

---

## STRATEGI PERCEPATAN PENGEMBANGAN PLTS ATAP DI INDONESIA

Oleh  
I Ketut Wiriana  
Institut Teknologi PLN, Jakarta  
Email: [kwiriana@gmail.com](mailto:kwiriana@gmail.com)

### *Abstract*

*Rooftop Solar Power Plants (PLTS Atap) are a strategic solution in supporting the clean energy transition and achieving the renewable energy mix target in Indonesia. With abundant solar energy potential, the development of rooftop solar systems is crucial to strengthening national energy resilience. However, the actual installed capacity of rooftop solar remains far below the national target, necessitating a comprehensive acceleration strategy. This study aims to analyze policies, quota systems, technical approaches, and cross-sector collaboration as key factors in accelerating rooftop solar deployment in Indonesia. The analysis shows that progressive policies, such as the Minister of Energy and Mineral Resources Regulation No. 2 of 2024—which eliminates capacity and export-import restrictions while offering economic incentives—provide a strong motivation for consumers. Moreover, the implementation of a managed quota system, targeted to reach 1.5 GW by 2028, ensures the stability of the national electricity grid. Technical approaches, including public education and installer training, are also essential to successful implementation. Collaboration among government, industry, and civil society plays a central role in expanding rooftop solar adoption. With an integrated strategy and consistent policy support, rooftop solar is expected to become a key pillar in driving Indonesia's transition to a low-carbon energy future.*

**Kata Kunci:** *Rooftop Solar, Solar Energy, Energy Transition, Acceleration Strategy*

### PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah, termasuk potensi energi terbarukan yang sangat besar. Salah satu potensi energi terbarukan yang paling menjanjikan di Indonesia adalah energi surya. Letak geografis Indonesia yang berada di garis khatulistiwa memberikan keuntungan tersendiri dalam bentuk intensitas radiasi matahari yang tinggi dan stabil sepanjang tahun, dengan rata-rata sekitar 4,8 kWh/m<sup>2</sup> per hari. Kondisi ini menjadikan energi surya sebagai salah satu alternatif paling rasional dan strategis untuk dikembangkan sebagai sumber energi masa depan yang bersih, berkelanjutan, dan ramah lingkungan (Riawan et al., 2022).



Di tengah meningkatnya kebutuhan energi nasional serta tuntutan global terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca, Pemerintah Indonesia telah menunjukkan komitmennya melalui berbagai kebijakan dan regulasi yang mendorong pengembangan energi terbarukan, termasuk energi surya. Salah satu bentuk implementasi dari pemanfaatan energi surya adalah Pembangkit Listrik

Tenaga Surya Atap (PLTS Atap). PLTS Atap adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan panel surya yang dipasang di atap bangunan untuk menghasilkan listrik, baik untuk kebutuhan konsumsi sendiri maupun disalurkan ke jaringan listrik nasional. Sistem ini tidak hanya memberikan manfaat ekonomi bagi pengguna karena dapat mengurangi biaya listrik, tetapi juga berkontribusi terhadap pengurangan beban pasokan energi nasional dan penurunan emisi karbon (Avinda et al., 2021).

PLTS Atap telah menjadi bagian dari strategi besar Pemerintah Indonesia dalam mendukung transisi energi melalui diversifikasi sumber energi nasional. Hal ini sejalan dengan target bauran energi terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025, sebagaimana diamanatkan dalam Peraturan Presiden No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). Untuk mendukung target tersebut, pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) telah menerbitkan berbagai kebijakan, termasuk Peraturan Menteri ESDM No. 26 Tahun 2021 tentang PLTS Atap yang Terhubung Pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk Kepentingan Umum (IUPTLU). Regulasi ini bertujuan untuk memberikan kepastian hukum, kemudahan teknis, serta mendorong partisipasi masyarakat dan sektor industri dalam pengembangan PLTS Atap (iL.N.S. kusmara, 2020).



Namun, meskipun regulasi dan potensi sudah tersedia, realisasi pengembangan PLTS Atap di Indonesia masih sangat jauh dari target yang diharapkan. Hingga tahun 2023, kapasitas terpasang PLTS Atap baru mencapai sekitar 90 MW, sementara target nasional untuk tahun 2025 adalah sebesar 3,6 GW. Gap yang cukup besar ini mengindikasikan bahwa terdapat hambatan-hambatan struktural dan teknis yang belum berhasil diatasi. Beberapa faktor penyebab lambatnya perkembangan PLTS Atap antara lain adalah keterbatasan informasi dan pemahaman masyarakat mengenai manfaat PLTS Atap, belum optimalnya skema pembiayaan dan insentif fiskal, permasalahan teknis integrasi ke jaringan listrik, serta inkonsistensi dalam pelaksanaan kebijakan di lapangan (Merta et al., 2019).

Dari sisi masyarakat dan sektor rumah tangga, rendahnya kesadaran dan edukasi mengenai pentingnya penggunaan energi terbarukan menjadi salah satu kendala utama. Banyak masyarakat yang belum memahami bahwa PLTS Atap dapat menjadi investasi jangka panjang yang menguntungkan secara ekonomi sekaligus berdampak positif terhadap lingkungan. Selain itu, biaya awal instalasi yang cukup tinggi sering kali menjadi penghalang utama bagi masyarakat untuk beralih ke PLTS Atap, meskipun dalam jangka panjang dapat menghasilkan penghematan. Skema pembiayaan yang tersedia saat ini juga belum sepenuhnya inklusif dan mudah diakses oleh seluruh lapisan masyarakat (Ardiansyah et al., 2022).

Sementara itu, di sisi industri dan sektor komersial, tantangan lebih bersifat teknis dan regulatif. Beberapa kawasan industri telah mulai menerapkan PLTS Atap sebagai bagian dari strategi green industry mereka, namun skala implementasinya masih terbatas. Hal ini disebabkan oleh ketidakpastian regulasi mengenai ekspor-

impor listrik dari PLTS Atap ke jaringan PLN, ketidaksesuaian kapasitas jaringan, serta minimnya dukungan dalam bentuk insentif fiskal yang nyata. Di sisi lain, skema insentif yang ada saat ini seperti pengurangan tagihan listrik atau sertifikat energi terbarukan (REC) belum cukup menarik secara finansial untuk mendorong adopsi secara massif (Ramadhan & Purwoto, 2022).

Tantangan lain yang tidak kalah penting adalah terkait kapasitas teknis dan ketersediaan sumber daya manusia yang kompeten. Instalasi PLTS Atap membutuhkan keahlian teknis khusus dalam desain sistem, pemasangan, hingga pemeliharaan. Di beberapa daerah, terutama di luar Pulau Jawa, keterbatasan tenaga ahli menjadi kendala tersendiri. Selain itu, standar dan sertifikasi teknis untuk komponen seperti panel surya dan inverter masih perlu ditingkatkan untuk memastikan kualitas dan keandalan sistem PLTS Atap yang terpasang (Putra et al., 2021).

Menghadapi berbagai tantangan tersebut, diperlukan strategi percepatan yang holistik dan terintegrasi dari seluruh pemangku kepentingan. Pemerintah perlu memperkuat koordinasi lintas sektor, menyempurnakan kebijakan dan regulasi, serta menyediakan insentif yang kompetitif bagi pengguna PLTS Atap. Selain itu, kerja sama antara pemerintah, lembaga keuangan, dan sektor swasta dalam menyediakan skema pembiayaan yang inovatif dan inklusif sangat diperlukan. Edukasi publik juga harus ditingkatkan melalui kampanye nasional dan program pelatihan, agar kesadaran masyarakat mengenai pentingnya transisi energi dapat meningkat (-, 2021).

