

PETA JALAN NUSA TENGGARA BARAT
MENUJU EMISI NOL BERSIH (*NET ZERO EMISSIONS*) SEKTOR ENERGI
TAHUN 2050

DAFTAR SINGKATAN

APBD	Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah
APBN	Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara
Bappenas	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional
BPP	Biaya Pokok Produksi
BPPT	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
BUMD	Badan Usaha Milik Daerah
CHP	<i>Combined Heat and Power</i>
DMO	<i>Domestic Market Obligation</i> (Kewajiban Pasar Domestik)
EPC	<i>Engineering, Procurement, and Construction</i> (Rekayasa, Pengadaan, dan Konstruksi)
ESDM	Energi dan Sumber Daya Mineral
IMB	Izin Mendirikan Bangunan
IPP	<i>Independent Power Producer</i> (Produsen Listrik Independen)
IUPTLU	Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk Kepentingan Umum
KEN	Kebijakan Energi Nasional
LEAP	The Low Emissions Analysis Platform
LKPP	Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah
LMAN	Lembaga Manajemen Aset Negara
LTSHE	Lampu Tenaga Surya Hemat Energi
OTEC	<i>Ocean Thermal Energy Conversion</i>
PDRB	Produk Domestik Regional Bruto
PUPR	Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
PII	Penjaminan Infrastruktur Indonesia
PISP	Pembiayaan Infrastruktur Sektor Panas bumi
PLN	Perusahaan Listrik Negara
PLTB	Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
PLTD	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTG	Pembangkit Listrik Tenaga Gas
PLTGU	Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap
PLTM	Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro
PLTMG	Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas
PLTP	Pembangkit Listrik Tenaga Panas bumi
PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PNBP	Penerimaan Negara Bukan Pajak
PPA	<i>Power Purchase Agreement</i> (Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik)
PPLN	Pemberi Pinjaman Luar Negeri
PPP	<i>Public-Private Partnership</i> (Kerjasama Pemerintah-Badan Usaha)
PVMBG	Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi
RIPIN	Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional
RPD	Rencana Pembangunan Daerah
RPJMD	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah
RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional

RUED	Rencana Umum Energi Daerah
RUEN	Rencana Umum Energi Nasional
RUKD	Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah
RUKN	Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional
RUPTL	Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik
SPKLU	Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum
TKDN	Tingkat Komponen Dalam Negeri
WKP	Wilayah Kerja Panas Bumi

DAFTAR ISI

BAB I	: PENDAHULUAN	6
BAB II	: PROFIL ENERGI PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT	8
2.1	Sektor Ketenagalistrikan	8
2.2	Pengembangan Infrastruktur Ketenagalistrikan	10
2.3	Sektor Rumah Tangga	12
2.4	Sektor Komersil	13
2.5	Sektor Industri	14
2.6	Sektor Transportasi	14
2.7	Lainnya (Pertambangan, Pertanian dan Konstruksi)	15
2.8	Tantangan ke Depan	16
BAB III	: LANSKAP KEBIJAKAN ENERGI	20
3.1	Kebijakan Energi Nasional dan Kebijakan Energi Daerah	20
3.2	Persyaratan Kandungan Lokal	24
3.3	Strategi Pelaksanaan Sebagaimana Disebutkan dalam RUED	26
3.4	RPD (Rencana Pembangunan Daerah) Tahun 2024-2026	28
BAB IV	: PEMODELAN SISTEM ENERGI	29
4.1	Model LEAP	29
4.2	Model BALMOREL	31
4.3	Model <i>Soft Linking</i>	32
4.4	Deskripsi Skenario	33
BAB V	: KONDISI SAAT INI DAN PROYEKSI DEMAND ENERGI	34
5.1	Input Data – Pemetaan Pengguna Akhir Energi	34
5.2	Asumsi dan Proyeksi Konsumsi Energi Final di Masa Depan	39
5.3	Input Data dan Asumsi - Model <i>Balmorel</i> Indonesia	44
BAB VI	: PROYEKSI KONSUMSI ENERGI FINAL	50
6.1	Tinjauan Konsumsi Energi Final : Pergeseran Paradigma	50
6.2	Total Konsumsi Listrik : Mendorong Transisi	52
6.3	Sektor Rumah Tangga : Energi Bersih untuk Memasak dan Efisiensi Energi	54
6.4	Sektor Komersil : Mengeksplorasi Peluang untuk Transisi Energi	57
6.5	Sektor Industri : Elektrifikasi dan Biodiesel yang Merintis Transisi	59
6.6	Sektor Transportasi : Dominasi Kendaraan Listrik	62
6.7	Sektor Lainnya: Beralih ke Bahan Bakar Alternatif	65
6.8	Emisi CO ₂ terkait Penggunaan Energi Final: untuk Masa Depan yang Berkelanjutan	67
6.9	Pesan Utama	69
BAB VII	: EVOLUSI SEKTOR PEMBANGKITAN LISTRIK	71
7.1	Temuan untuk Evolusi Sektor Ketenagalistrikan Menuju Emisi Nol Bersih (<i>Net Zero Emissions</i>) pada Tahun 2050	71
7.2	Penambahan Kapasitas Pembangkit Listrik Jangka Pendek dan Jangka Panjang yang Ekstensif, Terutama Surya dan Angin	71
7.3	Pembangkitan Listrik : Listrik Berbasis Energi Terbarukan Mendominasi Pembangkitan Listrik	73
7.4	Pengurangan Bertahap Operasional PLTU Batubara dan PLT Gas untuk Mencapai <i>Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)</i> Lebih Awal	75

7.5	Meningkatnya Porsi Energi Terbarukan dalam Bauran Pembangkitan Listrik	76
7.6	Pengurangan Emisi CO ₂ hingga ke Kondisi <i>Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)</i> Sangat Mungkin Dilakukan	77
7.7	Peningkatan Kapasitas Penyimpanan Baterai Diperlukan untuk Pemanfaatan Maksimal dan Fleksibilitas PLTS	79
7.8	Interkoneksi Memaksimalkan Pemanfaatan Sumber Daya dan Mendukung Upaya Dekarbonisasi Nasional	80
7.9	Perubahan Perilaku Pengguna Energi: Peningkatan VRE dan Penyimpanan (<i>Storage</i>) Mengubah Penyaluran Energi (<i>Energy Dispatch</i>)	82
7.10	Dalam Jangka Menengah, Peningkatan Kapasitas Pembangkit Listrik Termal Memberikan Fleksibilitas dan Mendukung Integrasi PLTS	84
7.11	Perbedaan Operasional Harian Antara Hari dengan VRE Tinggi dan Hari dengan VRE Rendah pada Tahun 2050	85
7.12	Peningkatan VRE dan Penyimpanan (<i>Storage</i>) Mengurangi Jam Beban Tinggi yang Memerlukan Pembangkitan yang Dapat Didistribusikan (<i>Dispatchable Generation</i>) dan Meningkatkan Ekspor Listrik	89
7.13	<i>Smart Charging</i> Kendaraan Listrik Meningkatkan Fleksibilitas Sistem	90
7.14	Pesan Utama	92
BAB VIII	: STRATEGI LOKAL DAN MEKANISME IMPLEMENTASI	94
8.1	Pilar Aksi 1 : Mengurangi Pembangkit Listrik berbahan Bakar Fosil dan Menghasilkan Listrik dari Sumber Terbarukan	95
8.2	Pilar Aksi 2 : Penerapan Praktik dan Tindakan Efisiensi dan Konservasi Energi di Sektor Rumah Tangga	98
8.3	Pilar Aksi 3 : Dekarbonisasi Industri	101
8.4	Pilar Aksi 4 : Penerapan Bangunan Hijau	104
8.5	Pilar Aksi 5 : Dekarbonisasi dan Elektrifikasi Sektor Transportasi	106
BAB IX	: STRATEGI INVESTASI DAN INOVASI KEUANGAN	111
9.1	Anggaran Pemerintah Negara Bagian Dan Daerah	111
9.2	Kerjasama Pemerintah-Badan Usaha (KPBU)	115
9.3	Pemetaan Berbagai Tantangan Dan Hambatan	125
9.4	Monitoring dan Evaluasi	130
9.5	Rekomendasi Kebijakan	131
BAB X	PENUTUP	133

I. PENDAHULUAN

Nusa Tenggara Barat merupakan salah satu dari 38 provinsi di Indonesia. Berada di gugusan Kepulauan Sunda Kecil, Nusa Tenggara Barat memiliki letak yang strategis di bagian tenggara kepulauan Indonesia dan meliputi wilayah daratan seluas sekitar 20.150 kilometer persegi. Provinsi Nusa Tenggara Barat memiliki dua kotamadya dan delapan kabupaten. Terdiri dari beberapa pulau, dua pulau terbesar adalah Lombok dan Sumbawa, ibu kotanya adalah Kota Mataram.

