

BAB I

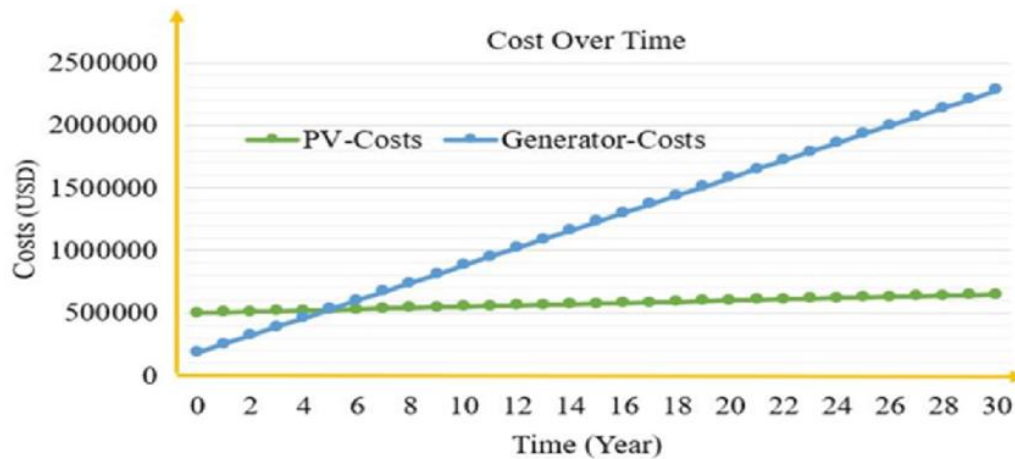
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

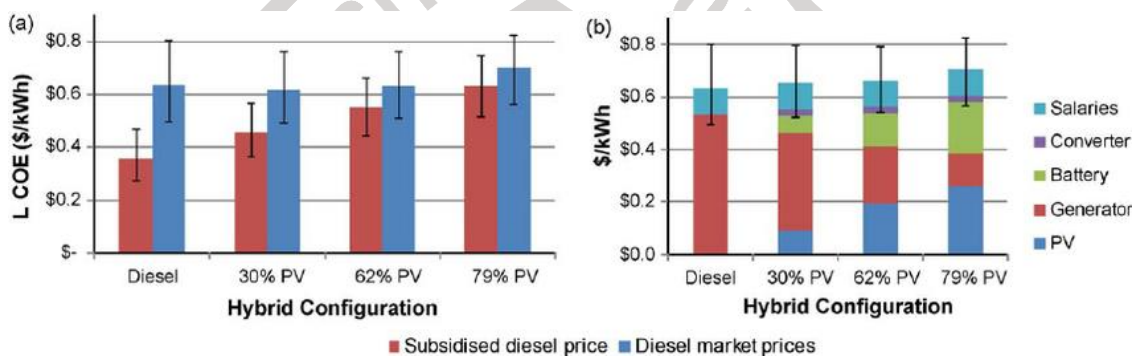
Sebagaimana ditunjukkan oleh Blum et al. (2013), ketergantungan Indonesia pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), terutama di wilayah tertinggal, terdepan, dan terluar (3T), telah menjadi masalah struktural dalam penyediaan energi nasional. Ini menyebabkan tingginya biaya pokok penyediaan tenaga listrik (BPP), serta kerentanan sistemik terhadap fluktuasi harga minyak global dan hambatan dekarbonisasi jangka panjang. Menurut Ocon dan Bertheau (2019), struktur energi berbasis diesel pada pulau-pulau kecil di Filipina menyebabkan ketergantungan finansial jangka panjang, yang diperparah oleh biaya transportasi solar, risiko keterlambatan pasokan, dan ketidakpastian harga pasar global. Ini menunjukkan bahwa PLTD adalah pilihan yang tidak berkelanjutan baik secara ekonomi maupun lingkungan.

Karena biaya investasi awal yang rendah dan biaya operasi yang rendah, biaya kumulatif PLTS (*PV-Costs*) relatif tinggi pada awalnya, tetapi meningkat dengan sangat lambat dan stabil sepanjang jangka waktu proyek, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1. Sebaliknya, karena konsumsi bahan bakar dan biaya operasi yang terus meningkat, biaya kumulatif pembangkit diesel meningkat tajam dan linear dari waktu ke waktu. Grafik ini menunjukkan bahwa meskipun diesel mungkin tampak lebih murah pada awalnya, PLTS akhirnya menjadi pilihan yang jauh lebih ekonomis dalam jangka panjang. Dalam beberapa tahun pertama operasi, titik impas biaya akan tercapai.

