

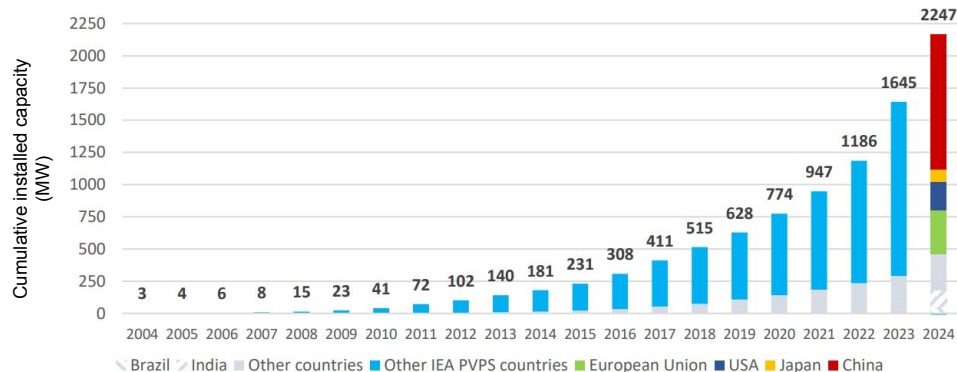


Pengembangan Peta Jalan Rantai Pasok Industri Fotovoltaik Terintegrasi di Indonesia

Jakarta, 30 Juli 2025

Tren Permintaan Energi Surya Global

Walau terjadi kelebihan kapasitas produksi modul surya, tren permintaan global terus meningkat drastis



~600 GW

Jumlah penambahan kapasitas pembangkit surya di tahun 2024. Naik sekitar 33% dari tahun sebelumnya.

~1110 GW

Total kapasitas produksi modul surya global pada tahun 2023. Hanya 55% yang terpakai untuk produksi.

~1400 GW

Proyeksi rata-rata penambahan kapasitas pembangkit energi surya tahunan selama periode 2026-2030 (ITRPV 2022)

~350 GW

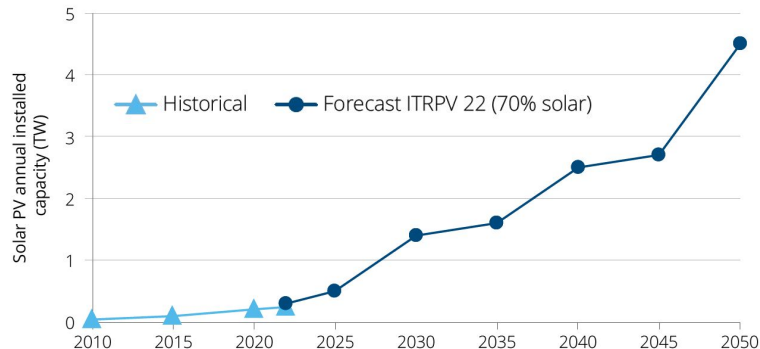
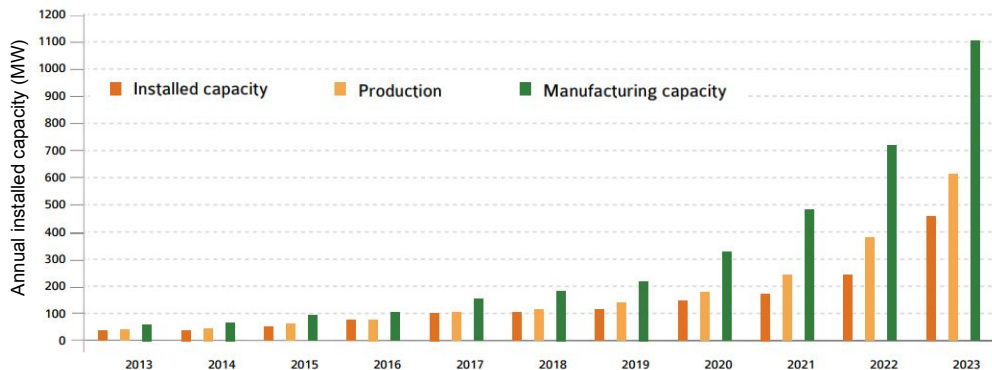
Penambahan kapasitas energi surya di Tiongkok pada tahun 2024, atau sekitar 58% dari permintaan dunia.

~150 GW

Produksi panel surya yang tidak terpakai pada tahun 2023, atau sekitar 25% dari total produksi.