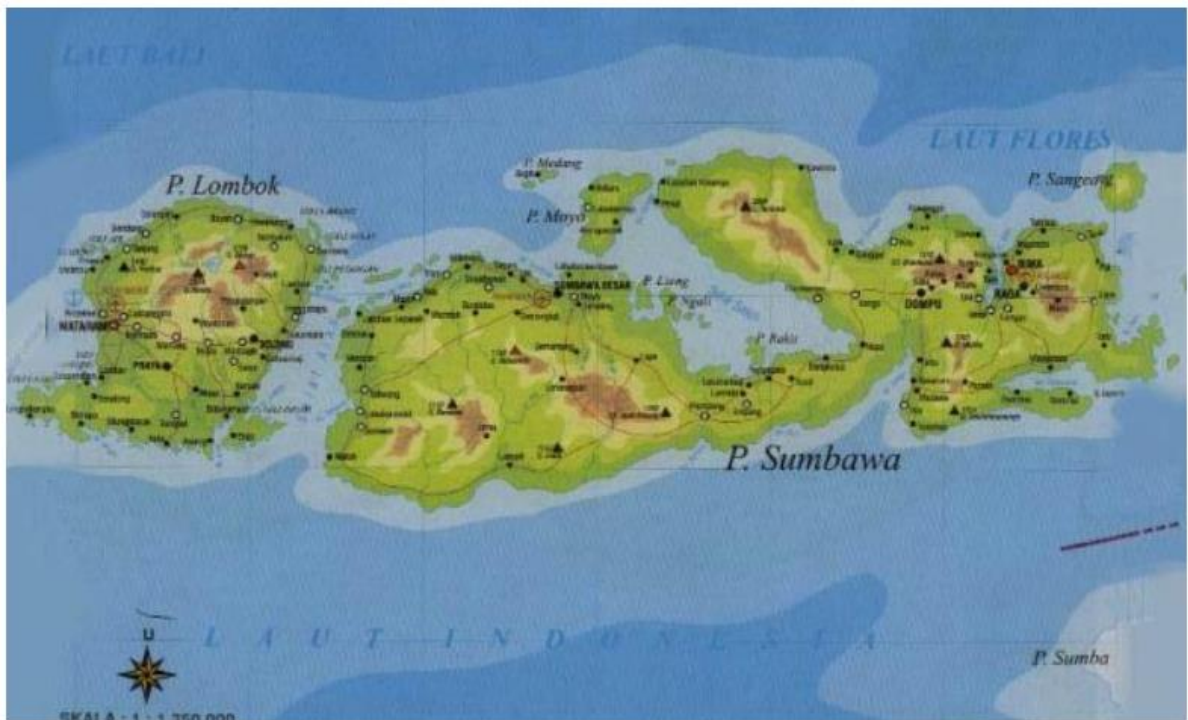
Meskipun Sumbawa-Bima menempati 78% total luas daratan, namun kepadatan penduduk di wilayah ini tergolong cukup rendah. Provinsi Nusa Tenggara Barat berpenduduk 5.389.998 jiwa atau setara 1.499.563 rumah tangga dengan kepadatan penduduk 255 jiwa per km persegi. Sumber energi yang paling umum digunakan untuk memasak adalah gas/LPG, minyak tanah, dan kayu bakar.

Nusa Tenggara Barat beriklim tropis dan memiliki suhu tahunan rata-rata 27 derajat °C. Provinsi ini memiliki curah hujan yang relatif sedikit dibandingkan wilayah barat Indonesia. Di sektor kesehatan publik, Nusa Tenggara Barat memiliki 44 rumah sakit dan 784 Poliklinik dan Puskesmas. Sedangkan di sektor pendidikan, terdapat 4.913 sekolah dengan 882.353 siswa terdaftar (dari SD hingga SMA). Di samping itu, terdapat 2 perguruan tinggi negeri dan 54 perguruan tinggi swasta.

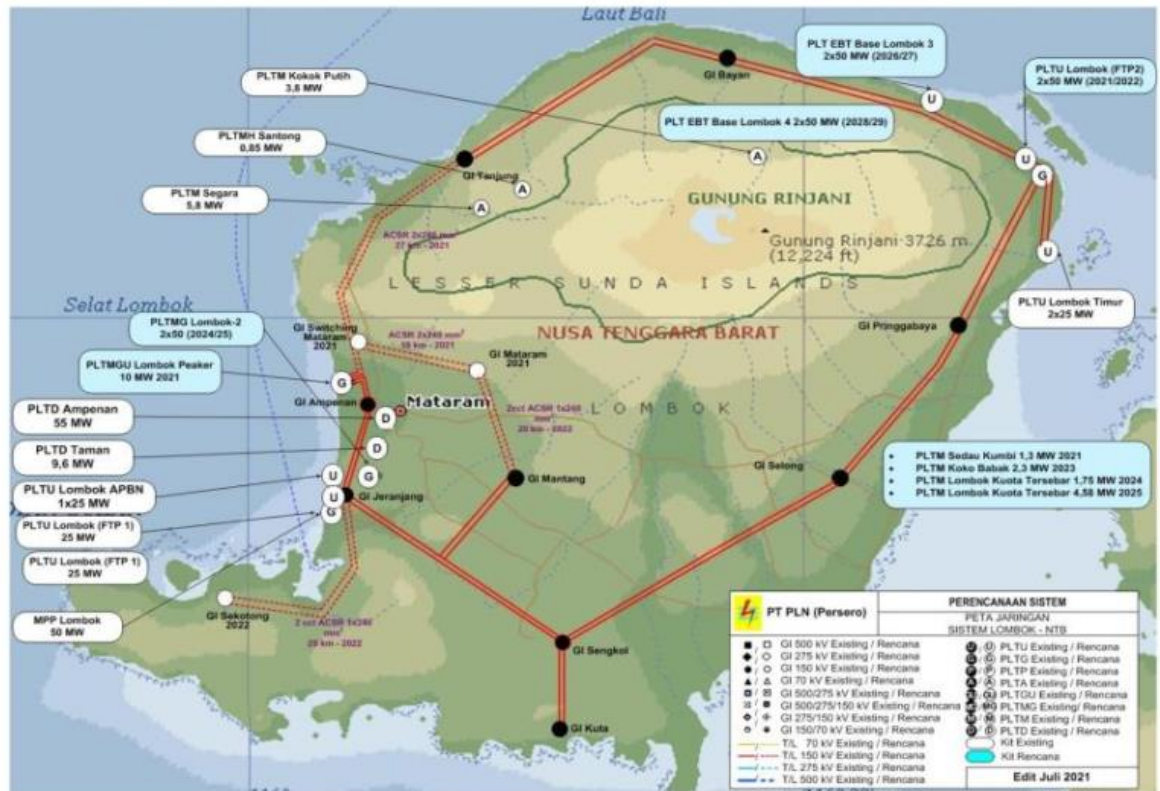
Berdasarkan data statistik BPS tahun 2022, Produk Domestik Regional Bruto berjumlah Rp95.437 miliar. Sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan mempunyai kontribusi tertinggi terhadap PDB, sedangkan sektor pariwisata dan sektor pertambangan, energi, dan kelistrikan mempunyai realisasi investasi tertinggi di kawasan. Lombok belakangan ini menjadi destinasi wisata populer di Nusa Tenggara Barat yang terkenal dengan keindahannya pantai, bentang alam yang beragam, dan atraksi budaya. Namun, Nusa Tenggara Barat menghadapi beberapa tantangan lingkungan, khususnya meningkatnya jumlah sampah kota.

Pembangkitan listrik dan transportasi di Nusa Tenggara Barat sangat bergantung pada bahan bakar fosil. Karena wilayah ini tidak memiliki sumber daya yang signifikan, Nusa Tenggara Barat bergantung pada impor untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar fosil di tingkat provinsi. Akibatnya, ketahanan energi menjadi rentan. Sektor ketenagalistrikan disediakan oleh sistem kelistrikan Lombok dan sistem kelistrikan Sumbawa-Bima atau disebut sistem jaringan Tambora. PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN), sebuah perusahaan listrik milik negara, memiliki hak eksklusif atas transmisi, distribusi, dan ritel listrik di daerah tersebut. Namun dalam pembangkitan listrik, swasta mempunyai sebagian kecil kontribusi dalam hal penyediaan listrik di wilayah tersebut. Entitas swasta ini dikenal sebagai Independen Produsen Listrik (IPP).

Meskipun ketergantungan terhadap bahan bakar fosil sangat tinggi, sebagian besar emisi gas rumah kaca di kawasan ini berasal dari sektor kehutanan, diikuti oleh sektor energi, dengan pembangkit listrik dan transportasi sebagai sektor utamanya sumber terbesar. Konsumsi listrik sebesar 2.290 GWh pada tahun 2021 dan tingkat elektrifikasi 99,98%.



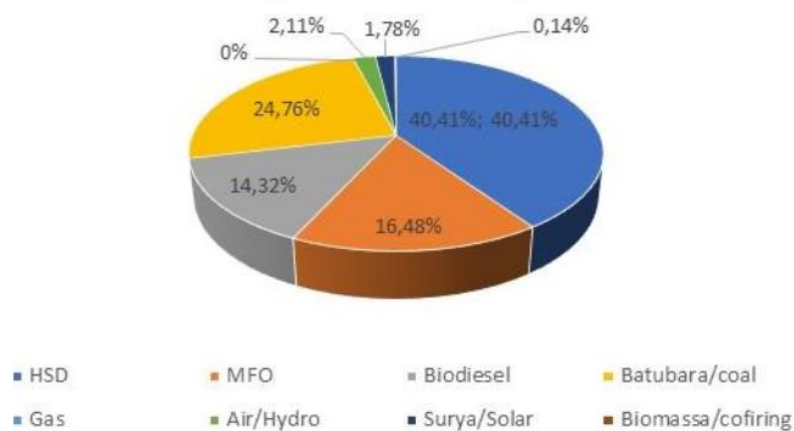
Gambar 1. Peta Nusa Tenggara Barat



Gambar 3. Peta Sistem Lombok (RUPTL 2021-2030, PLN)

Sedangkan sistem kecil yang terisolasi terdapat pada pulau-pulau kecil berpenghuni yang tersebar di seluruh wilayah. Pulau-pulau kecil ini mempunyai pembangkit listrik sendiri dan terhubung ke beban melalui jaringan 20 kV atau langsung ke jaringan 220 V (tegangan rendah). Sistem grid di tiga pulau Gili Terawangan, Gili Meno, dan Gili Air, terhubung dengan kabel bawah laut 20 kV ke sistem daratan Lombok dan telah beroperasi sejak 2012.

