

# Energi Bersih, Teknologi Hijau, dan **Kepemimpinan** Masa Depan

Oleh: Rudy C Tarumingkeng



*Rudy C Tarumingkeng: Energi Bersih, Teknologi Hijau, dan  
Kepemimpinan 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

## **ENERGI BERSIH, TEKNOLOGI HIJAU, DAN KEPEMIMPINAN MASA DEPAN**

### **Abstrak**

Tulisan ini membahas energi bersih, teknologi hijau, dan kepemimpinan masa depan sebagai tiga unsur yang saling terkait dalam transformasi ekonomi dan peradaban abad ke-21. Argumen utama tulisan ini adalah bahwa transisi energi tidak dapat dipahami semata-mata sebagai pergantian sumber energi dari fosil ke non-fosil, melainkan sebagai perubahan sistemik yang menyentuh struktur industri, pasar kerja, tata kelola, pendidikan, dan kualitas kepemimpinan. Secara global, perubahan iklim yang dipicu aktivitas manusia telah menjadi fakta ilmiah yang tegas; sementara itu investasi energi dunia semakin bergeser ke energi bersih, kapasitas energi terbarukan bertambah pada tingkat rekor, dan kendaraan listrik tumbuh cepat sebagai bagian dari elektrifikasi ekonomi. Dalam saat yang sama, kebutuhan akan keterampilan baru—seperti analytical thinking, resilience, leadership, dan environmental stewardship—semakin menonjol dalam dunia kerja. Dalam konteks Indonesia, peluang transisi sangat besar karena adanya potensi energi surya, panas bumi, PLTS terapung, serta arah kebijakan kelistrikan yang makin memberi ruang bagi energi baru terbarukan dan penyimpanan energi. Namun potensi tersebut belum otomatis menjadi keunggulan nyata tanpa disiplin eksekusi, pembiayaan yang memadai, penguatan jaringan listrik, tata kelola sumber daya yang bertanggung jawab, dan kepemimpinan yang visioner. Tulisan ini menyimpulkan bahwa kepemimpinan masa depan harus bersifat sistemik, adaptif, etis, kolaboratif, dan berorientasi pembelajaran agar transisi energi

tidak hanya menghasilkan dekarbonisasi, tetapi juga keadilan sosial, daya saing industri, dan pembangunan nasional yang berkelanjutan. ([IPCC](#))

## **Kata Kunci**

Energi bersih; teknologi hijau; transisi energi; energi terbarukan; kepemimpinan masa depan; just transition; green jobs; kendaraan listrik; hidrogen hijau; Indonesia.

## **Energi Bersih, Teknologi Hijau, dan Kepemimpinan Masa Depan**

### **Pendahuluan**

Dunia sedang memasuki sebuah masa transisi yang tidak biasa. Dalam sejarah modern, perubahan besar biasanya bergerak dari satu sektor ke sektor lain: mula-mula ekonomi, lalu teknologi, lalu politik, dan baru kemudian budaya. Namun dalam soal energi, perubahan itu datang secara serempak. Krisis iklim, volatilitas harga energi, persaingan geopolitik, revolusi digital, dan tekanan terhadap model pembangunan lama kini bertemu dalam satu simpul besar: bagaimana manusia memproduksi, mendistribusikan, dan menggunakan energi. Karena itu, energi bersih bukan lagi tema teknis yang hanya dibicarakan oleh insinyur, regulator, atau perusahaan utilitas. Ia telah menjadi tema strategis peradaban. IPCC menegaskan bahwa aktivitas manusia telah secara tegas menyebabkan pemanasan global, dengan suhu permukaan global mencapai sekitar 1,1°C di atas tingkat pra-industri pada periode 2011–2020. Pada saat yang sama, emisi gas rumah kaca global terus meningkat, dan akar masalahnya sangat berkaitan dengan pola energi, produksi, serta konsumsi yang tidak berkelanjutan. ([IPCC](#))

Dalam konteks itu, istilah “energi bersih” sering dipahami secara sempit sebagai lawan dari batu bara, minyak, dan gas. Padahal maknanya jauh

lebih luas. Energi bersih adalah bagian dari perubahan paradigma: dari ekonomi ekstraktif menuju ekonomi regeneratif; dari logika kelangkaan menuju logika efisiensi dan inovasi; dari pembangunan yang bertumpu pada eksploitasi menuju pembangunan yang memadukan produktivitas, keadilan, dan keberlanjutan. Karena itu, pembahasan tentang energi bersih tidak cukup hanya pada jenis pembangkit listrik. Ia harus dikaitkan dengan teknologi hijau, tata kelola, pembiayaan, perubahan perilaku, serta kualitas kepemimpinan yang mampu membaca masa depan. ([IEA](#))

Jika abad ke-20 ditandai oleh dominasi minyak sebagai darah industri modern, maka abad ke-21 berpotensi ditandai oleh listrik bersih, baterai, data, jaringan pintar, efisiensi energi, material kritis, dan integrasi sistem. IEA menunjukkan bahwa investasi energi global pada 2025 diperkirakan mencapai USD 3,3 triliun, dan sekitar USD 2,2 triliun di antaranya mengalir ke energi bersih—mencakup energi terbarukan, nuklir, jaringan listrik, penyimpanan energi, bahan bakar rendah emisi, efisiensi, dan elektrifikasi. Nilai ini dua kali lebih besar daripada investasi yang masuk ke minyak, gas, dan batu bara. Fakta ini sangat penting: arah modal global sedang berubah. Ketika arus investasi bergeser, maka peta kekuatan ekonomi, industri, dan kepemimpinan pun akan ikut berubah. ([IEA](#))

