



# Pemanfaatan Hasil Pemodelan Energi dalam Penyusunan RUPTL PLN

Disampaikan pada Bootcamp Perencanaan Energi: Penguatan Peran Perguruan Tinggi sebagai Mitra Strategis dalam Perencanaan Transisi Energi di Daerah

Jakarta, 11 Juni 2025

**Ricky Faizal/VP Pengendalian RUPTL**

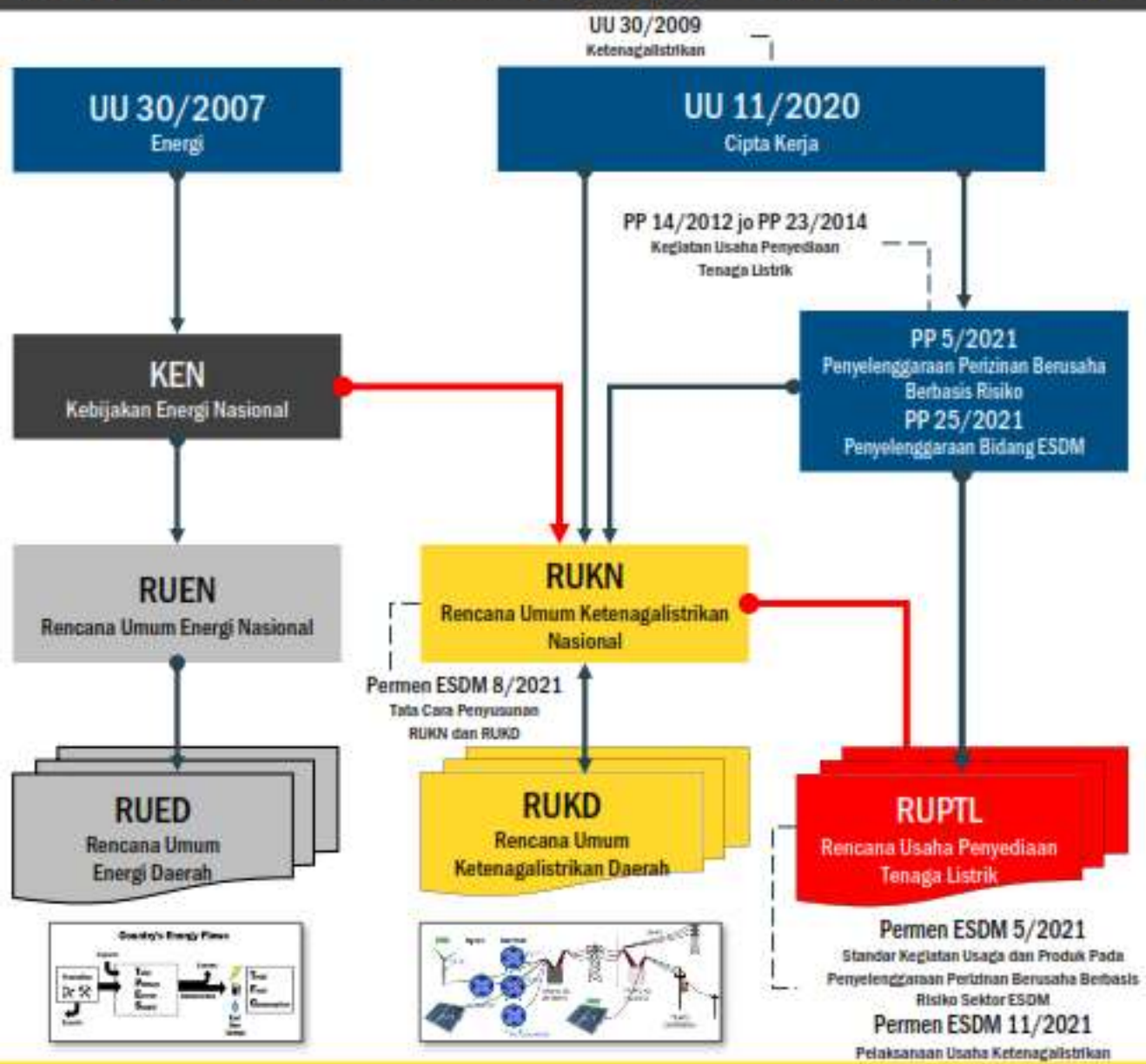
**Divisi Perencanaan Sistem Ketenagalistrikan**

**Direktorat Transmisi dan Perencanaan Sistem PT PLN (Persero)**

1. Bagaimana PLN menggunakan hasil pemodelan energi (*demand–supply projection, scenario planning*) dalam proses penyusunan RUPTL dan kebijakan sistem kelistrikan nasional.
2. Peran strategis perguruan tinggi dalam mendukung kebijakan energi berbasis data dan kajian ilmiah, terutama di daerah.



# REGULASI PERENCANAAN KETENAGALISTRIKAN DAN ENERGI



Pelaksanaan usaha penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan umum harus sesuai dengan **RUKN** dan **RUPTL**.

**RUPTL** adalah rencana pengadaan tenaga listrik meliputi bidang pembangkitan, transmisi, distribusi, dan/atau penjualan tenaga listrik kepada konsumen dalam suatu wilayah usaha.

1. RUPTL disusun berdasarkan RUKN;
2. RUPTL harus mengakomodasi rencana pengembangan sistem penyediaan tenaga listrik yang terdapat dalam RUKN;
3. Target bauran energi dalam RUPTL harus sesuai dengan target bauran energi nasional dalam RUKN. Pencapaian target bauran energi dapat dilakukan dengan:
  - a. Memaksimalkan potensi energi baru dan terbarukan di wilayahnya;
  - b. Kerja sama antarpemegang Wilayah Usaha; atau
  - c. Pembelian sertifikat energi baru dan terbarukan;
4. RUPTL untuk usaha Penyediaan tenaga listrik terintegrasi disusun untuk jangka waktu 10 tahun dan untuk usaha distribusi tenaga listrik dan/atau usaha penjualan tenaga listrik disusun untuk jangka waktu 5 tahun;
5. Perubahan RUPTL dapat dilakukan berdasarkan:
  - a. Hasil evaluasi RUPTL secara berkala oleh pemegang wilayah; atau
  - b. Perintah Menteri atau gubernur sesuai dengan kewenangannya;
6. Setiap perubahan RUPTL harus mendapatkan pengesahan dari Menteri atau Gubernur sesuai dengan kewenangannya;
7. Dalam rangka pelaksanaan kebijakan Pemerintah Pusat atau Pemda terkait usaha penyediaan tenaga listrik, Menteri atau Gubernur sesuai kewenangannya dapat memasukkan kebijakan tersebut ke dalam RUPTL.

**RUPTL merupakan barometer investasi dan cerminan kebijakan Pemerintah dalam sektor ketenagalistrikan**

# Proses Perencanaan Sistem untuk Penyusunan RUPTL [1/2]

- Pembangkit eksisting
- Kandidat pembangkit baru, EPC cost
- Kriteria *reserve margin*
- Penalti ekonomi
- Kurva beban
- Ketersediaan dan harga energi primer

- Pertumbuhan ekonomi (RPJMN Bappenas, RUKN, APBN)
- Pertumbuhan penduduk (BPS-Bappenas, RUKN)
- Target RE (RUKN)

- Kebutuhan listrik
- Produksi energi
- Jumlah pelanggan
- *Power contracted*
- Beban Puncak

