

Energy Transition —2050—

Navigasi Menuju Energi Terbarukan



Rudy C Tarumingkeng

Rudy C Tarumingkeng: Energy Transition 2050 -- Navigasi Menuju
Energi Terbarukan

Oleh:

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

Professor of Management NUP: 9903252922

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)

Ketua Dewan Guru Besar, IPB-University, Bogor (2005-2006)

AI - Data Analyst, dan Ketua Senat Akademik, IBM-ASMI, Jakarta 2024-

© RudyCT Academic Series

rudyc75@gmail.com

2 Januari 2025

Bogor, Indonesia

ENERGY TRANSITION 2050: NAVIGASI MENUJU ENERGI TERBARUKAN

1) Pendahuluan: “Transisi energi” sebagai proyek peradaban

Istilah *energy transition* sering terdengar seperti jargon teknis—seakan hanya urusan insinyur pembangkit listrik, panel surya, atau kabel transmisi. Padahal, transisi energi adalah proyek peradaban: ia menyentuh cara kita memproduksi barang, menggerakkan transportasi, memanaskan rumah, menyalakan pabrik, dan—pada akhirnya—menentukan kualitas hidup generasi berikutnya. Horizon tahun 2050 menjadi patokan penting karena banyak jalur mitigasi iklim menempatkan *net-zero CO₂* global kira-kira pada pertengahan abad, terutama jika dunia ingin menjaga peluang membatasi pemanasan global pada 1,5°C. ([IPCC](#))

Namun, “2050” seharusnya tidak dipahami sebagai tanggal seremonial. Ia lebih tepat diperlakukan sebagai “kompas strategis”: arah yang memaksa negara, perusahaan, dan masyarakat untuk menata ulang investasi, kebijakan, inovasi, dan perilaku konsumsi. Dalam konteks ini, energi terbarukan bukan sekadar substitusi batu bara atau minyak; ia menuntut perubahan sistemik: jaringan listrik yang jauh lebih cerdas, elektrifikasi yang masif, efisiensi energi yang agresif, perencanaan kota yang mengurangi kebutuhan perjalanan, serta tata kelola yang mampu merawat keadilan sosial (agar manfaat transisi tersebar, bukan terkonsentrasi).

Transisi energi juga sering disalahpahami sebagai “mengganti pembangkit fosil menjadi pembangkit hijau.” Kenyataannya, perubahan terbesar justru terjadi pada *rantai nilai* (value chain): dari cara pembiayaan proyek, pasar tenaga kerja, sistem pendidikan dan pelatihan, hingga diplomasi bahan baku (misalnya mineral kritis untuk baterai). Karena itu, “navigasi” menuju energi terbarukan perlu memadukan: (1) sains dan teknologi, (2) ekonomi politik dan regulasi, (3) kepemimpinan dan perubahan perilaku, serta (4) desain kelembagaan yang adaptif.

2) Mengapa transisi energi diperlukan: tiga pendorong utama

a) Pendorong iklim: dekarbonisasi sebagai prasyarat stabilitas

Laporan-laporan ilmiah global menegaskan bahwa dekade-dekade ke depan menentukan apakah dunia dapat menjaga kenaikan suhu dalam batas yang relatif aman. Jalur 1,5°C menuntut penurunan emisi yang cepat, terutama dari sektor energi, serta dekarbonisasi listrik dan elektrifikasi penggunaan akhir (end-use). ([IPCC](#))

Di sini, energi terbarukan memiliki peran ganda. Pertama, ia menurunkan emisi saat produksi listrik. Kedua, ia memungkinkan elektrifikasi sektor lain—transportasi, rumah tangga, dan sebagian industri—sehingga emisi di sektor-sektor tersebut juga turun ketika listriknya makin bersih.

b) Pendorong keamanan energi: kedaulatan, diversifikasi, dan resiliensi

Bagi banyak negara, krisis energi dan volatilitas harga komoditas mengajarkan satu hal: ketergantungan impor bahan bakar fosil membuat ekonomi rentan. Energi terbarukan—terutama surya dan angin—mengubah logika geopolitik energi dari “negara pemilik minyak” menjadi “negara yang mampu membangun sistem energi domestik berbasis sumber daya lokal dan teknologi.”

Namun, energi terbarukan juga membawa bentuk ketergantungan baru: pada teknologi (misalnya modul PV, inverter), rantai pasok (komponen

turbin), dan mineral kritis (litium, nikel, kobalt, tembaga). Karena itu, keamanan energi 2050 bukan sekadar “lepas dari impor minyak,” tetapi “membangun resiliensi rantai pasok energi baru.”

c) Pendorong ekonomi: investasi, inovasi, dan daya saing industri

Skala investasi transisi sangat besar. Tetapi narasi yang lebih penting adalah *struktur biaya*: investasi awal memang tinggi, namun biaya bahan bakar rendah (bahkan nyaris nol untuk surya/angin), sehingga biaya total sistem dapat turun dalam jangka panjang. Perspektif ini terlihat jelas pada kajian lembaga energi internasional yang menekankan kebutuhan peningkatan investasi energi bersih secara signifikan dalam dekade 2020–2030-an agar jalur 1,5°C tetap “dalam jangkauan.” ([IEA](#))

Dari sisi industri, transisi energi adalah perlombaan daya saing. Negara yang cepat membangun ekosistem manufaktur, keahlian teknis, standar, dan pembiayaan murah akan memimpin pasar teknologi hijau—mulai dari baterai, kendaraan listrik, hidrogen, hingga solusi efisiensi.