Esai ini membahas tiga hal yang saling terkait. Pertama, mengapa energi bersih menjadi fondasi penting bagi masa depan ekonomi, masyarakat, dan negara. Kedua, bagaimana teknologi hijau bekerja sebagai mesin transformasi, bukan sekadar perangkat tambahan. Ketiga, mengapa transisi ini menuntut model kepemimpinan baru—kepemimpinan yang adaptif, etis, kolaboratif, dan visioner. Dalam pembahasan ini, Indonesia akan menjadi konteks penting, sebab negara ini tidak hanya menghadapi tekanan untuk bertransisi, tetapi juga memiliki peluang besar untuk menjadikan transisi energi sebagai strategi pembangunan nasional.

## **Energi Bersih sebagai Isu Strategis Peradaban**

Pada masa lalu, energi sering dilihat sebagai "input" bagi pertumbuhan. Selama pasokan tersedia dan harga terkendali, energi dianggap sekadar urusan belakang panggung. Kini cara pandang itu tidak lagi memadai. Energi bersih telah menjadi persoalan strategis karena ia menentukan setidaknya lima hal sekaligus: stabilitas iklim, keamanan energi, daya saing industri, kesehatan publik, dan posisi geopolitik suatu negara. Ketika negara masih sangat bergantung pada energi fosil, maka negara tersebut bukan hanya menghadapi emisi tinggi, melainkan juga risiko ketergantungan impor, tekanan fiskal, gejolak harga, dan kerentanan terhadap konflik global. Sebaliknya, negara yang mampu membangun basis energi bersih yang kuat memperoleh keuntungan ganda: mengurangi risiko lingkungan sekaligus memperkuat kedaulatan ekonomi. ([IPCC](#))

Penting dipahami bahwa transisi energi tidak terjadi hanya karena dorongan moral untuk "menyelamatkan bumi". Ia juga bergerak karena alasan ekonomi dan keamanan. IEA mencatat bahwa kebijakan iklim dan keamanan energi di hampir 140 negara berperan penting membuat energi terbarukan semakin kompetitif dibanding pembangkit berbasis fosil. Bahkan menurut IRENA, pada 2024 sekitar 91% proyek pembangkit energi terbarukan skala utilitas yang baru beroperasi menghasilkan listrik dengan biaya lebih rendah daripada alternatif pembangkit fosil baru termurah. Artinya, energi bersih bukan lagi semata pilihan idealis; ia makin sering menjadi pilihan rasional secara bisnis. ([IEA](#))

Dari perspektif makroekonomi, energi bersih juga mengubah logika pembangunan. Jika model lama menekankan ekstraksi sumber daya dan pembakaran bahan bakar, maka model baru lebih menekankan efisiensi, elektrifikasi, digitalisasi, dan inovasi rantai pasok. Dalam model baru ini, nilai tambah tidak hanya berada pada komoditas mentah, tetapi pada kemampuan mengelola sistem: memproduksi modul surya, membangun jaringan, mengembangkan baterai, mengolah mineral kritis secara bertanggung jawab, mengoperasikan pusat data hemat energi, hingga

menciptakan ekosistem kendaraan listrik. Karena itu, energi bersih harus dibaca sebagai basis industrial policy abad ke-21. Negara yang berhasil bukan yang sekadar menjual bahan mentah, tetapi yang mampu menguasai simpul-simpul teknologi, manufaktur, pembiayaan, dan talenta. (IEA)

Ada pula dimensi sosial yang sering luput. Energi bersih berkaitan erat dengan kualitas hidup. Listrik yang andal dan terjangkau menentukan produktivitas sekolah, rumah tangga, rumah sakit, UMKM, dan layanan publik. Dalam konteks daerah terpencil, energi terbarukan desentralistik dapat menjadi instrumen inklusi, bukan sekadar proyek lingkungan. Dalam laporan kinerja Kementerian ESDM 2025, misalnya, dicontohkan pemanfaatan PLTS atap di wilayah yang belum terjangkau jaringan listrik untuk mendukung kegiatan belajar dan mengurangi ketergantungan pada genset berbahan bakar fosil. Ini menunjukkan bahwa energi bersih pada level akar rumput adalah soal martabat, akses, dan pemerataan.

Dengan demikian, energi bersih harus dipahami sebagai bagian dari desain masa depan. Ia menyentuh soal siapa yang menikmati listrik, siapa yang mendapat pekerjaan, siapa yang menanggung biaya polusi, dan siapa yang memimpin arah investasi. Karena itu, pembahasan tentang energi bersih secara otomatis membawa kita pada pertanyaan tentang teknologi hijau.