Gambar 1.2 menunjukkan grafik yang membandingkan *Levelized Cost of Energy* (LCOE) antara sistem diesel murni dan berbagai konfigurasi *hybrid* diesel-PLTS-baterai. Dengan mempertimbangkan perbedaan porsi energi surya dan skenario harga diesel, grafik ini menjelaskan perbandingan antara PLTD *hybrid* dan murni. Bagian (a) menunjukkan bahwa porsi PLTS yang lebih besar membuat LCOE lebih stabil dan sensitivitas biaya terhadap subsidi dan harga pasar diesel berkurang. Bagian (b) menunjukkan pergeseran dalam struktur biaya dari dominasi bahan bakar diesel menuju biaya investasi PLTS dan baterai yang lebih dapat diprediksi. Ini membuat sistem *hybrid* lebih tahan terhadap risiko biaya jangka panjang.



Gambar 1.1 Perbandingan Biaya Kumulatif (*Cost Over Time*) antara PLTD dengan PLTS



Gambar 1.2 Perbandingan *Levelized Cost Of Energy* (LCOE) Antara Sistem Diesel Murni dan Berbagai Konfigurasi *Hybrid Diesel*–PLTS–Baterai

Pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) adalah salah satu sumber emisi karbon tertinggi dalam sistem kelistrikan isolated, sehingga program de-dieselisasi PLN di wilayah terdepan, terluar, dan tertinggal (3T) sangat penting untuk lingkungan. Faktor emisi PLTD lebih tinggi daripada PLTS yang mendekati emisi operasional nol, dengan faktor 0,75–0,85 tCO₂/MWh di seluruh dunia (IEA; IPCC). Oleh karena itu, penghapusan PLTD secara bertahap merupakan upaya untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi energi serta merupakan tindakan langsung untuk mengurangi dampak perubahan iklim.

Menurut data internal PLN, hingga Juni 2025, Program Eliminasi BBM akan mencakup 4.372,9 MW kapasitas PLTD saat ini di 1.320 lokasi, yang akan menghasilkan penghematan BBM sebesar 1,346 juta kL setiap tahun. Program ini berpotensi menurunkan emisi karbon sekitar 3,6 juta tCO₂ per tahun dengan faktor emisi solar sekitar 2,68 tCO₂/kL. Angka ini menunjukkan bahwa de-dieselisasi di wilayah 3T

merupakan faktor *non-trivial* yang berkontribusi terhadap target penurunan emisi sektor ketenagalistrikan nasional. Ini juga menunjukkan betapa pentingnya penelitian yang menyelidiki hambatan tata kelola yang menghalangi pelaksanaan manfaat lingkungan.

Dalam konteks transisi energi global, negara berkembang, termasuk Indonesia, menghadapi tantangan yang sangat berbeda dibandingkan negara maju karena karakteristik geografis, sosial, kelembagaan, dan politik yang lebih kompleks. Menurut Ahlborg dan Hammer (2014), elektrifikasi wilayah terpencil di Afrika Timur menghadapi ketidaksesuaian kebijakan, tumpang tindih kekuasaan, dan kapasitas institusional yang lemah. Hasil ini relevan dengan struktur kelembagaan Indonesia, terutama karena penyediaan listrik di daerah terpencil membutuhkan koordinasi simultan antara pemerintah pusat, provinsi, dan kabupaten/kota, PLN sebagai operator tunggal, dan pemerintah dan komunitas lokal dengan kepentingan dan pola perilaku energi yang beragam.

Selain itu, menurut penelitian Keeley (2017) tentang negara-negara *Pacific Small Island Developing States* (SIDS), keberhasilan penetrasi energi terbarukan di lingkungan kepulauan sangat bergantung pada kerangka regulasi yang stabil, keselarasan kebijakan antar-level pemerintahan, insentif fiskal, ketersediaan pendanaan internasional, dan tata kelola aset energi yang jelas. dikelola secara *hybrid*. Indonesia, negara kepulauan terbesar di dunia, sangat relevan untuk pembelajaran ini karena kompleksitas koordinasi antara aktor pusat, regional, dan lokal jauh lebih besar dibandingkan negara kontinental.