3) Peta jalan global menuju 2050: prinsip-prinsip navigasi

Berbagai skenario global (misalnya dari IEA dan IRENA) memiliki variasi, tetapi ada benang merah yang konsisten:

1. Elektrifikasi dan efisiensi sebagai pengungkit terbesar.

IRENA menempatkan elektrifikasi dan efisiensi sebagai “penggerak kunci” transisi menuju 2050, ditopang energi terbarukan, hidrogen bersih, dan biomassa berkelanjutan. ([IRENA](#))

2. Dekarbonisasi listrik sebagai pusat strategi.

IPCC menunjukkan jalur mitigasi yang kompatibel jangka panjang mengandalkan dekarbonisasi sistem kelistrikan serta perluasan energi terbarukan seperti surya dan angin. ([IPCC](#))

3. Percepatan investasi dan kebijakan di dekade ini.

IEA menegaskan kebutuhan lonjakan investasi energi bersih dalam waktu dekat (bukan nanti menjelang 2040) agar transisi 2050 menjadi realistis. ([IEA](#))

4. Fleksibilitas sistem dan jaringan (grid) menjadi tulang punggung.

Tanpa jaringan yang kuat dan fleksibel—transmisi antarpulau/antarwilayah, interkoneksi, *balancing*, *dispatch*, penyimpanan energi—pembangunan surya dan angin skala besar akan terhambat.

Prinsip navigasi yang dapat ditarik: *bukan hanya menambah kapasitas pembangkit hijau, tetapi membangun “sistem energi baru” yang stabil, fleksibel, dan terjangkau.*

4) Pilar teknologi transisi energi 2050

a) Energi terbarukan variabel: surya dan angin

Surya dan angin sering disebut sebagai “mesin utama” transisi karena skalabilitas dan penurunan biaya teknologi. Namun keduanya bersifat variabel: produksi listrik mengikuti cuaca dan waktu.

Implikasinya:

- Sistem butuh *forecasting* dan manajemen beban (demand-side management).
- Perlu penyimpanan (baterai, pumped hydro) dan pembangkit *dispatchable* rendah karbon (hidro, panas bumi, biomassa berkelanjutan, atau sistem lain sesuai konteks).
- Dibutuhkan jaringan transmisi yang menghubungkan pusat produksi energi ke pusat konsumsi.

b) Energi terbarukan *dispatchable*: hidro, panas bumi, biomassa berkelanjutan

Untuk negara seperti Indonesia, panas bumi dan hidro bukan sekadar “energi hijau,” melainkan *penyeimbang sistem*—karena dapat menghasilkan listrik lebih stabil. Tantangannya biasanya bukan pada teknologinya, tetapi pada perizinan lahan, pembiayaan risiko eksplorasi (khusus panas bumi), dan koordinasi multipihak.

Biomassa berkelanjutan memiliki potensi, tetapi harus diawasi ketat agar tidak menciptakan masalah baru: deforestasi, kompetisi dengan pangan, atau emisi dari perubahan penggunaan lahan. Di sinilah tata kelola menentukan apakah biomassa menjadi solusi atau jebakan.

c) Penyimpanan energi dan fleksibilitas sistem

Baterai (termasuk BESS skala grid) menjadi komponen vital untuk menyerap kelebihan produksi surya siang hari dan melepaskannya saat puncak beban malam. Selain baterai, fleksibilitas bisa berasal dari:

- *pumped hydro storage* (tergantung kondisi geografis),
- *interconnector* antarsistem,
- *demand response* di industri dan rumah tangga,
- digitalisasi operasi grid.

Di tahun 2050, “pembangkit” dan “jaringan” tidak lagi bisa dipisahkan. Sistem yang sukses adalah sistem yang memandang pembangkit–jaringan–konsumen sebagai satu orkestrasi.

d) Elektrifikasi transportasi dan bangunan

Transportasi adalah kandidat besar untuk elektrifikasi: motor, mobil, bus, hingga sebagian logistik. Perubahan ini memindahkan konsumsi energi dari BBM ke listrik, sehingga manfaat iklim hanya maksimal jika listrik makin bersih.

