat menyediakan tenaga listrik yang murah dan ramah lingkungan serta dapat berdampak pada kesadaran masyarakat untuk melestarikan hutan sebagai penjaga kelestarian sumber daya air.

Kapasitas terpasang PLTM dan PLTMH saat baru mencapai 64 MW atau baru sekitar 12% dari total potensi yang ada. Untuk lebih meningkatkan pengembangan PLTM dan PLTMH telah dilakukan penelitian dan pengembangan serta melalui proyek percontohan. Beberapa PLTM dan PLTMH telah dibangun oleh Pemerintah Pusat, Pemda, Koperasi, LSM dan perusahaan swasta. Namun masih banyak permasalahan teknis maupun non teknis yang dihadapi dan memerlukan penanganan secara terkoordinasi. Dalam makalah ini akan dibahas potensi dan prospek pengembangan PLTM dan PLTMH serta upaya untuk memberdayakan masyarakat dalam mengelola sumber daya air.

POTENSI PLTM DAN PLTMH

Pembahasan sumber daya energi sangatlah penting, karena dapat menggambarkan potensi dan prospek pemanfaatannya dimasa depan. Indonesia memiliki potensi tenaga air yang cukup besar karena kondisi topografi yang sangat mendukung, yaitu bergunung dan berbukit serta dialiri oleh banyak sungai serta adanya danau yang cukup potensial sebagai sumber tenaga air. Potensi tenaga air tersebut tersebar di hampir seluruh wilayah Indonesia, namun tidak semua wilayah mempunyai peluang untuk dapat dikembangkan secara optimal. Potensi tenaga air yang berpeluang untuk dikembangkan berada di luar pulau Jawa, walaupun di Jawa juga mempunyai potensi

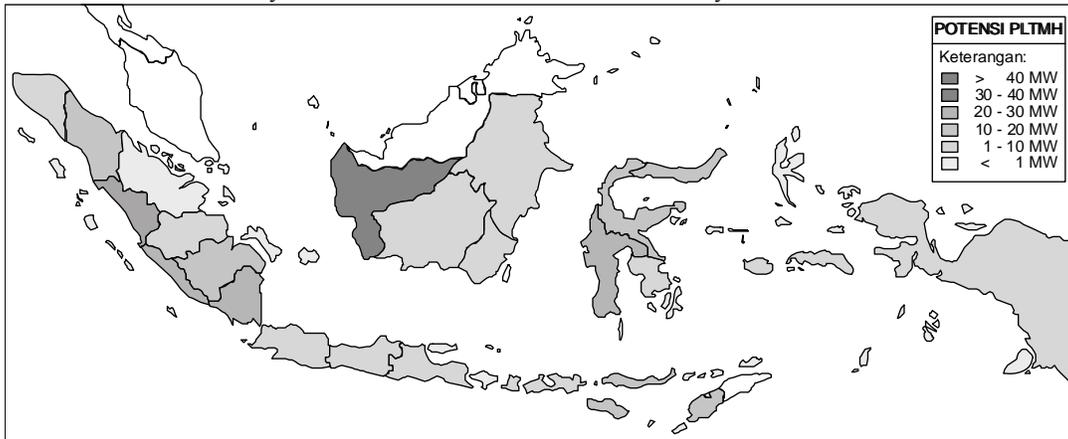
tenaga air cukup besar, namun sebagian besar telah dimanfaatkan dan lahan di Jawa sudah sangat terbatas.

Sebelum membahas lebih jauh tentang sumber daya air, perlu diketahui klasifikasi tentang PLTA. PLTA dibedakan menjadi tiga klasifikasi berdasarkan besarnya kapasitas, yaitu skala besar, mini, dan mikro. Belum ada ketentuan secara jelas mengenai batasan pembagian skala tersebut. Setiap negara mempunyai ukuran yang berbeda. Namun sebagai gambaran secara umum klasifikasinya dapat dikemukakan berikut ini. PLTA skala besar mempunyai kapasitas di atas 10 MW, PLTM mempunyai kapasitas antara 200 kW sampai 10 MW, dan PLTMH mempunyai kapasitas sampai 200 kW. Disamping berdasarkan besarnya kapasitas tersebut masih sering dibedakan berdasarkan kategori energi terbarukan dan energi yang tidak terbarukan. Untuk PLTA dengan kapasitas ≤ 40 MW dikategorikan kedalam energi terbarukan, sedangkan untuk PLTA dengan kapasitas > 40 MW dikategorikan kedalam energi yang tidak terbarukan.

