



Inovasi Teknologi dan Digitalisasi dalam Mendukung Efisiensi dan Keandalan Sistem Energi Terbarukan

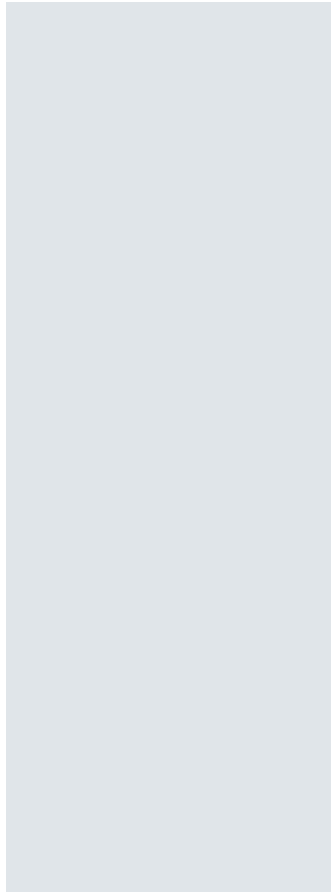
Bagus Mudiantoro, Ph.D.
Managing Consultant

**Focus Group Discussion:
Strategi Perencanaan dan Pembiayaan dalam Mendukung Pencapaian Infrastruktur Listrik
Terbarukan di Kawasan Timur Indonesia (KTI)**

Jakarta, 16 September 2025

Outline

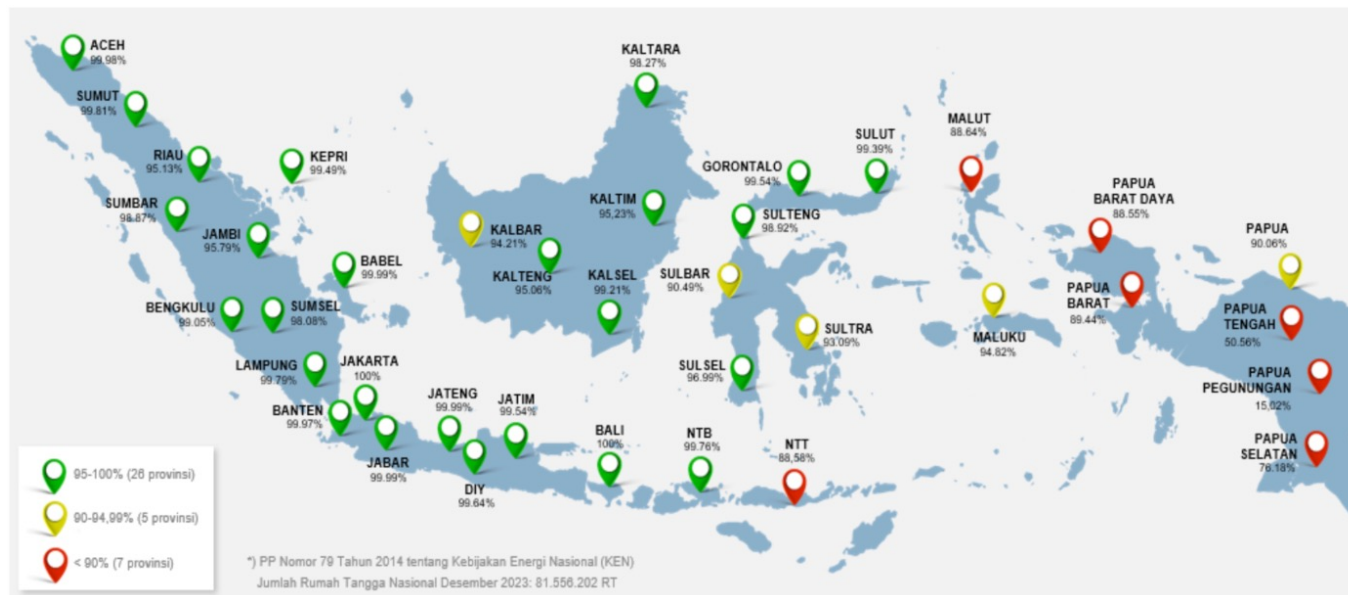
- **Tantangan** penerapan teknologi **efisiensi energi** dan **keandalan sistem** spesifik di KTI
- **Strategi** untuk **memperluas adopsi teknologi** efisiensi energi dan keandalan sistem di proyek EBT skala daerah
- **Peran teknologi dan digitalisasi** dalam **perencanaan proyek** dan **efisiensi sistem EBT** di daerah



