Pembiayaan Sistem Penyimpanan Energi Berbasis Baterai di Indonesia

Ringkasan eksekutif



International Energy Agency

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

The IEA examines the full spectrum of energy issues including oil, gas and coal supply and demand, renewable energy technologies, electricity markets, energy efficiency, access to energy, demand side management and much more. Through its work, the IEA advocates policies that will enhance the reliability, affordability and sustainability of energy in its 32 Member countries, 14 Association countries and beyond.

This publication, as well as any data and map included herein, are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

IEA Member countries:

Australia
Austria
Belgium
Canada
Czech Republic
Denmark
Estonia
Finland
France
Germany
Greece
Hungary
Ireland
Italy
Japan
Korea
Latvia
Lithuania
Luxembourg
Mexico
Netherlands
New Zealand
Norway
Poland
Portugal
Slovak Republic
Spain
Sweden
Switzerland
Republic of Türkiye
United Kingdom
United States

The European Commission also participates in the work of the IEA

IEA Accession countries:

Brazil
Chile
Colombia
Costa Rica
Israel
Romania

IEA Association countries:

Argentina
China
Egypt
India
Indonesia
Kenya
Morocco
Nigeria
Senegal
Singapore
South Africa
Thailand
Ukraine
Viet Nam

Source: IEA.
International Energy Agency
Website: www.iea.org

Ringkasan eksekutif

Sektor ketenagalistrikan Indonesia tengah mengalami perubahan besar, baik dari sisi pasokan maupun permintaan

Permintaan listrik di Indonesia diperkirakan meningkat tajam dalam sepuluh tahun ke depan, sehingga mendorong percepatan penambahan kapasitas pembangkit baru dan penyimpanan energi berbasis baterai. Dalam Skenario Kebijakan Energi yang Telah Ditetapkan (*Stated Energy Policies Scenario* atau STEPS) dari Badan Energi Internasional (IEA), permintaan listrik meningkat dari hampir 500 terawatt-jam (TWh) pada 2025 menjadi hampir 800 TWh pada 2035. Peningkatan ini terutama didorong oleh kebutuhan pendinginan ruangan di sektor rumah tangga, seiring berlanjutnya pertumbuhan ekonomi di wilayah perkotaan dan perdesaan serta meningkatnya pendapatan rumah tangga. Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2025-2034 yang diterbitkan oleh perusahaan listrik milik negara, PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) atau PLN, menanggapi pertumbuhan permintaan tersebut dengan menargetkan penambahan kapasitas sebesar 69 gigawatt (GW). Jumlah tersebut mencakup 6 GW kapasitas penyimpanan baterai mandiri dan 3,6 GW kapasitas hibrida yang memadukan pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem penyimpanan energi berbasis baterai. Pada 2025, teknologi rendah emisi menyumbang kurang dari 10% kapasitas terpasang PLN. Namun, teknologi tersebut mencakup tiga perlima dari seluruh penambahan kapasitas yang direncanakan dalam RUPTL. Hal ini menunjukkan langkah penting dalam peralihan PLN dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Laporan ini hanya mencakup RUPTL 2025-2034 dan tidak mencakup sasaran tambahan dalam pengembangan energi terbarukan.

Dengan membantu mengintegrasikan energi terbarukan yang bersifat variabel, sistem penyimpanan energi berbasis baterai (*battery energy storage system* atau BESS) akan menjadi faktor pendukung utama bagi pasokan listrik rendah emisi yang andal. BESS dapat menyediakan beragam layanan yang mendukung stabilitas dan keandalan jaringan, meningkatkan integrasi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) dan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) berbasis fotovoltaik (PV), serta meningkatkan akses terhadap listrik rendah emisi di wilayah terisolasi. Proyek-proyek BESS dalam RUPTL memenuhi empat kebutuhan utama. Aset mandiri menyediakan layanan perataan beban dan layanan penunjang sistem ketenagalistrikan. Sementara itu, sistem hibrida memadukan penyimpanan energi dengan PLTS untuk memfasilitasi integrasi energi terbarukan dan meningkatkan akses terhadap listrik rendah emisi di daerah terpencil.