Kirubi et al. (2009) dalam studi mini-grid di Kenya memberikan pengalaman negara-negara Afrika yang menunjukkan bahwa dinamika ekonomi politik yang melibatkan aktor-aktor formal dan informal seringkali memengaruhi keputusan energi lokal. Dalam hal ini, setiap aktor memiliki insentif yang berbeda untuk mempertahankan struktur energi berbasis diesel karena distribusi keuntungan dan kontrol atas sumber daya lokal. Situasi ini menunjukkan bahwa transisi energi memerlukan pertimbangan bukan hanya teknis dan ekonomi, tetapi juga tata kelola berbagai tingkat yang sangat kompleks.

Bawakyillenuo (2012) menegaskan bahwa penyebaran teknologi *photovoltaic* di Ghana, Kenya, dan Zimbabwe tidak hanya dipengaruhi oleh kompatibilitas teknologi dan kebutuhan energi, tetapi juga oleh cara berbagai tingkat pemerintah merancang, menerapkan, dan mengawasi kebijakan energi, yang seringkali tidak bekerja sama dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mengurangi emisi di Indonesia dengan sukses, kita perlu memahami dinamika hubungan antar-aktor dan struktur institusi yang memengaruhi proses pengambilan keputusan.

Dalam studi *techno-economic mini-grid* di Fiji, Chand et al. (2019) menemukan bahwa pulau-pulau kecil dengan akses logistik yang terbatas memiliki potensi terbesar untuk melakukan transisi energi berbasis *photovoltaic* ke BESS. Namun, untuk menjaga kesinambungan operasional dan menjaga kualitas layanan energi, desain kelembagaan yang jelas diperlukan.

Sebagian besar penelitian akademik masih berfokus pada aspek teknologi dan keekonomian, meskipun penelitian telah menunjukkan bahwa pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) di wilayah terpencil tidak efisien secara ekonomi dan memiliki dampak lingkungan yang signifikan, dan bahwa sistem pembangkit tenaga terbarukan seperti pembangkit tenaga surya yang dikombinasikan dengan sistem penyimpanan energi baterai (PLTS+BESS) lebih unggul dalam jangka panjang. Tidak banyak penelitian yang dilakukan tentang bagaimana struktur kelembagaan dan koordinasi *Multi-Level Governance* memengaruhi pelaksanaan manfaat lingkungan dari program de-dieselisasi, terutama dalam hal negara kepulauan besar seperti Indonesia.

Indonesia, negara kepulauan terbesar di dunia, menghadapi masalah khusus dalam penyediaan energi, terutama di wilayah terdepan, terluar, dan tertinggal (3T) yang tersebar secara geografis dan memiliki sistem kelistrikan yang terpisah satu sama lain. Namun, kondisi geografis tidak dapat digunakan sebagai alasan untuk menurunkan standar pelayanan publik. Akses ke listrik adalah hak dasar warga negara dan kewajiban konstitusional negara untuk menjamin kesejahteraan dan pemerataan ekonomi. Oleh karena itu, di wilayah 3T, kebijakan de-dieselisasi harus dibuat secara kontekstual dan adil dengan mempertimbangkan karakteristik wilayah, keterbatasan infrastruktur, dan kapasitas kelembagaan lokal. Ini dilakukan untuk memastikan bahwa transisi energi tidak memperburuk ketimpangan akses dan kualitas pelayanan kelistrikan.

Dalam praktiknya, penurunan emisi karbon yang dihasilkan dari penghapusan PLTD di wilayah 3T sering dianggap sebagai manfaat turunan atau *co-benefit* daripada sebagai hasil utama dari tata kelola kebijakan. Akibatnya, aspek kelembagaan dan koordinasi lintas level yang seharusnya menjadi prasyarat keberhasilan dekarbonisasi seringkali tidak diperhatikan dengan baik. Meskipun demikian, dalam sistem kelistrikan terisolasi dengan keterbatasan sumber daya dan banyak aktor, kualitas tata kelola sangat penting untuk menentukan apakah potensi pengurangan emisi dapat dicapai secara nyata dan berkelanjutan.