Dalam konteks ini, tujuan dari penulisan jurnal ini adalah untuk melakukan analisis mendalam terhadap tantangan dan hambatan yang dihadapi

dalam pengembangan PLTS Atap di Indonesia dari berbagai perspektif, baik teknis, regulatif, sosial, maupun ekonomi. Melalui analisis ini, penulis berupaya merumuskan strategi percepatan yang dapat mendukung pencapaian target kapasitas PLTS Atap nasional. Selain itu, jurnal ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi kebijakan yang aplikatif dan berbasis bukti, termasuk studi perbandingan dengan praktik terbaik dari negara lain yang telah sukses dalam pengembangan energi surya, seperti Jerman, India, dan Australia.

Dengan pendekatan ini, diharapkan hasil penelitian dalam jurnal ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengambil kebijakan, pelaku industri, masyarakat, dan seluruh pemangku kepentingan lainnya dalam mendorong percepatan transisi energi di Indonesia melalui pengembangan PLTS Atap. Transisi menuju energi bersih bukan hanya sebuah kewajiban untuk menyelamatkan lingkungan, tetapi juga merupakan peluang strategis untuk menciptakan ekonomi yang lebih mandiri, efisien, dan berdaya saing tinggi di masa depan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis secara mendalam strategi percepatan pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap di Indonesia. Pendekatan kualitatif dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi secara lebih luas dan mendalam berbagai faktor yang mempengaruhi pengembangan PLTS Atap, baik dari aspek kebijakan, sosial, ekonomi, maupun teknis. Fokus utama penelitian ini adalah memahami dinamika dan hambatan yang dihadapi dalam pengembangan PLTS Atap serta merumuskan strategi berbasis bukti yang dapat diterapkan dalam konteks nasional.

Sumber data utama dalam penelitian ini diperoleh melalui studi pustaka, yang meliputi pengumpulan data sekunder dari berbagai dokumen resmi pemerintah, peraturan perundang-undangan, laporan lembaga internasional, artikel ilmiah, serta publikasi dari organisasi non-pemerintah yang bergerak di bidang energi terbarukan. Di samping itu, peneliti juga menggunakan analisis kebijakan (policy analysis) untuk mengkaji efektivitas regulasi yang telah diterbitkan oleh pemerintah, khususnya Peraturan Menteri ESDM No. 26 Tahun 2021, serta kesesuaianya dengan target bauran energi nasional dan komitmen perubahan iklim global.

Untuk memperkaya analisis, penelitian ini juga melakukan studi kasus terhadap beberapa implementasi PLTS Atap di Indonesia, baik yang dilakukan oleh rumah tangga, sektor industri, maupun instansi pemerintah. Studi kasus ini dipilih secara purposive berdasarkan keberhasilan maupun hambatan yang signifikan dalam implementasinya. Dari studi kasus ini, diperoleh informasi kontekstual yang relevan terkait praktik lapangan, tantangan teknis, pembiayaan, hingga persepsi masyarakat terhadap teknologi PLTS Atap. Informasi tersebut kemudian dibandingkan untuk mengidentifikasi pola umum serta faktor-faktor kunci keberhasilan maupun kegagalan.

Selain itu, peneliti juga merujuk pada studi perbandingan internasional (comparative analysis) dengan melihat strategi negara-negara yang telah berhasil mengembangkan PLTS Atap secara masif, seperti Jerman, Australia, dan India. Negara-negara tersebut dipilih karena memiliki karakteristik geografis atau sosial yang sebagian relevan dengan Indonesia, serta memiliki kebijakan dan insentif yang dapat dijadikan contoh dalam menyusun strategi nasional. Analisis perbandingan ini dilakukan dengan meninjau kebijakan energi mereka, skema insentif, sistem tarif, serta program dukungan teknis dan sosial.

Data yang dikumpulkan dianalisis secara deskriptif dengan cara mengidentifikasi tema-tema utama yang berkaitan dengan strategi percepatan pengembangan PLTS Atap. Peneliti melakukan proses reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan, sebagaimana yang dijelaskan oleh Miles dan Huberman (1994). Validitas data dijaga melalui triangulasi sumber, yaitu dengan membandingkan berbagai sumber data untuk menghindari bias dan memastikan konsistensi informasi. Dengan metode ini, diharapkan hasil penelitian dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai tantangan dan peluang pengembangan PLTS Atap serta strategi percepatan yang dapat diterapkan secara efektif di Indonesia.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kebijakan dan Regulasi



Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap di Indonesia tidak terlepas dari peran penting kebijakan dan regulasi yang ditetapkan oleh pemerintah. Kebijakan yang jelas, konsisten, dan progresif merupakan prasyarat utama bagi terciptanya iklim investasi dan partisipasi masyarakat yang kondusif dalam adopsi energi terbarukan. Dalam konteks PLTS Atap, pemerintah Indonesia telah menerbitkan sejumlah regulasi yang menjadi tonggak penting, baik dari sisi teknis maupun ekonomi.

Salah satu regulasi awal yang mengatur secara khusus mengenai PLTS Atap adalah

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (Permen ESDM) No. 49 Tahun 2018 tentang Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap oleh Konsumen PT PLN (Persero). Regulasi ini memberikan kerangka hukum awal bagi konsumen listrik, baik rumah tangga maupun industri, untuk dapat memasang PLTS Atap dan mengalirkan listriknya ke jaringan PLN (grid). Dalam aturan ini diperkenalkan skema net metering, di mana kelebihan energi yang dihasilkan dapat diekspor ke jaringan PLN dan dikompensasi sebagai pengurang tagihan listrik bulanan.

Namun, Permen No. 49/2018 mengandung beberapa keterbatasan yang kemudian menghambat adopsi secara luas. Salah satu yang paling signifikan adalah kebijakan batas kapasitas maksimum PLTS Atap yang hanya 85% dari daya tersambung pelanggan. Selain itu, nilai ekspor listrik ke jaringan hanya dihitung sebesar 65% dari nilai listrik PLN, yang dianggap kurang memberikan insentif ekonomi bagi konsumen. Hambatan-hambatan ini memunculkan banyak keluhan dan resistensi dari pelaku usaha maupun rumah tangga yang ingin memasang PLTS Atap secara optimal.

Menanggapi berbagai kritik dan dinamika di lapangan, pemerintah kemudian merevisi kebijakan tersebut melalui Permen ESDM No. 26 Tahun 2021. Revisi ini menghadirkan sejumlah penyempurnaan penting, antara lain penghapusan batasan 85% untuk kapasitas PLTS Atap dan penyederhanaan proses perizinan. Nilai ekspor listrik tetap dipertahankan sebesar 65%, namun dengan jangka waktu penghitungan akumulasi diperpanjang menjadi tiga bulan. Selain itu, Permen No. 26/2021 mengatur pembentukan sistem pelaporan daring dan koordinasi lebih erat antara PLN dengan Direktorat Jenderal EBTKE. Perubahan ini menunjukkan komitmen pemerintah untuk lebih adaptif terhadap masukan publik dan tantangan teknis di lapangan.

Terbaru, pada tahun 2024, pemerintah mengeluarkan Permen ESDM No. 2 Tahun 2024 yang menjadi titik balik penting dalam kebijakan PLTS Atap di Indonesia. Regulasi ini secara signifikan lebih progresif dibanding pendahulunya. Beberapa poin krusial dari peraturan ini adalah: pertama, penghapusan batasan kapasitas PLTS Atap, yang memberikan keleluasaan bagi pelanggan untuk menentukan kapasitas sistem sesuai kebutuhan tanpa dibatasi oleh daya tersambung. Kedua, penghapusan biaya kapasitas (capacity charge) yang sebelumnya menjadi beban bagi pelanggan industri, sehingga meningkatkan daya tarik investasi di sektor industri untuk beralih ke energi surya. Ketiga, penyesuaian sistem ekspor-impor listrik yang memungkinkan perhitungan nilai ekspor lebih menguntungkan dan akurat bagi pelanggan, meskipun nilai kompensasi masih dikaji ulang.