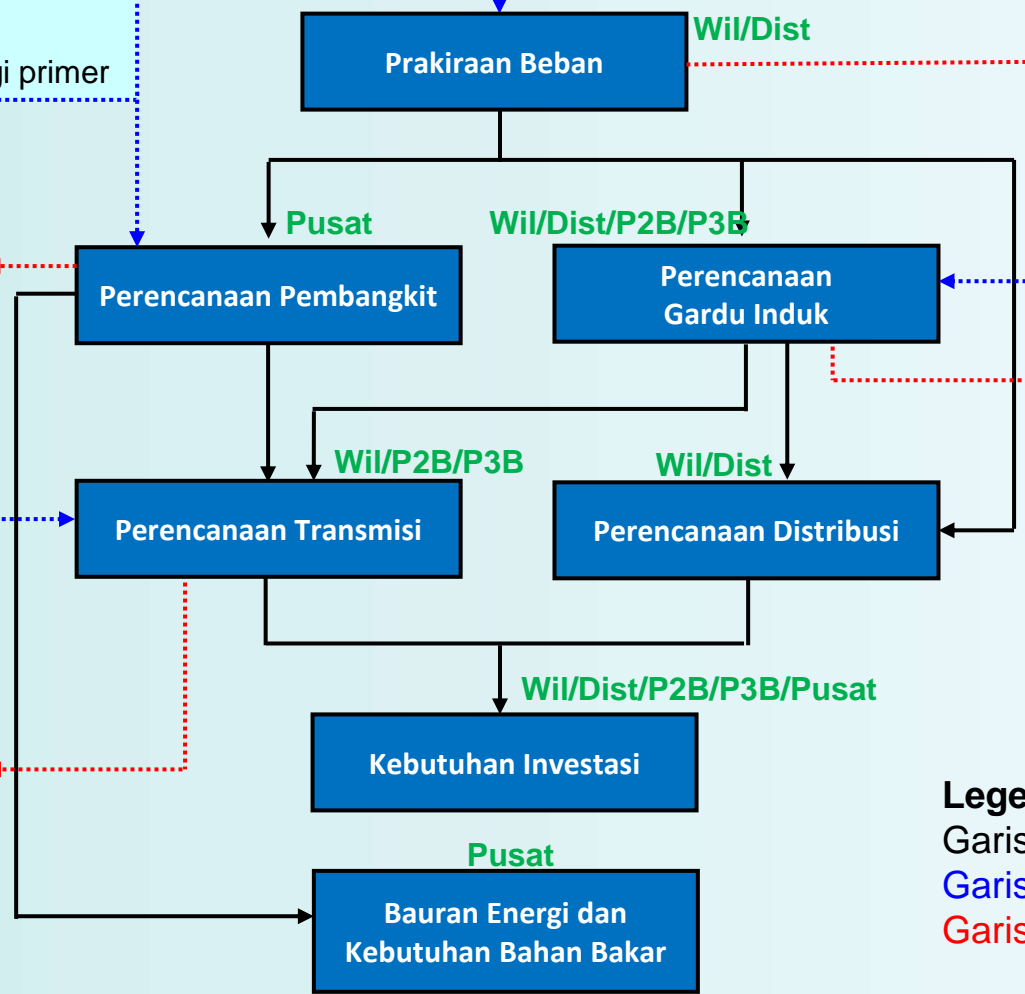
- Kapan COD
- Berapa kapasitasnya
- Jenis teknologi
- Peran dalam sistem
- Jenis bahan bakar
- Dimana lokasinya
- PLN atau IPP

- Gardu induk eksisting
- Kriteria pembebanan maksimum 60-80%

- Transmisi eksisting
- Kriteria keandalan N-1, tegangan, frekuensi
- *Load flow, short circuit and stability study*

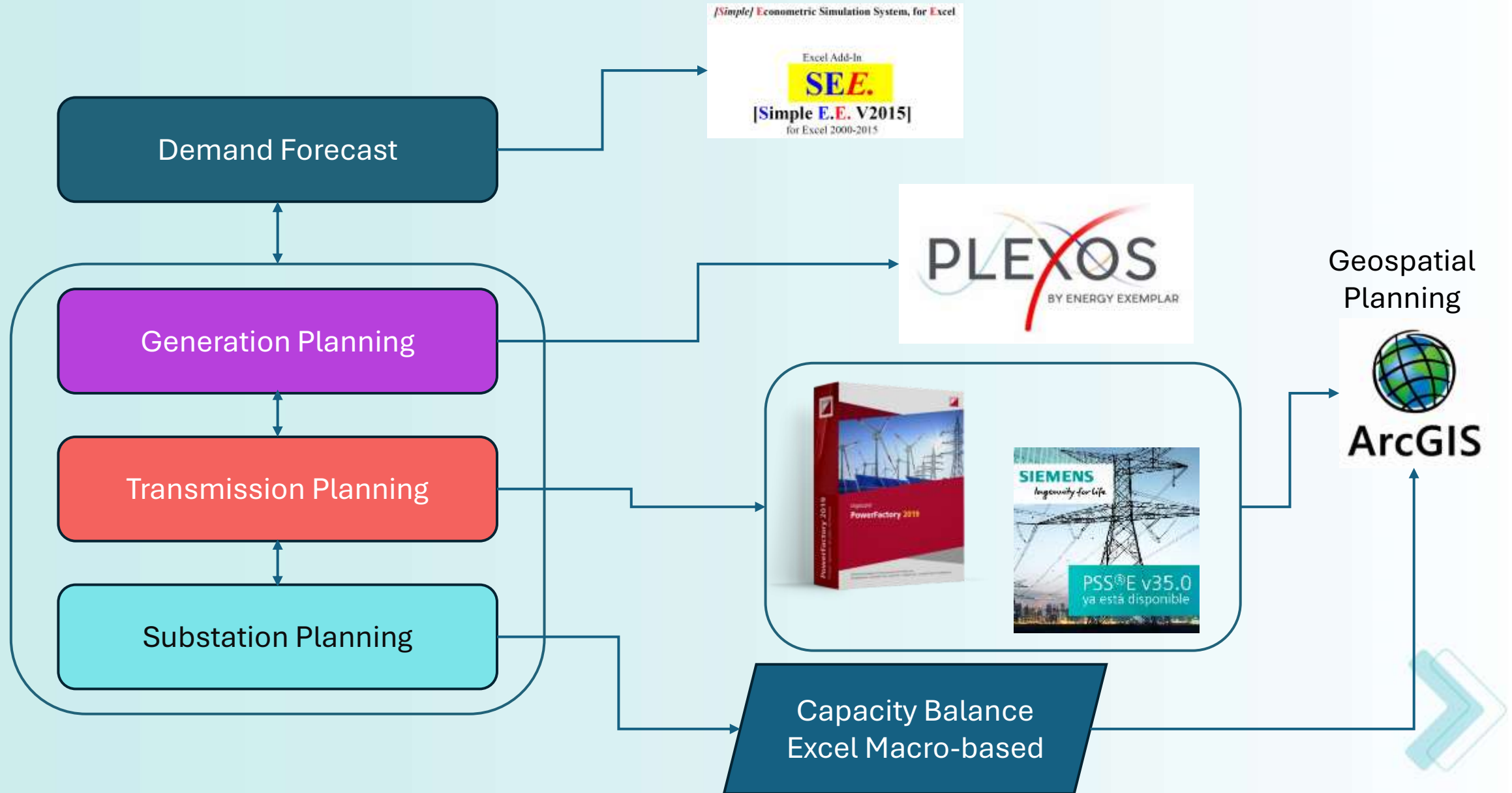
- Kapan COD
- Level tegangan (500 kV, 275 kV, 150 kV, 70 kV)
- Berapa kapasitasnya
- Dimana lokasinya

- Kapan COD
- Level tegangan (500 kV, 275 kV, 150 kV, 70 kV)
- HVAC/HVDC
- Berapa kapasitasnya
- Jenis konduktor
- Peran dalam sistem (evakuasi daya, interkoneksi, keandalan)
- Dimana lokasinya



