

Peta Jalan Ketenagalistrikan Indonesia:

Energi Terbarukan Sebagai Sumber Listrik Jawa-Bali dan Sumatera.

Rangkuman untuk
Para Pengambil Kebijakan



Kolaborasi dengan:

Peta Jalan Ketenagalistrikan Indonesia: Energi Terbarukan Sebagai Sumber Listrik Jawa-Bali dan Sumatera.

IMPRINT

Peta Jalan Ketenagalistrikan Indonesia: Energi Terbarukan Sebagai Sumber Listrik Jawa-Bali dan Sumatera.

Studi oleh:

Monash Grid Innovation Hub/Australia Indonesia Centre
Monash Energy Materials and Systems Institute
Monash University
Wellington Rd, Clayton VIC 3800 | Australia
T: +61 9905 1049
www.monash.edu | memsi@monash.edu

Institute for Essential Services Reform
Jalan Tebet Barat Dalam VIII No. 20 B
Jakarta Selatan 12810 | Indonesia
T: +62 21 2232 3069 | F: +62 21 8317 073
www.iesr.or.id | iesr@iesr.or.id

Agora Energiewende
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2
10178 Berlin | Germany
T: +49 30 700 14 35-000 | F: +49 30 700 14 35-129
www.agora-energiewende.org | info@agora-energiewende.de

Laporan ini dapat dikutip sebagai berikut:

IESR (2019), Peta Jalan Ketenagalistrikan Indonesia: Energi Terbarukan Sebagai Sumber Listrik Jawa-Bali dan Sumatera, Institute for Essential Services Reform (IESR), Jakarta.

Publikasi:

Februari 2019

Studi tim:

Dr. Ariel Liebman - Monash Grid Innovation Hub
Warwick Forster - Apogee Energy
Mentari Pujantoro and Philipp Godron - Agora Energiewende
Fabby Tumiwa, Jannata Giwangkara, and
Agus Tampubolon - Institute for Essential Services Reform

Rangkuman untuk para pembuat kebijakan ini ditulis oleh:

Fabby Tumiwa, Institute for Essential Services Reform
Mentari Pujantoro and Philipp Godron, Agora Energiewende

Pengantar

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbesar ke-4 di dunia dengan pertumbuhan ekonomi yang solid. Untuk memenuhi permintaan listrik yang terus meningkat, pemerintah masih memprioritaskan penggunaan energi fosil, khususnya PLTU (dengan bahan bakar batu bara), yang diperkirakan akan meningkat hingga 65% dari total pembangkitan di 2027. Di sisi lain, pemerintah menargetkan bauran energi terbarukan pada tahun 2025 sebesar 23% dari bauran energi total. Target ini masih jauh dari bauran energi terbarukan saat ini yang masih berada di kisaran 8%. Hal ini terjadi karena fokus kebijakan energi terbarukan di Indonesia masih bergantung pada pembangkit listrik tenaga air dan panas bumi, sementara tenaga surya dan bayu hanya memainkan peran yang kecil.

Tren ini sangat berbeda dengan tren global dimana sistem ketenagalistrikan di seluruh dunia beralih ke energi terbarukan. Dipicu oleh berkurangnya biaya teknologi yang signifikan, pembangkit tenaga surya dan bayu berada di garis terdepan dalam investasi di sektor ketenagalistrikan dunia selama beberapa tahun ini dan akan tetap memainkan peran yang menentukan dalam upaya modernisasi dan dekarbonisasi sistem ketenagalistrikan di seluruh dunia.

Dengan latar belakang tersebut, kami menganalisis sistem ketenagalistrikan dengan menggunakan model PLEXOS, sistem pemodelan yang digunakan secara luas dalam analisis sektor ketenagalistrikan. Cakupan studi ini meliputi sistem ketenagalistrikan Jawa-Bali dan Sumatera. Kedua kawasan ini dipilih karena berpopulasi tinggi dan mewakili 90% total konsumsi listrik nasional. Model yang digunakan dalam riset ini menganalisis dua dimensi: besarnya permintaan dan pasokan sistem ketenagalistrikan.

Kami telah menganalisa beberapa skenario sistem ketenagalistrikan Indonesia dalam 10 tahun ke depan dan menjawab pertanyaan-pertanyaan penting seperti: bagaimana dampak pertumbuhan permintaan listrik yang lebih rasional terhadap investasi dan penggunaan pembangkit listrik? Apa dampak dari meningkatnya penetrasi energi bayu dan surya terhadap biaya sistem ketenagalistrikan dan bagaimana keandalan sistem tetap terjaga?

Fabby Tumiwa
Executive Director

**IESR | Peta Jalan Ketenagalistrikan Indonesia:
Energi Terbarukan Sebagai Sumber Listrik Jawa-Bali dan Sumatera.**

Ringkasan Eksekutif

Kajian Peta Jalan Sektor Ketenagalistrikan Indonesia: Bagaimana Energi Terbarukan Dapat Melistriki Jawa-Bali dan Sumatera disusun oleh Monash University's Grid Innovation Hub melalui kemitraan dengan Australia Indonesia Centre, didukung oleh Agora Energiewende dan the Institute for Essential Services Reform (IESR). Studi ini memodelkan beberapa peta jalan (pathways) ketenagalistrikan Indonesia di sistem Jawa-Bali dan Sumatera dalam periode 2018 - 2027 untuk dapat mencapai target bauran energi nasional dan penanganan perubahan iklim Indonesia. Jawa-Bali dan Sumatera dipilih karena mayoritas penduduk Indonesia tinggal di kawasan ini dan akumulasi konsumsi listriknya mencapai 90% dari total konsumsi listrik Indonesia. Model ini menganalisis 2 dimensi: besarnya permintaan dan pasokan sistem ketenagalistrikan.

Analisis dilakukan dengan menggunakan PLEXOS, sistem perangkat lunak perencanaan dan simulasi sistem ketenagalistrikan, yang banyak digunakan secara internasional untuk analisis sektor ketenagalistrikan. Studi ini mengidentifikasi dampak dari adanya permintaan listrik yang lebih rasional terhadap investasi pembangkit listrik, penggunaan pembangkit listrik, dan biaya sistem ketenagalistrikan; serta menilai dampak dari penambahan kapasitas pembangkit tenaga bayu dan surya dalam jumlah besar ke dalam sistem tersebut.

Beberapa Temuan Penting

- **Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan PLN selama ini menggunakan estimasi permintaan listrik yang terlalu tinggi untuk sistem Jawa-Bali dan Sumatera.** Jika PLN tetap dengan rencananya saat ini, kemungkinan akan terjadi kelebihan kapasitas sebesar 12,5 GW yang berasal dari PLTU batubara, gas, dan

diesel, yang akan menyebabkan terbuangnya investasi sebesar US\$12,7 miliar. Hal ini akan membebani keuangan PLN yang pada akhirnya harus ditanggung oleh masyarakat Indonesia.

- **Risiko penurunan tingkat penggunaan (utilization factor) pembangkit-pembangkit termal menjadi tinggi, yang disebabkan oleh overestimasi dalam proyeksi permintaan listrik dan tren harga energi terbarukan yang semakin murah.** Setelah dibangun, biaya marginal energi terbarukan nyaris tidak ada. Dengan demikian, PLN akan mengalami kerugian tambahan karena harus membayar harga yang lebih tinggi sesuai dalam perjanjian jual beli ketenagalistrikan jangka panjang (*Power Purchase Agreement - PPA*) dengan Perusahaan Pembangkit Listrik Swasta (*Independent Power Producers - IPP*).
- **Sistem Jawa-Bali dan Sumatera dapat memenuhi kebutuhan listriknya untuk 10 tahun ke depan dengan menggandakan kapasitas pembangkit energi terbarukan yang ada saat ini.** Biaya untuk melipatgandakan porsi energi terbarukan melalui investasi pembangkit energi bayu dan surya nilainya sebanding proyeksi bahan bakar fosil yang tinggi saat ini. Emisi gas rumah kaca akan berkurang sebesar 36%. Pengembangan energi terbarukan akan memberikan berbagai manfaat tambahan, termasuk mengurangi dampak buruk terhadap kesehatan dan lingkungan serta membuka peluang kerja di Indonesia.
- **Skenario dengan porsi energi terbarukan yang tinggi dan dipadukan dengan potensi penghematan energi yang realistis akan menghemat biaya hingga US\$ 10 milyar dalam 10 tahun ke depan, dibandingkan dengan rencana di RUPTL 2018-2027;** dengan catatan biaya modal dan biaya teknologi disesuaikan dengan tren biaya internasional.

Untuk itu diperlukan rencana strategis jangka panjang yang ambisius, target antara yang jelas dan terdapatnya peraturan pelaksana.