### **Teknologi Hijau: Dari Perangkat Menjadi Ekosistem**

Teknologi hijau sering dibayangkan sebagai panel surya atau turbin angin. Gambaran itu tidak salah, tetapi belum lengkap. Teknologi hijau pada hakikatnya adalah keseluruhan sistem inovasi yang dirancang untuk menurunkan dampak lingkungan sekaligus meningkatkan efisiensi ekonomi dan sosial. Maka teknologi hijau meliputi pembangkit energi terbarukan, penyimpanan energi, kendaraan listrik, hidrogen hijau, efisiensi bangunan, material rendah karbon, smart grid, digital monitoring, circular

economy, pengolahan limbah, hingga sistem produksi industri yang lebih hemat energi dan lebih sedikit emisi. ([IEA](#))

Dalam lanskap global saat ini, energi surya dan angin menjadi ujung tombak ekspansi energi terbarukan. IRENA mencatat bahwa pada 2024 kapasitas listrik terbarukan global bertambah 585 GW, dengan 452 GW berasal dari surya dan 113 GW dari angin. Kedua teknologi ini menyumbang 96,6% dari seluruh penambahan kapasitas terbarukan bersih pada tahun itu. Pada akhir 2024, energi terbarukan menyumbang 92,5% dari total ekspansi kapasitas listrik global, dan porsi energi terbarukan dalam kapasitas listrik terpasang dunia naik dari 43,1% menjadi 46,4%. Fakta ini memperlihatkan bahwa pusat gravitasi sistem kelistrikan dunia sedang bergeser. ([IRENA](#))

Namun energi surya dan angin saja tidak cukup. Keduanya bersifat variabel, sehingga memerlukan penyimpanan energi, fleksibilitas sistem, dan jaringan listrik yang lebih cerdas. Di sinilah baterai dan grid menjadi penentu. IEA menekankan bahwa jaringan listrik berisiko menjadi titik lemah transisi energi bila tidak dikembangkan secepat pertumbuhan teknologi bersih lainnya. Bahkan dunia perlu menambah atau mengganti 80 juta kilometer jaringan listrik pada 2040—setara dengan seluruh jaringan global yang ada saat ini—agar target iklim nasional dan keamanan energi dapat tercapai. Dengan kata lain, masa depan energi bersih bukan hanya soal menghasilkan listrik bersih, tetapi juga soal kemampuan menyalurkan, menyeimbangkan, dan mengelolanya secara real-time. ([IEA](#))

Baterai memainkan peran sentral dalam transisi ini. Ia bukan hanya komponen kendaraan listrik, melainkan juga jembatan antara pembangkitan variabel dan kebutuhan konsumen. Laporan IEA tentang baterai menegaskan bahwa ekosistem baterai mencakup mineral kritis, manufaktur, penggunaan, dan daur ulang. Dengan kata lain, baterai menciptakan medan industri baru yang luas: pertambangan, pemurnian, manufaktur sel, perakitan pack, aplikasi kendaraan, penyimpanan grid,

hingga recycling. Negara yang hanya berhenti pada ekspor bahan mentah akan memperoleh nilai tambah jauh lebih kecil dibanding negara yang membangun rantai nilai menyeluruh. ([IEA](#))

Kendaraan listrik adalah contoh bagaimana teknologi hijau mengubah industri secara horizontal. IEA memperkirakan penjualan mobil listrik global pada 2025 akan melampaui 20 juta unit dan mewakili lebih dari seperempat total mobil yang terjual di dunia. Di Asia Tenggara, penjualan mobil listrik tumbuh hampir 50% pada 2024 hingga mencapai 9% pangsa penjualan mobil regional. Proyeksi IEA menunjukkan bahwa pada 2030 satu dari empat mobil yang terjual di Asia Tenggara dapat berupa mobil listrik. Ini berarti transisi teknologi tidak lagi terkonsentrasi di negara maju saja; pasar berkembang mulai menjadi pusat pertumbuhan baru. ([IEA](#))

Selain itu, muncul pula teknologi seperti hidrogen hijau yang dianggap penting untuk sektor-sektor yang sulit dielektrifikasi langsung, misalnya industri berat, pupuk, baja, pelayaran, dan sebagian penerbangan. Meski biayanya masih tinggi, IRENA menegaskan bahwa hambatan utamanya berkaitan dengan biaya listrik terbarukan, biaya elektroliser, dan infrastruktur. Di Indonesia, pemerintah bahkan telah mendorong penguatan ekosistem hidrogen nasional dan memproyeksikan bahwa pada 2060 hidrogen hijau dapat menyumbang hingga USD 70 miliar terhadap PDB dan menciptakan sekitar 300 ribu lapangan kerja langsung pada sektor elektrolisis. Ini menunjukkan bahwa teknologi hijau bukan hanya urusan pengurangan emisi, tetapi juga arena baru penciptaan industri dan lapangan kerja. ([IRENA](#))

Teknologi hijau juga tidak bisa dipisahkan dari teknologi digital. Smart meter, AI untuk prediksi beban, Internet of Things untuk efisiensi industri, digital twins untuk jaringan listrik, dan analitik data untuk perawatan prediktif telah menjadikan sektor energi semakin berbasis informasi. Maka, energi masa depan adalah energi yang tidak hanya bersih, tetapi juga cerdas. Perusahaan dan negara yang lambat membangun kapasitas

digitalnya akan tertinggal, bahkan bila mereka memiliki sumber daya alam melimpah. Karena itu, transisi energi sesungguhnya adalah transisi menuju sistem sosio-teknis baru.

