



Bauran Energi dan Strategi Kemandirian Nasional

Menuju Net-Zero Emission 2060

Oleh: Rudy C Tarumingkeng

*Rudy C Tarumingkeng: Bauran Energi dan Strategi Kemandirian Nasional-
Menuju Net-Zero Emission 2060*

Prof Ir Rudy C Tarumingkeng, PhD

Guru Besar Manajemen NUP: 9903252922

Rektor, Universitas Cenderawasih, Papua (1978-1988)

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

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

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

RudyCT Academic Series

PENDAHULUAN: MENGAPA “BAURAN ENERGI” MENJADI ISU KEMANDIRIAN NASIONAL?

Istilah **bauran energi** (energy mix) sering dipahami sekadar “persentase EBT” dalam statistik tahunan. Padahal, dalam konteks Indonesia, bauran energi adalah **jantung strategi kemandirian nasional**—karena ia menentukan: (1) seberapa rentan kita terhadap impor dan volatilitas harga global, (2) seberapa tangguh sistem listrik dan industri menghadapi gangguan pasokan, (3) seberapa kompetitif produk ekspor ketika dunia makin ketat terhadap jejak karbon, dan (4) seberapa realistis kita menapaki komitmen iklim menuju **Net-Zero Emission (NZE) 2060 atau lebih cepat**. Target NZE 2060 “atau lebih cepat” juga dihubungkan pemerintah dengan peningkatan ambisi NDC: **31,89% (tanpa dukungan internasional) dan 43,20% (dengan dukungan internasional)**. ([ANTARA News](#))

Namun, transisi energi bukan hanya urusan “mengganti pembangkit.” Ia adalah **transformasi sistem**: dari cara kita memproduksi listrik, menggerakkan transportasi, memanaskan proses industri, memasak di rumah, hingga cara negara merancang insentif, harga energi, pembiayaan, dan perlindungan sosial. Karena itu, pembahasan “Menuju NZE 2060” selalu bertemu dengan pertanyaan yang lebih politis dan

strategis: **bagaimana Indonesia berdaulat secara energi, tanpa mengorbankan keterjangkauan dan keadilan?**

1) Memahami bauran energi: primer vs listrik (agar tidak salah baca)

Dalam diskusi publik, “bauran energi” sering tercampur antara:

1. **Bauran energi primer (primary energy mix):** komposisi sumber energi untuk seluruh perekonomian (listrik, transportasi, industri, rumah tangga).
2. **Bauran pembangkitan listrik (power generation mix):** komposisi sumber energi khusus untuk listrik.

Keduanya saling terkait, tetapi tidak identik. Misalnya, peningkatan EBT di sektor listrik belum otomatis mengurangi impor BBM jika sektor transportasi masih dominan minyak. Karena itu, strategi menuju NZE 2060 harus memadukan **dekarbonisasi listrik** dan **elektrifikasi sektor akhir** (end-use), ditambah efisiensi.

2) Potret terbaru: di mana posisi Indonesia sekarang?

Dari sisi **bauran energi primer**, data resmi pemerintah menunjukkan dominasi energi fosil masih sangat kuat.

- Tahun **2023** (data DEN yang dirilis ESDM): batubara **40,46%**, minyak bumi **30,18%**, gas **16,28%**, dan EBT **13,09%**. EBT naik, tetapi masih di bawah target tahunan. (esdm.go.id)
- Tahun **2024** (rilis “Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2024”): batubara **40,37%**, minyak bumi **28,82%**, gas **16,17%**, EBT **14,65%**. Target RUEN sendiri menempatkan EBT **23% pada 2025**. (esdm.go.id)

Dua pesan strategis dari angka ini:

1. **Masalahnya bukan sekadar “EBT belum besar.”** Masalahnya adalah **struktur permintaan energi** (transportasi dan industri) masih berat ke minyak dan batubara.
2. **Kemandirian nasional bertemu langsung dengan transisi energi.** Ketika minyak masih dominan dan sebagian besar kebutuhan dipenuhi impor, maka setiap gejolak global (konflik, embargo, gangguan rantai pasok) cepat menjadi tekanan fiskal dan sosial.

Pemerintah menegaskan kembali arah RUEN: porsi EBT ditargetkan **23% (2025)** dan meningkat menjadi **31% (2050)**. (esdm.go.id) Ini bukan hanya target teknis, melainkan “kompas” kebijakan lintas sektor.

3) Kerangka strategi: “Trilemma energi” + “kemandirian nasional”

Strategi bauran energi yang baik biasanya mengelola tiga tujuan sekaligus (sering disebut **energy trilemma**):

1. **Keamanan pasokan (security):** energi cukup, andal, tidak mudah terganggu.
2. **Keterjangkauan (affordability):** harga energi tidak memukul rumah tangga dan industri.
3. **Keberlanjutan (sustainability):** emisi turun, polusi turun, ekosistem terlindungi.

Dalam konteks Indonesia, trilemma ini “ditambah satu dimensi” yang sangat strategis: **kemandirian nasional**. Kemandirian bukan berarti menutup diri dari perdagangan energi, melainkan:

- menurunkan ketergantungan struktural pada impor (khususnya minyak/BBM),
- memperkuat kapasitas domestik (pembangkit, jaringan, industri komponen, SDM),

- memperkecil risiko fiskal jangka panjang dari subsidi energi fosil yang membengkak ketika harga global naik.