**Legenda:**  
 Garis Hitam : proses  
 Garis Biru : input  
 Garis Merah : output

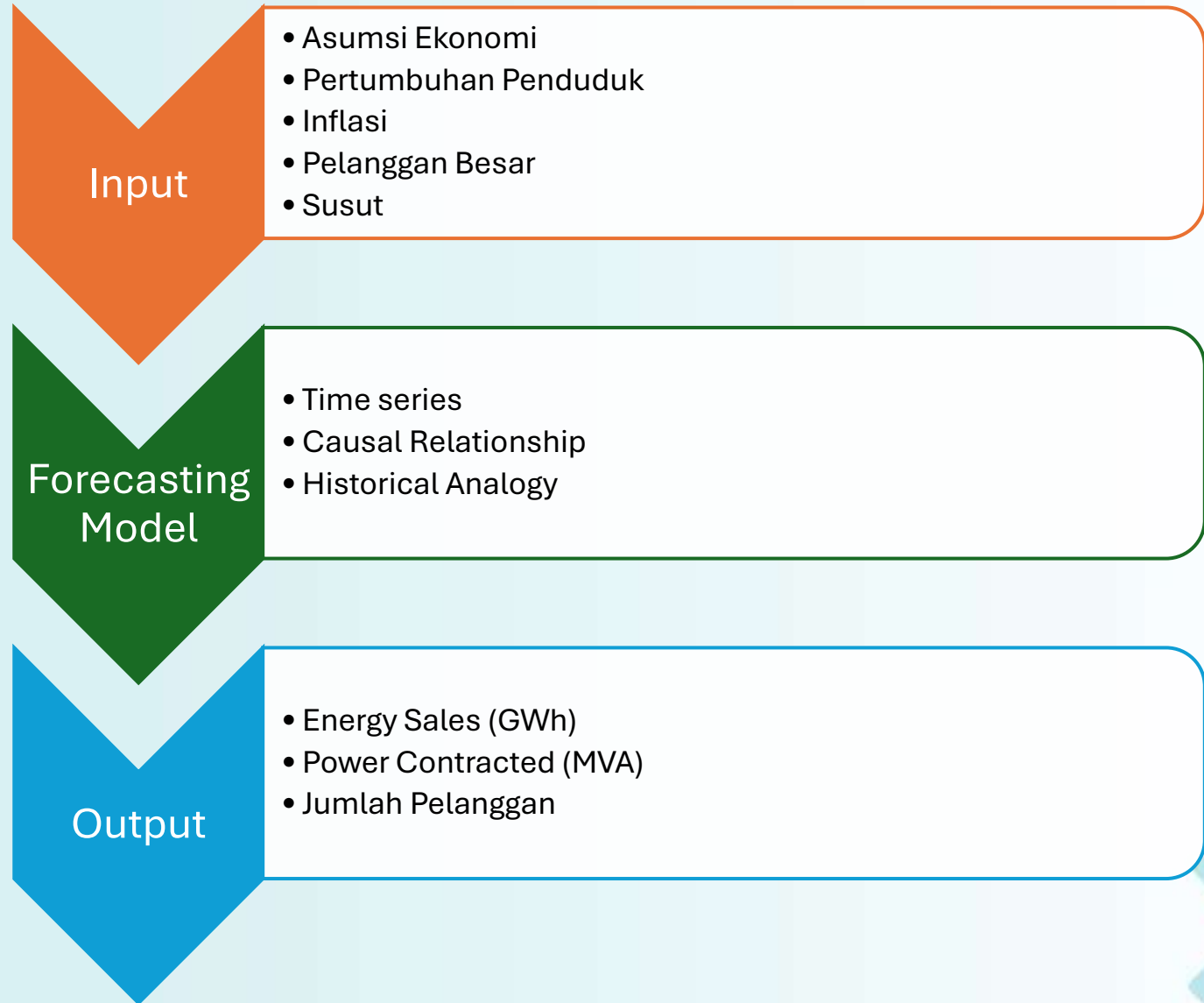


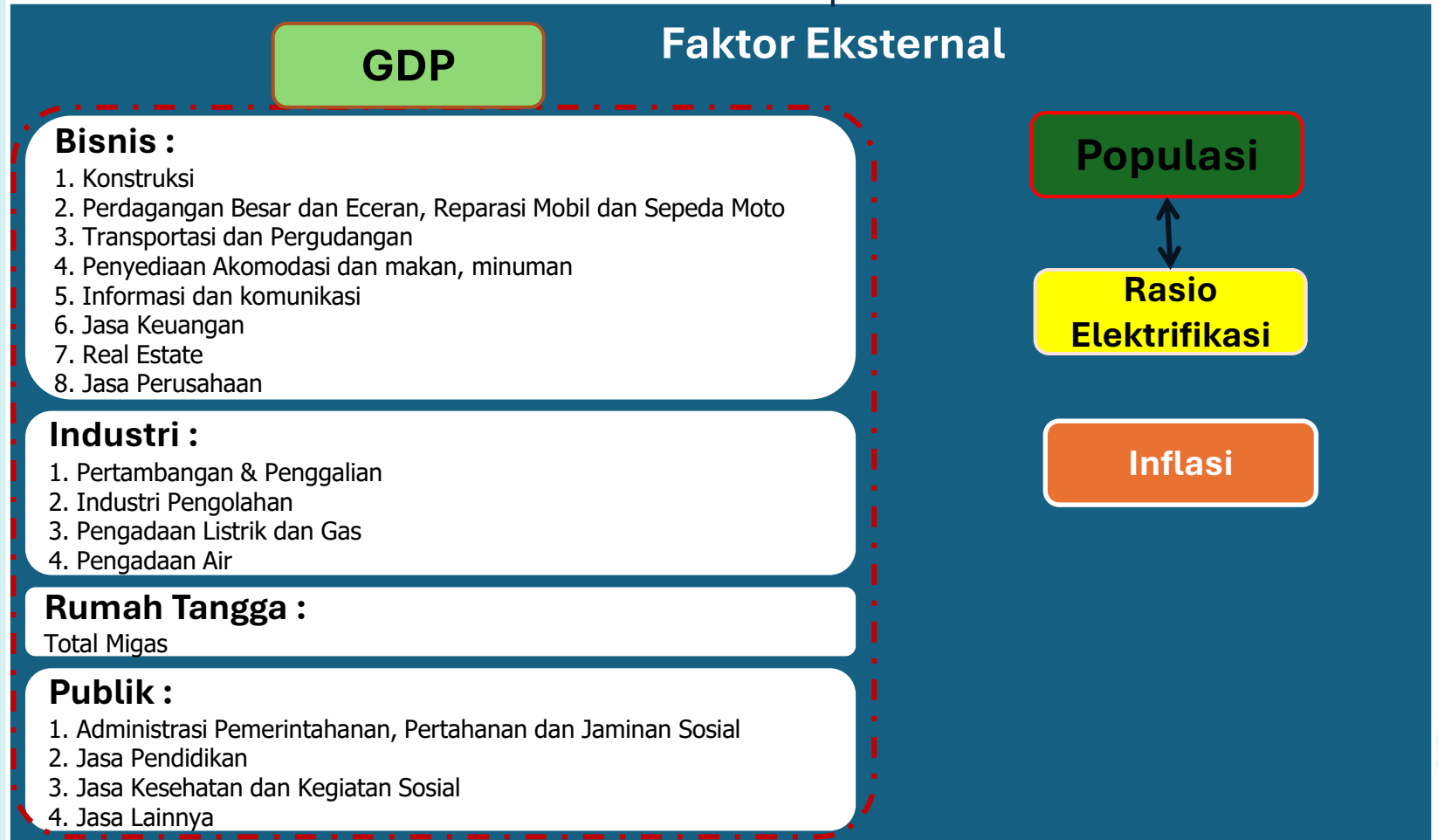


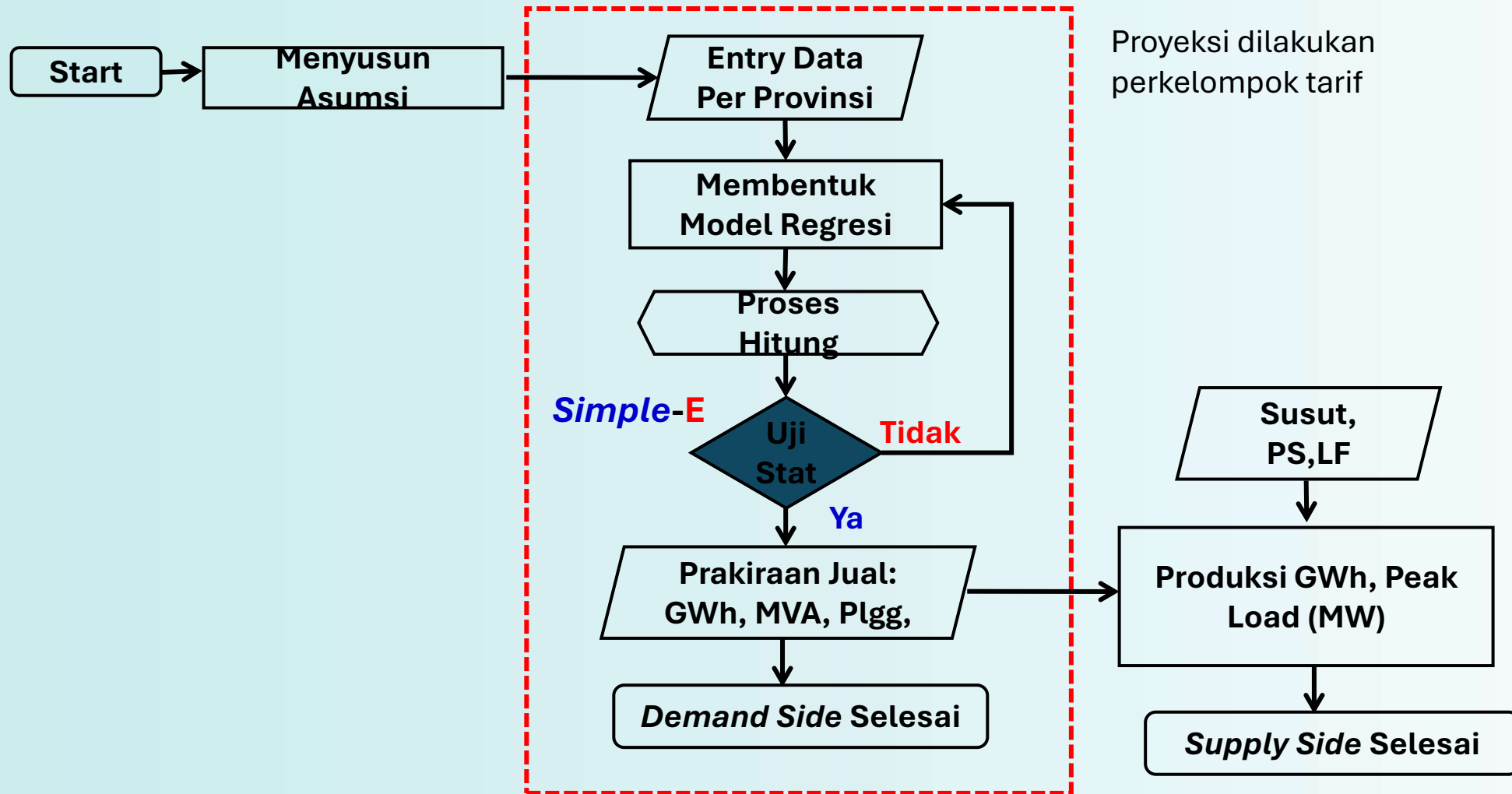
# Demand Forecast



Simple-E adalah tools berbasis ilmu statistic, berbentuk modul yang disisipkan kedalam *Microsoft excel*. **Berfungsi Untuk membuat prakiraan (forecasting)**. Menggunakan model **time series** dan **regresi** . Model bisa dipilih sesuai kebutuhan