Latar Belakang

Kondisi Kelistrikan di Kawasan timur Indonesia

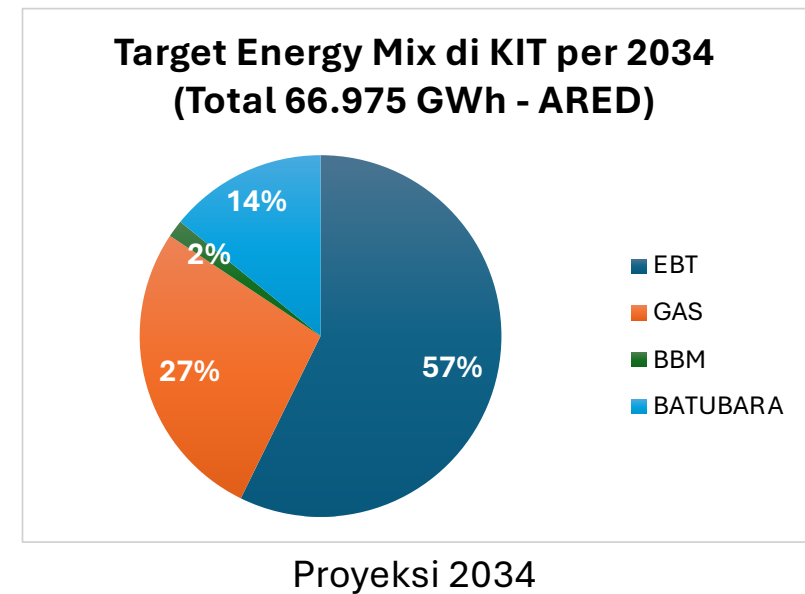
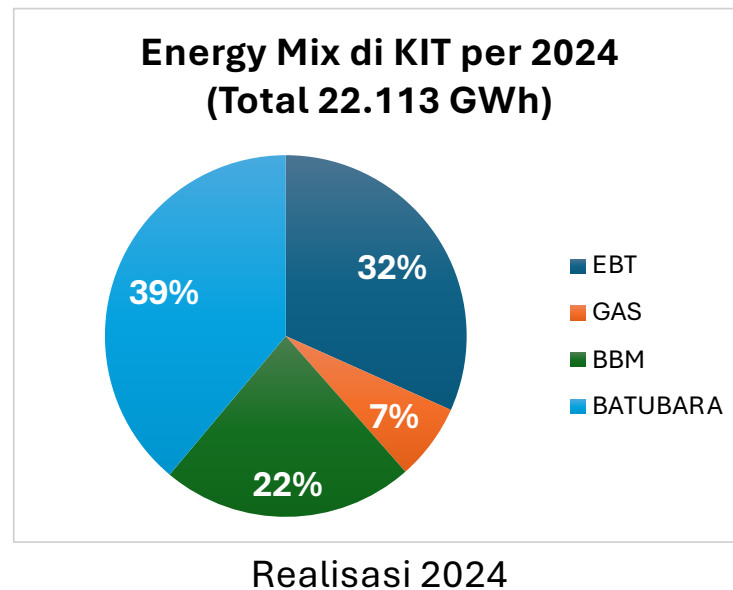
- Tahun 2024, rasio elektrifikasi nasional mencapai 99,82%
- Dari 38 provinsi di Indonesia, **7 provinsi dengan rasio elektrifikasi di bawah 90%**, dan **semuanya berada di Kawasan timur Indonesia**
- Elektrifikasi terendah ada di **Papua Pegunungan: 15.02%**



Sumber : Ditjen Gatrik – KESDM (RUPTL 2025-2034)