ESDM sendiri pernah merangkum arah strategi ini secara gamblang: selain mendorong EBT, pemerintah menyiapkan strategi seperti mendorong kendaraan listrik, pengembangan kilang, pengurangan impor LPG melalui kompor listrik/jargas/DME, dan modernisasi jaringan melalui smart grid. (esdm.go.id)

4) Pilar kebijakan menuju NZE 2060: dari “pembangkit” ke “ekosistem transisi”

Pilar 1 — Efisiensi energi sebagai “sumber energi tersembunyi”

Di banyak negara, “energi termurah” adalah energi yang **tidak jadi dipakai** karena efisiensi. Efisiensi memotong kebutuhan investasi pembangkit dan jaringan, sekaligus menurunkan emisi. Dalam praktik manajerial, efisiensi bukan proyek sekali jalan, melainkan sistem: audit energi, KPI intensitas energi, retrofit mesin, manajemen beban puncak, dan digitalisasi (metering, EMS, AI untuk optimasi).

Pilar 2 — Elektrifikasi sektor akhir: transportasi, rumah tangga, dan industri

Jika listrik makin bersih, maka elektrifikasi menjadi jalur cepat menurunkan emisi:

- **Transportasi:** kendaraan listrik mengurangi konsumsi BBM impor (dan polusi kota).
- **Rumah tangga:** kompor listrik dan jargas menurunkan ketergantungan LPG.
- **Industri:** elektrifikasi proses (di mana mungkin) dan peralihan menuju panas proses rendah emisi.

Di sini, kebijakan harus konsisten: standar emisi kendaraan, infrastruktur charging, tarif listrik yang mendukung, serta transisi bertahap agar tidak memukul kelompok rentan.

Pilar 3 — Akselerasi EBT: bukan satu teknologi, melainkan portofolio

Indonesia tidak bisa bertumpu pada satu jenis EBT. Kuncinya adalah **portofolio**:

- **Panas bumi (geothermal)** sebagai baseload yang stabil. Pemerintah menyebut potensi panas bumi Indonesia **23.742 MW**, dengan kapasitas terpasang **2.744 MW** (posisi global nomor dua) dan dorongan percepatan regulasi serta lelang WKP. (esdm.go.id)
- **Surya (solar PV)** sebagai mesin skala cepat, termasuk inovasi lahan lewat PLTS terapung. Contoh simboliknya: **PLTS Terapung Cirata 192 MWp** yang diposisikan sebagai etalase percepatan transisi energi; ESDM juga mencatat kontribusi produksi dan potensi pengurangan emisi tahunan. (esdm.go.id)
- **Hidro** (besar dan mini/mikro) untuk fleksibilitas sistem, terutama ketika dipadukan dengan surya (konsep “hybrid”).
- **Bioenergi** (termasuk biofuel) untuk mengurangi impor diesel, tetapi harus dijaga keberlanjutan lahannya dan akuntabilitas rantai pasok.
- **Angin dan laut**: selektif sesuai lokasi dan kesiapan jaringan.

Logika portofolio ini penting secara manajerial: ia mengurangi “single point of failure,” menyebar risiko teknologi, dan memaksimalkan keunggulan geografis Indonesia yang beragam.

Pilar 4 — Modernisasi jaringan listrik: “energi bersih butuh sistem cerdas”

Semakin besar porsi surya dan angin, semakin penting:

- interkoneksi antarwilayah,
- fleksibilitas (storage, demand response),
- digitalisasi (smart grid),
- dan penguatan keandalan.

Dalam rencana resmi kelistrikan, pemerintah menekankan arah penambahan kapasitas yang makin hijau. RUPTL 2021–2030 diposisikan sebagai **“Green RUPTL”**: tambahan pembangkit **40,6 GW**, dengan **51,6%** berasal dari EBT, serta peningkatan porsi peran IPP untuk percepatan proyek. (esdm.go.id)

Pilar 5 — Transisi batubara: mengelola “aset besar” agar tidak menjadi beban masa depan

Batubara masih dominan pada bauran primer (sekitar 40% pada 2023–2024). (esdm.go.id) Karena itu, jalur transisi harus realistis:

- pembatasan PLTU baru,
- pensiun dini PLTU tertentu,
- penguatan EBT + jaringan agar keamanan pasokan tetap terjaga,
- dan mitigasi dampak sosial-ekonomi daerah tambang.

Regulasi kunci yang sering dirujuk adalah **Perpres 112/2022** tentang percepatan EBT untuk penyediaan tenaga listrik, yang mengatur antara lain aspek harga listrik EBT dan ketentuan terkait pembangkit batubara dalam kerangka transisi. (esdm.go.id)

Pilar 6 — Pembiayaan transisi: dari “uang murah” ke “uang cerdas”

Transisi energi selalu “mahal di depan, murah di belakang”: investasi awal besar, tetapi biaya operasi jangka panjang rendah (terutama surya dan angin). Tantangannya: siapa menanggung biaya awal dan risiko?