# Generation Planning

Plexos adalah software market simulation tool dan integrated energy model. Dapat digunakan untuk **capacity expansion planning** dan **renewable energy integration optimisation**



### Outputs:

- Jumlah Pembangkit dan tahun COD
- ENS dan LOLP
- Total System Cost
- BPP Tenaga Listrik



### Objectives:

- Minimise the Total Costs of the System:
  - $\min(\sum_y \frac{1}{(1+DR)^y} \sum_g (CAPEX_{g,y} + FOM\ Costs_{g,y} + Gen_{g,y} * SRMC_{g,y} + UEC_y))$ 
    - = Operational Expenditures
  - Where
    - $y$  = year
    - $DR$  = Discount Rate
    - $g$  = generator, but also storage system
    - $CAPEX_{g,y}$  = CAPital Expenditure
    - $FOM\ Costs_{g,y}$  = Fixed Operation & Maintenance Costs } Also for T&D assets
    - $UEC_y$  = Unserved Energy Cost
    - $Gen_{g,y}$  = Generation of generator/storage  $g$  in year  $y$
    - $SRMC_{g,y}$  = Short-Run Marginal Cost =  $VOM\ Costs_{g,y} + Fuel\ Costs_{g,y}$

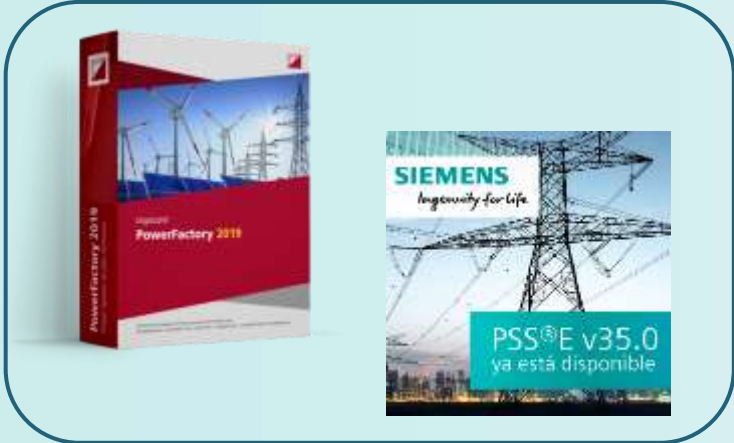


### Constraints:

- Energy Balance
  - $\sum_g Gen_{g,h} + UE_h = Load_h$  for every hour  $h$
- Respecting the units max capacities
  - $Gen_{g,h} \leq Cap_{g,h}$
- Limiting the new builds to the feasible, each year and total potential
  - $NewBUILT_{g,y} \leq MaxBUILT_{g,y}$  → "There is only so many MW you can add each year"
  - $\sum_y MaxBUILT_{g,y} \leq MaxPotential_g$  → "Some technologies are restricted in their deployment"

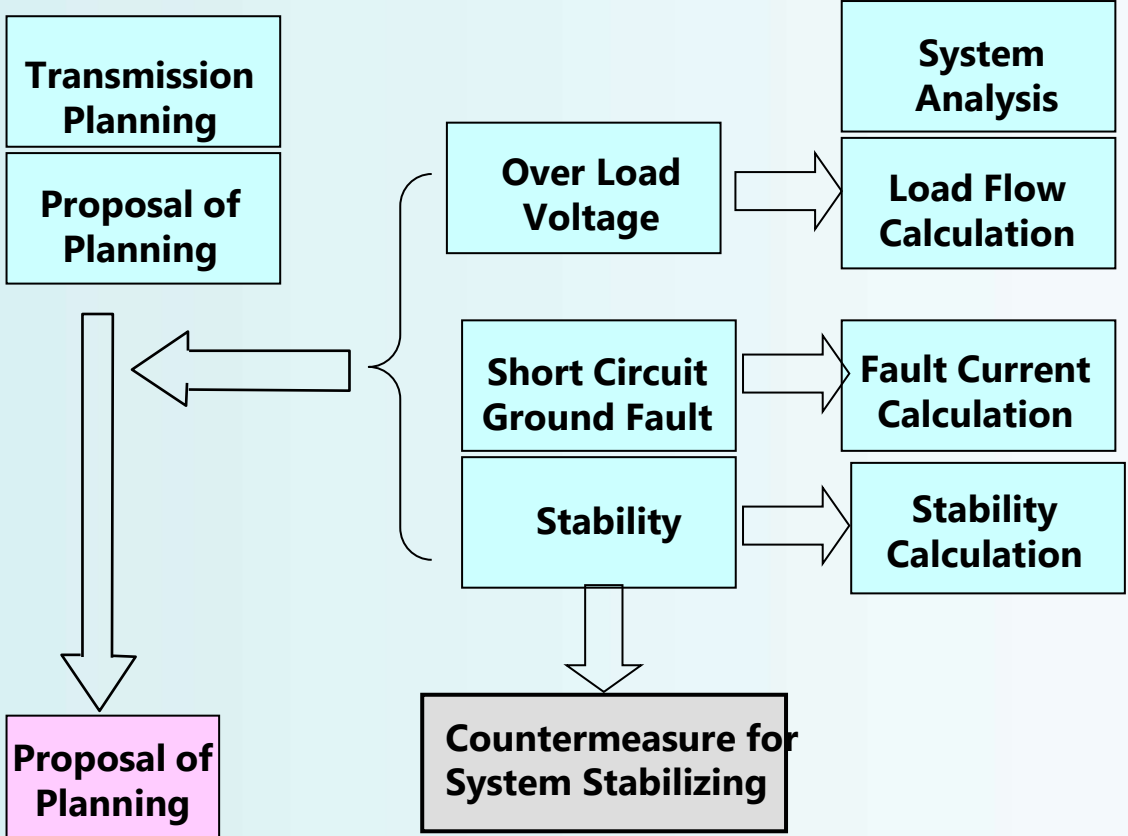


# Transmission Planning



Dalam penyusunan RUPTL, dibutuhkan juga software untuk melihat kondisi sistem dalam mid-term dan long-term planning dari sisi transmisi dan **kestabilan sistem**