- **Penetrasi energi terbarukan yang cukup tinggi ke jaringan Jawa-Bali dan Sumatera, yaitu hingga 43%, tidak akan mengganggu keandalan sistem ketenagalistrikan.**

Rekomendasi

Untuk mengembangkan sistem energi yang andal dan hemat biaya, menghindari terbuangnya modal dan dampak lingkungan serius, maka Kementerian ESDM dan PLN harus:

- Mengkaji pendekatan dan teknik terbaik dari seluruh dunia untuk melakukan proyeksi permintaan listrik dan menerapkannya di Indonesia;
- Memperhitungkan potensi efisiensi energi dalam melakukan prediksi pertumbuhan konsumsi listrik di masa depan;

- Meninjau kembali proposal-proposal pembangunan PLTU di Jawa-Bali dan Sumatera yang sudah ada;
- Mengkaji pengembangan skenario alternatif dan peta jalan ketenagalistrikan dalam Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) yang mengintegrasikan energi terbarukan dalam berbagai sistem ketenagalistrikan di Indonesia; dan
- Menyusun dan mengadopsi rencana strategis pengembangan energi terbarukan jangka panjang yang ambisius dengan target jangka menengah yang jelas, adanya kebijakan-kebijakan yang mendukung, dan melakukan implementasi yang terarah di tingkat nasional, provinsi, dan kabupaten/kota.



foto: PLTB Sidrap / Biro Pers Istana

Pendahuluan

Indonesia mengalami pertumbuhan PDB yang cukup tinggi disertai naiknya permintaan tenaga listrik selama sepuluh tahun terakhir. Pemerintah mengharapkan pertumbuhan yang berkelanjutan, dengan proyeksi permintaan listrik sebesar dua kali lipat pada tahun 2030 (RUKN, 2016). Untuk memenuhi permintaan listrik yang semakin meningkat, pemerintah memprioritaskan PLTU batubara, yang porsinya diperkirakan akan meningkat hingga 65% dari total pembangkitan listrik nasional. Di sisi lain, pemerintah menargetkan energi terbarukan pada tahun 2025 dapat mencapai 23% dalam bauran energi nasional. Saat ini, persentase energi terbarukan dalam bauran energi nasional baru mencapai 8% (RUEN, 2017 dan RUKN, 2016).

Setiap tahun, Perusahaan Listrik Negara (PLN), badan usaha ketenagalistrikan milik negara, menerbitkan Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik atau RUPTL, yang memetakan secara terperinci perkembangan permintaan dan pasokan tenaga listrik dalam waktu 10 tahun yang akan datang. Menurut RUPTL terbaru (2018 – 2027), 23% target energi terbarukan akan tercapai pada tahun 2025. Namun demikian, akibat ketiadaan target jangka panjang, persentase energi terbarukan dalam pembangkitan listrik ini menurun pada tahun-tahun berikutnya. Untuk mencapai target, PLN tetap memberikan prioritas terhadap pembangkit listrik konvensional dan berbahan bakar fosil dalam bauran energi, sementara tenaga surya dan bayu hanya memainkan peran yang kecil.

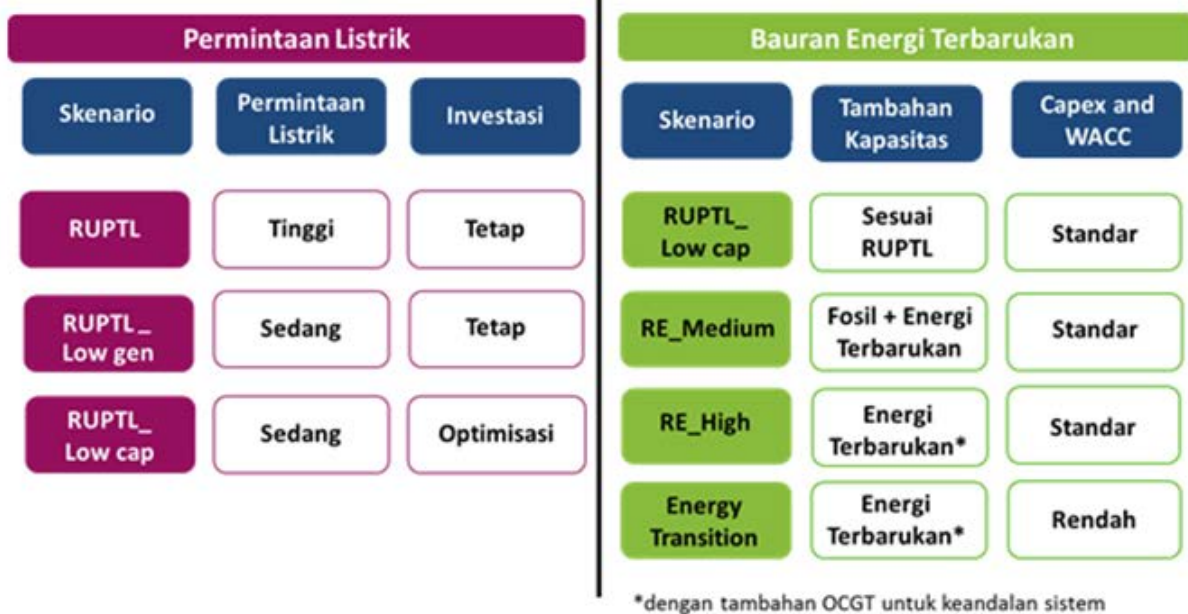
Secara global, tren ini sangat berbeda; sistem ketenagalistrikan di seluruh dunia semakin dibentuk oleh energi terbarukan. Dalam upaya untuk memodernisasi sistem ketenagalistrikan, memanfaatkan turunnya harga teknologi fotovoltaik dan bayu serta menerapkan sistem energi yang berkelanjutan; banyak negara dan perusahaan di sektor energi menanamkan investasi yang besar untuk

pengembangan energi terbarukan. Sejak tahun 2015, investasi yang ditanamkan ke sektor energi terbarukan di seluruh dunia setiap tahunnya lebih besar dibandingkan investasi ke sektor energi fosil. Pada tahun 2017, untuk pertama kalinya, India melakukan investasi energi terbarukan dalam jumlah yang lebih besar dibanding investasi pembangkit listrik tenaga fosil (IEA, World Energy Investment 2018) - semata-mata karena pembangkit listrik tenaga bayu dan surya telah menjadi lebih murah dibandingkan membangun pembangkit listrik gas dan batubara yang baru. Selain itu, energi terbarukan memiliki manfaat tambahan dalam penurunan emisi karbon dan polusi udara.

Berdasarkan latar belakang ini, kami melakukan analisis berbasis model untuk beberapa skenario sistem ketenagalistrikan di Indonesia. Fokus analisis ini adalah sistem Jawa-Bali dan Sumatera, di mana mayoritas penduduk tinggal dan mengonsumsi sekitar 90% tenaga listrik nasional. Pada pertengahan tahun 2020, Sumatera dan Jawa akan terhubung melalui kabel bawah laut, dengan demikian mengintegrasikan sistem dari ketiga pulau besar tersebut.

Model ini menganalisis 2 dimensi: besarnya permintaan dan pasokan sistem ketenagalistrikan. Model ini mempertimbangkan peluang yang tercipta akibat turunnya biaya teknologi energi terbarukan yang signifikan dalam sepuluh tahun terakhir, khususnya untuk energi surya dan bayu; kemudian menganalisis skenario-skenario alternatif perencanaan bauran energi yang berlaku saat ini dan dengan mempertimbangkan pencapaian target bauran energi nasional dan penanganan perubahan iklim Indonesia dengan tetap menjamin keandalan sistem ketenagalistrikan.

Studi ini menggunakan RUPTL 2018 - 2027 sebagai sumber data dan referensi pembangunan pembangkit tenaga listrik saat ini dan yang akan datang, serta beban puncak dan pertumbuhan permintaan listrik. Analisis dilakukan dengan menggunakan model PLEXOS yang telah digunakan secara luas di seluruh dunia untuk analisis sektor



Gambar 1 Skenario dan Parameter Utama

ketenagalistrikan. Data yang digunakan merupakan gabungan antara data biaya teknologi yang berasal dari sumber internasional dan data teknis spesifik untuk Indonesia yang diberikan oleh sejumlah ahli dalam negeri dalam berbagai lokakarya dan diskusi bilateral. Sistem ketenagalistrikan dimodelkan untuk periode 10 tahun, dengan jangka waktu mulai dari tahun 2018 sampai dengan 2027, dengan skala waktu per jam. Sistem ini mempertimbangkan pasokan dan permintaan listrik di tingkat provinsi serta batasan kapasitas transmisi antar-provinsi.

