



Keekonomian Pengembangan PLTP Skala Kecil

Agus Sugiyono*¹

¹Bidang Perencanaan Energi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta, Indonesia

*E-mail: agussugiyono@yahoo.com

ABSTRAK

Energi panas bumi merupakan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan mempunyai prospek untuk dikembangkan sebagai pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP). Kontribusinya PLTP dalam sistem kelistrikan nasional saat ini masih sangat kecil karena ada kendala terutama masalah keekonomiannya. Kebijakan harga patokan tertinggi pembelian listrik dari PLTP oleh PT PLN sebesar 9,7 cent \$/kWh, belum banyak membantu pengembangan PLTP ke depan. Kebijakan harga ini sudah mencapai harga keekonomiannya untuk PLTP skala besar (> 30 MW) sedangkan untuk skala kecil (< 5 MW) harga tersebut belum ekonomis. Mengingat sumber energi panas bumi yang ada di Indonesia, yang sebagian hanya bisa digunakan untuk pembangkit skala kecil, maka perlu adanya kebijakan baru khusus untuk pengembangan PLTP skala kecil. Faktor yang mempengaruhi keekonomian PLTP skala kecil ini diantaranya adalah kualitas sumber daya dan kondisi infrastruktur di lokasi tersebut. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa PLTP skala kecil mempunyai rentang biaya pembangkitannya sekitar 9-28 cent \$/kWh tergantung dari kualitas sumber daya dan kondisi infrastrukturnya. Dengan demikian perlu adanya kebijakan baru yang dapat berupa *feed in tariff* supaya PLTP skala kecil dapat berkompetisi dalam pengembangan energi terbarukan untuk jangka panjang.

Kata kunci: PLTP skala kecil; biaya pembangkitan;

1. Pendahuluan

Energi panas bumi merupakan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan mempunyai prospek untuk dikembangkan sebagai pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP). Saat ini pemanfaatan panas bumi untuk PLTP baru mencapai 4,1% dari total potensi yang ada. Kapasitas terpasang PLTP tercatat sebesar 1.197 MW yang tersebar di 9 lokasi yang sebagian besar (93%) berada di Jawa, dan sisanya tersebar di Sulawesi Utara, Sumatera Utara, dan Nusa Tenggara Timur.

Melalui program percepatan 10.000 MW tahap II, pemerintah menargetkan pemanfaatan PLTP dapat lebih besar lagi. Dalam program ini

70% dari pengembangan pembangkit diharapkan berasal dari tenaga hidro, panas bumi dan energi baru terbarukan lainnya. Sebanyak 43 proyek pembangunan PLTP dengan kapasitas 3.967 MW siap kembangkan dalam program tersebut sampai tahun 2014, sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (Permen ESDM) No.15/2010. Target pengembangan PLTP ini menyumbang lebih dari 40% dari total target kapasitas terpasang proyek percepatan tahap II yakni sebesar 9.522 MW.

Untuk mencapai target pengembangan PLTP tersebut, pemerintah mengeluarkan Peraturan Menteri ESDM 02/2011 yang menugaskan PT PLN (Persero) untuk melaksanakan *Purchasing Power Agreement* (PPA) dengan



Independent Power Producer (IPP) untuk pengembangan PLTP dalam program percepatan tahap II seperti yang diatur dalam Peraturan Presiden 04/2010 dan Peraturan Menteri ESDM 15/2010 Harga listrik (*ceiling price*) dari PLTP ditetapkan sebesar 9,7 cent \$/kWh. Meskipun telah diterapkan tarif tersebut, pengembangan PLTP belum dapat dilakukan secara maksimal. Hal ini karena tarif tersebut hanya ekonomis untuk PLTP skala besar (> 30 MW) sedangkan untuk skala kecil (< 5 MW) harga tersebut masih belum ekonomis.

Mengingat sumber energi panas bumi yang ada di Indonesia sebagian hanya bisa digunakan untuk pembangkit skala kecil, maka perlu adanya kebijakan baru, khusus untuk pengembangan PLTP skala kecil. Faktor yang mempengaruhi keekonomian PLTP skala kecil ini diantaranya adalah kualitas sumber daya dan kondisi infrastruktur di lokasi tersebut. Permasalahan utama untuk pengembangan PLTP skala kecil terletak pada biaya pengembangan lapangan uap dan tingkat pengembalian investasi. Kebijakan *feed in tariff* merupakan alternatif kebijakan untuk mengeliminasi permasalahan tersebut dan saat ini sedang dipersiapkan. Kebijakan ini nantinya diharapkan dapat memberi kepastian pengembalian investasi kepada investor. Dalam makalah ini akan diuraikan parameter dan hasil perhitungan biaya pembangkitan PLTP skala kecil yang diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam penyusunan kebijakan *feed in tariff* tersebut.