Di sinilah pembiayaan campuran (blended finance), penjaminan risiko, green bonds, serta kemitraan internasional mengambil peran. Namun

pembiayaan juga harus diarahkan pada titik problem baru: sektor **captive power** (pembangkit untuk kebutuhan industri sendiri) yang tumbuh cepat di kawasan industri (misalnya terkait hilirisasi) dan masih didominasi batubara. Reuters melaporkan kapasitas captive power mencapai **25,9 GW (2024)**, >75% berbasis batubara, dan membutuhkan investasi besar untuk dekarbonisasi. ([Reuters](#))

Secara strategis, jika captive power tidak ditangani, maka “listrik PLN makin hijau” tetapi “emisi industri tetap hitam”—ini berisiko bagi daya saing ekspor dan reputasi investasi.

Pilar 7 — Keadilan transisi (just transition): legitimasi sosial sebagai syarat keberhasilan

Transisi energi yang hanya teknokratis mudah ditolak. Ia harus menjadi transisi yang:

- melindungi pekerja dan komunitas rentan,
- menyediakan reskilling/upskilling,
- memastikan tarif energi tetap adil,
- dan membangun ekonomi baru di daerah yang terdampak (diversifikasi).

Dalam bahasa manajemen perubahan, ini soal **managing resistance**: kebijakan yang benar secara teknis bisa gagal jika tidak punya legitimasi sosial.

5) Tiga vignette (narasi kasus) untuk membaca strategi di lapangan

Kasus A — Cirata: teknologi, simbol politik, dan logika “showcase”

PLTS Terapung Cirata 192 MWp bukan hanya proyek ketenagalistrikan; ia adalah “narasi” bahwa Indonesia bisa melakukan proyek EBT skala besar, memecahkan isu lahan (memakai waduk), sekaligus mengundang kolaborasi pendanaan dan teknologi. Pemerintah bahkan menyebutnya

etalase percepatan transisi energi dan memberi angka kontribusi produksi listrik serta penurunan emisi. (esdm.go.id)

Pelajarannya: proyek EBT besar sering berfungsi ganda—**menambah pasokan** dan **membentuk kepercayaan investor**. Dalam strategi nasional, “kepercayaan” adalah variabel ekonomi yang nyata: ia menurunkan cost of capital.

Kasus B — Panas bumi: antara potensi besar dan pekerjaan rumah regulasi

Panas bumi cocok bagi Indonesia karena mampu menjadi baseload rendah emisi. Tetapi tantangannya klasik: perizinan, risiko eksplorasi, dan kepastian tarif. Karena itu, pemerintah mendorong reformasi percepatan, termasuk penyederhanaan regulasi dan digitalisasi proses (misalnya platform pengelolaan panas bumi). (esdm.go.id)

Pelajarannya: di negara berkembang, “bottleneck” transisi sering bukan teknologi, melainkan **governance**.

Kasus C — Biodiesel B40/B50: kemandirian energi yang perlu “guardrail” keberlanjutan

Program biodiesel membantu mengurangi impor diesel. Reuters melaporkan Indonesia menargetkan implementasi penuh **B40** pada 2025, dengan alokasi biodiesel **15,6 juta kiloliter** untuk distribusi tahun 2025, dan pembahasan lanjutan terkait peningkatan bauran. ([Reuters](https://www.reuters.com))

Pelajarannya: kebijakan kemandirian energi berbasis biofuel harus dilengkapi “guardrail” (standar keberlanjutan, tata kelola lahan, transparansi rantai pasok) agar tidak menciptakan masalah baru (deforestasi, konflik lahan, reputasi ekspor).

6) Roadmap praktis menuju NZE 2060: empat fase transformasi

Berikut kerangka fase (bukan angka “saklek”, melainkan cara berpikir strategis):

Fase 1 (2025–2030): menutup gap menuju target bauran RUEN/NDC

Fokus: percepatan proyek EBT yang “siap bangun”, efisiensi, elektrifikasi awal, dan reform regulasi harga/tarif agar bankable. Pada fase ini, Indonesia sedang mengejar target EBT 23% dan mengakui realisasi EBT masih di bawah target tahunan. (esdm.go.id)

Fase 2 (2030–2040): skala besar + modernisasi sistem

Fokus: integrasi EBT variabel (surya/angin) dengan storage, interkoneksi, demand response, serta industrialisasi komponen (panel, inverter, baterai, komponen geothermal) agar manfaat ekonomi domestik naik.

Fase 3 (2040–2050): dekarbonisasi industri berat dan panas proses

Fokus: elektrifikasi lanjutan, hidrogen hijau untuk sektor tertentu, CCUS selektif, dan pengendalian emisi rantai pasok industri (termasuk captive power).

Fase 4 (2050–2060): penyisiran emisi sisa + penguatan serapan

Fokus: mengatasi emisi residual yang sulit (hard-to-abate), memastikan sistem energi stabil, dan konsistensi kebijakan lintas pemerintahan—karena NZE adalah maraton institusional.

7) Hambatan kunci dan strategi mitigasinya

1. **Bankability proyek EBT:** kepastian tarif, skema risiko, dan proses perizinan.
2. **Kesiapan jaringan:** tanpa grid yang fleksibel, EBT variabel akan “mentok.”
3. **Subsidi energi fosil:** subsidi yang besar mengunci perilaku konsumsi dan mengurangi ruang fiskal untuk investasi transisi.
4. **Koordinasi pusat–daerah:** RUED dan proyek EBT daerah menentukan kecepatan pencapaian.

5. **Dimensi sosial:** keadilan transisi menentukan stabilitas politik kebijakan jangka panjang.