Potensi tenaga air untuk PLTA skala besar diperkirakan sebesar 74,97 GW dan hampir 94% berada di luar Jawa. Dari total potensi tenaga air tersebut yang sudah dimanfaatkan adalah sebesar 3,10 GW yang sebagian besar berada di Pulau Jawa. Di luar Jawa kebanyakan potensi tersebut belum dimanfaatkan secara optimal.

Selain potensi tenaga air untuk PLTA skala besar, Indonesia juga mempunyai potensi tenaga air skala kecil yang dapat digunakan untuk PLTM dan PLTMH berkapasitas antara 200 - 10.000 kW dengan potensi sebesar 460 MW. Dari potensi tersebut yang telah dimanfaatkan sebesar 64 MW atau baru 12% dari total potensi yang ada. Pada Gambar 1 ditunjukkan penyebaran potensi tenaga air untuk PLTM dan PLTMH di setiap wilayah di Indonesia.

Gambar 1.
Penyebaran Potensi PLTM dan PLTMH di Wilayah Indonesia



Dari Gambar 1 terlihat bahwa wilayah yang paling berpotensi untuk dikembangkan PLTM dan PLTMH adalah di Kalimantan Barat, Sumatera Barat, Bengkulu dan Sulawesi Selatan. Sumber daya air tersebut selain dimanfaatkan pada pembangkit listrik juga untuk irigasi. Namun hanya di beberapa propinsi, seperti Riau, Jambi, Lampung, Kalimantan Barat, dan Nusa Tenggara Timur yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai irigasi.

PROSPEK PENGEMBANGAN PLTM DAN PLTMH

Pemerintah melalui Peraturan Presiden Nomor 5 tahun 2006 telah menetapkan Kebijakan Energi Nasional (KEN). Kebijakan ini bertujuan untuk mengarahkan upaya-upaya dalam mewujudkan keamanan pasokan energi dalam negeri (*security of supply*). Salah satu kebijakan tersebut adalah meningkatkan peran energi baru dan terbarukan lainnya, termasuk didalamnya tenaga air menjadi lebih dari 5 persen pada tahun 2025.

Meskipun potensi PLTM dan PLTMH tidak begitu besar bila dibandingkan dengan potensi PLTA skala besar, namun untuk wilayah terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik maupun wilayah yang tidak mempunyai sumber bahan bakar lain, potensi yang ada mempunyai prospek untuk dikembangkan. Disamping itu pemerintah mempunyai program untuk

meningkatkan rasio elektrifikasi. Rasio elektrifikasi merupakan jumlah orang sudah menggunakan tenaga listrik dibandingkan dengan total jumlah penduduk. Rasio elektrifikasi pada tahun 2004 baru mencapai 54,8% dan di tahun 2010 diharapkan naik menjadi 70%. Tahun 2004 angka rasio elektrifikasi tertinggi adalah di wilayah Jawa dan Bali yang mencapai 59,4%, disusul Sumatera 53,1%, Sulawesi 47,2%, Kalimantan 46,6% dan wilayah lainnya hanya mencapai 33%. Apabila dibandingkan dengan negara-negara lain, angka rasio elektrifikasi di Indonesia masih jauh ketinggalan, misalnya dengan Armenia, Azerbaijan, Brunai Darussalam, Iran, China dan Singapura, yang sudah mencapai 100%. Untuk meningkatkan rasio ini dibutuhkan penambahan pembangkit dalam jumlah yang besar sehingga dibutuhkan dana untuk investasi yang besar. Oleh karena itu dibutuhkan terobosan baru guna merangsang investor untuk mengembangkan PLTM maupun PLTMH sebagai opsi alternatif dalam meningkatkan rasio elektrifikasi.

Keuntungan dari pengembangan PLTM dan PLTMH bagi masyarakat pedesaan dan desa terpencil antara lain yaitu:

1. lokasi sumber daya air untuk PLTM dan PLTMH pada umumnya berada di wilayah pedesaan dan desa terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik,

2. penggunaan energi konvensional, seperti batubara untuk pembangkit listrik di wilayah ini akan memerlukan biaya yang tinggi karena adanya tambahan biaya transportasi bahan bakar,
3. mengurangi ketergantungan pada penggunaan bahan bakar fosil, dan
4. meningkatkan kegiatan perekonomian sehingga diharapkan dapat menambah penghasilan masyarakat.