### **Dari Transisi Energi ke Transisi Ekonomi**

Banyak orang berbicara tentang transisi energi seolah-olah ia adalah agenda sektor utilitas. Padahal implikasinya jauh lebih besar: transisi energi adalah transisi ekonomi. Saat modal global berpindah ke energi bersih, maka struktur kesempatan ekonomi juga berubah. Industri baru tumbuh, keterampilan baru dibutuhkan, dan model bisnis lama dipaksa beradaptasi. World Economic Forum menyebut perubahan teknologi, fragmentasi geoekonomi, ketidakpastian ekonomi, perubahan demografi, dan transisi hijau sebagai pendorong utama perubahan pasar kerja global menuju 2030. Dalam kerangka itu, transisi hijau bukan faktor tambahan, melainkan salah satu motor restrukturisasi pekerjaan dan keterampilan. ([World Economic Forum](#))

WEF juga menunjukkan bahwa keterampilan seperti analytical thinking, resilience, flexibility and agility, leadership and social influence, serta environmental stewardship menjadi semakin penting. Ini sangat relevan bagi tema kita. Dunia energi bersih membutuhkan bukan hanya ahli teknik, tetapi juga pemimpin tim, perancang kebijakan, analis risiko, komunikator publik, negosiator komunitas, dan manajer perubahan. Dengan kata lain, transisi ini memperluas definisi talenta. Di masa lalu, kepemimpinan energi bisa bertumpu pada kontrol aset fisik. Di masa depan, kepemimpinan energi akan sangat ditentukan oleh kemampuan mengorkestrasi pengetahuan lintas bidang dan kepentingan. ([World Economic Forum](#))

Dari sisi pekerjaan, IRENA mencatat bahwa lapangan kerja di energi terbarukan secara global telah tumbuh menjadi sedikitnya 16,2 juta pada 2023 menurut Annual Review 2024, sementara ILO menegaskan bahwa implementasi Perjanjian Paris berpotensi menghasilkan net gain 18 juta

pekerjaan pada 2030 bila dijalankan dengan pendekatan just transition. Akan tetapi, baik IRENA maupun ILO menekankan bahwa penciptaan pekerjaan ini tidak terjadi otomatis. Ia memerlukan kebijakan yang menempatkan manusia dan planet sebagai pusat, menciptakan nilai tambah lokal, menjamin pekerjaan layak, dan melibatkan pekerja serta komunitas dalam proses perubahan. Di sinilah teknologi hijau bertemu dengan etika pembangunan. ([IRENA](#))

Karena itu, negara tidak boleh memandang transisi energi sekadar sebagai agenda pengurangan emisi. Ia juga harus dilihat sebagai jendela industrialisasi baru. Negara yang mampu mengaitkan sumber daya alam, kapasitas manufaktur, kebijakan industri, investasi, riset, dan pendidikan akan mendapatkan manfaat terbesar. Sebaliknya, negara yang hanya menjadi pasar bagi teknologi impor berisiko mengalami “dekarbonisasi tanpa industrialisasi”: emisinya turun, tetapi nilai tambah dan pekerjaan berkualitas justru dinikmati pihak lain. Inilah tantangan strategis bagi banyak negara berkembang, termasuk Indonesia.

### **Indonesia di Persimpangan Sejarah**

Indonesia memiliki posisi yang unik. Di satu sisi, Indonesia masih menghadapi ketergantungan signifikan pada energi fosil. Laporan Kinerja Kementerian ESDM 2025 menunjukkan bahwa realisasi porsi energi baru terbarukan dalam bauran energi nasional pada 2024 baru mencapai 14,65%, masih jauh dari target kebijakan energi nasional. Angka ini menandakan bahwa perjalanan Indonesia belum ringan. Namun di sisi lain, Indonesia memiliki modal yang sangat besar: potensi energi terbarukan yang melimpah, posisi geopolitik penting, cadangan mineral kritis, pasar domestik besar, dan momentum kebijakan yang mulai bergerak ke arah transisi.

Potensi sumber daya Indonesia sangat menonjol. Dalam siaran resmi ESDM pada Agustus 2024, Indonesia disebut memiliki potensi EBT hampir 4

terawatt, dengan potensi terbesar berasal dari energi surya sekitar 3.294 GW. Pemerintah juga menilai bahwa pemanfaatan PLTS terapung di waduk dan danau dapat mengakselerasi tambahan kapasitas sekitar 14 GW. Data ini penting karena menunjukkan bahwa sumber daya energi bersih Indonesia tidak kecil, bahkan sangat besar bila dibanding kebutuhan listrik saat ini. Tantangan utama Indonesia bukan semata-mata ketersediaan sumber daya, melainkan kecepatan eksekusi, kepastian regulasi, pembiayaan, kesiapan jaringan, dan kualitas koordinasi antarlembaga. ([Kementerian ESDM](#))

Panas bumi adalah contoh lain. Pada 2025, ESDM menyatakan bahwa Indonesia memiliki potensi panas bumi sebesar 23.742 MW, dengan kapasitas terpasang sekitar 2.744 MW, sehingga Indonesia berada pada posisi nomor dua produsen listrik panas bumi global setelah Amerika Serikat. Ini memperlihatkan dua hal sekaligus: keunggulan komparatif Indonesia sangat nyata, tetapi pemanfaatannya masih jauh dari potensi. Dalam bahasa manajemen strategis, Indonesia memiliki resources, tetapi belum sepenuhnya mengubahnya menjadi capabilities dan outcomes. ([Kementerian ESDM](#))

Meski demikian, ada sinyal kemajuan kebijakan. Paparan resmi RUPTL 2025–2034 menunjukkan rencana penambahan pembangkit sebesar 69,5 GW, dengan 42,6 GW berasal dari EBT dan 10,3 GW dari storage. Secara keseluruhan, 76% tambahan kapasitas berasal dari pembangkit hijau dan penyimpanan. Komposisi EBT yang direncanakan meliputi surya 17,1 GW, air 11,7 GW, angin 7,2 GW, panas bumi 5,2 GW, bioenergi 0,9 GW, dan nuklir 0,5 GW; sementara storage mencakup pumped storage 4,3 GW dan baterai 6,0 GW. Dokumen PLN juga memproyeksikan bauran EBT meningkat sekitar 2,5 kali dari 12,0% pada 2024 menjadi sekitar 34,3% pada 2034. Ini bukan solusi final, tetapi jelas merupakan sinyal perubahan arah yang kuat.

