

Overview Potensi dan Perkembangan Pemanfaatan Energi Air di Indonesia

Asa Taufiqurrahman, Jaka Windarta

Magister Energi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro;

Email : asataufiqurrahman@students.undip.ac.id (A.T), jakawindarta@lecturer.undip.ac.id (J.W);

Abstrak : Indonesia berkomitmen dalam pengembangan penggunaan energi baru dan terbarukan yang tercantum pada Undang-Undang, Peraturan Pemerintah, Peraturan Presiden, Peraturan Menteri, maupun peraturan pendukung lainnya. Dengan kondisi topografi Indonesia yang bergunung dan berbukit membuat Indonesia memiliki potensi energi air yang besar. Potensi ini menjadi prioritas pemerintah untuk mencapai bauran energi baru dan terbarukan paling sedikit 23% pada tahun 2025 dan paling sedikit 31% pada tahun 2030. Untuk mencapai target ini pemerintah menentukan arah kebijakan dan rencana strategis yang tercantum pada Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). Energi air dapat dimanfaatkan sesuai potensi daya yang dapat dihasilkan yaitu PLTA, PLTM, PLTMH, dan juga sebagai penyimpan energi dengan teknologi *pumped storage*.

Kata Kunci : RUEN, PLTA, PLTM, PLTMH, *Pumped Storage*

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi dari waktu ke waktu semakin meningkat karena perkembangan teknologi dan pertumbuhan penduduk. Salah satu bentuk energi yang paling besar digunakan oleh masyarakat yaitu listrik. Listrik yang dikonsumsi oleh masyarakat sebagian besar diproduksi dari PLTU berbahan bakar batubara dan minyak bumi yang tergolong tidak terbarukan dan menghasilkan emisi yang cukup tinggi. Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) memprioritaskan penggunaan energi terbarukan dengan target paling sedikit 23% pada tahun 2025 dan paling sedikit 31% pada tahun 2050 (Widyaningsih 2017). Selain itu Pemerintah Indonesia juga telah menandatangani *Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change* (Persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim) pada tanggal 22 April 2016 di New York, Amerika Serikat (Arinaldo, Mursanti, and Tumiwa 2019). Artinya pemerintah Indonesia berkomitmen untuk mengembangkan energi baru dan terbarukan sekaligus membantu mengurangi emisi dari berbagai sektor.

Kondisi topografi yang bergunung dan berbukit serta adanya danau/waduk yang menjadi hulu aliran sungai membuat Indonesia memiliki potensi energi air sebagai energi primer yang besar. Indonesia memiliki potensi energi air hingga 75.091 MW yang tersebar di seluruh Indonesia namun pemanfaatannya baru sekitar 7,2%. Sebagian besar pemanfaatan energi air yaitu sebagai pembangkit listrik. Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) ini sudah terbukti handal dan menyumbang persentase

66% dari total 7GW pembangkit listrik energi baru dan terbarukan (Institute for Essential Services Reform (IESR) 2019).

Selain pembangkit listrik tenaga air (PLTA), energi air juga dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga minihidro (PLTM) dan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) yaitu dengan memanfaatkan aliran sungai atau irigasi yang dibedakan berdasarkan daya yang dapat dihasilkan. Dalam perkembangannya energi air juga dapat menjadi alternatif penyimpan energi yaitu menggunakan teknologi pumped storage. Cara kerja pumped storage adalah menyimpan energi dalam bentuk air dalam jumlah besar yang ditempatkan pada bak raksasa/danau yang dipompa dari level bawah ke level yang lebih tinggi (Donalek 2020).

Berdasarkan potensi energi baru dan terbarukan yang besar, maka pemerintah juga membuat perencanaan dan kebijakan agar penggunaan potensi energi baru dan terbarukan di Indonesia lebih optimal. Makalah ini memberikan gambaran tentang potensi, perkembangan, teknologi, serta kebijakan yang berkaitan dengan energi air di Indonesia. Dengan adanya makalah ini diharapkan dapat menjadi referensi pengembangan energi baru dan terbarukan di Indonesia.