IEA. CC BY 4.0.

Hambatan utama dalam pengembangan BESS di Indonesia bukanlah kendala pembiayaan, melainkan terbatasnya *pipeline* proyek yang layak memperoleh pembiayaan. Pasar modal domestik dan internasional telah menunjukkan minat untuk mendukung ambisi energi bersih Indonesia. Sementara itu, pemberi pinjaman konsesional, seperti dana iklim multilateral dan lembaga pembiayaan pembangunan (*development finance institution* atau DFI), telah menyediakan fasilitas khusus BESS. Namun, kurangnya visibilitas terhadap arus kas jangka panjang akibat belum adanya regulasi khusus BESS, terutama untuk aset mandiri, menimbulkan tantangan kelayakan pembiayaan bagi proyek-proyek yang ada.

Perencanaan saat ini menunjukkan peran yang lebih besar bagi sektor swasta, dengan lebih dari 25% kapasitas BESS mendatang dialokasikan kepada produsen listrik independen

PLN terutama bertugas mengembangkan aset penyimpanan baterai mandiri yang akan mendukung jaringan listrik nasional, sedangkan instalasi hibrida PLTS-BESS umumnya dialokasikan kepada produsen listrik independen (*independent power producer* atau IPP). Dari sekitar 6 GW kapasitas penyimpanan baterai mandiri yang tercantum dalam skenario Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan (*Accelerated Renewable Energy Development* atau ARED) dalam RUPTL, hampir 90% direncanakan untuk wilayah Sumatra serta Jawa, Madura, dan Bali. Wilayah-wilayah tersebut merupakan wilayah terbesar di Indonesia jika ditinjau dari jumlah penduduk, konsumsi listrik, dan perkembangan infrastruktur jaringan. Oleh karena itu, instalasi BESS mandiri di wilayah tersebut terutama akan berfungsi sebagai aset jaringan dan selaras dengan mandat PLN untuk menyediakan listrik yang andal bagi pelanggannya. Namun, instalasi hibrida di Sulawesi dan Nusa Tenggara memiliki kompleksitas tambahan, baik dalam pengembangan maupun pengoperasian. Oleh karena itu, proyek-proyek tersebut dapat memperoleh manfaat dari keahlian teknis IPP.

Keterbatasan neraca keuangan PLN membuat modal swasta sangat penting untuk memenuhi target pengembangan BESS. Sebagai perusahaan listrik milik negara, PLN mengemban mandat untuk menyediakan listrik yang andal kepada pelanggannya dengan tarif yang diatur oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (Kementerian ESDM). Meskipun mempertahankan peringkat kredit kategori layak investasi, PLN masih bergantung pada subsidi dan penyertaan modal pemerintah untuk menutup biaya serta melakukan investasi yang diperlukan. Partisipasi IPP dalam mengembangkan *pipeline* proyek BESS dalam RUPTL sangat penting untuk memenuhi kebutuhan investasi secara berkelanjutan dari sisi keuangan, terutama di tengah kebutuhan investasi lain untuk infrastruktur transmisi, distribusi, dan pembangkitan. Selain itu, analisis kami menunjukkan bahwa penggantian pembangkit listrik tenaga diesel yang dioperasikan PLN dengan instalasi hibrida PLTS-BESS dapat memberikan ruang keuangan tambahan dan

IEA. CC BY 4.0.

memperkuat ketahanan energi PLN. Manfaat tersebut dapat dicapai dengan mengurangi kebutuhan pengeluaran untuk bahan bakar impor dan eksposur terhadap volatilitas harga bahan bakar.

