



# Transisi Energi dan Rivalitas Global:

**Siapa Menguasai Teknologi Hijau,  
Menguasai Masa Depan**

**Oleh: Rudy C Tarumingkeng**

*Rudy C Tarumingkeng: Transisi Energi dan Rivalitas Global: Siapa Menguasai Teknologi Hijau, Menguasai Masa Depan*

Oleh:

[Prof Ir Rudy C Tarumingkeng, PhD](#)

Professor of Management NUP: 9903252922

Professor Emeritus, IPB-University

Rektor, Universitas Cenderawasih, Papua (1978-1988, dan

Rektor, Kampus AGRO Manokwari sekarang Universitas Papua Manokwari

Coordinator, CIDA/DIKTI SFU Burnaby BC Canada 1988-1991

Rektor, Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta (1991-2000)

Chairman. Board of Professors, IPB-University, Bogor (2005-2006)

AI - Data Analyst, dan Chairman, Academic Senate, IBM-ASMI, Jakarta 2024-

---

© RudyCT Academic Series

[rudyct75@gmail.com](mailto:rudyct75@gmail.com)

21 March 2026

## **TRANSISI ENERGI DAN RIVALITAS GLOBAL: SIAPA MENGUASAI TEKNOLOGI HIJAU, MENGUASAI MASA DEPAN**

Berikut bagian pelengkap naskah yang siap ditempel ke manuskrip. Rumusan ini diselaraskan dengan data dan dokumen resmi dari IEA, IRENA, Komisi Eropa, DOE, Treasury AS, dan Kementerian ESDM. ([IEA](#))

### **Abstrak**

Makalah ini membahas transisi energi global sebagai proses perubahan besar yang tidak lagi dapat dipahami semata-mata sebagai agenda lingkungan, melainkan juga sebagai arena rivalitas industri, geopolitik, dan kekuasaan ekonomi. Tesis utama tulisan ini adalah bahwa penguasaan teknologi hijau—meliputi energi surya, baterai, kendaraan listrik, jaringan listrik, elektroliser, dan pengolahan mineral kritis—akan sangat menentukan posisi suatu negara dalam tatanan dunia baru. Dalam konteks ini, transisi energi bukan hanya soal pengurangan emisi, tetapi juga soal siapa yang menguasai manufaktur, rantai pasok, inovasi, pembiayaan, dan standar teknologi masa depan. Tulisan ini menelaah bagaimana Tiongkok membangun dominasi melalui skala manufaktur dan integrasi rantai nilai, bagaimana Amerika Serikat merespons dengan kebijakan reindustrialisasi hijau dan penguatan keamanan rantai pasok, serta bagaimana Uni Eropa mengembangkan otonomi strategis melalui regulasi, dukungan industri, dan diversifikasi bahan baku kritis. Selanjutnya, makalah ini menempatkan Indonesia sebagai aktor penting dalam transisi energi, terutama karena

posisinya dalam rantai pasok nikel dan peluang hilirisasi industri hijau. Dengan pendekatan akademik-naratif, tulisan ini menegaskan bahwa masa depan energi tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan sumber daya, tetapi oleh kemampuan negara membangun ekosistem teknologi hijau yang tangguh, kompetitif, dan bernilai tambah tinggi. ([IEA](#))

### **Kata Kunci**

Transisi energi; teknologi hijau; rivalitas global; energi terbarukan; baterai; kendaraan listrik; mineral kritis; keamanan energi; industrialisasi hijau; Indonesia.

## **Transisi Energi dan Rivalitas Global: Siapa Menguasai Teknologi Hijau, Menguasai Masa Depan**

### **Pendahuluan**

Transisi energi pada mulanya sering dibayangkan sebagai proyek lingkungan: mengurangi emisi, memperbanyak energi terbarukan, mempercepat efisiensi, dan perlahan meninggalkan batu bara, minyak, serta gas. Akan tetapi, dalam beberapa tahun terakhir, transisi energi berubah menjadi sesuatu yang jauh lebih besar daripada agenda lingkungan. Ia telah menjadi arena kompetisi industri, persaingan geopolitik, dan perebutan posisi strategis dalam ekonomi dunia. IEA memperkirakan bahwa total investasi energi global pada 2025 mencapai sekitar USD 3,3 triliun, dan sekitar USD 2,2 triliun di antaranya mengalir ke energi terbarukan, nuklir, jaringan listrik, penyimpanan, bahan bakar rendah emisi, efisiensi, dan elektrifikasi—dua kali lipat dari investasi untuk minyak, gas, dan batu bara. Angka ini menunjukkan bahwa pusat gravitasi ekonomi energi sedang bergeser, dan siapa yang menguasai sektor-sektor baru itu akan memiliki pengaruh besar terhadap arah masa depan. ([IEA](#))

Pergeseran tersebut tidak hanya bersifat finansial, tetapi juga material. Pada 2024, kapasitas listrik terbarukan dunia bertambah 585 GW, dengan

lebih dari 90% ekspansi kapasitas listrik global berasal dari energi terbarukan. Sebagian besar tambahan itu datang dari surya dan angin; surya sendiri menyumbang sekitar 452 GW tambahan kapasitas. IRENA bahkan menegaskan bahwa 2024 merupakan pertumbuhan tahunan terbesar dalam sejarah energi terbarukan. Dengan kata lain, teknologi hijau kini bukan lagi ceruk eksperimental; ia telah menjadi basis baru pertumbuhan sistem energi global. ([IRENA](#))