Energy Mix of Electricity Generation in NTB
(kWh Production)



Gambar 4. Bauran Energi untuk Pembangkitan Listrik di NTB

Pembangkitan listrik didominasi oleh penggunaan bahan bakar solar, baik HSD maupun MFO, meskipun jumlahnya mengalami penurunan melalui penggunaan biodiesel B35. Demikian pula batubara secara bertahap mulai digantikan oleh biomassa melalui pembakaran bersama (*co-firing*). Selain itu, sejumlah kecil listrik juga dihasilkan dari energi surya dan tenaga air.

2.2 Pengembangan Infrastruktur Ketenagalistrikan

Kondisi perekonomian di Provinsi Nusa Tenggara Barat yang cukup baik pada sektor pertanian, sektor pertambangan, sektor perdagangan, hotel dan restoran serta sektor jasa memberikan kontribusi yang besar terhadap perekonomian PDRB Provinsi NTB.

Sesuai dengan potensi alamnya yang menjanjikan, Pulau Lombok akan menjadi pilihan dikembangkan menjadi destinasi wisata internasional selain Bali. Di Lombok Selatan, sebuah Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) telah ditetapkan untuk pariwisata yaitu KEK Mandalika. Dengan demikian, diharapkan NTB perekonomian akan tumbuh lebih baik di masa depan dan permintaan listrik juga akan tumbuh pesat.

Berdasarkan data historis bisnis, tren pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk dan peningkatan rasio elektrifikasi di masa depan, proyeksi kebutuhan listrik pada tahun 2021-2030 dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1. Proyeksi penjualan energi listrik (GWh) (Sumber : RUPTL, 2021 – 2030)

No	Klasifikasi Pelanggan	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	Rumah tangga	1.589,2	1.746,0	1.913,9	2.093,4	2.284,2	2.487,0	2.701,4	2.927,5	3.165,1	3.414,6
2	Bisnis	387,9	406,2	437,8	483,0	519,1	559,1	592,2	634,3	685,1	727,1
3	Publik	196,5	208,1	220,5	233,5	246,8	260,5	274,5	288,9	303,5	318,3
4	Industri	173,0	203,0	211,4	218,5	227,0	237,8	250,4	263,0	273,9	285,1
Jumlah		Total	2.563,3	2.783,6	3.028,3	3.277,2	3.544,4	3.818,4	4.113,6	4.427,6	4.745,1
Pertumbuhan %		Growth %	9,2	8,6	8,8	8,2	8,2	7,7	7,7	7,6	7,2

Nusa Tenggara Barat mempunyai potensi energi primer yang beragam. Energi panas bumi terdapat di tiga lokasi yaitu Sembalun, Lombok Timur, Maronge, Sumbawa dan Hu'u, Dompu. Selain itu, ada potensi untuk pembangkit listrik tenaga hidro/air. Direncanakan juga akan dikembangkan PLTS, PLT Biomassa dan PLT Hibrida (PLTD+PLTS) hingga melayani daerah terpencil dengan harapan dapat menurunkan Biaya Pokok Pembangkitan (BPP).

Terdapat potensi energi arus laut di Selat Lombok, Selat Alas dan Pulau Sape, Samudera Hindia.

Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) di Lombok Utara dan potensi energi gelombang laut di Lombok dan Sumbawa yang bisa dikembangkan dengan potensi berkisar 10-50 MW namun perlu kajian lebih lanjut.

Selain itu, seiring dengan berkembangnya kemajuan teknologi dalam menghasilkan listrik, penelitian akan dilakukan pengembangan teknologi alternatif seperti hidrogen (sel bahan bakar) dengan penyimpanan energi untuk meningkatkan mutu pelayanan ketenagalistrikan, dengan harapan dapat menurunkan BPP khususnya di daerah yang terisolasi.

Pemanfaatan potensi energi baru terbarukan diharapkan dapat meningkatkan kontribusi energi terbarukan dalam bauran energi. Energi terbarukan akan diprioritaskan untuk masuk ke sistem jika memenuhi persyaratan, termasuk Dokumen Kajian Kelayakan (FS), harga jual berdasarkan ketentuan yang berlaku, kesiapan pendanaan dan studi interkoneksi (*grid study*). Untuk mengurangi pembangkit listrik tenaga batu bara, PLTU yang masih dalam tahap perencanaan akan diganti dengan PLTMG. Di Provinsi NTB ada dua PLTU yang akan diganti dengan PLTMG atau PLTGU, yaitu PLTU Lombok-2 2x50 MW dan PLTU Sumbawa-2 2x50 MW. Untuk lokasi PLTMG ini, perlu dilakukan kajian lebih lanjut baik dari segi sistem, rencana pasokan gas, dan studi infrastruktur.

Tabel 2. Rencana pengembangan system ketengalistrikan (Sumber : RUPTL, 2021 – 2030)

No	Sistem	Jenis Pembangkit	Nama Proyek	Kapasitas (MW)	COD	Status	Pengembang
1	Lombok	PLTMGU	Lombok peaker	10	2021	Operasi	PLN
2	Lombok	PLTM	Sedau Kumbi	1,3	2021	Operasi	IPP
3	Lombok	PLTU	Lombok (FTP-2)	2x50	2021/22	Konstruksi	PLN
4	<i>Isolated</i>	PLTS	Lunyuk (Kuota Tersebar)	2	2022	Rencana	PLN
5	<i>Isolated</i>	PLTS	Medang	0,3	2022	Operasi	PLN
6	<i>Isolated</i>	PLTS	Dedieselisasi	8,4	2023	Rencana	IPP
7	Sumbawa	PLTMG	Sumbawa-2	30	2022	Tender	PLN
8	Lombok	PLTM	Kokok Babak	2,3	2023	Konstruksi	IPP
9	Sumbawa	PLTS	Sumbawa-Bima (Kuota Tersebar)	10	2023	Rencana	IPP
10	Lombok	PLTM	Lombok (Kuota Tersebar)	1,75	2024	Rencana	IPP
11	<i>Isolated</i>	PLTS	Lunyuk (Kuota Tersebar)	2	2024	Rencana	PLN
12	Sumbawa	PLTBm	Sumbawa-Bima (Kuota Tersebar)	10	2024	Rencana	IPP

13	Lombok	PLTM	Lombok (Kuota Tersebar)	4,58	2025	Rencana	IPP
14	Sumbawa	PLTM	Sumbawa-Bima (Kuota Tersebar)	2,54	2025	Rencana	IPP
15	Sumbawa	PLTM	Sumbawa-Bima (Kuota Tersebar)	7	2025	Rencana	IPP
16	Sumbawa	PLTM	Sumbawa-Bima (Kuota Tersebar)	3,84	2025	Rencana	IPP
17	Sumbawa	PLTMG	Bima-2	2x15	2027	Rencana	PLN
18	<i>Isolated</i>	PLTS	Lunyak (Kuota Tersebar)	2	2028	Rencana	PLN
19	Sumbawa	PLTU	Bima (FTP-1)	2x10	2029	Konstruksi	PLN
20	Sumbawa	PLTP	Sumbawa-Bima (Kuota Tersebar)	10	2029	Rencana	PLN
21	Lombok	PLTMG	Lombok 2	2x50	2024/25	Rencana	PLN
22	Sumbawa	PLTMG	Sumbawa 3	2x50	2024/25	Rencana	PLN
23	Lombok	PLT EBT Base	Lombok 3	2x50	2026/27	Rencana	PLN
24	Lombok	PLT EBT Base	Lombok 4	2x50	2028/29	Rencana	PLN

2.3 Sektor Rumah Tangga

Konsumsi bahan bakar untuk memasak di Nusa Tenggara Barat sebagian besar didominasi oleh penggunaan Liquified Petroleum Gas (LPG). LPG 3 kg ditujukan untuk masyarakat miskin dan rumah tangga kecil, sedangkan tabung LPG 5,5 kg, 12 kg dan 50 kg diperuntukkan bagi masyarakat menengah ke atas. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, pada tahun 2022 konsumsi LPG di Nusa Tenggara Barat mencapai 129.055 MT.

Di daerah pedesaan, sekitar 3% dari total penduduk masih menggunakan kayu bakar tradisional untuk memasak. Di beberapa tempat, pemerintah, dengan skema *sharing budget* dengan organisasi non-pemerintah (NGO) yang disebut HIVOS, sejak 2012, telah mendorong penggunaan reaktor biogas skala rumah tangga, dengan bahan baku yang berasal dari kotoran ternak dan sampah organik. Jumlah reaktor biogas yang dibangun lebih dari 6.000 unit.

Minyak tanah juga masih digunakan dalam jumlah sedikit untuk memasak, namun jumlah warga yang menggunakan minyak tanah terus menurun. Sejak penghapusan minyak tanah bersubsidi pada tahun 2009 untuk Pulau Lombok, dan pada tahun 2020 untuk di Pulau Sumbawa, minyak tanah yang dijual tidak disubsidi dengan harga industri. Oleh karena itu, masyarakat lebih memilih LPG 3 kg karena lebih murah, dan kemasannya mudah dibawa.

Guna mencegah penyalahgunaan LPG 3 kg bersubsidi, khususnya oleh masyarakat menengah ke atas, mulai Oktober 2023, Pertamina telah melakukan pendataan imbauan pembelian elpiji 3kg dengan menggunakan kartu identitas pribadi. Hanya masyarakat miskin saja yang berhak membeli komoditas tersebut dengan harga bersubsidi.

Di sisi lain, PLN juga menggalakkan penggunaan listrik untuk memasak. Penggunaan kompor induksi/listrik untuk memasak adalah diharapkan dapat menyerap surplus produksi listrik PLN dan mengurangi subsidi yang dikeluarkan oleh negara untuk LPG 3 kg.

