

litrus.

Buku Referensi

# Transisi Energi Hijau & Swasembada Energi Indonesia

Semangat **Asta Cita** Mewujudkan  
Kemandirian Industri Energi Hijau  
melalui Program PLTS 100 GW  
dan EBT Lainnya



Dr. Tri Wahyu Adi, CRGP., CAFG.

Dr. Ir. Suroso Isnandar, S.T., M.Sc., IPU, ASEAN Eng., QRMP., QCRO., QRGF.

Buku Referensi

# Transisi Energi Hijau & Swasembada Energi Indonesia

Semangat **Asta Cita** Mewujudkan  
Kemandirian Industri Energi Hijau  
melalui Program PLTS 100 GW  
dan EBT Lainnya

Dr. Tri Wahyu Adi, CRGP, CAFG.  
Dr. Ir. Suroso Isnandar, S.T., M.Sc., IPU, ASEAN Eng., QRMP, QCRO., QRGP.

**TRANSISI ENERGI HIJAU & SWASEMBADA ENERGI INDONESIA**  
**Semangat Asta Cita Mewujudkan Kemandirian Industri Energi Hijau**  
**Melalui Program PLTS 100 GW dan EBT Lainnya**

Penulis : Dr. Tri Wahyu Adi, CRGP., CAFG.

Dr. Ir. Suroso Isnandar, S.T., M.Sc., IPU., QRMP., QCRO., QRGF.

**ISBN : 978-623-127-668-1**

*Copyright* © Maret 2026

Ukuran: 17.6 cm x 25 cm; Hal: x + 750

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku dengan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Desainer sampul : Noufal Fahriza

Penata isi : D Gea Nuansa

Cetakan I, Maret 2026

Diterbitkan, dicetak, dan didistribusikan oleh

**CV. Literasi Nusantara Abadi**

Perumahan Puncak Joyo Agung Residence Kav. B11 Merjosari

Kecamatan Lowokwaru Kota Malang

Telp : +6285887254603, +6285841411519

Email: penerbitlitnus@gmail.com

Web: www.penerbitlitnus.co.id

Anggota IKAPI No. 209/JTI/2018



Kita punya energi geothermal yang cukup.  
Kita punya batubara yang sangat banyak.  
Kita punya energi dari air yang sangat besar.  
Kita punya teknologi yang murah dan yang bisa memenuhi kebutuhan kita.

Pemerintah yang saya pimpin fokus untuk **swasembada energi**.

**Prabowo Subianto**  
Presiden Republik Indonesia



## Kata Pengantar Oleh Direktur Utama PT PLN (Persero)

### Buku “Transisi Energi Hijau dan Swasembada Energi Indonesia”

**P**LN memegang peran strategis dalam perjalanan transisi energi Indonesia. Di bawah arahan Presiden Prabowo, kami mengemban mandat untuk mempercepat transisi energi sekaligus mewujudkan swasembada energi sebagai fondasi kemandirian energi nasional. Melalui implementasi RUPTL yang semakin didominasi energi baru terbarukan serta pengembangan PLTS hingga 100 GW, PLN terus memastikan sistem kelistrikan yang bersih, andal, dan mampu menopang pertumbuhan ekonomi serta kemajuan bangsa.

Tanggung jawab ini tentu penuh tantangan. Setiap tahun, ratusan proyek pembangkitan dan infrastruktur kelistrikan harus direncanakan, dikawal, dan diselesaikan dengan disiplin tinggi agar tepat waktu dan tepat biaya. Karena itu, dibutuhkan kepemimpinan proyek yang kuat untuk mengorkestrasi seluruh upaya tersebut.

Dalam konteks itulah, saya melihat peran penting Bapak Suroso Isnandar, Direktur Manajemen Proyek dan EBT PLN. Dengan integritas, kapasitas intelektual, dan pengalaman panjangnya, beliau berada di garis depan mengawal percepatan pembangunan energi baru terbarukan serta penguatan sistem kelistrikan nasional.

Bersama Bapak Tri Wahyu Adi, gagasan dan pengalaman tersebut kemudian dituangkan dalam buku “Transisi Energi Hijau dan Swasembada Energi Indonesia.” Buku ini tidak hanya membahas transisi energi secara komprehensif, tetapi juga menempatkan swasembada energi sebagai fondasi strategis bagi pertumbuhan ekonomi, industrialisasi nasional, dan peningkatan kesejahteraan rakyat.

Apa yang tertuang dalam buku ini lahir dari pengalaman nyata mengelola proyek-proyek energi berskala besar. Karena itu, buku ini menghadirkan perspektif yang praktis, relevan, dan penting bagi perjalanan transformasi energi Indonesia.

Saya menyampaikan apresiasi kepada Bapak Suroso Isnandar dan Bapak Tri Wahyu Adi atas dedikasi dan kontribusinya melalui karya ini. Semoga buku ini dapat memperkaya diskursus energi nasional serta menjadi referensi bagi para pengambil

kebijakan, praktisi, akademisi, dan generasi muda dalam mewujudkan satu tujuan besar kita bersama: swasembada energi untuk Indonesia.

**Darmawan Prasodjo**

Direktur Utama PT PLN (Persero)

# Daftar Isi

Kata Pengantar Oleh Direktur Utama PT PLN (Persero).....	v
Daftar Isi.....	vii

---

## Bagian I

Fondasi Konseptual Swasembada Energi.....	1
-------------------------------------------	---

---

### Bab 1

Pendahuluan: Energi Sebagai Pilar Kedaulatan Bangsa .....	2
A. Latar belakang krisis energi global dan implikasinya bagi Indonesia. ..	3
B. Swasembada energi dalam perspektif ketahanan nasional. ....	21
C. Posisi energi dalam pembangunan ekonomi jangka panjang.....	35

### Bab 2

Agenda Asta Cita dan Transformasi Sistem Energi Nasional .....	50
A. Program Asta Cita. ....	51
B. Energi sebagai enabler pertumbuhan inklusif.....	65
C. Tahapan strategis swasembada energi menuju <i>Net Zero Emissions</i> (NZE). ....	79

### Bab 3

Evolusi Kebijakan Energi Indonesia.....	96
A. Dinamika bauran energi nasional.....	97
B. Tantangan struktural: ketergantungan fosil, disparitas wilayah dan pembiayaan.....	113
C. Arah kebijakan menuju sistem energi rendah karbon. ....	128
D. Harmonisasi regulasi pusat–daerah. ....	142



---

## Bagian II

Teknologi Kunci Menuju Net Zero Emission.....	157
-----------------------------------------------	-----

---

### Bab 4

#### Energi Terbarukan sebagai Tulang Punggung Swasembada

Energi.....	158
A. PLTS, PLTA, PLTB, Panas Bumi dan Biomassa.....	159
B. Potensi teknis vs tantangan. ....	281
C. <i>Variable Renewable Energy</i> (VRE) dan implikasinya terhadap sistem. ....	298
D. Strategi integrasi EBT skala besar. ....	315

### Bab 5

#### Peran Gas dan Transisi dari Energi Fosil.....

A. Gas sebagai bridging energy.....	333
B. Efisiensi pembangkit dan fleksibilitas operasi.....	349
C. Cofiring biomassa dan teknologi penurunan emisi.....	366

### Bab 6

#### Penyimpanan Energi dan Sistem Cerdas.....

A. <i>Battery Energy Storage System</i> (BESS).....	390
B. <i>Smart grid</i> dan digitalisasi jaringan.....	409
C. <i>Demand response</i> dan manajemen beban. ....	428
D. Integrasi AI dan big data untuk optimasi operasi.....	448

### Bab 7

#### Hidrogen, Amonia dan Teknologi Masa Depan.....

A. Green hydrogen sebagai game changer. ....	469
B. Amonia untuk pembangkitan dan industri. ....	488
C. Tantangan keekonomian dan infrastruktur. ....	507
D. Peta jalan pengembangan hidrogen nasional. ....	526

## Bab 8

Energi Nuklir dalam Kerangka NZE .....	546
A. Peran PLTN sebagai baseload rendah karbon.....	547
B. Kesiapan teknologi dan regulasi. ....	569
C. Isu keselamatan, sosial dan penerimaan publik.....	589
D. Skema implementasi bertahap di Indonesia.....	610
E. Asta Cita dalam mewujudkan kedaulatan energi melalui pengembangan PLTN dan hidrogen sebagai pendorong pertumbuhan ekonomi nasional yang berkelanjutan.....	631

---

## Bagian III

Strategi Industri dan Rantai Nilai Energi.....	639
------------------------------------------------	-----

---

## Bab 9

Industrialisasi Energi dan TKDN .....	640
A. Penguatan manufaktur komponen energi. ....	641
B. Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) dalam proyek EBT dan pembangkit.....	660
C. Transfer teknologi dan pengembangan SDM.....	681
D. Ekosistem industri energi nasional. ....	701
Daftar Pustaka .....	725



# Bagian I

## Fondasi Konseptual Swasembada Energi





# BAB 1

## Pendahuluan: Energi Sebagai Pilar Kedaulatan Bangsa

**E**nergi memiliki posisi strategis sebagai salah satu pilar utama dalam menjaga kedaulatan suatu bangsa. Ketersediaan energi yang andal, terjangkau, dan berkelanjutan menentukan kemampuan suatu negara dalam mempertahankan stabilitas ekonomi, mendukung aktivitas industri, serta menjamin kesejahteraan masyarakat. Ketergantungan yang tinggi terhadap sumber energi dari luar negeri dapat menimbulkan kerentanan terhadap dinamika geopolitik dan fluktuasi pasar global. Oleh karena itu, penguatan kemandirian energi menjadi agenda penting dalam pembangunan nasional. Dalam konteks Indonesia, upaya memperkuat kedaulatan energi semakin relevan seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi dan tuntutan untuk menurunkan emisi karbon.

Sejalan dengan semangat Asta Cita, pembangunan sektor energi diarahkan pada penguatan kapasitas domestik melalui pengembangan energi baru dan terbarukan serta pembentukan industri energi hijau yang mandiri. Pendekatan ini tidak hanya bertujuan memenuhi kebutuhan energi nasional secara berkelanjutan, tetapi juga memperkuat fondasi ekonomi dan teknologi nasional dalam mendukung tercapainya swasembada energi Indonesia.

## A. Latar belakang krisis energi global dan implikasinya bagi Indonesia.

---

Krisis energi global dalam beberapa tahun terakhir terbentuk oleh interaksi kompleks antara ketegangan geopolitik, gangguan rantai pasok internasional, serta kerentanan struktural yang bersumber dari ketergantungan berlebihan pada bahan bakar fosil yang diperdagangkan secara lintas negara. Episode krisis pada tahun 2022 memperlihatkan bahwa isu keamanan energi tidak dapat dipahami semata sebagai persoalan teknis ketersediaan pasokan, melainkan sebagai konsekuensi strategis dari konsentrasi negara pemasok, eksposur terhadap risiko politik, serta terbatasnya diversifikasi mitra energi. Volatilitas harga minyak, gas alam dan batu bara kemudian menjalar ke sistem ekonomi melalui mekanisme inflasi biaya, penurunan daya beli masyarakat, serta meningkatnya ketidakpastian investasi yang pada akhirnya menghambat momentum pertumbuhan ekonomi.

Bagi Indonesia, dinamika tersebut menghadirkan implikasi yang bersifat ambivalen. Kenaikan harga komoditas energi memang berpotensi meningkatkan penerimaan pada sektor-sektor tertentu, namun pada saat yang sama ketergantungan terhadap impor energi dan keterpaparan terhadap fluktuasi harga global memperbesar tekanan fiskal serta meningkatkan risiko terhadap stabilitas neraca energi nasional. Dalam kerangka tersebut, fondasi konseptual swasembada energi perlu diposisikan sebagai strategi penguatan ketahanan pasokan melalui diversifikasi bauran energi, pengurangan ketergantungan impor secara bertahap, serta percepatan transisi energi yang tetap menjamin keandalan sistem ketenagalistrikan.

Energi sebagai pilar kedaulatan bangsa menuntut kapasitas institusional negara untuk merancang kebijakan yang konsisten, adaptif dan berbasis bukti agar pembangunan nasional tidak terjebak dalam jalur energi konvensional yang rentan terhadap guncangan eksternal. Namun demikian, agenda swasembada tidak dapat direduksi hanya pada peningkatan kapasitas terpasang. Pengalaman implementasi proyek energi terbarukan menunjukkan bahwa kelemahan teknis dan tata kelola dapat menggerus kepercayaan publik terhadap sistem baru apabila tidak diiringi peningkatan keandalan dan manajemen risiko yang memadai. Oleh karena itu, respons terhadap krisis energi juga perlu mencakup strategi sisi permintaan, seperti efisiensi energi, konservasi dan pengelolaan konsumsi secara adaptif, guna memperkuat ketahanan ekonomi dan sosial secara berkelanjutan.



## BAB 2

### Agenda Asta Cita dan Transformasi Sistem Energi Nasional

**A**genda Asta Cita menempatkan transformasi sistem energi nasional sebagai salah satu fondasi penting dalam mewujudkan pembangunan ekonomi yang berkelanjutan dan berdaya saing. Kerangka pembangunan ini menekankan pentingnya memperkuat ketahanan energi melalui diversifikasi sumber energi, peningkatan efisiensi pemanfaatan energi, serta percepatan pengembangan energi baru dan terbarukan. Transformasi tersebut tidak hanya diarahkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, tetapi juga untuk membangun sistem energi yang lebih tangguh, bersih, dan adaptif terhadap dinamika perubahan global. Dalam konteks tersebut, sektor energi diposisikan sebagai pendorong utama bagi pertumbuhan ekonomi sekaligus sebagai instrumen strategis dalam mendukung komitmen pengurangan emisi karbon.