Kebijakan ini secara tidak langsung juga memperbaiki iklim investasi dan meningkatkan partisipasi sektor swasta. Banyak pengembang (developer) dan perusahaan jasa energi (ESCO) mulai menunjukkan minat yang lebih besar untuk terlibat dalam proyek PLTS Atap, baik untuk sektor perumahan, komersial, maupun industri. Penghapusan berbagai hambatan administratif dan ekonomi tersebut dipandang sebagai strategi jangka pendek yang efektif dalam mendorong percepatan implementasi PLTS Atap.

Meskipun demikian, beberapa tantangan regulatif masih perlu dibenahi. Pertama, dari sisi implementasi, masih terjadi ketidaksinkronan antara kebijakan pusat dan pelaksanaan di tingkat daerah, khususnya dalam hal perizinan, koordinasi teknis dengan PLN setempat, dan kesiapan infrastruktur jaringan. Kedua, mekanisme insentif fiskal seperti subsidi, kredit pajak, atau feed-in tariff yang kompetitif belum sepenuhnya tersedia. Padahal, negara-negara yang berhasil dalam pengembangan PLTS Atap, seperti Jerman dan Australia, sangat bergantung pada insentif pemerintah yang jelas dan konsisten.

Ketiga, belum adanya roadmap nasional yang holistik dan terintegrasi untuk pengembangan PLTS Atap secara jangka panjang. Meskipun telah ada dokumen Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dan target bauran energi terbarukan sebesar 23% pada 2025, belum ada strategi sektoral spesifik yang mengatur kontribusi PLTS Atap secara rinci. Hal ini menyulitkan pemangku kepentingan dalam menyusun rencana bisnis dan investasi jangka menengah-panjang.

Keempat, kebijakan ekspor-impor listrik melalui skema net metering meskipun telah mengalami perbaikan, masih belum memberikan kepastian jangka panjang terkait kompensasi harga listrik. Fluktuasi kebijakan nilai ekspor menyebabkan ketidakpastian bagi konsumen dan pelaku usaha. Keberhasilan negara-negara maju menunjukkan bahwa kepastian hukum dan nilai tukar listrik yang kompetitif merupakan kunci utama dalam mendorong penetrasi PLTS Atap.

Pemerintah juga perlu meningkatkan kapasitas dan literasi teknis lembaga pelaksana di tingkat daerah, termasuk Dinas ESDM Provinsi dan kantor cabang PLN. Sosialisasi kebijakan yang belum merata menyebabkan masih rendahnya pemahaman masyarakat dan aparatur pemerintah daerah tentang manfaat dan mekanisme PLTS Atap. Oleh karena itu, dibutuhkan sinergi lintas sektor dan pelatihan berkelanjutan untuk menjembatani kesenjangan ini.

Secara keseluruhan, regulasi terbaru melalui Permen ESDM No. 2 Tahun 2024 merupakan kemajuan penting dalam menata ulang arah pengembangan PLTS Atap di Indonesia. Regulasi ini tidak hanya menunjukkan keberpihakan terhadap energi terbarukan, tetapi juga mengakomodasi dinamika kebutuhan masyarakat dan dunia usaha. Namun, untuk mempercepat pengembangan PLTS Atap secara signifikan, regulasi ini harus didukung oleh kebijakan pendukung lainnya, seperti insentif fiskal, standardisasi teknis, penguatan lembaga

pelaksana, dan roadmap jangka panjang yang terintegrasi. Kolaborasi aktif antara pemerintah, PLN, pelaku usaha, dan masyarakat menjadi kunci keberhasilan strategi percepatan ini.

## 2. Sistem Kuota PLTS Atap

SISTEM TENAGA LISTRIK/PROVINSI	KUOTA SISTEM PLTS ATAP (MW)				
	2024	2025	2026	2027	2028
SUMATERA	35,0	45,0	60,0	70,0	80,0
KALIMANTAN BARAT	7,1	9,8	16,4	17,2	18,5
KALSEL/TENGGTIM	22,1	34,0	58,7	62,8	68,3
KALIMANTAN UTARA	0,8	1,1	1,9	2,0	2,2
JAWA MADURA BALI	825,0	900,0	910,0	1.010,0	1.400,0
SULUTGO	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
SULBAGSEL	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
MALUKU DAN MALUKU UTARA	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7
PAPUA DAN PAPUA BARAT	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9
NUSA TENGGARA BARAT	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2
NUSA TENGGARA TIMUR	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3
Jumlah	901	1.004	1.065	1.183	1.593

Tabel sistem kuota PLTS Atap ini memberikan gambaran alokasi kapasitas pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dalam satuan Megawatt (MW) untuk berbagai wilayah atau provinsi di Indonesia selama periode 2024 hingga 2028. Setiap wilayah, seperti Sumatera, Kalimantan Barat, Jawa Madura Bali, hingga Papua dan Papua Barat, mendapatkan kuota tertentu yang meningkat secara bertahap setiap tahun. Kuota ini ditetapkan berdasarkan kapasitas jaringan listrik masing-masing wilayah dengan tujuan mengatur dan menjaga kestabilan sistem kelistrikan nasional agar tidak terjadi kelebihan daya balik yang dapat mengganggu operasi jaringan.

Dari tabel tersebut terlihat adanya tren peningkatan kuota PLTS Atap secara nasional, mulai dari 901 MW pada tahun 2024, kemudian naik menjadi 1.004 MW di 2025, dan terus bertambah hingga mencapai 1.593 MW pada tahun 2028. Hal ini menunjukkan komitmen pemerintah dalam memperluas kapasitas energi surya terpasang yang terdistribusi di berbagai

daerah di Indonesia. Dengan pengaturan kuota yang spesifik per wilayah, diharapkan pengembangan PLTS Atap dapat berjalan terukur dan optimal, sekaligus mendorong pemanfaatan energi terbarukan secara merata di seluruh nusantara. Sistem kuota ini juga menjadi instrumen penting dalam menyeimbangkan pertumbuhan kapasitas PLTS Atap dengan kemampuan jaringan listrik di daerah masing-masing.

Implementasi sistem kuota dalam pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap merupakan langkah strategis pemerintah Indonesia yang mulai berlaku sejak Juli 2024. Sistem ini diterapkan untuk memastikan bahwa pertumbuhan PLTS Atap tidak mengganggu stabilitas sistem kelistrikan nasional, sekaligus mendukung pencapaian target bauran energi terbarukan secara terukur dan terkendali. Kebijakan kuota menjadi respons terhadap kebutuhan penataan pasokan listrik dari sumber energi terbarukan yang sifatnya intermiten (tidak stabil dan bergantung pada cuaca), serta potensi dampak negatif berupa kelebihan daya balik (reverse power flow) yang dapat membebani jaringan distribusi.

### Tujuan dan Rasionalisasi Sistem Kuota

Sistem kuota PLTS Atap diatur berdasarkan kapasitas teknis jaringan listrik di masing-masing wilayah, dengan mempertimbangkan kondisi sistem distribusi lokal yang bervariasi dari satu daerah ke daerah lainnya. Langkah ini bertujuan untuk menyeimbangkan antara permintaan masyarakat terhadap energi bersih dengan kemampuan sistem kelistrikan nasional dalam menerima daya listrik dari sumber desentralisasi seperti PLTS Atap. Kelebihan daya balik dari instalasi PLTS Atap yang melebihi kapasitas jaringan berisiko menurunkan kualitas tegangan listrik, meningkatkan losses (kerugian energi), serta memperpendek usia infrastruktur jaringan.

Pemerintah menetapkan kuota nasional kumulatif hingga 1,5 Gigawatt (GW) sampai

tahun 2028. Kuota ini dibagi secara proporsional ke setiap wilayah berdasarkan analisis teknis dari PT PLN (Persero) dan Kementerian ESDM. Penentuan kuota memperhitungkan faktor-faktor seperti kepadatan pelanggan, struktur beban, kualitas jaringan distribusi, serta potensi surya lokal. Sistem kuota juga bersifat dinamis dengan mekanisme evaluasi dan pembaruan berkala setiap enam bulan hingga satu tahun, yang memungkinkan pemerintah menyesuaikan alokasi kuota berdasarkan perkembangan teknologi, penambahan infrastruktur jaringan, serta realisasi pemasangan.