Dengan demikian, penelitian ini menyelidiki Program De-dieselisasi PLN di wilayah 3T dengan menggunakan kerangka *Multi-Level Governance* (MLG) dan

Governance, Risk, and Control (GRC). Metode ini digunakan untuk menjelaskan bagaimana dinamika tata kelola lintas level mulai dari perumusan kebijakan hingga implementasi di tingkat lokal memengaruhi realisasi manfaat lingkungan dan keberlanjutan dekarbonisasi dalam sektor ketenagalistrikan di Indonesia.

1.2. Perumusan Masalah

- a. Bagaimana struktur tata kelola *Multi-Level Governance* (global, nasional, korporat/PLN, dan daerah) Program De-dieselisasi PLN dibentuk, dan di mana ketidaksesuaiannya?
- b. Bagaimana proses manajemen dan koordinasi lintas tingkat di Program De-dieselisasi PLN?
- c. Apa jenis kegagalan *multi-level governance* yang muncul dalam Program De-dieselisasi PLN?
- d. Dalam perspektif *Governance, Risk, and Control* (GRC), bagaimana kegagalan MLG tersebut menyebabkan risiko tata kelola, risiko kebijakan, risiko sosial, dan risiko operasional?
- e. Bagaimana struktur dan prosedur *Multi-Level Governance* program de-dieselisasi di negara lain dibandingkan dengan Indonesia?

1.3. Tujuan Penelitian

- a. Mengidentifikasi dan menganalisis struktur tata kelola *Multi-Level Governance* dalam Program De-dieselisasi PLN, yang mencakup peran dan hubungan antara aktor di tingkat internasional, nasional, perusahaan, daerah, dan lokal.
- b. Mengevaluasi proses manajemen dan dinamika koordinasi *Multi-Level Governance* selama fase perencanaan, implementasi, dan operasi dan pemeliharaan de-dieselisasi.
- c. Mengidentifikasi jenis kegagalan *Multi-Level Governance*, seperti *Misalignment*, *Overlapping Mandate*, dan *Accountability Gap* dalam pelaksanaan Program De-dieselisasi PLN.
- d. Mengevaluasi kegagalan MLG terhadap risiko tata kelola, risiko kebijakan, risiko sosial, dan risiko operasional dari sudut pandang *Governance, Risk, and Control* (GRC).

- e. Mengidentifikasi persamaan dan perbedaan bentuk kegagalan *Multi-Level Governance* antara Indonesia dan negara pembanding, serta konsekuensi dari kegagalan ini terhadap keselamatan proyek dan risiko tata kelola.

1.4. Manfaat Penelitian

- a. Memberi kontribusi empiris ke penelitian tentang pengelolaan *Multi-Level Governance* sektor energi di negara berkembang.
- b. Menyediakan analisis mendalam yang dapat digunakan oleh PLN untuk mendukung keputusan berdasarkan bukti dalam merencanakan dan menerapkan program de-dieselisasi.
- c. Membuat kebijakan energi terbaru pemerintah pusat dan daerah selaras
- d. Menyediakan model perbandingan internasional bagi komunitas akademik untuk digunakan dalam penelitian lanjutan tentang tata kelola, pembangunan wilayah terpencil, dan energi bersih.
- e. Memberi ruang bagi pemangku kepentingan internasional untuk memahami konteks tata kelola Indonesia sehingga dapat memperkuat koordinasi keuangan iklim dan kolaborasi yang efektif dalam transisi energi.

1.5. Orisinalitas Penelitian

Dalam analisis program de-dieselisasi PLN, pendekatan *Multi-Level Governance* digabungkan dengan kerangka *Governance, Risk, and Control*, yang menarik perhatian penelitian ini. Penelitian sebelumnya belum banyak melakukan hal ini. Banyak penelitian sebelumnya berkonsentrasi pada aspek teknologi, ekonomi, atau sosial, tetapi belum secara menyeluruh memasukkan analisis tata kelola lintas-level.

Dalam sistem tenaga listrik yang terisolasi, *Misalignment*, *Overlapping Mandates*, dan *Accountability Gap* secara sistematis memperlambat atau menghilangkan pelaksanaan manfaat lingkungan. Tabel 1.1 menunjukkan bahwa literatur tentang transisi energi sebagian besar mengabaikan elemen ini dalam penelitian saat ini.