2. Potensi Energi Panas Bumi

Data dari Badan Geologi, Kementerian ESDM menunjukkan bahwa terdapat total 276 lokasi potensi panas bumi di Indonesia. Di Sumatera terdapat 86 lokasi, di Jawa 71 lokasi, di Kalimantan 8 lokasi, di Sulawesi 55 lokasi, di Bali dan Nusa Tenggara 27 lokasi, di Maluku 26 lokasi, dan di Papua 3 lokasi. Total potensi panas bumi mencapai 29,038 MW.

Dari total 276 lokasi tersebut, sebagian besar (149 lokasi) baru dalam tahap survei awal dan 22 lokasi dalam tahap eksplorasi awal. Sebagian besar lokasi panas bumi tersebut berada di daerah terpencil dan mempunyai skala kecil. Sedangkan 90 lokasi dalam tahap eksplorasi detail dan lokasi yang siap untuk dieksploitasi hanya 8 lokasi. Dari data tersebut terlihat bahwa masih dibutuhkan usaha untuk meningkatkan status eksplorasi hingga siap untuk dieksploitasi.

Sistem panas bumi di Indonesia pada umumnya merupakan sistem hidrothermal yang mempunyai temperatur tinggi (> 225 °C). Hanya beberapa sistem yang mempunyai temperatur sedang (125-225 °C). Fluida panas bumi bertemperatur tinggi telah lama dimanfaatkan untuk PLTP, namun dengan perkembangan teknologi yang ada saat ini telah memungkinkan fluida yang bertemperatur sedang dimanfaatkan untuk PLTP skala kecil dengan kapasitas terpasang hingga 5 MW.

Menurut hasil studi awal dari Kementerian Negara Ristek tahun 2009 yang dilakukan di 4 provinsi di Indonesia bagian Timur, yaitu: Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Maluku, dan Maluku Utara, terdapat lebih dari 200 unit PLTP skala kecil yang berpotensi untuk dikembangkan. Total kapasitas PLTP tersebut lebih dari 214 MW dengan unit kapasitas PLTP yang kecil (< 5 MW) karena memang kebutuhan energi di daerah tersebut juga kecil.

3. Keekonomian PLTP Skala Kecil

Potensi panas bumi yang dimiliki wilayah Indonesia bagian Timur, seperti: Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Maluku, dan Maluku Utara, cukup melimpah. Namun demikian, wilayah-wilayah tersebut masih menggunakan pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) dengan bahan bakar minyak (BBM). Kendala dalam pengoperasian PLTD ini adalah biaya pembangkitannya yang sangat besar, karena harga BBM yang mahal. Harga BBM untuk PLTD



yang berada di daerah yang sangat terpencil akan cenderung semakin mahal. Dengan semakin meningkatnya harga BBM setiap tahun ini akan menyebabkan biaya operasional PLTD juga menjadi semakin mahal. Oleh karena itu, pemanfaatan PLTP skala kecil untuk menggantikan PLTD mempunyai prospek untuk dikembangkan karena dapat menurunkan biaya pembangkitan listrik yang pada akhirnya akan mengurangi beban subsidi pemerintah.

PLTP skala kecil cocok untuk diterapkan di wilayah Indonesia bagian Timur, antara lain karena:

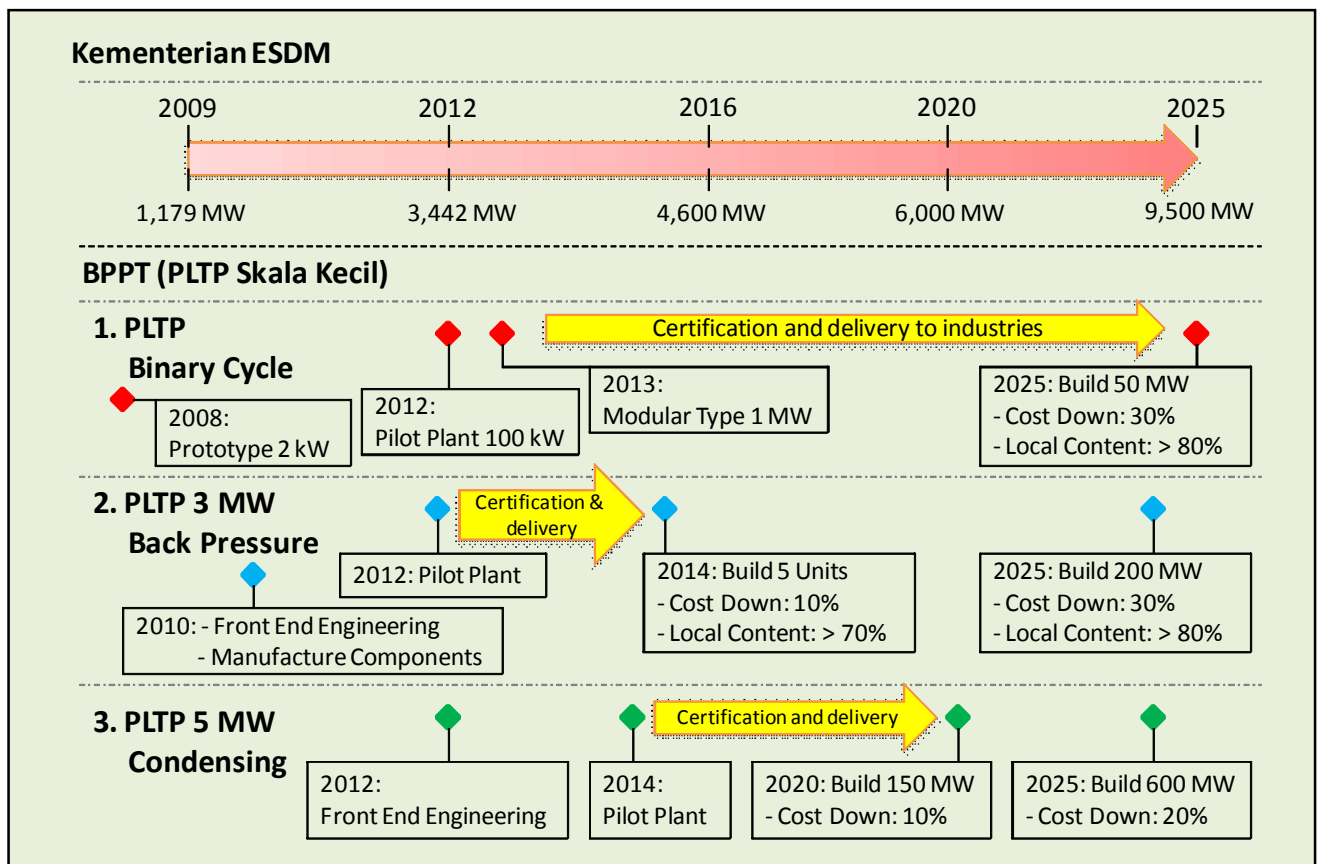
- potensi panas bumi di wilayah Indonesia bagian Timur cukup besar
- pembangkit listrik yang ada saat ini berasal dari PLTD yang mempunyai biaya

pembangkitan sangat tinggi

- penyediaan listrik belum merata ke seluruh masyarakat
- beban listrik tidak terpusat di suatu daerah tetapi tersebar secara tidak merata
- penyediaan listrik dari BBM maupun batubara terkendala faktor transportasi, cuaca, ketersediaan sumber dan harga.

3.1. Teknologi

Penerapan teknologi PLTP skala kecil dapat dilakukan baik dengan teknologi konvensional seperti penggunaan PLTP *back pressure* dan *condensing* ataupun dengan PLTP *binary cycle*. Roadmap pengembangan PLTP secara nasional (Kementerian ESDM) dan PLTP skala kecil (BPPT) ditunjukkan pada Gambar 1. Berikut ini akan



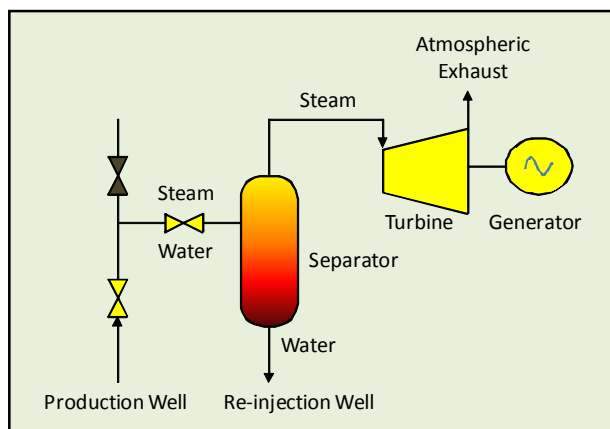
Gambar 1. Roadmap Pengembangan PLTP [1].



dibahas secara ringkas masing-masing teknologi tersebut.