Dengan adanya kuota, proses perizinan dan persetujuan teknis untuk pemasangan PLTS Atap menjadi lebih sistematis. Setiap pengajuan instalasi harus melalui verifikasi terlebih dahulu apakah masih terdapat sisa kuota di wilayah tersebut. Jika kuota sudah habis, maka pengajuan akan masuk dalam daftar tunggu (waiting list) hingga alokasi baru dibuka kembali. Meskipun hal ini bisa menimbulkan keterbatasan akses sementara, namun dari sisi pengelolaan sistem, kebijakan ini dinilai penting untuk menjamin keandalan jaringan dalam jangka panjang.

### Insentif Pendukung Sistem Kuota

Untuk mendorong partisipasi masyarakat dan pelaku usaha dalam kerangka kuota yang terbatas ini, pemerintah melengkapi kebijakan kuota dengan berbagai insentif ekonomi. Salah satu insentif utama adalah potongan biaya pemasangan PLTS Atap melalui subsidi terbatas yang disalurkan melalui skema kerja sama dengan perbankan dan lembaga keuangan. Program ini menargetkan segmen rumah tangga menengah ke bawah dan usaha kecil-menengah (UKM) agar dapat mengakses energi surya dengan biaya yang lebih terjangkau.

Selain itu, pemerintah juga mulai mendorong integrasi sistem PLTS Atap ke dalam mekanisme kredit karbon. Pelanggan yang memasang PLTS Atap dan berhasil mengurangi emisi karbon dapat mengklaim

sertifikat pengurangan emisi (carbon credit) yang dapat dijual atau diperdagangkan. Skema ini memberikan nilai tambah ekonomi bagi pengguna PLTS Atap, serta memperkuat posisi Indonesia dalam pasar karbon global sebagai bagian dari komitmen terhadap Perjanjian Paris dan Net Zero Emissions (NZE) pada 2060.

Insentif lain yang tengah dikembangkan termasuk kemudahan dalam proses pengajuan pinjaman hijau (green loan), pengurangan pajak, serta keringanan biaya perizinan. Pemerintah juga mendorong BUMN dan swasta untuk memberikan paket pemasangan PLTS Atap yang terjangkau melalui skema cicilan atau leasing, sehingga tidak membebani masyarakat dengan biaya awal yang tinggi.

### **Dampak Positif dan Tantangan Implementasi**

Penerapan sistem kuota dalam pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap di Indonesia membawa dampak positif yang cukup signifikan dalam mengelola distribusi dan pengembangan energi terbarukan. Salah satu dampak utama adalah meningkatnya transparansi dan tata kelola dalam proses alokasi kuota pemasangan PLTS Atap. Dengan adanya sistem kuota yang jelas dan terstruktur, pemerintah dapat lebih mudah memantau serta mengendalikan distribusi kapasitas PLTS Atap di berbagai wilayah, sehingga tidak terjadi konsentrasi pemasangan hanya pada daerah perkotaan besar atau kawasan industri tertentu saja. Pendekatan ini membantu mendorong pemerataan pembangunan energi terbarukan di seluruh wilayah Indonesia, termasuk daerah-daerah yang selama ini kurang tersentuh oleh teknologi energi bersih. Melalui sistem ini, pemerintah dapat menjaga stabilitas jaringan listrik nasional dengan memastikan bahwa penambahan kapasitas PLTS Atap tidak melebihi kemampuan infrastruktur kelistrikan di tiap-tiap daerah. Hal ini sangat penting untuk menghindari risiko gangguan pada sistem kelistrikan yang bisa muncul akibat fluktuasi

beban dan penyambungan sumber energi terbarukan yang tidak terkendali.

Namun, di balik berbagai keuntungan tersebut, pelaksanaan sistem kuota juga menghadirkan sejumlah tantangan yang perlu mendapat perhatian serius. Salah satu kendala utama adalah keterbatasan kapasitas teknis jaringan distribusi listrik, terutama di wilayah timur Indonesia yang infrastrukturnya masih terbatas. Kuota PLTS Atap yang dialokasikan di daerah-daerah tersebut sering kali lebih kecil dibandingkan dengan tingginya minat dan potensi pemasangan di sana. Kondisi ini berpotensi menghambat penetrasi energi surya secara merata dan mengakibatkan ketimpangan akses antara wilayah barat dan timur Indonesia. Untuk itu, percepatan pembangunan infrastruktur kelistrikan, seperti jaringan distribusi dan gardu listrik, harus menjadi prioritas agar kapasitas kuota dapat ditingkatkan sesuai dengan kebutuhan dan potensi daerah masing-masing.

Tantangan lain yang tidak kalah penting adalah kurangnya sosialisasi dan literasi publik mengenai sistem kuota PLTS Atap. Banyak calon pengguna, baik individu maupun pelaku usaha, masih belum memahami prosedur pendaftaran, mekanisme alokasi kuota, dan proses waiting list yang berlaku. Hal ini dapat menimbulkan kebingungan dan ketidakpuasan, terutama jika akses informasi tidak disajikan secara transparan dan mudah diakses. Akibatnya, potensi ketidakpercayaan terhadap program pemerintah dan persepsi negatif terhadap kebijakan kuota bisa muncul. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengembangkan sistem informasi yang terintegrasi dan dapat diakses secara online oleh masyarakat luas. Misalnya, portal daring resmi yang menyediakan data real-time terkait ketersediaan kuota di setiap wilayah, status pendaftaran, serta panduan lengkap bagi calon pengguna akan sangat membantu meningkatkan pemahaman dan kepercayaan publik.

Selain itu, dari sisi pelaku industri PLTS Atap, muncul kekhawatiran bahwa sistem kuota yang diterapkan terlalu ketat dan konservatif justru dapat membatasi pertumbuhan bisnis mereka. Jika kuota tidak dikelola secara fleksibel dan responsif terhadap dinamika pasar serta kapasitas jaringan, insentif untuk investasi di sektor energi surya bisa menurun. Hal ini berpotensi menghambat inovasi dan perluasan pasar PLTS Atap, yang pada akhirnya memperlambat pencapaian target bauran energi nasional. Oleh sebab itu, kebijakan penyesuaian kuota yang adaptif dan berbasis data realisasi pemasangan serta kondisi jaringan sangat diperlukan. Pemerintah sebaiknya menerapkan mekanisme evaluasi dan penambahan kuota secara berkala, terutama di wilayah yang menunjukkan permintaan tinggi dan kapasitas jaringan yang memadai, agar industri dan masyarakat dapat berkontribusi maksimal dalam pengembangan energi terbarukan.

Secara keseluruhan, penerapan sistem kuota PLTS Atap memberikan kerangka kerja yang jelas dan terkontrol untuk pengembangan energi surya di Indonesia. Namun, keberhasilan sistem ini sangat bergantung pada upaya memperkuat infrastruktur, meningkatkan literasi dan sosialisasi kepada publik, serta menerapkan kebijakan kuota yang fleksibel dan responsif. Dengan pendekatan yang komprehensif dan kolaboratif, tantangan yang ada dapat diatasi dan dampak positif sistem kuota dapat dioptimalkan demi percepatan transisi energi bersih di Indonesia.

### Strategi Perbaikan Sistem Kuota

Untuk meningkatkan efektivitas sistem kuota dalam mendukung percepatan pengembangan PLTS Atap di Indonesia, diperlukan sejumlah strategi perbaikan yang terstruktur dan berkelanjutan. Strategi pertama yang harus menjadi fokus adalah peningkatan kapasitas jaringan listrik nasional, terutama di daerah-daerah dengan potensi energi surya yang tinggi namun masih menghadapi keterbatasan teknis. Investasi pada infrastruktur

penting seperti gardu induk, transformator pintar, serta pengembangan sistem monitoring jaringan berbasis digital atau smart grid menjadi sangat krusial. Smart grid memungkinkan pemantauan real-time terhadap aliran listrik dan kapasitas jaringan, sehingga pengelolaan kuota PLTS Atap bisa lebih optimal dan responsif terhadap kondisi lapangan. Dengan demikian, daerah-daerah potensial dapat memanfaatkan kapasitas kuota yang lebih besar secara aman tanpa mengganggu stabilitas sistem kelistrikan.