2. Potensi dan Pemanfaatan Energi Air di Indonesia

Energi air pada dasarnya memanfaatkan energi kinetik aliran air yang berasal dari energi potensial air dari hulu atau penampungan berupa danau dan bendungan yang memiliki ketinggian tertentu. Indonesia yang memiliki topografi bergunung dan berbukit memiliki peluang potensi energi air yang besar. Potensi energi air di Indonesia diperkirakan mencapai 94.449 MW. Potensi yang dapat dimanfaatkan sebagai PLTA 75.091 MW sementara yang dapat dimanfaatkan sebagai PLTM dan PLTMH mencapai 19.358 MW (Harsoyo et al. 2015).

Tabel 1.

Potensi Energi Air sebagai PLTA per Wilayah (ESDM 2017)

No.	Wilayah/Provinsi	Potensi (MW)
1	Papua	22.371
2	Kalimantan (Selatan, Tengah, dan Timur)	16.844
3	Sulawesi (Selatan dan Tenggara)	6.340
4	Aceh	5.062
5	Kalimantan Barat	4.737
6	Sulawesi (Utara dan Tengah)	3.967
7	Sumatera Utara	3.808
8	Sumatera Barat, Riau	3.607
9	Sumatera Selata, Bengkulu, Jambi, Lampung	3.102
10	Jawa Barat	2.861
11	Jawa Tengah	813
12	Jawa Timur	525
13	Bali, NTB, NTT	624
14	Maluku	430
Total		75.091

Tabel 2.
Potensi Energi Air sebagai PLTH/PLTMH per Wilayah (ESDM 2017)

No.	Wilayah/Provinsi	Potensi
1	Kalimantan Timur	3.562
2	Kalimantan Tengah	3.313
3	Aceh	1.538
4	Sumatera Barat	1.353
5	Sumatera Utara	1.204
6	Jawa Timur	1.142
7	Jawa Tengah	1.044
8	Kalimantan Utara	943
9	Sulawesi Selatan	762
10	Jawa Barat	647
11	Papua	615
12	Sumatera Selatan	448
13	Jambi	447
14	Sulawesi Tengah	370
15	Lampung	352
16	Sulawesi Tenggara	301
17	Riau	284
18	Maluku	190
19	Kalimantan Selatan	158
20	Kalimantan Barat	124
21	Gorontalo	117
22	Sulawesi Utara	111
23	Bengkulu	108
24	Nusa Tenggara Timur	95
25	Banten	72
26	Nusa Tenggara Barat	31
27	Maluku Utara	24
28	Bali	15
29	Sulawesi Barat	7
30	D.I. Yogyakarta	5
31	Papua Barat	3
Total		19.385

Besarnya potensi energi air di Indonesia belum dikelola secara maksimal. Berdasarkan laporan Ditjen Ketenagalistrikan Januari 2020 energi air di Indonesia yang telah dimanfaatkan hingga tahun 2019 sebesar 5.976,03 MW atau sekitar 6,4% dari total potensi yang ada. Sementara itu untuk mengupayakan bauran energi baru dan terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 berdasarkan Rencana Umum Energi Nasional 2017 pemerintah mengupayakan penambahan kapasitas pembangkit listrik tenaga air sebagaimana tercantum pada tabel 3.

Tabel 3.
 Perkembangan Pemanfaatan Tenaga Air Periode 2014 – 2019
 (Ditjen Ketenagalistrikan, Januari 2020)

Jenis Pembangkit	Kapasitas Terpasang (MW)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PLTA	5.048,59	5.068,59	5.343,59	5.343,59	5.399,59	5.558,52
PLTM	111,26	148,71	211,40	240,55	267,79	311,14
PLTMH	76,95	90,15	95,87	103,76	104,76	106,36
Total	5.236,81	5.307,46	5.650,86	5.687,91	5.772,15	5.976,03

Tabel 4.
 Rencana Kapasitas PLTA Terpasang Tahun 2020-2025 (ESDM 2017)