- PLTP *Back Pressure*

Diagram proses PLTP *back pressure* ditunjukkan pada Gambar 2. PLTP dengan turbin *back pressure* merupakan sistem pembangkit yang relatif sederhana dan dapat dikembangkan oleh industri manufaktur dalam negeri. PLTP ini sangat potensial untuk dikembangkan di Indonesia dalam rangka mempercepat proses industrialisasi di sektor ketenagalistrikan.

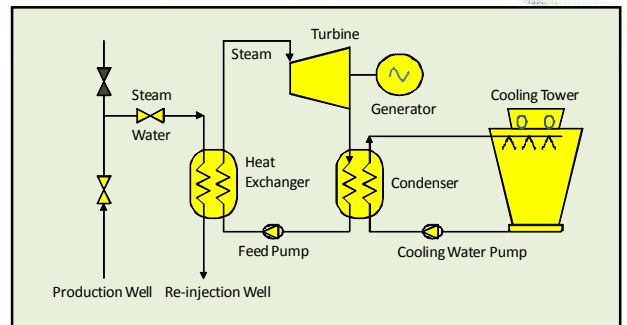


Gambar 2. PLTP *back pressure* [2].

PLTP ini mempunyai efisiensi yang lebih rendah dari pada PLTP *condensing*. Teknologi ini sesuai untuk PLTP skala kecil dan dapat digunakan untuk pengembangan tahap awal lapangan panas bumi. Pembangunan PLTP ini relatif cepat dan murah.

- PLTP *Binary Cycle*

Diagram proses PLTP *binary cycle* ditunjukkan pada Gambar 3. Pilot proyek pemanfaatan panas bumi dengan PLTP *binary cycle* sudah dikembangkan BPPT bekerjasama dengan Enersystem (Perancis). Pada tahun 1995 dilakukan *commissioning* dan bisa berjalan dengan baik. Teknologi ini menggunakan suhu uap reservoir yang berkisar antara 107-182 °C [1].

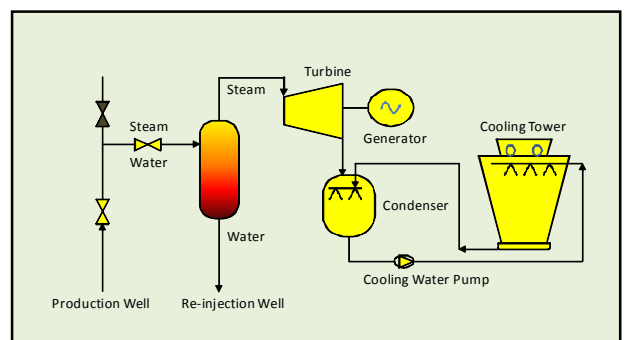


Gambar 3. PLTP *binary cycle* [2].

Fluida kerja memakai cairan yang memiliki titik didih yang rendah seperti iso-butana atau iso-pentana. Keuntungan PLTP *binary-cycle* adalah dapat dimanfaatkan pada sumber panas bumi yang bersuhu rendah, selain itu teknologi ini tidak mengeluarkan emisi. Diperkirakan teknologi ini akan banyak dikembangkan dimasa depan.

- PLTP *Condensing*

Diagram proses PLTP *condensing* ditunjukkan pada Gambar 4. PLTP *condensing* yang memiliki sistem pembangkit yang lebih rumit karena perlu adanya proses kondensasi dan *cooling system* setelah uap keluar dari turbin. BPPT saat ini sedang mengembangkan PLTP skala kecil kapasitas 3 MW dengan teknologi *condensing turbine*, yang seluruh prosesnya sejak dari rancang bangun sampai dengan manufaktur komponen utamanya dilakukan di dalam negeri.



Gambar 4. PLTP *condensing* [2].