Strategi kedua adalah penyusunan peta jalan kuota (quota roadmap) secara transparan dan partisipatif dengan melibatkan semua pemangku kepentingan, mulai dari pemerintah, pelaku industri, hingga masyarakat sipil. Peta jalan ini harus memuat target kuota jangka panjang yang realistik, rencana peningkatan kapasitas jaringan, serta mekanisme pembaruan dan distribusi kuota secara berkelanjutan. Keterlibatan publik dan industri dalam penyusunan peta jalan kuota sangat penting agar kebijakan yang dihasilkan dapat diterima dan dipahami dengan baik oleh semua pihak. Dengan adanya roadmap yang jelas, pelaku usaha dan masyarakat dapat melakukan perencanaan investasi dan pemasangan PLTS Atap secara lebih terarah dan tepat waktu, sehingga dapat mempercepat penetrasi energi surya secara nasional.

Strategi ketiga yang tidak kalah penting adalah integrasi sistem kuota dengan peta potensi surya nasional. Menggabungkan data iradiasi matahari dan kapasitas teknis jaringan listrik memungkinkan alokasi kuota dilakukan secara lebih akurat dan adil. Hal ini mencegah pemborosan kuota di wilayah yang kurang efisien dan mendorong pemasangan PLTS Atap di lokasi yang benar-benar potensial dan efektif secara energi. Pendekatan ini juga memudahkan pemerintah dalam memprioritaskan daerah yang membutuhkan pengembangan jaringan listrik untuk mendukung kuota yang lebih besar, sekaligus

memastikan sumber daya yang ada dapat dimanfaatkan secara optimal.

Keempat, penguatan regulasi serta transparansi pelaporan kuota harus menjadi perhatian utama. Pemerintah perlu membangun sistem dashboard publik yang dapat diakses secara online, menampilkan data sisa kuota per wilayah, jadwal evaluasi dan penyesuaian kuota, serta statistik realisasi pemasangan PLTS Atap. Transparansi ini penting untuk memperkuat kepercayaan masyarakat dan pelaku usaha terhadap sistem kuota, sekaligus menghindari praktik diskriminatif atau alokasi yang tidak adil. Informasi yang terbuka juga memungkinkan para calon pengguna untuk memantau status kuota di wilayahnya dan merencanakan pemasangan PLTS Atap dengan lebih efektif.

Secara keseluruhan, strategi perbaikan sistem kuota yang mencakup peningkatan infrastruktur jaringan, penyusunan peta jalan yang partisipatif, integrasi data potensi surya, dan transparansi regulasi akan menciptakan ekosistem yang kondusif bagi percepatan pengembangan PLTS Atap di Indonesia. Langkah-langkah ini tidak hanya mendukung target bauran energi nasional, tetapi juga memastikan bahwa pembangunan energi terbarukan berjalan efisien, adil, dan berkelanjutan.

### 3. Pendekatan Teknis dan Implementasi



Keberhasilan program percepatan pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap di Indonesia tidak hanya bergantung pada regulasi dan kebijakan

insentif, tetapi juga pada pendekatan teknis yang tepat dan implementasi lapangan yang efektif. Dalam konteks ini, perencanaan teknis yang akurat, proses instalasi yang profesional, serta pemeliharaan sistem yang berkelanjutan menjadi elemen kunci untuk menjamin efisiensi energi dan umur pakai yang panjang dari sistem PLTS Atap. Selain itu, peningkatan kapasitas teknis sumber daya manusia (SDM) dan pelaku industri juga sangat penting dalam mendukung target pemerintah mencapai bauran energi terbarukan.

### Penentuan Lokasi dan Ukuran Sistem

Penentuan lokasi dan ukuran sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap merupakan tahap penting dalam perencanaan teknis yang sangat mempengaruhi efisiensi dan kinerja keseluruhan sistem. Salah satu aspek utama dalam penentuan lokasi adalah orientasi dan kemiringan atap tempat pemasangan panel surya. Efisiensi panel surya sangat bergantung pada kemampuannya menangkap radiasi matahari secara maksimal. Di Indonesia, yang terletak di sekitar garis khatulistiwa, orientasi ideal panel surya biasanya menghadap ke arah utara atau barat laut. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan paparan sinar matahari sepanjang hari. Selain itu, kemiringan atap juga menjadi faktor kunci; rentang kemiringan yang optimal biasanya berada pada kisaran 10 hingga 15 derajat, tergantung pada posisi geografis spesifik lokasi pemasangan. Kemiringan ini membantu panel dalam menyerap radiasi matahari secara efisien, mengurangi pantulan cahaya, dan memungkinkan pembersihan alami dari debu atau air hujan.

Faktor lain yang sangat penting dalam penentuan lokasi adalah keberadaan bayangan yang bisa mengurangi kinerja sistem. Atap yang akan dipasang panel harus bebas dari bayangan pohon, gedung tinggi, antena, atau struktur lainnya yang dapat menghalangi sinar matahari langsung. Bayangan, meskipun hanya sebagian kecil, dapat menurunkan output listrik secara signifikan karena panel surya bekerja secara seri dan penurunan energi pada satu

panel dapat mempengaruhi keseluruhan rangkaian. Oleh karena itu, survei lokasi yang detail dan analisis bayangan sepanjang hari dan musim sangat diperlukan untuk memastikan bahwa lokasi tersebut optimal.

Setelah lokasi dan orientasi ditentukan, langkah berikutnya adalah penentuan ukuran sistem PLTS Atap yang sesuai dengan kebutuhan listrik pengguna. Ukuran sistem ini biasanya dihitung berdasarkan konsumsi listrik harian pengguna yang dapat diperkirakan dari tagihan listrik bulanan dan data beban puncak. Sebagai contoh, sebuah rumah tangga dengan konsumsi listrik bulanan sebesar 1.300 kWh biasanya membutuhkan sistem dengan kapasitas sekitar 3 kWp. Namun, perhitungan kapasitas ini tidak bisa dilakukan secara sederhana hanya dengan melihat konsumsi listrik saja. Faktor efisiensi panel surya juga harus diperhitungkan karena tidak semua radiasi matahari yang diterima dapat dikonversi menjadi listrik. Selain itu, potensi ekspansi sistem di masa depan juga harus diperhatikan agar tidak terjadi pemborosan atau kebutuhan penggantian sistem saat kapasitas saat ini sudah tidak mencukupi.

Pendekatan teknis yang matang juga harus mempertimbangkan profil konsumsi listrik siang dan malam. Karena PLTS Atap hanya menghasilkan listrik saat ada cahaya matahari, pola konsumsi listrik pengguna di siang hari menjadi sangat penting. Jika kebutuhan listrik saat malam hari juga besar, maka sistem harus dirancang untuk mengakomodasi penggunaan energi dari penyimpanan baterai atau dari jaringan listrik. Oleh karena itu, pemetaan beban yang presisi sangat dibutuhkan agar sistem yang dipasang tidak mengalami kondisi overdesign (kapasitas berlebihan sehingga pemborosan biaya) atau underutilized (kapasitas kurang sehingga kebutuhan listrik tidak terpenuhi).

Keseluruhan proses penentuan lokasi dan ukuran sistem ini berperan penting dalam menjamin bahwa PLTS Atap dapat beroperasi secara optimal dan memberikan manfaat

maksimal, baik dari sisi teknis maupun ekonomi. Dengan perencanaan yang tepat, PLTS Atap dapat menjadi solusi energi bersih yang efisien dan berkelanjutan di Indonesia.