Di sektor bangunan, elektrifikasi pemanas, kompor induksi, dan perangkat hemat energi berperan besar. Namun, transisi di rumah tangga bersifat sosial-budaya: ia memerlukan kebijakan insentif, akses pembiayaan, serta edukasi publik—bukan sekadar teknologi tersedia.

e) Hidrogen bersih untuk sektor “sulit dikurangi” (hard-to-abate)

Baja, kimia, pupuk, pelayaran jarak jauh, dan sebagian proses industri memerlukan energi densitas tinggi atau bahan baku kimia tertentu. Hidrogen bersih (terutama yang diproduksi dari listrik terbarukan) sering diposisikan sebagai solusi jangka menengah–panjang—tetapi ekonominya sangat bergantung pada harga listrik terbarukan, infrastruktur, dan skala pasar. IRENA menempatkan hidrogen sebagai bagian penting dalam jalur 1,5°C menuju 2050. ([IRENA](#))

f) CCS/CCUS dan opsi nuklir: “pelengkap” yang kontekstual

Sebagian skenario memasukkan penangkapan dan penyimpanan karbon (CCS) untuk sektor tertentu, serta nuklir sebagai opsi rendah karbon di beberapa negara. Tetapi keduanya sangat kontekstual: biaya, penerimaan publik, risiko, dan tata kelola. Contoh aktual menunjukkan beberapa negara memilih memaksimalkan nuklir bersamaan dengan energi terbarukan sebagai strategi net-zero. ([The Guardian](#))

5) Kebijakan dan tata kelola: transisi energi adalah “rekayasa institusi”

Tidak ada transisi energi tanpa kebijakan, karena:

- Infrastruktur energi membutuhkan izin, tata ruang, dan standar.
- Investasi energi membutuhkan kepastian regulasi jangka panjang.
- Biaya dan manfaat transisi harus dibagi secara adil.

Beberapa instrumen kebijakan kunci:

1. Reformasi subsidi dan sinyal harga karbon.

Tujuannya bukan “memiskinkan masyarakat,” melainkan mengalihkan belanja publik dari konsumsi fosil ke investasi hijau dan perlindungan sosial.

2. Standar dan mandat (misalnya standar emisi kendaraan, efisiensi peralatan).

Instrumen ini bekerja seperti “pagar” yang mendorong pasar bergerak.

3. Perencanaan sistem kelistrikan dan reformasi pasar listrik.

Di banyak negara, tantangan bukan kekurangan proyek energi terbarukan, melainkan ketidakselarasan antara proyek dan kesiapan grid serta mekanisme pembelian listrik (PPA).

4. Perizinan cepat namun akuntabel.

Transisi bisa macet karena *bottleneck* administratif. Solusinya bukan “melonggarkan semua,” tetapi membuat proses yang cepat, transparan, dan berbasis data.

5. Kerangka *just transition*.

Jika pekerja sektor fosil dan komunitas sekitar tambang/pembangkit tidak diberi jalan baru (reskilling, perlindungan pendapatan, investasi wilayah), transisi akan menghadapi resistensi sosial.

6) Pembiayaan: tantangan terbesar sering bukan teknologi, melainkan “cost of capital”

Energi terbarukan cenderung padat modal (CAPEX) dan rendah biaya operasi (OPEX). Maka, biaya modal (suku bunga, persepsi risiko, kepastian regulasi) menjadi penentu utama tarif listrik.

Strategi pembiayaan yang sering muncul:

- **Blended finance** (kombinasi dana publik, multilaterals, dan swasta) untuk menurunkan risiko,
- **jaminan pemerintah** atau skema *de-risking*,
- **green bonds/sukuk**,
- **pembiayaan berbasis proyek** dengan PPA jangka panjang,
- **pembiayaan transisi** untuk pensiun dini PLTU dan konversi aset.

Dalam konteks Indonesia, dokumen kemitraan transisi energi (JETP) menggambarkan kebutuhan investasi besar untuk mencapai target dekarbonisasi sektor listrik hingga 2050, sekaligus menekankan

pentingnya proyek transmisi, percepatan energi terbarukan, dan pensiun dini PLTU.

7) Studi kasus naratif: pelajaran dari berbagai jalur transisi

Kasus 1 — “Negara angin” dan logika konsistensi kebijakan

Bayangkan sebuah negara yang sejak awal menyadari keterbatasan sumber daya fosil domestik. Alih-alih menunggu teknologi “sempurna,” negara itu membangun konsistensi kebijakan: *feed-in tariff*, dukungan R&D, standar grid, pelibatan komunitas pesisir, dan investasi pelabuhan untuk logistik turbin. Dua dekade kemudian, ekosistem industri angin tumbuh: bukan hanya pembangkitnya, tetapi juga manufaktur komponen, jasa pemeliharaan, hingga pendidikan vokasi. Pelajarannya: transisi sukses bukan karena satu kebijakan spektakuler, tetapi karena *konsistensi lintas pemerintahan*.

Kasus 2 — “Energiewende” dan realitas kompromi

Dalam narasi Jerman, transisi energi menjadi proyek sosial-politik: dukungan publik tinggi, tetapi tantangan besar muncul pada integrasi surya-angin dengan grid, kebutuhan *backup*, serta pengaruh geopolitik energi. Pelajarannya: transisi bukan garis lurus. Ia sering bergerak maju melalui kompromi—dan keberhasilan diukur dari kemampuan mengelola kompromi tanpa kehilangan arah jangka panjang.

Kasus 3 — Surya skala raksasa di wilayah kering: keunggulan tata kelola proyek

Di beberapa negara beriklim kering, surya termal dan PV skala besar dibangun sebagai simbol modernisasi. Keberhasilan proyek semacam ini biasanya bukan karena “matahari lebih banyak,” melainkan karena tata kelola pengadaan yang rapi, pembiayaan murah, dan kontrak yang bankable. Pelajarannya: matahari adalah anugerah, tetapi institusi adalah penentu.