Tahun	Total Kapasitas Terpasang (MW)
2020	5.615,2
2021	5.856,2
2022	6.497,2
2023	8.455,7
2024	10.036,7
2025	17.986,7

3. Arah Kebijakan, Strategi, dan Regulasi Pemerintah Berkaitan Energi Air

Pengembangan energi baru dan terbarukan di Indonesia memiliki beberapa dasar hukum yang mendukung. Mulai dari Undang-Undang (UU), Peraturan Pemerintah (PP), Peraturan Presiden (Perpres), Peraturan Menteri (Permen), dan peraturan terkait lainnya. Selain itu didukung juga dengan strategi yang dilakukan kementerian ESDM untuk mencapai visi dan misi Indonesia dalam pengembangan energi baru dan terbarukan.

UNDANG-UNDANG	PERATURAN PEMERINTAH	PERATURAN PRESIDEN
<ol style="list-style-type: none"> UU No. 30/2007 tentang Energi. UU No. 30/2009 tentang Ketenagalistrikan. UU No. 7/2007 tentang Sumber Daya Air. UU No.16/2016 tentang Komitmen Terhadap Perubahan Iklim. 	<ol style="list-style-type: none"> PP No. 79/2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. PP No. 14/2002 jo PP 23/2014 tentang Kegiatan Usaha Penyediaan Tenaga Listrik. 	<ol style="list-style-type: none"> Perpres No. 56/2018 jo Perpres 3/2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional. Perpres No. 14/2017 jo Perpres 4/2016 tentang Percepatan Pembangunan Infrastruktur Ketenagalistrikan. Perpres No. 22/2017 tentang RUEN. Perpres No. 47/2017, Penyediaan Lampu Tenaga Surya Hemat Energi bagi Masyarakat yang Belum Mendapatkan Akses Listrik. Perpres No. 194/2014, Perubahan Kedua Atas Peraturan Presiden No.4 Tahun 2010 tentang Penugasan Kepada PLN untuk Melakukan Percepatan Pembangunan Pembangkit Tenaga Listrik yang Menggunakan Energi Terbarukan, Batubara dan Gas. Perpres No. 38/2015, Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha (KPBU).
PERATURAN / KEPUTUSAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL		
<ol style="list-style-type: none"> Permen ESDM 16/2015, Kriteria dan/atau Persyaratan Dalam Pemanfaatan Fasilitas Pajak Penghasilan untuk Penanaman Modal Di Bidang-Bidang Usaha Tertentu di Daerah-Daerah Tertentu pada Sektor Energi dan Sumber Daya Mineral. Permen ESDM 38/2016, Percepatan Elektrifikasi di Perdesaan Belum Berkembang, Terpencil, Perbatasan dan Pulau Kecil Berpenduduk Melalui Pelaksanaan Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk Skala Kecil. Permen ESDM No. 33/2017, Tata Cara Penyediaan Lampu Tenaga Surya Hemat Energi bagi Masyarakat yang Belum Mendapatkan Akses Listrik. Permen ESDM No. 12/2018, Perubahan atas Permen ESDM No. 39/2017 tentang Pelaksanaan Kegiatan Fisik Pemanfaatan EBTKE. Permen ESDM No. 49 Tahun 2018, Penggunaan Sistem Pembangkit Tenaga Surya Atap oleh Konsumen PT Perusahaan Listrik Negara (Persero). Permen ESDM No. 50/2017 Jo 53/2018 Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Pembangkit Listrik. Kepmen ESDM No. 39 K/20/MEM/2019, Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2019-2028. 		
PERATURAN LAIN YANG TERKAIT		
<ol style="list-style-type: none"> Permenperin No.54/M-IND/PER/3/2012, Pedoman Penggunaan Produk Dalam Negeri untuk Pembangunan Infrastruktur Ketenagalistrikan. Permenperin No.5/M-IND/PER/2/2017, Perubahan Atas Permenperin No.54/M-IND/PER/3/2012 tentang Pedoman Penggunaan Produk Dalam Negeri untuk Pembangunan Infrastruktur Ketenagalistrikan. 		