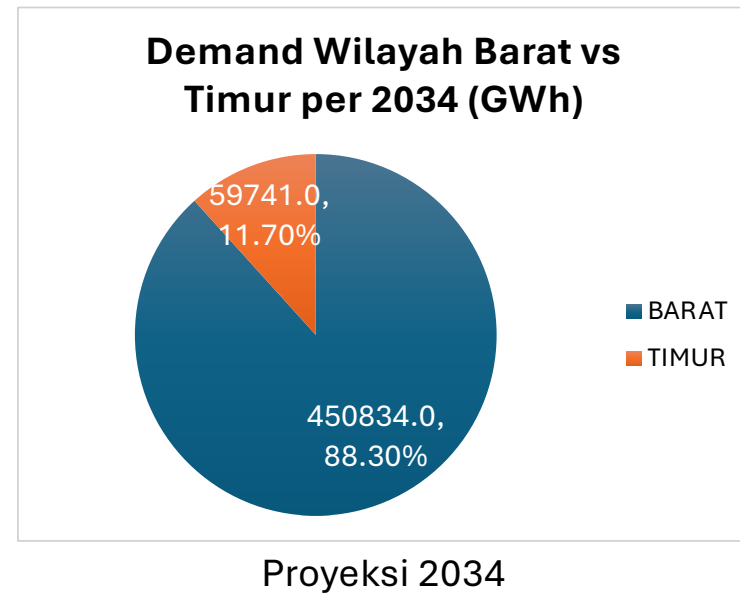
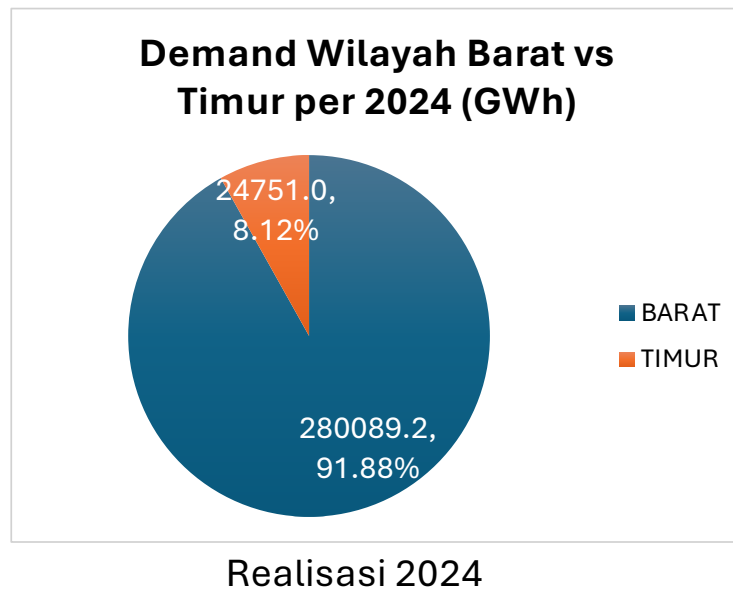
Bauran Energi di Kawasan timur Indonesia

- Hingga tahun 2024, Porsi EBT di Kawasan timur Indonesia menyumbang **31.7%** dari total produksi energi listrik 22.113 GWh.
- Porsi EBT terbesar adalah PLTA sebesar **51.2%** (3,594 GWh) dari total EBT di tahun 2024
- Bauran EBT ditargetkan dapat mencapai **57.3%** pada 2034 dari total 66.975 GWh produksi energi listrik pada scenario ARED



Porsi Beban Listrik di Kawasan timur Indonesia

- Persebaran **beban wilayah Timur** Indonesia jauh lebih rendah, mencakup **8.12% dari total beban Indonesia pada 2024** (304,840.16 GWh).
- Diproyeksikan **pada 2034 beban wilayah Indonesia Timur** naik menjadi **11.7% dari keseluruhan beban Indonesia** (510,575 GWh).



Potensi Pembangkit EBT di wilayah Timur

- **Potensi EBT di Wilayah Indonesia Timur mencapai 15,427.53 MW**
- Porsi terbesar dimiliki oleh **PLTA sebesar 83.2% dengan total potensi 12.836.2 MW**
- Potensi pembangkit terbesar adalah **PLTA Memberamo sebesar 6,370 MW** yang terletak di Provinsi Papua, Papua Pegunungan, Papua Tengah Dan Papua Selatan

Potensi Pembangkit EBT di wilayah Timur (MW)