Penyelesaian *pipeline* sistem penyimpanan energi berbasis baterai dalam RUPTL akan memerlukan total investasi sebesar USD 5 miliar

Analisis IEA menunjukkan bahwa kebutuhan investasi proyek BESS di seluruh wilayah rata-rata mencapai hampir USD 560 juta per tahun selama 2026-2034. Pengeluaran tahunan tersebut lebih rendah daripada total investasi Indonesia dalam tenaga surya fotovoltaik pada 2025. Namun, jumlah tersebut jauh lebih tinggi daripada tingkat investasi BESS pada periode-periode sebelumnya, sehingga menunjukkan perlunya peningkatan pengeluaran secara cepat. Belanja modal, yang ditentukan oleh biaya investasi, biaya penyambungan ke jaringan, dan tingkat degradasi teknologi, berbeda-beda sesuai dengan tingkat perkembangan jaringan di setiap wilayah. Pada paruh pertama periode RUPTL, sepertiga dari total pengeluaran terkonsentrasi di Kalimantan untuk mendukung pengembangan sistem mandiri berkapasitas hampir 0,6 GW bagi ibu kota baru Indonesia, Nusantara. Sebaliknya, pada paruh kedua periode RUPTL, wilayah Jawa, Madura, dan Bali mencakup porsi pengeluaran terbesar, yaitu tiga perlima dari total pengeluaran. Pada periode tersebut, PLN akan membangun kapasitas penyimpanan hampir 3,5 GW untuk memenuhi pesatnya pertumbuhan permintaan listrik di wilayah terpadat di Indonesia.

Meskipun bertanggung jawab atas lebih dari 70% total penambahan kapasitas, porsi PLN hanya sebesar 60% dari keseluruhan kebutuhan investasi BESS selama 2026-2034. Investasi kumulatif PLN diperkirakan mencapai hampir USD 3 miliar pada 2034, terutama untuk pengembangan di Sumatra serta Jawa, Madura, dan Bali. Investasi sektor swasta mencakup sisa kebutuhan sebesar USD 2 miliar. Proyek-proyek yang dikembangkan IPP cenderung berlokasi di daerah yang lebih terpencil dan terisolasi. Kondisi ini meningkatkan biaya teknologi BESS dan penyambungan ke jaringan sehingga proyek-proyek tersebut menghadapi tantangan kelayakan pembiayaan yang lebih besar dibandingkan proyek di Sumatra serta Jawa, Madura, dan Bali.

Utang komersial mencakup porsi terbesar pembiayaan *pipeline* BESS dalam RUPTL. Namun, lembaga pembiayaan publik internasional berperan penting dalam mengatasi kesenjangan kelayakan pembiayaan pada proyek-proyek pertama dari jenisnya (*first-of-a-kind projects*). Berdasarkan struktur pembiayaan yang dipertimbangkan dalam analisis ini, lembaga pembiayaan komersial diperkirakan menyediakan sekitar USD 2,5 miliar untuk pengembangan proyek BESS di Indonesia. Jumlah tersebut mewakili setengah dari keseluruhan kebutuhan investasi. Pembiayaan publik, yang umumnya berasal dari penyertaan modal pemerintah Indonesia, lembaga pembiayaan pembangunan milik negara PT Sarana

IEA. CC BY 4.0.

Multi Infrastruktur (Persero) atau PT SMI, serta dana kekayaan negara INA dan Danantara, diperkirakan mencapai USD 2,3 miliar. Pembiayaan publik internasional (*international public finance* atau IPF) dari dana iklim multilateral, lembaga kredit ekspor (*export credit agency* atau ECA), bank pembangunan multilateral (*multilateral development bank* atau MDB), DFI, atau pinjaman bilateral diperkirakan mencapai USD 275 juta. Meskipun mencakup bagian yang relatif kecil dari keseluruhan investasi, ketentuan konsesional dan ketentuan menguntungkan lainnya yang melekat pada sebagian instrumen IPF menjadikannya instrumen penting untuk menarik tambahan investasi swasta.