Kasus 4 — Indonesia: transisi sebagai agenda pembangunan + keadilan

Indonesia memiliki tantangan khas: geografi kepulauan, kebutuhan pertumbuhan ekonomi, ketergantungan batu bara dalam sistem listrik, dan kebutuhan investasi jaringan. Dokumen eksekutif JETP CIPP memuat target penting: emisi sektor listrik on-grid mencapai puncak pada 2030 (maksimum 250 MtCO₂), porsi pembangkitan energi terbarukan 44% pada 2030, serta *net zero* sektor listrik pada 2050.

Di balik angka-angka itu ada cerita lapangan: pembangunan transmisi yang menembus persoalan lahan, percepatan panas bumi yang menuntut pembiayaan risiko eksplorasi, dan pensiun dini PLTU yang memerlukan rekayasa keuangan kompleks. Pada saat yang sama, sektor *captive power* industri—yang banyak berbasis batu bara—muncul sebagai tantangan tambahan, dengan kebutuhan investasi besar untuk dekarbonisasi hingga 2050. ([Reuters](#))

WRI bahkan menekankan bahwa untuk menyelaraskan target pertumbuhan ekonomi dengan listrik bersih, Indonesia memerlukan peningkatan kapasitas energi terbarukan yang jauh lebih tinggi dibanding target dalam sebagian rencana yang ada. ([World Resources Institute](#))

Pelajarannya: transisi energi Indonesia bukan sekadar agenda lingkungan; ia agenda daya saing industri, reformasi sistem listrik, dan desain keadilan sosial.

8) Roadmap praktis 2025–2050: tiga fase navigasi

Fase I (2025–2030): “Membuka jalur cepat”

Fokus:

- percepatan proyek energi terbarukan yang sudah matang (surya, angin lokasi terbaik, hidro/geo prioritas),
- penguatan transmisi dan *grid management*,
- kebijakan perizinan cepat dan standar teknis,
- program efisiensi energi nasional (industri dan bangunan),
- pilot besar baterai grid dan demand response,

- desain awal *just transition* (peta pekerja, pelatihan, dan kompensasi wilayah terdampak).

Karakter fase ini: *kecepatan lebih penting daripada kesempurnaan*, namun tetap akuntabel.

Fase II (2030–2040): “Skala dan integrasi”

Fokus:

- skala masif VRE + penyimpanan,
- reformasi pasar listrik agar fleksibilitas dihargai,
- rantai pasok domestik (komponen, jasa teknik, O&M),
- elektrifikasi transportasi publik dan logistik,
- perluasan hidrogen bersih untuk industri tertentu,
- pensiun bertahap aset fosil paling intensif emisi.

Karakter fase ini: mengubah transisi dari proyek percontohan menjadi norma ekonomi.

Fase III (2040–2050): “Penyempurnaan sistem menuju net-zero”

Fokus:

- dekarbonisasi penuh pembangkit listrik,
- penguatan sektor sulit dikurangi (hard-to-abate) melalui hidrogen/CCUS/solusi lain,
- integrasi lintas-sektor (listrik–transport–industri),
- penguatan adaptasi iklim pada infrastruktur energi (ketahanan terhadap cuaca ekstrem),
- pembenahan akhir kebijakan sosial agar manfaat transisi merata.

Karakter fase ini: stabilisasi sistem dan pemerataan manfaat.

9) Tantangan kritis yang sering “menggagalkan” transisi

1. **Kesenjangan grid:** pembangkit terbarukan ada, tetapi listrik tak bisa diserap karena transmisi terlambat.
2. **Biaya modal mahal:** negara berkembang sering membayar “premi risiko” lebih tinggi.
3. **Stranded assets:** investasi fosil yang belum balik modal memicu resistensi.
4. **Konflik lahan & penerimaan publik:** proyek hijau bisa ditolak jika proses tidak partisipatif.
5. **Ketergantungan mineral kritis:** transisi berpindah dari minyak ke mineral; perlu strategi industri.
6. **Keadilan sosial:** tanpa *just transition*, transisi menjadi elit dan rapuh secara politik.

10) Penutup: transisi energi sebagai kepemimpinan strategis

Pada akhirnya, *Energy Transition 2050* adalah seni mengelola paradoks:

- ingin cepat, tetapi harus adil;
- ingin murah, tetapi butuh investasi besar;
- ingin bersih, tetapi sistem harus stabil dan andal.

Navigasi menuju energi terbarukan menuntut kepemimpinan yang sanggup memadukan rasionalitas teknis dengan sensitivitas sosial. Ia memerlukan tata kelola yang *mengunci arah* (2050) namun *fleksibel pada rute* (adaptif terhadap teknologi, ekonomi, dan geopolitik). Dan ia memerlukan kontrak sosial baru: bahwa energi bersih bukan kemewahan, melainkan fondasi kesejahteraan yang lebih tahan krisis.