Namun pertumbuhan yang cepat ini justru membuka pertanyaan baru: bila dunia semakin bergantung pada panel surya, baterai, kendaraan listrik, jaringan listrik cerdas, elektroliser, heat pumps, dan material rendah emisi, siapa yang akan memproduksi semuanya? Siapa yang menguasai bahan bakunya? Siapa yang menentukan standar, harga, dan lokasi investasi? IEA menunjukkan bahwa nilai pasar enam teknologi energi bersih yang diproduksi massal—panel surya, turbin angin, kendaraan listrik, baterai, elektroliser, dan heat pumps—telah melampaui USD 700 miliar pada 2023 dan, di bawah kebijakan saat ini, dapat mendekati lebih dari USD 2 triliun pada 2035. Ini berarti teknologi hijau bukan sekadar instrumen dekarbonisasi, melainkan pasar strategis raksasa yang setara dengan pasar minyak global. ([IEA](#))

Dari sinilah lahir tesis utama esai ini: transisi energi modern adalah proses dekarbonisasi sekaligus proses redistribusi kekuasaan. Pada abad ke-20, kekuasaan energi banyak ditentukan oleh siapa yang menguasai cadangan minyak dan jalur pelayaran energi. Pada abad ke-21, kekuasaan itu semakin ditentukan oleh siapa yang menguasai teknologi hijau, rantai pasok mineral kritis, manufaktur komponen bersih, kapasitas inovasi, pembiayaan, dan standar industri. Negara yang menguasai teknologi hijau tidak otomatis menguasai masa depan secara total, tetapi ia memperoleh leverage yang jauh lebih besar dalam ekonomi, diplomasi, keamanan, dan industri global. ([IEA](#))

## **Dari Geopolitik Hidrokarbon ke Geopolitik Teknologi Hijau**

Selama sebagian besar abad ke-20, geopolitik energi berputar di sekitar minyak dan gas. Krisis energi, perang, embargo, dan perhitungan keamanan nasional banyak bertumpu pada suplai hidrokarbon. Kini logika itu belum hilang, tetapi sedang dilapisi oleh logika baru. IEA menyebut saat ini sebagai *Age of Electricity*, yaitu masa ketika investasi untuk pembangkitan listrik, jaringan, dan penyimpanan telah melampaui investasi untuk pasokan bahan bakar fosil. Peningkatan permintaan listrik dari industri, pendinginan, kendaraan listrik, pusat data, dan AI mempercepat pergeseran ini. Dalam struktur seperti itu, pertanyaan strategis tidak lagi berhenti pada "siapa yang punya minyak," melainkan "siapa yang bisa menyediakan elektron murah, bersih, andal, dan berbasis teknologi sendiri." ([IEA](#))

Perubahan ini penting secara konseptual. Minyak dan gas banyak bertumpu pada geologi; teknologi hijau lebih banyak bertumpu pada manufaktur, rekayasa, pembelajaran industri, dan skala pasar. Matahari bersinar di banyak tempat, tetapi panel surya tidak diproduksi merata di banyak tempat. Nikel, litium, kobalt, grafit, dan rare earth memang tersebar di berbagai negara, tetapi kemampuan memurnikan, memproses, dan mengintegrasikannya ke dalam baterai atau motor listrik sangat terkonsentrasi. Karena itu, transisi energi memindahkan persaingan dari penguasaan sumber daya primer ke penguasaan rantai nilai dan sistem industri. ([IEA](#))

Pergeseran ini menjelaskan mengapa banyak negara kini berbicara tentang *economic security, resilience, strategic autonomy*, dan *sovereignty*. Uni Eropa, misalnya, secara eksplisit mengaitkan bahan baku kritis dengan tujuan iklim dan digitalnya, serta menetapkan tolok ukur kapasitas domestik: 10% konsumsi tahunan untuk ekstraksi, 40% untuk pemrosesan, 25% untuk daur ulang, dan tidak lebih dari 65% konsumsi tahunan berasal dari satu negara ketiga. Ini bukan bahasa pasar bebas klasik, melainkan bahasa keamanan ekonomi. ([Internal Market SMEs](#))

Amerika Serikat juga bergerak dalam logika yang sama, walau dengan instrumen yang berbeda. Pemerintah AS melalui Treasury dan DOE menautkan insentif konten domestik, kredit manufaktur, dan pendanaan material kritis langsung dengan keamanan energi, kapasitas manufaktur nasional, dan daya saing industri. Dalam bahasa kebijakan, energi bersih bukan lagi hanya “baik untuk iklim,” melainkan juga “baik untuk pekerjaan domestik,” “baik untuk keamanan nasional,” dan “baik untuk ketahanan rantai pasok.” ([U.S. Department of the Treasury](#))

Dari sudut pandang teori manajemen strategis, situasi ini menggambarkan transisi dari kompetisi berbasis biaya menuju kompetisi berbasis kontrol sistem. Negara yang menang bukan hanya yang paling murah, tetapi yang mampu menggabungkan sumber daya alam, kemampuan manufaktur, kapasitas inovasi, akses pasar, logistik, kebijakan industri, dan pembiayaan. Dalam konteks itulah perebutan teknologi hijau menjadi sangat menentukan bagi masa depan.

### **Mengapa Teknologi Hijau Menjadi Inti Perebutan Masa Depan**

Pernyataan “siapa menguasai teknologi hijau, menguasai masa depan” terdengar sloganistik, tetapi memiliki dasar ekonomi yang kuat. Pertama, karena pertumbuhan nilai pasarnya sangat besar. IEA memperkirakan bahwa pasar enam teknologi energi bersih utama hampir dapat tiga kali lipat pada 2035, melampaui USD 2 triliun. Dengan kata lain, teknologi hijau bukan sekadar pasar tambahan, tetapi kandidat inti ekonomi industri baru. ([IEA](#))

Kedua, karena teknologi hijau menempel pada banyak sektor sekaligus. Panel surya menyentuh pembangkitan listrik; baterai menyentuh otomotif, jaringan, industri, bahkan infrastruktur digital; heat pumps menyentuh bangunan; elektroliser menyentuh hidrogen dan industri berat; material rendah emisi seperti baja dan aluminium menyentuh konstruksi dan manufaktur. IEA menegaskan bahwa persaingan menuju material mendekati nol emisi—baja, aluminium, dan amonia—bahkan sedang

tumbuh menjadi medan penting tersendiri. Ini berarti teknologi hijau bersifat *general industrial platform*, bukan sektor tunggal. (IEA)

Ketiga, karena perdagangan teknologi hijau juga tumbuh cepat. IEA mencatat bahwa nilai perdagangan teknologi bersih saat ini mendekati USD 200 miliar dan dapat mencapai USD 575 miliar pada 2035.