Sumber daya air memiliki fungsi strategis yaitu dapat meningkatkan keamanan pasokan energi dalam negeri bila digunakan untuk PLTM dan PLTMH karena akan mengurangi ketergantungan impor bahan bakar. Disamping itu sumber daya air dapat dimanfaatkan untuk irigasi dan untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Dengan kebijakan yang tepat dalam pemanfaatannya maka diharapkan banyak usaha atau kegiatan produktif akan muncul sehingga meningkatkan perekonomian masyarakat.

PENGELOLAN SUMBER DAYA AIR

Sumber daya air merupakan barang bersama (*common goods*) yang hak kepemilikannya tidak dapat diberikan kepada satu individu melainkan diberikan kepada sekelompok masyarakat. Dalam pemanfaatannya, setiap individu akan cenderung untuk menggunakan secara berlebihan sehingga dapat merugikan orang lain bahkan dapat merusak lingkung-

an. Hal ini menyebabkan terjadinya pertentangan kepentingan antar setiap anggota masyarakat. Oleh karena itu perlu peran pemerintah untuk mengatur kekayaan yang masuk dalam kategori kekayaan bersama (*common property*). Pemerintah diharapkan membuat kebijakan atau regulasi sehingga setiap kelompok pemilik dapat bekerja sama dan tidak hanya mengejar kepentingan pribadi. Dengan memperhatikan hal tersebut ada prinsip-prinsip dasar yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan sumber daya air.

Pembangunan Berkelanjutan

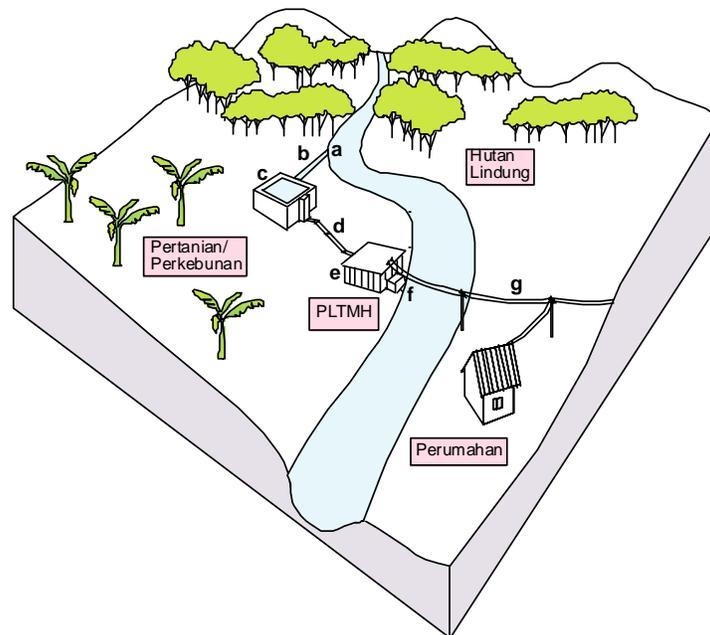
Pembangunan dapat disebut berkelanjutan bila memenuhi kriteria ekonomis, bermanfaat secara sosial, dan tetap menjaga kelestarian lingkungan hidup. KTT Bumi di Rio de Janeiro pada tahun 1992 merupakan titik tolak dalam mengimplementasikan konsep pembangunan berkelanjutan. Salah satu hasil penting dalam konferensi ini adalah pembentukan komisi pembangunan berkelanjutan (CSD – *Commission on Sustainable Development*). Komisi ini telah menghasilkan kesepakatan untuk mengimplementasikan konsep pembangunan berkelanjutan seperti yang tertuang dalam Agenda 21. Secara garis besar keterkaitan antar ketiga kriteria dalam konsep pembangunan berkelanjutan ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



Pengembangan PLTM dan PLTMH supaya dapat mendukung pembangunan berkelanjutan harus memperhatikan tiga aspek. Aspek pertama yang berkaitan dengan lingkungan adalah kelestarian sumber daya air. Pelestarian sumber daya air terkait dengan kebutuhan air untuk irigasi, air minum dan pembangkit listrik bagi masyarakat untuk antar generasi. Aspek yang penting untuk diperhatikan adalah siklus hidrologi, aspek teknis dari struktur fisik, serta terpeliharanya daerah aliran sungai (DAS). Oleh karena itu perlu kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pelestarian kawasan DAS dan kesadaran masyarakat mengenai manfaat dan tata guna air. Aspek kedua yang berkaitan dengan ekonomi adalah peningkatan pendapatan masyarakat. Aspek ini sangat erat kaitannya dengan aspek ketiga yaitu aspek sosial. Pembangunan PLTM dan PLMH harus dapat memberdayakan masyarakat dalam meningkatkan kegiatan perekonomian. Masyarakat menjadi lebih aktif berpartisipasi dalam kegiatan ekonomi yang muaranya dapat mengurangi kemiskinan.