Pendanaan konsesional sangat penting untuk mewujudkan proyek-proyek pertama dari jenisnya dalam RUPTL dan penggunaannya perlu dihentikan secara bertahap. Hibah dan pinjaman dengan tingkat bunga di bawah pasar sangat efektif apabila digunakan untuk mengatasi kendala tertentu, seperti biaya lindung nilai untuk mengurangi risiko nilai tukar, atau ketidakpastian pendapatan selama beberapa tahun pertama operasi. Sementara itu, program peningkatan kapasitas dan bantuan teknis dapat mendukung penyusunan regulasi khusus BESS. Analisis kami menunjukkan bahwa hibah dan pinjaman konsesional dari lembaga pembiayaan publik domestik dan internasional diperkirakan perlu mencapai USD 460 juta atau sekitar 10% dari keseluruhan investasi. Untuk proyek BESS mandiri pertama di Indonesia, penggantian utang komersial dengan pembiayaan konsesional dapat menurunkan besaran pembayaran ketersediaan (*availability payment*) yang diperlukan sekitar 6%. Langkah tersebut dapat meningkatkan kelayakan pembiayaan proyek sekaligus mengurangi beban keuangan PLN. Pendanaan konsesional perlu disertai strategi keluar (*exit strategy*) yang jelas agar modal dapat kembali disalurkan. Selain itu, meskipun penting, penggunaan pendanaan konsesional tidak boleh menggantikan penyusunan regulasi yang menyediakan kerangka jangka panjang bagi keberhasilan proyek.

Ketidakpastian yang masih ada terkait implementasi BESS menimbulkan tantangan terhadap kelayakan pembiayaan

Landasan regulasi untuk mekanisme imbal jasa BESS telah tersedia, tetapi diperlukan perincian dan kejelasan lebih lanjut untuk meningkatkan kepercayaan investor. Ketidakpastian terkait regulasi dan perizinan disebut oleh Observatorium Biaya Modal IEA sebagai faktor utama yang memengaruhi biaya modal rata-rata tertimbang di Indonesia. Untuk proyek BESS, biaya modal tersebut berada pada kisaran 9-11%. Kerangka regulasi awal untuk instalasi hibrida telah diterapkan melalui Peraturan Kementerian ESDM Nomor 5 Tahun 2025 dan Nomor 19 Tahun 2025, serta Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022. Secara bersama-sama, peraturan tersebut menjadi landasan bagi IPP yang mengembangkan aset hibrida untuk menutup biaya komponen pembangkitan dan penyimpanan melalui penandatanganan perjanjian jual beli tenaga listrik (*power purchase agreement* atau PPA) dengan PLN. Belum adanya regulasi setara untuk

IEA. CC BY 4.0.

instalasi BESS mandiri saat ini menjadi hambatan terbesar terhadap kelayakan pembiayaan proyek-proyek tersebut.

Model bisnis BESS masih sangat bergantung pada konfigurasi aset dan skenario penggunaan operasional, yang pada gilirannya secara langsung memengaruhi kepastian pendapatan dan kelayakan pembiayaan. Dalam lingkup proyek BESS yang terhubung ke jaringan listrik PLN, terdapat dua model utama yang dipertimbangkan, yaitu skema *tolling* penuh (*full tolling)* untuk BESS mandiri dan PPA untuk proyek hibrida. Meskipun struktur tersebut memberikan visibilitas mengenai pendapatan, masih terdapat ketidakpastian mengenai penerapannya. Kurangnya kejelasan mengenai skenario penggunaan BESS yang direncanakan, mekanisme imbal jasa untuk layanan tertentu, dan degradasi baterai dapat menunda keputusan investasi. Pada akhirnya, kondisi tersebut dapat membatasi laju pengembangan BESS.