Penutup: bauran energi sebagai “strategi negara”, bukan sekadar statistik energi

Jika kita rangkum, **bauran energi** adalah cara sebuah negara menjawab pertanyaan mendasar: *siapa kita di masa depan—ekonomi berbasis fosil yang rentan dan mahal, atau ekonomi rendah karbon yang tangguh, kompetitif, dan berdaulat?*

Indonesia sudah menempatkan “kompas” melalui RUEN (23% EBT 2025 dan 31% 2050) (esdm.go.id), memperbarui ambisi iklim menuju NZE 2060 atau lebih cepat ([ANTARA News](https://antara.com)), serta mendorong arah kelistrikan yang lebih hijau melalui “Green RUPTL”. (esdm.go.id) Tantangannya kini adalah eksekusi: mempercepat proyek, memperkuat jaringan, mengarahkan pembiayaan, dan—yang paling sulit—membangun legitimasi sosial transisi.

Pertanyaan reflektif untuk diskusi (kelas/kajian kebijakan)

1. Mana yang lebih “mengunci masa depan” Indonesia: kebijakan listrik (RUPTL) atau kebijakan transportasi (BBM–EV–biofuel)? Mengapa?
 2. Bagaimana merancang insentif agar EBT meningkat tanpa menaikkan beban rumah tangga miskin?
 3. Apa desain tata kelola paling efektif untuk menertibkan emisi dari **captive power** industri? ([Reuters](https://reuters.com))
 4. Jika Anda pemimpin daerah tambang, strategi diversifikasi ekonomi apa yang paling realistis?
-

Glosarium singkat

- **Bauran energi primer:** komposisi sumber energi untuk seluruh perekonomian.
- **EBT:** Energi Baru Terbarukan (umumnya merujuk pada energi terbarukan dalam praktik kebijakan).
- **NDC:** target kontribusi nasional penurunan emisi menuju 2030.
- **NZE (Net-Zero Emission):** emisi bersih nol (emisi tersisa diimbangi serapan/offset yang kredibel).
- **Captive power:** pembangkit listrik untuk konsumsi sendiri oleh industri (di luar pasokan jaringan umum).
- **Smart grid:** jaringan listrik yang memakai sensor, digitalisasi, otomasi untuk efisiensi dan keandalan.

-
- [Reuters](#)
 - [Reuters](#)
 - [Reuters](#)
 - [Reuters](#)

Refleksi: Transisi Energi sebagai “Ujian Kedewasaan Negara”

Membaca ulang tema **bauran energi dan kemandirian nasional** menuju **Net-Zero Emission 2060**, kita segera melihat bahwa ini bukan sekadar soal menambah persentase EBT dalam tabel. Ia adalah **ujian kedewasaan negara**: sejauh mana Indonesia mampu mengelola *trade-off* antara **keamanan pasokan, keterjangkauan, keberlanjutan**, dan

kedaulatan—tanpa mengubah transisi energi menjadi beban sosial baru.

Dalam praktik kebijakan, sering muncul paradoks:

- **Energi fosil** memberi stabilitas jangka pendek (murah, tersedia, teknologi mapan), tetapi menciptakan risiko jangka panjang (import dependency minyak, volatilitas harga, biaya kesehatan akibat polusi, dan “carbon risk” pada ekspor).
- **EBT** menjanjikan stabilitas jangka panjang (biaya operasi rendah, sumber domestik, emisi rendah), tetapi menuntut investasi awal besar, perbaikan jaringan, dan tata kelola proyek yang disiplin.

Refleksi akademik yang penting: transisi energi bukan “penggantian mesin”, melainkan **pergantian logika ekonomi-politik**. Negara yang matang bukan yang memilih satu kutub, melainkan yang mampu membangun **jalur transisi**: bertahap, kredibel, terukur, dan adil.

Refleksi 1: Kemandirian Energi—Berdaulat atau Sekadar “Berganti Ketergantungan”?

Sering kita menyebut “kemandirian” sebagai pengurangan impor minyak/BBM. Itu benar, tetapi refleksi yang lebih dalam adalah: jangan sampai kita *mengganti ketergantungan* dari satu sisi ke sisi lain—misalnya dari impor BBM menjadi ketergantungan pada:

- impor komponen teknologi (panel, inverter, baterai, turbin),
- impor modal/finansial yang mahal,
- atau ketergantungan pada satu rantai pasok mineral tertentu.

Maka kemandirian bukan hanya soal **energi primer**, melainkan juga soal **kapabilitas industri**: kemampuan domestik memproduksi komponen, mengelola proyek, melakukan O&M, menyiapkan SDM, dan membangun

ekosistem inovasi. Di sinilah transisi energi bertemu dengan strategi industrialisasi: *local value creation*.

Refleksi 2: Keadilan Transisi—Siapa yang Menanggung Biaya, Siapa yang Menikmati Manfaat?

Secara sosial, transisi energi sering gagal bukan karena “teknologinya salah”, tetapi karena “pembagian biayanya tidak adil”.

Tiga kelompok yang perlu kita refleksikan:

- 1. Rumah tangga rentan**

Mereka paling sensitif terhadap perubahan tarif energi. Jika transisi menaikkan biaya listrik/transportasi, resistensi sosial akan muncul.