Sejalan dengan semangat Asta Cita, transformasi energi nasional juga diarahkan untuk membangun kemandirian industri energi hijau di dalam negeri. Pendekatan ini menekankan penguatan kapasitas manufaktur, pengembangan teknologi domestik, serta integrasi rantai pasok industri energi yang berkelanjutan. Melalui strategi tersebut, transisi energi hijau diharapkan tidak hanya berkontribusi pada pencapaian target lingkungan, tetapi juga mampu memperkuat struktur ekonomi nasional serta mendukung terwujudnya swasembada energi Indonesia.

## A. Program Asta Cita.

Program Asta Cita merupakan kerangka strategis pembangunan nasional yang menempatkan kemandirian ekonomi, penguatan kapasitas industri domestik, serta ketahanan energi sebagai fondasi utama dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Dalam konteks transformasi sistem energi nasional, agenda Asta Cita menekankan pentingnya diversifikasi sumber energi, pengurangan ketergantungan pada energi fosil, serta percepatan pemanfaatan energi baru dan terbarukan sebagai pilar utama menuju sistem energi yang lebih bersih, tangguh, dan berdaya saing. Pendekatan ini tidak hanya diarahkan untuk mendukung komitmen penurunan emisi dan agenda transisi energi hijau, tetapi juga untuk memperkuat struktur industri nasional melalui peningkatan nilai tambah dalam negeri dan pengembangan rantai pasok teknologi energi.

Salah satu inisiatif strategis yang sejalan dengan semangat Asta Cita adalah pengembangan program PLTS 100 GW bersama berbagai sumber energi terbarukan lainnya sebagai motor transformasi sektor ketenagalistrikan nasional. Program ini dirancang untuk memperluas kapasitas pembangkit listrik rendah karbon secara signifikan sekaligus mendorong tumbuhnya industri manufaktur komponen energi surya, sistem penyimpanan energi, serta teknologi pendukung lainnya di dalam negeri. Dengan demikian, agenda Asta Cita tidak hanya diposisikan sebagai strategi transisi energi, tetapi juga sebagai instrumen kebijakan industrialisasi energi yang mampu memperkuat kemandirian teknologi, menciptakan lapangan kerja baru, serta meningkatkan daya saing ekonomi nasional dalam lanskap ekonomi hijau global.

### 1. Asta Cita sebagai Kerangka Pembangunan Nasional.

Asta Cita merupakan kerangka pembangunan nasional yang dirancang untuk mengarahkan transformasi berbagai sektor strategis guna memperkuat kedaulatan negara dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara berkelanjutan. Melalui agenda pembangunan yang terintegrasi, Asta Cita menekankan pentingnya sinergi antara pembangunan ekonomi, penguatan kapasitas industri nasional, serta peningkatan ketahanan sumber daya strategis. Dalam konteks sektor energi, kerangka ini memberikan landasan kebijakan bagi transformasi sistem energi nasional menuju model yang lebih berkelanjutan,





# BAB 3

## Evolusi Kebijakan Energi Indonesia

**E**volusi kebijakan energi Indonesia menunjukkan perubahan arah yang semakin menekankan keberlanjutan, ketahanan energi, serta penguatan kapasitas industri nasional. Pada tahap awal pembangunan energi, kebijakan lebih banyak berfokus pada pemanfaatan sumber daya fosil untuk memenuhi kebutuhan listrik dan mendukung pertumbuhan ekonomi. Namun seiring meningkatnya kesadaran terhadap tantangan perubahan iklim dan ketahanan pasokan energi, kebijakan energi nasional secara bertahap mulai mengintegrasikan prinsip keberlanjutan melalui peningkatan peran energi baru dan terbarukan. Transformasi kebijakan ini juga mencerminkan upaya pemerintah dalam menyeimbangkan kebutuhan pembangunan ekonomi dengan komitmen terhadap pengurangan emisi serta perlindungan lingkungan.

Dalam konteks transisi energi hijau, arah kebijakan energi Indonesia semakin menekankan pentingnya kemandirian energi serta penguatan ekosistem industri energi domestik. Sejalan dengan semangat Asta Cita, kebijakan energi diarahkan untuk mendorong pengembangan industri energi hijau yang mampu meningkatkan nilai tambah ekonomi nasional, memperkuat kapasitas teknologi, serta mendukung tercapainya swasembada energi secara berkelanjutan.

## A. Dinamika bauran energi nasional.

Dinamika bauran energi nasional Indonesia mengalami perubahan yang signifikan seiring dengan berkembangnya kebijakan energi yang semakin menekankan keberlanjutan, ketahanan energi, serta efisiensi pemanfaatan sumber daya domestik. Dalam beberapa dekade terakhir, struktur penyediaan energi nasional masih didominasi oleh energi fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Namun demikian, arah kebijakan energi nasional secara bertahap mengalami pergeseran menuju sistem energi yang lebih beragam dan rendah karbon melalui peningkatan pemanfaatan energi baru dan terbarukan. Evolusi kebijakan ini tercermin dalam berbagai strategi pemerintah yang berupaya menyeimbangkan kebutuhan pertumbuhan ekonomi dengan komitmen terhadap pengurangan emisi dan perlindungan lingkungan.

Dalam kerangka transisi energi hijau, dinamika bauran energi nasional juga dipengaruhi oleh upaya memperkuat kemandirian energi melalui pengembangan sumber energi domestik yang berkelanjutan. Semangat Asta Cita mendorong transformasi sistem energi nasional dengan menempatkan pembangunan industri energi hijau sebagai bagian dari strategi pembangunan ekonomi jangka panjang. Program pengembangan PLTS berkapasitas besar hingga 100 GW bersama dengan berbagai potensi energi terbarukan lainnya menjadi instrumen penting dalam mempercepat peningkatan kontribusi energi bersih dalam bauran energi nasional. Melalui pendekatan tersebut, Indonesia tidak hanya berupaya mengurangi ketergantungan pada energi fosil, tetapi juga membangun fondasi industri energi terbarukan yang mampu mendukung swasembada energi, meningkatkan daya saing ekonomi, serta memperkuat ketahanan energi nasional dalam jangka panjang.

### 1. Pengertian dan Peran Bauran Energi dalam Kebijakan Nasional.

Bauran energi merupakan komposisi berbagai sumber energi yang digunakan dalam memenuhi kebutuhan energi nasional, baik yang berasal dari energi fosil maupun energi terbarukan. Dalam kerangka kebijakan energi nasional, pengaturan bauran energi memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan antara keamanan pasokan energi, efisiensi ekonomi, serta keberlanjutan lingkungan. Dinamika bauran energi nasional juga mencerminkan arah evolusi kebijakan energi Indonesia yang berupaya mengurangi ketergantungan pada

# Bagian II

## Teknologi Kunci Menuju Net Zero Emission





## BAB 4

### Energi Terbarukan sebagai Tulang Punggung Swasembada Energi

**E**nergi terbarukan semakin dipandang sebagai fondasi utama dalam upaya mewujudkan swasembada energi nasional yang berkelanjutan. Pemanfaatan sumber energi seperti tenaga surya, angin, air, biomassa, dan panas bumi memberikan peluang bagi Indonesia untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor energi sekaligus memanfaatkan potensi sumber daya alam domestik secara optimal. Dalam konteks transformasi sistem energi, pengembangan energi terbarukan juga berkontribusi pada penurunan emisi gas rumah kaca serta peningkatan ketahanan sistem kelistrikan nasional. Dengan karakteristik sumber energi yang tersebar di berbagai wilayah, energi terbarukan berpotensi mendukung pemerataan pembangunan energi dan memperluas akses listrik secara lebih merata. Sejalan dengan semangat Asta Cita, penguatan peran energi terbarukan diarahkan tidak hanya pada peningkatan kapasitas pembangkit, tetapi juga pada pembangunan ekosistem industri energi hijau yang terintegrasi. Melalui pendekatan tersebut, pengembangan energi terbarukan dapat mendorong pertumbuhan industri domestik, meningkatkan nilai tambah ekonomi nasional, serta memperkuat kemandirian teknologi dan energi Indonesia dalam jangka panjang.

## A. PLTS, PLTA, PLTB, Panas Bumi dan Biomassa.

Berdasarkan *Outlook Energi Indonesia 2023* yang diterbitkan oleh Dewan Energi Nasional, potensi pembangkit listrik energi terbarukan Indonesia pada tahun 2022 menunjukkan kapasitas teknis yang sangat besar, terutama dari tenaga surya, air, angin, panas bumi dan bioenergi. Namun, tingkat pemanfaatannya masih berada jauh di bawah potensi yang tersedia akibat kendala regulasi, pembiayaan, kesiapan infrastruktur dan integrasi sistem kelistrikan. Kondisi ini mencerminkan adanya kesenjangan struktural antara sumber daya energi baru dan terbarukan yang melimpah dan realisasi pemanfaatannya dalam bauran energi nasional. Optimalisasi pemanfaatan energi terbarukan menjadi prasyarat strategis untuk menjadikannya tulang punggung swasembada energi yang berkelanjutan.

Tabel 4.1. Potensi dan Pemanfaatan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Tahun 2022

Renewable Energy Type	Total Potential (GW)	Utilization (GW)	% Utilization
Ocean	63	-	-
Geothermal	23	2,4	10,30%
Bioenergy	57	3,1	5,40%
Wind	155	0,2	0,10%
Hydro	95	6,7	7,00%
Solar	3.294	0,3	0,01%
<b>Total</b>	<b>3.687</b>	<b>12,6</b>	<b>0,30%</b>

Sumber: Ditjen EBTKE, 2023 didalam Outlook Energi Indonesia 2023

Dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2025–2034, arah pengembangan sistem ketenagalistrikan Indonesia menunjukkan perubahan struktural yang signifikan menuju sumber energi rendah karbon. Sebanyak 76 persen dari total rencana penambahan kapasitas pembangkit dialokasikan untuk Energi Baru dan Terbarukan, yang mencakup energi surya, angin, air, panas bumi, serta energi nuklir dan sistem penyimpanan energi. Komposisi ini mencerminkan penegasan kebijakan jangka panjang yang menempatkan EBT, termasuk teknologi pendukungnya, sebagai tulang punggung pertumbuhan kapasitas pembangkitan, peningkatan keandalan sistem, penguatan ketahanan energi nasional dan pencapaian target penurunan emisi secara berkelanjutan.



# BAB 5

## Peran Gas dan Transisi dari Energi Fosil

Gas alam memainkan peran penting dalam proses transisi dari sistem energi berbasis fosil menuju sistem energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Dibandingkan dengan sumber energi fosil lain seperti batu bara dan minyak bumi, gas memiliki intensitas emisi karbon yang relatif lebih rendah serta tingkat fleksibilitas operasional yang lebih tinggi dalam pembangkitan listrik. Karakteristik ini menjadikan gas sebagai sumber energi transisi yang dapat mendukung stabilitas sistem kelistrikan, terutama ketika penetrasi energi terbarukan yang bersifat intermiten semakin meningkat. Dalam konteks transformasi energi nasional, pemanfaatan gas juga berfungsi sebagai langkah strategis untuk menjaga keandalan pasokan energi sekaligus mengurangi ketergantungan pada bahan bakar yang memiliki tingkat emisi lebih tinggi. Sejalan dengan agenda pembangunan yang tercermin dalam semangat Asta Cita, peran gas dapat diposisikan sebagai bagian dari strategi menuju sistem energi yang lebih bersih dan mandiri. Pemanfaatan gas sebagai energi perantara memberikan ruang bagi percepatan pengembangan energi baru dan terbarukan, sekaligus mendukung proses transformasi menuju struktur energi nasional yang lebih berkelanjutan.

### A. Gas sebagai bridging energy.

Dalam dinamika transisi energi global, gas alam sering diposisikan sebagai energi perantara atau *bridging energy* yang berperan menjembatani peralihan dari sistem

energi berbasis fosil menuju sistem energi rendah karbon. Dibandingkan dengan batu bara dan minyak bumi, gas alam memiliki intensitas emisi karbon yang lebih rendah serta tingkat fleksibilitas operasional yang lebih tinggi dalam sistem pembangkitan listrik. Karakteristik tersebut menjadikan gas sebagai sumber energi yang relatif lebih adaptif untuk mendukung stabilitas sistem kelistrikan, terutama pada masa transisi ketika penetrasi energi terbarukan yang bersifat variabel masih terus meningkat. Dalam konteks kebijakan energi nasional, pemanfaatan gas juga dipandang sebagai bagian dari strategi untuk menjaga keandalan pasokan energi sekaligus menurunkan intensitas emisi sektor energi secara bertahap.