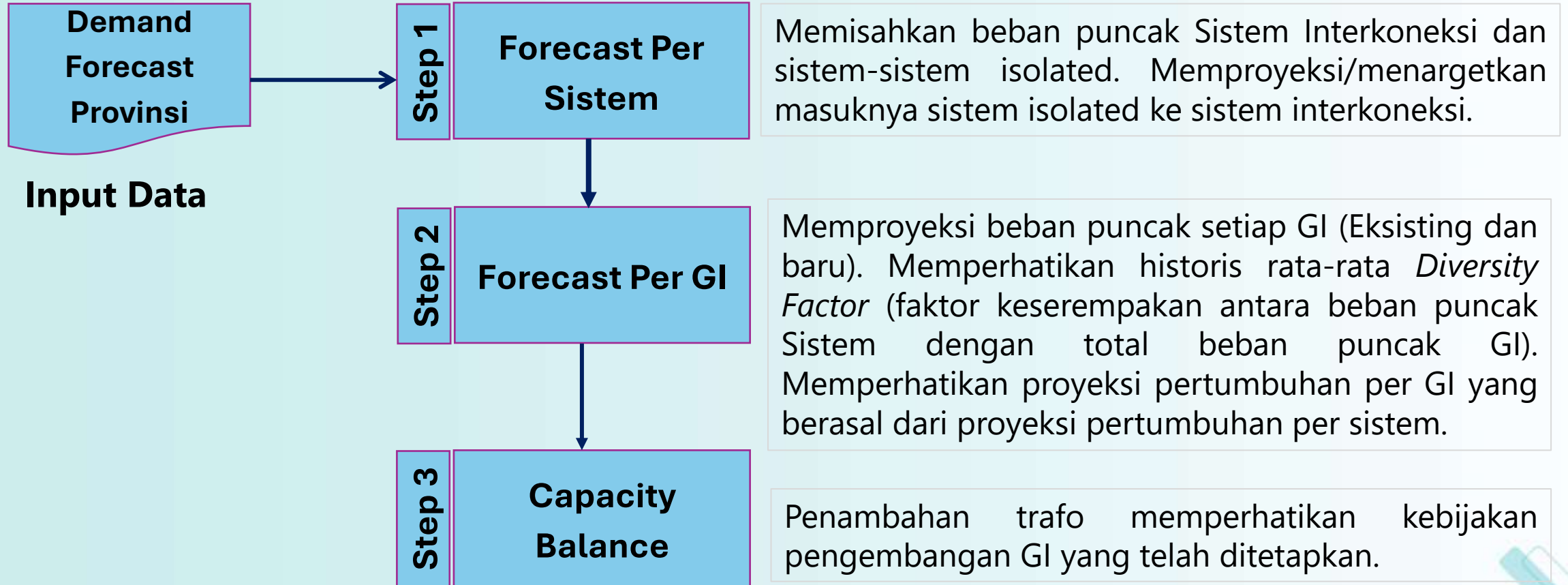
## System Analysis



- Outputs:**
- Transmisi baru/Uprating
  - Uprating Circuit Breaker
  - Kebutuhan Compensator



## Substation Planning



# Geospatial Planning

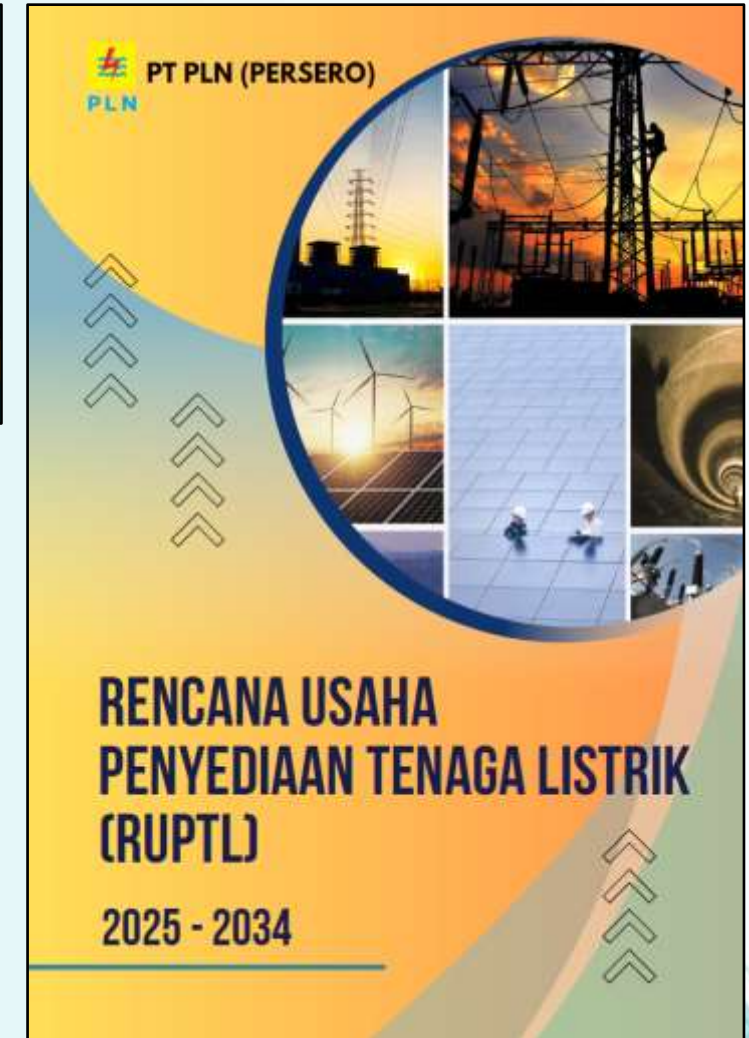
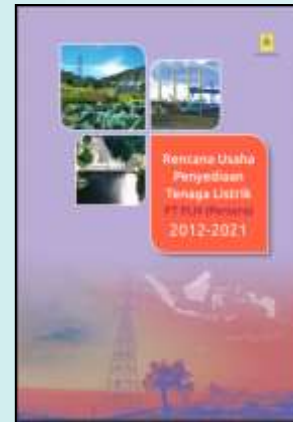


- : Potensi Hydro
- : Potensi PLTBio/Bm/Sa/Bg
- : Potensi PLTP
- : Potensi PLTB
- : Potensi PLTS
- : KTT Nyala
- : KTT Matang
- : KTT Setengah Matang
- : KTT Mentah
- : Planned 275 kV Transmission Line
- : Existing 275 kV TransmissionLine

RUPTL_GI: Toili	
RUPTL_CODE	
ASSET_NAME	Toili
ASSET_TYPE	Gardu Induk
ASSIGNEDTO	
LATEST_STATUS	
ASSETPROJECT	
FINANCIAL	
CATEGORY	GITT
SUBTYPE	
SYSTEM	SULBAGSEL
VOLTAGE	150
MVA_OUTPUT	0.00
SCOPE	Extension, 2 LB
<a href="#">Zoom to</a>	

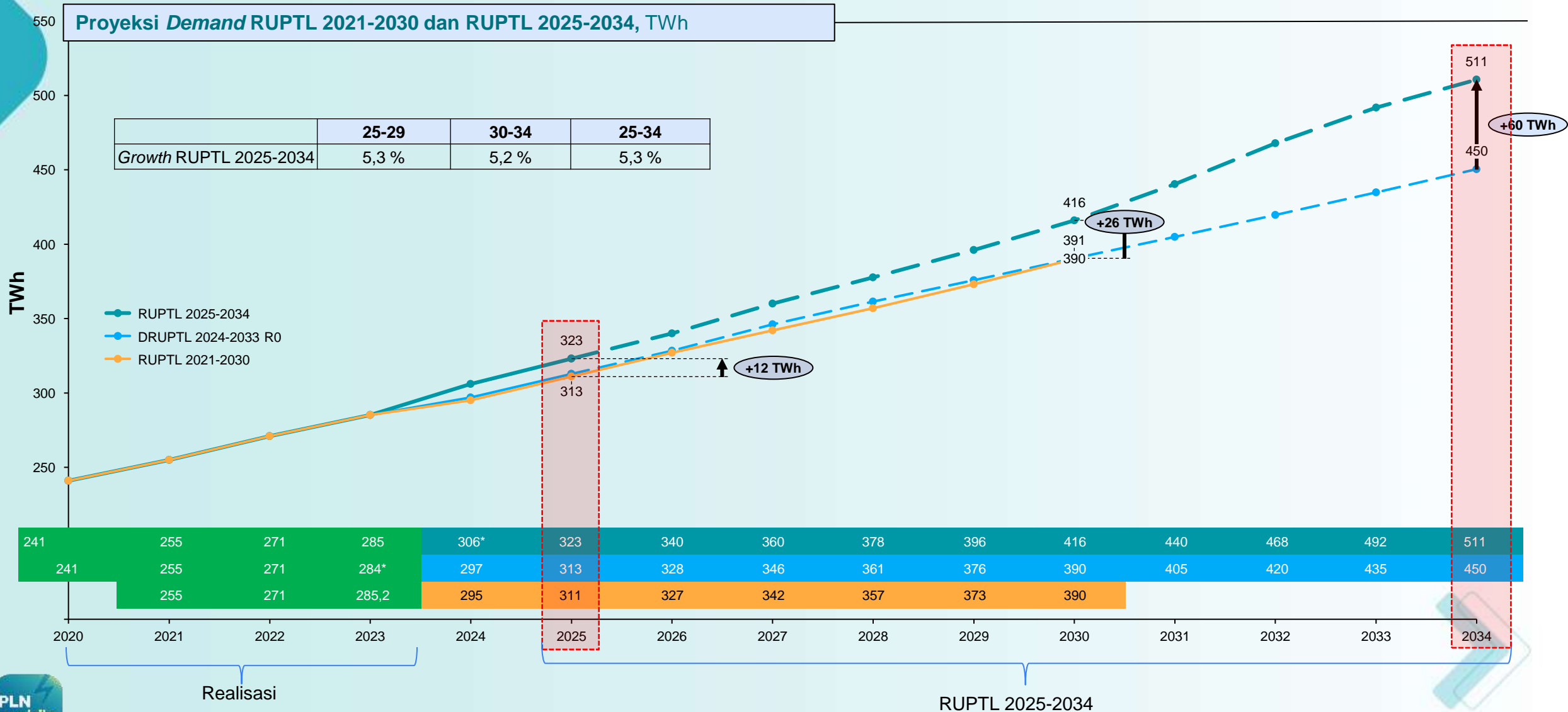
*Geographic Information System* dengan ArcGIS untuk pemetaan potensi pembangkit, rute transmisi, lokasi gardu induk dan potensi beban secara akurat.