BPPT telah menyelesaikan pekerjaan rancang bangun PLTP tersebut dan sedang menyelesaikan pembangunan pilot proyek di lapangan panas bumi Kamojang. Berbagai komponen utama dibangun dan dibuat oleh industri nasional, seperti PT Nusantara Turbin & Propulsi untuk pabrikasi turbin, PT Pindad untuk pabrikasi generator listrik, dan PT Boma Bisma Indra untuk pabrikasi komponen *balance of plant* [1]

3.2. Keekonomian

Secara garis besar struktur biaya pembangkitan PLTP meliputi dua komponen yaitu: biaya investasi serta biaya operasional dan perawatan. Biaya investasi dapat dibagi menjadi biaya investasi eskplorasi, biaya pengembangan lapangan uap, dan biaya investasi pembangkit. Sedangkan biaya operasional dan perawatan meliputi biaya operasional pembangkit listrik, biaya pemeliharaan pembangkit listrik, dan biaya pemeliharaan lapangan dan pembuatan sumur *make-up*.

Ada dua parameter penting yang mempengaruhi besarnya biaya investasi, yaitu kualitas sumber daya dan kondisi infrastruktur di lokasi tersebut. Sumber daya panas bumi dapat mempunyai kualitas tinggi, menengah dan rendah. Sedangkan infrastruktur di lokasi pengembangan panas bumi dapat sudah maju, sedang maupun masih terpencil. Besarnya biaya investasi ditunjukkan pada Tabel 1 dan merupakan total biaya modal langsung serta tidak langsung.

Tabel 1. Biaya Investasi PLTP (\$/kW).

		Kualitas Sumber Daya					
		Tinggi		Menengah		Rendah	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Lokasi	Maju	4.200	6.325	4.725	8.250	5.250	10.175
	Sedang	4.400	7.475	4.950	9.750	5.500	12.025
	Terpencil	5.200	9.200	5.850	12.000	6.500	14.800

Sumber: Diolah dari [3] dan [4] dalam harga konstan 2009

Biaya investasi ini sudah termasuk biaya eskplorasi, biaya pengembangan uap dan biaya

pembangkit. Semua komponen biaya investasi dalam pembahasan sebelumnya sudah masuk dalam data ini. Biaya investasi di sini tidak menunjukkan satu nilai yang unik tetapi merupakan nilai minimum dan maksimum yang mungkin dan menunjukkan rentang biaya investasi.

Biaya operasi dan perawatan ditunjukkan pada Tabel 2 yang sudah termasuk biaya perawatan lapangan uap serta biaya operasi dan perawatan pembangkit. Dalam menghitung biaya pembangkitan PLTP skala kecil ini, digunakan asumsi *discount rate* 10%, umur ekonomis 25 tahun dan faktor ketersediaan 95%. Sedang lamanya waktu eksplorasi, eksploitasi sampai pembangunan pembangkit diasumsikan memerlukan waktu selama 2 tahun.

Tabel 2. Biaya Operasi dan Perawatan PLTP (\$/kW).

\$/kWh/tahun	Min	Max
Biaya O&M	2,00	3,50

Sumber: Diolah dari [3] dan [4] dalam harga konstan 2009

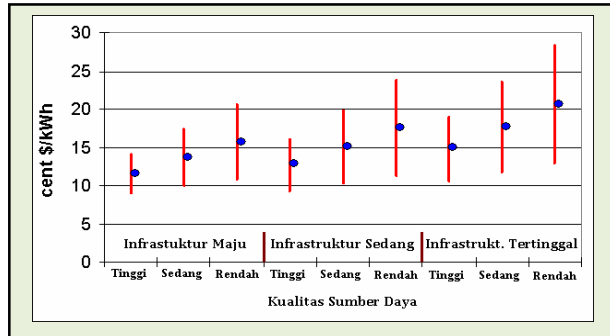
Dengan menghitung *net present value* (NPV) dari biaya investasi selama umur ekonomis (*NPV INV cost*) ditambah dengan biaya operasi dan perawatan (*O&M cost*) maka dapat dihitung biaya pembangkitannya. Rumus yang digunakan ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$BiayaPembangkitan = \frac{NPV (INV cost)}{Avail \times 8,760} + O \& M cost \quad (1)$$

Diasumsikan bahwa biaya pembangkitan hanya tergantung dari komponen biaya investasi serta komponen biaya operasi dan perawatan, Dengan menggunakan data dan rumus di atas, biaya pembangkitan PLTP skala kecil ini ditunjukkan pada Gambar 5. Biaya pembangkit PLTP skala kecil berkisar antara 9,05 *cent* \$/kWh sampai dengan 28,36 *cent* \$/kWh. Bila dirata-rata maka biaya pembangkitannya adalah sebesar