Pembiayaan BESS berkapasitas lebih dari 7 GW akan memerlukan berbagai sumber modal yang masing-masing memiliki peran berbeda dan saling melengkapi dalam struktur permodalan. MDB, DFI, ECA, dan penyedia modal dengan syarat lunak lainnya dapat menanggung risiko spesifik proyek yang belum bersedia ditanggung oleh pemberi pinjaman komersial selama tahap konstruksi dan tahap awal pembentukan pasar. Seiring dengan semakin matangnya pasar BESS di Indonesia, pembiayaan komersial akan berperan penting dalam mereplikasi model proyek yang telah berhasil dan mengurangi beban fiskal negara. Skala operasi pemberi pinjaman juga menjadi pertimbangan penting. Bank lokal masih memiliki pengalaman terbatas dalam membiayai BESS sehingga cenderung lebih berhati-hati terhadap risiko teknologi dan kinerja. Sementara itu, pemberi pinjaman internasional lebih sensitif terhadap risiko nilai tukar dan regulasi. Oleh karena itu, struktur pembiayaan sindikasi yang memadukan pemberi pinjaman domestik dan internasional sesuai untuk menangani keseluruhan risiko pada gelombang pertama proyek BESS di Indonesia.

Enam pilar utama untuk mempercepat pengembangan BESS

Mengatasi risiko regulasi dengan memperjelas struktur imbal jasa serta ekspektasi teknis dan operasional. Kepercayaan investor dan pemberi pinjaman terhadap *pipeline* proyek BESS yang sedang berkembang di Indonesia sangat bergantung pada kejelasan mengenai bagaimana aset akan digunakan dan bagaimana imbal jasa atas penggunaannya akan diberikan. Klasifikasi BESS sebagai aset jaringan atau aset pembangkitan, persyaratan perizinan dan lisensi, serta pengaturan BESS secara cermat dalam aturan jaringan nasional (*grid code*) akan memungkinkan pengembang merancang sistem yang sesuai dengan kebutuhan PLN. Sementara itu, lembaga pembiayaan memerlukan kejelasan mengenai arus kas proyek sebelum dapat menyediakan modal bagi proyek-proyek baru. Kebutuhan tersebut dapat dipenuhi melalui perjanjian *tolling* yang

IEA. CC BY 4.0.

distandardisasi, PPA, dan perjanjian pengadaan layanan penunjang sistem ketenagalistrikan. Analisis kami menunjukkan bahwa pembayaran kapasitas tetap sebesar sekitar USD 111-297 per kilowatt (kW) per tahun untuk BESS mandiri akan memadai untuk memberikan tingkat imbal hasil yang diharapkan investor komersial. Sementara itu, penambahan penyimpanan baterai pada proyek PLTS akan meningkatkan pemanfaatan PLTS dan memfasilitasi integrasinya ke jaringan PLN. Penambahan tersebut diperkirakan meningkatkan harga PPA sebesar USD 8-18 per megawatt-jam (MWh) di wilayah-wilayah utama yang tercakup dalam RUPTL.

Memprioritaskan manfaat jangka panjang bagi sistem yang ditawarkan oleh aset mandiri pertama dibandingkan profitabilitas jangka pendeknya. Proyek BESS mandiri tahap awal menghadapi tantangan kelayakan pembiayaan akibat ketidakpastian regulasi dan biaya pembiayaan yang relatif tinggi. Meskipun proyek BESS mandiri pertama di Indonesia mungkin belum menguntungkan selama beberapa tahun pertama operasinya, proyek-proyek tersebut akan memberikan fleksibilitas jaringan dalam jangka panjang. Fleksibilitas tersebut sangat penting untuk menjaga keandalan jaringan seiring Indonesia menghadapi permintaan listrik yang meningkat pesat dan target ambisius dalam pengembangan pembangkit energi terbarukan.

Memprioritaskan pembiayaan untuk tahap pengembangan dan konstruksi proyek hibrida. Meskipun BESS hibrida didukung oleh kerangka regulasi yang telah terbentuk dengan baik, teknologi tersebut masih berada pada tahap awal pengembangan di Indonesia. Akibatnya, proyek BESS hibrida masih kesulitan memperoleh pembiayaan pada tahap-tahap sebelum dimulainya operasi komersial. Dukungan publik yang terarah, seperti jaminan atau utang subordinasi dari lembaga pembiayaan publik internasional, dapat membantu membuka akses terhadap pinjaman komersial pada tahap proyek berikutnya.