PROVINSI	PLTA	PLTM	PLTP	PLTB	PLTB+BESS	PLTS	PLTS+BESS	PLTS+PLTB	PLTS+Pump Storage	PLTS+PLTD	PLTS+PLTM	PLTS+Hybrid	PLTH	PLTBm	PLTEL	Total
SULAWESI UTARA	252	55.7	130	63	-	-	80	-	-	-	-	-	104	-	-	684.70
SULAWESI TENGAH	4299.2	179.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,478.40
GORONTALO	-	9.9	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.90
SULAWESI SELATAN	-	-	-	399	-	80.1	8.74	10.1	-	-	-	-	-	-	-	497.94
SULAWESI TENGGARA	335	24.1	20	15	-	33	-	-	30	-	-	-	-	-	-	457.10
SULAWESI BARAT	1388.5	15.72	10	150	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,594.22
MALUKU	72	14.3	-	60	-	0.1	16	10.1	-	10	10	-	-	-	6	198.50
MALUKU UTARA	-	-	140	-	-	-	18.1	-	-	-	-	-	-	9.8	-	167.90
PAPUA, PAPUA PEGUNUNGAN, PAPUA TENGAH DAN PAPUA SELATAN	6410	-	-	50	-	-	162	-	-	20	-	-	-	10	-	6,652.00
PAPUA BARAT DAN PAPUA BARAT DAYA	-	4.4	-	-	58	-	75	-	-	-	-	-	-	-	-	137.40
NUSA TENGGARA BARAT	18	28.15	40	-	115	-	15	-	-	-	-	-	-	20	20	256.15
NUSA TENGGARA TIMUR	61.5	20.8	20	56	-	-	107.02	-	-	-	-	2	-	6	10	283.32
Total	12,836.2	352.27	360	793	173	153.2	481.86	20.2	30	30	10	2	104	51.8	30	15,427.53

Potensi EBT Tertinggi

**Tantangan penerapan
teknologi efisiensi energi
dan keandalan sistem
spesifik di KTI**



Tantangan Keandalan Sistem di Kawasan timur Indonesia

Topografi wilayah: kepulauan kecil

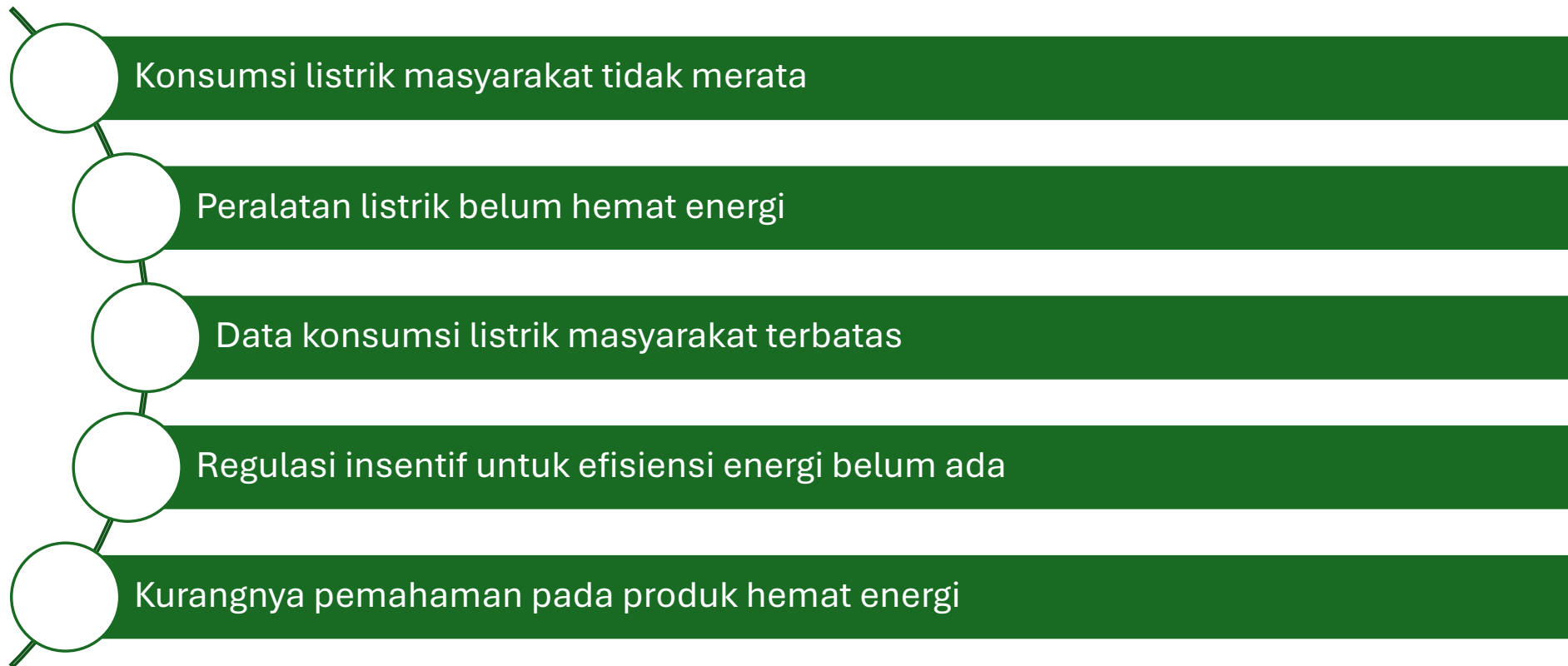
Kebutuhan listrik: relative kecil, pemukiman tersebar