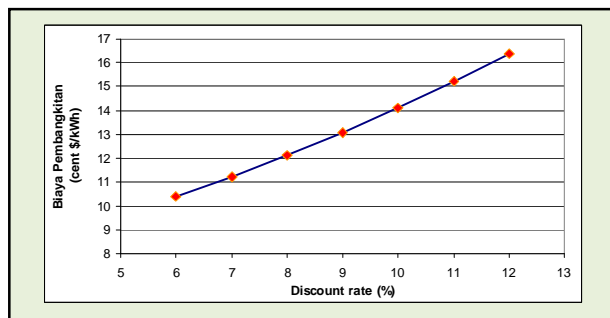


15,50 cent $\$/kWh$. Dari gambar terlihat bahwa semakin rendah kualitas sumber daya maka makin mahal biaya pembangkitannya. Begitu juga untuk kondisi infrastruktur di lokasi PLTP, makin tertinggal infrastruktur di lokasi tersebut maka makin tinggi biaya pembangkitannya.



Gambar 5. Biaya pembangkitan PLTP skala kecil.

Biaya pembangkitan juga sangat sensitif terhadap nilai *discount rate* yang mengindikasikan nilai bunga pinjaman bank yang berlaku pada saat itu. Makin tinggi *discount rate* maka makin besar biaya pembangkitannya. Sensitivitas *discount rate* terhadap biaya pembangkitan ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Sensitivitas *discount rate* terhadap biaya pembangkitan.

4. Kesimpulan dan Saran

Panas bumi sebagai salah satu sumber daya energi terbarukan mempunyai potensi yang cukup besar di Indonesia. Meskipun saat ini belum dimanfaatkan secara optimal, namun perhatian pemerintah pada sumber energi panas bumi

sudah mulai serius. Hal ini terlihat dengan adanya target pemerintah yang cukup ambisius untuk menambah kapasitas PLTP hingga mencapai 3.967 MW pada tahun 2014 dan 9.522 MW pada tahun 2025 dari kondisi sekarang sebesar 1.189 MW.

Salah satu kendala yang banyak dihadapi dalam pengembangan energi panas bumi saat ini adalah letaknya yang terisolir jauh dari beban, sehingga menyebabkan tingkat keekonomiannya kurang menarik. Namun dengan adanya harga minyak bumi yang terus meningkat, maka pengembangan PLTP khususnya untuk skala kecil perlu diperhitungkan guna substitusi PLTD yang masih menggunakan BBM bersubsidi. Untuk mengatasi kondisi ini dapat dibuat kebijakan *feed in tariff* atau dengan menggunakan skema pendanaan dari *clean development mechanism* (CDM).

Ada dua parameter penting yang mempengaruhi besarnya biaya investasi, yaitu kualitas sumber daya dan kondisi infrastruktur di lokasi tersebut. Dari hasil perhitungan terlihat bahwa biaya pembangkit PLTP skala kecil berkisar antara 9,05 cent $\$/kWh$ sampai dengan 28,36 cent $\$/kWh$, atau rata-rata sebesar 15,50 cent $\$/kWh$. Hasil perhitungan ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam penyusunan kebijakan *feed in tariff*.

Biaya pengembangan PLTP sangatlah bergantung pada spesifikasi lokasi, karakteristik sumber daya, dan parameter pasar. Data-data rinci yang berkaitan dengan parameter tersebut sangat sulit didapatkan. Dalam kajian ini digunakan studi literatur dari berbagai sumber sehingga hasil yang didapat bukan merupakan nilai eksak yang menyatakan biaya pembangkitan PLTP skala kecil. Biaya pembangkitan yang dihitung merupakan nilai minimum dan maksimum yang menunjukkan rentang biaya yang mungkin. Untuk dapat memperoleh nilai yang lebih eksak diperlukan data lapangan yang lebih rinci.



Daftar Pustaka

- [1] PTKKE, 2011, Pengembangan PLTP Skala Kecil dan Direct Use, *Dipresentasikan pada Kick Off Meeting Pengembangan PLTP Skala Kecil*, Pusat Teknologi Konversi dan Konservasi Energi, BPPT, Jakarta.
- [2] Dickson, M.H. and Fanelli, M., 2004, *What is Geothermal Energy?* Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa.
- [3] Al-Dabbas, M.A.A., 2009, The Economical, Environmental and Technological Evaluation

- of Using Geothermal Energy, *European Journal of Scientific Research*, Vol. 38, No.4, p. 626-642, EuroJournals Publishing, Inc.
- [4] Shibaki, M., 2003, *Geothermal Energy for Electric Power: A REPP Issue Brief*, Renewable Energy Policy Project, Washington, DC.