Perdagangan kendaraan listrik dan panel surya menjadi dua unsur penting dalam arus ini. Artinya, negara yang kuat dalam teknologi hijau bukan hanya punya manufaktur domestik, melainkan juga berpotensi memperoleh surplus dagang, pengaruh harga, dan leverage diplomatik. (IEA)

Keempat, karena inovasi dan struktur R&D juga sedang bergeser. IEA mencatat bahwa susunan 20 perusahaan dengan anggaran R&D energi terbesar telah berubah drastis dibanding satu dekade lalu: kini produsen baterai murni seperti CATL dan perusahaan EV seperti BYD serta Tesla hadir dalam daftar itu. Ini menunjukkan bahwa locus inovasi energi sedang berpindah dari perusahaan migas dan otomotif konvensional ke perusahaan elektrifikasi, baterai, dan teknologi bersih. Masa depan energi, dengan demikian, tidak lagi hanya dirancang di kilang dan ladang minyak, tetapi juga di pabrik sel baterai, laboratorium bahan, dan fasilitas perangkat daya. (IEA)

### **Surya: Teknologi Murah, Pengaruh Besar**

Tidak ada contoh yang lebih jelas tentang bagaimana teknologi hijau dapat mengubah geopolitik selain panel surya. IEA menunjukkan bahwa investasi global untuk surya—baik skala utilitas maupun atap—diperkirakan mencapai USD 450 miliar pada 2025, menjadikannya item tunggal terbesar dalam belanja investasi energi dunia. Biaya yang sangat rendah dan persaingan antar-pemasok membuat panel surya impor, sering dipadukan dengan baterai, menjadi pendorong penting investasi energi di banyak negara berkembang. (IEA)



Tetapi kisah surya tidak berhenti pada murahness listrik. Ia juga merupakan kisah konsentrasi manufaktur. IEA menegaskan bahwa pangsa Tiongkok pada seluruh tahap utama manufaktur solar PV—polysilicon, ingot, wafer, sel, dan modul—telah melampaui 80%. Tiongkok juga menjadi rumah bagi pemasok peralatan manufaktur surya teratas dunia dan telah menginvestasikan lebih dari USD 50 miliar pada kapasitas pasok PV baru. Dengan dominasi seperti ini, Tiongkok tidak hanya memproduksi panel murah; ia membentuk struktur harga dunia dan menjadikan dirinya simpul sentral rantai pasok surya global. (IEA)

Di sinilah muncul paradoks yang menarik. Di satu sisi, dominasi Tiongkok menurunkan biaya global dan mempercepat adopsi energi bersih. IEA menegaskan bahwa Tiongkok berperan instrumental dalam menurunkan biaya PV di seluruh dunia. Di sisi lain, konsentrasi geografis yang sangat tinggi menciptakan risiko pasokan, risiko dagang, dan ketergantungan strategis bagi negara lain. Maka panel surya adalah contoh paling nyata bahwa kemajuan iklim dan kerentanan geopolitik dapat berjalan bersamaan. (IEA)

Fenomena ini juga menjelaskan mengapa AS, UE, India, dan negara lain mencoba membangun ulang atau memperluas kapasitas manufaktur surya mereka. Namun bahkan IEA memperkirakan bahwa, meskipun ada upaya diversifikasi, Tiongkok masih mungkin mempertahankan 80–90% pangsa kapasitas manufaktur surya global hingga 2030 berdasarkan proyek-proyek yang diumumkan. Dengan kata lain, pasar surya mungkin tetap global, tetapi pusat produksinya masih sangat asimetris. (IEA)

### **Baterai: Jantung Elektrifikasi dan Arena Rivalitas Terkeras**

Jika panel surya adalah wajah transisi listrik murah, maka baterai adalah jantung elektrifikasi. Baterai kini menentukan daya saing kendaraan listrik, fleksibilitas jaringan, integrasi energi terbarukan, dan bahkan cadangan listrik untuk infrastruktur digital serta pusat data. IEA pada 2026 mencatat bahwa pasar baterai lithium-ion global telah melampaui USD 150 miliar

pada 2025, dan signifikansi strategisnya meluas jauh melampaui ukuran pasar itu sendiri. Baterai menjadi komponen dasar sektor otomotif, sistem tenaga, dan infrastruktur digital. (IEA)

Permintaan baterai tumbuh sangat cepat. IEA menunjukkan bahwa penyebaran baterai lithium-ion global pada 2025 telah enam kali lebih tinggi daripada 2020. Kendaraan listrik masih menjadi pendorong utama permintaan, menyumbang lebih dari 70% penggunaan baterai lithium-ion, sementara penyimpanan baterai untuk sistem tenaga telah melampaui 15% dan tumbuh sangat cepat. Ini berarti baterai bukan lagi aksesori bagi EV; ia adalah infrastruktur lintas sektor. (IEA)