Suplai: *isolated grid*, masih dominan PLTD

Ekonomi: Biaya listrik tinggi, subsidi besar

SDM: Kurangnya SDM teknis dalam penguasaan teknologi dan pengoperasian sistem

Tantangan Penerapan Efisiensi Energi di Kawasan timur Indonesia



**Strategi untuk
memperluas
adopsi teknologi
efisiensi energi
dan keandalan
sistem di proyek
EBT skala daerah**

ADOPTION



Strategi Adopsi Teknologi untuk Keandalan Sistem pada Proyek EBT di Daerah

- **Implementasi teknologi sederhana**, contoh: hybrid PLTS + BESS, PLTMh
- **Standardisasi** desain dan implementasi proyek
- Kolaborasi **usaha**: BUMD/koperasi energi
- Training **SDM**
- **Kerjasama** dengan Pemerintah Daerah



Strategi Adopsi Teknologi Energi Efisiensi di Daerah

- Implementasi pilot project di desa: PLTS komunal
- Memperkenalkan program peralatan efisien, misalnya penggunaan lampu LED
- Kerjasama dengan skema pembiayaan lokal (BUMDes, KUR hijau)
- *Capacity building* teknisi lokal



Picture: MENTARI program

**Peran teknologi
dan digitalisasi
dalam
perencanaan
proyek dan
efisiensi sistem
EBT di daerah**



Peran Teknologi dan Digitalisasi dalam Perencanaan dan efisiensi sistem EBT di Daerah



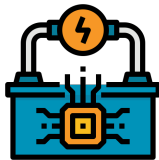
Pemetaan potensi EBT dan beban listrik (GLCP, GIS, dan Satelite Data)



Simulasi pembangkit untuk identifikasi kelayakan proyek



Monitoring dan Komunikasi Jarak Jauh secara Real-time



Sistem Manajemen Energi (EMS)



Kelengkapan data dapat meningkatkan keyakinan investor



Meningkatkan Keandalan sistem



THANK YOU

Contact: bagus.mudiantoro@castlerockasia.com

Alternatif untuk Mendukung Percepatan Implementasi Kelistrikan

- **RE Quota**
 - Sistem kuota kapasitas energi terbarukan yang harus dipenuhi dalam periode tertentu sebagai target nasional
 - Memacu investasi dan pengembangan teknologi efisiensi dan EBT
- **Geospatial Least Cost Planning (GLCP)**
 - Penggunaan data geografis dan demografis untuk menentukan opsi pembangunan energi paling efisien dan murah
 - Cocok untuk menentukan jenis teknologi pembangkit pada area tersebar
- **Result-Based Lending (RBL)**
 - Skema pembiayaan berdasarkan performa, dimana dana disalurkan setelah target terpenuhi
 - Pendanaan dialokasikan dengan fokus hasil nyata dan transparan
- **Viability Gap Fund (VGF)**
 - Dana bantuan hibah dari pemerintah untuk menutupi selisih biaya antara biaya proyek yang layak secara ekonomi dan biaya aktual proyek yang diperlukan
 - Cocok untuk meningkatkan kelayakan daerah terpencil yang membutuhkan investasi besar dan resiko tinggi