2.4 Sektor Komersial

Sektor pariwisata Nusa Tenggara Barat mempunyai potensi yang besar dengan tradisi, seni budaya, sejarah, kerajinan rakyat, dan destinasi yang banyak dan beragam, yang terbentang mulai dari Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Mandalika Zona (KEK), kawasan Teluk Saleh, Kepulauan Moyo, Tambora (Samota), Geopark Gunung Rinjani, dan pantai Senggigi.

Pembangunan pariwisata mempunyai kontribusi yang signifikan terhadap pembangunan ekonomi, peningkatan kesejahteraan masyarakat dan pendapatan daerah. Kinerja pembangunan pariwisata ditunjukkan dengan peningkatan wisatawan, baik mancanegara maupun domestik.

Jumlah kunjungan wisatawan dalam tiga tahun terakhir mengalami peningkatan, dengan laju peningkatan pada tahun 2022 tercatat sebesar naik sebesar 42,76% dari tahun 2021. Selain itu, tahun 2022 juga merupakan tahun pertama bagi Provinsi Nusa Tenggara Barat menyelenggarakan ajang kelas dunia MotoGP di Sirkuit Internasional Pertamina Mandalika. Sasaran kunjungan wisatawan pada tahun 2022 ditetapkan sebesar 2.000.000, meningkat 100% dari target sebelumnya pada tahun 2021. Diharapkan hal ini akan berdampak positif terhadap pengembangan pariwisata.

Meskipun peningkatan jumlah kunjungan wisatawan saat ajang MotoGP bersifat musiman, namun kondisi pariwisata di Pulau Lombok mulai menunjukkan tren pemulihan yang pasti meski relatif lambat. Hal ini juga terlihat dari rata-rata lama menginap wisatawan yaitu pada tahun 2020 sebesar 1,88 hari, pada tahun 2020 sebesar 2,23 hari. tahun 2021, dan 2,31 hari pada tahun 2022. Peningkatan rata-rata lama menginap wisatawan menunjukkan adanya kecenderungan wisatawan menikmati potensi wisata yang dimiliki Provinsi Nusa Tenggara Barat. Pada akhir tahun 2022, rata-rata tingkat okupansi hotel di Nusa Tenggara Barat melebihi 65%.

Di sektor perdagangan, tren perbaikan dipengaruhi oleh peningkatan konsumsi rumah tangga. Namun, Hal ini tidak lepas dari berbagai insentif yang diberikan pemerintah hingga kuartal ketiga tahun 2022. Beberapa insentif yang diberikan antara lain perpanjangan pemberian diskon PPnBM (pajak penjualan barang mewah) sebanyak 2% pada bulan Juli-September, serta pelonggaran LTV/FTV (Loan to Value/Financing to Value), yang diperpanjang sepanjang tahun 2022 dan diperkirakan akan terus berlanjut, untuk memberikan dampak positif terhadap konsumsi masyarakat khususnya pembelian kendaraan (mobil dan sepeda motor). Sedangkan komoditas perdagangan lainnya, masyarakat masih menahan diri untuk membeli, karena harga beberapa komoditas meningkat atau belum normal setelah pandemi atau dipengaruhi oleh konflik geopolitik.

2.5. Sektor Industri

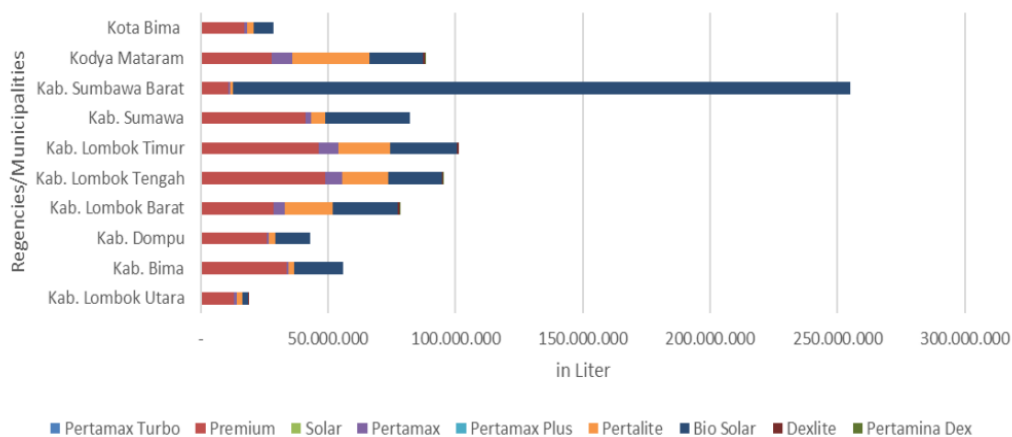
Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat menjadikan industrialisasi sebagai program prioritas daerah. Jenis industri yang didorong adalah makanan dan minuman, agroindustri seperti pemurnian minyak kayu putih, industri pakaian muslim dan pengolahan hasil peternakan. Selain itu, bengkel-bengkel lokal juga didukung untuk memproduksi kendaraan listrik seperti sepeda listrik, yang hasil produksinya bahkan diekspor luar negeri.

Perkembangan industri formal Nusa Tenggara Barat pada tahun 2018-2022 mengakibatkan pertumbuhan rata-rata pertumbuhan sebesar 38,6% per tahun, sedangkan industri nonformal mengalami pertumbuhan tahunan rata-rata sebesar 4%. Terjadi penurunan jumlah industri dari tahun 2018 ke tahun 2019, dari 9.185 industri menjadi 8.234. Hal ini disebabkan karena bencana alam gempa yang melanda di tahun 2018, namun bertahun-tahun kemudian kegiatan industri terus berkembang karena kebijakan yang diambil pemerintah melalui pemberian bantuan sosial yang disebut “JPS Gemilang”, bantuan sosial ini mewajibkan penggunaan produk lokal.

2.6 Sektor Transportasi

Kebutuhan bahan bakar secara eksklusif disediakan oleh PT. Pertamina - perusahaan minyak milik negara yang sebagai penyalur resmi bahan bakar minyak dan gas yang ditunjuk oleh Pemerintah. Ada tiga jenis bahan bakar yang dikonsumsi di wilayah ini pada sektor transportasi, yaitu RON 88 (Bensin Premium), RON 90 (Pertalite), dan Solar. Semakin tinggi angka oktannya, semakin tinggi kualitas bahan bakar minyak tersebut dan jauh lebih ramah lingkungan.

Konsumsi bahan bakar di wilayah ini didominasi oleh bensin dan solar, khususnya RON 90 (Pertalite) yang disubsidi pemerintah. RON 90 (Pertalite) saat ini menggantikan RON 88 (Premium), namun, RON 88 (Premium) masih tersedia dalam jumlah terbatas. Solar adalah bahan bakar minyak yang biasa digunakan untuk truk dan kendaraan industri berat. Merek dagang solar yang disubsidi pemerintah adalah biodiesel (B35) yang sekitar 35 persen kandungannya dicampur dengan minyak nabati atau minyak sawit.



(Sumber : Pertamina, 2021)

Gambar 5. Konsumsi Bahan Bakar Minyak di Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2020

Meskipun subsidi dimaksudkan untuk menopang masyarakat kelas bawah hingga menengah secara finansial, namun masih terdapat masyarakat kelas menengah ke atas yang membeli bahan bakar bersubsidi. Pemerintah kini berupaya membatasi penggunaan BBM bersubsidi, dengan menerapkan registrasi resmi nomor kendaraan dan tipe kendaraan melalui aplikasi “My Pertamina”.

Adapun kebutuhan BBM di Provinsi Nusa Tenggara Barat disuplai dari tiga depo yaitu Depo Ampenan di Lombok, Depo Labuhan Badas Depo di Sumbawa dan Depo Bima di Bima. Rantai pasok sektor transportasi selanjutnya adalah SPBU (Stasiun Pengisian Bahan Bakar untuk Umum) Daerah terpencil dan pulau-pulau kecil berpenghuni juga memiliki SPBU mini dengan kuota pasokan terbatas bahan bakar, namun harganya tetap sama.

Pemerintah bersama PLN berupaya meningkatkan minat masyarakat untuk beralih ke kendaraan listrik. Untuk itu, pemerintah memberikan subsidi sebesar 7 juta rupiah untuk pembelian baru dan konversi sepeda motor konvensional menjadi sepeda motor listrik. Selain itu, PLN juga telah membangun puluhan stasiun pengisian listrik untuk kendaraan listrik yang tersebar di wilayah ini.

2.7 Lainnya (Pertambangan, Pertanian dan Konstruksi)

Berdasarkan geografi Nusa Tenggara Barat dan fakta bahwa sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai petani, maka sektor pertanian merupakan sektor yang sangat strategis dalam struktur perekonomian daerah ini. Seiring dengan perkembangan perekonomian, yang bertujuan menuju era industrialisasi dan ekspansi pariwisata, sektor pertanian mempunyai peranan penting dalam mewujudkan pertumbuhan yang ditargetkan.

Sektor pertanian terdiri dari tiga subsektor yaitu tanaman pangan, tanaman hortikultura, dan tanaman perkebunan. Komoditas tanaman pangan strategis seperti padi, jagung, dan kedelai mempunyai peran utama dalam memenuhi

kebutuhan pangan, pakan ternak, dan industri. Trennya setiap tahun cenderung meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk.

Untuk pertambangan, terdapat tiga perusahaan besar yang beroperasi di NTB yaitu PT. Amman Mineral Nusa Tenggara di Sumbawa Barat (dulu disebut PT. Newmont Nusa Tenggara), PT. Sumbawa Juta Raya di Sumbawa dan PT. Sumbawa Timur Mining di Dompu. Semua perusahaan pertambangan besar beroperasi di Pulau Sumbawa. Namun, dari ketiga perusahaan tersebut, hanya PT. Amman Mineral Nusa Tenggara telah memasuki tahap operasional, dengan jenis mineral yang ditambang adalah emas dan tembaga. Sedangkan dua perusahaan lainnya masih dalam tahap eksplorasi.