Refleksi dan Diskusi

(untuk topik “Energy Transition 2050: Navigasi Menuju Energi Terbarukan”)

A. Refleksi Konseptual: Transisi Energi sebagai “Perubahan Sistem Sosial”

Transisi energi sering dipersepsi sebagai *proyek teknologi*: mengganti PLTU dengan PLTS, menambah baterai, membangun transmisi, mengadopsi kendaraan listrik. Namun bila dipahami lebih dalam, transisi energi adalah **perubahan sistem sosial**—mirip transformasi organisasi skala nasional. Ia menyentuh struktur biaya, pola konsumsi, perilaku politik, dan rasa keadilan publik.

Sebuah negara dapat memiliki potensi surya besar, angin memadai, serta sumber panas bumi melimpah, tetapi tetap gagal mempercepat transisi jika **kelembagaan** dan **koordinasi lintas sektor** tidak matang. Dalam bahasa manajemen perubahan, masalahnya bukan “kurang teknologi,” melainkan “kurang *alignment*”: regulasi, pembiayaan, insentif, kompetensi SDM, dan penerimaan publik belum bergerak dalam ritme yang sama.

Refleksi kunci di sini:

Apakah transisi energi Anda pahami sebagai proyek teknis—atau sebagai proyek institusional yang menuntut kepemimpinan adaptif?

B. Refleksi Etis: “Energi Bersih” dan Keadilan Sosial

Energi terbarukan sering dijual sebagai agenda moral: mengurangi emisi, menyelamatkan bumi, menjaga masa depan. Namun moralitas transisi tidak otomatis terwujud jika sebagian kelompok menanggung beban lebih berat daripada yang lain.

Bayangkan sebuah komunitas yang bergantung pada ekonomi batu bara: pekerja tambang, pengangkut, warung makan, kontraktor kecil,

dan jasa pendukung. Ketika PLTU dipensiunkan, pekerjaan hilang, pajak daerah turun, dan perputaran ekonomi melemah. Di sisi lain, proyek energi terbarukan baru mungkin dibangun jauh dari wilayah itu, atau menggunakan tenaga kerja terampil yang tidak tersedia secara lokal. Tanpa rancangan *just transition*, transisi berubah menjadi pengalaman pahit: “kami dikorbankan atas nama masa depan.”

Refleksi kunci:

- **Siapa yang menang dan siapa yang kalah dalam transisi?**
 - **Apakah kompensasi dan reskilling benar-benar menyasar komunitas terdampak, atau hanya menjadi retorika kebijakan?**
 - **Bagaimana memastikan bahwa energi bersih tidak menjadi “barang mewah” bagi kelas menengah-atas saja?**
-

C. Refleksi Strategis: Transisi Energi sebagai Kompetisi Daya Saing

Transisi energi bukan hanya agenda lingkungan—ia arena kompetisi industri. Negara yang mampu menurunkan biaya listrik bersih dan stabil akan menarik investasi manufaktur, pusat data, dan industri masa depan. Sebaliknya, listrik yang mahal dan tidak stabil akan menghambat pertumbuhan.

Di sini ada paradoks: energi terbarukan bisa murah, tetapi **sistemnya** bisa menjadi mahal jika grid lemah, baterai kurang, perizinan lambat, dan biaya modal tinggi. Maka pertanyaan strategisnya bukan sekadar “berapa banyak pembangkit hijau,” melainkan:

- Apakah negara mampu membangun **jaringan listrik yang fleksibel**?
- Apakah ada **kepastian kontrak** dan kepastian regulasi sehingga investor merasa aman?
- Apakah *pipeline* proyek jelas dan bankable?

- Apakah SDM tersedia untuk engineering, O&M, digital grid, dan manajemen risiko?

Refleksi kunci:

Transisi energi yang berhasil adalah transisi yang memperkuat daya saing, bukan sekadar mempercantik statistik kapasitas terpasang.

D. Refleksi Kebijakan: Mengelola Trade-off yang Tak Terhindarkan

Tidak ada transisi tanpa trade-off. Beberapa trade-off klasik:

1. Kecepatan vs akuntabilitas

Perizinan yang terlalu ketat memperlambat proyek; perizinan yang terlalu longgar menimbulkan konflik sosial dan korupsi kebijakan.

2. Murah vs andal

Surya dan angin murah, tetapi tanpa fleksibilitas sistem bisa memicu risiko keandalan.

3. Kedaulatan energi vs ketergantungan mineral kritis

Ketergantungan pada impor minyak dapat berkurang, tetapi ketergantungan pada komponen dan mineral tertentu bisa meningkat.

4. Pertumbuhan industri vs target emisi

Mendorong industrialisasi cepat sering meningkatkan kebutuhan listrik; pertanyaannya: apakah pertumbuhan itu “berbasis listrik bersih” atau “mengunci” emisi baru?

Refleksi kunci:

Kebijakan transisi energi bukan memilih “benar vs salah”, melainkan memilih “kombinasi trade-off” yang paling dapat dipertanggungjawabkan.