Secara garis besar komponen dasar instalasi dalam pengembangan PLTM dan PLTMH meliputi: (a) pintu pengambilan (*intake*), (b) saluran penghantar (*headrace*), (c) bak penenang (*forebay*), (d) pipa pesat (*penstock*), (e) rumah pembangkit (*power house*), (f) saluran buang (*tailrace*), dan (g) jaringan transmisi (*transmission line*). Gambar 3 menunjukkan komponen instalasi PLTM dan PLTMH. Aliran air masuk melalui *intake* dan disalurkan ke bak penenang yang kemudian dialirkan melalui pipa pesat menuju turbin dalam rumah pembangkit. Turbin merupakan bagian penting dari sistem yang menerima energi potensial dari aliran air dan mengubahnya menjadi energi mekanis. Energi mekanik ini kemudian akan memutar sumbu turbin pada generator dan akan menghasilkan energi listrik. Selepas dari turbin, air dikembalikan lagi ke aliran semula. Dengan demikian PLTM dan PLTMH tidak banyak mempengaruhi lingkungan atau mengurangi air untuk keperluan penting lainnya, seperti: pertanian dan air bersih.

Gambar 3.
Komponen Dasar Pengembangan PLTM dan PLTMH



Kebijakan dan Peraturan

Pemeliharaan sumber daya air memerlukan suatu kebijakan yang terpadu supaya tidak saling tumpang tindih karena berkaitan dengan banyak sektor. Undang-Undang (UU) yang mengatur sumber daya air adalah UU No.7/2004. Dalam UU ini masalah konservasi, pendayagunaan dan pengendalian tata guna sumber daya air menjadi prioritas yang harus dilestarikan. Pemerintah tidak memprivatisasikan sumber daya air dan pengelolaannya diarahkan kepada upaya mewujudkan sinergi dan mencegah konflik antar sektor antar wilayah dan antar generasi. UU ini kemudian akan menjadi dasar untuk menyempurnakan peraturan-peraturan yang ada.

Sektor kehutanan telah mengatur pedoman penyelenggaraan pengelolaan DAS melalui Keputusan Menteri Kehutanan (Kepmen Menhut) No. 52/Kpts-II/2001. Pedoman ini digunakan untuk pengelolaan DAS nasional, regional, dan lokal yang dapat disesuaikan dengan kondisi, tuntutan spesifik dan kewenangan yang dimiliki masing-masing daerah. Dengan adanya pedoman ini diharapkan adanya persamaan persepsi dan langkah dalam penyelenggaraan pengelolaan DAS sesuai dengan karakteristik ekosistemnya, sehingga pemanfaatan sumber daya alam dapat berlangsung secara optimal, berkeadilan, dan berkelanjutan.

Peraturan yang berkaitan dengan ketenagalistrikan adalah Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (Kepmen ESDM) No. 1122K/30/MEM/2002 tentang pedoman perusahaan pembangkit tenaga listrik skala kecil tersebar dan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (Permen ESDM) No. 002/2006 tentang perusahaan pembangkit listrik tenaga energi terbarukan skala menengah. Menurut pasal 1 ayat 1 Kepmen ESDM 1122K/30/MEM/2002, pembangkit tenaga listrik skala kecil tersebar adalah pembangkit tenaga listrik milik usaha kecil yang menggunakan energi terbarukan dengan jumlah daya

terpasang pada pusat pembangkit maksimum 1 MW. Usaha kecil adalah usaha kecil sebagaimana dimaksud dalam Undang undang No. 9 tahun 1995 tentang usaha kecil. Sedangkan pembangkit listrik tenaga energi terbarukan skala menengah adalah dengan kapasitas terpasang di atas 1 MW sampai dengan 10 MW (pasal 2 ayat 3 Permen ESDM 002/2006).