Namun justru di sini ketimpangan kekuasaan paling nyata. IEA menegaskan bahwa Tiongkok menguasai hampir 85% kapasitas produksi sel baterai dunia dan memegang pangsa besar dalam produksi material aktif katoda dan anoda. Dalam pembaruan 2026, IEA bahkan menulis bahwa Tiongkok memproduksi jauh di atas 80% seluruh baterai pada 2025, sementara Eropa dan Amerika Serikat hanya menyumbang sebagian besar dari sisa kecilnya. Ketika Eropa dan AS membangun pabrik baterai, banyak komponen dan mata rantai menengahnya tetap bergantung pada pasokan dari Tiongkok. (IEA)

Keunggulan Tiongkok di baterai bukan semata soal biaya tenaga kerja. IEA menekankan bahwa keunggulan itu disokong oleh integrasi rantai pasok, efisiensi manufaktur, akses ke pemrosesan mineral, skala pasar domestik, dan tenaga kerja terampil. Pada 2025, harga paket baterai di Tiongkok sekitar 30% lebih rendah daripada di AS dan 35% lebih rendah daripada di Eropa. Dalam kompetisi industri, selisih seperti ini sangat menentukan, karena ia memengaruhi harga kendaraan listrik, profitabilitas pabrik, dan keputusan investasi global. (IEA)

Baterai juga memperlihatkan bahwa transisi energi sekarang terkait erat dengan geopolitik digital. IEA menulis bahwa baterai semakin penting sebagai *back-up power* bagi pusat data dan AI. Artinya, rantai pasok baterai

bukan hanya isu transportasi atau listrik, tetapi juga isu kapasitas digital. Ini menambah dimensi baru: siapa yang unggul dalam baterai, sebagian ikut menentukan daya tahan sistem energi sekaligus sistem informasi. (IEA)

### **Kendaraan Listrik: Mobilitas, Manufaktur, dan Ekspor Pengaruh**

Kendaraan listrik memperjelas bahwa rivalitas teknologi hijau bukan hanya soal energi, tetapi juga soal industri nasional. IEA pada 2025 menegaskan bahwa Tiongkok adalah pusat manufaktur EV dunia, bertanggung jawab atas lebih dari 70% produksi global. Dalam perdagangan, Tiongkok menyumbang sekitar 40% ekspor mobil listrik global pada 2024, sementara pasar ekspornya semakin menyebar ke Brasil, Meksiko, dan Asia Tenggara. (IEA)

Poin strategisnya bukan hanya volume ekspor, tetapi efek turunannya. Mobil listrik yang lebih murah memberi Tiongkok saluran untuk memengaruhi struktur harga dan preferensi pasar di negara lain. IEA mencatat bahwa dua pertiga mobil listrik yang dijual di Tiongkok pada 2024 berharga lebih rendah daripada mobil konvensional sekelasnya. Ketika model-model itu diekspor ke negara berkembang, mereka tidak hanya menjual kendaraan, tetapi juga memperluas pengaruh standar teknologi, pemasok komponen, jaringan perawatan, perangkat lunak, dan hubungan dagang. (IEA)

Ini menyerupai pola lama dalam geopolitik industri: produk menjadi kendaraan pengaruh. Dulu negara mengekspor mesin, kendaraan bermesin bakar, atau teknologi telekomunikasi. Kini kendaraan listrik, baterai, dan ekosistem pengisian daya menjalankan fungsi serupa. Negara yang menjadi pusat manufaktur EV memperoleh manfaat ganda: nilai tambah industri dan posisi tawar geopolitik.

### **Hidrogen, Elektroliser, dan Teknologi Gelombang Berikutnya**

Walaupun baterai dan surya sangat dominan, rivalitas global tidak berhenti di sana. Teknologi gelombang berikutnya—seperti elektroliser untuk

hidrogen rendah emisi, heat pumps, baja hijau, aluminium rendah karbon, dan amonia bersih—sudah mulai menjadi arena baru. IEA mencatat bahwa Tiongkok kini adalah kekuatan pendorong utama dalam instalasi dan manufaktur elektroliser. Pada 2024, kapasitas elektrolisis air terpasang global mencapai 2 GW, dan Tiongkok menyumbang 65% kapasitas global yang terpasang maupun yang telah mencapai keputusan investasi final, serta hampir 60% kapasitas manufaktur elektroliser dunia. (IEA)

Data ini penting karena menunjukkan pola yang berulang. Mula-mula Tiongkok unggul di surya, lalu baterai, kini juga menonjol di elektroliser. Sementara itu, Eropa dan Amerika berusaha mengejar melalui kebijakan industri, standar, dan insentif. Ini menguatkan kesimpulan bahwa persaingan masa depan bukan hanya memperebutkan teknologi yang sudah matang, tetapi juga posisi awal pada teknologi yang belum sepenuhnya mapan. Negara yang masuk lebih awal memperoleh pembelajaran, ekosistem pemasok, dan efek skala yang sulit dikejar kemudian. (IEA)

### **Mineral Kritis: Medan Tempur Hulu dari Teknologi Hijau**

Bila baterai, panel, dan EV adalah wajah hilir transisi energi, maka mineral kritis adalah fondasi hulunya. IEA melaporkan bahwa permintaan litium naik hampir 30% pada 2024, sementara permintaan nikel, kobalt, grafit, dan rare earth meningkat sekitar 6–8%. Pertumbuhan ini didorong terutama oleh kendaraan listrik, penyimpanan baterai, energi terbarukan, dan jaringan listrik. Artinya, semakin cepat transisi energi bergerak, semakin strategis mineral-mineral tersebut. (IEA)

Yang membuatnya geopolitik adalah konsentrasinya. IEA menunjukkan bahwa rata-rata pangsa pasar tiga negara pemurni teratas untuk mineral energi kunci naik dari sekitar 82% pada 2020 menjadi 86% pada 2024. Untuk pertumbuhan pasokan, sekitar 90% pertumbuhan berasal dari pemasok tunggal teratas: Indonesia untuk nikel, dan Tiongkok untuk kobalt, grafit, serta rare earth. Dalam penambangan, konsentrasi juga

meningkat, dengan Indonesia memimpin pertumbuhan produksi nikel.