Di luar RUPTL, Indonesia juga terlibat dalam kerangka pembiayaan transisi. UNDP mencatat bahwa Indonesia Just Energy Transition Partnership dirancang untuk memobilisasi USD 20 miliar pendanaan publik dan swasta bagi transisi energi berkeadilan. Kerangka ini menargetkan pada 2030 emisi sektor kelistrikan dibatasi pada 290 juta ton CO<sub>2</sub> ekuivalen, porsi energi terbarukan mencapai sedikitnya 34% pembangkitan listrik, dan jalan menuju net-zero power sector pada 2050 diperkuat. Walaupun implementasinya penuh tantangan, kehadiran skema semacam ini menunjukkan bahwa Indonesia tidak bergerak sendiri; transisi energi telah menjadi bagian dari diplomasi pembangunan. ([UNDP](#))

Namun Indonesia harus berhati-hati. Kepemilikan nikel dan mineral kritis sering melahirkan optimisme besar terhadap ekosistem baterai dan kendaraan listrik. Optimisme itu wajar, tetapi tidak boleh membuat strategi berhenti pada hilirisasi sempit. Masa depan bukan hanya menjual bahan baku untuk baterai, melainkan membangun ekosistem teknologi hijau yang utuh: manufaktur, riset, standar lingkungan, daur ulang, pengembangan SDM, kualitas listrik untuk industri, dan posisi dalam rantai pasok global. Jika tidak, Indonesia bisa terjebak dalam paradoks klasik: kaya sumber daya, tetapi miskin penguasaan teknologi.

### **Kepemimpinan Masa Depan: Mengapa Tidak Cukup dengan Teknologi**

Pada titik ini, pertanyaan paling penting muncul: apakah teknologi hijau dengan sendirinya akan membawa masa depan yang lebih baik? Jawabannya tidak. Teknologi memang penting, tetapi teknologi selalu bekerja di dalam struktur keputusan manusia. Panel surya tidak mengubah apa pun bila kebijakan kacau. Jaringan pintar tidak menghasilkan keadilan bila akses listrik tetap timpang. Ekosistem baterai tidak otomatis membawa kemakmuran bila tata kelola mineral buruk. Karena itu, transisi energi pada akhirnya adalah persoalan kepemimpinan.

Kepemimpinan masa depan harus berbeda dari model lama yang hanya mengandalkan kontrol hierarkis, kecepatan komando, dan keberanian mengambil keputusan sepihak. Dunia energi bersih jauh lebih kompleks. Ia melibatkan pemerintah pusat dan daerah, PLN dan swasta, investor dan komunitas lokal, peneliti dan regulator, pasar global dan kepentingan nasional, teknologi digital dan perlindungan sosial. Dalam sistem seperti itu, pemimpin bukan semata pengendali, melainkan pengorkestra. Ia harus mampu menyelaraskan banyak aktor yang berbeda arah, bahasa, dan kepentingan.

Ada beberapa ciri mendasar kepemimpinan semacam ini.

Pertama, kepemimpinan masa depan harus sistemik. Pemimpin tidak boleh berpikir sektoral. Keputusan tentang PLTS bukan hanya soal energi, tetapi juga lahan, pembiayaan, manufaktur, transmisi, ketahanan rantai pasok, pelatihan tenaga kerja, dan penerimaan sosial. Keputusan tentang kendaraan listrik bukan hanya soal otomotif, tetapi juga kelistrikan, mineral, kota, transportasi publik, pengisian daya, dan kebijakan industri. Pemimpin yang berpikir linear akan gagal dalam sistem yang saling terhubung. WEF sendiri menempatkan analytical thinking sebagai keterampilan inti tertinggi, dan hal ini konsisten dengan kebutuhan akan kepemimpinan yang mampu membaca keterkaitan kompleks. ([World Economic Forum](#))

Kedua, kepemimpinan masa depan harus adaptif. Transisi energi bergerak di tengah ketidakpastian besar: perubahan harga komoditas, kemajuan teknologi yang cepat, regulasi internasional, konflik geopolitik, dan perubahan preferensi pasar. Di sinilah resilience, flexibility, and agility menjadi sangat penting. Pemimpin masa depan tidak bisa terlalu kaku pada satu skenario. Ia harus mampu membuat peta jalan jangka panjang, namun tetap membuka ruang penyesuaian berdasarkan data dan pembelajaran. ([World Economic Forum](#))

Ketiga, kepemimpinan masa depan harus etis. Just transition bukan slogan. ILO dan IRENA mengingatkan bahwa transisi yang berhasil bukan hanya cepat, tetapi juga adil: menciptakan pekerjaan layak, melibatkan komunitas, dan tidak meninggalkan kelompok rentan. Dalam praktiknya, ini berarti pemimpin harus berani memikirkan dampak sosial dari setiap keputusan: pekerja sektor fosil, masyarakat sekitar proyek energi, harga listrik bagi rumah tangga miskin, serta distribusi manfaat dan risiko antarwilayah. Teknologi hijau tanpa keadilan sosial dapat memicu resistensi politik dan memperlambat transisi itu sendiri. ([International Labour Organization](#))

Keempat, kepemimpinan masa depan harus kolaboratif. Energi bersih lahir dari ekosistem, bukan dari satu aktor. IEA menunjukkan bahwa percepatan energi terbarukan di banyak negara didorong oleh kebijakan yang konsisten. Ini mengandaikan koordinasi antarpemerintah, regulator, perusahaan, lembaga keuangan, dan pelaku teknologi. Di tingkat organisasi, pemimpin harus mampu membangun lintas fungsi: teknik, keuangan, legal, ESG, komunikasi, dan pengembangan talenta. Kepemimpinan yang terlalu silo hanya akan menghasilkan proyek yang tampak bagus di atas kertas tetapi gagal dalam implementasi.