Diskusi Terstruktur

1) Diskusi Pemantik (untuk kelas/seminar)

1. Jika target net-zero 2050 itu kompas, apa “tiga keputusan hari ini” yang paling menentukan keberhasilan 2050?
 2. Mengapa negara berpotensi EBT tinggi masih bisa tertinggal dalam implementasi? Jelaskan dari sisi institusi, pembiayaan, dan sosial-politik.
 3. Apakah transisi energi harus dipimpin oleh negara (state-led) atau pasar (market-led)? Dalam kondisi apa masing-masing efektif?
 4. Apakah subsidi energi fosil selalu buruk? Kapan subsidi bisa dibenarkan secara sosial, dan bagaimana desain keluarnya?
 5. Mana yang lebih penting: membangun pembangkit EBT baru, atau memperbaiki grid dan efisiensi energi? Jelaskan logika sistemnya.
-

2) Diskusi Mendalam Berbasis Perspektif Stakeholder

Latihan: pilih satu peran, lalu jawab pertanyaan dari sudut pandang peran tersebut.

- **Pemerintah pusat:** harus menyeimbangkan target emisi, pertumbuhan, dan stabilitas tarif.
- **Pemerintah daerah:** ingin pajak, lapangan kerja, dan investasi masuk.
- **PLN/operator sistem:** mengejar keandalan, stabilitas frekuensi, dan biaya operasi.
- **Industri besar:** butuh listrik murah-stabil untuk kompetitif; khawatir biaya transisi naik.
- **Komunitas terdampak fosil:** butuh jaminan pekerjaan dan masa depan daerah.
- **LSM lingkungan:** menuntut percepatan, transparansi, dan perlindungan ekosistem.

- **Investor:** mengejar kepastian regulasi, kontrak bankable, dan risiko politik minimal.

Pertanyaan diskusi:

1. Apa tujuan utama stakeholder Anda?
2. Apa ketakutan terbesar stakeholder Anda terhadap transisi?
3. Kompromi apa yang paling realistis?
4. Kebijakan apa yang paling Anda dukung, dan kebijakan apa yang Anda tolak?

3) Mini-Case Naratif: “Pensiun Dini PLTU dan Kota yang Bergantung Batu Bara”

Sebuah kota X berkembang karena PLTU dan rantai pasok batubara. Pendapatan lokal meningkat, usaha kecil tumbuh, dan banyak keluarga menggantungkan hidup pada ekonomi fosil. Pemerintah pusat mengumumkan program pensiun dini PLTU demi target emisi 2030–2050. Investor EBT tertarik membangun PLTS besar, tetapi lokasinya jauh dari kota X, dan tenaga kerja lokal belum siap.

Dilema:

- Jika PLTU ditutup cepat, ekonomi lokal guncang.
- Jika ditunda, target emisi dan reputasi investasi hijau menurun.

Tugas diskusi:

1. Rancang paket *just transition* 5 tahun untuk kota X: program pekerjaan, pelatihan, dan investasi substitusi ekonomi.
2. Tentukan siapa membayar apa: APBN, provinsi, perusahaan, atau skema campuran?
3. Ukur keberhasilan paket Anda: KPI sosial dan ekonomi apa yang digunakan?

4. Bagaimana Anda memastikan program tidak jatuh pada “proyek seremonial”?

4) Mini-Case Naratif: “Energi Terbarukan Murah, Tetapi Grid Lemah”

Wilayah Y memiliki potensi surya besar. Banyak pengembang siap membangun PLTS. Namun operator sistem menolak banyak proyek karena jaringan tidak mampu menyerap listrik pada jam puncak surya. Akibatnya, terjadi *curtailment* (pemotongan produksi) dan ketidakpastian pendapatan pengembang.

Tugas diskusi:

1. Apa prioritas investasi: transmisi, baterai grid, atau demand response? Jelaskan urutan logikanya.
2. Kebijakan apa yang perlu diubah agar fleksibilitas sistem dihargai (misal: mekanisme tarif, kontrak, insentif)?
3. Jika Anda pemimpin operator sistem, bagaimana strategi 24 bulan untuk mengurangi bottleneck grid?

5) Debat Kelas: “Hidrogen Bersih: Solusi Besar atau Solusi Niche?”

Tim Pro: hidrogen bersih adalah *game changer* untuk industri berat dan transport jarak jauh.

Tim Kontra: hidrogen terlalu mahal dan tidak efisien; sebaiknya fokus pada elektrifikasi langsung dan efisiensi.

Aturan debat:

- Setiap tim menyiapkan 3 argumen utama + 2 bantahan.
- Wajib menyebutkan konteks “hard-to-abate” dan syarat ekonomi (harga listrik, infrastruktur, skala).
- Penilaiannya: kekuatan logika, kejelasan asumsi, dan relevansi konteks Indonesia.