(IEA)

Ini berarti negara-negara tidak cukup hanya “punya mineral.” Yang lebih menentukan adalah siapa yang memurnikan, memproses, mengubah menjadi material aktif, lalu mengintegrasikannya ke produk akhir. Uni Eropa memahami hal ini melalui Critical Raw Materials Act, yang menekankan seluruh rantai nilai: ekstraksi, pemrosesan, daur ulang, diversifikasi impor, pemantauan risiko, hingga *stress-testing* rantai pasok. Dengan demikian, pertanyaan keamanan energi masa depan banyak bergeser dari “apakah ada cadangan?” menjadi “siapa yang mengendalikan pemrosesan dan apakah rantai pasoknya tangguh?” (Internal Market SMEs)

Konsentrasi ini juga menimbulkan masalah moral dan politik. Negara-negara maju membutuhkan lebih banyak mineral untuk transisi hijau mereka, tetapi banyak sumbernya berada di negara berkembang. Jika negara berkembang hanya menjadi pengekspor bahan mentah, mereka akan mengulang pola lama kolonialisme sumber daya dalam bentuk baru. Sebaliknya, jika mereka mampu naik ke pemrosesan, manufaktur menengah, dan sebagian hilir, mereka memperoleh ruang tawar yang lebih besar dalam tatanan industri hijau.

### **Tiongkok: Skala, Integrasi, dan Keunggulan Biaya**

Tidak mungkin membahas rivalitas teknologi hijau tanpa menempatkan Tiongkok di pusat analisis. Dalam surya, Tiongkok menguasai lebih dari 80% seluruh tahapan manufaktur utama. Dalam baterai, Tiongkok menguasai sekitar 85% kapasitas produksi sel global. Dalam elektroliser, Tiongkok memegang sekitar 60% kapasitas manufaktur dan 65% kapasitas instalasi/keputusan investasi final. Dalam EV, Tiongkok bertanggung jawab atas lebih dari 70% produksi global dan 40% ekspor global pada 2024. Ini bukan dominasi parsial pada satu teknologi, melainkan dominasi sistemik pada banyak simpul kunci sekaligus. (IEA)

Keunggulan Tiongkok berasal dari kombinasi faktor: kebijakan industri jangka panjang, pasar domestik raksasa, integrasi vertikal, infrastruktur manufaktur, pembelajaran produksi, dan kemampuan menekan biaya. IEA menegaskan bahwa penurunan harga panel dan baterai global sangat dipengaruhi oleh persaingan sengit dan ultra-low cost dari pemasok Tiongkok. Ini memberi dunia energi bersih yang lebih murah, tetapi juga menempatkan negara lain pada posisi defensif. ([IEA](#))

Di sisi lain, dominasi Tiongkok tidak bebas masalah. IEA mencatat bahwa di sektor surya, kelebihan kapasitas dan persaingan harga telah menekan margin produsen dan menimbulkan kerugian besar bagi beberapa perusahaan. Dalam baterai dan elektroliser, kapasitas juga melampaui permintaan di beberapa segmen. Artinya, keunggulan skala kadang dibayar dengan tekanan profitabilitas, konsolidasi, dan kebutuhan ekspor pasar baru. Tetapi justru di sinilah kekuatan geopolitiknya terlihat: ketika pasar domestik terlalu jenuh, ekspor dan investasi luar negeri menjadi instrumen mempertahankan pengaruh industri. ([IEA](#))

### **Amerika Serikat: Reindustrialisasi Hijau dan Keamanan Rantai Pasok**

Respons Amerika Serikat terhadap dominasi Tiongkok pada dasarnya adalah reindustrialisasi hijau berbasis insentif dan keamanan pasok. Treasury pada Januari 2025 menegaskan bahwa panduan *domestic content bonus* untuk kredit energi bersih dimaksudkan untuk mendorong manufaktur Amerika, termasuk wafer surya dan komponen penting lain bagi keamanan energi AS. Treasury juga menyebut bahwa di bawah kebijakan investasi energi bersih beberapa tahun terakhir, perusahaan telah mengumumkan lebih dari USD 196 miliar investasi pada listrik bersih dan USD 92 miliar pada manufaktur energi bersih. ([U.S. Department of the Treasury](#))

DOE, pada saat yang sama, membuka jalur pendanaan tambahan hingga USD 725 juta untuk memperkuat pemrosesan material kritis domestik, komponen baterai, dan baterai canggih. Bahasa yang dipakai sangat jelas:

memperkuat kapasitas domestik, mendukung ketahanan jaringan, sektor pertahanan, dan keamanan nasional. Dengan kata lain, AS berusaha membangun kembali ekosistem industri hijau bukan hanya demi emisi, tetapi demi kedaulatan manufaktur. ([The Department of Energy's Energy.gov](#))

Namun strategi AS menghadapi beberapa tantangan. Pertama, biaya produksinya masih relatif tinggi dibanding Tiongkok. Kedua, banyak mata rantai menengah—khususnya material aktif baterai dan proses pemurnian—masih lemah. Ketiga, politik domestik AS dapat mengubah penekanan kebijakan dari waktu ke waktu. Karena itu, kekuatan AS terletak bukan pada biaya termurah, melainkan pada kemampuan menggabungkan pasar besar, inovasi teknologi, insentif fiskal, dan aliansi dengan negara mitra. Ia mencoba menang bukan dengan meniru model biaya Tiongkok, tetapi dengan membangun ekosistem industri yang lebih aman dan lebih dekat dengan pasar strategisnya. ([IEA](#))