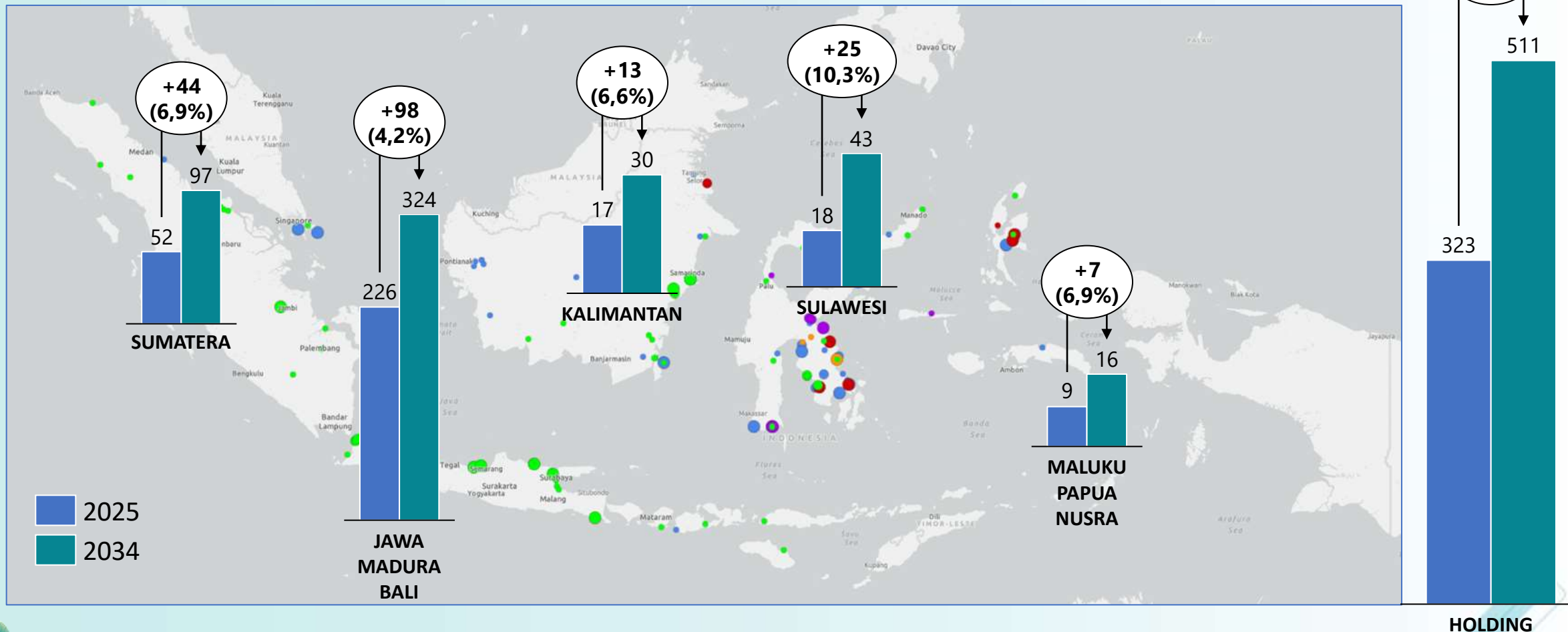
Produk utama dari perencanaan sistem berupa dokumen **Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik** dengan periode **10 tahunan**.

Proyeksi *Demand* pada **RUPTL 2025-2034** mengalami kenaikan cukup signifikan dibandingkan **RUPTL 2021** dengan adanya *additional demand* dari hilirisasi minerba, data center, KEK dan berbagai kawasan industri maupun pusat pertumbuhan yang lain. **Hal ini akan mendukung pertumbuhan ekonomi menuju 8%.**



\*Prognosa RUPTL

Proyeksi penjualan tenaga listrik RUPTL 2025-2034 memperlihatkan pertumbuhan tertinggi di Sulawesi sebesar 10.3% disebabkan oleh *demand smelter* yang tinggi. Sedangkan pertumbuhan terendah di Jamali sebesar 4.2%, namun penambahan energi jual tertinggi masih di Jamali sebesar 98 TWh di 2034.

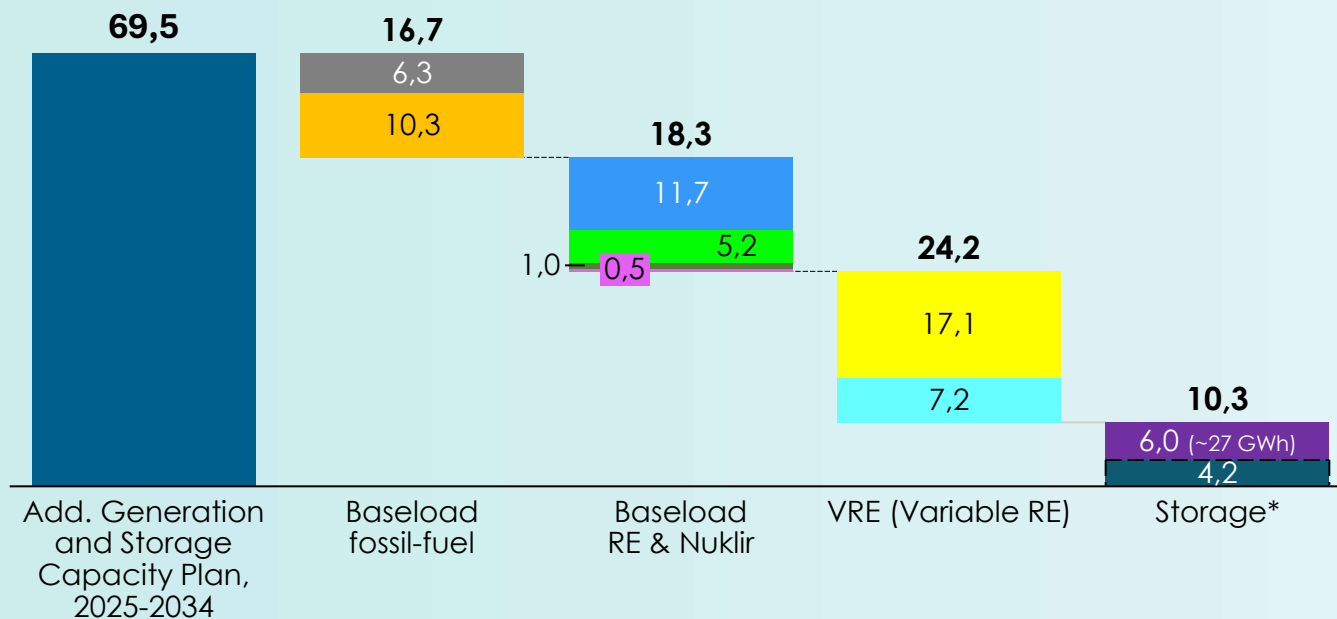


# Ketahanan Energi Listrik Indonesia untuk Memastikan pasokan Energi yang Andal, Terjangkau, dan Ramah Lingkungan

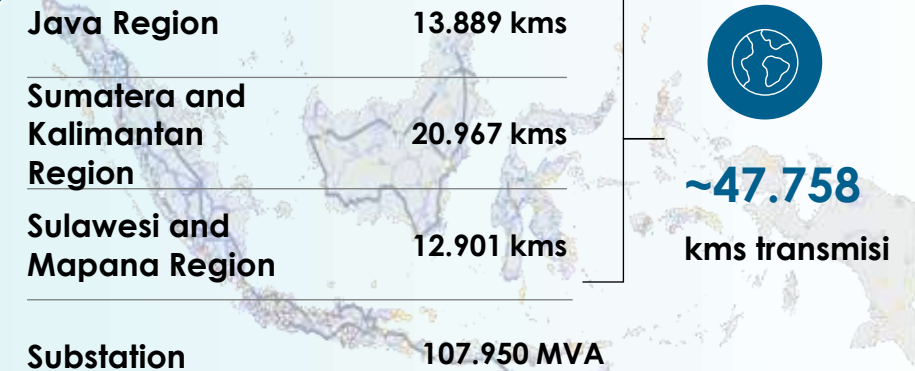
Skenario *accelerated renewable energy development (ARED)* membutuhkan **penambahan kapasitas pembangkit EBT sebesar ~42,6 GW(PLTA PS masuk Storage) sampai dengan tahun 2034** serta transmisi & pendukung system baru