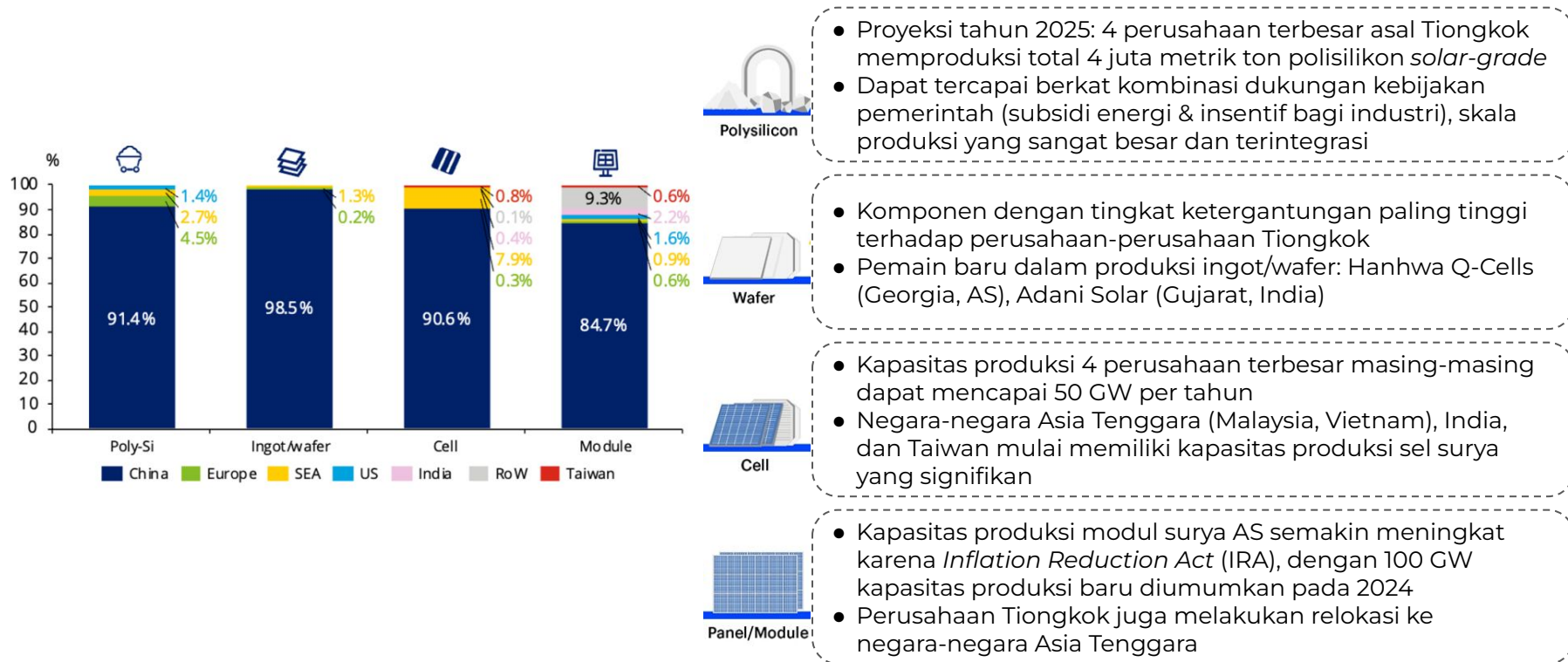
~4500 GW

Proyeksi rata-rata penambahan kapasitas pembangkit energi surya tahunan selama periode 2046-2050 (ITRPV 2022)



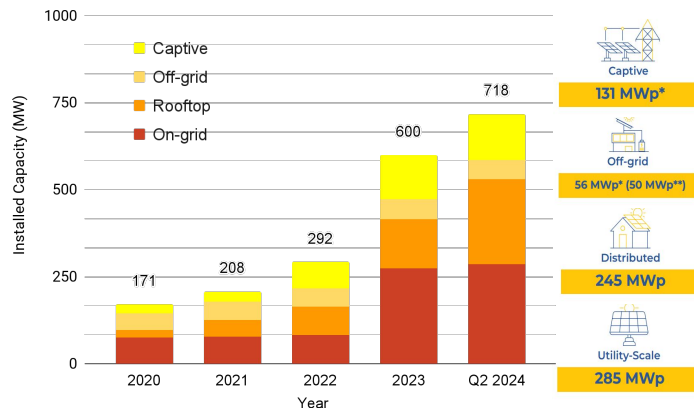
Tren Rantai Pasok Fotovoltaik Global

Perusahaan-perusahaan asal Tiongkok mendominasi lebih dari 90% rantai pasok industri modul surya dunia, namun perlahan mulai terjadi pergeseran lanskap akibat kebijakan di negara-negara lain.

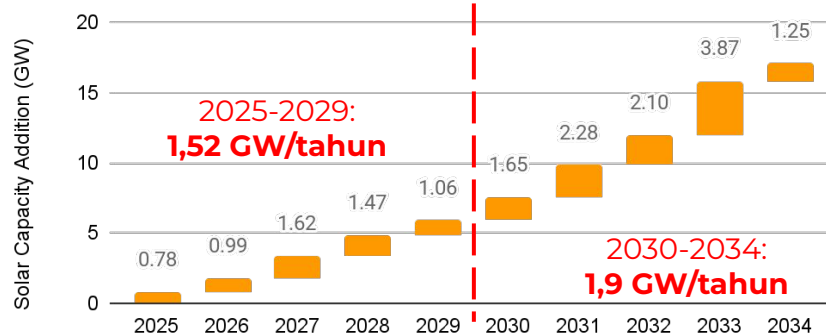


Tren Permintaan Energi Surya Dalam Negeri

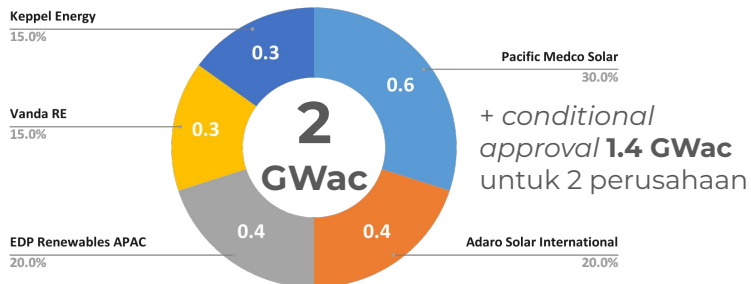
Pertumbuhan historis cenderung lambat, namun perencanaan dalam RUPTL PLN & RUKN menjanjikan pertumbuhan > 1 GW per tahun dari 2027. Terdapat peluang besar dalam kerjasama ekspor listrik ke Singapura.



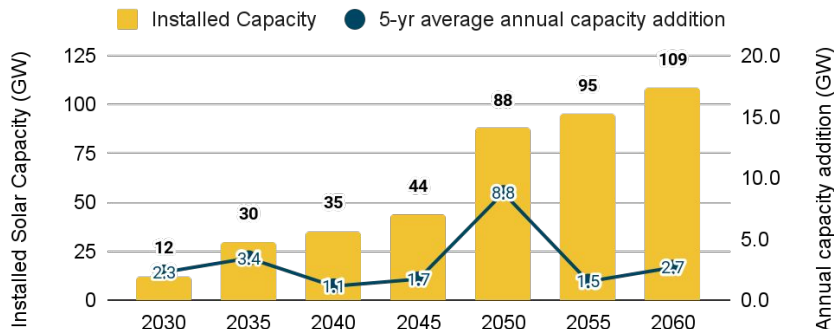
RUPTL PLN 2025-2034: total 17 GW



Ekspor Listrik Indonesia-Singapura:



RUKN 2025-2060:





Kapasitas Industri Hulu Fotovoltaik Dalam Negeri

Belum terdapat industri hulu fotovoltaik (polisilikon, ingot, wafer) yang beroperasi di Indonesia. Dibutuhkan permintaan produksi bahan baku dari industri hilir yang signifikan untuk dapat mulai membangun sektor hulu.