Bauran EBT di Indonesia

- Per 2024, Rasio Elektrifikasi Nasional mencapai 99,82%
- Kebutuhan beban tersebut disuplai oleh total pembangkit 74.5 GW
 - RE/VRE = 8.68 GW
 - Non-RE/VRE = 65.87 GW
- RUKN menargetkan bauran EBT sebesar 23% pada 2025.
- Namun, berdasarkan Laporan Kinerja DITJEN EBTKE Tahun 2024:
 - Realisasi bauran EBT hanya 14.68% pada akhir 2024

Tantangan penerapan teknologi efisiensi energi dan keandalan sistem spesifik di kawasan timur Indonesia

1. Regulasi dan Perizinan

- Peraturan pengembangan EBT masih berada di lingkup nasional dan belum sinkron dengan peraturan daerah
- Proses perizinan yang cukup panjang dan berlapis, khususnya di tingkat daerah
- Mekanisme dan implementasi subsidi yang masih belum matang

2. Teknis dan Infrastruktur

- Mayoritas pembangkit KTI masih berbasis diesel yang cenderung lebih mudah dan cepat dalam pembangunannya
- Geografi KTI yang tersebar dan medan yang ekstrim menghambat proses pembangunan dan pemeliharaan
- Kurangnya SDM teknis dalam penguasaan teknologi dan pengoperasian system
- Keterbatasan jaringan TL dan DL yang memadai, sehingga EBT skala utilitas belum dapat disalurkan ke daerah secara efisien

Tantangan penerapan teknologi efisiensi energi dan keandalan sistem spesifik di kawasan timur Indonesia

3. Finansial

- Dengan kesulitan medan di KTI, biaya investasi awal untuk EBT semakin besar dan berpotensi memunculkan viability gap
- Dengan biaya investasi yang tinggi dan kebutuhan beban yang cenderung kecil, proyek pembangkit KTI seringkali beresiko dan kurang menarik bagi investor
- Realisasi subsidi cenderung masih diarahkan ke pembangkit fosil ataupun grid PLN

4. Sosial dan Institusional

- Kesadaran Masyarakat terhadap teknologi EBT dan digitalisasi yang masih rendah, serta resistansi Masyarakat yang sering muncul karena kurangnya komunikasi
- Pelatihan teknis untuk SDM daerah yang masih rendah Pembedayaan dan kolaborasi dengan komunitas local perlu ditingkatkan dalam pengelolaan EBT
- Kurangnya koordinasi dan integrasi data antara PLN, pemerintah daerah, dan pengembang proyek energi terbarukan.
- Penyediaan lahan yang sering menimbulkan kontroversi dan sengketa dengan Masyarakat adat

Strategi Untuk Memperluas Adopsi Teknologi

- **Penyelarasan Kebijakan Pusat dan Daerah**
 - Penyederhanaan Perizinan
 - Pemberian Insentif Fiskal dan Non fiskal, seperti pajak dan subsidi bunga pinjaman.
- **Pengembangan Kapasitas SDM Lokal**
- **Peningkatan Keterbukaan Data dan Perencanaan Berbasis Teknologi**
 - Pemetaan potensi beban dan sumber daya secara digital, seperti Sistem Informasi Geografis (GIS) dan data satelit
 - Perumusan Platform Bersama untuk pihak terkait dari Pusat hingga Daerah
 - Perencanaan pembangunan energi berdasarakan Geospatial Least Cost Planning (GLCP)
- **Kolaborasi Strategis Multi Lembaga dan Komunitas Lokal**
- **Perumusan Mekanisme Pembiayaan yang Optimal dan Menarik**
 - Pengumpulan data untuk Membangun profil resiko dari histori proyek yang sudah ada sebelumnya, sehingga dapat memberikan Gambaran lebih jelas ke investor
 - Dukungan pembiayaan dari pemerintah, seperti Viability Gap Fund (VGF)
 - Mekanisme pengadaan yang menarik dan kompetitif untuk EBT, seperti RE Quota
- **Pemodelan Proyek Pilot Pembangkit Terbaru di Area Terpencil**

Potensi Resiko Implementasi Proyek EBT di KIT

1. Teknis

- Kegagalan Sistem, Produksi Energi unmatch dengan prediksi, kerusakan peralatan

2. Finansial

- Biaya investasi dan O&M membengkak, ketidakstabilan pendapatan, kesulitan pendanaan

3. Operasional

- Kurangnya pengawasan, pemeliharaan yang kurang efisien, maintenance yang lama karena medan yang sulit