■ Pump Storage 
 ■ Coal 
 ■ Gas 
 ■ Other RE, e.g., Biomass 
 ■ Geothermal 
 ■ Hydropower 
 ■ New Energy 
 ■ Solar 
 ■ Wind 
 ■ BESS

Rencana tambahan kapasitas pembangkit dan *storage* berdasarkan teknologi antara tahun 2025-2034, GW



Transmisi & pendukung sistem baru di DRUPTL 2025-2034



**Smart grid & storage:**

Smart transmission, smart control system, smart distribution, and BESS

*There is no transition without transmission*

**Pengembangan EBT baseload memerlukan waktu yang cukup lama**, sementara pemerintah telah berencana untuk mengurangi proporsi penggunaan Batubara secara bertahap (**coal phase down**). Oleh karena itu, untuk mengurangi emisi sekaligus memastikan pasokan Listrik tetap terjaga, **pembangkit Listrik berbasis gas berperan penting dalam masa transisi.**

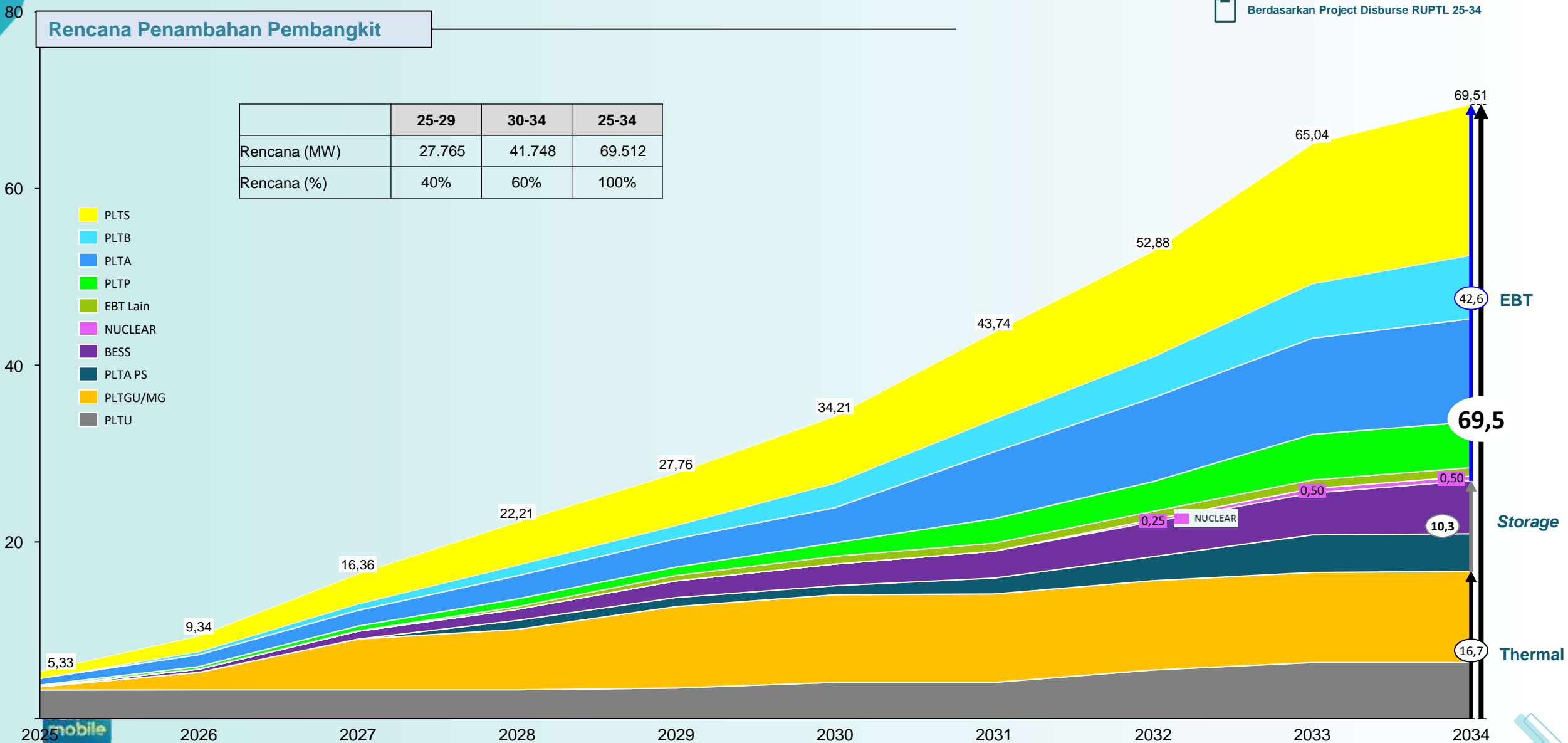
\*Storage = BESS dan PLTA Pump Storage

Penambahan PLTA dan PLTP meningkat signifikan sesudah tahun 2030, karena waktu konstruksi yang cukup lama, sehingga PLTGU menjadi pembangkit transisi.

Berdasarkan Project Disburse RUPTL 25-34

Rencana Penambahan Pembangkit

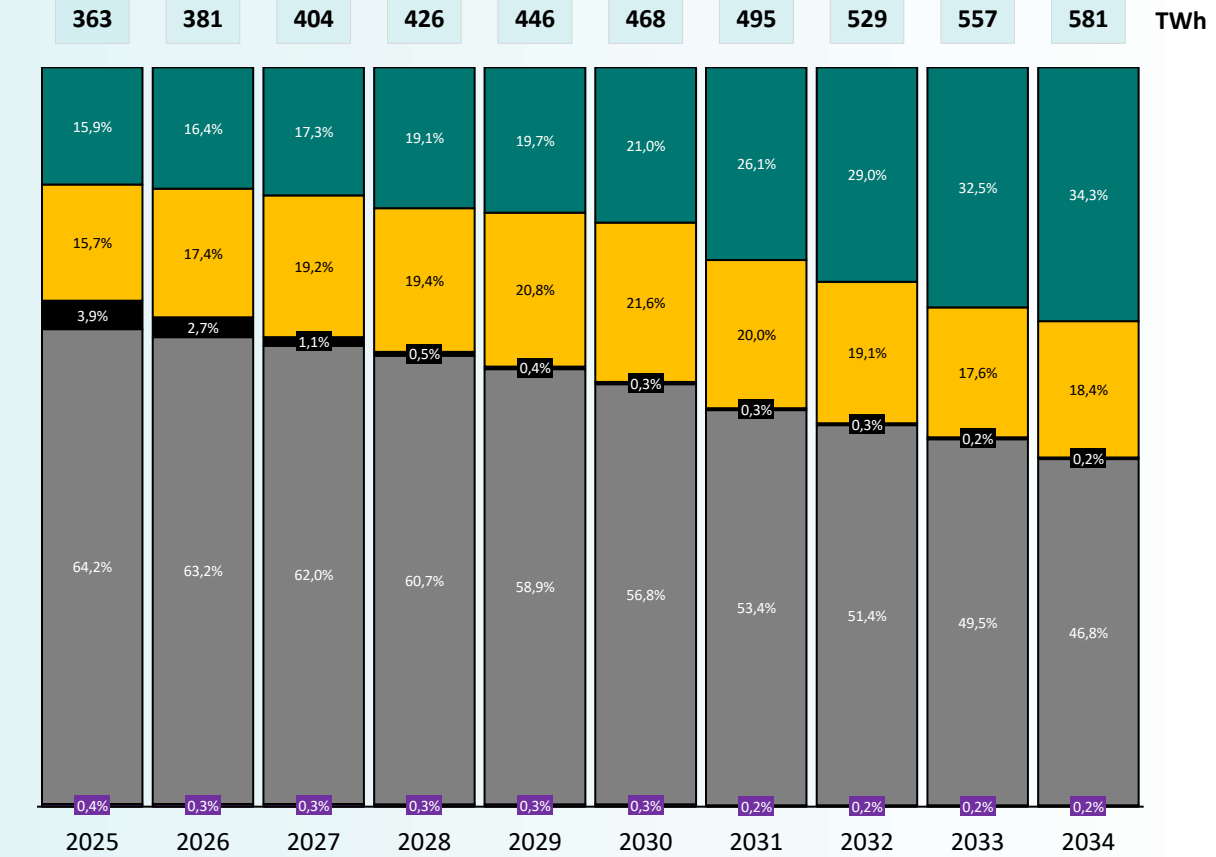
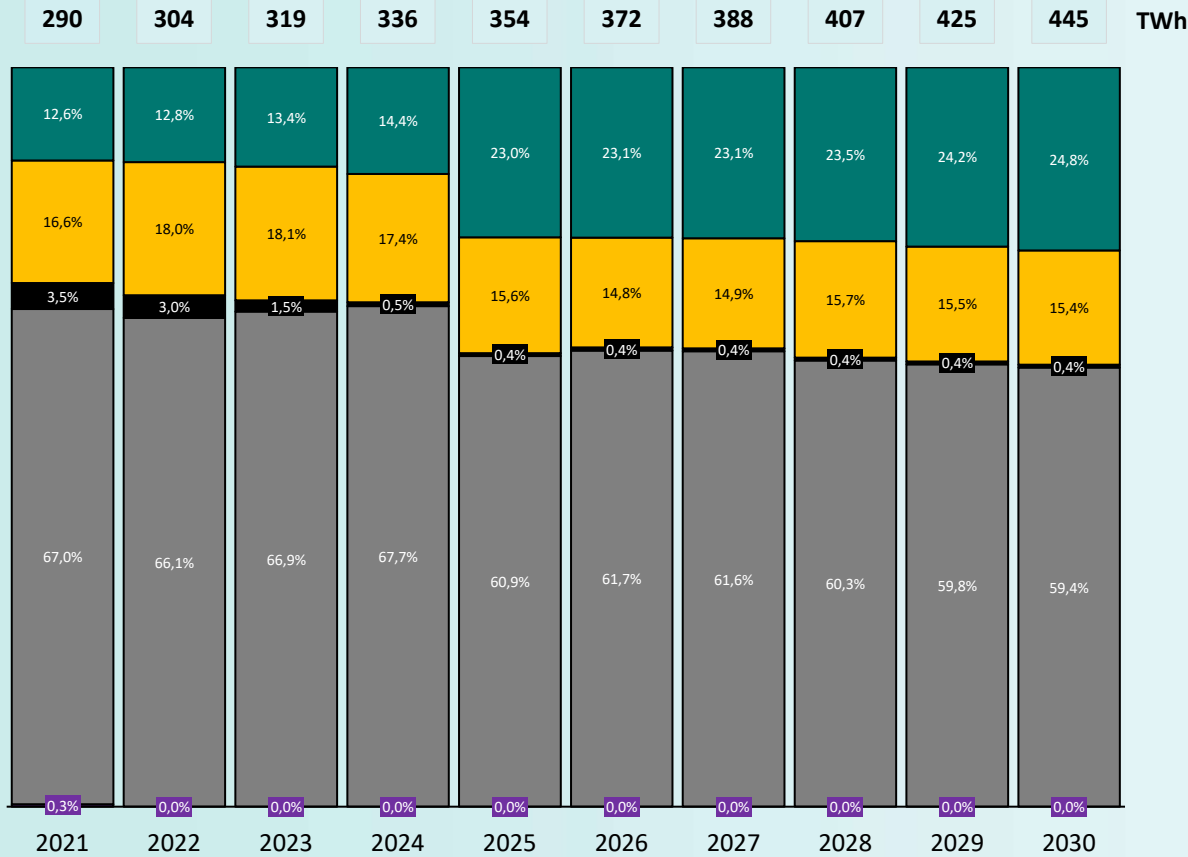
	25-29	30-34	25-34
Rencana (MW)	27.765	41.748	69.512
Rencana (%)	40%	60%	100%