Polisilikon

Estimasi kapasitas produksi eksisting:

0 ton/tahun

Potensi penambahan kapasitas produksi (perencanaan/diskusi):

200.000 ton/tahun

- Cadangan kuarsa lebih dari **17 miliar ton** pasir kuarsa tersebar di Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, dan Nusa Tenggara.
- Produksi polysilicon memerlukan pasir kuarsa berkualitas tinggi. Beberapa wilayah, seperti **Kampar** dan **Bangka Barat**: memiliki kandungan SiO₂ di atas 99,4%
- Untuk menghasilkan **1 ton polysilicon** dibutuhkan sekitar **2,8-3 ton pasir kuarsa**
- Jenis proses produksi polisilikon:
 - **Siemens**: kualitas tinggi, namun kebutuhan energi tinggi (50-65 kWh/kg output)
 - **Fluidized Bed Reactor (FBR)**: efisiensi energi lebih baik, namun kontrol kualitas lebih sulit
- Biaya produksi polisilikon di Tiongkok: **8-9 USD/kg**
- Skala keekonomian minimum: **25 ribu ton/tahun**



Ingot dan Wafer

Estimasi kapasitas produksi eksisting:

0 GW/tahun

Potensi penambahan kapasitas produksi (perencanaan/diskusi):

3 GW/tahun

- Proses **produksi ingot silikon** yang umum digunakan: **Czochralski (Cz)**, baik untuk monokristalin tipe n maupun p.
- Teknologi **produksi wafer silikon**: **diamond wire sawing**, memiliki *kerf loss* rendah. Pengembangan teknologi dipimpin oleh perusahaan-perusahaan asal Tiongkok.
- Terdapat **pembatasan ekspor teknologi produksi wafer dari Tiongkok**, terutama tipe M10 dan G12.
- Perkiraan kebutuhan **polisilikon (g)** dan **energi (kWh)** ukuran 210 x 210 mm:
 - Ketebalan 160 μm: **30,28 g** dan **31,65 Wh** per wafer
 - Ketebalan 180 μm: **33,91 g** dan **33,91 Wh** per wafer
- Biaya produksi wafer silikon di Tiongkok: **3-4 cUSD/Wp**, skala produksi **100 GW per tahun**



Peluang Industri Hulu Fotovoltaik Dalam Negeri

Dengan ketersediaan bahan baku berkualitas tinggi yang melimpah, terdapat peluang pemenuhan permintaan dalam negeri maupun ekspor produk industri hulu fotovoltaik



Polisilikon

Peluang

- Adanya **peluang ekspor produk polisilikon** dengan proyeksi daya saing harga yang lebih kompetitif dibandingkan negara lain
- Adanya **dukungan kuat untuk hilirisasi** industri pasir silika

Faktor penentu

- Keberlangsungan program dan kebijakan terkait transisi energi nasional untuk **memastikan sumber energi bersih yang murah**
- **Kemitraan global** untuk menjembatani **keterbatasan teknologi dan pasar ekspor internasional**

Keunggulan

- **Ketersediaan bahan baku silika kualitas tinggi** di dalam negeri
- Ketersediaan **tenaga kerja dan kawasan industri** yang mendukung pembangunan fasilitas skala besar
- Ketersediaan **potensi sumber energi bersih dan murah**



Ingot dan Wafer

- Sudah adanya **industri sel surya dalam negeri** yang membutuhkan suplai
- Peluang ekspor produk wafer dan ingot karena **tarif dagang Indonesia yang relatif lebih rendah**

- Keberlangsungan program dan kebijakan terkait transisi energi nasional untuk **memastikan sumber energi bersih yang murah**
- Akses terhadap **teknologi otomasi manufaktur terkini**

- Pengalaman kolaborasi dengan perusahaan asal Tiongkok pada industri modul dan sel surya
- Ketersediaan tenaga kerja dan kawasan industri yang siap mendukung pembangunan fasilitas skala besar
- Ketersediaan **potensi sumber energi bersih dan murah**

Kapasitas Industri Hilir Fotovoltaik Dalam Negeri

Investasi dalam jumlah besar telah masuk dalam beberapa tahun terakhir untuk menangkap potensi pasar energi surya dalam negeri. Perlu peningkatan efisiensi produksi dan ekosistem industri pendukung.



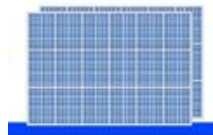
Sel

Estimasi kapasitas produksi eksisting:

9,5 GW/tahun

Potensi penambahan kapasitas produksi (perencanaan/diskusi):

1,4 GW/tahun



Modul

Estimasi kapasitas produksi eksisting:

10,7 GW/tahun

Potensi kapasitas produksi (perencanaan/diskusi):

1,4 GW/tahun

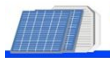
- Teknologi yang menguasai pasar sel surya:
 - **PERC (80%)**, efisiensi komersil modul sekitar 21,5-21,7%, konsumsi perak 5 mg/W
 - **TOPCon**, efisiensi komersil modul dikabarkan mencapai 24%, konsumsi perak 12 mg/W. Diperkirakan akan dominan selama dekade mendatang.
 - **Silicon heterojunction (SHJ)**, efisiensi komersial sekitar 22,5%, konsumsi perak 20 mg/W. Biaya investasi produksi dapat mencapai 2 kali lipat dari TOPCon
- Kebutuhan listrik untuk produksi sel: **100-150 kWh/MWp**
- Perkiraan biaya produksi (PERC) di Tiongkok: **5 cUSD/Wp**
- Klaim kapasitas produksi sel terintegrasi dengan modul surya oleh beberapa perusahaan
- Beberapa pabrik sel melayani pasar ekspor (co: Batam)

- Teknologi modul yang umum digunakan:
 - **Monofasial**: menggunakan *backsheet* di bagian belakang, cocok untuk sistem atap rumah tangga
 - **Bifasial**: menggunakan *glass sheet* di bagian belakang, cocok untuk sistem skala utilitas
- Konfigurasi sel: **half-cut**
- Proses perakitan mencakup **interkoneksi** (*tabbing & bussing*), **laminsi dengan EVA & tempered glass**, dan **aluminum framing**.
- Perkiraan biaya produksi Tiongkok: **18 cUSD/Wp**
- Produsen lokal berkapasitas < 100 MW/tahun, metode produksi manual
- Produsen modul surya Tier-1 yang telah berinvestasi selama 1-2 tahun terakhir, dengan kapasitas produksi > 500 MW/tahun
- Industri komponen pendukung (EVA film, *junction box*, *dsb.*) masih terbatas secara kuantitas & kualitas



Peluang Industri Hilir Fotovoltaik Dalam Negeri

Sudah adanya kapasitas produksi dalam negeri perlu diperluas dengan membuka peluang ekspor dan peningkatan permintaan dalam negeri yang lebih konsisten.