Gambar 1. Produk Regulasi berkaitan EBT (Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional 2019)

Berikut ini merupakan beberapa arah kebijakan nasional dan kementerian terkait pengembangan pembangkit listrik tenaga air (PLTA) berdasarkan Rencana Strategis Ditjen EBTKE 2020-2024.

- a. Melakukan revitalisasi PLTMH yang telah dibangun dengan dana APBN KESDM, untuk mengoptimalkan penyerapan akses energi ke masyarakat di daerah 4T;
- b. Menyusun prioritas pengembangan PLTA/M/MH berdasarkan progres maupun kelengkapan perizinan dan kesiapan pendanaan, serta prioritas untuk proyek/ perusahaan yang telah lulus DPT;
- c. Mendorong implementasi PLTA/M/MH yang terdapat pada rencana pembangunan pembangkit pada RUPTL melalui monitoring dan fasilitasi;
- d. Pemanfaatan waduk/bendungan eksisting sebagai infrastruktur Pembangkit Listrik Tenaga Air. Pembangunan pembangkit dengan memanfaatkan waduk/bendungan eksisting akan mempercepat realiasi penambahan kapasitas. Dimana dapat meminimalisir resiko adanya permasalahan pembebasan lahan, *resettlement*, serta berlapisnya perizinan. Selain itu konstruksi akan lebih singkat dan nilai investasi pekerjaan sipil menjadi lebih kecil;
- e. Menginisiasi dan mendorong kerjasama PLN-PUPR dalam pemanfaatan bendungan eksisting maupun bendungan baru sebagai pembangkit listrik untuk mempercepat implementasi PLTA/M milik PLN;
- f. Mendorong implementasi ekspansi kapasitas PLTM eksisting yang telah berkontrak dengan PLN dan telah siap melaksanakan ekspansi;
- g. Mendorong pemanfaatan PLTA untuk pemenuhan kebutuhan industri di wilayah KI/ KEK, khususnya pemenuhan kebutuhan industri smelter di Sulawesi dan Kalimantan;
- h. Memberikan fasilitasi kepada pengembang, dalam hal:
 - Pemberian insentif fiskal (pemberian tax allowance, tax holiday, pengurangan pajak impor, pembebasan bea masuk, dll.).
 - Kemudahan akses pendanaan internasional
- i. Pengembangan akses pembiayaan dengan:
 - penyediaan pinjaman lunak (suku bunga lebih rendah dan tenor lebih panjang)
 - Pelatihan bagi pengembang dalam membuat proposal pendanaan yang baik sehingga meningkatkan peluang untuk mendapatkan fasilitas pendanaan
 - Pelatihan bagi sumber daya manusia di kalangan perbankan agar dapat melakukan penilaian risiko kredit yang lebih baik/fair dari sektor PLTM/MH
- j. Melakukan sinergi program pengembangan PLTA/M/MH dengan PLN, Pemda, dan K/L lainnya;
- k. Mendorong peran serta Pemda serta K/L lainnya dalam implementasi pengusaha PLTA/M/MH khususnya terkait perizinan dan pembebasan lahan;
- l. Menyusun rancangan perubahan kebijakan pengusaha EBT, termasuk salah satunya pengusaha PLTA/M/MH, yang meliputi mekanisme pengusaha dan harga untuk mempercepat implementasi bauran energi air;
- m. Mendukung perencanaan dan pembangunan infrastruktur transmisi PLN dalam rangka pengembangan EBT;
- n. Internalisasi biaya eksternalitas untuk pembangkit listrik berbahan bakar fosil, sehingga harga jual tenaga listrik dari PLTA/M/MH lebih kompetitif;

- o. Mendorong pemberlakuan carbon trading di Indonesia (Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi 2020).