- 2. Pekerja dan daerah ekonomi batubara**

Di banyak wilayah, batubara bukan sekadar komoditas—ia adalah sumber penghidupan, identitas ekonomi lokal, dan basis PAD. Tanpa strategi diversifikasi, transisi tampak seperti ancaman.

- 3. Industri dan UMKM**

Industri butuh energi stabil; UMKM butuh energi murah. Jika transisi mengganggu keandalan atau menambah biaya, daya saing bisa turun.

Refleksi moralnya: *kebijakan energi yang baik adalah kebijakan yang menurunkan emisi, tetapi tidak menaikkan kemiskinan*.

Refleksi 3: Transisi Energi adalah Proyek Manajemen Perubahan (Change Management)

Dari perspektif manajemen, transisi energi adalah “perubahan sistem” berskala nasional. Artinya:

- Ada **resistensi** (status quo memiliki “pemenang” yang wajar mempertahankan manfaat).

- Ada **ketidakpastian** (teknologi baru, pembiayaan, regulasi, risiko proyek).
- Ada **kurva pembelajaran** (SDM, institusi, perusahaan listrik, kontraktor).

Karena itu, keberhasilan transisi menuntut:

- komunikasi publik yang jujur (apa manfaat dan biayanya),
- penahapan yang jelas,
- kompensasi dan dukungan bagi kelompok terdampak,
- dan konsistensi kebijakan lintas periode pemerintahan.

Refleksi 4: Net-Zero 2060 sebagai “Kompas”, Bukan “Palu”

NZE 2060 sebaiknya dipahami sebagai **kompas strategis** yang memandu:

- investasi baru,
- desain industri,
- standar teknologi,
- dan reformasi kelembagaan.

Jika dijadikan “palu” yang memukul tanpa peta jalan, ia memicu dua risiko:

1. proyek dipaksakan tanpa kesiapan sistem (grid, pembiayaan, perizinan),
2. transisi menjadi slogan, tetapi realisasinya tertahan.

Refleksi penting: target besar tidak menolong tanpa *governance* yang kuat—yakni tata kelola yang mampu mengurai bottleneck secara sistematis.

Diskusi: Pertanyaan Kelas / FGD (Level Dasar → Lanjutan)

A. Pertanyaan pemahaman dan klarifikasi konsep

1. Apa perbedaan **bauran energi primer** dan **bauran pembangkitan listrik**? Mengapa keduanya sering membingungkan publik?
2. Mengapa elektrifikasi transportasi tidak otomatis menurunkan emisi jika listrik masih dominan batubara?
3. Apa arti “kemandirian energi” dalam konteks ekonomi global yang saling terhubung?

B. Pertanyaan analitis (trade-off dan kebijakan)

4. Dalam trilemma energi, mana yang harus jadi prioritas Indonesia lima tahun ke depan: keamanan pasokan, keterjangkauan, atau keberlanjutan? Beri argumen.
5. Subsidi energi fosil: apakah ia “pelindung rakyat” atau “pengunci masa depan”? Jelaskan dua sisi, lalu ambil posisi.
6. Jika EBT dipercepat, tantangan paling besar sebenarnya ada di teknologi pembangkit atau di **jaringan dan tata kelola**? Mengapa?

C. Pertanyaan strategis (kedaulatan dan daya saing)

7. Apakah Indonesia berisiko mengalami “green protectionism” (hambatan dagang berbasis karbon)? Jika ya, bagaimana bauran energi mempengaruhi ekspor?
8. Bagaimana strategi agar transisi energi menciptakan **pekerjaan baru** (green jobs) yang nyata, bukan sekadar wacana?

D. Pertanyaan etika dan keadilan (just transition)

9. Siapa yang paling terdampak oleh pensiun dini PLTU? Apa paket kebijakan minimum untuk melindungi mereka?

10. Bagaimana merancang transisi agar tidak memperlebar ketimpangan desa–kota (akses listrik bersih, biaya energi, peluang kerja)?

Diskusi Berbasis Skenario (Role Play) — Format yang efektif untuk kelas

Skenario 1: “Rapat Krisis Energi Nasional”

Situasi: Harga minyak dunia melonjak; APBN tertekan; masyarakat mengeluh. Pemerintah ingin mempercepat EBT dan EV, tetapi ada kekhawatiran tarif naik.

Peran:

- Menteri ESDM (menjaga pasokan & strategi transisi)
- Menteri Keuangan (menjaga fiskal & subsidi)
- PLN/utility (keandalan sistem & investasi grid)
- Asosiasi Industri (biaya energi & daya saing)
- Perwakilan konsumen/LSM (keadilan & perlindungan sosial)

Tugas diskusi:

1. Putuskan 3 kebijakan darurat 6 bulan, dan 3 kebijakan struktural 5 tahun.
2. Tentukan indikator keberhasilan: harga, emisi, reliabilitas, pekerjaan.

Tujuan belajar: memahami bahwa kebijakan energi bukan satu dimensi—ia negosiasi multi-stakeholder.

Skenario 2: “Kabupaten Batubara dan Masa Depan”

Situasi: Sebuah kabupaten bergantung pada batubara (lapangan kerja, PAD). Ada rencana pensiun dini PLTU dan penurunan produksi tambang.

Tugas diskusi: susun *Just Transition Plan* 5 tahun:

- Program reskilling pekerja,
- Diversifikasi ekonomi (agroindustri, EBT lokal, jasa),
- Skema dana transisi,
- Peran kampus/BLK/politeknik,
- Strategi komunikasi publik.