Mengembangkan proyek percontohan yang secara jelas menunjukkan beragam layanan yang dapat ditawarkan BESS. Proyek percontohan awal di wilayah dengan kebutuhan penyimpanan energi tertinggi dapat mempercepat proses pembelajaran, membangun kepercayaan investor, dan menunjukkan secara menyeluruh nilai layanan BESS. Proyek mandiri di Jawa, Madura, dan Bali dapat digunakan untuk menunjukkan peran BESS sebagai aset jaringan. Sementara itu, proyek hibrida di Kalimantan dan Sulawesi dapat menunjukkan bagaimana BESS digunakan untuk meningkatkan pemanfaatan aset pembangkit energi terbarukan.

Menyesuaikan program pendanaan konsesional dan bantuan teknis untuk mengatasi tantangan tertentu. Dukungan konsesional sangat penting untuk mengurangi risiko proyek BESS tahap awal, terutama proyek pertama dari jenisnya di wilayah kepulauan paling timur Indonesia, di mana keterpencilan dan ukuran sistem yang kecil menjadi tantangan terhadap kelayakan pembiayaan. Instrumen yang terarah, seperti jaminan kerugian pertama (*first-loss guarantee*), pinjaman bertenor panjang, dan hibah, dapat mengatasi hambatan pembiayaan bagi proyek

IEA. CC BY 4.0.

pengurangan ketergantungan terhadap pembangkit diesel (*de-dieselisation*). Sementara itu, bantuan teknis dan program peningkatan kapasitas sesuai untuk proyek di wilayah dengan jaringan listrik yang lebih berkembang. Namun, strategi keluar yang jelas diperlukan untuk memastikan bahwa proyek-proyek mendatang tidak bergantung pada modal dengan syarat lunak.

Melibatkan berbagai pemangku kepentingan sejak dini dan secara rutin untuk menunjukkan komitmen jangka panjang terhadap pengembangan BESS. Keselarasan yang jelas di antara para pemangku kepentingan utama di Indonesia diperlukan untuk mengatasi risiko politik, yang terutama menjadi perhatian pengembang dan penyedia pembiayaan internasional. Koordinasi yang erat antara Kementerian ESDM dan PLN akan memastikan bahwa regulasi sesuai dengan kebutuhan BESS. Sementara itu, keterlibatan rutin dengan pengembang dan penyedia modal akan menghadirkan keahlian teknis yang diperlukan. Lembaga yang memiliki peran lintas sektor seperti Danantara berada pada posisi yang tepat untuk memfasilitasi keterlibatan berbagai unsur sektor publik dan swasta. Sementara itu, koordinasi regional – khususnya dengan negara anggota Perhimpunan Bangsa-Bangsa Asia Tenggara (ASEAN) lainnya – dapat memperkuat ketahanan rantai pasok dan fasilitas daur ulang baterai.

IEA. CC BY 4.0.

International Energy Agency (IEA)

Indonesian translation of *Financing Battery Energy Storage Systems in Indonesia (Executive summary)*.

Laporan ini aslinya diterbitkan dalam bahasa Inggris. IEA sudah berupaya menjamin bahwa terjemahan Bahasa Indonesia ini sudah sesuai dengan teks Inggrisnya, walaupun tetap ada sedikit perbedaan.

This work reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of the IEA's individual Member countries or of any particular funder or collaborator. The work does not constitute professional advice on any specific issue or situation. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the work's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the work.

For further information, please contact the Energy Investment Unit (investment@iea.org).



Subject to the IEA's Notice for CC-licenced Content, this work is licenced under a Creative Commons Attribution 4.0 International Licence.

This document, as well as any data and map included herein, are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.
Unless otherwise indicated, all material presented in figures and tables is derived from IEA data and analysis.

IEA Publications International Energy Agency Website: www.iea.org
Contact information: www.iea.org/contact

Typeset in France by IEA - Original version: September 2026; Translation: October 2026
Cover design: IEA
Photo credits: © Shutterstock