Kelima, kepemimpinan masa depan harus berorientasi pembelajaran. Teknologi hijau berkembang sangat cepat. Hari ini baterai, besok mungkin storage lain menjadi lebih murah; hari ini hidrogen hijau mahal, esok bisa lebih kompetitif di ceruk tertentu; hari ini PLTS dominan, tetapi besok integrasinya dengan AI dan demand response mengubah seluruh model operasi. Maka pemimpin tidak boleh merasa telah “selesai belajar”. Universitas, lembaga pelatihan, dan organisasi perlu membangun budaya belajar yang berkelanjutan. Di titik ini, kepemimpinan bertemu dengan pendidikan.

**Universitas, Sekolah Bisnis, dan Pembentukan Pemimpin Baru**

Tema energi bersih sering dianggap terlalu teknis bagi fakultas ekonomi, manajemen, atau ilmu sosial. Pandangan ini perlu diubah. Masa depan transisi energi justru sangat bergantung pada kualitas manajer, analis kebijakan, entrepreneur, komunikator, dan pemimpin publik. Artinya, kampus harus mengambil peran sentral dalam membentuk generasi yang tidak hanya paham teknologi, tetapi juga paham implikasi organisasional, finansial, etis, dan sosial dari teknologi tersebut.

Bagi pendidikan manajemen, energi bersih adalah laboratorium hidup untuk mengajarkan strategic management, innovation management, risk management, sustainable finance, organizational change, stakeholder management, dan leadership. Misalnya, sebuah studi kasus tentang pengembangan PLTS terapung tidak hanya membahas teknologi, tetapi juga analisis investasi, risiko proyek, perizinan, resistensi komunitas, kemitraan publik-swasta, dan manajemen operasi. Dengan begitu, mahasiswa belajar bahwa keberlanjutan bukan tema pinggiran, melainkan inti pengambilan keputusan modern.

WEF menunjukkan bahwa environmental stewardship, leadership and social influence, serta analytical thinking termasuk keterampilan yang meningkat pentingnya. Ini berarti kurikulum pendidikan tinggi tidak dapat lagi hanya menekankan hafalan konsep. Ia harus melatih kemampuan sintesis, negosiasi, pemecahan masalah, analisis data, dan penalaran etis.

Mahasiswa perlu diajak membaca persoalan transisi energi sebagai persoalan sistem: bagaimana kebijakan, pasar, teknologi, dan masyarakat saling memengaruhi. ([World Economic Forum](#))

Lebih jauh, kampus di Indonesia dapat berperan sebagai inkubator solusi lokal. Tidak semua inovasi harus berskala raksasa. Banyak solusi hijau justru tumbuh dari konteks setempat: sistem energi desa, efisiensi bangunan kampus, audit energi UMKM, kendaraan listrik untuk logistik perkotaan, biogas untuk komunitas agraris, atau aplikasi digital untuk monitoring konsumsi listrik. Energi bersih, dengan kata lain, harus dipelajari bukan

hanya sebagai wacana global, tetapi sebagai praktik keseharian yang dekat dengan kebutuhan masyarakat.

### **Tantangan Nyata dalam Jalan ke Depan**

Meskipun prospeknya kuat, jalan menuju energi bersih tidak bebas hambatan. Pertama adalah masalah kecepatan implementasi. Indonesia sudah memiliki visi, tetapi gap antara dokumen dan realisasi sering lebar. Angka bauran EBT 14,65% pada 2024 menunjukkan bahwa potensi besar tidak otomatis berubah menjadi hasil nyata. Di sinilah konsistensi kebijakan, penyederhanaan perizinan, kepastian pengadaan, dan kualitas eksekusi sangat menentukan.

Kedua adalah infrastruktur jaringan. Pertumbuhan pembangkit EBT yang masif akan sia-sia jika transmisi, distribusi, dan storage tertinggal. IEA berulang kali menegaskan risiko grid sebagai weak link dalam transisi energi. Indonesia sebagai negara kepulauan menghadapi tantangan yang lebih kompleks: sistem listrik terfragmentasi, permintaan tumbuh berbeda antarwilayah, dan biaya integrasi bisa tinggi. Karena itu, pembangunan pembangkit harus dilihat bersama pembangunan jaringan dan fleksibilitas sistem. ([IEA](#))

Ketiga adalah pembiayaan. Walaupun arus modal global ke energi bersih terus meningkat, akses terhadap pembiayaan murah dan jangka panjang masih tidak merata antarnegara. Negara berkembang sering menghadapi biaya modal lebih tinggi, padahal justru mereka membutuhkan percepatan besar. Skema seperti JETP penting, tetapi tidak cukup. Indonesia memerlukan inovasi pembiayaan domestik, green bonds, blended finance, reformasi subsidi, penurunan risiko proyek, dan kejelasan struktur insentif agar investasi swasta masuk lebih deras. ([IEA](#))

Keempat adalah kualitas tata kelola sumber daya. Dalam era baterai dan kendaraan listrik, mineral kritis bisa menjadi berkah atau kutukan. Bila dikelola baik, ia menopang industrialisasi hijau. Bila dikelola buruk, ia

melahirkan degradasi lingkungan, konflik sosial, dan nilai tambah yang bocor keluar. Transisi hijau tidak boleh menjadi wajah baru dari ekstraktivisme lama. Karena itu, standar ESG, transparansi rantai pasok, perlindungan pekerja, dan pengawasan lingkungan harus ditempatkan di pusat strategi.