Pada rencana umum energi nasional (RUEN) pemerintah juga merencanakan strategi pengembangan PLTA diantaranya:

- 1) Meningkatkan kualitas dan kuantas survei potensi energi air;
- 2) Menyempurnakan peraturan perundang-undangan terkait sumber daya air;

Adapun rencana pengembangan EBT lainnya per provinsi tahun 2016 - 2025, selain PLTP dan PLTA, dilakukan dengan prinsip:

- 1) Prioritas pembangunan pembangkit listrik EBT dilakukan berdasarkan konsumsi listrik per kapita per provinsi/wilayah dan potensi EBT yang tersedia per provinsi ;
- 2) Provinsi/wilayah dengan konsumsi listrik per kapita paling kecil mendapat prioritas untuk dilakukan pengembangan EBT ;
- 3) Provinsi/wilayah dengan potensi EBT terbesar mendapat prioritas untuk dilakukan pengembangan EBT (DEN 2020).

4. Teknologi Pemanfaatan Energi Air

Energi air telah dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik sejak awal abad 19. Pemanfaatan energi potensial yang menjadi energi kinetik berupa aliran air ini termasuk teknologi yang telah teruji dan dapat mencapai efisiensi hingga 90%. Selain itu hydropower ini tergolong energi yang ramah lingkungan meskipun dalam pengoptimalannya membutuhkan lahan yang luas untuk membuat reservoir. Berikut beberapa jenis pemanfaatan energi air untuk pembangkit listrik berdasarkan kapasitas daya dan teknologinya (Imam Kholiq 2015).

4.1. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

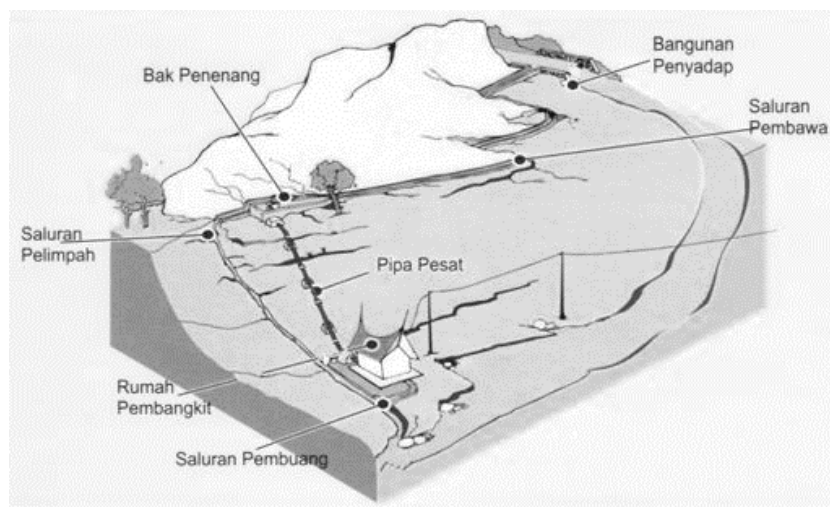
PLTA dikategorikan untuk pembangkitan listrik pada daya / kapasitas lebih dari 5.000 kW. Struktur PLTA diantaranya yaitu waduk (*reservoir*), bendungan (dam), gerbang kontrol, *penstock*, turbin air, generator, dan jaringan listrik pendukung lainnya. Pada umumnya PLTA terkoneksi pada jaringan (on grid) untuk didistribusikan ke konsumen dengan kapasitas besar. Salah satu contoh PLTA di Indonesia yaitu PLTA Waduk Cirata, Jawa Barat, yang menjadi PLTA terbesar di Indonesia dengan daya mencapai 1.008 MW dengan kemampuan energi listrik rata-rata 1,428 Giga Watt Hour (GWH) per tahun. PLTA ini terkoneksi dengan jaringan untuk memenuhi kebutuhan listrik pulau Jawa-Bali (Harsoyo et al. 2015).