Untuk wilayah yang dilalui jaringan listrik, kelebihan daya dapat disalurkan ke jaringan listrik PT. PLN (Persero). PT. PLN (Persero) akan membeli listrik dari pembangkit tenaga listrik skala kecil tersebar dengan ketentuan harga seperti yang telah ditetapkan pada pasal 14 ayat 1 Kepmen ESDM 1122K/30/MEM/2002, yaitu:

1. Harga jual tenaga listrik apabila terinterkoneksi pada tegangan menengah adalah 80% dari harga pokok penjualan tegangan menengah.
2. Harga jual tenaga listrik apabila terinterkoneksi pada tegangan rendah adalah 60% dari harga pokok penjualan tegangan rendah.

Harga pokok penjualan adalah biaya produksi tenaga listrik dibagi dengan kWh terjual (sesuai pasal 1 ayat 6).

Pembelian tenaga listrik untuk pembangkit listrik tenaga energi terbarukan skala menengah menurut ketentuan Permen ESDM 002/2006 adalah sebagai berikut:

1. Apabila terinterkoneksi pada tegangan menengah harganya adalah 80% dari biaya pokok penyediaan tegangan menengah dari pemegang kuasa usaha ketenagalistrikan propinsi atau pemegang ijin usaha ketenagalistrikan untuk kepentingan umum.
2. Apabila terinterkoneksi pada tegangan rendah harganya adalah 60% dari biaya pokok penyediaan tegangan rendah.

Biaya pokok penyediaan adalah biaya penyediaan tenaga listrik untuk menghasilkan kWh. Kontrak jual beli tenaga listrik untuk pembangkit skala menengah dilakukan minimal selama 10 tahun dan dapat diperpanjang.

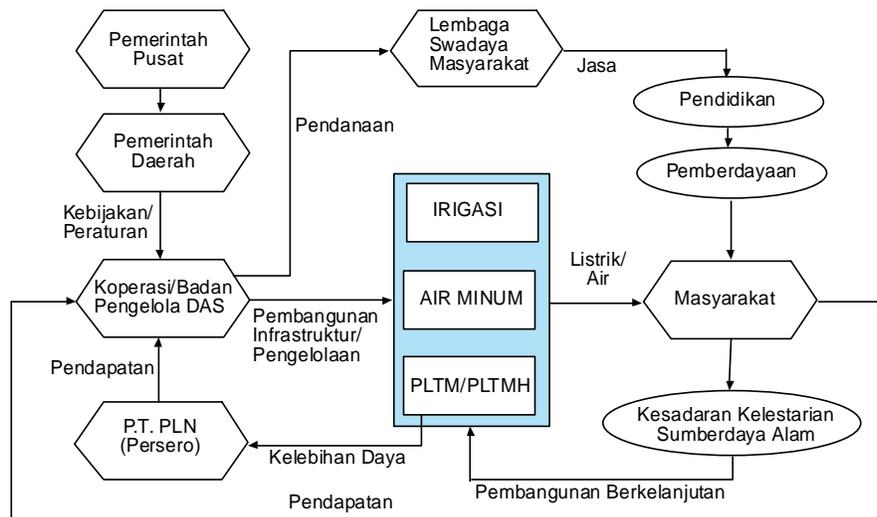
Pengembangan Institusi

Melihat potensi yang ada, keberadaan PLTM dan PLTMH menjadi salah satu terobosan dalam memenuhi kebutuhan listrik dipedesaan. Namun keberada PLTM dan PLTMH tidak dapat berdiri sendiri tanpa didukung oleh keterlibatan masyarakat daerah atau desa, dan investor serta lembaga swadaya masyarakat lainnya. Pemerintah sendiri telah mengambil inisiatif dengan membuat “green energy initiative” untuk mendorong penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Disamping itu juga telah dibentuk *Micro-Mini Hydro Clearing House* (MMHCH) yang bertujuan untuk menyediakan dan memberikan informasi di bidang PLTM dan PLTMH yang dapat diakses secara cepat, lengkap dan akurat. MMHCH diharapkan menjadi fasilitator dalam menyelesaikan permasalahan yang timbul diantara sesama *stakeholder* baik permasalahan teknis maupun non teknis serta sebagai media dan sarana tukar menukar informasi.