Tujuan utama dari studi ini berkaitan dengan perkembangan permintaan listrik dan investasi untuk pembangkit listrik tenaga bayu dan surya di Jawa - Bali dan Sumatera, yaitu:

- mengidentifikasi dampak yang timbul dari proyeksi permintaan listrik yang lebih rasional terhadap investasi, penggunaan pembangkit listrik, dan biaya sistem ketenagalistrikan, serta
- menilai dampak dari penambahan kapasitas pembangkit listrik tenaga bayu dan surya yang cukup besar ke dalam sistem ketenagalistrikan.

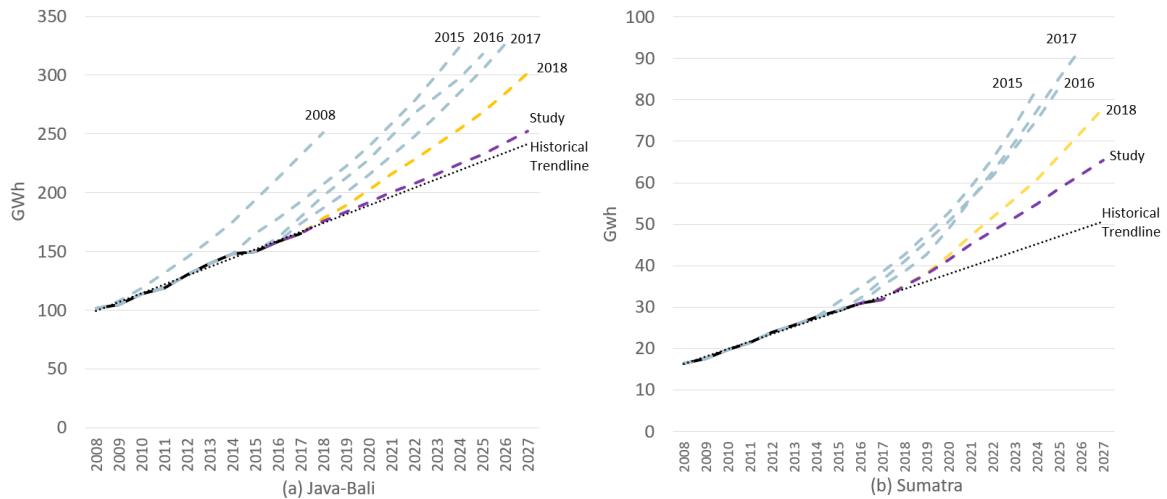
Pengaturan dan parameter pembeda utama dari skenario yang dinilai tersebut disajikan dalam Gambar 1.

Temuan utama dari studi ini disajikan di bawah ini.

Estimasi pertumbuhan permintaan listrik yang terlalu tinggi dan mengabaikan potensi efisiensi energi akan meningkatkan risiko aset terdampar (*stranded assets*)

Memperkirakan kurva permintaan energi dalam jangka waktu yang panjang bukan hal yang mudah, khususnya di negara-negara berkembang yang mengalami pertumbuhan dengan laju yang cukup tinggi. Proyeksi pemerintah kerap kali lebih dipengaruhi oleh target-target politik daripada bukti memadai. Selain itu, potensi peralatan yang lebih efisien di dalam sektor industri dan bangunan (AC, bohlam, dll,) sering kali diabaikan, atau hanya diberikan porsi sangat kecil dalam prediksi kurva permintaan energi.

Hal ini juga terjadi di Indonesia. Dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL), PLN terus menerus menyajikan estimasi pertumbuhan permintaan tenaga listrik yang terlalu tinggi. Pada umumnya, permintaan diperkirakan akan menjadi lebih dari dua kali lipat dalam rentang waktu 10 tahun. Dalam RUPTL 2008 - 2017, permintaan tenaga listrik di Jawa-Bali diharapkan mencapai 250 TWh pada tahun 2017. Pada kenyataannya, angka itu tidak bergerak dari 170



Gambar 2 Permintaan listrik historis dan proyeksi permintaan listrik di Jawa Bali dan Sumatera: sebuah kecenderungan untuk membuat estimasi pertumbuhan permintaan masa depan yang terlalu tinggi

TWh, atau sekitar dua pertiga dari proyeksi. Walaupun baru-baru ini angka pertumbuhan telah diturunkan, terutama dalam RUPTL 2018 - 2027 (dibandingkan dengan RUPTL 2017 - 2026), skenario pertumbuhan permintaan listrik untuk sistem Jawa-Bali dan Sumatera dalam periode 10 tahun berikutnya masih menggunakan proyeksi nilai pertumbuhan permintaan listrik 20-50% lebih tinggi daripada yang diharapkan (apabila mengikuti kurva pertumbuhan sepuluh tahun sebelumnya). Oleh karena itu, dalam analisis ini, kami menyusun skenario pertumbuhan alternatif yang lebih realistis. Skenario ini kami anggap sesuai khususnya di Jawa-Bali, di mana pertumbuhan permintaan listrik sepanjang sepuluh tahun terakhir sudah cukup tinggi. Sementara untuk Sumatera, kami memproyeksikan pertumbuhan permintaan listrik yang lebih tinggi dari sepuluh tahun terakhir (Gambar 2).

Dengan membandingkan permintaan listrik dalam RUPTL dan skenario pertumbuhan permintaan sedang, dapat dilihat perbedaan dan dampak terhadap pembangkit-pembangkit listrik yang ada dan yang direncanakan kedepannya. Dalam skenario dimana pertumbuhan permintaan listrik di Jawa-Bali dan

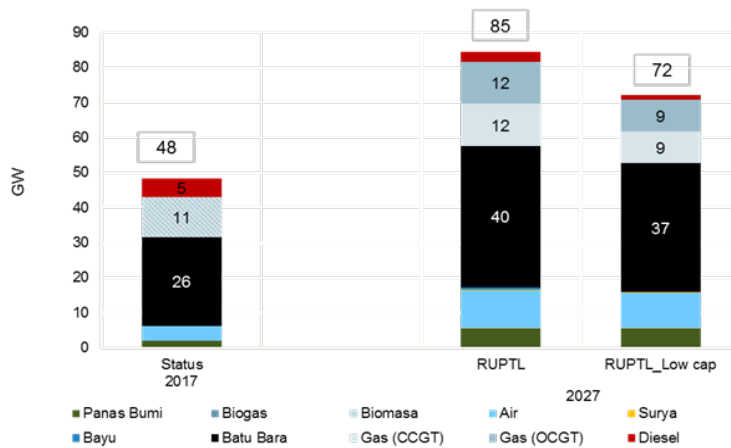
Sumatera mencerminkan pertumbuhan selama satu dekade terakhir, permintaan listrik pada tahun 2027 akan lebih rendah 16% daripada yang diasumsikan dalam RUPTL 2018. Artinya, dari 197 TWh pada tahun 2017, permintaan listrik akan meningkat menjadi 322 TWh dalam skenario sedang, dan bukan menjadi 382 TWh.

Pertumbuhan permintaan listrik yang sedang akan berimplikasi terhadap:

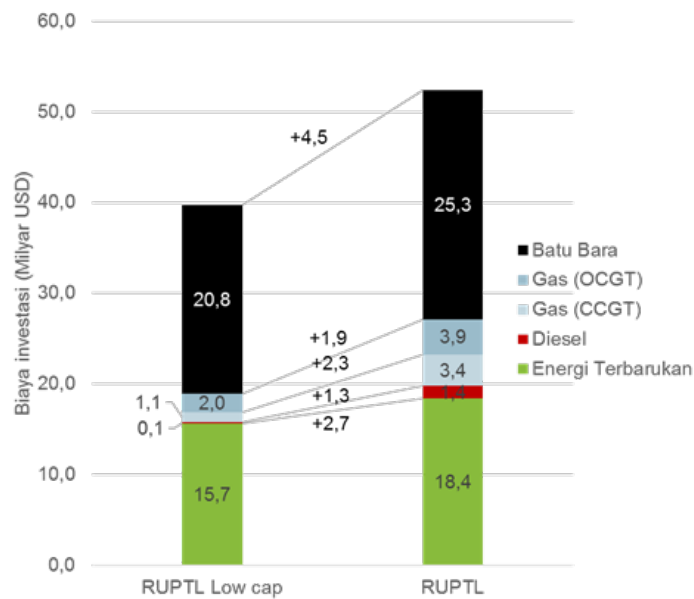
- berkurangnya jumlah pembangkit tenaga listrik yang diperlukan untuk memenuhi permintaan listrik;
- namun demikian, jika semua pembangkit tenaga listrik dalam RUPTL 2018-2027 dibangun, pembangkit tenaga listrik akan beroperasi dengan tingkat penggunaan yang lebih rendah, sehingga mempengaruhi pemasukan untuk bisnis pembangkit listrik tersebut dan kemudian meningkatkan seluruh biaya sistem dan biaya pembangkitan listrik (*Levelized Cost of Energy or LCOE*).