Peran gas sebagai energi perantara menjadi semakin relevan dalam kerangka transformasi sistem energi Indonesia yang diarahkan menuju transisi energi hijau dan penguatan swasembada energi nasional. Agenda pembangunan yang tercermin dalam semangat Asta Cita mendorong percepatan pengembangan energi baru dan terbarukan, termasuk melalui program pengembangan PLTS berkapasitas besar hingga 100 GW serta pemanfaatan berbagai potensi energi bersih lainnya. Dalam proses tersebut, pembangkit berbasis gas dapat berfungsi sebagai penyeimbang sistem yang mendukung integrasi energi terbarukan ke dalam jaringan listrik nasional. Dengan demikian, gas tidak hanya diposisikan sebagai sumber energi transisi, tetapi juga sebagai instrumen strategis untuk menjaga stabilitas sistem energi sambil membuka ruang bagi pertumbuhan industri energi hijau di Indonesia.

#### **1. Konsep Bridging Energy dalam Transisi Energi.**

Konsep *bridging energy* dalam transisi energi merujuk pada pemanfaatan sumber energi tertentu sebagai tahap peralihan dari sistem energi berbasis bahan bakar fosil menuju sistem energi yang didominasi oleh sumber energi rendah karbon. Dalam konteks ini, gas alam sering dipandang sebagai salah satu bentuk energi transisi karena karakteristik emisinya relatif lebih rendah dibandingkan dengan batu bara dan minyak bumi. Peran gas dalam sistem energi modern tidak hanya terbatas sebagai sumber pembangkit listrik, tetapi juga sebagai penyeimbang sistem yang mampu merespons perubahan pasokan energi terbarukan yang bersifat variabel. Dengan fleksibilitas operasional yang dimilikinya, pembangkit listrik berbasis gas dapat membantu menjaga stabilitas sistem tenaga selama proses peningkatan penetrasi energi terbarukan berlangsung. Dalam perspektif swasembada energi, pemanfaatan gas sebagai



# BAB 7

## Hidrogen, Amonia dan Teknologi Masa Depan

**H**idrogen dan amonia semakin dipandang sebagai bagian penting dari teknologi energi masa depan yang berpotensi mendukung transformasi menuju sistem energi rendah karbon. Hidrogen yang diproduksi dari sumber energi terbarukan dapat berfungsi sebagai pembawa energi yang fleksibel, karena dapat dimanfaatkan dalam berbagai sektor seperti pembangkitan listrik, transportasi, serta industri intensif energi. Selain itu, hidrogen juga dapat dikonversi menjadi amonia yang lebih mudah disimpan dan diangkut, sehingga membuka peluang baru dalam pengembangan rantai pasok energi bersih di tingkat regional maupun global. Dengan karakteristik tersebut, hidrogen dan amonia berpotensi memainkan peran strategis dalam mendukung integrasi energi terbarukan serta penyimpanan energi dalam skala besar.

Dalam konteks Indonesia, pengembangan teknologi hidrogen dan amonia memiliki relevansi yang kuat dengan agenda transisi energi hijau serta upaya memperkuat kemandirian energi nasional. Sejalan dengan semangat Asta Cita, pengembangan teknologi ini dapat menjadi bagian dari strategi membangun industri energi hijau yang terintegrasi, mulai dari produksi energi bersih hingga pemanfaatannya dalam berbagai sektor ekonomi. Pendekatan tersebut membuka peluang bagi Indonesia untuk mengembangkan kapasitas teknologi domestik,



meningkatkan nilai tambah industri energi, serta memperkuat posisi nasional dalam ekonomi energi bersih di masa depan.

## A. Green hydrogen sebagai game changer.

Green hydrogen semakin dipandang sebagai salah satu inovasi penting yang berpotensi mengubah struktur sistem energi global menuju arah yang lebih bersih dan berkelanjutan. Hidrogen hijau diproduksi melalui proses elektrolisis air dengan memanfaatkan listrik dari sumber energi terbarukan, sehingga proses produksinya hampir tidak menghasilkan emisi karbon. Karakteristik tersebut menjadikan green hydrogen sebagai energi pembawa yang fleksibel karena dapat dimanfaatkan dalam berbagai sektor, termasuk pembangkitan listrik, industri berat, transportasi, serta penyimpanan energi jangka panjang. Selain itu, hidrogen juga dapat dikonversi menjadi amonia hijau yang lebih mudah disimpan dan didistribusikan, sehingga membuka peluang baru dalam perdagangan energi bersih di tingkat global. Dengan berbagai potensi tersebut, teknologi hidrogen dan turunannya mulai dipandang sebagai salah satu komponen penting dalam sistem energi masa depan yang rendah karbon.

Dalam konteks Indonesia, pengembangan green hydrogen memiliki relevansi strategis dalam mendukung agenda transisi energi hijau dan penguatan kemandirian energi nasional. Program pengembangan pembangkit listrik tenaga surya skala besar hingga 100 GW, bersama dengan berbagai sumber energi terbarukan lainnya, menyediakan peluang besar untuk menghasilkan listrik hijau yang dapat dimanfaatkan dalam proses produksi hidrogen melalui elektrolisis. Semangat Asta Cita yang menekankan kemandirian industri energi hijau mendorong pengembangan ekosistem teknologi hidrogen secara terintegrasi, mulai dari produksi, penyimpanan, hingga pemanfaatannya dalam berbagai sektor industri. Dengan pendekatan tersebut, green hydrogen tidak hanya berfungsi sebagai alternatif energi bersih, tetapi juga sebagai pendorong transformasi industri energi nasional menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan, berdaya saing, dan mandiri.

### 1. Latar Belakang dan Konsep Green Hydrogen.

Pengembangan green hydrogen muncul sebagai respons strategis terhadap kebutuhan dekarbonisasi sektor energi dan industri yang sulit dialiri langsung oleh listrik berbasis energi terbarukan. Hidrogen hijau, yang diproduksi



# BAB 8

## Energi Nuklir dalam Kerangka NZE

**E**nergi nuklir semakin dipertimbangkan sebagai salah satu komponen penting dalam strategi pencapaian target *Net Zero Emissions* (NZE), terutama dalam sistem energi yang membutuhkan pasokan listrik berskala besar dengan emisi karbon yang sangat rendah. Pembangkit listrik tenaga nuklir memiliki kemampuan menyediakan listrik secara stabil dan berkelanjutan sebagai sumber baseload, sehingga dapat melengkapi peran energi terbarukan yang bersifat variabel seperti tenaga surya dan angin. Dalam konteks transformasi sistem energi nasional, pemanfaatan teknologi nuklir juga dipandang sebagai langkah strategis untuk memperkuat ketahanan energi serta mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil.

Sejalan dengan agenda pembangunan yang tercermin dalam semangat Asta Cita, pengembangan energi nuklir dapat ditempatkan sebagai bagian dari strategi jangka panjang untuk membangun sistem energi rendah karbon yang mandiri dan berkelanjutan. Selain mendukung dekarbonisasi sektor ketenagalistrikan, pengembangan teknologi nuklir juga berpotensi mendorong tumbuhnya industri teknologi tinggi di dalam negeri, termasuk dalam bidang rekayasa, manufaktur komponen, dan pengembangan sumber daya manusia. Dengan pendekatan tersebut, energi nuklir tidak hanya berfungsi sebagai sumber listrik bersih, tetapi juga sebagai pendorong penguatan kapasitas teknologi nasional dalam mendukung transisi energi hijau dan kemandirian energi Indonesia.

## A. Peran PLTN sebagai baseload rendah karbon.

Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) memiliki peran strategis sebagai sumber listrik baseload rendah karbon yang mampu menyediakan pasokan energi secara stabil dan berkelanjutan dalam sistem ketenagalistrikan modern. Dalam kerangka pencapaian *Net Zero Emissions* (NZE), PLTN memberikan kontribusi penting melalui produksi listrik bersih dalam skala besar dengan tingkat emisi karbon yang sangat rendah sepanjang siklus operasinya. Keberadaan PLTN juga dapat melengkapi pengembangan energi terbarukan variabel seperti PLTS, sehingga meningkatkan keandalan sistem tenaga nasional. Dalam konteks transisi energi hijau Indonesia dan agenda Asta Cita menuju swasembada energi, integrasi PLTN bersama program PLTS 100 GW dan sumber EBT lainnya berpotensi memperkuat ketahanan energi sekaligus mendukung pembangunan industri energi bersih domestik.



**Gambar 8.1.** Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir

Sumber: Gambar ilustrasi PLTN dibuat menggunakan AI

### 1. Konteks Energi Nuklir dalam Agenda *Net Zero Emissions*.

Energi nuklir dalam konteks pencapaian *Net Zero Emissions* (NZE) diposisikan sebagai sumber energi baseload rendah karbon yang mampu menyediakan

# Bagian III

## Strategi Industri dan Rantai Nilai Energi





# BAB 9

## Industrialisasi Energi dan TKDN

**I**ndustrialisasi energi yang berbasis pada peningkatan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) merupakan pendekatan strategis untuk memperkuat fondasi kemandirian energi nasional sekaligus mendorong pertumbuhan industri teknologi energi di dalam negeri. Kebijakan ini tidak hanya bertujuan meningkatkan kontribusi industri domestik dalam pembangunan infrastruktur energi, tetapi juga memperkuat kemampuan nasional dalam penguasaan teknologi, rekayasa sistem, serta pengembangan rantai pasok industri yang berkelanjutan. Dalam konteks transisi energi hijau, industrialisasi energi menjadi instrumen penting untuk memastikan bahwa pengembangan energi baru dan terbarukan memberikan manfaat ekonomi yang lebih luas bagi perekonomian nasional.

Sejalan dengan semangat Asta Cita, penguatan TKDN dalam sektor energi diarahkan untuk membangun ekosistem industri energi hijau yang terintegrasi, mulai dari manufaktur komponen hingga pengembangan inovasi teknologi. Pendekatan ini memungkinkan Indonesia tidak hanya menjadi pengguna teknologi energi bersih, tetapi juga berperan sebagai produsen dan pengembang teknologi tersebut. Melalui strategi industrialisasi yang terencana, pengembangan energi hijau dapat berkontribusi pada penciptaan lapangan kerja, peningkatan nilai tambah domestik, serta penguatan daya saing ekonomi nasional dalam mendukung tercapainya swasembada energi Indonesia secara berkelanjutan.

## Daftar Pustaka

- Abdalla, A. N., Nazir, M. S., Tao, H., Cao, S., Ji, R., Jiang, M., & Yao, L. (2021). Integration of energy storage system and renewable energy sources based on artificial intelligence: An overview. *Journal of Energy Storage*, 40, 102811.
- Abudu, K., Igie, U., Roumeliotis, I., & Hamilton, R. (2021). Impact of gas turbine flexibility improvements on combined cycle gas turbine performance. *Applied Thermal Engineering*, 189, 116703.
- Achakulwisut, P., Erickson, P., Lazarus, M., & others. (2023). Global fossil fuel reduction pathways under different climate mitigation strategies and ambitions. *Nature Communications*, 14, 5615.
- Acheampong, A. O., Dzator, J., & Shahbaz, M. (2021). Empowering the powerless: Does access to energy improve income inequality? *Energy Economics*, 99, 105288.
- Afriani, M. D., & Poletti, S. (2026). Evaluating renewable energy pathways and emissions targets in Indonesia: An OSeMOSYS-based economic and sensitivity analysis of PLN. *Energy Policy*, 211, 115093.
- Agostino, M., Giunta, A., Ruberto, S., & Scalera, D. (2023). Global value chains and energy-related sustainable practices. Evidence from Enterprise Survey data. *Energy Economics*, 127(Part A), 107068.
- Akimaya, M., & Dahl, C. (2022). Political power, economic trade-offs, and game theory in Indonesian gasoline subsidy reform. *Energy Research & Social Science*, 92, 102782.
- Akpahou, R., Mensah, L. D., Quansah, D. A., & Kemausuor, F. (2024). Energy planning and modeling tools for sustainable development: A systematic literature review. *Energy Reports*.
- Al Shawa, B. (2024). Keeping the rebound and energy poverty at bay: A novel tariff structure for the United Kingdom's residential sector. *Energy Research & Social Science*, 112, 103508.
- Alharbi, S. S., Al Mamun, M., Boubaker, S., & Rizvi, S. K. A. (2023). Green finance and renewable energy: A worldwide evidence. *Energy Economics*, 118, 106499.