### **Uni Eropa: Otonomi Strategis, Regulasi, dan Industri Bersih**

Uni Eropa mengambil jalur yang agak berbeda. Ia tidak hanya mengejar kapasitas manufaktur, tetapi juga menata kerangka regulasi, pembiayaan, dan pasar tunggal. Net-Zero Industry Act bertujuan meningkatkan kapasitas manufaktur Eropa untuk teknologi *net-zero* dan komponennya, dengan target agar kapasitas manufaktur Eropa dapat memenuhi setidaknya 40% kebutuhan deployment tahunan UE pada 2030. Cakupannya luas: surya, teknologi angin, baterai dan penyimpanan, heat pumps, geotermal, hidrogen, elektroliser, dan lain-lain. ([Internal Market SMEs](#))

Critical Raw Materials Act melengkapi langkah itu dengan sasaran yang lebih hulu: memperkuat seluruh rantai nilai, mempercepat perizinan, meningkatkan pemantauan risiko, memperluas daur ulang, dan mengurangi ketergantungan pada satu negara pemasok. Lalu pada 2025, Komisi Eropa juga mengadopsi *Clean Industrial State Aid Framework* untuk

memudahkan bantuan negara ke pengembangan energi bersih, dekarbonisasi industri, dan kapasitas manufaktur teknologi bersih hingga 2030. ([Internal Market SMEs](#))

Selain itu, UE juga melihat bahwa daya saing industri hijau tidak mungkin tumbuh bila harga energi terlalu mahal. Karena itu, *Affordable Energy Action Plan 2025* menempatkan penurunan biaya energi, penyelesaian Energy Union, penarikan investasi, dan kesiapan menghadapi krisis energi sebagai empat pilar utama. Ini penting secara analitis: Eropa memahami bahwa teknologi hijau bukan hanya soal insentif pabrik, tetapi juga soal biaya listrik, infrastruktur jaringan, dan kelayakan ekonomi industri. ([Energy](#))

Dengan demikian, strategi Eropa dapat dibaca sebagai upaya mengubah ketertinggalan biaya menjadi keunggulan institusional. Jika Tiongkok unggul pada skala dan biaya, dan AS unggul pada pasar dan inovasi, maka Eropa berusaha unggul pada regulasi, kualitas, keberlanjutan, dan desain kebijakan industri yang terpadu.

### **Masalah Besar yang Sering Dilupakan: Jaringan, Penyimpanan, dan Pembiayaan**

Sering kali diskusi publik tentang transisi energi terlalu fokus pada panel, baterai, dan mobil listrik, seolah-olah persoalannya selesai ketika teknologi itu tersedia. Padahal IEA memperingatkan bahwa investasi jaringan listrik tertinggal jauh dari kebutuhan. Pada 2025, belanja global untuk jaringan hanya sekitar USD 400 miliar per tahun, dibanding sekitar USD 1 triliun untuk aset pembangkitan. Untuk menjaga keamanan listrik di tengah kenaikan permintaan dan penetrasi energi terbarukan, belanja jaringan harus meningkat jauh lebih cepat menuju tingkat yang lebih sebanding dengan pembangkitan. ([IEA](#))

Ini berarti siapa yang menguasai masa depan bukan hanya produsen panel dan baterai, tetapi juga penyedia transformator, kabel, perangkat daya,



sistem kontrol, perangkat lunak jaringan, dan penyimpanan. Tanpa jaringan yang kuat, energi terbarukan murah tidak bisa diserap maksimal. Tanpa penyimpanan, sistem yang semakin berbasis surya dan angin akan kesulitan menjaga keandalan. Tanpa pembiayaan murah, negara berkembang tidak bisa membangun semua itu tepat waktu. (IEA)

Kesenjangan pembiayaan ini terlihat tajam secara global. IEA mencatat bahwa Afrika hanya menerima sekitar 2% investasi energi bersih dunia meskipun memiliki 20% populasi dunia. IRENA juga menyoroti jurang regional yang makin lebar: lebih dari 70% pertumbuhan kapasitas terbarukan pada 2024 terjadi di Asia, sementara Afrika, Eurasia, Amerika Tengah, dan Karibia tertinggal jauh. Maka masa depan energi hijau belum sepenuhnya inklusif; ia masih sangat ditentukan oleh kemampuan negara menarik modal, teknologi, dan kepercayaan investor. (IEA)

### **Rivalitas dan Kontradiksi: Transisi Energi Tidak Selalu Linear**

Meski energi hijau tumbuh cepat, dunia belum bergerak secara linear menuju sistem bersih. IEA tetap mencatat gelombang persetujuan pembangkit batu bara baru di Tiongkok dan India pada 2024, didorong oleh pertumbuhan permintaan listrik dan kekhawatiran atas keamanan pasokan. Pada saat yang sama, investasi nuklir meningkat, dan investasi gas masih bertahan di banyak wilayah. Ini berarti transisi energi bukan proses penggantian yang bersih dan rapi, melainkan re-komposisi sistem yang penuh kontradiksi: lebih banyak surya dan baterai, tetapi juga lebih banyak jaringan, lebih banyak fleksibilitas, dan kadang lebih banyak pembangkit cadangan fosil atau nuklir. (IEA)

Kontradiksi lain adalah bahwa keberhasilan manufaktur hijau di satu negara dapat menimbulkan tekanan politik di negara lain. Panel murah membantu dekarbonisasi, tetapi juga dapat memukul produsen lokal. EV murah mempercepat elektrifikasi, tetapi dapat memicu tarif. Baterai murah membantu grid dan mobilitas, tetapi dapat memperdalam ketergantungan pada satu sumber. Jadi rivalitas global di bidang teknologi hijau lahir justru

dari keberhasilan transisi itu sendiri: semakin penting teknologi tersebut, semakin kuat dorongan negara untuk tidak bergantung penuh pada pihak lain. (IEA)