Berkurangnya permintaan listrik berakibat pada turunnya kebutuhan kapasitas pembangkit tenaga

¹ Permintaan listrik akan turun sebesar 49 TWh di Jawa Bali dan 11 TWh di Sumatera, yang berarti berkurangnya pasokan tenaga listrik sebesar 64.4 TWh, apabila susut jaringan transmisi dan distribusi totalnya sebesar 8%.



Gambar 3 Kapasitas terpasang pada tahun 2027 antara RUPTL dan sistem teroptimalisasi



Gambar 4 Perbedaan biaya investasi akibat kelebihan pembangunan kapasitas sebesar 12,5 GW

listrik tambahan sebesar kurang lebih 12,5 GW, terutama dari batu bara, CCGT dan OCGT (masing-masing sekitar 3 GW) dan diesel (1.6 GW). Pada dasarnya, permintaan listrik akan tetap dapat dipenuhi tanpa membangun 12,5 GW pembangkit listrik. Hasil analisis ini telah mempertimbangkan pemadaman untuk tujuan pemeliharaan serta pemadaman paksa sesuai dengan standar yang saat ini berlaku di Indonesia.

Membangun 12,5 GW pembangkit listrik tambahan ini diperkirakan akan membutuhkan investasi tambahan sebesar 12,7 miliar dolar, yang merupakan akibat dari peningkatan biaya investasi dari 39,7 miliar dolar menjadi 52,4 miliar dolar. Peningkatan biaya investasi ini menyebabkan meningkatnya biaya tahunan investasi pembangkit

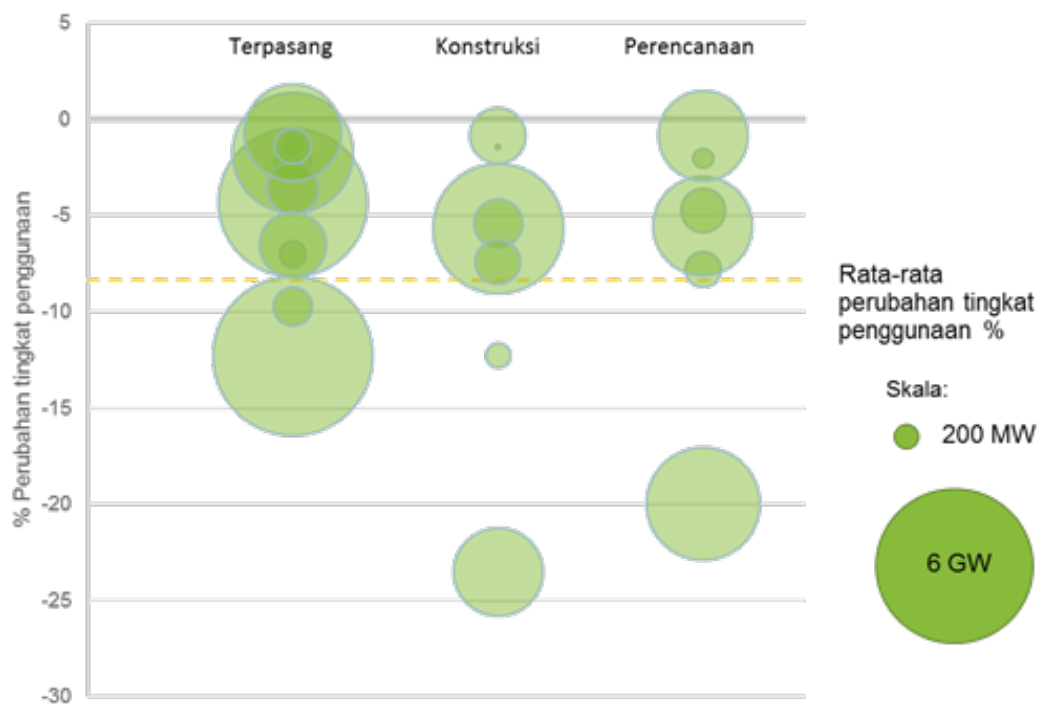
tenaga listrik sebesar 28%.

Jika semua pembangkit tenaga listrik dibangun sesuai dengan rencana RUPTL 2018, tetapi pertumbuhan permintaan ternyata lebih moderat, maka tingkat penggunaan pembangkit listrik termal akan turun. Hal ini disebabkan karena jumlah energi yang dihasilkan akan tetap sama sedangkan jumlah pembangkit lebih banyak. Disamping itu, karena pembangkit listrik energi terbarukan - misalnya, tenaga panas bumi, air, surya dan bayu – dapat menghasilkan listrik dengan biaya marjinal nol, maka tingkat penggunaan pembangkit termal akan turun sebesar rata-rata 8% dalam jangka waktu 10 tahun yang akan datang.

Gambar 5 menggambarkan besar perubahan tingkat penggunaan PLTU batu bara apabila permintaan

² Combined Cycle Gas Turbine

³ Open Cycle Gas Turbine



Gambar 5 Perubahan tingkat penggunaan antara skenario permintaan tinggi (RUPTL) dan permintaan rendah (RUPTL Low gen). Masing-masing angka mewakili 1 pembangkit tenaga batu bara di 1 provinsi. Pembangkit listrik dikelompokkan menjadi 3 status: terpasang, konstruksi dan perencanaan.

listrik menjadi lebih rendah daripada estimasi awal. Masing-masing lingkaran mewakili satu provinsi: terbukti bahwa terdapat beberapa provinsi di mana tingkat penggunaan PLTU batu bara, baik terpasang maupun baru, mengalami penurunan sebesar lebih dari 10 persen dan beberapa yang berkurang hingga sekitar 20 persen. Untuk pembangkit listrik tenaga gas, mengingat biaya marjinal jangka pendek CCGT dan OCGT yang lebih tinggi, tingkat penggunaan bahkan akan turun lebih jauh. Terdapat juga kemungkinan bahwa tingkat penggunaan pembangkit tenaga listrik yang baru dibangun akan jauh lebih kecil daripada yang direncanakan, sehingga meningkatkan risiko aset terdampar (*stranded assets*). Mengingat semakin banyak pembangkit tenaga listrik termal yang dibangun oleh para Perusahaan Pembangkit Listrik (*Independent Power Producers*) melalui PPA jangka panjang dengan PLN, hal ini berarti bahwa semakin besar kemungkinan PLN akan membayar biaya listrik yang tidak diperlukan. Hal ini pada akhirnya akan membebani pembayar pajak Indonesia dengan utang tambahan.

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, memproyeksikan permintaan listrik jangka panjang

bukanlah suatu pekerjaan yang mudah. Selain rumit secara metode, proyeksi permintaan listrik juga berkaitan erat dengan aspek tujuan politik dari penyediaan energi yang memadai untuk penduduk dan perekonomian. Dan bila kita melihat perkembangan yang terjadi belakangan ini berupa besarnya kenaikan cadangan daya (*reverse margin*) dan penundaan proyek akibat kurangnya permintaan listrik, maka investasi pembangkit yang berlebih sudah terjadi dan menjadi masalah di Indonesia.

Risiko rendahnya penggunaan pembangkit tenaga listrik akan semakin besar seiring dengan semakin murahnya energi terbarukan, karena teknologi ini, setelah dibangun, dapat memproduksi listrik dengan biaya marjinal nyaris nol. Tak hanya itu, pembangkit listrik tenaga bayu dan surya juga dapat dikembangkan secara jauh lebih fleksibel. Di pasar energi terbarukan yang telah berkembang dengan baik, jangka waktu sejak perencanaan hingga dimulainya pengoperasian berkisar antara dua tahun (untuk ladang angin) dan enam bulan (untuk surya PV) dan proyek-proyek tersebut secara ekonomis dapat dikembangkan dengan sangat modular, sesuai dengan ukuran proyek yang diperlukan.

⁴ Power Purchase Agreement = perjanjian jual beli ketenagalistrikan

Sebaliknya, pembangkit listrik termal yang efisien dengan ukuran antara 400 MW (untuk gas) dan lebih dari 1 GW (untuk batu bara) memerlukan waktu yang jauh lebih lama. Dengan demikian, risiko investasi yang tidak dibutuhkan menjadi jauh lebih rendah dengan pembangkit listrik energi terbarukan.