Gambar 2. PLTA Waduk Cirata, Jawa Barat (SHIFT Indonesia)

4.2. Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) dan Mikrohidro (PLTMH)

PLTM dikategorikan untuk pembangkit listrik tenaga air pada daya antara 100 kW hingga 5.000 kW sementara PLTMH menghasilkan daya kurang dari 100 kW. Dengan daya yang kecil hingga sedang, PLTM dan PLTMH dibangun pada saluran irigasi atau sungai pada daratan yang berbukit sehingga terdapat energi mekanik aliran air. Komponen utama dari pembangkit listrik ini diantaranya reservoir, pipa pesat, turbin air, generator, dan saluran pembuangan sebagaimana pada PLTA tetapi dengan kapasitas yang lebih kecil. Dengan daya yang dihasilkan PLTM dan PLTMH dapat dihubungkan dengan jaringan listrik yang terkoneksi dengan pembangkit lainnya (*on grid*) atau dapat langsung digunakan untuk sejumlah pemukiman atau keperluan tertentu (*off grid*). Pembangkit ini cocok digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di wilayah pedalaman yang memiliki potensi energi air (Schnitzer 2011).



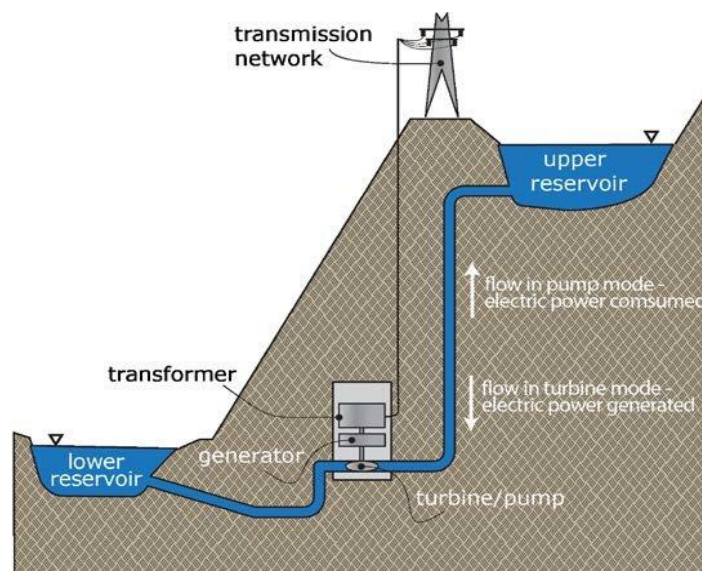
Gambar 3. Ilustrasi sistem pada PLTMH



Gambar 4. PLTMH Merden, Jawa Tengah

4.3. PLTA *Pumped Storage*

Pumped Storage juga dikenal sebagai *pumped-hydro energy storage*, adalah salah satu dari beberapa teknologi penyimpanan yang dapat digunakan untuk mendukung keseimbangan sesaat antara pasokan dan permintaan listrik, dengan demikian dapat mempertahankan daya stabilitas sistem, keamanan, dan keandalan sistem. Maret 2012, Lembaga Penelitian Tenaga Listrik (EPRI) melaporkan *pumped storage* menyumbang lebih dari 99% dari kapasitas penyimpanan massal di seluruh dunia sekitar 127.000 MW. Biasanya, efisiensi energi *pumped storage* bolak-balik bervariasi antara 70% dan 80%, dengan beberapa mengklaim hingga 87%. Kekurangan dari *pumped storage* yaitu pemilihan lokasi yang dibutuhkan, membutuhkan ketinggian geografis dan ketersediaan air. Oleh karena itu, daerah yang sesuai yaitu daerah perbukitan atau pegunungan sekaligus berpotensi dengan keindahan alamnya. Selain itu masalah sosial dan ekologi juga harus diatasi. Skema *pumped storage* terhubung dengan jaringan lainnya dan bisa melakukan fungsi kontrol frekuensi, kontrol jaringan, restart sistem, dan cadangan saat pemadaman (Ion, Petrescu, and Petrescu 2015).