Sel

Peluang

- Industri modul surya dalam negeri yang sudah cukup besar dapat dijadikan sebagai **peluang pasar dalam negeri**
- **Minat investasi produksi sel** yang sudah terbukti cukup tinggi

Hambatan

- **Ketergantungan yang besar terhadap rantai pasok global** karena **rendahnya bea masuk**
- **Kebutuhan investasi awal yang tinggi**
- Belum adanya **fasilitas riset dan pengembangan teknologi kunci dalam negeri**
- **Lisensi teknologi** yang masih dimiliki negara asal

Keunggulan

- **Industri modul surya dalam negeri yang sudah cukup besar** (10,6 GW) dapat dijadikan sebagai peluang pasar
- Adanya **pengalaman produksi sel surya** dalam negeri (9,5 GW)
- Ketersediaan **tenaga kerja dan kawasan industri** yang mendukung pembangunan fasilitas skala besar



Modul

- **Modal awal lebih rendah**
- Telah terdapat **kapasitas produksi dalam negeri**
- Potensi dukungan **industri komponen penunjang** (aluminum, kaca)
- **Tren ekspor terus meningkat**

- **Biaya material yang relatif tinggi** karena belum adanya industri hulu yang terintegrasi
- Keterbatasan **fasilitas pengujian dan sertifikasi**
- **Inkonsistensi regulasi** terkait produk dalam negeri
- **Ketergantungan yang besar terhadap rantai pasok global**

- **Kebutuhan dalam negeri** diproyeksikan akan semakin meningkat
- Potensi dukungan **industri komponen penunjang** (aluminum, kaca)
- **Ketersediaan tenaga kerja dan kawasan industri yang mendukung pembangunan fasilitas skala besar**
- **Peluang ekspor** karena tarif dagang yang lebih rendah

Kerangka Kebijakan terkait Industri Energi Surya

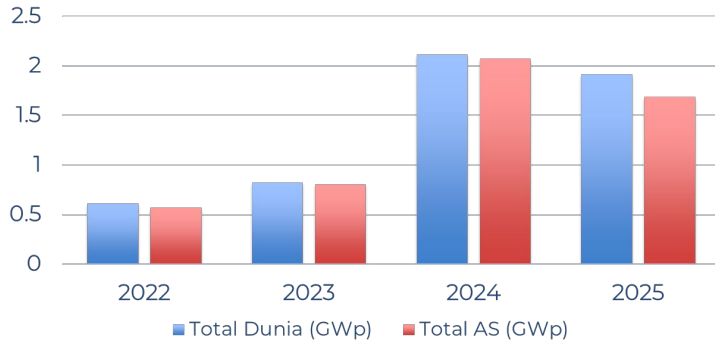
Telah terdapat kerangka kebijakan yang mendukung pengembangan industri energi surya, namun implementasi proyek masih terbatas. Dibutuhkan kerangka kebijakan yang konsisten dan strategi jangka panjang.

	Kebijakan dan Perencanaan	Penggunaan Produk Dalam Negeri	Insentif dan Pembiayaan
Dukungan	- Pemutakhiran kebijakan perencanaan energi nasional untuk mendukung target NZE 2060: RUU EBET, RPP KEN, RUKN, Peta Jalan Transisi Energi (Permen ESDM 10/20250) - Perencanaan pembangunan pembangkit EBT, khususnya surya, yang semakin meningkat dalam RUPTL PLN terbaru	- Relaksasi sementara persyaratan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) bertujuan mempercepat proyek PLTS dan mengurangi kendala pembiayaan - Kebijakan persyaratan komitmen pembangunan manufaktur dalam negeri membantu mengakselerasi industri rantai pasok modul surya dalam negeri	- Aturan tarif penjualan listrik dari pembangkit EBT (termasuk energi surya) sudah diatur dalam Perpres 112/2022 - Terdapat fasilitas fiskal (tax allowance, tax holiday, dsb.) yang dapat dimanfaatkan di kawasan industri atau ekonomi khusus
Tantangan	Belum konsistennya pelaksanaan pembangunan pembangkit energi terbarukan sesuai dengan RUPTL PLN, khususnya energi surya, selama 5 tahun terakhir, mengurangi <i>confidence</i> pelaku industri modul surya - Kebijakan kuota PLTS atap yang membatasi pangsa pasar energi surya di luar proyek PLN	Ketidakpastian regulasi terkait penggunaan produk dalam negeri mengurangi <i>confidence</i> pelaku industri modul surya - Penggunaan produk dalam negeri berpotensi menambah biaya pembangunan pembangkit - Relaksasi impor dan TKDN berpotensi berpengaruh terhadap ketergantungan terhadap komponen impor, terutama dengan adanya kesepakatan dagang	- Tarif yang disepakati untuk pembangkit surya dinilai belum cukup memberikan insentif kepada industri modul surya dalam negeri Keterbatasan pembiayaan untuk proyek yang menggunakan modul dalam negeri non Tier-1 - Belum ada insentif khusus untuk investasi di industri modul surya - Belum ada insentif maupun nilai jual kompetitif untuk sertifikasi industri hijau

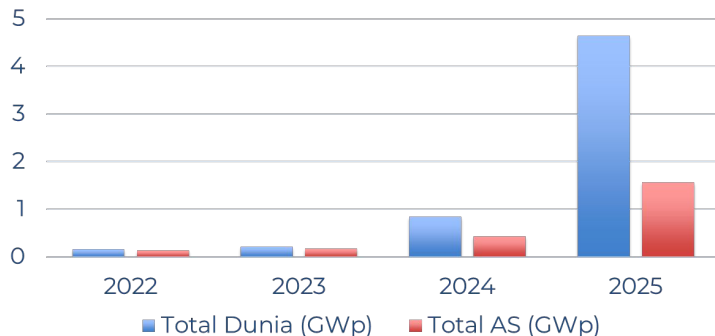
Dampak Geopolitik Perdagangan terhadap Industri Fotovoltaik

Kebijakan Amerika Serikat yang memproteksi industri modul surya dalam negerinya menyebabkan adanya perubahan lanskap industri yang signifikan di Asia Tenggara. Indonesia perlu meningkatkan permintaan dalam negeri secara signifikan.