Indonesia memiliki beragam potensi sumber energi terbarukan yang sangat besar, kondisi yang sangat mendukung peningkatan porsi energi terbarukan dalam sepuluh tahun kedepan menjadi dua kali lipat dari yang saat ini direncanakan

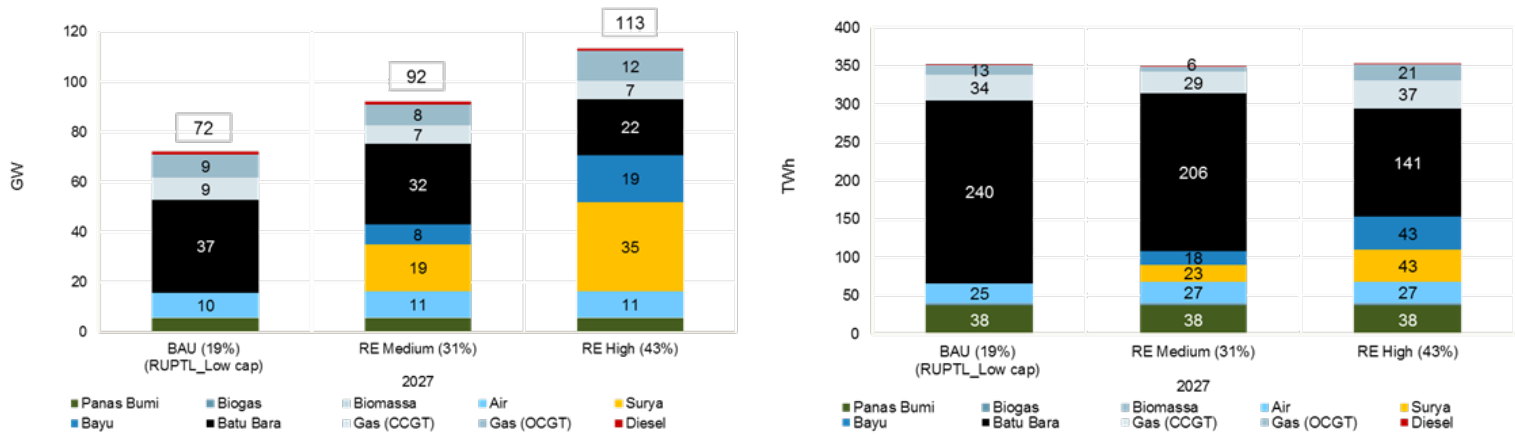
Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang melimpah dari berbagai sumber – jauh melampaui apa yang tersedia di sebagian besar negara lain di seluruh dunia. Terletak di posisi yang dikenal dengan sebutan “cincin api” pada lempeng tektonik Pasifik, Indonesia merupakan salah satu negara yang paling menarik untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga panas bumi. Sejak tahun 2018, Indonesia memiliki kapasitas panas bumi tertinggi kedua (hampir 2 GW) di dunia, hanya tertinggal dari Amerika Serikat; potensi sumber daya diperkirakan mencapai 11 GW, dengan cadangan sebesar 17 GW. Menurut International Hydropower Association, potensi teknis pembangkit listrik tenaga air mencapai sekitar 75 GW, dengan 8 GW yang saat ini telah layak secara ekonomi – selain dari 4 GW pembangkit yang sudah terpasang. Meskipun banyak proyek bendungan besar yang memunculkan pertanyaan seputar isu lingkungan dan sosial, masih ada potensi yang sangat besar untuk proyek-proyek yang skalanya lebih kecil dan berkelanjutan.

Dalam hal energi surya dan bayu, Indonesia baru berada pada tahap sangat awal dalam pemanfaatan potensinya yang besar. Iradiasi matahari berada di tingkat intensitas yang cukup besar di seluruh wilayah Indonesia, karena siang hari berlangsung lebih panjang dan tutupan awan yang agak rendah sepanjang tahun.

Keterbatasan, khususnya di pulau Jawa yang padat penduduknya, lebih kepada isu ketersediaan lahan. Namun demikian, dari estimasi ~200 GW potensi di seluruh Indonesia, ~30 GW diperkirakan untuk Jawa Bali, dan lebih dari 90 GW untuk Sumatera. Potensi pembangkit listrik tenaga bayu masih belum banyak dimanfaatkan karena kecepatan angin yang relatif rendah di beberapa wilayah serta terbatasnya lahan yang tersedia. Pemodelan skala sedang (menengah) yang dilakukan baru-baru ini serta kemajuan teknologi yang memungkinkan turbin angin untuk menghasilkan listrik dari kecepatan angin yang lebih rendah mengungkapkan bahwa sesungguhnya terdapat lebih banyak lokasi yang lebih potensial dan sesuai daripada yang diperkirakan sebelumnya. Sesuai dengan penilaian tersebut, potensi tenaga bayu diperkirakan mencapai sebesar ~6 GW untuk Sumatera dan 24 GW untuk Jawa-Bali.

Berdasarkan potensi tersebut, kami telah menghitung tiga skenario dengan bauran energi yang berbeda, terutama berbeda dalam porsi energi bayu dan surya. Sebagai skenario baseline (BAU), kami menggunakan RUPTL_Low cap. Skenario ini mencerminkan preferensi teknologi sesuai dalam RUPTL, yaitu sejumlah investasi dalam energi panas bumi dan air, tetapi dengan fokus utama pada batu bara (+ 11 GW dalam periode 10 tahun), serta gas (+ 7 GW), akan tetapi dengan asumsi pertumbuhan permintaan sedang. Kami membandingkan skenario baseline dengan dua skenario yang disusun berdasarkan asumsi permintaan yang sama, tetapi dengan bauran energi yang berbeda:

- RE_Sedang (RE_Medium) yang mengasumsikan investasi pembangkit listrik baru yang berasal dari bauran energi fosil dan energi terbarukan, sementara;
- RE_Tinggi (RE_High) hanya mempertimbangkan skenario investasi pembangkit listrik baru dari energi terbarukan, tanpa investasi baru dari pembangkit listrik batu bara dan CCGT, selain dari kapasitas terpasang.



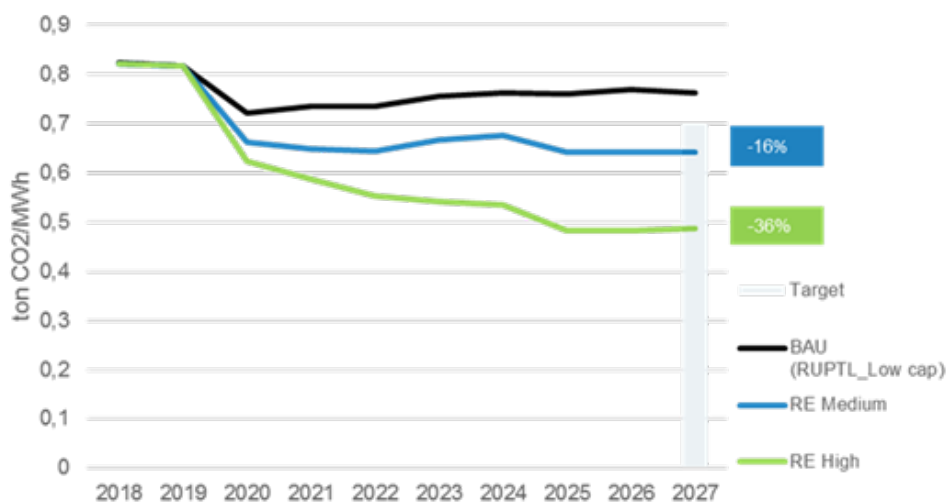
Gambar 6 Kapasitas terpasang dan pembangkitan per teknologi pada masing-masing skenario pada tahun 2027. Persentase energi terbarukan di dalam kurung.

Gambar 6 menggambarkan kapasitas terpasang dan bauran pembangkitan dari masing-masing skenario. Dalam skenario baseline, energi terbarukan – terutama energi air dan panas bumi – berkontribusi hampir sebesar 19% dari pembangkitan per tahun, sementara dalam skenario alternatif, porsi energi terbarukan meningkat hingga mencapai 31% (RE_Medium) dan 43% (RE_High). Pada tahun 2027, kapasitas terpasang energi surya dan bayu dalam skenario RE_Medium masing-masing mencapai 19 GW dan 8 GW. Dalam skenario RE_High, total kapasitas terpasang energi surya dan bayu masing-masing mencapai 35 GW dan 19 GW di seluruh Jawa Bali dan Sumatera. Jumlah ini hanya menggunakan kurang dari 30% dari potensi energi surya dan bayu yang diperkirakan.