Gambar 5. Ilustrasi Teknologi Pumped Storage

Pembangkit listrik dengan teknologi *pumped storage* membutuhkan dua penampung air (*reservoirs*) yang terpisah menjadi *upper reservoir* dan *lower reservoir*. Kemudian dua penampung air ini terhubung oleh saluran air. Dengan memanfaatkan gravitasi energi potensial air dari *upper reservoir* dapat diubah menjadi energi kinetik berupa aliran air menuju *lower reservoir*. Energi kinetik kemudian dikonversi menjadi listrik menggunakan mekanik turbin dan generator sinkron. Proses ini dapat disebut dengan *discharge mode*. Sementara itu untuk *charge mode*, generator sinkron digerakkan listrik untuk berputar memompa air dari *lower reservoir* menuju *upper reservoir* atau menambahkan volume dan energi potensial air. *Charge mode* dilakukan ketika beban listrik sedang rendah atau suplai daya dari jaringan utama pembangkit lain berlebih (Donalek 2020).

5. Kesimpulan

Potensi energi air di Indonesia mencapai 94.449 MW yang terdiri dari potensi untuk PLTA, PLTM, dan PLTMH. Namun hingga saat ini potensi yang dimanfaatkan baru mencapai 6,4%. Pemerintah menargetkan bauran energi baru dan terbarukan pada tahun 2025 paling sedikit sebesar 23% dan 31% pada tahun 2050. Dengan potensi yang besar pembangunan PLTA menjadi prioritas pemerintah dalam meningkatkan bauran energi baru dan terbarukan. Pada Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) ditargetkan pemanfaatan energi air terpasang mencapai 17.896,7 MW. Untuk menunjang rencana tersebut pemerintah yang diwakili oleh Direktorat Jendral EBTKE membuat kebijakan dan rencana strategis. Teknologi pemanfaatan energi air dapat disesuaikan topografi wilayah yang berpotensi. Selain PLTA untuk daya yang lebih dari 5.000 kW, energi air juga dapat dimanfaatkan sebagai PLTM untuk daya antara 100 kW hingga 5.000 kW dan PLTMH untuk daya kurang dari 100 kW. Selain dapat menjadi energi listrik, energi air juga menjadi alternatif teknologi penyimpanan energi dengan kapasitas besar yaitu dengan teknologi pumped storage.

Daftar Pustaka

- Arinaldo, Deon, Erina Mursanti, and Fabby Tumiwa. 2019. "Implikasi Paris Agreement Terhadap Masa Depan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Batubara Di Indonesia." *Accelerating Low-Carbon Energy Transition* 96(3): 445.
- DEN. 2020. Bauran Energi Nasional.
- Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. 2020. Rencana Strategis 2020-2024.
- Donalek, Peter J. 2020. "Pumped Storage Hydro: Then and Now." *IEEE Power and Energy Magazine* 18(5): 49–57.
- ESDM, Kementrian. 2017. RUEN.
- Harsoyo, Budi, Ardila Yananto, Ibnu Athoillah, and Ari Nugroho. 2015. "Rekomendasi Pengelolaan Sumber Daya Air Waduk/ Danau Plta Di Indonesia Melalui Pemanfaatan Teknologi Modifikasi Cuaca." *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 16(2): 47.
- Imam Kholiq. 2015. "Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan Untuk Mendukung Substitusi BBM." *Jurnal IPTEK* 19(No 2): 75–91.
- Institute for Essential Services Reform (IESR). 2019. "Laporan Status Energi Bersih Indonesia: Potensi, Kapasitas Terpasang, Dan Rencana Pembangunan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan 2019."
- Ion, Florian, Tiberiu Petrescu, and Rely Victoria Petrescu. 2015. "HYDROPOWER AND PUMPED-STORAGE." (November).
- Schnitzer, Valentin. 2011. "Manual on Microhydro Power Construction in Indonesia (Ministry of Energy and Natural Resources)." *Panduan Singkat - Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).*
- Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional. 2019. "Laporan Kajian Penelaahan Neraca Energi Nasional." Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Widyaningsih, Grita Anindarini. 2017. "Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 Tentang Rencana Umum Energi Nasional." *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia* 4(1): 139