Tabel 1.1 Literatur Reviu

No	Judul Penelitian	Tahun	Lokasi Studi	Penulis	Hasil Penelitian
1	<i>Rural Electrification Through Village Grids: Assessing the Cost Competitiveness of Isolated Renewable Energy Technologies in Indonesia</i>	2013	Indonesia	Blum, Wakeling dan Schmidt	Menunjukkan bahwa teknologi <i>renewable</i> (PLTS/ <i>biomass</i>) lebih ekonomis dibanding diesel di wilayah pedesaan; PLTD sangat mahal karena biaya logistik.
2	<i>Energy Transition from Diesel-based to Solar PV–Battery–Diesel Hybrid System-based Island Grids in the Philippines</i>	2020	Filipina	Stojanovski et al.	Menunjukkan potensi PLTS+BESS untuk menurunkan konsumsi diesel di pulau terpencil dan implikasi bagi kebijakan tarif.
3	<i>Techno-Economic Analysis of a Hybrid Mini-grid System for Fiji Islands</i>	2019	Fiji	Chand et al.	Menganalisis kelayakan PLTS+BESS untuk pulau kecil; hasil menunjukkan penghematan signifikan dan ketergantungan pada dukungan donor.
4	<i>Renewable Energy in Pacific SIDS: The Role of International Aid</i>	2017	Fiji, Samoa	Keeley	Menjelaskan peran donor internasional dalam transisi energi; pentingnya enabling environment untuk negara pulau kecil.
5	<i>Drivers and Barriers to Rural Electrification in Tanzania and Mozambique</i>	2015	Tanzania, Mozambik	Ahlborg et al.	Menemukan hambatan kelembagaan: kapasitas lemah, tumpang tindih kewenangan, konflik kepentingan lokal.
6	<i>The Political Economy of Mini-grid Electricity Development and Innovation in Kenya</i>	2018	Kenya	Ahlborg et al.	Menyimpulkan bahwa keberhasilan <i>mini-grid</i> dipengaruhi politik nasional, preferensi pemda, dan inovasi sektor swasta.
7	<i>Renewable-energy-based Rural Electrification: The</i>	2019	India	Gupta et al.	Mengulas pengalaman India dalam <i>mini-grid</i> dan pentingnya

	<i>Mini-grid Experience from India</i>				dukungan kebijakan serta model bisnis.
8	<i>Mini-grid Based Off-grid Electrification to Enhance Electricity Access – What Policies May Be Required?</i>	2018	India, East Africa	Bhattacharyya	Menjelaskan pentingnya desain kebijakan yang jelas untuk <i>mini-grid</i> ; menjabarkan hambatan regulasi.
9	<i>Solar PV Dissemination Trajectories in Ghana, Kenya, Zimbabwe</i>	2012	Ghana, Kenya, Zimbabwe	Bawakyillenuo	Menunjukkan bahwa keberhasilan PV bergantung pada desain kebijakan nasional dan kapasitas lembaga.
10	<i>Isolated Renewable Energy Technologies dan Rural Electrification in Indonesia</i>	2013	Indonesia	Blum et al.	Renewable lebih kompetitif daripada diesel dalam jangka panjang; PLTD sangat tidak efisien.
11	<i>Potential Conflicts of Interest in Indonesia's Energy Transition Policy</i>	2024	Indonesia	Setiawan et al.	Mengidentifikasi potensi konflik kepentingan dalam kebijakan energi Indonesia (BBM, batubara).
12	<i>Harmonizing Indonesia's Regulatory Framework on Energy Transition</i>	2025	Indonesia	Handayani dan Maharani	Menguraikan disharmonisasi regulasi transisi energi di Indonesia.
13	<i>The Role of Oil Fuels on the Energy Transition toward Net-zero in Indonesia</i>	2023	Indonesia	Soemanto et al.	Menjelaskan peran BBM dalam transisi energi dan perlunya reformasi subsidi.
14	<i>Evaluation of Research Progress and Trends in Mini-grids for Rural Electrification – A Bibliometric Analysis</i>	2024	Global	Wigmore et al.	Mengidentifikasi <i>research gap mini-grid</i> global dan pentingnya aspek <i>governance</i> .
15	<i>Techno-economic Analysis of Hybrid Mini-grid Systems in Pakistan, India, etc.</i>	2021	Asia Selatan	Beberapa penulis dalam paper terkait	Fokus pada kelayakan teknis dan ekonomi <i>mini-grid</i> .