Total kumulatif ekspor Provinsi NTB pada tahun 2015 sebesar 827.652 ton, diikuti dengan penurunan yang tajam hingga tahun 2019, ekspor hanya mencapai 143.668 ton, akibat penurunan ekspor barang pertambangan/penggalan nonmigas sebesar 80,28 persen dan komoditas lainnya sebesar 97,67 persen. Tren terjadi pada masa peralihan manajemen dari PT. Newmont Nusa Tenggara kepada PT. Amman Mineral Nusa Tenggara. Karena peraturan yang berlaku mewajibkan, PT. Newmont Nusa Tenggara harus kembali mendivestasikan 51% sahamnya kepada perusahaan pertambangan dalam negeri, sehingga terjadi akuisisi oleh PT. Amman Nusa Tenggara. Namun pada tahun 2020 hingga 2022, total ekspor Nusa Tenggara Barat meningkat sekitar 155%, masing-masing sebesar 379.610 ton dan 966.355 ton pada tahun 2020 dan 2022. Penambangan sejauh ini dominan, menguasai lebih dari 90% ekspor Nusa Tenggara Barat.

Saat ini pemerintah melalui Kementerian Perindustrian sedang fokus dan konsisten dalam menerapkan kebijakan hilirisasi untuk meningkatkan nilai tambah bahan baku. Hal ini diharapkan akan membuka peluang investasi, menyerap tenaga kerja lokal dalam jumlah besar, dan meningkatkan penerimaan negara dari ekspor bahan bernilai tambah yang diproduksi di dalam negeri. Dimana pada akhirnya, diharapkan mampu mendorong pertumbuhan perekonomian nasional. Pembangunan smelter oleh PT. Amman Mineral Nusa Tenggara di Sumbawa Barat rencananya akan dibangun selesai pada tahun 2024, dengan kapasitas pengolahan 900.000 ton konsentrat tembaga yang akan menyerap sekitar 1.500 pekerja lokal.

2.8 Tantangan ke Depan

Sistem ketenagalistrikan Lombok dan Tambora yang terisolasi menghadapi beberapa tantangan saat ini dan pengembangannya di masa depan. Tantangan-tantangan ini telah diidentifikasi dalam dialog baik dengan PLN UIW NTB, Organisasi non-Pemerintah seperti ICLEI, Penabulu dan Dinas ESDM Provinsi Nusa Tenggara Barat, serta berdasarkan diskusi dengan pemangku kepentingan yang lebih luas.

1. Pasokan listrik yang terjangkau untuk daerah kepulauan

Untuk menyediakan listrik yang terjangkau bagi penduduk di daerah kepulauan, beberapa aksi perlu dilakukan untuk mengurangi biaya pokok pembangkitan (BPP) yang tinggi. Di antaranya yang potensial untuk dilakukan adalah:

- Pengurangan konsumsi bahan bakar minyak dalam bauran energi: direncanakan untuk mengurangi konsumsi minyak solar dalam pembangkitan listrik sehingga biaya produksi dapat ditekan, membatasi emisi/polutan yang dilepas ke udara dan memangkas ketergantungan terhadap impor BBM. Pembangkit Lombok Peaker 150 MW yang berbahan bakar gas adalah perwujudan aksi ini yang akan mensubstitusi hampir seluruh PLTD di sistem Lombok.
- Interkoneksi ke pulau Jawa: interkoneksi sistem Lombok dan Tambora ke Jawa-Bali melalui kabel laut ke Bali menjadi topik perbincangan. Hal ini akan memungkinkan penurunan harga jual listrik dan mendukung integrasi energi terbarukan secara massive serta meningkatkan stabilitas jaringan. Namun hal ini disertai dengan konsekuensi yang mencakup biaya investasi yang tinggi dan pemasangan kabel selat dalam yang memiliki arus kuat dan rawan gempa bumi.

2. Ketidakpastian pasokan gas dan batubara

Berdasarkan proyeksi RUPTL, sistem ketenagalistrikan di Lombok dan Tambora akan sangat bergantung pada gas alam dan batubara. Berbeda dengan lokasi lain di Indonesia, Nusa Tenggara Barat tidak mempunyai akses gas alam langsung dari sumbernya melalui pipa. Untuk pembangkit listrik baru Lombok *Peaker*, gas tersebut akan disuplai dalam bentuk CNG yang diperoleh dari pemasok gas di Gresik (Jawa Timur). Gas alam dikompresi di fasilitas Gresik, kemudian diangkut ke Lombok menggunakan kapal CNG dan terakhir didekompresi di fasilitas lokal dekat pembangkit listrik, terletak di kawasan Tanjung Karang, dekat kota Mataram. Kapal CNG yang mengangkut gas ke Lombok adalah yang pertama di dunia dan akan memiliki kapasitas angkut sebanyak 23 MMSCF per trip (21,6 BBTU per trip). Total pasokan tersedia dari fasilitas kompresi di Gresik seharusnya sekitar 40 MMSCFD (41 BBTU/hari) dan hanya sebagian saja yang akan digunakan. dipasok ke Lombok. Kapal membutuhkan waktu 4 hari untuk memuat, mencapai Lombok dan membongkar muatannya. Pasokan harian ke Lombok dibatasi sekitar 5,4 BBTU/hari dan tidak jelas apakah ada potensi untuk meningkatkannya di masa depan. Pasokan maksimum harian CNG cukup untuk pengoperasian pembangkit listrik 150 MW selama 6 jam pada beban penuh.

Empat pembangkit listrik tambahan yang juga seharusnya berbahan bakar gas alam, dalam hal ini dalam bentuk gas alam LNG, yaitu pembangkit listrik MPP *existing* (50 MW) di dekat Kota Mataram, PLTMG rencana (50 MW) di Sambelia, PLTMG *existing* (50 MW) di Sumbawa dan satu lagi PLTMG *existing* (50 MW) di Bima, yang saat ini berbahan bakar HSD. Di awal proyek, direncanakan untuk membangun fasilitas regasifikasi LNG mini di lokasi tersebut, namun sejauh ini belum ada tindakan yang diambil dan pemerintah tampaknya sedang mengevaluasi tren peningkatan permintaan listrik sebelum berinvestasi pada fasilitas LNG baru.

Adapun pasokan batubara ke pulau-pulau tersebut dipengaruhi oleh dua factor yaitu harga dan pasokan. Melalui *Domestic Market Obligation (DMO)* Pemerintah Pusat mewajibkan penambang batubara lokal untuk memasok sebagian produksi batubaranya ke pasar dalam negeri, khususnya pembangkit listrik tenaga

batubara karena terdapat kebutuhan untuk meningkatkan pasokan listrik nasional.

Harga batu bara untuk PLN lewat kuota DMO, dibatasi sebesar 70 \$/ton untuk batubara kualitas tinggi dan 43 \$/ton untuk batubara kualitas rendah. Selain itu, jumlah produksi batubara dari pertambangan dibatasi secara nasional untuk menjaga pasokan internal stabil di masa depan dan Nusa Tenggara Barat diberikan kuota tertentu dari total output nasional tersebut. Belum ada kebijakan lebih lanjut, apakah Batasan ini di masa mendatang dapat ditingkatkan sesuai kebutuhan.

3. Proses *commissioning* yang lama dan kesulitan dalam pembebasan lahan

PLN dan Dinas ESDM telah menyatakan bahwa proses *commissioning* yang panjang untuk pembangunan pembangkit listrik merupakan salah satu faktor utama yang membatasi peningkatan kapasitas pembangkit listrik. Misalnya, diperlukan waktu 7 tahun untuk menerima persetujuan akhir pembangunan pembangkit listrik tenaga batubara berkapasitas 50 MW di pulau tersebut.

Ada beberapa faktor yang berkontribusi terhadap lambatnya pengembangan proyek, dimana yang menjadi hambatan utama adalah akuisisi lahan atau pembebasan lahan. Salah satu penyebab sulitnya pembebasan lahan adalah pentingnya lahan pertanian yang merupakan kontributor PDB utama bagi perekonomian NTB serta belum adanya kejelasan mengenai kepemilikan beberapa lahan, akibat kurangnya dokumentasi surat-surat tanah yang jelas.

4. Tantangan teknis untuk mengintegrasikan lebih banyak EBT ke dalam sistem

Seperti disebutkan sebelumnya, sistem ketenagalistrikan Lombok dan Tambora merupakan sistem non interkoneksi, sehingga menimbulkan tantangan bagi pengembangan proyek VRE. Kekhawatiran mengenai stabilitas tegangan dan frekuensi pada tingkat jaringan distribusi sebagai akibat dari peningkatan penetrasi VRE dari PLTS dan PLT Bayu menjadi alasan utama terbatasnya kapasitas terpasang PLTS *on grid* di Lombok masing-masing menjadi 5 MWp. Hal ini juga berlaku pada rencana PLTS 2x5 MWp di Sumbawa dan Bima yang akan segera memasuki proses tender. Isu intermitensi juga mempengaruhi kemajuan pengembangan energi angin di Lombok bagian selatan.

Hambatan lain terhadap penetrasi energi terbarukan yang lebih besar ke jaringan listrik adalah mekanisme dispatch atau pengaturan beban saat ini. Kewenangan pengaturan beban diatur untuk jadwal sehari ke depan secara manual dengan radio. Misalnya, jika daya dari suatu pembangkit listrik perlu ditingkatkan, maka pusat kendali beban atau *dispatch center* akan menghubungi pembangkit listrik tersebut melalui radio untuk meminta peningkatan daya *output*. Cara ini dinilai lebih cepat untuk menutupi fluktuasi output daya PLTS.