Kelima adalah ketimpangan keterampilan. Transisi energi membutuhkan teknisi baru, analis baru, regulator baru, dan pemimpin baru. Tanpa investasi serius pada pendidikan dan pelatihan, negara akan kekurangan talenta justru saat peluang besar muncul. Karena itu, TVET, politeknik, universitas, dan pelatihan korporat harus diselaraskan dengan arah transisi. JETP sendiri menempatkan dukungan just transition, termasuk aspek sosial dan pengembangan kapasitas, sebagai bagian penting dari implementasi. ([UNDP](#))

### **Agenda Strategis bagi Indonesia**

Bila Indonesia ingin menjadikan energi bersih sebagai mesin masa depan, maka agenda yang dibutuhkan bukan setengah hati. Pertama, Indonesia harus bergerak dari “narasi potensi” ke “disiplin eksekusi”. Potensi surya 3.294 GW, panas bumi 23.742 MW, dan peluang PLTS terapung 14 GW sangat besar, tetapi angka-angka itu baru bernilai strategis jika diterjemahkan menjadi proyek yang bankable, terhubung jaringan, dan didukung kebijakan konsisten. ([Kementerian ESDM](#))

Kedua, Indonesia perlu membangun arsitektur industri hijau yang terintegrasi. Ini berarti tidak memisahkan sektor energi, industri, transportasi, mineral, dan pendidikan. RUPTL 2025–2034 sudah memberi sinyal kuat dengan porsi 76% tambahan kapasitas dari pembangkit hijau dan storage. Langkah berikutnya adalah memastikan bahwa ekspansi ini turut mendorong manufaktur domestik yang realistis, pengembangan pemasok lokal, inovasi universitas, dan peluang kerja berkualitas.

Ketiga, Indonesia harus memperkuat governance transisi. Kepemimpinan masa depan di sektor ini menuntut dashboard kinerja yang jelas: waktu penyelesaian proyek, kapasitas terpasang, integrasi jaringan, serapan tenaga kerja, dampak sosial, dan penurunan emisi. Tanpa manajemen kinerja yang tegas, transisi berisiko menjadi sekadar jargon kebijakan.

Keempat, Indonesia perlu memastikan bahwa transisi energi berkeadilan benar-benar dijalankan di lapangan. Keberhasilan tidak boleh hanya diukur dari megawatt dan miliar dolar, tetapi juga dari siapa yang memperoleh manfaat. Daerah penghasil fosil harus memiliki jalur diversifikasi ekonomi. Pekerja perlu reskilling. Masyarakat sekitar proyek harus dilibatkan sejak awal. Pendekatan yang people-centred seperti ditekankan ILO dan IRENA harus menjadi prinsip, bukan lampiran. ([International Labour Organization](#))

Kelima, Indonesia harus menyiapkan kepemimpinan lintas generasi. Pemimpin masa depan tidak hanya duduk di kementerian atau BUMN, tetapi juga di kampus, startup, pemerintah daerah, koperasi energi, dan komunitas lokal. Karena itu, pembinaan kepemimpinan hijau perlu dimulai dari pendidikan. Mahasiswa manajemen, teknik, ekonomi, kebijakan publik, dan komunikasi harus dilatih untuk memandang transisi energi sebagai proyek kebangsaan.

## **Penutup**

Energi bersih, teknologi hijau, dan kepemimpinan masa depan sesungguhnya adalah tiga nama bagi satu transformasi yang sama. Energi bersih menyediakan arah. Teknologi hijau menyediakan alat. Kepemimpinan masa depan menyediakan kemampuan untuk mengubah arah dan alat itu menjadi peradaban yang lebih adil, produktif, dan berkelanjutan.

Dunia telah memberi sinyal kuat. Kapasitas energi terbarukan global bertambah pada laju rekor; investasi energi bersih kini jauh melampaui investasi pada fosil; kendaraan listrik tumbuh cepat; dan pekerjaan hijau

terus meningkat. Namun dunia juga memberi peringatan: pemanasan global telah nyata, emisi masih tinggi, jaringan listrik tertinggal, dan ketimpangan dalam kemampuan bertransisi tetap besar. Karena itu, masa depan tidak otomatis hijau. Ia harus dipimpin. ([IRENA](#))

Bagi Indonesia, tantangan ini sekaligus peluang sejarah. Dengan potensi surya yang sangat besar, kekuatan panas bumi, peluang storage, ekosistem baterai, dan arah kebijakan kelistrikan yang mulai lebih hijau, Indonesia memiliki landasan untuk menjadikan transisi energi sebagai bagian dari strategi menuju negara maju. Tetapi keberhasilan itu tidak akan ditentukan oleh potensi saja. Ia akan ditentukan oleh kualitas kepemimpinan: apakah para pemimpin mampu berpikir sistemik, bergerak adaptif, bertindak etis, bekerja kolaboratif, dan belajar terus-menerus. ([Kementerian ESDM](#))

Pada akhirnya, inti pertanyaannya sederhana namun mendalam: apakah kita melihat energi bersih sebagai beban, atau sebagai fondasi masa depan? Bila ia dipandang sebagai beban, maka kebijakan akan lambat, investasi ragu-ragu, dan publik mudah lelah. Tetapi bila ia dipandang sebagai fondasi masa depan—fondasi bagi industri baru, pekerjaan baru, teknologi baru, dan kepemimpinan baru—maka transisi energi menjadi proyek harapan. Dan setiap proyek harapan selalu membutuhkan pemimpin yang tidak hanya mampu membaca zaman, tetapi juga berani membentuknya.