6) Pertanyaan Reflektif Pribadi (untuk esai singkat)

1. Apa makna “energi” bagi kehidupan modern Anda—sekadar listrik, atau juga akses, martabat, dan kesempatan?
 2. Dalam transisi energi, apakah Anda lebih takut pada perubahan teknologi atau perubahan sosial-politik? Mengapa?
 3. Jika Anda menjadi pengambil keputusan, kebijakan mana yang Anda pilih lebih dulu: efisiensi energi, EBT skala besar, atau reformasi subsidi? Jelaskan alasan urutan Anda.
 4. Bagaimana Anda mendefinisikan “adil” dalam *just transition*?
 5. Apa indikator paling penting yang harus dipantau tiap tahun agar “kompas 2050” tidak melenceng?
-

Diskusi Penutup: Mengubah “Agenda 2050” menjadi Keputusan Hari Ini

Diskusi transisi energi sering terjebak pada retorika masa depan. Padahal, masa depan dibentuk oleh keputusan sekarang: desain regulasi, struktur pasar listrik, pilihan investasi jaringan, dan cara negara mengelola konflik sosial.

Jika refleksi ini dirangkum dalam satu kalimat:

Transisi energi yang berhasil bukan hanya transisi teknologi, melainkan transisi kepemimpinan—yang mampu menata sistem, menyeimbangkan trade-off, dan menjaga keadilan.

Glosarium

Aset terlantar (stranded assets): Aset energi fosil (misalnya PLTU) yang nilai ekonominya turun tajam sebelum akhir umur teknisnya karena perubahan kebijakan, teknologi, atau permintaan.

Bauran energi (energy mix): Komposisi kontribusi berbagai sumber energi (fosil, EBT, nuklir, dll.) dalam pasokan energi/kelistrikan suatu negara atau sistem.

BESS (Battery Energy Storage System): Sistem penyimpanan energi berbasis baterai skala grid/komersial untuk menyerap surplus listrik dan melepaskannya saat dibutuhkan.

CCS/CCUS: Carbon Capture and Storage/Utilization and Storage—teknologi penangkapan CO₂ dari sumber emisi (pembangkit/industri), lalu disimpan permanen atau dimanfaatkan (dengan catatan emisi bersih tetap turun).

Curtailment: Pengurangan paksa keluaran pembangkit (sering VRE seperti surya/angin) karena keterbatasan jaringan, kelebihan pasokan, atau alasan stabilitas sistem.

Dekarbonisasi: Proses menurunkan emisi gas rumah kaca (terutama CO₂) dari sistem energi melalui EBT, efisiensi, elektrifikasi, dan/atau teknologi penurun emisi lainnya. ([IPCC](#))

Demand response (tanggap beban): Mekanisme menggeser/menurunkan konsumsi listrik pelanggan pada jam tertentu untuk membantu keseimbangan sistem dan menekan biaya puncak.

Dispatchable: Sumber listrik yang dapat diatur naik-turunnya sesuai kebutuhan sistem (misalnya hidro, panas bumi, sebagian biomassa, atau pembangkit lain tergantung desain operasinya).

Efisiensi energi: Pengurangan konsumsi energi untuk menghasilkan output layanan yang sama (misalnya produksi industri yang sama dengan energi lebih rendah). Dalam banyak skenario 1,5°C, efisiensi menjadi pengungkit besar bersama elektrifikasi. ([IRENA](#))

Elektrifikasi (end-use electrification): Peralihan penggunaan energi di sektor akhir (transportasi, bangunan, sebagian industri) dari bahan

bakar fosil ke listrik; manfaat iklim maksimal jika listriknya makin rendah karbon. ([IRENA](#))

Emisi puncak (emissions peak): Titik maksimum emisi tahunan sebelum memasuki tren penurunan berkelanjutan.

ETS (Emissions Trading System): Skema perdagangan emisi “cap-and-trade” yang menetapkan batas emisi total dan memungkinkan pelaku bertukar izin emisi.

Grid (jaringan listrik): Infrastruktur transmisi–distribusi dan perangkat operasional yang menyalurkan listrik dari pembangkit ke konsumen; menjadi tulang punggung transisi karena elektrifikasi dan EBT membutuhkan jaringan yang lebih kuat dan fleksibel. ([IEA](#))

Hard-to-abate sectors: Sektor yang sulit didekarbonisasi karena kebutuhan panas proses tinggi, sifat kimia proses, atau kebutuhan densitas energi (misalnya semen, baja, kimia, pelayaran jarak jauh).

Hidrogen bersih (clean hydrogen): Hidrogen dengan emisi rendah (mis. dari elektrolisis menggunakan listrik EBT atau proses lain rendah karbon); sering diposisikan untuk sektor hard-to-abate. ([IRENA](#))

Interkoneksi: Penghubung antarsistem/antarwilayah kelistrikan agar surplus di satu wilayah dapat menutup defisit di wilayah lain.

Just transition (transisi berkeadilan): Rangka kebijakan agar pekerja/daerah yang terdampak penurunan fosil memperoleh perlindungan sosial, pelatihan ulang, dan peluang ekonomi baru.

LCOE (Levelised Cost of Electricity): Biaya rata-rata pembangkitan listrik per kWh sepanjang umur proyek, termasuk investasi, operasi, dan (bila relevan) bahan bakar; dipakai untuk membandingkan biaya teknologi pembangkit. ([IRENA](#))

Net-zero: Kondisi emisi bersih nol—emisi yang tersisa diimbangi oleh penyerapan/penghilangan karbon; banyak jalur 1,5°C menempatkan net-zero CO₂ global sekitar pertengahan abad. ([IPCC](#))

PPA (Power Purchase Agreement): Kontrak jual-beli listrik (umumnya jangka panjang) yang menentukan harga, volume, dan kewajiban; penting untuk “bankability” proyek EBT.