Selain itu, penaturan beban dilakukan tanpa menggunakan sistem *forecasting*. Saat ini, PLTS dijadwalkan sehari sebelumnya beroperasi dengan kapasitas penuh. Adapun selisihnya, antara kapasitas penuh yang dijadwalkan (5 MW) dan kapasitas actual (3 MW) ditutupi oleh daya yang dihasilkan oleh PLTD, sebagai spinning reserve atau cadangan. Dengan mekanisme ini, kebutuhan cadangan

untuk VRE adalah 1:1, yaitu untuk setiap 1 MW VRES yang terpasang diperlukan 1 MW cadangan.

Aspek lain yang perlu diperhatikan adalah peningkatan beban pada malam hari. Karena alasan ini, PLN cenderung pada preferensi untuk tidak mengurangi pembangkitan beban dasar (base load). Batasan penetrasi VRES di Lombok ditetapkan sebesar 20% dari kebutuhan listrik per jam, untuk setiap jam sepanjang tahun. Hal ini merupakan hambatan utama bagi penetrasi tambahan energi terbarukan di sistem Lombok dan sistem regional lainnya di Indonesia.

5. Kondisi perekonomian yang tidak menentu pasca COVID-19

Saat pandemi COVID-19 melanda, banyak hotel, restoran, dan tempat penjualan oleh-oleh yang tutup sehingga energi listrik yang dijual PLN mengalami penurunan. Pasca pandemi COVID-19, ternyata perekonomian lokal dan global membutuhkan waktu lebih lama untuk pulih. Padahal kegiatan pariwisata sudah mulai ramai dan bangkit kembali, sejak Pemerintah menggagas berbagai event internasional untuk menarik pengunjung, seperti Moto GP, WSBK dan MXGP. Namun karena masih bersifat musiman, sehingga listrik PLN belum banyak terserap seperti waktu sebelum pandemi.

6. Lambatnya kemajuan proyek *cofiring* PLTU

Proyek *cofiring* PLTU memerlukan pasokan bahan baku yang stabil dan banyak, namun harganya dinilai kurang menarik karena disamakan dengan harga batubara DMO, sehingga tidak banyak masyarakat lokal yang tertarik menjadi pemasok dan mendapatkan keuntungan ekonomi dari program pemerintah tersebut.

Saat ini *cofiring* sedang dilakukan di 2 PLTU yaitu PLTU Jeranjang dengan kapasitas terpasang sebesar 3x25 MW dan PLTU Kertasari dengan kapasitas terpasang 2x7 MW. Persentase campuran biomassa yang digunakan berkisar antara 3-5%. Sedangkan jenis biomassa yang digunakan sebagai bahan baku antara lain tongkol jagung, sekam padi, *woodchip* dan serbuk gergaji.

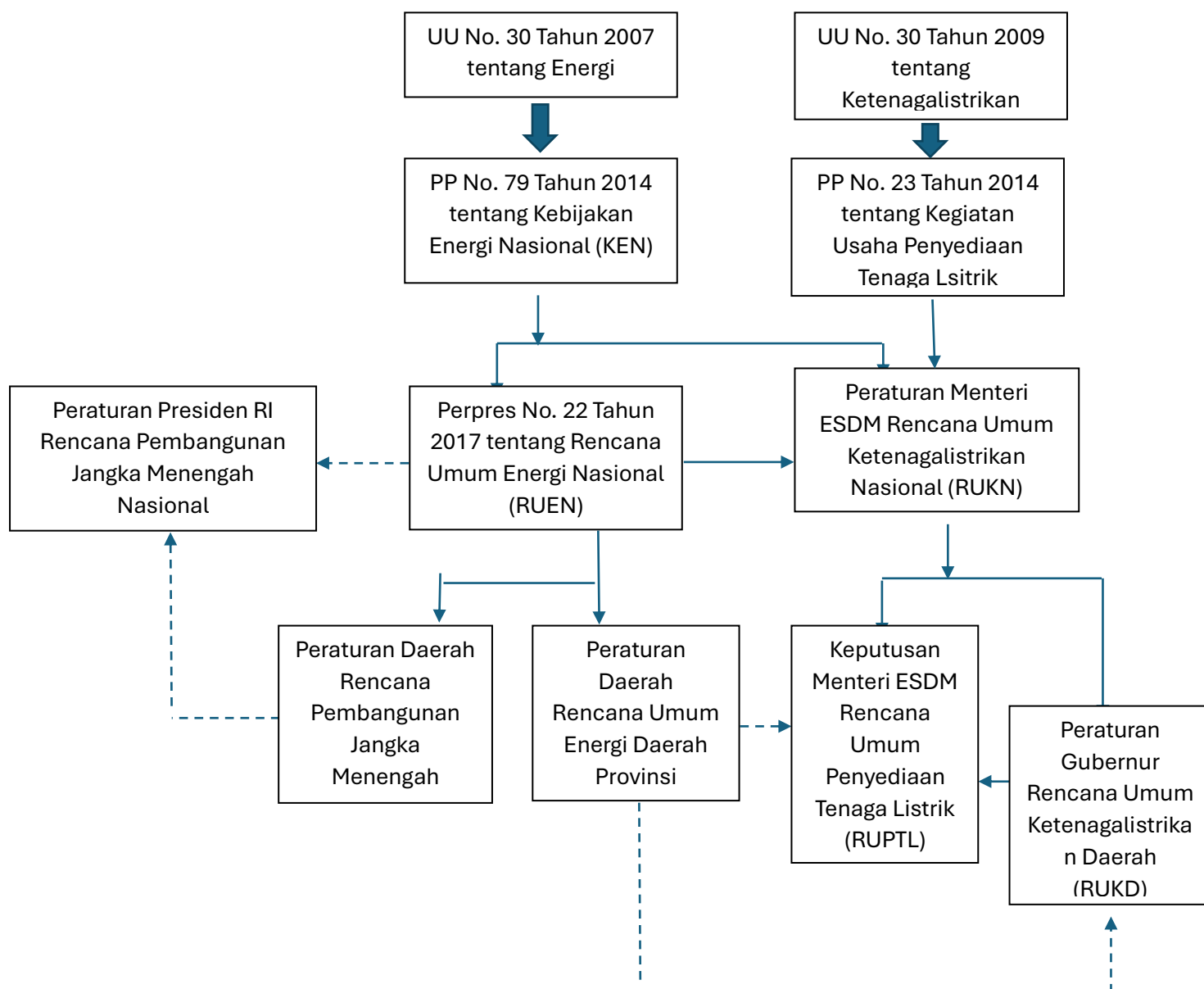
7. Transisi energi yang adil dan inklusif

Dengan adanya rencana pensiun dini PLTU batubara dikhawatirkan akan berdampak pada kesejahteraan dan kesempatan kerja masyarakat lokal. Begitu pula dengan sebagian masyarakat yang menggantungkan pendapatannya pada rantai pasok bensin atau LPG yang dijual secara eceran. Transisi energi harus dilakukan secara adil dengan melakukan mitigasi dampak negatif terhadap kelompok rentan tersebut.

III. LANSKAP KEBIJAKAN ENERGI

3.1 Kebijakan Energi Nasional dan Kebijakan Energi Daerah

Bab ini menyajikan gambaran umum lanskap kebijakan energi NTB. Pertama, kebijakan energi nasional Indonesia diperkenalkan, kemudian kebijakan provinsi diuraikan. Ini diikuti dengan penjelasan dan diskusi mengenai persyaratan tingkat kandungan dalam negeri (TKDN), diikuti dengan strategi implementasi utama dan rencana pembangunan untuk sektor energi sektor.