Berikut bagian pelengkap untuk naskah **“Energi Bersih, Teknologi Hijau, dan Kepemimpinan Masa Depan.”**

## Glosarium

**Energi bersih:** energi yang dihasilkan dan digunakan dengan intensitas emisi yang jauh lebih rendah dibanding sistem energi fosil konvensional, serta umumnya terkait dengan elektrifikasi, efisiensi, dan sumber rendah karbon. ([IEA](#))

**Teknologi hijau:** seperangkat teknologi, proses, dan sistem yang dirancang untuk menekan dampak lingkungan, meningkatkan efisiensi sumber daya, dan mendukung pembangunan rendah karbon. ([IEA](#))

**Energi terbarukan:** energi yang berasal dari sumber yang terisi ulang secara alami, seperti matahari, angin, air, biomassa, dan panas bumi. ([IRENA](#))

**Transisi energi:** proses perubahan bertahap dari sistem energi berbasis fosil menuju sistem yang lebih bersih, lebih efisien, lebih aman, dan lebih berkelanjutan. ([IEA](#))

**Elektrifikasi:** pergeseran penggunaan energi di berbagai sektor—seperti transportasi, bangunan, dan industri—ke pemanfaatan listrik, terutama listrik yang semakin bersih. ([IEA](#))

**Penyimpanan energi (energy storage):** teknologi untuk menyimpan energi agar dapat dipakai pada waktu yang berbeda, sangat penting untuk menyeimbangkan pembangkit variabel seperti surya dan angin. ([IEA](#))

**Smart grid:** jaringan listrik yang memakai sensor, data, otomasi, dan kontrol digital untuk meningkatkan keandalan, fleksibilitas, dan efisiensi sistem tenaga listrik. ([IEA](#))

**PLTS terapung:** pembangkit listrik tenaga surya yang dipasang di atas permukaan waduk, danau, atau badan air lain untuk memanfaatkan ruang secara lebih efisien. ([Kementerian ESDM](#))

**Panas bumi (geothermal):** sumber energi dari panas alami di dalam bumi yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkitan listrik dan penggunaan panas langsung. ([Kementerian ESDM](#))

**Hidrogen hijau:** hidrogen yang diproduksi melalui elektrolisis air dengan listrik dari sumber terbarukan, sehingga emisinya jauh lebih rendah dibanding hidrogen berbasis fosil. ([IRENA](#))

**Mineral kritis:** mineral yang sangat penting bagi teknologi energi bersih—seperti baterai, kendaraan listrik, dan jaringan—serta memiliki risiko pasokan strategis. ([IEA](#))

**Kendaraan listrik:** kendaraan yang digerakkan motor listrik dan umumnya memakai baterai isi ulang, menjadi bagian penting dari dekarbonisasi transportasi. ([IEA](#))

**Just transition:** pendekatan transisi menuju ekonomi rendah karbon yang menempatkan keadilan sosial, pekerjaan layak, dan perlindungan kelompok rentan sebagai prinsip utama. ([International Labour Organization](#))

**Green jobs:** pekerjaan yang secara langsung atau tidak langsung membantu mengurangi dampak lingkungan dan mendukung ekonomi yang lebih berkelanjutan. ([IRENA](#))

**Environmental stewardship:** tanggung jawab individu, organisasi, dan pemimpin untuk menjaga keberlanjutan lingkungan melalui keputusan yang sadar, etis, dan jangka panjang. ([World Economic Forum](#))

## Daftar Pustaka (APA 7)

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report*. IPCC.

International Energy Agency. (2023). *Electricity grids and secure energy transitions*. IEA.

International Energy Agency. (2024). *Batteries and secure energy transitions*. IEA.

International Energy Agency. (2024). *Renewables 2024*. IEA.

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

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

International Labour Organization. (2018). *World employment and social outlook 2018: Greening with jobs*. ILO.

International Renewable Energy Agency. (2024a). *Green hydrogen strategy: A guide to design*. IRENA.

International Renewable Energy Agency. (2024b). *Renewable energy and jobs: Annual review 2024*. IRENA.

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

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2024, August 5). *Pemerintah optimalkan potensi PLTS terapung 14 GW*.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2025, May). *Materi paparan RUPTL PT PLN (Persero) tahun 2025–2034*.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2025, September 17). *Indonesia siap jadi negara produsen listrik panas bumi terbesar dunia*.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2026). *Laporan kinerja Kementerian ESDM tahun 2025*.

United Nations Development Programme. (n.d.). *Indonesia Just Energy Transition Partnership (JETP)*.

World Economic Forum. (2025). *The Future of Jobs Report 2025*.

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

<https://chatgpt.com/c/69bdf9d2-dc58-839e-a051-aaaec1cb3a5d>