Total Ekspor Modul PV Indonesia (GWp)

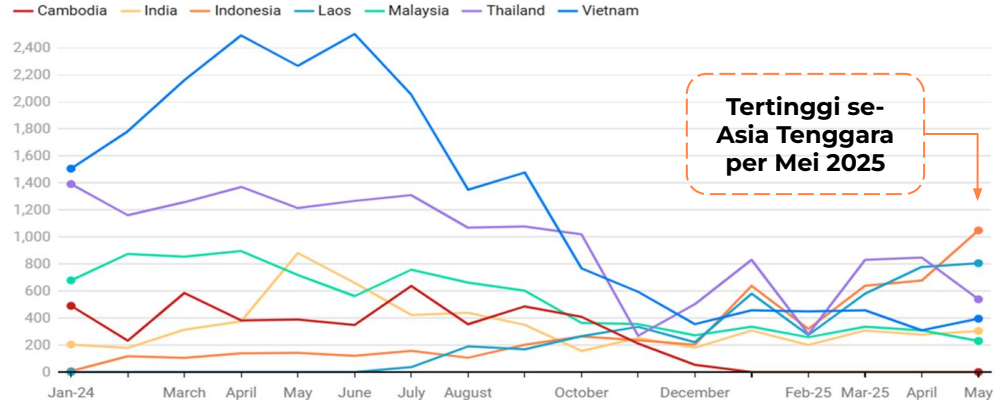


Total Ekspor Sel PV Indonesia (GWp)



Monthly U.S. c-Si solar panel imports

Quantities in megawatts (MW)



- Total ekspor modul dan sel surya Indonesia **melonjak drastis selama 2 tahun terakhir**, termasuk ke Amerika. Didorong oleh industri berorientasi ekspor.
- Total tarif yang dikenakan terhadap produk Indonesia **lebih rendah dibandingkan dengan negara ASEAN lainnya**
- Afiliasi industri di Indonesia dengan perusahaan Tiongkok tetap menjadi perhatian dalam investigasi yang dilakukan oleh AS

Usulan Peta Jalan Industri Fotovoltaik Terintegrasi di Indonesia

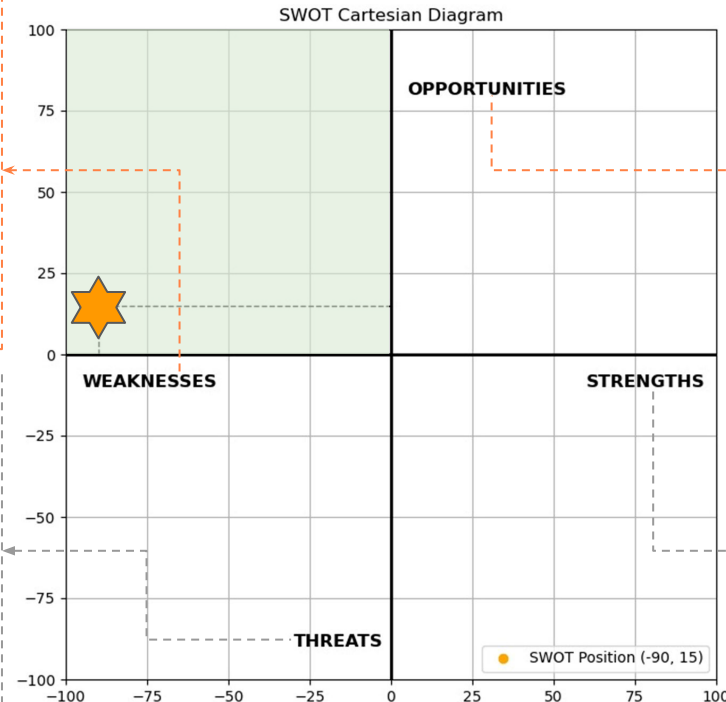


Matriks Daya Saing Industri Fotovoltaik Indonesia

Meskipun peluang dan kesempatan untuk mengembangkan industri manufaktur fotovoltaik di Indonesia cukup tinggi, terdapat kelemahan internal yang perlu dibenahi untuk dapat menangkap peluang tersebut. Posisi pada kuadran II (*weakness-opportunity*) menunjukkan kebutuhan penyusunan strategi *turn-around*, mengedepankan aspek stabilisasi dan rasionalisasi.

- Keterbatasan rantai pasok industri modul surya yang **belum efisien dan terintegrasi**
- Rendahnya daya saing akibat **keterbatasan *economic of scale*** dan ketidakmampuan bersaing dengan produk impor yang mendapat insentif bea masuk
- **Keterbatasan & dukungan R&D** teknologi kunci di dalam negeri

- **Ketidakpastian dan kontradiksi regulasi** khususnya penerapan TKDN dan pembatasan impor memberikan keraguan investasi.
- **Kebijakan *anti-dumping* dan tarif resiprokal dari AS** dapat menjadi ancaman serius terhadap akses pasar dan daya saing ekspor modul surya Indonesia.