### **Indonesia: Peluang Besar, Risiko Besar**

Bagi Indonesia, transisi energi dan rivalitas global ini adalah peluang historis sekaligus ujian strategis. IEA mencatat bahwa Indonesia menghasilkan lebih dari 60% nikel dunia dan telah menarik lebih dari USD 50 miliar investasi *greenfield* di pertambangan antara 2014 dan 2023—lebih dari 90% total global untuk kategori itu. Ini menempatkan Indonesia pada posisi amat penting dalam rantai nilai baterai global. (IEA)

Selain nikel, Asia Tenggara secara keseluruhan juga mulai memainkan peran dalam rantai pasok energi bersih. IEA mencatat bahwa Vietnam, Thailand, dan Malaysia merupakan produsen panel surya terbesar dunia setelah Tiongkok pada 2023. Ini berarti kawasan ASEAN tidak lagi sekadar pasar konsumsi, tetapi mulai menjadi basis manufaktur regional. Dalam konteks tersebut, Indonesia berpotensi menjadi simpul penting bila dapat menghubungkan keunggulan mineral, pasar domestik, kebijakan hilirisasi, dan transisi kelistrikan. (IEA)

Dari sisi kebijakan energi domestik, Indonesia juga mulai merumuskan arah jangka panjang yang lebih jelas. RUPTL PLN 2025–2034, menurut dokumen resmi Kementerian ESDM, menargetkan kapasitas pembangkit nasional 443 GW pada 2060, membuka peluang investasi sekitar Rp2.967,4 triliun, dan dikaitkan dengan penciptaan lebih dari 1,7 juta lapangan kerja. Dokumen yang sama menyebut tambahan kapasitas pembangkit 69,5 GW dan porsi EBT sebesar 42,6 GW dalam sepuluh tahun ke depan, serta memasukkan PLTN 500 MW dalam horizon pembangunan. Ini menunjukkan bahwa Indonesia mulai memandang transisi energi sebagai agenda industrialisasi, investasi, dan penciptaan kerja, bukan sekadar agenda lingkungan.

Tetapi peluang Indonesia juga datang bersama risiko. Bila Indonesia berhenti pada posisi pengeksport bijih atau bahan antara, maka keuntungan terbesar akan tetap dinikmati negara yang menguasai pemrosesan lanjutan, material aktif, desain sel, manufaktur baterai, sistem penyimpanan, dan kendaraan listrik. Artinya, hilirisasi tidak cukup dimaknai sebagai membangun smelter saja. Hilirisasi sejati dalam era transisi energi harus mencakup kenaikan bertahap menuju kimia baterai, komponen, sistem, R&D, dan manufaktur bernilai tambah tinggi. (IEA)

Ada pula tantangan lain: elektrifikasi domestik, biaya energi, kualitas jaringan, kepastian regulasi, dan kemampuan SDM. Karena masa depan tidak dikuasai hanya oleh pemilik mineral, melainkan oleh negara yang mampu mengubah sumber daya menjadi sistem industri yang kompetitif. Indonesia memiliki modal awal yang kuat, tetapi masa depan strategisnya akan ditentukan oleh apakah negeri ini dapat melompat dari “resource power” menjadi “technology-industrial power”.

### **Jadi, Siapa Menguasai Masa Depan?**

Jawaban paling jujur adalah: tidak ada satu negara yang akan menguasai seluruh masa depan sendirian. Rantai nilai teknologi hijau terlalu kompleks untuk dimonopoli total. Namun ada negara dan kawasan yang akan memiliki pengaruh jauh lebih besar daripada yang lain. Tiongkok saat ini unggul dalam skala, biaya, dan integrasi manufaktur. Amerika Serikat unggul dalam inovasi, pembiayaan pasar, dan pengorganisasian aliansi industri. Uni Eropa unggul dalam regulasi, desain pasar, dan upaya membangun otonomi strategis. Negara-negara kaya mineral seperti Indonesia, Chile, Australia, dan DRC memegang kartu penting di hulu. Maka masa depan bukan dimiliki satu aktor tunggal, melainkan diperebutkan oleh beberapa blok kekuatan yang menguasai simpul berbeda dalam sistem. (IEA)

Namun jika kita mempersempit pertanyaan ke tingkat prinsip, maka benar bahwa siapa yang menguasai teknologi hijau—dalam arti menguasai

inovasi, manufaktur, bahan baku, pembiayaan, standar, dan infrastruktur pendukung—akan memiliki posisi lebih kuat dalam tatanan dunia baru. Teknologi hijau akan menentukan biaya energi, daya saing industri, kualitas udara, produktivitas sistem, ketahanan jaringan, bahkan stabilitas sosial dan politik. Negara yang tertinggal akan menghadapi biaya transisi lebih mahal, ketergantungan impor lebih tinggi, dan posisi tawar lebih lemah.

(IEA)

## **Penutup**

Transisi energi bukan lagi kisah teknis tentang mengganti bahan bakar fosil dengan energi terbarukan. Ia telah menjadi narasi besar tentang redistribusi kekuasaan global. Di dalamnya bertemu isu iklim, keamanan energi, industrialisasi, mineral kritis, perdagangan, ketahanan rantai pasok, pembiayaan, dan geopolitik. Panel surya, baterai, kendaraan listrik, jaringan, dan elektroliser kini memainkan peran yang dahulu dimainkan minyak, kilang, dan tanker: mereka adalah infrastruktur strategis yang menentukan siapa memimpin dan siapa mengikuti. (IEA)