Dalam skenario RE_High, tambahan kapasitas per tahun adalah sekitar 3,5 GW tenaga surya dan

1,9 GW tenaga bayu daratan (onshore wind). Sebagai perbandingan, India memiliki kapasitas terpasang sebesar 55 GW tenaga surya dan bayu dalam periode 10 tahun terakhir. Untuk mencapai target energi terbarukannya yang sebesar 160 GW tenaga bayu dan surya pada tahun 2022, tambahan kapasitas tahunan di India adalah sekitar 20-30 GW per tahun untuk tenaga surya PV dan 6 – 10 GW per tahun untuk tenaga bayu. Di Jerman yang sudah mengembangkan 105 GW pembangkit tenaga listrik surya dan bayu, tambahan kapasitas tahunannya masih sebesar 2,9 GW per tahun untuk tenaga bayu daratan dan 2,5 GW per tahun untuk tenaga surya PV. Oleh sebab itu, skenario Energi Terbarukan Tinggi (RE_High) memungkinkan untuk dicapai, dengan syarat adanya kebijakan yang tepat.

Pasokan listrik non-termal dalam skenario energi terbarukan lebih besar bila dibandingkan



Gambar 7 Intensitas emisi sektor ketenagalistrikan pada masing-masing skenario

dengan RUPTL. Hal ini menyebabkan intensitas emisi gas rumah kaca mengalami penurunan dari 0,76 menjadi 0,64 ton/MWh dalam skenario RE medium dan menjadi 0,49 ton/MWh dalam skenario RE High - penurunan signifikan masing-masing sebesar 16% dan 36%.

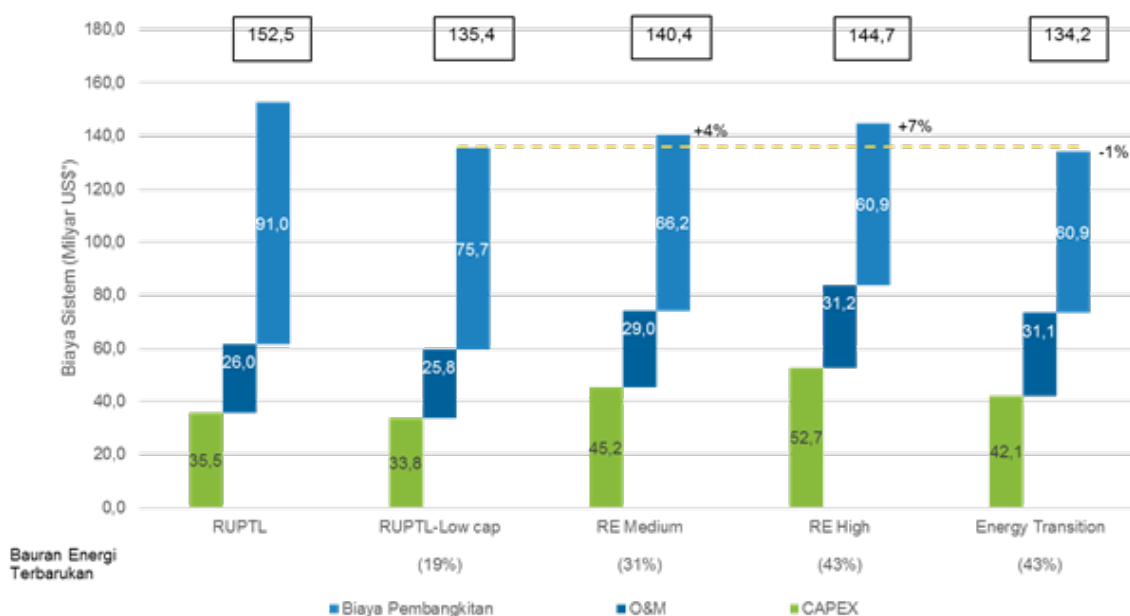
Walaupun Indonesia, dalam NDC-nya, masih memberikan ruang untuk kenaikan emisi sektor ketenagalistrikan yang signifikan hingga tahun 2030, skenario RE High justru akan mengurangi emisi sektor ketenagalistrikan, sehingga berkontribusi terhadap penurunan gas rumah kaca (greenhouse gas) dalam jumlah yang lebih besar. Mitigasi dari sektor ketenagalistrikan merupakan low hanging fruit, target yang relatif mudah dijangkau yang harus lebih dimanfaatkan dalam upaya mengurangi emisi CO2.

Skenario RE_Tinggi yang dikombinasikan dengan upaya penghematan energi yang realistis dapat menghemat hingga 10 miliar dolar selama periode sepuluh tahun

Memenuhi pertumbuhan permintaan listrik berarti menanamkan investasi dalam jumlah cukup besar. Oleh karena itu, sangat penting bagi negara untuk mempertimbangkan tren biaya di masa depan,

sehingga target politik (baik berupa rasio elektrifikasi, bauran EBT, emisi CO2 atau bahkan kesejahteraan) dapat tercapai dengan cara yang paling ekonomis. Dampak finansial dari transisi terhadap penetrasi energi terbarukan yang lebih besar ke dalam sistem ketenagalistrikan di Jawa-Bali-Sumatera dikaji dengan memperhitungkan total biaya operasional dan biaya investasi tahunan selama periode 2018-2027. Gambar 8 menunjukkan total biaya sistem untuk kelima skenario - RUPTL, RUPTL_Low cap (digunakan sebagai dasar/baseline), skenario Energi Terbarukan Sedang (RE Medium), Tinggi (RE High), dan skenario Transisi Energi.

Dengan menggunakan serangkaian asumsi yang konsisten, simulasi menunjukkan bahwa skenario baseline RUPTL_Low cap memiliki total biaya paling rendah sebesar 135,4 miliar dolar selama periode sepuluh tahun. Sistem dengan 31% Energi Terbarukan (RE Medium) memiliki biaya sistem 4% lebih tinggi dibandingkan dengan RUPTL_Low cap; sedangkan skenario RE High, dengan ~ 43% Energi Terbarukan, meningkatkan biaya sistem sebesar 7%. Namun demikian, apabila dibandingkan dengan RUPTL, skenario RE High dapat menghemat biaya sistem sebesar 7,7 miliar dolar. Penghematan ini dengan



Gambar 8 Total biaya operasional dan investasi untuk Jawa-Bali-Sumatera 2018-2027

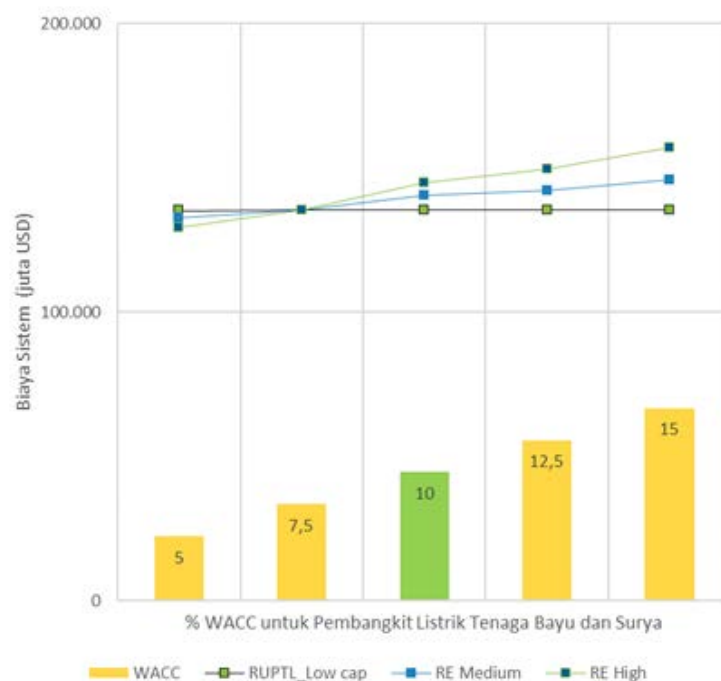
memperhitungkan faktor efisiensi dan permintaan listrik yang lebih rendah daripada RUPTL.

Penurunan biaya teknologi bayu dan surya berulang kali terbukti lebih cepat dari yang diperkirakan. Dampak dari biaya teknologi yang lebih rendah dan persepsi risiko yang lebih rendah dari para investor ditunjukkan dalam skenario Transisi Energi (Energy Transition). Dengan asumsi bahwa biaya modal rata-rata tertimbang (weighted average cost of capital/ WACC) turun dari 10% menjadi 8%, sejalan dengan tren global, dan kurva pembelajaran yang lebih curam untuk tenaga surya dan bayu, total CAPEX untuk skenario Transisi Energi akan berkurang sebesar 20% dan biaya sistem ketenagalistrikan dapat turun sebesar 10 miliar dolar, dibandingkan dengan RUPTL. Dan perlu diingat bahwa skenario-skenario tersebut belum memperhitungkan faktor eksternalitas seperti biaya untuk dampak lingkungan, emisi CO2, kesehatan, maupun efek sosial.