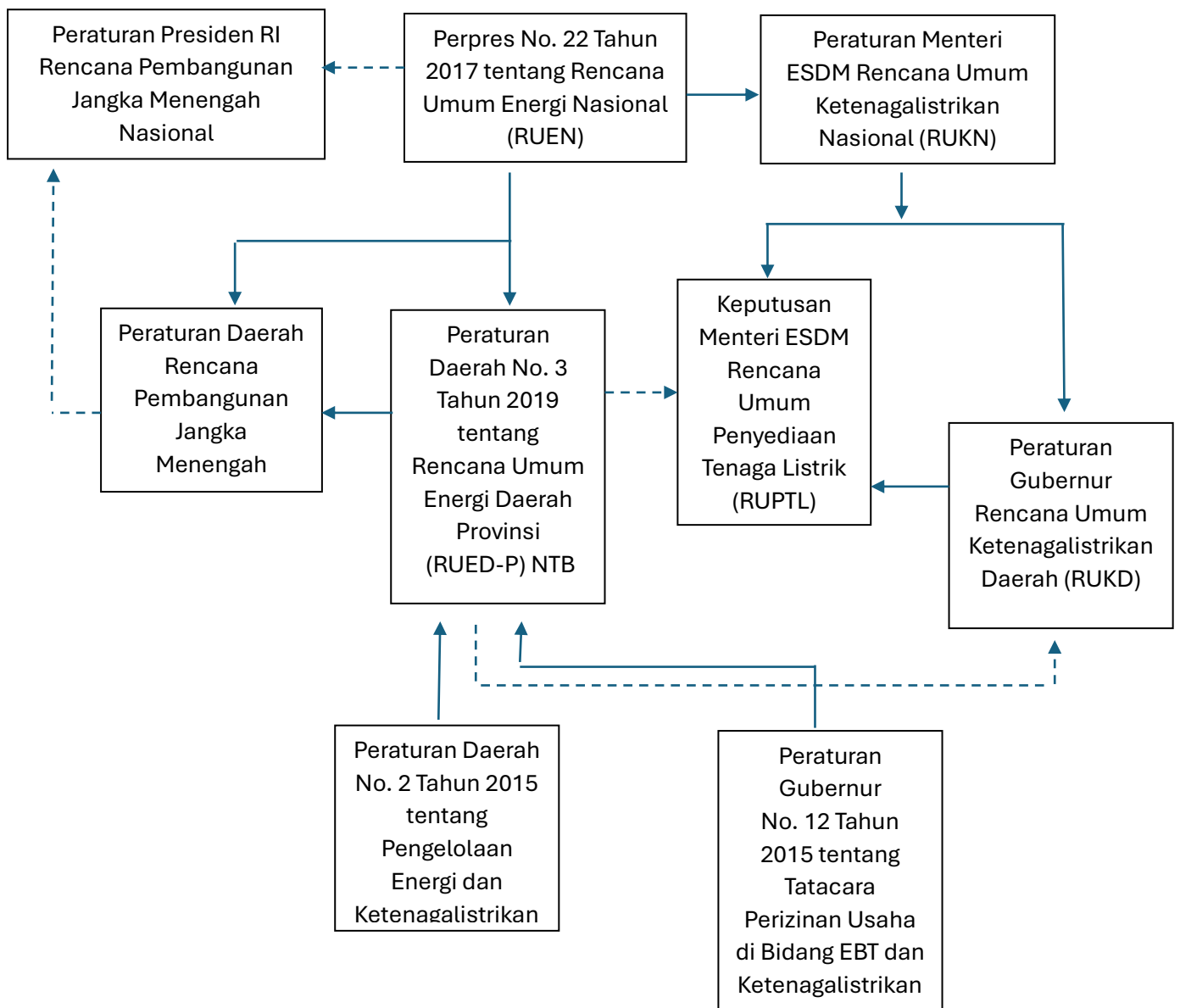


Gambar 6. Kerangka Hukum Energi di Indonesia (Sumber : ICLEI, 2019)

Tabel 3. Kebijakan energi dan ketenagalistrikan di Indonesia

Kebijakan	Isi
UU No. 30 Tahun 2007 tentang Energi	Undang-undang tersebut menekankan beberapa prioritas di bidang energi antara lain kemandirian energi, ketersediaan energi nasional, pengelolaan energi berkelanjutan, efisiensi energi, dan aksesibilitas energi, terutama bagi mereka yang berada di pulau/daerah terpencil dan kurang mampu.
PP No.79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN)	KEN merupakan peta jalan energi Indonesia tahun 2010-2050 sebagai rujukan arah kebijakan energi secara umum. KEN menunjukkan bahwa Indonesia memiliki bauran energi yang optimal yaitu (1) Energi Terbarukan minimal 23%, minyak bumi kurang dari 25%, batubara minimal 30%, dan gas bumi minimal 22% pada tahun 2025; (2) EBT minimal 31%, minyak bumi kurang dari 20%, batubara minimal 25%, dan gas bumi minimal 24% pada tahun 2050.
PP No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)	Ditetapkan oleh presiden, untuk mencapai target KEN. RUEN merupakan arahan umum pengelolaan energi di Indonesia yang menggambarkan visi dan kondisi energi, pengurangan dampak emisi GRK, ketersediaan energi untuk kebutuhan nasional, prioritas pengembangan energi, pemanfaatan energi, dan reservasi energi.
UU No. 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan	Diterbitkan untuk memperkuat UU Energi Tahun 2007. Undang-undang ini menekankan peran PLN dalam bisnis penyediaan listrik dan mendorong peran yang lebih besar bagi perusahaan swasta, koperasi, dan lembaga masyarakat mandiri untuk berpartisipasi dalam bisnis ini.
PP No. 14 Tahun 2012 (sebagaimana dirubah dengan PP No.23 Tahun 2014) tentang Usaha Penyediaan Tenaga Listrik	Diterbitkan untuk mendukung UU Ketenagalistrikan tahun 2009. Undang-undang tersebut menyatakan bahwa Kementerian ESDM dapat menetapkan Rencana Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) setelah berkonsultasi dengan DPR.

Perpres No. 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik (menggantikan Permen ESDM No. 50 Tahun 2017)	Diterbitkan untuk menggantikan Peraturan Menteri ESDM No. 50 Tahun 2017. Dalam Perpres ini, feed in tariff tidak lagi diterapkan, melainkan mengatur mekanisme harga (price staging), pelaksanaan pengadaan melalui seleksi langsung (lelang) dan terdapat persyaratan tingkat kandungan dalam negeri (TKDN).
Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) 2015-2034	Penyusunan RUKN didasarkan pada KEN dan RUEN sebagai acuannya. RUKN menetapkan proyeksi kebutuhan dan penyediaan listrik selama 20 tahun. Ini bertindak sebagai pedoman dalam pembangkitan, distribusi, dan transmisi listrik. Disebutkan pula target rasio elektrifikasi yang harus mencapai 100% pada tahun 2024, kondisi ketenagalistrikan per provinsi dan pertumbuhan konsumsi listrik, kebutuhan listrik, dan kebutuhan investasi ketenagalistrikan.
Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL)	Rencana pengembangan ketenagalistrikan dalam periode waktu 10 tahun di wilayah operasi PLN. RUPTL merupakan dokumen penting bagi investor di sektor ketenagalistrikan Indonesia karena memuat perkiraan supply dan demand, rencana ekspansi di masa depan, dan timeline tender IPP.
Permen ESDM No. 50 Tahun 2017 (sebagaimana dirubah dengan Permen ESDM No. 4 Tahun 2020) tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik	Peraturan ini mengatur rezim tarif, pembiayaan proyek, dan skema tender pembangkit listrik dari sumber energi terbarukan.



Gambar 7. Kerangka Hukum Energi di Provinsi Nusa Tenggara Barat (Sumber : ICLEI, 2019)

Tabel 4. Kebijakan energi dan ketenagalistrikan di Indonesia

Kebijakan	Isi
Peraturan Daerah No. 3 Tahun 2019 tentang RUED-P Nusa Tenggara Barat	Memuat target bauran energi provinsi, arah pengelolaan energi di Nusa Tenggara Barat, visi, kondisi energi daerah, ketersediaan energi untuk kebutuhan daerah dan perkembangan energi prioritas.

Peraturan Daerah No. 2 Tahun 2015 tentang Pengelolaan Energi dan Ketenagalistrikan	Peraturan ini mengatur pengelolaan energi dan ketenagalistrikan di tingkat provinsi termasuk strategi implementasi, konservasi energi, tarif dan izin serta sanksi hukum.
Peraturan Gubernur No. 12 Tahun 2015 tentang Tatacara Perizinan Usaha di Bidang EBT dan Ketenagalistrikan	Diterbitkan untuk memperkuat implementasi Peraturan Daerah No. 2 Tahun 2015. Peraturan ini menjelaskan SOP tata cara penerbitan izin usaha di bidang energi dan sektor ketenagalistrikan menurut kewenangan pemerintah provinsi yang ditetapkan dalam Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014.
Peraturan Gubernur No. 13 Tahun 2024 tentang Pengembangan NTB Energi Hijau	Mengatur pengembangan energi terbarukan di Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan pendekatan GEDSI (<i>Gender Equality, Disability and Social Inclusion</i>)
Keputusan Gubernur NTB No: 671-951/2016 tentang Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah (RUKD) Provinsi Nusa Tenggara Barat	Memuat kondisi ketenagalistrikan daerah saat ini, regulasi pendukung, proyeksi supply dan demand, target rasio elektrifikasi, pertumbuhan permintaan pada tahun 2015 sampai dengan tahun 2050.
Instruksi Gubernur No: 670/372/DEDM/2023 tentang	Instruksi Gubernur kepada instansi di lingkungan Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat untuk mendorong penggunaan kendaraan listrik berbasis battery dan mendukung industri lokal terkait hingga pembuatan kendaraan listrik.
Surat Edaran Gubernur NTB No. : 671/18/KUM/Year 2021	Surat Edaran ini menghimbau pemilik gedung pemerintah, bangunan fasilitas umum dan lembaga pendidikan untuk memasang PLTS Atap min 20% dari kapasitas terpasang PLN.

3.2 Persyaratan Kandungan Lokal

Proyek-proyek pembangkit listrik di Indonesia semuanya telah tunduk pada persyaratan Tingkat Kandungan Dalam Negeri (TKDN) sejak tahun 2012. Sebagian besar teknologi tersebut wajib memenuhi 40% persyaratan kandungan lokal. Khusus untuk proyek PLTS, peraturannya lebih ketat. Persyaratan untuk proyek PLTS dimutakhirkan pada tahun

2017 dan mencakup material, pelayanan, dan pengiriman barang. Adapun persyaratan untuk proyek PLTS ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tingkat Kandungan Dalam Negeri (TKDN) proyek PLTS di Indonesia (Hamdi, 2019)

	Permen ESDM No. 50 Tahun 2017		Permen ESDM No. 29 Tahun 2018
	Tingkat Kandungan Dalam Negeri		
	PLTS Terpusat <i>on grid</i>	PLTS Terpusat <i>off grid</i>	<i>Stand alone</i> PLTS <i>off grid</i> (termasuk <i>Solar Home</i> <i>System</i> dan PLTS Atap)
Bahan/material	34%	38%	40%
Jasa/service	100%	100%	100%
Total	41%	44%	46%
<i>Informasi lebih lengkap dapat dibaca di Permen Perindustrian No.4 Tahun 2017 tentang Tingkat Kandungan Dalam Negeri untuk setiap komponen.</i>			

Tujuan dari persyaratan TKDN adalah untuk mempromosikan industri manufaktur dalam negeri dalam proyek pembangkitan listrik berbasis energi terbarukan dan menyediakan lapangan kerja lokal serta mendorong pembangunan ekonomi. Namun, hal ini berdampak pada tingginya biaya produksi. Selain itu, juga menimbulkan risiko penundaan yang lebih tinggi pada rantai pasok (supply chain) karena industri manufaktur dalam negeri masih berkembang, yang dapat menghambat pertumbuhan energi terbarukan sebagai pendukung transisi energi di Indonesia.