#### **Komponen Sistem dan Kualitas Instalasi**

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap terdiri dari sejumlah komponen utama yang berperan krusial dalam menentukan kinerja dan keandalan sistem secara keseluruhan. Komponen-komponen utama tersebut meliputi panel surya (solar module), struktur penyangga (mounting system), inverter, baterai penyimpanan (jika digunakan pada sistem off-grid atau hybrid), serta sistem monitoring yang semakin berkembang dengan teknologi digital. Kualitas masing-masing komponen ini sangat memengaruhi efisiensi energi yang dihasilkan serta daya tahan sistem dalam jangka panjang.

Panel surya merupakan komponen inti yang berfungsi mengkonversi sinar matahari menjadi listrik. Kualitas panel surya sangat menentukan output energi dan masa pakai sistem. Panel surya berkualitas tinggi biasanya mampu bertahan hingga 25-30 tahun dengan efisiensi konversi energi yang dapat mencapai lebih dari 20%. Efisiensi yang tinggi berarti lebih banyak listrik yang dapat dihasilkan dari jumlah sinar matahari yang sama, sehingga sistem menjadi lebih ekonomis dan ramah lingkungan. Sebaliknya, panel surya dengan kualitas rendah cenderung cepat mengalami degradasi dan menghasilkan energi yang jauh lebih sedikit. Oleh karena itu, pemilihan panel surya dengan sertifikasi internasional dan garansi resmi sangat dianjurkan.

Struktur penyangga atau mounting system juga berperan penting untuk menjamin kestabilan dan keamanan panel surya yang dipasang di atap. Struktur ini harus terbuat dari material yang tahan korosi, kokoh, dan mampu menahan beban angin serta beban mekanis lainnya selama bertahun-tahun. Pemasangan yang kurang kuat atau menggunakan material yang tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan pada panel, bahkan risiko jatuhnya panel yang

berbahaya bagi penghuni bangunan dan lingkungan sekitar.

Inverter merupakan perangkat yang mengubah listrik arus searah (DC) dari panel surya menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan untuk kebutuhan listrik rumah tangga atau disalurkan ke jaringan listrik umum. Kualitas inverter menentukan stabilitas pasokan listrik, efisiensi konversi energi, serta perlindungan sistem dari gangguan listrik. Inverter yang andal biasanya dapat beroperasi selama 10-15 tahun dengan pemeliharaan yang tepat. Beberapa inverter modern juga dilengkapi dengan fitur pemantauan dan perlindungan otomatis terhadap kondisi overvoltage, undervoltage, dan hubung singkat.

Untuk sistem off-grid atau hybrid yang membutuhkan penyimpanan energi, baterai menjadi komponen esensial. Baterai menyimpan listrik yang dihasilkan panel surya agar dapat digunakan saat matahari tidak bersinar, seperti di malam hari atau saat cuaca mendung. Kualitas baterai, seperti jenis lithium-ion atau lead-acid, kapasitas, dan siklus hidupnya, sangat menentukan kontinuitas pasokan listrik dan biaya pemeliharaan jangka panjang.

Kualitas instalasi PLTS Atap tidak kalah penting dibanding kualitas komponen. Instalasi harus dilakukan oleh tenaga profesional bersertifikat yang memahami standar keselamatan dan teknis. Penggunaan kabel tahan panas, sistem proteksi arus balik (anti-islanding protection), grounding yang baik, serta koneksi mekanik yang kokoh pada struktur atap merupakan standar minimal yang wajib dipenuhi. Kesalahan instalasi tidak hanya mengurangi performa sistem, tapi juga dapat menimbulkan risiko serius seperti kebakaran atau gangguan pada jaringan listrik.

Selain itu, kemajuan teknologi mendorong penggunaan sistem monitoring digital berbasis Internet of Things (IoT) dalam pengoperasian PLTS Atap. Sistem monitoring ini memungkinkan pengguna memantau produksi listrik harian, efisiensi sistem, serta

mendeteksi dini adanya gangguan atau penurunan performa. Dengan integrasi ke aplikasi ponsel pintar, pengguna dapat memperoleh laporan real-time yang meningkatkan kesadaran dan literasi energi. Fitur ini juga mempermudah layanan purna jual dan perbaikan sistem sehingga meningkatkan kepuasan dan kepercayaan pengguna terhadap teknologi PLTS Atap.

### Pemeliharaan dan Umur Pakai

Pemeliharaan dan umur pakai merupakan aspek teknis yang sangat penting dalam pengoperasian sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap agar dapat berfungsi optimal dan memberikan manfaat maksimal selama masa pakainya. Meskipun PLTS Atap dikenal sebagai sistem yang relatif minim perawatan dibandingkan dengan teknologi pembangkit listrik lainnya, sistem ini tetap memerlukan perawatan rutin dan pengawasan agar performanya tidak menurun seiring waktu.

Salah satu tugas pemeliharaan yang paling utama adalah pembersihan panel surya secara berkala. Panel surya yang terpapar debu, kotoran, lumut, atau residu lainnya dapat mengalami penurunan efisiensi penangkapan energi matahari hingga 15–20 persen jika tidak dibersihkan secara rutin. Di daerah dengan tingkat polusi tinggi atau lingkungan yang banyak debu, frekuensi pembersihan ini harus lebih sering dilakukan. Pembersihan harus dilakukan dengan hati-hati menggunakan air bersih dan kain lembut agar tidak merusak permukaan panel.

Selain pembersihan, inspeksi terhadap koneksi kabel juga sangat penting dilakukan secara berkala. Koneksi yang longgar atau kabel yang terkelupas dapat menyebabkan gangguan listrik, penurunan efisiensi, bahkan risiko kebakaran. Pemeriksaan ini harus mencakup semua kabel dari panel surya ke inverter, serta koneksi grounding yang menjamin keselamatan pengguna dan perangkat.

Inverter sebagai komponen vital juga membutuhkan pengecekan berkala. Inverter dapat mengalami kerusakan akibat lonjakan listrik, panas berlebih, atau keausan komponen internal. Pemeliharaan inverter meliputi pembersihan debu di sekitar unit, pemeriksaan sistem pendinginan, serta kalibrasi perangkat agar kinerja tetap optimal. Perangkat inverter biasanya memiliki umur pakai sekitar 10-15 tahun, namun dengan perawatan yang baik, umur pakai ini dapat diperpanjang.

Untuk sistem PLTS Atap yang menggunakan baterai sebagai penyimpanan energi (off-grid atau hybrid), perawatan menjadi lebih kompleks. Baterai litium yang umum digunakan memiliki umur pakai sekitar 5 hingga 10 tahun tergantung pada pola pemakaian, suhu lingkungan, dan sistem manajemen baterai (Battery Management System/BMS) yang diterapkan. BMS berfungsi menjaga kestabilan pengisian dan pengosongan baterai agar tidak terjadi overcharge atau discharge yang dapat merusak baterai. Ventilasi yang baik juga diperlukan untuk menjaga suhu baterai agar tidak terlalu panas, sehingga memperpanjang umur pakai baterai.

Pemeliharaan tersebut sebaiknya tidak dilakukan secara sporadis, melainkan harus menjadi bagian dari kontrak layanan pasca-instalasi yang jelas antara pengguna dan penyedia jasa instalasi PLTS Atap. Dalam kontrak ini, dijadwalkan inspeksi rutin dan laporan kinerja sistem secara berkala, misalnya setiap 6 bulan atau 1 tahun sekali. Dengan adanya jadwal dan dokumentasi pemeliharaan yang terorganisasi, potensi gangguan atau kerusakan dapat terdeteksi lebih awal sehingga dapat segera dilakukan perbaikan.