- Ali, M., Guan, Y., Vasquez, J. C., Guerrero, J. M., Wijaya, F. D., & Perdana, A. P. (2026). Grid code requirements for the integration of renewable energy sources in Indonesia—a review. *Renewable Energy Focus*, 56, 100782.
- Al-Shetwi, A. Q. (2022). Sustainable development of renewable energy integrated power sector: Trends, environmental impacts, and recent challenges. *Science of The Total Environment*, 822, 153645.
- Ameli, N., Dessens, O., Winning, M., Cronin, J., Chenet, H., Drummond, P., Calzadilla, A., Anandarajah, G., & Grubb, M. (2021). Higher cost of finance exacerbates a climate investment trap in developing economies. *Nature Communications*, 12, 4046.
- Amiruddin, A., Liebman, A., Dargaville, R., & Gawler, R. (2024). Optimal energy storage configuration to support 100% renewable energy for Indonesia. *Energy for Sustainable Development*, 81, 101509.
- Amponsah, M., Agbola, F. W., & Mahmood, A. (2023). The relationship between poverty, income inequality and inclusive growth in Sub-Saharan Africa. *Economic Modelling*, 126, 106415.
- Anantharajah, K., Curth, B., & Roddick, S. (2022). Realities of climate finance justice and energy transitions in Asia and the Pacific. *Energy Research & Social Science*, 86, 102433.
- Apriliyanti, I. D., Nugraha, D. B., Kristiansen, S., & Overland, I. (2024). To reform or not reform? Competing energy transition perspectives on Indonesia's monopoly electricity supplier Perusahaan Listrik Negara (PLN). *Energy Research & Social Science*, 118, 103797.
- Aramendia, E., Brockway, P. E., Taylor, P. G., & Norman, J. (2023). Global energy consumption of the mineral mining industry: Exploring the historical perspective and future pathways to 2060. *Global Environmental Change*, 83, 102745.
- Arzaghi, M., & Squalli, J. (2023). The environmental impact of fossil fuel subsidy policies. *Energy Economics*, 126, 106980.
- Asante, D., He, Z., Ampaw, E. M., Gyamerah, S., Twumasi, M. A., Opoku-Mensah, E., Kyere, F., Asante, B., & Akyia, E. A. (2021). Renewable energy technology transition among small-and-medium scale firms in Ghana. *Renewable Energy*, 179, 1054–1066.
- Asghar, N., Amjad, M. A., Rehman, H. U., Munir, M., & Alhaji, R. (2022). Achieving sustainable development resilience: Poverty reduction through affordable access to electricity in developing economies. *Journal of Cleaner Production*, 376, 134040.

- Asiedu, E., Azomahou, T. T., Gaekwad, N. B., & Ouédraogo, M. (2021). The determinants of electricity constraints by firms in developing countries. *Energy Economics*, 104, 105605.
- Aslam, N., Yang, W., Saeed, R., & Ullah, F. (2024). Energy transition as a solution for energy security risk: Empirical evidence from BRI countries. *Energy*, 290, 130090.
- Asta Cita ESDM, <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/sejalan-dengan-program-asta-cita-kementerian-esdm-kebut-pengembangan-ekosistem-hidrogen>
- Asta Cita PLN, <https://web.pln.co.id/media/siaran-pers/2024/11/pada-cop29-pln-paparkan-strategi-dorong-pertumbuhan-ekonomi-melalui-swasembada-energi-berkelanjutan>
- Asta Cita Prabowo, <https://prabowosubianto.com/program-kerja-asta-cita-2/>
- Asta Cita, <https://indonesia.go.id/kategori/editorial/8747/tantangan-besar-asta-cita-dan-keberlanjutan-pembangunan>
- Atik Gözkün, K., & Orhangazi, Ö. (2025). Green transition for Turkey: Growth, employment, and trade deficit effects. *Energy Policy*, 202, 114577.
- Axon, C. J., & Darton, R. C. (2021). The causes of risk in fuel supply chains and their role in energy security. *Journal of Cleaner Production*, 324, 129254.
- Ayaz, M. T., Prodromou, T., Le, T., & Nepal, R. (2024). Energy security dimensions and economic growth in Non-OECD Asia: An analysis on the role of institutional quality with energy policy implications. *Energy Policy*, 188, 114090.
- Azimi, M. N., Rahman, M. M., & Maraseni, T. (2025). Powering progress: The interplay of energy security and institutional quality in driving economic growth. *Applied Energy*, 378, 124835.
- Babić, M., & Dixon, A. D. (2023). Decarbonising states as owners. *New Political Economy*, 28(4), 608–627.
- Ballesteros-Arjona, V., Oliveras, L., Bolívar Muñoz, J., Olry de Labry Lima, A., Carrere, J., Martín Ruiz, E., ... Marí-Dell'Olmo, M. (2022). What are the effects of energy poverty and interventions to ameliorate it on people's health and well-being?: A scoping review with an equity lens. *Energy Research & Social Science*, 87, 102456.
- Banerjee, R., Mishra, V., & Maruta, A. A. (2021). Energy poverty, health and education outcomes: Evidence from the developing world. *Energy Economics*, 101, 105447.
- Banna, H., Alam, A., Chen, X. H., & Alam, A. W. (2023). Energy security and economic stability: The role of inflation and war. *Energy Economics*, 126, 106949.



- Bashir, A., & Khurshid, N. (2025). Unveiling the energy-growth nexus: A compelling journey through four key hypotheses. *Research in Globalization*, 11, 100295.
- Basilico, P., Biancardi, A., D'Adamo, I., Gastaldi, M., & Stornelli, V. (2025). Socioeconomic dimensions of renewable energy communities: Pathways to collective well-being. *Utilities Policy*, 96, 102000.
- Baskoro, F. R., Takahashi, K., Morikawa, K., & Nagasawa, K. (2021). System dynamics approach in determining coal utilization scenario in Indonesia. *Resources Policy*, 73, 102209.
- Battaglia, V., Vanoli, L., & Zagni, M. (2024). Economic benefits of Renewable energy communities in smart districts: A comparative analysis of incentive schemes for NZEBs. *Energy and Buildings*, 305, 113911.
- Beesley, L. J., Patelli, P., Kaufeld, K., Schwenk, J., Martinez, K. M., Pitts, T., et al. (2023). Multi-dimensional resilience: A quantitative exploration of disease outcomes and economic, political, and social resilience to the COVID-19 pandemic in six countries. *PLOS ONE*, 18(1), e0279894.
- Belaïd, F. (2022). Implications of poorly designed climate policy on energy poverty: Global reflections on the current surge in energy prices. *Energy Research & Social Science*, 92, 102790.
- Belaïd, F., Al-Sarihi, A., & Al-Mestneer, R. (2023). Balancing climate mitigation and energy security goals amid converging global energy crises: The role of green investments. *Renewable Energy*, 205, 534–542.
- Ben Cheikh, N., & Ben Zaied, Y. (2024). Does geopolitical uncertainty matter for the diffusion of clean energy? *Energy Economics*, 132, 107453.
- Bergaentzle, C., & Gunkel, P. A. (2022). Cross-sector flexibility, storage investment and the integration of renewables: Capturing the impacts of grid tariffs. *Energy Policy*, 164, 112937.
- Bergmann, T., & Kalkuhl, M. (2025). Decoupling economic growth from energy use: The role of energy intensity in an endogenous growth model. *Ecological Economics*, 230, 108519.
- Bigerna, S. (2023). Energy price shocks, exchange rates and inflation nexus. *Energy Economics*, 128, 107156.
- Bigerna, S., D'Errico, M. C., & Polinori, P. (2021). Energy security and RES penetration in a growing decarbonized economy in the era of the 4th industrial revolution. *Technological Forecasting and Social Change*, 166, 120648.

- Böhringer, C., & Rivers, N. (2021). The energy efficiency rebound effect in general equilibrium. *Journal of Environmental Economics and Management*, 109, 102508.
- Bonfert, B. (2024). 'We like sharing energy but currently there's no advantage': Transformative opportunities and challenges of local energy communities in Europe. *Energy Research & Social Science*, 107, 103351.
- Borozan, D. (2024). Do geopolitical and energy security risks influence carbon dioxide emissions? Empirical evidence from European Union countries. *Journal of Cleaner Production*, 439, 140834.
- Boza, P., & Evgeniou, T. (2021). Artificial intelligence to support the integration of variable renewable energy sources to the power system. *Applied Energy*, 290, 116754.
- Brand, C., Marsden, G., Anable, J. L., Dixon, J., & Barrett, J. (2025). Achieving deep transport energy demand reductions in the United Kingdom. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 207, 114941.
- Brauers, H., Braunger, I., & Jewell, J. (2021). Liquefied natural gas expansion plans in Germany: The risk of gas lock-in under energy transitions. *Energy Research & Social Science*, 76, 102059.
- Briera, T., & Lefèvre, J. (2024). Reducing the cost of capital through international climate finance to accelerate the renewable energy transition in developing countries. *Energy Policy*, 188, 114104.
- Bugaje, A.-A. B., Dioha, M. O., Abraham-Dukuma, M. C., & Wakil, M. (2022). Rethinking the position of natural gas in a low-carbon energy transition. *Energy Research & Social Science*, 90, 102604.
- Calcaterra, M., Aleluia Reis, L., Fragkos, P., Briera, T., de Boer, H. S., Egli, F., Emmerling, J., Iyer, G., Mittal, S., Polzin, F. H. J., Sanders, M. W. J. L., Schmidt, T. S., Serebriakova, A., Steffen, B., van de Ven, D. J., van Vuuren, D. P., Waidelich, P., & Tavoni, M. (2024). Reducing the cost of capital to finance the energy transition in developing countries. *Nature Energy*, 9, 1241–1251.
- Carfora, A., Pansini, R. V., & Scandurra, G. (2022). Energy dependence, renewable energy generation and import demand: Are EU countries resilient? *Renewable Energy*, 195, 1262–1274.
- Carley, S., Engle, C., & Konisky, D. M. (2021). An analysis of energy justice programs across the United States. *Energy Policy*, 152, 112219.

- Carvalho, J. P., Mims Frick, N., & Schwartz, L. (2022). A review of examples and opportunities to quantify the grid reliability and resilience impacts of energy efficiency. *Energy Policy*, 169,
- Casagrande, S., & Dallago, B. (2025). The economic and geostrategic role of LNG in EU energy transition. *Structural Change and Economic Dynamics*.
- Cergibozan, R. (2022). Renewable energy sources as a solution for energy security risk: Empirical evidence from OECD countries. *Renewable Energy*, 183, 617–626.
- Černý, M., Bruckner, M., Weinzettel, J., Wiebe, K., Kimmich, C., Kerschner, C., & Hubacek, K. (2024). Global employment and skill level requirements for ‘Post-Carbon Europe’. *Ecological Economics*, 216, 108014.
- Charteris, A., Obojska, L., Szczygielski, J. J., & Brzeszczyński, J. (2025). Energy market connectedness: A tale of two crises. *Energy Economics*, 108787.
- Chatziantoniou, I., Elsayed, A. H., Gabauer, D., & Gozgor, G. (2023). Oil price shocks and exchange rate dynamics: Evidence from decomposed and partial connectedness measures for oil importing and exporting economies. *Energy Economics*, 120, 106627.
- Chen, J., Wei, S., & Mei, C. (2023). Do structural transformation and urbanisation assist in enhancing sustainable energy technologies innovations? Evidence from ASEAN countries. *Renewable Energy*, 211, 895–902.
- Chen, Q. (2025). Energy policy uncertainty, financial development and public-private investment in BRIC nations. *Finance Research Letters*, 71, 106417.
- Chen, S., Bouteska, A., Sharif, T., & Abedin, M. Z. (2023). The Russia–Ukraine war and energy market volatility: A novel application of the volatility ratio in the context of natural gas. *Resources Policy*, 85, 103792.
- Chen, S., Liu, J., Zhang, Q., Teng, F., & McLellan, B. C. (2022). A critical review on deployment planning and risk analysis of carbon capture, utilization, and storage (CCUS) toward carbon neutrality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 167, 112537.
- Cheng, Z., Tani, M., & Wang, H. (2021). Energy poverty and entrepreneurship. *Energy Economics*, 102, 105469.
- Chu, L. K., Ghosh, S., Doğan, B., Nguyen, N. H., & Shahbaz, M. (2023). Energy security as new determinant of renewable energy: The role of economic complexity in top energy users. *Energy*, 263, 125799.

- Coscieme, L., Mortensen, L. F., & Donohue, I. (2021). Enhance environmental policy coherence to meet the Sustainable Development Goals. *Journal of Cleaner Production*, 296, 126502.
- Coy, D., Malekpour, S., & Saeri, A. K. (2022). From little things, big things grow: Facilitating community empowerment in the energy transformation. *Energy Research & Social Science*, 84, 102353.
- Cui, L., Yue, S., Nghiem, X.-H., & Duan, M. (2023). Exploring the risk and economic vulnerability of global energy supply chain interruption in the context of Russo-Ukrainian war. *Resources Policy*, 81, 103373.
- Das, K. C., & Mahalik, M. K. (2023). Renewable energy use and export performance of manufacturing firms: Panel evidence from six industries in India. *Energy Economics*, 125, 106894.
- Data Presentasi Internal PLN dan Sub Holding
- Davillas, A., Burlinson, A., & Liu, H.-H. (2022). Getting warmer: Fuel poverty, objective and subjective health and well-being. *Energy Economics*, 106, 105794.
- Deka, A., Ozdeser, H., & Seraj, M. (2023). The impact of primary energy supply, effective capital and renewable energy on economic growth in the EU-27 countries: A dynamic panel GMM analysis. *Renewable Energy*, 219 (Part 1), 119450.
- del Río, P., & Kiefer, C. P. (2022). Which policy instruments promote innovation in renewable electricity technologies? A critical review of the literature with a focus on auctions. *Energy Research & Social Science*, 89, 102501.
- Dell'Anna, F. (2021). Green jobs and energy efficiency as strategies for economic growth and the reduction of environmental impacts. *Energy Policy*, 149, 112031.
- Deng, N., Wang, B., He, L., Liu, J., & Wang, Z. (2023). Does electricity price reduction bring a sustainable development of business: Evidence from fine-grained industrial electricity consumption data in China. *Journal of Environmental Management*, 336, 117522.
- Do, T. N., & Burke, P. J. (2024). Phasing out coal power in two major Southeast Asian thermal coal economies: Indonesia and Vietnam. *Energy for Sustainable Development*, 80, 101451.
- Donou-Adonsou, F., Basnet, H., & Mathey, S. (2025). Energy poverty and financial development: Evidence from developing countries. *Energy Economics*, 147, 108563.
- Doosan Enerbility ESS presentation materials