Tujuan belajar: transisi energi = transisi ekonomi daerah.

Skenario 3: “Industri Hilirisasi dan Captive Power”

Situasi: Kawasan industri tumbuh cepat. Mereka membangun pembangkit sendiri karena butuh listrik stabil.

Tugas diskusi: rancang paket kebijakan:

- Insentif listrik hijau (renewable PPA),
- Standar emisi dan pelaporan,
- Roadmap konversi bertahap,
- Infrastruktur jaringan dan storage,
- Skema pembiayaan dekarbonisasi.

Tujuan belajar: memahami “kantong emisi” dan desain regulasi yang realistis.

Diskusi Metodologis: Bagaimana Mengukur Kemajuan Menuju NZE?

Agar diskusi tidak berhenti pada opini, dorong peserta memakai indikator:

1. Indikator bauran

- % EBT dalam energi primer
- % EBT dalam pembangkitan listrik

2. Indikator keandalan sistem

- SAIDI/SAIFI, cadangan daya, stabilitas jaringan

3. Indikator ekonomi

- biaya sistem listrik (system cost), LCOE, investasi masuk, efek pada harga produk

4. Indikator sosial

- akses energi bersih, beban energi rumah tangga rentan, green jobs vs job losses

5. Indikator emisi

- emisi per kWh, emisi per unit output industri, emisi sektor transportasi

Diskusi kunci: indikator mana yang paling sering “dilupakan”, padahal menentukan legitimasi publik? Biasanya indikator sosial—padahal ia penentu stabilitas kebijakan.

Mini-Debat Terstruktur (Pro-Kontra)

Mosi 1

“Indonesia harus memprioritaskan keamanan pasokan dan keterjangkauan, meski itu memperlambat dekarbonisasi.”

- Tim Pro: fokus stabilitas ekonomi, inflasi, industri, kemiskinan

- Tim Kontra: risiko jangka panjang, daya saing ekspor, biaya kesehatan dan lingkungan, stranded assets

Mosi 2

“Pensiun dini PLTU adalah strategi paling efektif untuk mempercepat NZE.”

- Pro: emisi turun cepat, sinyal investasi hijau kuat
- Kontra: risiko reliabilitas, biaya kompensasi, dampak sosial daerah tambang

Output yang diharapkan: bukan “menang”, melainkan kesimpulan kompromi kebijakan (policy mix).

Penutup Reflektif: “NZE 2060 adalah Proyek Nilai”

Pada akhirnya, transisi menuju NZE 2060 adalah proyek teknis *dan* proyek nilai. Ia menanyakan:

- apakah kita berani mengurangi ketergantungan struktural pada minyak impor,
- apakah kita mampu membangun industri dan SDM energi bersih,
- apakah kita bisa melakukan semua itu tanpa membuat rakyat kecil menanggung biaya transisi.

Jika diskusi kelas/FGD mampu membawa peserta memahami ketegangan ini secara dewasa—bukan hitam-putih—maka pembelajaran energi tidak lagi menjadi hafalan angka bauran, melainkan latihan berpikir strategis tentang masa depan Indonesia.

Glosarium

- **Bauran Energi (Energy Mix):** Komposisi kontribusi berbagai sumber energi (mis. batubara, minyak, gas, EBT) dalam pemenuhan kebutuhan energi suatu negara (bisa dibedakan antara bauran energi primer dan bauran pembangkitan listrik).
- **Energi Primer (Primary Energy):** Energi dalam bentuk “asal” sebelum dikonversi (mis. batubara, minyak mentah, gas alam, panas bumi, radiasi surya).
- **Bauran Pembangkitan Listrik (Generation Mix):** Komposisi sumber energi yang dipakai untuk menghasilkan listrik pada sistem ketenagalistrikan.
- **EBT (Energi Baru Terbarukan):** Istilah kebijakan di Indonesia untuk energi terbarukan (mis. surya, angin, hidro, panas bumi, bioenergi) dan beberapa kategori “energi baru” sesuai regulasi nasional.
- **NZE / Net-Zero Emissions:** Kondisi ketika emisi gas rumah kaca antropogenik “diimbangi” oleh serapan/penghilangan antropogenik dalam periode tertentu. ([IPCC](#))
- **Net-Zero CO₂ Emissions:** Emisi CO₂ antropogenik seimbang dengan penghilangan CO₂ antropogenik dalam periode tertentu. ([IPCC](#))
- **Carbon Neutrality (Netral Karbon):** Konsep yang bertumpang tindih dengan net-zero CO₂; umumnya menekankan keseimbangan emisi CO₂ dengan penghilangan/kompensasi. ([IPCC](#))
- **Net-Negative Emissions:** Kondisi ketika penghilangan emisi (removals) lebih besar daripada emisi, sehingga “bersih” menjadi negatif.