Lingkungan investasi yang kondusif merupakan kunci untuk meningkatkan bauran Energi Terbarukan dan mengurangi total biaya

Sistem ketenagalistrikan dengan bauran energi terbarukan yang lebih tinggi memiliki struktur biaya yang sangat berbeda dari sistem dengan bauran energi fosil yang tinggi. Produksi listrik dari energi terbarukan memerlukan investasi tinggi di muka, tetapi selanjutnya akan memungkinkan produksi listrik untuk lebih dari 25 tahun dengan biaya operasional nyaris nol. Walaupun biaya teknologi cenderung mengikuti pasar global yang kompetitif, bunga yang dibayarkan baik untuk utang maupun ekuitas sangat berbeda antara satu negara dan negara yang lain. Hal ini berdampak besar pada total biaya, sebagaimana disebutkan di atas.

Karenanya, kami mengevaluasi dampak nilai biaya modal yang berbeda-beda untuk pendanaan proyek tenaga surya dan bayu dalam sistem ketenagalistrikan di Jawa-Bali dan Sumatera. Hasilnya menunjukkan bahwa pada WACC sebesar 7,5% untuk tenaga bayu dan surya, sistem energi terbarukan RE_High memiliki biaya yang sama, bahkan sedikit lebih rendah, dibandingkan dengan biaya pada skenario baseline.



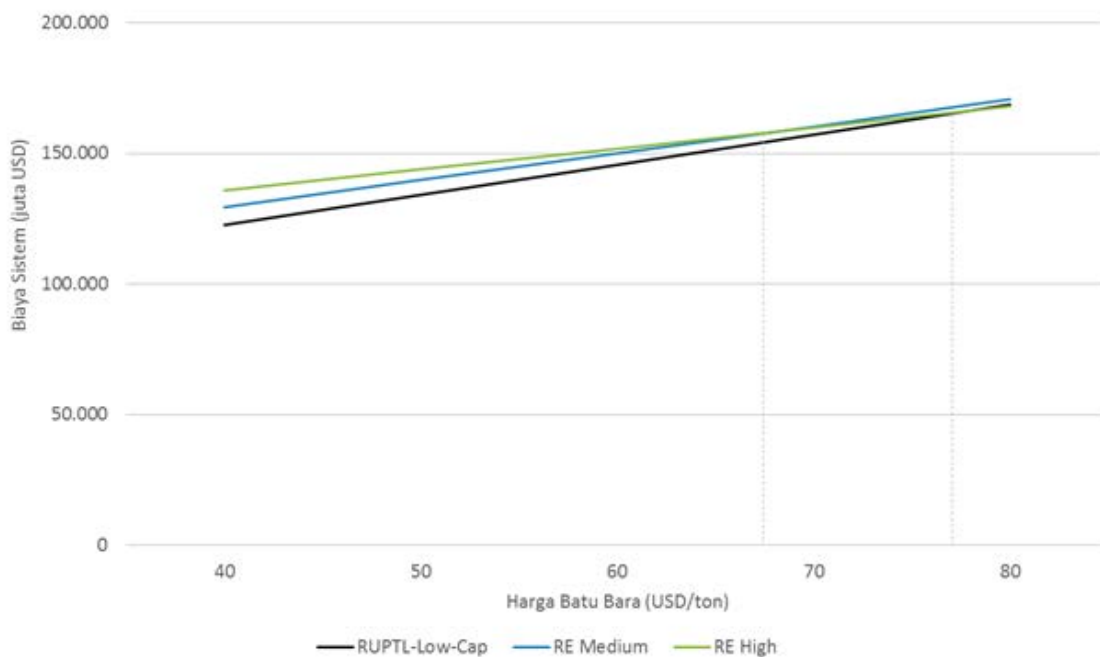
Gambar 9 Analisis Sensitivitas pada WACC Berbeda untuk tenaga Bayu dan Surya PV (Kolom berwarna hijau: asumsi yang digunakan dalam model ini)

Walaupun terlihat cukup ambisius dalam konteks Indonesia saat ini, negara-negara di mana pasar tenaga bayu dan surya telah berkembang dengan baik, seperti Chile, Meksiko, Dubai, India atau Jerman, menunjukkan bahwa WACC dapat diturunkan hingga mencapai 5% atau bahkan kurang dari 5%. Karena itu lingkungan peraturan di Indonesia menjadi kunci yang mendukung penetrasi energi terbarukan yang lebih tinggi, karena biaya modal sebagian besar dipicu oleh tinggi rendahnya risiko yang bersedia diambil oleh para investor.

Selain untuk menilai dampak dari kondisi investasi yang semakin baik untuk energi terbarukan di Indonesia, model ini juga digunakan untuk menghitung dampak harga batu bara - sistem ketenagalistrikan Indonesia didominasi oleh PLTU batu bara.

Gambar 10 menggambarkan perubahan total biaya sistem dengan beberapa asumsi harga batu bara yang berbeda. Hasil analisis kami menunjukkan bahwa semua skenario sensitif terhadap perubahan harga batu bara tetapi tidak sesensitif yang mungkin diperkirakan. Hal ini karena dalam semua skenario, kapasitas terpasang PLTU batu bara cukup besar. Pada

tahun 2027, bahkan dalam skenario RE_High, terdapat 22 GW PLTU batu bara dalam sistem ketenagalistrikan di Jawa Bali dan Sumatera, yang mampu memproduksi 40% dari semua pembangkitan. Apabila didasarkan pada kenaikan harga batu bara semata, biaya sistem skenario RE_High akan setara dengan skenario baseline pada harga batu bara yang cukup tinggi. Walaupun hal ini sangat realistis bila melihat perkembangan harga batu bara di pasar dunia saat ini, kebijakan Kewajiban Pasar Domestik (Domestic Market Obligation – DMO) membatasi harga batu bara sebesar 70 USD/ton. Namun demikian, apabila Indonesia menerapkan kebijakan “batu bara bersih” yang telah diumumkan dan meningkatkan standar lingkungan hidup (dengan menggunakan batu bara yang mengandung nilai kalori lebih tinggi dan memberlakukan langkah-langkah pengurangan polusi lainnya), maka biaya pembangkitan PLTU batu bara, yang saat ini sangat rendah ketika dibandingkan dengan pasar internasional, akan meningkat.



Gambar 10 Sensitivitas Biaya Bahan Bakar Batu Bara setiap Skenario.

⁵ Dalam model ini, asumsi untuk nilai kalorifik batu bara adalah 4200 kkal/kg.

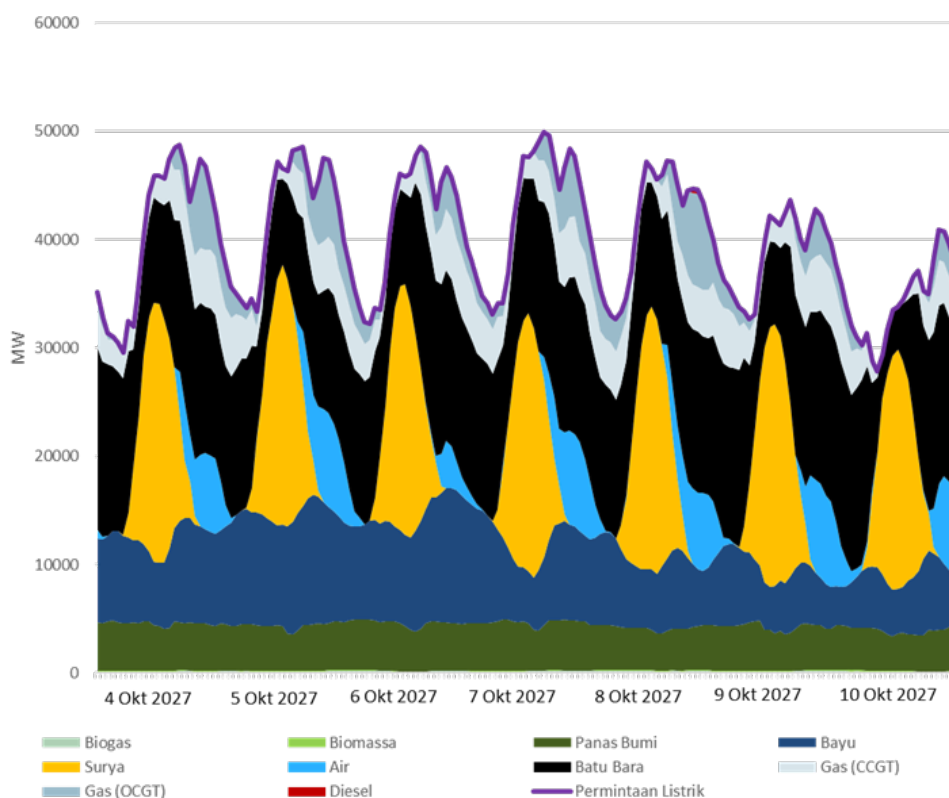
Bahkan dengan porsi energi bayu dan surya yang tinggi, keamanan pasokan sistem ketenagalistrikan di Indonesia dapat tetap terjamin

Peningkatan bauran tenaga bayu dan surya menyebabkan terjadinya perubahan mendasar dalam sistem ketenagalistrikan. Peningkatan pasokan energi terbarukan variabel (variable renewable energy) sering kali dikaitkan dengan perlunya fleksibilitas sistem ketenagalistrikan yang lebih tinggi dan mempengaruhi peran dan kontribusi pembangkit-pembangkit tenaga listrik lainnya di dalam portofolio.