- Dou, S., Zhu, Y., Liu, J., & Xu, D. (2024). The power of mineral: Shock of the global supply chain from resource nationalism. *World Development*, 184, 106758.
- Drago, C., & Gatto, A. (2022). Policy, regulation effectiveness, and sustainability in the energy sector: A worldwide interval-based composite indicator. *Energy Policy*, 167, 112889.
- Droubi, S., Heffron, R. J., & McCauley, D. (2022). A critical review of energy democracy: A failure to deliver justice? *Energy Research & Social Science*, 86, 102444.
- Du, J., Shen, Z., Song, M., & Vardanyan, M. (2023). The role of green financing in facilitating renewable energy transition in China: Perspectives from energy governance, environmental regulation, and market reforms. *Energy Economics*, 120, 106595.
- Du, Z., & Hao, P. (2025). Firm clustering, agglomeration externalities and energy efficiency: Evidence from Chinese industrial enterprises. *Energy Economics*, 145, 108451.
- Duran, A. S., & Sahinyazan, F. G. (2021). An analysis of renewable mini-grid projects for rural electrification. *Socio-Economic Planning Sciences*, 77, 100999.
- Duthie, M., Ankel-Peters, J., Mphasa, C., & Bhat, R. (2024). The elusive quest for sustainable mini-grid electrification: New evidence from Indonesia. *Energy for Sustainable Development*, 80, 101454.
- Economidou, M., Ringel, M., Valentova, M., Castellazzi, L., Zancanella, P., Zangheri, P., Serrenho, T., Paci, D., & Bertoldi, P. (2022). Strategic energy and climate policy planning: Lessons learned from European energy efficiency policies. *Energy Policy*, 171, 113225.
- Eicke, L., & Goldthau, A. (2021). Are we at risk of an uneven low-carbon transition? Assessing evidence from a mixed-method elite study. *Environmental Science & Policy*, 124, 370–379.
- Elliott, R. J. R., Nguyen-Tien, V., & Strobl, E. A. (2021). Power outages and firm performance: A hydro-IV approach for a single electricity grid. *Energy Economics*, 103, 105571.
- Fabra, N., Gutiérrez, E., Lacuesta, A., & Ramos, R. (2024). Do renewable energy investments create local jobs? *Journal of Public Economics*, 239, 105212.
- Fan, L., Dong, H., Xiao, C., Feng, Z., & Yan, J. (2024). Energy consumption, structural transformation and related carbon dioxide emissions of rural households on the Tibetan Plateau. *Energy*, 308, 132789.

- Fan, Y., Chang, T., & Ranjbar, O. (2024). Energy security and energy mix diversification nexus in the OECD countries. *Economic Analysis and Policy*, 84, 2071–2085.
- Fang, L., Yu, C.-H., Li, X., & Chiang, J.-Y. (2025). Embracing uncertain times: An energy security perspective. *Energy Economics*, 144, 108334.
- Fathoni, H. S., Setyowati, A. B., & Prest, J. (2021). Is community renewable energy always just? Examining energy injustices and inequalities in rural Indonesia. *Energy Research & Social Science*, 71, 101825.
- Fetzer, T., Gazzè, L., & Bishop, M. (2024). Distributional and climate implications of policy responses to energy price shocks. *Economic Policy*, 39(120), 711–756.
- Fisch-Romito, V., Jaxa-Rozen, M., Wen, X., & Trutnevyte, E. (2025). Multi-country evidence on societal factors to include in energy transition modelling. *Nature Energy*, 10, 460–469.
- Frantál, B., & Dvořák, P. (2022). Reducing energy poverty in deprived regions or supporting new developments in metropolitan suburbs? Regional differences in the use of subsidies for home energy efficiency renovations. *Energy Policy*, 171, 113250.
- Galeazzi, C., Steinbuks, J., & Diaz Anadon, L. (2024). Assessing the impact of renewable energy policies on decarbonization in developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 199, 114444.
- Gashaye, A. T., Liu, H., & Li, J. (2025). The effect of access to electricity on rural households of underdeveloped countries: Evidence from Ethiopia. *Energy Policy*, 199, 114531.
- Gasparini, D., Bakens, J., Mulder, P., & Pestel, N. (2025). How green are jobs for the energy transition? *Energy Research & Social Science*, 118, 104368.
- Gawlick, J., & Hamacher, T. (2023). Impact of coupling the electricity and hydrogen sector in a zero-emission European energy system in 2050. *Energy Policy*, 180, 113646.
- Genovese, M., Schlüter, A., Scionti, E., Piraino, F., Corigliano, O., & Fragiaco, P. (2023). Power-to-hydrogen and hydrogen-to-X energy systems for the industry of the future in Europe. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(44), 16545–16568.
- Gill-Wiehl, A., Miles, S., Wu, J., & Kammen, D. M. (2022). Beyond customer acquisition: A comprehensive review of community participation in mini grid projects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153, 111778.

- Glocker, C., & Wegmüller, P. (2024). Energy price surges and inflation: Fiscal policy to the rescue? *Journal of International Money and Finance*, 149, 103201.
- Goodwin, R., Hamama-Raz, Y., Leshem, E., & Ben-Ezra, M. (2023). National resilience in Ukraine following the 2022 Russian invasion. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 85, 103487.
- Guan, Y., et al. (2023). Burden of the global energy price crisis on households. *Nature Energy*, 8, 701–710.
- Guo, D., Li, Q., Liu, P., Shi, X., & Yu, J. (2023). Power shortage and firm performance: Evidence from a Chinese city power shortage index. *Energy Economics*, 119, 106593.
- Gürsan, C., & de Gooyert, V. (2021). The systemic impact of a transition fuel: Does natural gas help or hinder the energy transition? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 138, 110552.
- Gustafsson, J., Ma, X., Maih, J., & Vesterberg, M. (2025). Macroeconomic effects of fiscal policy under an energy supply shock. *Energy Policy*, 191, 114616.
- Ha, L. T. (2022). Storm after the Gloomy days: Influences of COVID-19 pandemic on volatility of the energy market. *Resources Policy*, 79, 102921.
- Haas, C., Kempa, K., & Moslener, U. (2023). Dealing with deep uncertainty in the energy transition: What we can learn from the electricity and transportation sectors. *Energy Policy*, 179, 113632.
- Halimatussadiyah, A., Kruger, W., Wagner, F., Afifi, F. A. R., Lufti, R. E. G., & Kitzing, L. (2024). The country of perpetual potential: Why is it so difficult to procure renewable energy in Indonesia? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 201, 114627.
- Halldén, F., Hultberg, A., Ahmed, A., Uddin, G. S., Yahya, M., & Troster, V. (2025). The role of institutional quality on public renewable energy investments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 215, 115585.
- Halser, C., Paraschiv, F., & Russo, M. (2023). Oil–gas price relationships on three continents: Disruptions and equilibria. *Journal of Commodity Markets*, 31, 100347.
- Hansen, U. E., Nygaard, I., & Kadarusman, Y. B. (2026). Green industrial policy and latecomer catch-up: A missed green window of opportunity for domestic solar PV module manufacturers in Indonesia. *Research Policy*, 55(2), 105369.

- Hartono, D., Indriyani, W., Iryani, B. S., Komarulzaman, A., Nugroho, A., & Kurniawan, R. (2023). Carbon tax, energy policy, and sustainable development in Indonesia. *Sustainable Development*, 31(4), 2332–2346.
- Hasanov, F. J., & Mikayilov, J. I. (2021). The impact of *total factor productivity* on energy consumption: Theoretical framework and empirical validation. *Energy Strategy Reviews*, 38, 100777.
- He, H., Du, E., Zhang, N., Kang, C., & Wang, X. (2021). Enhancing the power grid flexibility with battery energy storage transportation and transmission switching. *Applied Energy*, 290, 116692.
- Hedeler, B., Hellsmark, H., & Söderholm, P. (2023). Policy mixes and policy feedback: Implications for green industrial growth in the Swedish biofuels industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 173, 113098.
- Heffron, R. J. (2022). Applying energy justice into the energy transition. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 156, 111936.
- Henriques, S. T., Sharp, P., Tsoukli, X., & Vedel, C. (2024). Adaptability, diversification, and energy shocks: A firm level productivity analysis. *Energy Economics*, 139, 107887.
- Hille, E., & Angerpointner, C. (2025). Did geopolitical risks in supplier countries of fossil fuels lead to reduced domestic energy consumption? Evidence from Europe. *Energy Policy*, 198, 114499.
- Hofmann, F., Tries, C., Neumann, F., Zeyen, E., & Brown, T. (2025). H<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> network strategies for the European energy system. *Nature Energy*, 10, 715–724.
- Hosan, S., Sen, K. K., Rahman, M. M., Karmaker, S. C., Chapman, A. J., & Saha, B. B. (2023). Evaluating the mediating role of energy subsidies on social well-being and energy poverty alleviation in Bangladesh. *Energy Research & Social Science*, 100, 103088.
- Hu, R., Zhou, K., Yang, J., & Yin, H. (2024). Management of resilient urban integrated energy system: State-of-the-art and future directions. *Journal of Environmental Management*, 363, 121318.
- Huang, S.-W., Chung, Y.-F., & Wu, T.-H. (2021). Analyzing the relationship between energy security performance and decoupling of economic growth from CO<sub>2</sub> emissions for OECD countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 146, 111633.



- Ilyas, R., Hussain, K., Ullah, M. Z., & Xue, J. (2022). Distributional impact of phasing out residential electricity subsidies on household welfare. *Energy Policy*, 163, 112825.
- Indrawati, S. M., Satriawan, E., & Abdurohman. (2024). Indonesia's Fiscal Policy in the Aftermath of the Pandemic. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 60(1), 1–33.
- Ivanovski, K., & Marinucci, N. (2021). Policy uncertainty and renewable energy: Exploring the implications for global energy transitions, energy security, and environmental risk management. *Energy Research & Social Science*, 82, 102415.
- Jaeger-Erben, M., Gram-Hanssen, K., Hansen, A. R., Frąckowiak, M., Guilbert, A., Pluciński, P., Sahakian, M., Wethal, U. B., & Wertheim-Heck, S. (2025). Policies for times of disruptions: How households in Europe dealt with the energy crisis in the winter 2022/2023. *Energy Policy*, 205, 114711.
- Jankowska, B., Staliński, A., & Trąpczyński, P. (2021). Public policy support and the competitiveness of the renewable energy sector – The case of Poland. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 149, 111235.
- Jaxa-Rozen, M., Wen, X., & Trutnevyte, E. (2025). Electricity market governance and the historical performance of electricity transitions in European countries: Insights from retrospective modeling. *Energy Strategy Reviews*, 60, 101787.
- Jazuli, M. R., Roll, K., & Mulugetta, Y. (2024). A review of Indonesia's JETP through the dynamics of its policy regime. *Global Policy*, 15(5), 989–1006.
- Jazuli, M. R., Roll, K., & Mulugetta, Y. (2025). A discourse analysis of fuel subsidy reduction: revisiting the political economy of Indonesia's experiences 1998–2019. *Humanities and Social Sciences Communications*, 13(1), 47.
- Jiang, T., Yuan, C., Zhang, R., Bai, L., Li, X., Chen, H., & Li, G. (2021). Exploiting flexibility of combined-cycle gas turbines in power system unit commitment with natural gas transmission constraints and reserve scheduling. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 125, 106460.
- Jinapor, J. A., Abor, J. Y., & Graham, M. (2025). Energy consumption and inclusive growth in Sub-Saharan Africa: Does foreign direct investment make a difference? *Energy Policy*, 198, 114500.
- Jithin, P., & Renjith, R. (2025). Towards sustainable energy access: Investigating the relationship between renewable energy consumption and energy poverty. *Energy Policy*, 200, 114553.

- Kachirayil, F., Weinand, J. M., Scheller, F., & McKenna, R. (2022). Reviewing local and integrated energy system models: Insights into flexibility and robustness challenges. *Applied Energy*, 324, 119666.
- Kamran, M., Rafique, M. Z., Nadeem, A. M., & Anwar, S. (2023). Does Inclusive Growth Contribute Towards Sustainable Development? Evidence from Selected Developing Countries. *Social Indicators Research*, 165(2), 409–429.
- Kassem, D. (2024). Does electrification cause industrial development? Grid expansion and firm turnover in Indonesia. *Journal of Development Economics*, 167, 103234.
- Kaufmann, M., Veenman, S., Haarbosch, S., & Jansen, E. (2023). How policy instruments reproduce energy vulnerability: A qualitative study of Dutch household energy efficiency measures. *Energy Research & Social Science*, 103, 103206.
- Kaze, K., Balta-Ozkan, N., & Shrimpton, E. (2025). Connecting power to people: Integrating community renewable energy and multi-level governance towards low-carbon energy transition in Nigeria. *Energy Research & Social Science*, 121, 103938.
- Kementerian ESDM Republik Indonesia NOMOR 188.K/TL.03/MEM.L/2025 tentang Pengesahan Rancangan Usaha Penyediaan Listrik PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) Tahun 2025 sampai dengan 20234. [https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download\\_index/files/4ec39-materi-paparan-ruptl-2025-2034.pdf](https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/4ec39-materi-paparan-ruptl-2025-2034.pdf)
- Kementerian ESDM Republik Indonesia NOMOR 314.K/TL.01/MEM.L/2024 tentang Rancangan Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN)
- Khan, I., Zakari, A., Dagar, V., & Singh, S. (2022). World energy trilemma and transformative energy developments as determinants of economic growth amid environmental sustainability. *Energy Economics*, 108, 105884.
- Kim, J., Jaumotte, F., Panton, A. J., & Schwerhoff, G. (2025). Energy security and the green transition. *Energy Policy*, 198, 114409.
- Kittner, N., Castellanos, S., Hidalgo-Gonzalez, P., Kammen, D. M., & Kurtz, S. (2021). Cross-sector storage and modeling needed for deep decarbonization. *Joule*, 5(10), 2529–2534.
- Klug, T. W., Beyene, A. D., Meles, T. H., Toman, M. A., Hassen, S., Hou, M., Klooss, B., Mekonnen, A., & Jeuland, M. (2022). A review of impacts of electricity tariff reform in Africa. *Energy Policy*, 170, 113226.
- Kpodar, K., & Liu, B. (2022). The distributional implications of the impact of fuel price increases on inflation. *Energy Economics*, 108, 105909.