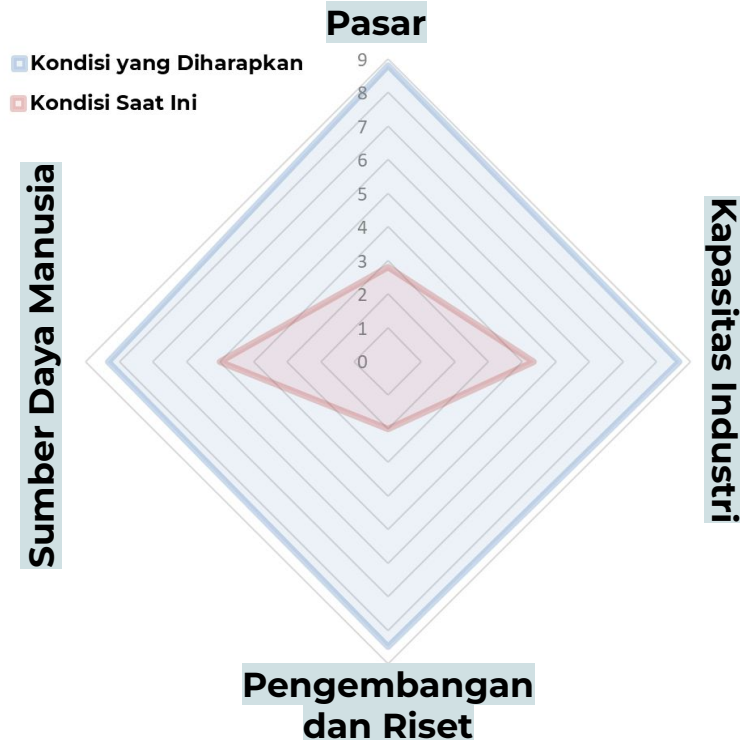


- **Potensi pasar PLTS yang besar** mencakup segmen RUPTL PLN dan non-PLN, transisi energi menuju NZE, PLTS atap industri, ekspor energi (*green corridor*), serta pembangunan green data center.
- **Insentif fiskal di KEK** tersedia untuk menarik investasi industri solar PV dalam negeri.

- **Ketersediaan industri modul surya dalam negeri** dan masuknya industri-industri baru dengan pengalaman investasi kapasitas besar.
- **Kelimpahan tenaga kerja** untuk produksi dengan biaya profesi yang kompetitif.

Analisis Gap dan Pemilihan *Turn-Around Strategy*

Aspek dan pengembangan & riset memiliki *gap* yang sangat besar dengan kondisi ideal yang diinginkan. Meski telah memiliki pondasi yang kuat, pengembangan aspek kapasitas industri dan sumber daya manusia perlu ditingkatkan.



Dapat dilakukan dengan memperluas proyek PLTS di berbagai daerah melalui **penyederhanaan proses pengadaan, pembukaan segmen pasar alternatif yang signifikan** (*captive*, PLTS atap) dan **penetapan tarif listrik yang menarik**.



Mensyaratkan investor asing untuk melakukan **alih teknologi melalui lisensi**, agar Indonesia dapat mengembangkan teknologi sendiri dan tidak hanya menjadi basis produksi.

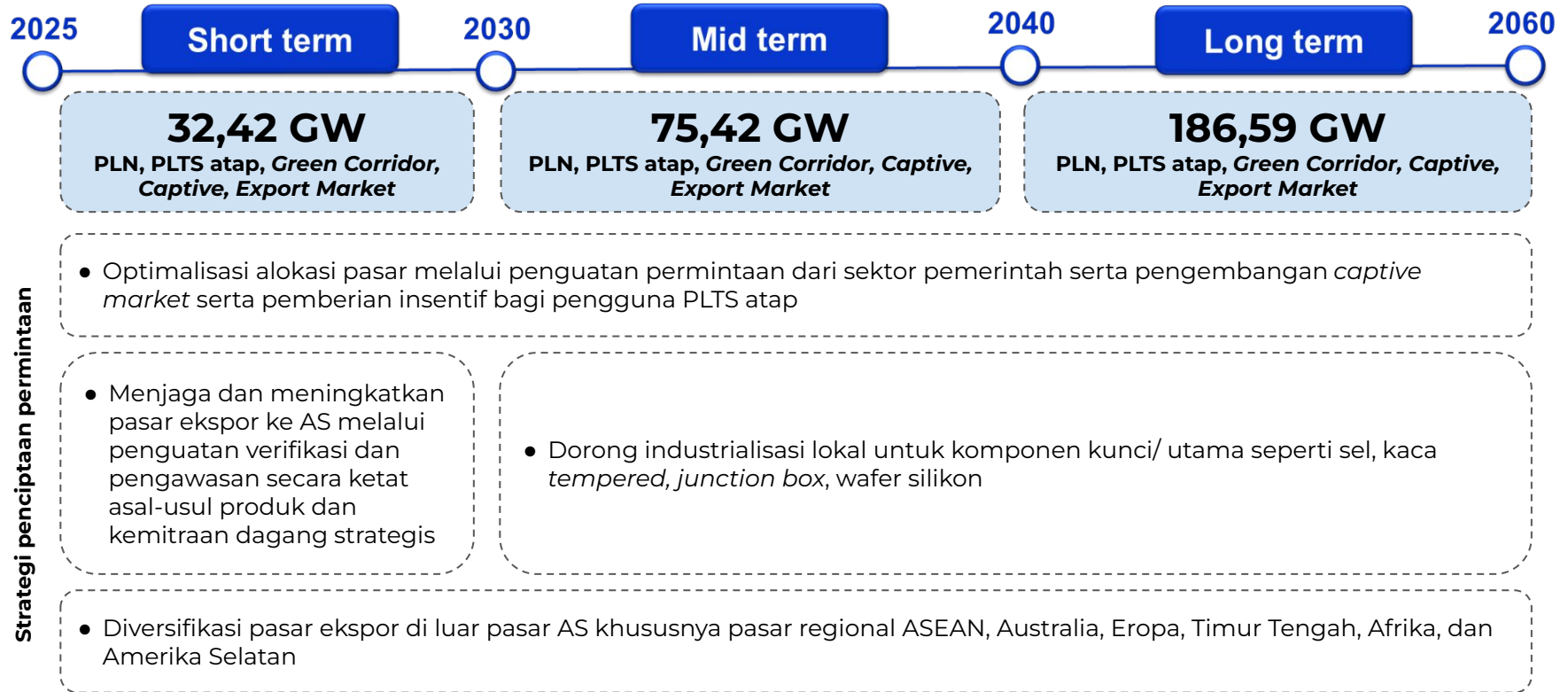


Membentuk konsorsium nasional rantai pasok dari hulu ke hilir guna **mengintegrasikan kapasitas industri dan mempercepat penguatan ekosistem manufaktur** modul surya dalam negeri.