Dengan skenario ARED komposisi EBT akan meningkat menjadi **34,3%** pada tahun 2034

RUPTL 2021-2030

RUPTL 2025-2034



EBT 12,6% 12,8% 13,4% 14,4% 23,0% 23,1% 23,1% 23,5% 24,2% 24,8%

EBT 15,9% 16,4% 17,3% 19,1% 19,7% 21,0% 26,1% 29,0% 32,5% 34,3%

EBT RUKN 15,9% 16,4% 17,3% 19,1% 19,7% 21,0% 23,9% 26,0% 29,4% 29,4%



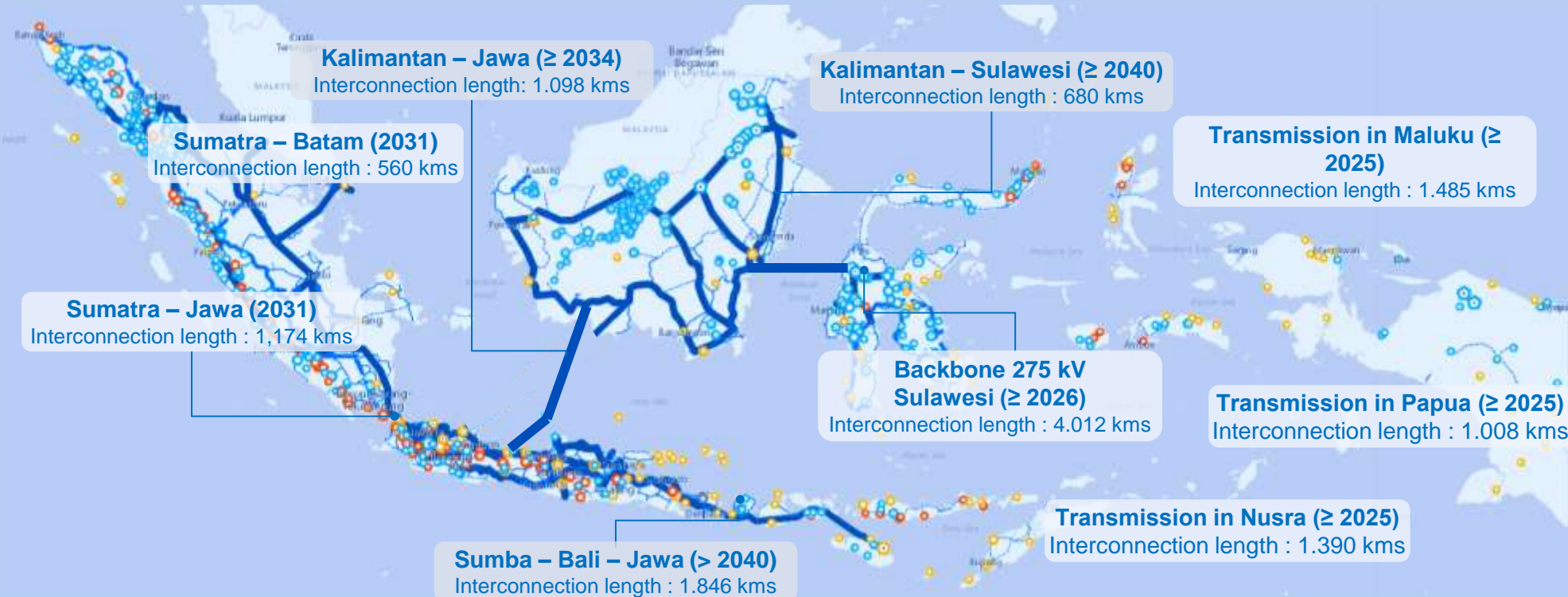
Legend: EBT (Green), GAS (Yellow), BBM (Black), Batubara (Grey), Impor (Purple)



# “Green Enabling Super Grid”



Dikembangkan untuk mengatasi ketidaksesuaian antara pasokan dan permintaan dengan mengevakuasi sumber daya energi terbarukan yang tersebar di wilayah Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Nusa Tenggara menuju *demand centers*.



**Transmission Expansion in RUPTL 2025–2034**

## ~47.758 kms

Sumatra: 11.155 kms  
Jawa-Madura-Bali: 13.889 kms  
Kalimantan: 9.812 kms  
Sulawesi: 9.019 kms  
Maluku, Papua, Nusra: 3.883 kms

**Substation Expansion in RUPTL 2025–2034**

## ~107.950 MVA

Sumatra: 28.410 MVA  
Jawa-Madura-Bali: 59.730 MVA  
Kalimantan: 8.080 MVA  
Sulawesi: 9.670 MVA  
Maluku, Papua, Nusra: 2.060 MVA

# Kolaborasi PLN dengan Universitas

1. Perguruan tinggi sebagai mitra riset dan think-tank PLN baik di pusat maupun daerah.
2. Studi bersama ITB, ITS, UGM, UI, dan Universitas lainnya dalam pemetaan potensi EBT, demand forecast, dan grid study.
3. Peran perguruan tinggi dalam:
  - Validasi model dan asumsi lokal.
  - Kajian sosial-lingkungan proyek.
  - Pembangunan kapasitas SDM lokal.



# Kebutuhan dan Harapan PLN terhadap Universitas

No	Kebutuhan PLN	Harapan terhadap Universitas
1	Data potensi EBT lokal	Pengembangan pusat studi energi daerah
2	Validasi asumsi pemodelan	Terlibat dalam review skenario energi
3	Inovasi teknologi energi	Hasilkan prototype riset yang aplikatif
4	Ketersediaan SDM lokal	Selaraskan kurikulum, buka peluang magang
5	Sinkronisasi kebijakan pusat-daerah	Fasilitasi white paper/policy brief daerah
6	Dukungan Net Zero Pathway & Perencanaan energi daerah	Kolaborasi dalam scenario planning jangka panjang





**TERIMA KASIH**