- Krane, J., & Idel, R. (2021). More transitions, less risk: How renewable energy reduces risks from mining, trade and political dependence. *Energy Research & Social Science*, 82, 102311.
- Kremer, E., Reissl, S., Fierro, L. E., Emmerling, J., Lamperti, F., & Roventini, A. (2025). Energy price shocks in the European Union: Macroeconomic impacts, distributional effects and policy responses. *Energy Economics*, 152, 108979.
- Kuzemko, C., Blondeel, M., Dupont, C., & Brisbois, M. C. (2022). Russia's war on Ukraine, European energy policy responses & implications for sustainable transformations. *Energy Research & Social Science*, 93, 102842.
- LaBelle, M. C. (2023). Energy as a weapon of war: Lessons from 50 years of energy interdependence. *Global Policy*, 14, 531–547.
- Le, T.-H., & Park, D. (2021). What drives energy insecurity across the world? A panel data analysis. *Energy Research & Social Science*, 77, 102093.
- Lebrand, M., Vasishtha, G., & Yilmazkuday, H. (2024). Energy price shocks and current account balances: Evidence from emerging market and developing economies. *Energy Economics*, 129, 107201.
- Lee, C.-C., Song, H., & An, J. (2024). The impact of green finance on energy transition: Does climate risk matter? *Energy Economics*, 129, 107258.
- Leherbauer, D., Schulz, J., Egyed, A., & Hehenberger, P. (2025). Demand-side management in less energy-intensive industries: A systematic mapping study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 212, 115315.
- Lekavičius, V., Balsiūnaitė, R., Bobinaitė, V., Konstantinavičiūtė, I., Rimkūnaitė, K., Štreimikienė, D., & Tarvydas, D. (2024). The diversification of energy resources and equipment imports in the European Union. *Energy*, 307, 132595.
- Lembi, R., Lopez, M. C., Ramos, K. N., Johansen, I. C., Santana da Silva, L. J., Pimentel Santos, M. R., Campos Lacerda, G. Y., Neuls, G. S., & Moran, E. (2025). Towards energy justice and energy sovereignty: Participatory co-design of off-grid systems in the Brazilian Amazon. *Energy Research & Social Science*, 119, 103858.
- Li, B., Wang, J., Nassani, A. A., Binsaeed, R. H., & Li, Z. (2023). The future of Green energy: A panel study on the role of renewable resources in the transition to a Green economy. *Energy Economics*, 127, 107026.
- Li, X., An, L., Zhang, D., Lee, C.-C., & Yu, C.-H. (2024). Energy access and female labor force participation in developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 199, 114468.

- Liu, H., Khan, I., Zakari, A., & Alharthi, M. (2022). Roles of trilemma in the world energy sector and transition towards sustainable energy: A study of economic growth and the environment. *Energy Policy*, 170, 113238.
- Liu, W., Shen, Y., & Razzaq, A. (2023). How renewable energy investment, environmental regulations, and financial development derive renewable energy transition: Evidence from G7 countries. *Renewable Energy*, 206, 1188–1197.
- Loh, J. R., & Bellam, S. (2024). Towards net zero: Evaluating energy security in Singapore using system dynamics modelling. *Applied Energy*, 358, 122537.
- Lukkarinen, J. P., Das, R. R., Laakso, S., & Martiskainen, M. (2024). Using energy vulnerability framework to understand household agency in sustainability transitions: Experiences from Canada and Finland. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 52, 100892.
- Mahmood, M., Chowdhury, P., Yeassin, R., Hasan, M., Ahmad, T., & Chowdhury, N.-U.-R. (2024). Impacts of digitalization on *smart grids*, renewable energy, and demand response: An updated review of current applications. *Energy Conversion and Management: X*, 24, 100790.
- Maliszewska-Nienartowicz, J., & Stefański, O. (2024). Decentralisation versus centralisation in Swedish energy policy: the main challenges and drivers for the energy transition at the regional and local levels. *Energy Policy*, 188, 114105.
- Mallapragada, D. S., Dvorkin, Y., Modestino, M. A., Esposito, D. V., Smith, W. A., Hodge, B.-M., Harold, M. P., Donnelly, V. M., Nuz, A., Bloomquist, C., Baker, K., Grabow, L. C., Yan, Y., Rajput, N. N., Hartman, R. L., Biddinger, E. J., Aydil, E. S., & Taylor, A. D. (2023). Decarbonization of the chemical industry through electrification: Barriers and opportunities. *Joule*, 7(1), 23–41.
- Mamidi, V., Marisetty, V. B., & Thomas, E. N. (2021). Clean energy transition and intertemporal socio-economic development: Evidence from an emerging market. *Energy Economics*, 101, 105392.
- Marquardt, J., Wijayanti, F. W., & Fathurrahman, R. (2025). Long-term programs, short-term effects? How development partners struggle to institutionalize renewable energy solutions in Indonesia. *Earth System Governance*, 26, 100282.
- Marra, A., & Colantonio, E. (2023). On public policies in the energy transition: Evidence on the role of socio-technical regimes for renewable technologies. *Energy Economics*, 128, 107126.

- Massagony, A., Pandit, R., & White, B. (2025). Political economy of energy policy in Indonesia towards net zero emissions by 2060. *Energy for Sustainable Development*, 101757.
- Mellaku, M. T., Wassie, Y. T., Seljom, P., & Adaramola, M. S. (2025). Decentralized renewable energy technology alternatives to bridge manufacturing sector energy supply-demand gap in East Africa: A systematic review of potentials, challenges, and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 216, 115708.
- Minas, A. M., García-Freites, S., Walsh, C., Mukoro, V., Aberilla, J. M., April, A., Kuriakose, J., Gaete-Morales, C., Gallego-Schmid, A., & Mander, S. (2024). Advancing Sustainable Development Goals through energy access: Lessons from the Global South. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 199, 114457.
- Montant, G. (2025). The effectiveness of OPEC and OPEC+ from 2009 to 2024: An empirical appraisal. *Resources Policy*, 103, 105529.
- Nacke, L., Vinichenko, V., Cherp, A., Jakhmola, A., & Jewell, J. (2024). Compensating affected parties necessary for rapid coal phase-out but expensive if extended to major emitters. *Nature Communications*, 15, 3742.
- Napolitano, O., Foresti, P., Kounetas, K., & Spagnolo, N. (2023). The impact of energy, renewable and CO2 emissions efficiency on countries' productivity. *Energy Economics*, 125, 106795.
- Nieddu, M., Raberto, M., Ponta, L., Teglio, A., & Cincotti, S. (2024). Evaluating policy mix strategies for the energy transition using an agent-based macroeconomic model. *Energy Policy*, 193, 114276.
- Nilsson, L. J., Bauer, F., Åhman, M., Andersson, F. N. G., Bataille, C., de la Rue du Can, S., Ericsson, K., Hansen, T., Johansson, B., Lechtenböhmer, S., van Sluisveld, M., & Vogl, V. (2021). An industrial policy framework for transforming energy and emissions intensive industries towards zero emissions. *Climate Policy*, 21(8).
- Odenweller, A., & Ueckerdt, F. (2025). The green hydrogen ambition and implementation gap. *Nature Energy*, 10, 110–123.
- Olbrich, S., Bauknecht, D., & Späth, P. (2024). Policy mixes for net-zero energy transitions: Insights from energy sector integration in Germany. *Energy Research & Social Science*, 118, 103822.
- Ordonez, J. A., Jakob, M., Steckel, J. C., & Fünfgeld, A. (2021). Coal, power and coal-powered politics in Indonesia. *Environmental Science & Policy*, 123, 44–57.

- Ordóñez, J. A., Vandyck, T., Keramidis, K., Garaffa, R., et al. (2024). Just Energy Transition Partnerships and the future of coal. *Nature Climate Change*, 14, 1026–1029.
- Osička, J., & Černoch, F. (2022). European energy politics after Ukraine: The road ahead. *Energy Research & Social Science*, 91, 102757.
- Parag, Y., Fawcett, T., Hampton, S., & Eyre, N. (2023). Energy saving in a hurry: A research agenda and guidelines to study European responses to the 2022–2023 energy crisis. *Energy Research & Social Science*, 97, 102999.
- Pastore, L. M., & de Santoli, L. (2025). Socio-economic implications of implementing a carbon-neutral energy system: A Green New Deal for Italy. *Energy*, 322, 135682.
- Pedersen, T. T., Gøtske, E. K., Dvorak, A., Andresen, G. B., & Victoria, M. (2022). Long-term implications of reduced gas imports on the decarbonization of the European energy system. *Joule*, 6(7), 1566–1580.
- Pelka, S., Preuß, S., Stute, J., Chappin, E., & de Vries, L. (2024). One service fits all? Insights on demand response dilemmas of differently equipped households in Germany. *Energy Research & Social Science*, 112, 103517.
- Pelz, S., Aklin, M., & Urpelainen, J. (2021). Electrification and productive use among micro- and small-enterprises in rural North India. *Energy Policy*, 156, 112401.
- Pelz, S., Pachauri, S., & Falchetta, G. (2023). Short-run effects of grid electricity access on rural non-farm entrepreneurship and employment in Ethiopia and Nigeria. *World Development Perspectives*, 29, 100473.
- Peng, S., Wang, L., & Chen, Y. (2025). The survival of global energy imports and the impact of geopolitical risks. *Energy Economics*, 147, 108595.
- Perera, A. T. D., Khayatian, F., Eggimann, S., Orehounig, K., & Halgamuge, S. (2022). Quantifying the climate and human-system-driven uncertainties in energy planning by using GANs. *Applied Energy*, 328, 120169.
- Permana, C. T., Handoko, C. T., & Gommonov, K. (2025). Hydrogen's potential and policy pathways for Indonesia's energy transition: The actor-network analysis. *Unconventional Resources*, 6, 100175.
- Pettina, M., & Raberto, M. (2025). Energy transition and structural change: A calibrated Stock-Flow Consistent Input–Output model. *Structural Change and Economic Dynamics*, 75, 949–995.
- Pinar, M. (2025). Convergence in energy self-sufficiency: the role of renewable energy, fossil fuel rents, energy efficiency and gross domestic product per capita. *Energy*, 326, 136285.

- Potrč, S., Čuček, L., Martin, M., & Kravanja, Z. (2021). Sustainable renewable energy supply networks optimization – The gradual transition to a renewable energy system within the European Union by 2050. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 146, 111186.
- Qin, L., Chen, W., & Sun, L. (2022). Impact of energy poverty on household quality of life—based on Chinese household survey panel data. *Journal of Cleaner Production*, 366, 132943.
- Radtke, J., & Renn, O. (2024). Participation in Energy Transitions: A Comparison of Policy Styles. *Energy Research & Social Science*, 118, 103743.
- Rahman, A., Dargusch, P., & Wadley, D. (2021). The political economy of oil supply in Indonesia and the implications for renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, 111027.
- Rahman, A., Richards, R., Dargusch, P., & Wadley, D. (2023). Pathways to reduce Indonesia's dependence on oil and achieve longer-term decarbonization. *Renewable Energy*, 202, 1305–1323.
- Raimi, D., & Davicino, A. (2024). Securing energy sovereignty: A review of key barriers and opportunities for energy-producing Native nations in the United States. *Energy Research & Social Science*, 107, 103324.
- Rayman-Bacchus, L. M., & Walsh, P. R. (2025). Energy transition governance models and uncertainty: Comparative examination of the World Energy Council ETI framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 220, 115887.
- Resosudarmo, B. P. (2023). Prospects of Energy Transition in Indonesia. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 59(2), 149–177.
- Reyseliani, N., & Purwanto, W. W. (2021). Pathway towards 100% renewable energy in Indonesia power system by 2050. *Renewable Energy*, 176, 305–321.
- Rinaldi, A., Yilmaz, S., Patel, M. K., & Parra, D. (2022). What adds more flexibility? An energy system analysis of storage, demand-side response, heating electrification, and distribution reinforcement. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 167, 112696.
- Romero-Jordán, D., del Río, P., & Pinto, F. (2025). Does energy productivity boost *total factor productivity*? *Energy Policy*, 195, 114766.
- Sani, L., Khatiwada, D., Harahap, F., & Silveira, S. (2021). Decarbonization pathways for the power sector in Sumatra, Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150, 111507.