Dengan sistem pemeliharaan yang terstruktur dan konsisten, masa pakai PLTS Atap dapat mencapai 25-30 tahun untuk panel surya dan 10-15 tahun untuk inverter, sementara baterai dapat bertahan sesuai siklus hidupnya. Selain itu, pemeliharaan yang baik juga memastikan bahwa investasi pengguna dalam pemasangan PLTS Atap memberikan

hasil optimal dan meminimalisir biaya tambahan akibat kerusakan atau penurunan performa sistem.

#### Edukasi dan Pelatihan Teknis

Edukasi dan pelatihan teknis menjadi aspek krusial dalam mempercepat implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap secara nasional. Pengembangan sumber daya manusia yang kompeten dan pemahaman masyarakat yang luas terhadap teknologi ini akan mendukung terciptanya ekosistem energi terbarukan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, pemerintah bersama berbagai pemangku kepentingan berupaya meningkatkan kapasitas teknis melalui program pelatihan bersertifikat dan edukasi publik yang masif.

Pemerintah, khususnya Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), telah menggandeng Balai Latihan Kerja (BLK), universitas, serta Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) untuk menyelenggarakan program pelatihan instalasi PLTS Atap yang terstandarisasi. Pelatihan ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan tenaga kerja industri energi terbarukan yang semakin meningkat seiring dengan percepatan pembangunan PLTS Atap di berbagai wilayah. Materi pelatihan mencakup pengetahuan dasar tentang energi surya, prinsip kerja panel surya, teknik pemasangan panel surya yang benar sesuai standar keselamatan, pemrograman inverter untuk mengatur konversi energi, penggunaan alat ukur listrik dan surya, serta simulasi troubleshooting untuk mengatasi permasalahan teknis di lapangan.

Pentingnya sertifikasi kompetensi instalator PLTS menjadi fokus utama dalam pelatihan ini. Sertifikasi tersebut tidak hanya sebagai bukti keahlian teknis, tetapi juga sebagai persyaratan agar penyedia jasa instalasi dapat terdaftar secara resmi dan mendapatkan pengakuan dari pemerintah. Dengan standar sertifikasi yang ketat, diharapkan kualitas instalasi PLTS Atap meningkat, sehingga mengurangi risiko kesalahan teknis,

memperpanjang umur pakai sistem, dan memastikan keamanan pengguna.

Di sisi lain, edukasi kepada masyarakat umum merupakan strategi yang tak kalah penting. Banyak calon pengguna PLTS Atap yang masih belum memahami konsep dasar energi surya dan mekanisme kerja sistem PLTS Atap, seperti sistem ekspor-impor listrik (net metering), serta keuntungan ekonomi yang bisa diperoleh dari pemanfaatan energi terbarukan ini. Kurangnya informasi dapat menjadi hambatan utama dalam meningkatkan minat dan partisipasi masyarakat dalam program PLTS Atap.

Untuk mengatasi hal ini, berbagai upaya literasi energi dilakukan dengan memanfaatkan media sosial, seminar, pameran teknologi, dan distribusi materi edukasi digital seperti brosur dan video pendek yang mudah dipahami. Kampanye literasi energi ini bertujuan membangun kesadaran masyarakat akan manfaat ekonomi dan lingkungan dari PLTS Atap, sekaligus memberikan pemahaman praktis tentang proses instalasi, perawatan, dan penggunaan sistem. Dengan informasi yang transparan dan mudah diakses, masyarakat diharapkan dapat membuat keputusan yang tepat dan proaktif dalam mengadopsi teknologi energi terbarukan.

Kolaborasi antara pemerintah, lembaga pelatihan, asosiasi industri, serta komunitas masyarakat sangat penting untuk menciptakan ekosistem edukasi yang efektif dan berkelanjutan. Program pelatihan dan edukasi tidak hanya meningkatkan kapasitas teknis dan literasi energi, tetapi juga membuka peluang lapangan kerja baru di sektor energi terbarukan, sekaligus mendorong pertumbuhan ekonomi hijau yang inklusif.

Secara keseluruhan, penguatan edukasi dan pelatihan teknis merupakan fondasi penting dalam mempercepat penetrasi PLTS Atap di Indonesia. Dengan tenaga kerja yang kompeten dan masyarakat yang teredukasi dengan baik, program percepatan PLTS Atap akan lebih efektif dan berkelanjutan, mendukung

pencapaian target energi terbarukan nasional serta komitmen pengurangan emisi karbon.

### Kolaborasi Industri dan Standarisasi Produk

Pendekatan teknis juga memerlukan standarisasi produk dan proses instalasi secara nasional. Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk panel surya, inverter, serta sistem proteksi listrik menjadi rujukan utama dalam proses pengadaan dan sertifikasi. Hal ini penting untuk menjaga kualitas dan keselamatan sistem PLTS Atap yang tersebar di berbagai wilayah dengan kondisi lingkungan yang berbeda-beda.

Selain itu, kolaborasi antar industri – baik produsen panel, penyedia inverter, pengembang aplikasi monitoring, hingga kontraktor instalasi – sangat penting dalam menciptakan ekosistem teknis yang kuat. Pemerintah juga dapat mendorong industrialisasi panel surya dalam negeri guna mengurangi ketergantungan pada produk impor, menurunkan biaya, dan meningkatkan ketersediaan komponen teknis di pasar domestik.

### 4. Kolaborasi dan Peran Industri dalam Pengembangan PLTS Atap



Strategi percepatan pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap (PLTS Atap) di Indonesia tidak akan efektif tanpa melibatkan seluruh pemangku kepentingan secara aktif, khususnya sektor industri. Kawasan industri merupakan konsumen energi yang sangat besar dan memiliki potensi signifikan dalam mendukung transisi energi nasional melalui pemanfaatan energi surya. Oleh karena itu, kolaborasi antara pemerintah,

Badan Usaha Milik Negara (BUMN) kelistrikan seperti PLN, pelaku industri, serta penyedia teknologi menjadi krusial dalam menciptakan ekosistem energi terbarukan yang kuat dan berkelanjutan.

### **Kawasan Industri sebagai Lokasi Strategis PLTS Atap**

Kawasan industri umumnya memiliki luas atap bangunan yang sangat besar dan terbuka, serta kebutuhan listrik yang tinggi dan konstan sepanjang hari kerja. Karakteristik ini menjadikan industri sebagai lokasi strategis untuk pemasangan PLTS Atap berskala besar. Selain itu, dengan tren global menuju ekonomi hijau dan rantai pasok rendah karbon, industri di Indonesia juga ter dorong untuk mengadopsi energi bersih sebagai bagian dari strategi keberlanjutan dan daya saing internasional.

Salah satu contoh nyata adalah Kawasan Industri Jababeka di Cikarang, yang telah menjadi pionir dalam mengintegrasikan sistem PLTS Atap secara masif. Melalui kerja sama dengan perusahaan penyedia energi terbarukan dan dukungan pemerintah, Jababeka berhasil membangun PLTS Atap dengan kapasitas besar untuk menyuplai kebutuhan energi kawasan industri dan menurunkan emisi karbon secara signifikan. Proyek ini tidak hanya menjadi solusi hemat energi, tetapi juga meningkatkan citra kawasan sebagai green industrial park.

### **Bentuk Kolaborasi Pemerintah dan Swasta**

Pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Kementerian Perindustrian, dan lembaga terkait lainnya terus mendorong kolaborasi antara sektor industri dan sektor kelistrikan. Salah satu bentuk kolaborasi ini adalah penerapan peraturan insentif fiskal dan non-fiskal, seperti kemudahan perizinan, potongan pajak, serta skema power purchase agreement (PPA) untuk perusahaan yang memproduksi atau mengonsumsi energi terbarukan.

Di sisi lain, PLN sebagai pemegang monopoli distribusi listrik nasional juga memiliki peran besar. PLN tidak hanya bertugas menyesuaikan infrastruktur jaringan

agar mampu menerima energi dari sistem PLTS Atap, tetapi juga mulai menjalin kemitraan strategis dengan industri untuk pemasangan PLTS Atap berbasis skema layanan (solar leasing). Melalui program seperti *Renewable Energy Certificate* (REC), PLN memberikan insentif kepada industri untuk menunjukkan bahwa mereka menggunakan listrik hijau, yang dapat dijadikan nilai tambah dalam audit lingkungan dan pemasaran global.