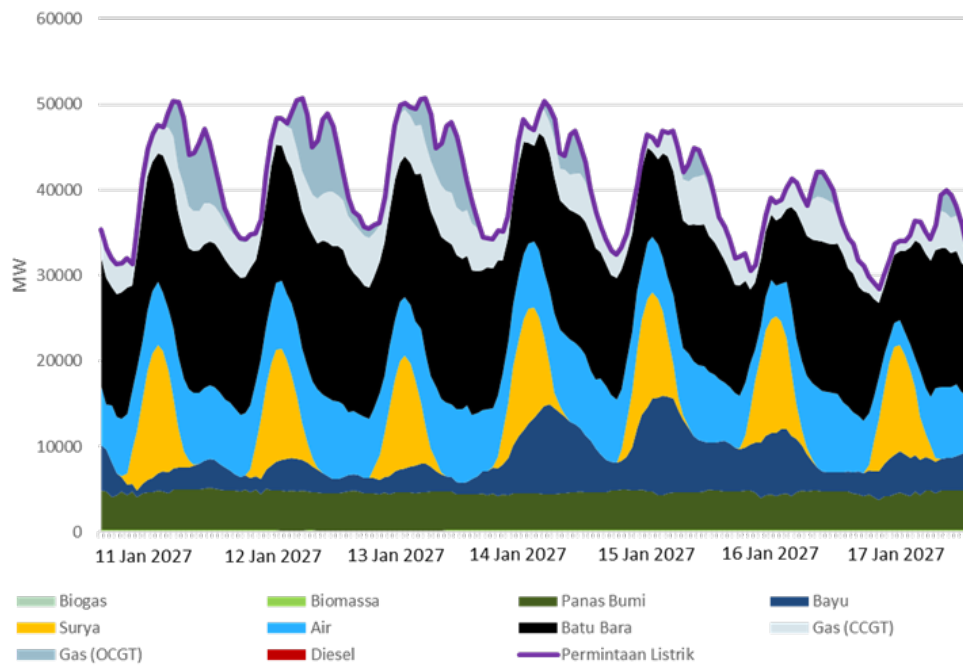
Dalam skenario RE_High, hampir seperempat dari penyediaan listrik tahunan berasal dari energi bayu dan surya. Namun, pada tingkat energi terbarukan seperti itu, sistem ketenagalistrikan tetap dapat memenuhi permintaan listrik di sepanjang tahun. Sebagai ilustrasi, profil pembangkitan per jam selama sampel dua minggu dengan kontribusi energi bayu dan surya yang berubah-ubah ditunjukkan dalam Gambar

11. Berdasarkan pengamatan, selama siang hari pola beban puncak selaras dengan feed-in Surya PV. Pada jam yang sama, khususnya pada sekitar tengah hari, pembangkitan tenaga surya dan bayu dapat mencapai 60% dari total permintaan listrik; dalam hal ini sekitar 30 GW. Pada hari-hari dengan pasokan tenaga surya dan bayu yang rendah, pembangkitan listrik tenaga air meningkat dan memberikan keseimbangan sistem, demikian pula PLTU batu bara, CCGT dan secara khusus OCGT yang sangat fleksibel memberikan kontribusi terhadap fleksibilitas sistem ketenagalistrikan.

Pembangkit listrik residu, misalnya pembangkit listrik tenaga air, gas, dan batu bara harus segera merespon kenaikan atau penurunan pembangkitan tenaga surya dan bayu - beroperasi secara lebih fleksibel. Tantangan fleksibilitas dapat dikelola secara teknis. Namun penting untuk dicatat bahwa pengoperasian pembangkit yang lebih fleksibel dapat mempengaruhi tingkat keekonomian pembangkit listrik.



⁶ Kami menggunakan asumsi konvensional: peningkatan atau pengurangan produksi (ramp up and down) 2 MW/menit, CCGT 10 MW/menit, dan OCGT 20 MW/menit.



Gambar 11 Pembangkitan per jam setiap minggu dengan pasokan tenaga surya dan bayu tinggi (Oktober 2027) dan tenaga surya dan bayu rendah (Januari 2027)



foto: PLTS Kupang / jabartoday.com

Kesimpulan dan Saran

Hingga akhir tahun 2017, terdapat sekitar 6 GW kapasitas terpasang energi terbarukan di Jawa, Bali dan Sumatera (terutama tenaga air dan panas bumi) yang memasok 8% dari seluruh pasokan listrik di wilayah ini (RUPTL, 2018). Menurut Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), bauran energi terbarukan harus meningkat menjadi 23% pada tahun 2025 dan kapasitas energi terbarukan harus mencapai 33% dari total kapasitas terpasang pada tahun 2025.

Hal ini berarti Indonesia harus memasang lebih dari 30 GW energi terbarukan dari total 106 GW kapasitas terpasang hanya dalam jangka waktu 6 tahun (2019 hingga 2025). Akan tetapi, RUPTL 2018-2027, sebagai acuan utama dalam pembangunan sektor ketenagalistrikan, hanya merencanakan pembangkit tenaga listrik energi terbarukan sebesar 14,3 GW (sebagian besar energi air dan panas bumi). Untuk mencapai target RUEN, diperlukan upaya yang lebih besar dibandingkan dengan apa yang sudah direncanakan di RUPTL 2018-2027 saat ini. Energi surya dan bayu, yang sejauh ini nyaris terabaikan pengembangannya, sangat berpotensi untuk membantu pencapaian target tersebut.

Hasil simulasi kami menunjukkan bahwa skenario energi terbarukan dengan bauran tenaga surya dan bayu di sistem kelistrikan cukup tinggi, secara ekonomi dapat dilakukan dan tidak akan mengganggu keamanan pasokan listrik. Meskipun penambahan kapasitas pembangkit listrik tenaga bayu sebesar 19 GW dan tenaga surya sebesar 35 GW dalam satu dekade akan memerlukan jumlah investasi yang cukup besar, sistem ketenagalistrikan dengan bauran energi terbarukan sebesar 40% dapat dibangun dengan jumlah biaya yang sama dengan sistem berbasis batu bara yang direncanakan di dalam RUPTL saat ini. Pada akhirnya, sulit untuk memprediksi apakah skenario energi terbarukan atau skenario batu bara yang lebih

mahal karena banyaknya ketidakpastian yang dapat terjadi dalam rentang waktu 10 tahun – baik dari sisi harga batu bara di pasar dunia, atau penurunan biaya energi bayu dan surya, atau biaya peminjaman uang dalam pasar keuangan global yang dinamis.

Namun demikian, terdapat beberapa kepastian yang harus dipertimbangkan oleh para pembuat kebijakan pada saat menyusun kerangka sistem energi di masa yang akan datang: mengurangi ketergantungan pada energi fosil tidak hanya akan mengurangi risiko terhadap perubahan harga global bahan bakar batubara dan gas tetapi juga berkaitan dengan manfaat lingkungan, sosial dan kesehatan yang besar dan memungkinkan Indonesia memenuhi komitmen mitigasi perubahan iklimnya sesuai dengan Kesepakatan Paris. Selain itu, pemberian insentif untuk investasi sektor energi bayu dan surya di seluruh nusantara, berpotensi mengarahkan aliran dana dan manfaat ekonomi ke wilayah-wilayah yang saat ini masih tertinggal.

Kebijakan dan peraturan menjadi kunci untuk meningkatkan bauran energi terbarukan yang lebih besar di Indonesia. Untuk menarik lebih banyak investor, pemerintah harus menjamin persaingan dan penurunan biaya modal. Selain itu, pemerintah harus menyusun rencana strategis jangka panjang yang ambisius dengan target-target jangka menengah yang jelas misalnya dengan menetapkan strategi tahunan investasi energi terbarukan, kebijakan pendukung, dan pelaksanaan rencana yang efisien di tingkat nasional, provinsi dan daerah.



Institute for Essential Services Reform

Jalan Tebet Barat Dalam VIII No. 20 B

Jakarta Selatan 12810 | Indonesia

T: +62 21 2232 3069 | F: +62 21 8317 073

www.iesr.or.id | iesr@iesr.or.id