- Santos, J., Sousa, T., Serrenho, A., & Domingos, T. (2025). An aggregate price for energy services: Useful exergy as an intermediate flow in a two-sector model of the economy. *Ecological Economics*, 236, 108665.
- Sarjiya, Putranto, L. M., Tumiran, Budi, R. F. S., Novitasari, D., & Deendarlianto. (2023). Generation expansion planning with a renewable energy target and interconnection option: A case study of the Sulawesi region, Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 184, 113489.
- Scheifele, F., Bräuning, M., & Probst, B. (2022). The impact of Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) requirements on the development of export competitiveness in solar and wind technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168, 112831.
- Schmitz, R., Flachsbarth, F., Plaga, L. S., Braun, M., & Härtel, P. (2025). Energy security and resilience: Revisiting concepts and advancing planning perspectives for transforming integrated energy systems. *Energy Policy*, 207, 114796.
- Sekarintias, A., Verrier, B., & Cronin, J. (2023). Untangling the socio-political knots: A systems view on Indonesia's inclusive energy transitions. *Energy Research & Social Science*, 95, 102911.
- Sesan, T., Uduka, U., Baker, L., Ugwu, O., Eleri, E., & Bhattacharyya, S. (2024). Exploring the connections between mini-grid market regulation and energy access expansion: The case of Nigeria. *Energy Policy*, 184, 113891.
- Setiawan, A. D., Dewi, M. P., Jafino, B. A., & Hidayatno, A. (2022). Evaluating feed-in tariff policies on enhancing geothermal development in Indonesia. *Energy Policy*, 168, 113164.
- Setyowati, A. B. (2021). Mitigating inequality with emissions? Exploring energy justice and financing transitions to low carbon energy in Indonesia. *Energy Research & Social Science*, 71, 101817.
- Shah, K. U., Raghoo, P., & Blechinger, P. (2024). Is there a case for a coal moratorium in Indonesia? Power sector optimization modeling of low-carbon strategies. *Renewable and Sustainable Energy Transition*, 5, 100074.
- Shahbaz, M., Song, M., Ahmad, S., & Vo, X. V. (2022). Does economic growth stimulate energy consumption? The role of human capital and R&D expenditures in China. *Energy Economics*, 105, 105662.
- Shahbaz, M., Wang, J., Dong, K., & Zhao, J. (2022). The impact of digital economy on energy transition across the globe: The mediating role of government governance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 166, 112620.



- Sharmina, M., Barrett, J., Chilvers, J., et al. (2025). Policymaker-led scenarios and public dialogue facilitate demand-side energy analysis for net-zero futures. *Nature Energy*, 10, 1482–1492.
- Sheraz, M., Qin, Q., & Mumtaz, M. Z. (2024). Energy transition in OECD countries: Catalyzing governance quality for SDG 7 attainment. *Energy Policy*, 194, 114315.
- Shirizadeh, B., Villavicencio, M., Douguet, S., Trüby, J., Bou Issa, C., Seck, G. S., D'herbemont, V., Hache, E., Malbec, L.-M., Venugopal, M., Lagrange, F., Saunier, S., Straus, J., Reigstad, G. A., ... et al. (2023). The impact of methane leakage on the role of natural gas in the European energy transition. *Nature Communications*, 14, 5756.
- Siregar, Y. I. (2024). Pathways towards net-zero emissions in Indonesia's energy sector. *Energy*, 300, 133014.
- Skalamera, M. (2023). The geopolitics of energy after the invasion of Ukraine. *The Washington Quarterly*, 46(1), 7–24.
- Skare, M., Ozturk, I., Porada-Rochoń, M., & Stjepanovic, S. (2024). Energy as the new frontier: Dynamic panel data analysis revealing energy's transformative role in economic growth and technological progress. *Technological Forecasting and Social Change*, 200, 123175.
- Slameršak, A., Kallis, G., & O'Neill, D. W. (2022). Energy requirements and carbon emissions for a low-carbon energy transition. *Nature Communications*, 13, 6932.
- Soemanto, A., Mohi, E., Santosa, J., al Irsyad, M. I., Priyono, Hesty, N. W., Aminuddin, & Hariyadi. (2025). Strategies for Indonesia's low carbon energy transition based on a participatory energy system dynamic model. *Energy Research & Social Science*, 127, 104231.
- Sohag, K., Al Mamun, M., Uddin, G. S., & Ahmed, Z. (2021). Renewable energy and *total factor productivity* in OECD member countries. *Journal of Cleaner Production*, 296, 126499.
- Song, Y., Gao, J., & Zhang, M. (2023). Study on the impact of energy poverty on income inequality at different stages of economic development: Evidence from 77 countries around the world. *Energy*, 282, 128816.
- Sovacool, B. K., Del Rio, D. F., Herman, K., Iskandarova, M., Uratani, J. M., & Griffiths, S. (2024). Reconfiguring European industry for net-zero: a qualitative review of hydrogen and carbon capture utilization and storage benefits and implementation challenges. *Energy & Environmental Science*, 17(10), 3523-3569.

- Sreekumar, S., Yamujala, S., Sharma, K. C., Bhakar, R., Simon, S. P., & Rana, A. S. (2022). Flexible Ramp Products: A solution to enhance power system flexibility. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 162, 112429.
- Stermieri, L., Kober, T., Schmidt, T. J., McKenna, R., & Panos, E. (2023). Quantifying the implications of behavioral changes induced by digitalization on energy transition: A systematic review of methodological approaches. *Energy Research & Social Science*, 97, 102961.
- Stevens, K. A., Tang, T., & Hittinger, E. (2023). Innovation in complementary energy technologies from renewable energy policies. *Renewable Energy*, 209, 431–441.
- Su, Y., & Fan, Q.-m. (2022). Renewable energy technology innovation, industrial structure upgrading and green development from the perspective of China's provinces. *Technological Forecasting and Social Change*, 180, 121727.
- Sumarno, T. B., Sihotang, P., & Prawiraatmadja, W. (2022). Exploring Indonesia's energy policy failures through the JUST framework. *Energy Policy*, 164, 112914.
- Sun, Y., Wang, J., Wang, X., & Wei, X. (2023). Achieving energy justice and common prosperity through green energy resources. *Resources Policy*, 81, 103427.
- Sunanda, W., Setyonegoro, M. I. B., Hadi, S. P., & Sarjiya. (2025). Carbon tax and trading mechanisms for emission reduction in the Indonesian power sector. *Cleaner Engineering and Technology*, 27, 101024.
- Surwillo, I. (2023). The politics of energy security. *Nature Energy*, 8, 1047.
- Taghvaei, V. M., Saboori, B., Soretz, S., Magazzino, C., & Tatar, M. (2024). Renewable energy, energy efficiency, and economic complexity in the middle East and North Africa: A panel data analysis. *Energy*, 299, 133300.
- Tan, R., Xu, M., & Sun, C. (2021). The impacts of energy reallocation on economic output and CO2 emissions in China. *Energy Economics*, 94, 105062.
- Tanoto, Y., Haghdadadi, N., Bruce, A., & MacGill, I. (2021). Reliability-cost trade-offs for electricity industry planning with high variable renewable energy penetrations in emerging economies: A case study of Indonesia's Java-Bali grid. *Energy*, 227, 120474.
- Thaler, P., & Hofmann, B. (2022). The impossible energy trinity: Energy security, sustainability, and sovereignty in cross-border electricity systems. *Political Geography*, 94, 102579.
- Tiedemann, S., & Müller-Hansen, F. (2023). Auctions to phase out coal power: Lessons learned from Germany. *Energy Policy*, 174, 113387.

- Timmermann, C., & Noboa, E. (2022). Energy Sovereignty: A Values-Based Conceptual Analysis. *Science and Engineering Ethics*, 28, 54.
- Tiwari, S. (2022). Conceptualizing resilience: An energy services approach. *Energy Research & Social Science*, 94, 102878.
- Tolmasquim, M. T., de Barros Correia, T., Addas Porto, N., & Kruger, W. (2021). Electricity market design and renewable energy auctions: The case of Brazil. *Energy Policy*, 158, 112558.
- Tran, B.-L., Chen, C.-C., & Tseng, W.-C. (2022). Causality between energy consumption and economic growth in the presence of GDP threshold effect: Evidence from OECD countries. *Energy*, 251, 123902.
- Triguero-Ruiz, F., Avila-Cano, A., & Trujillo Aranda, F. (2023). Measuring the diversification of energy sources: The energy mix. *Renewable Energy*, 216, 119096.
- Tsani, S., Chitou, C., & Overland, I. (2024). Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) policies: Knowledge stock and future directions for research and policy making in view of the sustainability agenda. *Environmental Science & Policy*, 162, 103919.
- Tsipas, S., Konstantopoulos, N., & Tsionas, M. (2024). Green bonds: Transforming capital markets for sustainable projects in the renewable energy sector. *Journal of Environmental Management*, 370, 123481.
- Tu, Q., Zuo, L., & Mo, J. (2026). Large scale renewable energy deployment reduces regional economic inequality: Evidence from China. *Energy Economics*, 155, 109168.
- Ur Rehman, F., & Islam, M. M. (2023). Does energy infrastructure spur *total factor productivity* (TFP) in middle-income economies? An application of a novel energy infrastructure index. *Applied Energy*, 336, 120836.
- van der Zwaan, B., Fattahi, A., Dalla Longa, F., et al. (2025). Electricity- and hydrogen-driven energy system sector-coupling in net-zero CO<sub>2</sub> emission pathways. *Nature Communications*, 16, 1368.
- van Dijk, J. G. W., Wieczorek, A. J., Gevers, J. M. P., & Groenleer, M. L. P. (2025). Developing governance capacities for regional energy transition: The case of Eindhoven Metropolitan Region. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 55, 100968.
- van Hove, E., Johnson, N. G., & Blechinger, P. (2022). Evaluating the impact of productive uses of electricity on mini-grid bankability. *Energy for Sustainable Development*, 71, 238–250.

- van Uffelen, N. (2022). Revisiting recognition in energy justice. *Energy Research & Social Science*, 92, 102764.
- Vitillo, J. G., Eisaman, M. D., Aradóttir, E. S. P., Passarini, F., Wang, T., & Sheehan, S. W. (2022). The role of carbon capture, utilization, and storage for economic pathways that limit global warming to below 1.5°C. *iScience*, 25(5), 104237.
- Vivoda, V., Matthews, R., & McGregor, N. (2024). A critical minerals perspective on the emergence of geopolitical trade blocs. *Resources Policy*, 89, 104587.
- Wang, F., & Debel, M. T. (2025). Investing in the relationship between industrial output, renewable energy, and sustainable economic development in Ethiopia: Does clean energy matter? *Energy Policy*, 207, 114844.
- Wang, J., Dong, K., Hochman, G., & Timilsina, G. R. (2023). Factors driving aggregate service sector energy intensities in Asia and Eastern Europe: A LMDI analysis. *Energy Policy*, 172, 113315.
- Wang, J., Gao, F., Zhou, Y., Guo, Q., Tan, C.-W., Song, J., & Wang, Y. (2023). Data sharing in energy systems. *Advances in Applied Energy*, 10, 100132.
- Wang, N., Akimoto, K., & Nemet, G. F. (2021). What went wrong? Learning from three decades of carbon capture, utilization and sequestration (CCUS) pilot and demonstration projects. *Energy Policy*, 158, 112546.
- Wang, T., Umar, M., Li, M., & Shan, S. (2023). Green finance and clean taxes are the ways to curb carbon emissions: An OECD experience. *Energy Economics*, 124, 106842.
- Wang, W., Wang, J., & Wu, H. (2024). The impact of energy-consuming rights trading on green *total factor productivity* in the context of digital economy: Evidence from listed firms in China. *Energy Economics*, 131, 107342.
- Wetzel, M., Gils, H. C., & Bertsch, V. (2023). Green energy carriers and energy sovereignty in a climate neutral European energy system. *Renewable Energy*, 210, 591–603.
- Wibisono, H., Lovett, J., Chairani, M. S., & Suryani, S. (2024). The ideational impacts of Indonesia's renewable energy project failures. *Energy for Sustainable Development*, 83, 101587.
- Wirawan, H., & Gultom, Y. M. (2021). The effects of renewable energy-based village grid electrification on poverty reduction in remote areas: The case of Indonesia. *Energy for Sustainable Development*, 62, 186-194.
- Wong, R., & Dewayanti, A. (2024). Indonesia's energy transition: Dependency, subsidies and renewables. *Asia & the Pacific Policy Studies*, 11(2), e391.