- **Mitigasi Perubahan Iklim:** Upaya menurunkan emisi atau meningkatkan serapan (sink) untuk membatasi pemanasan global.
- **Adaptasi:** Penyesuaian sistem sosial, ekonomi, dan ekologi untuk mengurangi dampak buruk perubahan iklim.
- **NDC (Nationally Determined Contribution):** Komitmen target penurunan emisi negara di bawah Perjanjian Paris; Indonesia memiliki Enhanced NDC (2022). ([UNFCCC](#))
- **Enhanced NDC Indonesia (2022):** Pembaruan NDC yang meningkatkan ambisi target penurunan emisi Indonesia (unconditional & conditional). ([UNFCCC](#))
- **LTS-LCCR (Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience):** Strategi jangka panjang pembangunan rendah karbon dan ketahanan iklim (hingga 2050) yang menjadi rujukan jalur menuju NZE. ([UNFCCC](#))
- **RUEN (Rencana Umum Energi Nasional):** Dokumen rencana energi nasional sampai 2050; menetapkan target bauran, termasuk EBT 23% (2025) dan 31% (2050). ([BPK Regulations](#))
- **KEN (Kebijakan Energi Nasional):** Kerangka kebijakan energi yang menjadi acuan penyusunan RUEN (aspek target bauran, konservasi, ketahanan energi).
- **RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik):** Rencana pengembangan penyediaan listrik (pembangkit, transmisi, distribusi) oleh PLN; RUPTL 2021–2030 diposisikan lebih “hijau” dengan porsi EBT yang diperbesar. ([esdm.go.id](#))
- **PLN:** Perusahaan listrik negara yang berperan sebagai pemegang mandat layanan kelistrikan nasional (utility utama).
- **IPP (Independent Power Producer):** Produsen listrik swasta yang menjual listrik ke PLN (melalui skema kontrak).

- **PPA (Power Purchase Agreement):** Kontrak jual-beli listrik jangka panjang antara produsen pembangkit (mis. IPP) dan off-taker (sering PLN).
- **LCOE (Levelized Cost of Electricity):** Biaya rata-rata produksi listrik per kWh selama umur proyek, mencakup CAPEX, OPEX, biaya modal, faktor kapasitas.
- **CAPEX / OPEX:** Biaya investasi awal (capital expenditure) vs biaya operasi dan pemeliharaan (operational expenditure).
- **Grid (Jaringan Listrik):** Sistem transmisi dan distribusi yang menyalurkan listrik dari pembangkit ke konsumen.
- **Smart Grid:** Jaringan listrik yang memanfaatkan sensor, data, otomasi, dan kontrol digital untuk meningkatkan efisiensi, keandalan, dan integrasi EBT.
- **Interkoneksi:** Keterhubungan antar-sistem/antarwilayah untuk menyeimbangkan pasokan-permintaan dan meningkatkan keandalan.
- **VRE (Variable Renewable Energy):** EBT yang output-nya berfluktuasi karena bergantung cuaca (terutama surya dan angin).
- **Curtailement:** Pengurangan/penahanan produksi listrik (mis. dari EBT) karena keterbatasan jaringan, kelebihan pasokan, atau kendala sistem.
- **Faktor Kapasitas (Capacity Factor):** Perbandingan produksi aktual pembangkit terhadap produksi maksimum teoritis pada periode tertentu.
- **Baseload:** Porsi beban listrik minimum yang dibutuhkan terus-menerus; sering dipenuhi pembangkit yang stabil (mis. panas bumi, hidro tertentu).

- **Peaker Plant:** Pembangkit untuk beban puncak (peak load), beroperasi saat demand tinggi.
- **Fleksibilitas Sistem:** Kemampuan sistem listrik merespons perubahan cepat (VRE, puncak beban) melalui pembangkit fleksibel, storage, demand response, dan interkoneksi.
- **BESS (Battery Energy Storage System):** Sistem penyimpanan energi berbasis baterai untuk stabilisasi, shifting energi, dan dukungan keandalan.
- **Demand Response:** Pengelolaan sisi permintaan (konsumen) untuk menggeser atau mengurangi beban saat sistem membutuhkan.
- **Panas Bumi (Geothermal):** Energi dari panas dalam bumi; relevan sebagai pembangkit rendah emisi yang relatif stabil.
- **PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya):** Pembangkit berbasis fotovoltaik; contoh proyek besar: PLTS Terapung Cirata (informasi produksi dan penurunan emisi pernah dilaporkan oleh ESDM). ([Gatrik](#))
- **PLTA (Hidro):** Pembangkit tenaga air; dapat berperan sebagai penyeimbang VRE (terutama bila memiliki fleksibilitas operasi).
- **Bioenergi:** Energi dari biomassa/biofuel; termasuk biodiesel.
- **B40 (Biodiesel 40%):** Campuran solar dengan 40% biodiesel (kebijakan bauran biofuel untuk mengurangi impor BBM dan mendukung energi domestik).
- **Hidrogen Hijau (Green Hydrogen):** Hidrogen yang diproduksi melalui elektrolisis memakai listrik rendah emisi/terbarukan.
- **CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage):** Teknologi penangkapan, pemanfaatan, dan penyimpanan CO₂ untuk menurunkan emisi pada fasilitas tertentu.