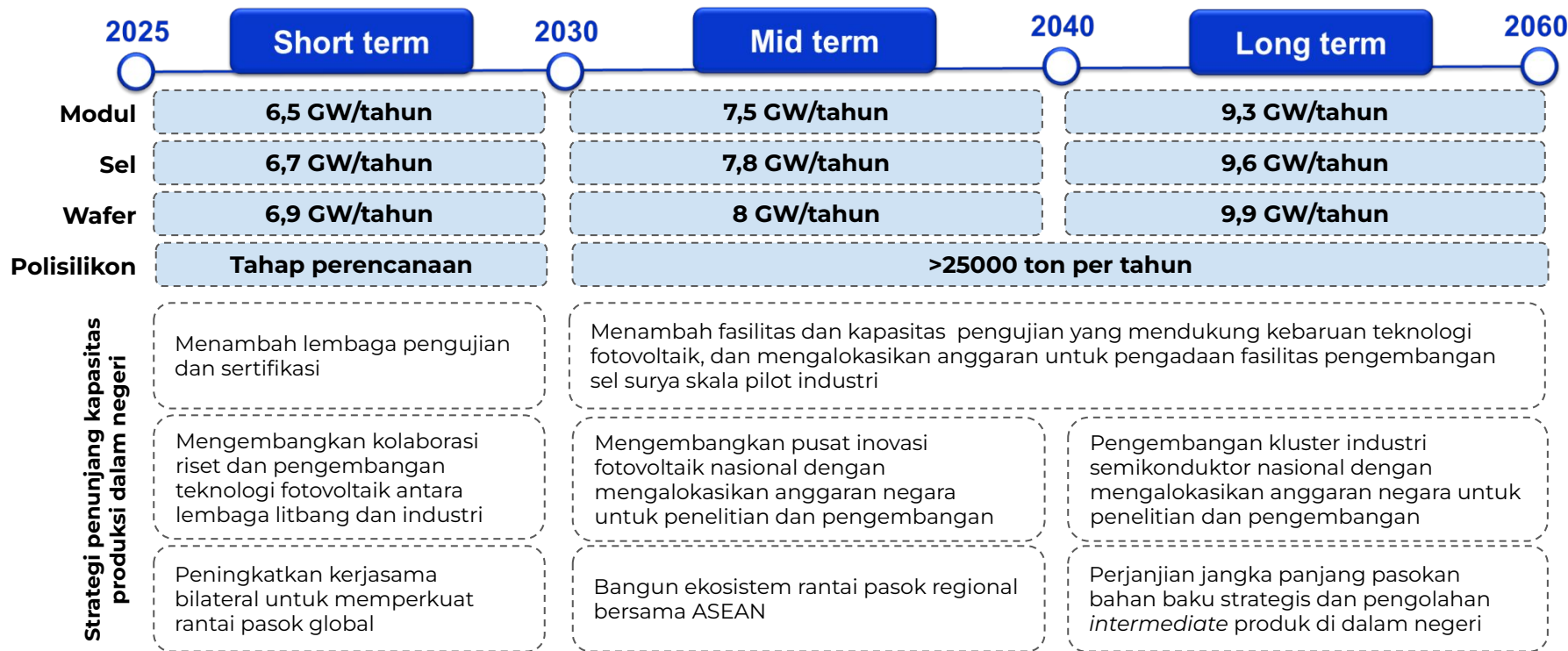


Mengembangkan **pusat R&D dan pelatihan tenaga kerja terpadu** berbasis kolaborasi industri, perguruan tinggi, dan pemerintah di KEK atau Kawasan Industri Hijau, dengan dukungan insentif seperti *super tax deduction*.

Tahapan Peta Jalan Pengembangan Rantai Pasok Fotovoltaik: Target Penciptaan Permintaan Energi Surya Dalam Negeri



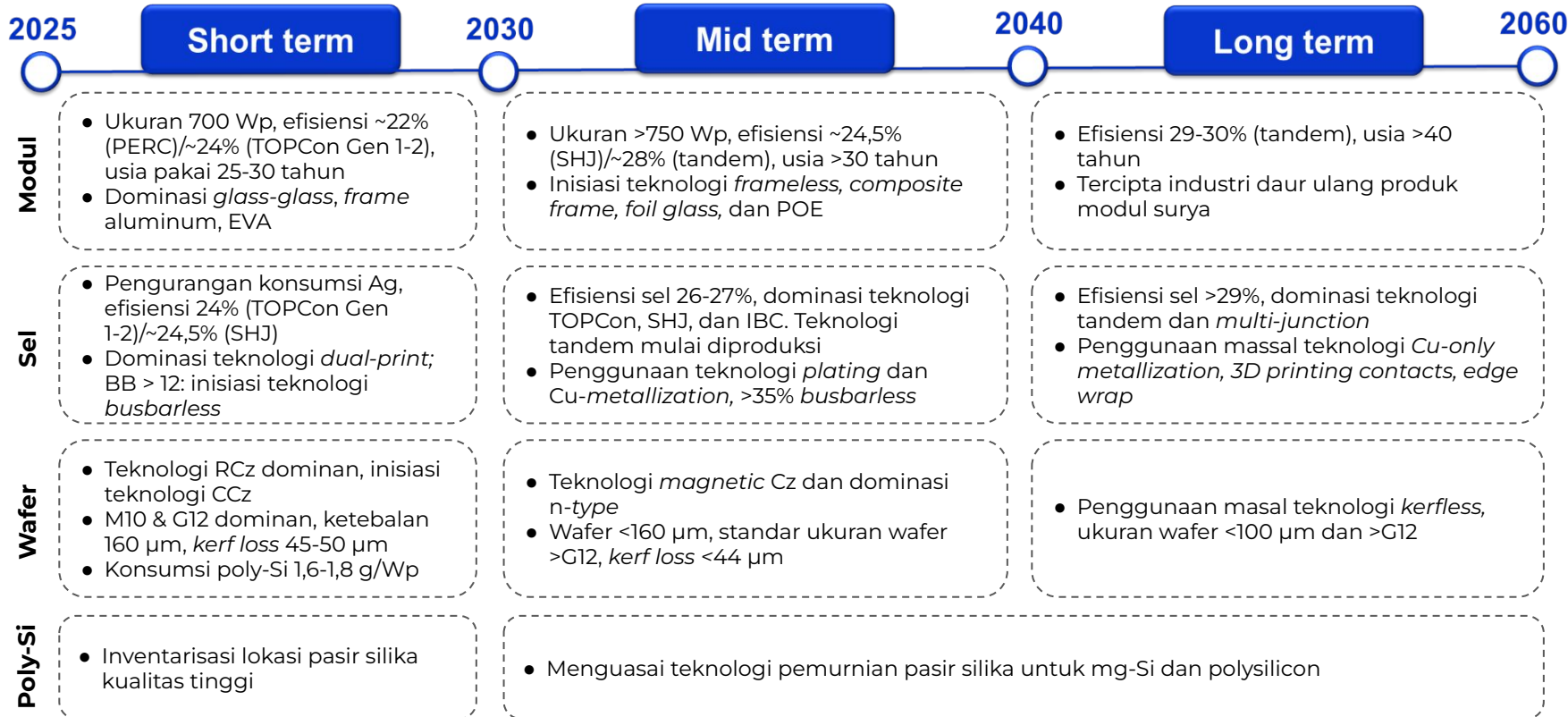
Tahapan Peta Jalan Pengembangan Rantai Pasok Fotovoltaik: Target Kapasitas Produksi Dalam Negeri