Kementerian Koperasi dan UKM, Departemen Perindustrian dan Perdagangan dan Pemerintah Daerah. Sedangkan lembaga penelitian dan pengembangan diantara adalah: Puslitbang Teknologi Energi dan Ketenagalistrikan, BPPT, Perguruan Tinggi. Pusklat Energi dan Ketenagalistrikan, serta PT. PLN (Persero). Sedangkan lembaga swadaya masyarakat serta asosiasi profesi juga sudah banyak didirikan untuk meningkatkan penggunaan PLTM dan PLTMH. Institusi luar negeri seperti Bank Dunia dan GTZ juga telah mengembangkan beberapa proyek percontohan bekerja sama dengan lembaga swadaya masyarakat.

Pengembangan PLTM dan PLTMH harus sejalan dengan pengelolaan sumber daya air. Secara garis besar konsep pengembangan PLTM dan PLTMH yang terpadu dengan sektor lainnya ditunjukkan Gambar 4. Ada tiga kebutuhan dasar bagi masyarakat yang harus dipenuhi yaitu: air untuk irigasi pertanian, air bersih dan tenaga listrik. Kebutuhan tersebut dapat disediakan oleh koperasi atau badan

Gambar 4. Konsep Pengelolaan PLTM dan PLTMH Terpadu



Instansi pemerintah yang terkait dengan pengembangan PLTM dan PLTMH diantaranya adalah Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral,

pengelola DAS yang beroperasi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Disamping itu masyarakat perlu mendapat pendidikan dan perlu diberdayakan. Lembaga swadaya masyarakat

kat dapat berperan dalam pemberdayaan masyarakat dengan pendanaan dari pendapatan koperasi atau badan pengelola DAS. Pemberdayaan masyarakat terkait dengan pemberian akses bagi masyarakat dan organisasi masyarakat dalam memperoleh dan memanfaatkan hak masyarakat bagi peningkatan kehidupan ekonomi dan sosial. Pemberdayaan masyarakat amat penting untuk mengatasi ketidakmampuan masyarakat yang disebabkan oleh: keterbatasan akses, kurangnya pengetahuan dan keterampilan, kemiskinan, dan keengganan pemerintah untuk membagi wewenang pengelolaan sumber daya kepada masyarakat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sumber daya air untuk PLTM dan PLTMH mencapai 460 MW dan baru 12% yang dimanfaatkan. Potensi ini dapat dikembangkan mengingat adanya program pemerintah dalam meningkatkan rasio elektrifikasi. Disamping itu potensi tersebut kebanyakan berada di wilayah pedesaan yang tidak terjangkau jaringan listrik PT. PLN (Persero). Pengembangan PLTM dan PLTMH di wilayah tersebut mempunyai keuntungan, yaitu: mengurangi ketergantungan pada penggunaan bahan bakar fosil, memanfaatkan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan meningkatkan kegiatan perekonomian pedesaan sehingga diharapkan dapat menambah penghasilan masyarakat.

Pengembangan PLTM dan PLTMH harus sejalan dengan pengelolaan sumber daya air secara terpadu. Prinsip-prinsip dasar yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan sumber daya air, meliputi: konsep pembangunan berkelanjutan, kebijakan dan peraturan perundang-undangan, dan pengembangan institusi. Dengan pengelolaan secara terpadu diharapkan pemberdayaan masyarakat dalam meningkatkan kehidupan ekonomi dan sosial dapat tercapai sehingga timbul kesadaran untuk turut melestarikan sumber daya air. Mengingat pentingnya pengembangan PLTM dan PLTMH ini

maka perlu adanya inventarisasi sumber daya energi yang lebih rinci sehingga investor akan tertarik untuk mengembangkannya.

DAFTAR RUJUKAN

- BAPEKKI, 2005 *Kajian Kebijakan Insentif Fiskal Dalam Rangka Meningkatkan Usaha Ketenagalistrikan*, hal. 5.28-5.32, Badan Pengkajian Ekonomi, Keuangan dan Kerjasama Internasional, Departemen Keuangan bekerja sama dengan Center for Energy and Power Studies, PT. PLN (Persero).
- Croockewit, J., 2002, *Handbook for Developing Micro Hydro in British Columbia*, pp. 7-8, BC: Hydro.
- Greacen, C.E., 2004, *The Marginalization of "Small is Beautiful": Microhydroelectricity, Common Property, and the Politics of Rural Electricity Provision in Thailand*, Dissertation, Berkeley CA: University of California.
- Mangkusoebroto, G., 1991, *Ekonomi Publik*, Edisi 3, hal. 31-56, Yogyakarta: BPFE.
- Nebel, B.J. and Wright, R.T., 2000, *Environmental Science, 7th Edition*, Prentice Hall, Pp. 209-234.