Karena itu, pertanyaan “siapa menguasai teknologi hijau, menguasai masa depan” harus dijawab dengan nuansa. Ya, penguasaan teknologi hijau memberi daya strategis yang luar biasa. Tetapi penguasaan itu bukan hanya soal memiliki pabrik. Ia juga soal memiliki riset, jaringan, material, standardisasi, pembiayaan, tenaga kerja, dan kapasitas negara untuk mengorkestrasi semuanya. Masa depan akan lebih berpihak kepada negara yang mampu memadukan semua unsur tersebut dalam satu visi pembangunan yang koheren. (IEA)

Bagi Indonesia, pesannya jelas: jangan puas menjadi lumbung mineral bagi revolusi hijau dunia. Indonesia harus belajar menjadi perancang, pemroses, perakitan, pengembang, dan pemilik sebagian teknologi masa depan itu sendiri. Bila Indonesia berhasil melakukan lompatan tersebut, maka transisi energi global bukan hanya akan menjadi cerita tentang dekarbonisasi

dunia, tetapi juga cerita tentang naik kelasnya bangsa-bangsa yang selama ini terlalu lama berada di pinggir rantai nilai. (IEA)

## **Glosarium**

Istilah-istilah berikut digunakan dalam makalah ini sesuai konteks transisi energi, manufaktur teknologi bersih, dan keamanan rantai pasok global. (IEA)

### **Transisi energi**

Perubahan bertahap dari sistem energi yang didominasi bahan bakar fosil menuju sistem yang lebih bersih, rendah emisi, efisien, dan berbasis elektrifikasi.

### **Teknologi hijau**

Teknologi yang mendukung pengurangan emisi, efisiensi sumber daya, dan pembangunan rendah karbon, seperti panel surya, turbin angin, baterai, heat pumps, dan elektroliser.

### **Energi terbarukan**

Sumber energi yang dapat diperbarui secara alami, seperti surya, angin, air, panas bumi, dan bioenergi.

### **Baterai lithium-ion**

Jenis baterai isi ulang yang menjadi komponen utama kendaraan listrik, penyimpanan energi, dan berbagai perangkat elektronik modern.

### **Kendaraan listrik (electric vehicle/EV)**

Kendaraan yang digerakkan oleh motor listrik dan menggunakan baterai atau sumber listrik lain sebagai tenaga utamanya.

### **Elektroliser**

Perangkat yang menggunakan listrik untuk memisahkan air menjadi hidrogen dan oksigen; sangat penting dalam produksi hidrogen rendah emisi.

### **Mineral kritis**

Mineral yang sangat penting bagi teknologi modern dan transisi energi, seperti litium, nikel, kobalt, grafit, dan rare earth elements.

### **Hilirisasi**

Proses peningkatan nilai tambah sumber daya alam melalui pengolahan, pemurnian, manufaktur antara, dan pengembangan produk akhir.

### **Rantai pasok**

Jaringan proses dan pelaku yang terlibat dalam produksi, distribusi, dan pengiriman barang dari bahan baku hingga produk jadi.

### **Ketahanan rantai pasok**

Kemampuan suatu sistem industri untuk tetap berfungsi dan pulih ketika terjadi gangguan pasokan, konflik geopolitik, atau perubahan pasar.

### **Keamanan energi**

Kondisi ketika pasokan energi tersedia secara cukup, andal, terjangkau, dan aman untuk mendukung kegiatan ekonomi dan sosial.

### **Elektrifikasi**

Peralihan penggunaan energi dari bahan bakar langsung menuju listrik, misalnya pada transportasi, industri, dan bangunan.

### **Net-zero industry**

Arah industrialisasi yang mendorong produksi teknologi dan material dengan emisi sangat rendah atau mendekati nol bersih.

### **Otonomi strategis**

Kemampuan suatu negara atau kawasan untuk mengurangi ketergantungan berisiko pada pihak luar dalam sektor-sektor penting.

### **Industrial policy / kebijakan industri**

Serangkaian kebijakan pemerintah untuk mendorong pembangunan sektor tertentu melalui insentif, regulasi, pembiayaan, atau perlindungan strategis.

### **Daftar Pustaka (APA 7)**

European Commission. (2025). *Affordable energy action plan*.

European Commission. (2025). *Net-zero industry act secondary legislation*.

European Union. (2024). *Regulation (EU) 2024/1735 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 on establishing a framework of measures for strengthening Europe's net-zero technology manufacturing ecosystem*.

International Energy Agency. (2024). *Energy technology perspectives 2024*.

International Energy Agency. (2025). *Global critical minerals outlook 2025*.

International Energy Agency. (2025). *Global EV outlook 2025*.

International Energy Agency. (2025). *Global hydrogen review 2025*.

International Energy Agency. (2025). *World energy investment 2025*.

International Energy Agency. (2025). *World energy investment 2025: Southeast Asia*.

International Energy Agency. (2025). *Solar PV global supply chains*.

International Renewable Energy Agency. (2025). *Renewable capacity statistics 2025*.

International Renewable Energy Agency. (2025). *Renewable capacity highlights 2025*.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2025). *Kementerian ESDM resmi merilis dokumen RUPTL PLN 2025–2034*.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2025). *Rencana usaha penyediaan tenaga listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) 2025–2034*.

*Rudy C Tarumingkeng: Transisi Energi dan Rivalitas Global: Siapa Menguasai Teknologi Hijau, Menguasai Masa Depan*

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2025). *Menteri ESDM umumkan RUPTL PLN 2025–2034, serap lebih dari 1,7 juta tenaga kerja baru.*

U.S. Department of Energy. (2025). *DOE issues notice of intent for funding in strengthening domestic critical materials, battery components and advanced batteries.*

U.S. Department of the Treasury. (2025). *U.S. Department of the Treasury releases guidance on domestic content bonus for clean energy manufacturing.*

Prompting on Writer's account ([Rudy C Tarumingkeng](#))

<https://chatgpt.com/c/69be62f7-6650-839e-ac27-c0c6c3d2beda>