- **CDR (Carbon Dioxide Removal):** Penghilangan CO₂ dari atmosfer (berbasis alam atau teknologi); konsep kunci untuk emisi residual pada net-zero. ([IPCC](#))
- **MRV (Measurement, Reporting, Verification):** Sistem pengukuran, pelaporan, dan verifikasi emisi/aksi mitigasi untuk akuntabilitas kebijakan iklim.
- **Inventarisasi GRK (GHG Inventory):** Perhitungan emisi dan serapan GRK suatu negara sesuai metodologi yang diakui.
- **Scope 1/2/3 (Emisi Korporasi):** Klasifikasi emisi menurut GHG Protocol—Scope 1 (langsung), Scope 2 (listrik/energi dibeli), Scope 3 (rantai nilai). ([GHG Protocol](#))
- **Carbon Pricing:** Kebijakan memberi “harga” pada karbon (mis. pajak karbon atau ETS) untuk mendorong penurunan emisi.
- **ETS (Emissions Trading System):** Skema perdagangan izin emisi (cap-and-trade).
- **Offset/Kompensasi Karbon:** Mekanisme menyeimbangkan emisi dengan mendanai pengurangan/serapan di tempat lain (perlu standar integritas tinggi).
- **Just Transition (Transisi Berkeadilan):** Transisi energi yang melindungi pekerja dan komunitas terdampak, memastikan distribusi biaya-manfaat yang adil.
- **Stranded Assets:** Aset (mis. PLTU) yang kehilangan nilai ekonominya lebih cepat karena perubahan kebijakan, teknologi, atau pasar rendah karbon.
- **Captive Power:** Pembangkit listrik untuk konsumsi sendiri oleh industri (di luar pasokan jaringan publik); menjadi isu penting dalam dekarbonisasi sektor energi. ([Reuters](#))

- **Perpres 112/2022:** Regulasi kunci percepatan pengembangan EBT untuk penyediaan tenaga listrik, termasuk pengaturan terkait transisi di sektor ketenagalistrikan. ([BPK Regulations](#))
- **FOLU Net Sink 2030:** Agenda menjadikan sektor kehutanan dan penggunaan lahan menyerap emisi bersih pada 2030; elemen penting strategi iklim Indonesia. (planologi.kehutanan.go.id)

Referensi (pilihan, relevan untuk “Bauran Energi & NZE 2060”)

1. **Badan Pemeriksa Keuangan (BPK) RI.** (2022). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik.* ([BPK Regulations](#))
2. **Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, Kementerian ESDM.** (2025, 20 Agustus). *Kunjungi PLTS Terapung Cirata... pemantauan dan pengawasan keandalan sistem.* ([Gatrik](#))
3. **Financial Times.** (2025). *The hard politics of climate overshoot.* ([Financial Times](#))
4. **GHG Protocol.** (2011). *FAQ: Scope 1, 2 and 3 emissions* (PDF). ([GHG Protocol](#))
5. **GHG Protocol.** (2004). *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard (Revised Edition).* ([GHG Protocol](#))
6. **International Energy Agency (IEA).** (2021). *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector.* ([IEA](#))
7. **International Energy Agency (IEA).** (2025). *World Energy Outlook 2025: Net Zero Emissions by 2050* (web section). ([IEA](#))
8. **IPCC.** (2018). *Global Warming of 1.5°C—Glossary (SR1.5).* ([IPCC](#))

9. **IPCC.** (2022). *AR6 WGIII Annex I—Glossary (net-zero definitions)*. ([IPCC](#))
10. **Kementerian ESDM.** (2024, 18 Januari). *Pemerintah kejar tingkatkan bauran EBT (data bauran energi 2023 dari DEN)*. ([esdm.go.id](#))
11. **Kementerian ESDM.** (2021, 5 Oktober). *RUPTL 2021–2030 diterbitkan: porsi EBT diperbesar (greener RUPTL)*. ([esdm.go.id](#))
12. **Kementerian ESDM (Ditjen EBTKE).** (n.d.). *Strategi pemerintah optimis kejar target EBT 23%*. ([esdm.go.id](#))
13. **Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK).** (2021/2022). *Operational Plan / Booklet: FOLU Net Sink 2030 (Indonesia)*. ([planologi.kehutanan.go.id](#))
14. **Reuters.** (2025, 18 Desember). *JETP estimates Indonesia needs \$92 billion by 2050 for decarbonising captive power sector*. ([Reuters](#))
15. **UNFCCC.** (2022). *Enhanced Nationally Determined Contribution (NDC) Republic of Indonesia (PDF)*. ([UNFCCC](#))
16. **United Nations.** (n.d.). *Net Zero Coalition—What net zero means (overview)*. ([United Nations](#))
17. **BPK RI.** (2017). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dan lampiran*. ([BPK Regulations](#))
18. **DPR RI (P3DI).** (2025). *Info Singkat terkait RUPTL & transisi energi (PDF)*. ([Berkas DPR](#))
19. **IESR.** (2024). *Indonesia Energy Transition Outlook 2024 (PDF)*. ([IESR](#))

Jika Bapak Rudy menghendaki, saya bisa **menyusun daftar pustaka versi “APA 7 lengkap”** (dengan kota penerbit, tautan arsip, dan tanggal

akses) sesuai format buku/artikel Bapak, sekaligus **memetakan referensi** ke bagian-bagian naskah (pendahuluan, kebijakan RUEN/RUPTL, Perpres 112/2022, pembiayaan, just transition, FOLU Net Sink 2030).

Copilot for this article - Chatgpt 5.2 Thinking, Access date: 24
December 2025. Prompting on Writer's account ([Rudy C
Tarumingkeng](#))
<https://chatgpt.com/c/694bfe8f-cecc-8322-bdf8-e44e209c4705>