Pensiun dini PLTU: Penghentian operasi PLTU sebelum umur rencana untuk menurunkan emisi dan memberi ruang kapasitas EBT; membutuhkan rekayasa pembiayaan dan kebijakan.

RECs (Renewable Energy Certificates): Sertifikat atribut energi terbarukan yang mewakili produksi 1 MWh listrik EBT; dipakai untuk klaim konsumsi listrik hijau (bergantung pada aturan setempat).

RUEN / RUED: Rencana Umum Energi Nasional/Daerah sebagai kerangka kebijakan pengelolaan energi; RUEN ditetapkan melalui Perpres. ([JDIH ESDM](#))

RUPTL: Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (umumnya PLN) yang memuat rencana pembangunan pembangkit dan jaringan dalam periode tertentu. ([JDIH ESDM](#))

Sektor captive power: Pembangkit listrik untuk kebutuhan sendiri (terutama industri), sering berada di luar sistem PLN on-grid; dekarbonisasinya menjadi tantangan tersendiri dalam transisi. ([Reuters](#))

VRE (Variable Renewable Energy): EBT yang output-nya variabel mengikuti cuaca/waktu (surya dan angin), sehingga membutuhkan fleksibilitas sistem (grid, penyimpanan, demand response). ([IEA](#))

Referensi

A. Kerangka global: iklim, jalur 1,5°C, dan net-zero

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change (AR6 WGIII)*. ([IPCC](#))
2. IPCC. (2022). *Summary for Policymakers—AR6 WGIII (PDF)*. ([IPCC](#))

3. IPCC. (2022). *Technical Summary—AR6 WGIII (PDF)*. ([IPCC](#))
4. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). *Paris Agreement (official text, English)*. ([UNFCCC](#))

B. Roadmap transisi energi dan kebutuhan investasi global

5. International Energy Agency (IEA). (2023). *Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach (2023 update)*. ([IEA](#))
6. IEA. (2024). *World Energy Investment 2024*. ([IEA](#))
7. IEA. (2023). *Electricity Grids and Secure Energy Transitions*. ([IEA](#))

C. Energi terbarukan: jalur 2050, biaya teknologi, dan kapasitas

8. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2024). *World Energy Transitions Outlook 2024: 1.5°C Pathway (report PDF)*. ([IRENA](#))
9. IRENA. (2024). *World Energy Transitions Outlook 2024: 1.5°C Pathway (Summary PDF)*. ([IRENA](#))
10. IRENA. (2024). *Renewable Power Generation Costs in 2023 (report & PDF)*. ([IRENA](#))
11. IRENA. (2025). *Press release: 91% of new renewables cheaper than fossil alternatives (headline findings)*. ([IRENA](#))

D. Komitmen dan tonggak COP28 (tripling renewables, doubling efficiency)

12. COP28 Presidency. (2023). *COP28—The UAE Consensus (decision text PDF)*. ([COP28](#))
13. UNFCCC. (2023). *COP28 agreement signals “beginning of the end” of the fossil fuel era (summary page)*. ([UNFCCC](#))
14. IRENA. (2024/2025). *Tracking progress toward tripling renewables & doubling efficiency by 2030 (UAE Consensus tracking series)*. ([IRENA](#))

E. Indonesia: kebijakan energi dan strategi jangka panjang

15. Sekretariat JETP Indonesia. (2023). *Comprehensive Investment and Policy Plan (CIPP) (PDF)*. ([JetP-ID](#))
16. Sekretariat JETP Indonesia. (2023). *Executive Summary—CIPP (PDF)*. ([JetP-ID](#))
17. Republik Indonesia. (2017). *Peraturan Presiden No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) (PDF)*. ([JDIH ESDM](#))
18. UNFCCC / Government of Indonesia. (2021). *Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience 2050 (LTS-LCCR) (PDF)*. ([UNFCCC](#))
19. Kementerian ESDM / PLN. (2021). *RUPTL PLN 2021–2030 (dokumen PDF)*. ([JDIH ESDM](#))
20. PLN. (2021). *Materi Diseminasi RUPTL 2021–2030 (publik)*. ([PT PLN \(Persero\)](#))

F. Sumber berita (kontekstual, terbaru) untuk dinamika implementasi

21. Reuters. (2025, 18 Desember). *Kebutuhan investasi dekarbonisasi captive power Indonesia hingga 2050 (laporan JETP)*. ([Reuters](#))
22. Reuters. (2024, 27 September). *Target pengembangan tenaga bayu Indonesia dan pembaruan rencana ketenagalistrikan*. ([Reuters](#))

Copilot for this article - Chatgpt 5.2 Thinking. Access date: 2 January 2026. Prompting on Writer's account ([Rudy C Tarumingkeng](#))
<https://chatgpt.com/c/6957bad8-bfdc-8324-b16e-65497e90e9>