- Woodall, C. M., Fan, Z., Lou, Y., Bhardwaj, A., Khatri, A., Agrawal, M., McCormick, C. F., & Friedmann, S. J. (2022). Technology options and policy design to facilitate decarbonization of chemical manufacturing. *Joule*, 6(11), 2474–2499.
- Xie, M., Wei, X., Chen, C., & Sun, C. (2022). China's natural gas production peak and energy return on investment (EROI): From the perspective of energy security. *Energy Policy*, 164, 112913.
- Yadav, A., & Mahalik, M. K. (2024). Does renewable energy development reduce energy import dependency in emerging economies? Evidence from CS-ARDL and panel causality approach. *Energy Economics*, 131, 107356.
- Yang, Y., Xia, S., Huang, P., & Qian, J. (2024). Energy transition: Connotations, mechanisms and effects. *Energy Strategy Reviews*, 52, 101320.
- Yuan, Y., Yang, X., Yuan, J., & Zhang, H. (2025). The employment impacts of China's power system transition: A supply chain perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 219, 115873.
- Yuwono, B., Kranzl, L., Haas, R., Dewi, R. G., Siagian, U. W. R., Kraxner, F., & Yowargana, P. (2024). Incorporating grid development in capacity expansion optimisation – a case study for Indonesia. *Applied Energy*, 371, 124837.
- Zaman, R., van Vliet, O., & Posch, A. (2021). Energy access and pandemic-resilient livelihoods: The role of solar energy safety nets. *Energy Research & Social Science*, 71, 101805.
- Zambrano-Monserrate, M. A. (2026). The economic impact of power outages in developing countries: A quasi-experimental analysis. *Energy Economics*, 153, 109063.
- Zhang, H., Gao, S., & Zhou, P. (2023). Role of digitalization in energy storage technological innovation: Evidence from China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 171, 113014.
- Zhang, M., & Yan, J. (2021). A data-driven method for optimizing the energy consumption of industrial robots. *Journal of Cleaner Production*, 285, 124862.
- Zhao, C., & Wu, Q. (2024). The wall between urban and rural: How does the urban-rural electricity gap inhibit the human development index. *Structural Change and Economic Dynamics*, 71, 289–301.
- Zhao, C., Andersen, P. B., Træholt, C., & Hashemi, S. (2023). Grid-connected *Battery Energy Storage System*: A review on application and integration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 182, 113400.

- Zhao, J., Sinha, A., Inuwa, N., Wang, Y., Murshed, M., & Abbasi, K. R. (2022). Does structural transformation in economy impact inequality in renewable energy productivity? Implications for sustainable development. *Renewable Energy*, 189, 853–864.
- Zhao, J., Wang, B., Dong, K., Shahbaz, M., & Ni, G. (2023). How do energy price shocks affect global economic stability? Reflection on geopolitical conflicts. *Energy Economics*, 126, 107014.
- Zhao, X.-G., & Zhu, J. (2022). Industrial restructuring, energy consumption and economic growth: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 335, 130242.
- Zheng, Y., Xu, H., & Jia, R. (2022). Endogenous energy efficiency and rebound effect in the transportation sector: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 335, 130310.
- Zhou, Y., Liu, Y., & Niu, J. (2024). Role of mineral-based industrialization in promoting economic growth: Implications for achieving environmental sustainability and social equity. *Resources Policy*, 88, 104396.
- Zhou, Y., Tian, L., & Yang, X. (2023). Schumpeterian endogenous growth model under green innovation and its enculturation effect. *Energy Economics*, 127(Part B), 107109.
- Zhu, Y., Zhang, Y., Zhang, D., & Wang, Y. (2024). Household welfare loss from energy price crisis: Evidence from global value chains. *Energy Economics*, 138, 107836.
- <https://www.asiae.co.kr/en/article/2025072513585136702>



## Tentang Penulis



### **Dr. Tri Wahyu Adi, CRGP., CAFG.**

Penulis menyelesaikan pendidikan Program Doktor Ilmu Administrasi Bisnis pada Universitas Brawijaya dalam waktu dua tahun dengan IPK 3,94. Penulis seorang praktisi bisnis dibidang energi dan sebagai Associate Professor pada Fakultas Teknologi dan Bisnis Energi, Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara (ITPLN), serta dosen tidak tetap pada Fakultas Ekonomi & Bisnis dan Megister Administrasi Bisnis, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jakarta.

Saat ini penulis bekerja pada Doosan Enerbility Co., Ltd. – Sebagai Direktur Pengembangan Bisnis untuk Kantor Perwakilan Indonesia dengan cakupan wilayah kerja Indonesia, Australia, New Zealand dan Oceania. Doosan Enerbility Co., Ltd. adalah perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan dan pembangunan Pembangkit Listrik yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Uap, Pembangkit Listrik Tenaga Gas/Uap, Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir, Pembangkit Listrik Tenaga Bayu, Pembangkit Listrik Hydrogen, dan lainnya.

Doosan Enerbility Co., Ltd. Merupakan salah satu perusahaan yang membuat Nuclear Reactor terbesar di dunia dengan berbagai jenis teknologi yaitu PWR, BWR dengan kapasitas diatas 1000 MW per unit, selain itu juga membuat Small Nuclear Reactor (SMR) kapasitas skala kecil. Sebelumnya Penulis pernah bekerja selama 11 tahun lebih di BR Group yaitu perusahaan energi yang saat itu terafiliasi dengan Group KEPCO (Korea Electricity Power Corporation). Penulis memiliki pengalaman membuat dan menerapkan Standard Operational Procedure (SOP) Risk Management dan Corporate Governance pada PT Bayan Resources Tbk.

Penulis mengajar mata kuliah Manajemen Investasi, Teori Investasi II, Ekuitas dan Pasar Modal, Pasar Modal di Indonesia, Perencanaan dan Penilaian Bisnis, Pengantar Bisnis, Bisnis Energi, Energi dan Lingkungan, Bisnis Mikro Kecil dan Menengah, Hukum dan Kontrak Bisnis Energi, Technopreneurship Bisnis Energi,



Manajemen Risiko Bisnis Energi, Ekonomi dan Bisnis Perusahaan Listrik, Ekonomi Energi Ketenagalistrikan dan Efisiensi, Ekonomika dan Ekonomi Teknik.

Penulis pernah menjadi dosen tamu pada Program S2 Sekolah Bisnis Manajemen Institut Teknologi Bandung pada tahun 2020, 2021 dan 2024. Penulis juga sebagai penguji eksternal pada Program Doktor Ilmu Administrasi Bisnis Universitas Brawijaya pada tahun 2024 dan penguji eksternal Program Doktor pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia pada tahun 2025. Penulis merupakan anggota Dewan Guru Besar pada Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara dan sebagai anggota Dewan Pakar pada Pusat Kajian Ketahanan Energi untuk Pembangunan Berkelanjutan – Sekolah Kajian Strategik dan Global, Universitas Indonesia.



**Dr. Ir. Suroso Isnandar, S.T., M.Sc., IPU., ASEAN Eng., QRMP., QCRO., QRGF.**

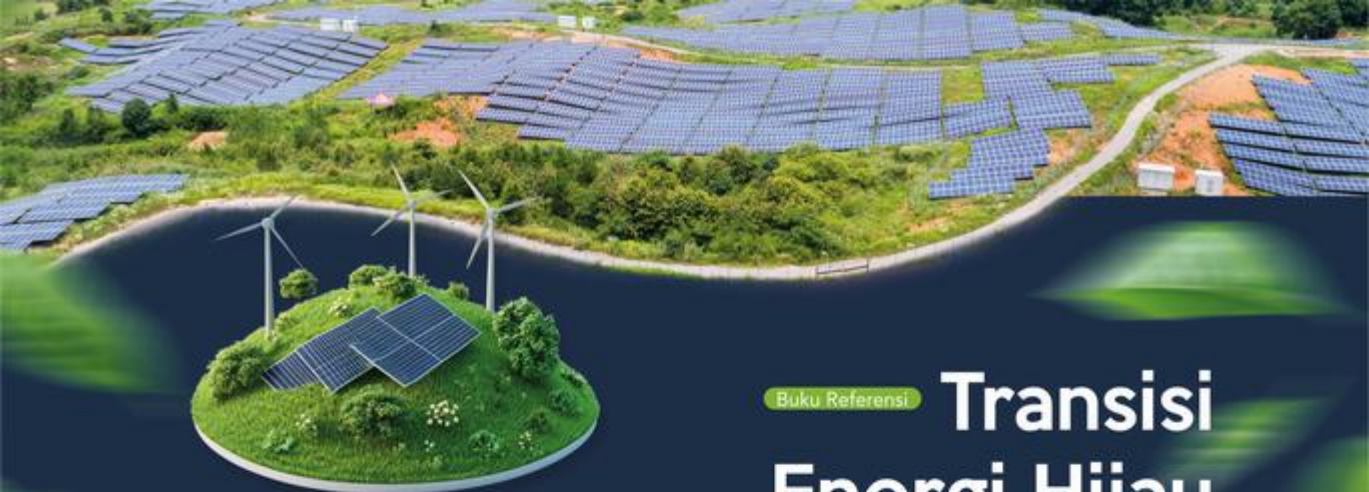
Penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) di bidang Teknik Elektro, dengan fokus pada Teknik Tenaga Listrik, dari Institut Teknologi Bandung pada tahun 1994, kemudian meraih gelar Magister (S2) MSc dalam Power Engineering and Management dari University of Abertay Dundee, Scotland, United Kingdom, pada tahun 1999. Penulis menyelesaikan pendidikan Doktor (S3) di bidang Teknik Elektro di Institut Teknologi Bandung pada tahun 2025. Penulis memiliki pengalaman luas dalam industri ketenagalistrikan dengan berbagai penugasan strategis di PT PLN (Persero). Saat ini, penulis menjabat sebagai **Direktur Manajemen Proyek dan Energi Baru Terbarukan** sejak tahun 2025 sampai sekarang. Sebelumnya, sebagai **Direktur Manajemen Risiko** di PT PLN (Persero) sejak tahun 2023–2025. Pada tahun 2022–2023, beliau memimpin transformasi digital di perusahaan sebagai **Kepala Satuan Digital dan Teknologi Informasi** di Kantor Pusat PT PLN (Persero).

Pada tahun 2021–2022, Penulis menjabat sebagai **General Manager Unit Induk Pusat Pengatur Beban Jawa, Madura, dan Bali**, di mana Penulis berperan dalam pengelolaan sistem operasi kelistrikan di salah satu jaringan terbesar di Indonesia. Sebelumnya, pada tahun 2019–2021, Penulis mengemban tugas sebagai **General Manager Unit Induk Pembangkitan dan Penyaluran**

**Sulawesi**, memastikan keandalan pasokan listrik di wilayah tersebut. Pada tahun 2018–2019, Penulis sebagai **Vice President Perencanaan Sistem II** di Kantor Pusat PT PLN (Persero), menangani perencanaan strategis sistem kelistrikan nasional. Sebelumnya, dari tahun 2014 hingga 2018, Penulis menjabat sebagai **Deputy Manager System Planning P2B Jawa Bali**, berfokus pada perencanaan dan optimalisasi sistem kelistrikan regional.

Karier Penulis di PT PLN (Persero) dimulai pada tahun 1994 sebagai **System Planning Engineer, System Operation Engineer, dan Project Engineer**, dimana Penulis mengembangkan keahlian dalam perencanaan dan pengoperasian sistem tenaga listrik selama dua dekade. Dengan pengalaman yang luas di berbagai bidang, Penulis memiliki pemahaman mendalam tentang manajemen risiko, teknologi digital, serta perencanaan dan operasi sistem tenaga listrik. Selain sebagai praktisi dibidang ketenagalistrikan, Penulis juga seorang akademisi untuk mendedikasikan pendidikan dan pengalamannya sebagai dosen pada Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara (ITPLN), dengan mengajar matakuliah Metode Statistik & Optimasi dan Metodologi Penelitian pada Magister Teknik Elektro, Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara. Penulis juga aktif sebagai Dosen Tamu pada beberapa perguruan tinggi di Indonesia salah satunya di Institut Teknologi Bandung. Penulis juga beberapa kali sebagai Dosen Penguji Eksternal pada Program Doktor Teknik Elektro di Institut Teknologi Bandung.





Buku Referensi

# Transisi Energi Hijau & Swasembada Energi Indonesia

Semangat Asta Cita Mewujudkan  
Kemandirian Industri Energi Hijau  
melalui Program PLTS 100 GW  
dan EBT Lainnya

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan kekayaan alam yang melimpah memiliki potensi besar dalam pengembangan energi hijau. Energi hijau merupakan sumber energi yang berasal dari alam dan ramah lingkungan, seperti tenaga surya, angin, air, panas bumi, dan biomassa. Pemanfaatan energi ini menjadi solusi penting untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang menyebabkan polusi dan perubahan iklim.

Dengan letak geografis di garis khatulistiwa, Indonesia mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi energi surya. Selain itu, Indonesia juga memiliki banyak sungai dan bendungan untuk pembangkit listrik tenaga air, serta merupakan salah satu negara dengan cadangan panas bumi terbesar di dunia. Potensi ini menjadikan energi hijau sebagai kunci menuju ketahanan energi nasional yang berkelanjutan.

Pengembangan energi hijau tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi juga membuka peluang ekonomi baru, menciptakan lapangan kerja, dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat, terutama di daerah terpencil yang belum terjangkau listrik. Melalui dukungan kebijakan pemerintah, inovasi teknologi, serta partisipasi masyarakat, transisi menuju energi bersih dapat mempercepat terwujudnya Indonesia yang mandiri energi dan berkomitmen terhadap pembangunan berkelanjutan. Energi hijau bukan sekadar alternatif, melainkan investasi masa depan bagi Indonesia untuk menciptakan lingkungan yang lebih bersih, sehat, dan berdaya saing global.

**litnus.** Penerbit



literasinusantaraofficial@gmail.com  
www.penerbitlitnus.co.id  
@litnuspenerbit  
literasinusantara\_  
085755971589

Pendidikan

+17