Kolaborasi ini diperkuat dengan kehadiran sektor swasta penyedia teknologi, baik lokal maupun internasional. Mereka menyediakan solusi terintegrasi mulai dari desain, pemasangan, pembiayaan, hingga pemeliharaan sistem PLTS Atap. Kehadiran mitra swasta ini mempercepat adopsi teknologi karena mampu menawarkan skema investasi ringan seperti pembayaran per kWh (Pay-as-you-go) atau pembayaran bertahap tanpa uang muka yang sangat membantu industri dalam menjaga arus kas sambil beralih ke energi surya.

### **Peran Industri dalam Transisi Energi**

Industri memiliki posisi strategis dalam transisi energi Indonesia karena kontribusinya yang besar terhadap konsumsi energi nasional, sekitar 40% menurut data Kementerian ESDM. Oleh karena itu, keterlibatan sektor industri dalam pengembangan PLTS Atap tidak hanya akan berdampak pada penurunan emisi, tetapi juga meringankan beban pasokan energi nasional, terutama pada jam-jam beban puncak siang hari.

Beberapa perusahaan multinasional di Indonesia telah menunjukkan komitmen kuat terhadap penggunaan energi terbarukan. Contohnya, Unilever, Danone, dan Toyota di Indonesia telah mengimplementasikan PLTS Atap di fasilitas produksi mereka sebagai bagian dari target global untuk mencapai *net zero emission*. Komitmen ini mendorong perusahaan lokal untuk ikut bertransformasi, terutama karena rantai pasok industri global kini mensyaratkan *compliance* terhadap standar lingkungan yang tinggi.

Adopsi PLTS Atap juga memberi keuntungan ekonomis langsung kepada industri, yaitu pengurangan tagihan listrik yang signifikan, terutama untuk industri dengan tarif listrik nonsubsidi. Dengan biaya Levelized Cost of Energy (LCOE) PLTS Atap yang semakin rendah, investasi ini menjadi lebih menarik secara finansial dan mempercepat *return on investment*.

### **Sinergi Riset dan Inovasi Teknologi**

Kolaborasi dalam pengembangan PLTS Atap juga melibatkan lembaga riset dan perguruan tinggi. Sinergi ini bertujuan untuk menciptakan inovasi teknologi lokal yang adaptif terhadap kondisi iklim dan infrastruktur di Indonesia. Misalnya, riset mengenai panel surya yang tahan suhu tinggi dan kelembapan tropis, serta sistem inverter yang kompatibel dengan jaringan listrik nasional.

Kawasan industri juga dapat menjadi living lab untuk pengembangan teknologi energi surya, seperti sistem baterai penyimpanan skala industri, microgrid, dan smart metering. Proyek-proyek percontohan seperti ini dapat mempercepat uji coba teknologi sebelum diterapkan lebih luas di masyarakat umum.

Universitas dan politeknik teknik juga memainkan peran penting dalam menyediakan tenaga kerja terampil untuk mendukung instalasi dan perawatan sistem PLTS Atap di kawasan industri. Kolaborasi tripartit antara akademisi, pelaku industri, dan pemerintah menjadi model yang efektif dalam mendorong transfer teknologi dan penyebaran keterampilan teknis ke seluruh Indonesia.

### **PENUTUP**

#### **Kesimpulan**

Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap di Indonesia merupakan langkah strategis dalam mendukung transisi energi menuju sistem yang lebih bersih dan berkelanjutan. Potensi energi surya yang sangat besar di Indonesia perlu diimbangi dengan kebijakan dan strategi implementasi

yang tepat. Strategi percepatan pengembangan PLTS Atap harus bersifat komprehensif, melibatkan pembahasan aspek regulasi, teknis, ekonomi, serta partisipasi aktif dari seluruh pemangku kepentingan. Kebijakan regulasi yang progresif, seperti penghapusan batasan kapasitas ekspor listrik dan pemberian insentif ekonomi, menjadi katalisator penting dalam mendorong adopsi PLTS Atap oleh masyarakat dan sektor industri.

Penerapan sistem kuota yang terkelola juga menjadi instrumen penting dalam memastikan stabilitas jaringan listrik nasional seiring meningkatnya kapasitas PLTS Atap. Pendekatan ini memberikan ruang pengembangan yang terukur, menghindari overkapasitas, dan tetap menjaga keandalan sistem kelistrikan. Di sisi lain, pendekatan teknis dalam pemasangan PLTS Atap, termasuk peningkatan kualitas instalasi dan sertifikasi tenaga ahli, menjadi faktor kunci dalam menjamin keamanan dan efisiensi sistem.

Kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, industri, lembaga keuangan, serta masyarakat sipil juga harus diperkuat untuk memperluas cakupan implementasi PLTS Atap. Edukasi publik dan pendampingan teknis kepada calon pengguna sangat dibutuhkan untuk meningkatkan pemahaman, kepercayaan, dan keterlibatan aktif masyarakat. Dengan strategi terpadu dan dukungan kebijakan yang konsisten, pengembangan PLTS Atap di Indonesia diharapkan mampu memberikan kontribusi signifikan dalam pencapaian target bauran energi terbarukan 23% pada tahun 2025 serta mempercepat transformasi menuju sistem energi nasional yang rendah karbon, mandiri, dan berkelanjutan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] H. (2021). Implementasi grid tie inverter pada pembangkit listrik tenaga surya on grid untuk golongan pelanggan rumah tangga masyarakat perkotaan. *JURNAL*

- .....
- ELTEK, 19(1).  
<https://doi.org/10.33795/eltek.v19i1.292>
- [2] Ardiansyah, A., Setiawan, I. N., & Sukerayasa, I. W. (2022). PERANCANGAN PLTS ATAP ON GRID SYSTEM PADA KANTOR BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KOTA PROBOLINGGO. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(4).  
<https://doi.org/10.24843/spektrum.2021.v08.i04.p23>
- [3] Avinda, A. I., Windarta, J., Denis, D., Kusuma, I. A., & Firmansyah, A. (2021). STUDI PERANCANGAN PLTS 1200WP SISTEM ON-GRID DITINJAU DARI TEKNIK DAN EKONOMIS. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*, 4.  
<https://doi.org/10.37695/pkmcsrc.v4i0.1191>
- [4] iI.N.S. kusmara, dkk. (2020). Peta Jalan Pengembangan PLTS Atap Menuju Bali Mandiri Energi Bersih. *Humas EBTKE*.
- [5] Merta, K. H., Kumara, I. N. S., & Ariastina, W. G. (2019). Rancangan Penempatan Modul Surya dan Simulasi PLTS Fotovoltaik Atap Gedung RSPTN Rumah Sakit Universitas Udayana. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18(3).  
<https://doi.org/10.24843/mite.2019.v18i03.p05>
- [6] Putra, A. M. N., Darmawan, F., Vermana, A. R., Dewi, A. Y., & Bandri, S. (2021). Potensi Energi Listrik PLTS Atap Gedung Laboratorium Teknik Elektro Untuk Pengembangan Net Zero Energi Building (NZEB). *Jurnal Teknik Elektro*, 10(2).
- [7] Ramadhan, K., & Purwoto, B. H. (2022). Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid Pada Gedung F Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Jurnal Teknologi Elektro*, 13(3).  
<https://doi.org/10.22441/jte.2022.v13i3.004>
- [8] Riawan, G., Kumara, I. N. S., & Ariastina, W. G. (2022). Analisis Performansi dan Ekonomi PLTS Atap 10 kWp pada Bangunan Rumah Tangga di Desa Batuan Gianyar. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 21(1).  
<https://doi.org/10.24843/mite.2022.v21i01.p09>
- .....

HALAMANINI SENGAJA DIKOSONGKAN