Tahapan Peta Jalan Pengembangan Rantai Pasok Fotovoltaik: Kebutuhan Penyelarasan Kerangka Kebijakan

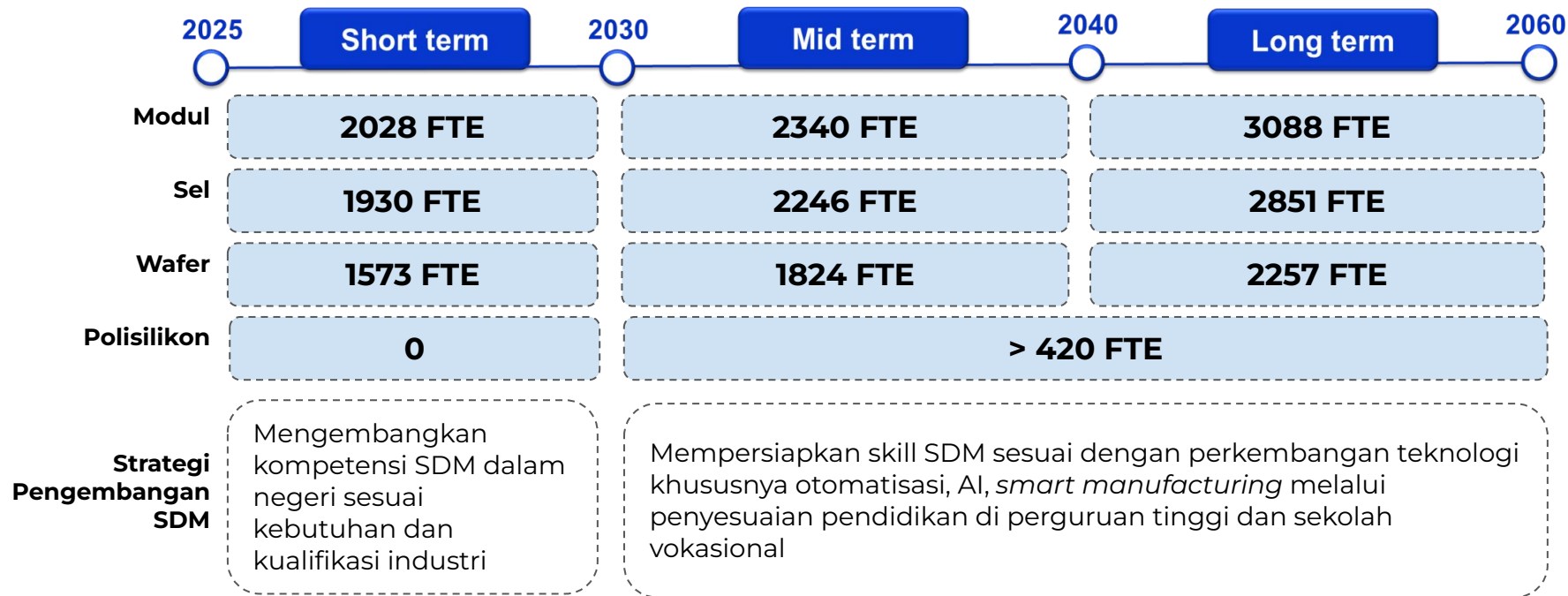


Tahapan Peta Jalan Pengembangan Rantai Pasok Fotovoltaik: Kebutuhan Pengembangan Teknologi Kunci

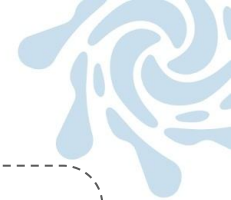


Tahapan Peta Jalan Pengembangan Rantai Pasok Fotovoltaik:

Target Penciptaan Lapangan Kerja



Rekomendasi Kunci



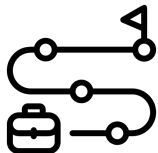
Segera

- Penetapan peta jalan nasional dalam dokumen kebijakan untuk harmonisasi kebijakan investasi dan industri fotovoltaik
- Pembentukan kelompok kerja multi-sektor untuk akselerasi industri fotovoltaik dalam negeri
- Memperkuat kolaborasi untuk proyek strategis energi surya nasional (co: *green corridor* ke Singapura)



**Dalam
1 tahun**

- Penetapan dukungan insentif baik fiskal maupun non fiskal
- Memperkuat pasar dalam negeri melalui perbaikan regulasi pengadaan dan tarif
- Harmonisasi tarif dan bea masuk untuk komponen rantai pasok fotovoltaik
- Penetapan preferensi harga yang memadai untuk penggunaan modul surya lokal



**Dalam
jangka
pendek
(5 tahun)**

- Inisiasi kerjasama antar negara ASEAN melalui kerangka AFTA
- Percepatan otomasi industri untuk peningkatan efisiensi menuju pasar ekspor
- Inisiasi pembangunan pusat penelitian dan pengembangan nasional terpadu
- Inisiasi hilirisasi bahan mentah dalam negeri
- Inisiasi pembiayaan dari lembaga keuangan dalam negeri agar industri nasional dapat memperoleh kategori Tier-1
- Investasi asing diwajibkan melakukan alih teknologi melalui pemindahan lisensi
- Inisiasi konsorsium nasional untuk mengintegrasikan seluruh mata rantai industri dari hulu ke hilir



Terima Kasih