Saat ini, tender energi terbarukan di Indonesia masih dalam skala kecil dan bersifat intermiten. Harga yang dibayar oleh pelaku energi terbarukan didasarkan pada penghematan biaya pembangkitan listrik termal, tidak mencerminkan biaya proyek sebenarnya. Berdasarkan fakta ini, persyaratan TKDN menghambat investasi. Karena produsen dalam negeri tidak dapat memperoleh keuntungan dari skala ekonomi proyek, dimana semakin besar skala proyek maka akan semakin murah dan efisien. Hal ini bertentangan dengan tujuan persyaratan TKDN dan mendorong peningkatan biaya investasi yang besar, menjadikan proyek energi terbarukan tidak menguntungkan dan tidak menarik bagi investor.

Peraturan Presiden No. 112 Tahun 2022 berupaya untuk memperbaiki skema tender energi terbarukan. Melalui pendekatan yang melibatkan gabungan tender kompetitif berskala besar untuk pembangkit listrik tenaga angin dan surya skala utilitas, dan pengadaan skala kecil dengan feed-in tariff berdasarkan proyek energi terbarukan dengan biaya lebih kecil dan teknologi baru yang masih dalam pengembangan. Perubahan ini bertujuan untuk menciptakan persaingan yang jauh

lebih kompetitif dan luas yang akan mendorong manufaktur dalam negeri untuk tumbuh dan berkembang. Hal ini memungkinkan investor energi terbarukan untuk mengkompensasi biaya lebih tinggi akibat persyaratan TKDN.

3.3. Strategi Pelaksanaan Sebagaimana Disebutkan dalam RUED

Untuk melaksanakan kebijakan diatas diperlukan strategi implementasi yaitu:

- Mendorong pengembangan infrastruktur energi primer dan energi sekunder di Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Melakukan kerjasama pembangunan infrastruktur dengan daerah lain demi keamanan pasokan energi primer dan energi sekunder dari luar Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Mengutamakan penggunaan energi terbarukan yang tersedia di Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Menerapkan prinsip penghematan energi/konservasi energi dalam pengelolaan energi.
- Menerapkan teknologi energi ramah lingkungan.
- Meningkatkan peran pemangku kepentingan dalam pemanfaatan energi primer dan sekunder.
- Meningkatkan kerja sama di tingkat nasional, regional, dan internasional, terutama dalam konteks akses terhadap informasi, pendanaan dan transfer teknologi.
- Meningkatkan kualitas sumber daya manusia di bidang energi primer.
- Meningkatkan upaya untuk mendukung energi primer dan energi sekunder.
- Meningkatkan akses masyarakat terhadap energi primer dan sekunder.
- Membentuk dan menjalankan lembaga pelaksana (forum energi/tim pelaksana proyek sebagai penanggung jawab).
- Mengembangkan dan melaksanakan skema pendanaan lain untuk mengurangi ketergantungan pada Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) dan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN).

Untuk mengimplementasikan kebijakan energi Provinsi Nusa Tenggara Barat diperlukan regulasi yang mengatur pengelolaan energi. Regulasi tersebut menyangkut aspek bisnis dan keteknikan. Tujuan pengaturan aspek bisnis untuk mengimplementasikan konservasi energi dengan harga terjangkau yang mendukung peningkatan pemanfaatan energi terbarukan serta teknologi energi bersih secara komersial yang aman dan akrab lingkungan. Obyek yang diatur dalam pengaturan aspek bisnis adalah konsumen, produsen peralatan energi industri penunjang, pengembang. Sedangkan aspek yang diatur adalah menyangkut perlindungan konsumen, pengusaha, usaha penunjang dan perlindungan lingkungan. Perlindungan Konsumen dilakukan melalui standardisasi produk dan instalasi/sistem energi untuk memberi jaminan bagi konsumen akan kualitas dan keselamatan produk, baik produk energi maupun produk peralatan/sistem energi yang diproduksi dalam daerah, negeri maupun luar negeri, yang berhubungan dengan energi primer dan energi sekunder. Perumusan standar tersebut dilakukan dibawah koordinasi Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan. Setiap pelaku usaha wajib menetapkan “standar mutu dan pelayanan” sesuai dengan indikator mutu dan pelayanan yang ditetapkan. Regulasi terkait

pada tingkat provinsi diperlukan untuk mengarahkan agar penyediaan dan pemanfaatan energi mengacu pada standar yang telah ditetapkan tersebut.

Dari aspek usaha penyediaan dan pemanfaatan energi primer dan energi sekunder perlu disediakan regulasi yang mendukung peran serta oleh badan usaha BUMN, BUMD, Koperasi dan Swasta yang memiliki izin usaha dalam pengusahaan energi di daerah. Pelaksanaan usaha harus memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan oleh Menteri Teknis, yaitu Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral serta harus memenuhi persyaratan administratif. Regulasi ini dimaksudkan untuk menciptakan iklim kondusif bagi pengusahaan tersebut. Persyaratan teknis dan administrasi dibedakan atas perusahaan yang memproduksi listrik dan non listrik. Kemudahan ini meliputi kemudahan memperoleh informasi yang menyangkut kebutuhan dalam melakukan studi kelayakan investasi serta prosedur pelaksanaannya.

Regulasi juga disediakan untuk mengatur pelaksanaan usaha penunjang kegiatan yang berkaitan dengan penyediaan dan pemanfaatan energi primer dan energi sekunder terdiri dari usaha jasa penunjang dan industri penunjang. Usaha jasa penunjang ini meliputi kegiatan konsultasi, pembangunan dan pemasangan instalasi, pengujian instalasi, peralatan dan produk, pengoperasian dan pemeliharaan instalasi, penelitian dan pengembangan, pendidikan dan pelatihan serta usaha lain yang terkait. Industri penunjang meliputi kegiatan memproduksi peralatan energi dan pemanfaatan energi sebagai komponen untuk membangun instalasi. Pengaturan usaha penunjang ini dimaksudkan untuk menjamin bahwa perencanaan, pembangunan, pemasangan, pengoperasian dan pemeliharaan instalasi serta penggunaan produk dilakukan oleh perusahaan yang mempunyai kemampuan sesuai lingkup kegiatannya.

Hal yang tidak kalah pentingnya dalam regulasi yaitu bahwa setiap usaha penyediaan dan pemanfaatan energi primer dan energi sekunder harus melakukan dan mengutamakan perlindungan lingkungan. Penyegaran sumber-sumber energi terbarukan yang telah dimanfaatkan dalam upaya menjaga keseimbangan ekologi harus termasuk dalam program usaha yang bersangkutan.

Regulasi keteknikan ditujukan untuk menjamin penyediaan dan pemanfaatan energi primer dan energi sekunder yang berkualitas, aman, andal, akrab lingkungan, serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi serta menyediakan teknologi Energi Terbarukan dan energi bersih yang handal serta informasi mengenai waktu kelayakan penerapannya.

Obyek pengaturan keteknikan ini menyangkut produsen, konsumen, penelitian dan pengembangan, industri dan jasa penunjang serta pengembang. Sedangkan aspek yang diatur adalah standarisasi produk dan instalasi/sistem energi, kompetensi tenaga teknik, penggunaan teknologi, efisiensi pemanfaatan energi pada peralatan, perlengkapan dan pemanfaat listrik/energi, pengoperasian dan pemeliharaan, manajer energi (kompetensi keharusan memiliki manajer energi) serta konsumen energi besar atau konsumen dengan jumlah penggunaan energi tertentu.

Pengaturan dalam penggunaan teknologi bertujuan untuk memberi kesempatan bagi perkembangan teknologi lokal untuk pada waktunya dapat bersaing dengan teknologi impor dengan memperhatikan serta mempertimbangan urgensi serta kepentingan nasional agar kemandirian nasional dalam konsep pembangunan berkelanjutan dapat tercapai. Pengaturan dilakukan melalui penyaringan teknologi impor berdasarkan pada prinsip kelayakan, kehandalan, kandungan lokal, masa operasi, dampak lingkungan, ekonomi dan sosial. Peraturan mengenai pengoperasian dan pemeliharaannya merujuk pada peraturan yang berlaku di bidang energi yang terkait.

3.4 RPD (Rencana Pembangunan Daerah) Tahun 2024-2026

RPD pada dasarnya merupakan rencana pembangunan jangka menengah daerah transisi (RPJMD Transisi) yang dijadikan acuan oleh pemerintah transisi atau Penjabat Gubernur sementara selama masa jabatannya di tahun 2024-2026. Tujuan akhir yang ingin diwujudkan dalam RPD Tahun 2024 – 2026 adalah transformasi perekonomian Nusa Tenggara Barat yang inklusif dan berkelanjutan. Pertumbuhan ekonomi Nusa Tenggara Barat diproyeksikan tidak lagi didominasi oleh sektor pertambangan, namun terjadi diversifikasi perekonomian dan lapangan usaha, mendorong peningkatan kontribusi gabungan sektor di luar pertambangan, seperti industri dan pariwisata. Hal ini juga didukung oleh sektor pertanian dalam arti luas, menargetkan nilai pangsa PDB mencapai di atas 50%.

Pertumbuhan ekonomi Nusa Tenggara Barat pada tahun 2022 mencapai 6,95%, meningkat signifikan dibandingkan tahun lalu 2021 yang mengalami pertumbuhan sebesar 2,3%. Pertumbuhan ini sangat didukung oleh sektor pertambangan. Tanpa sektor pertambangan, pertumbuhan ekonomi Nusa Tenggara Barat pada tahun 2022 mencapai 3,2%, meningkat dari 2,86% pada tahun 2021. Pengalaman lima tahun terakhir pertumbuhan ekonomi dengan pertambangan mengalami kontraksi dua kali, minus 4,5% hingga minus 0,62% pada tahun 2018 dan 2020. Sedangkan pertumbuhan ekonomi tanpa mempertimbangkan pertambangan hanya mengalami satu kali kontraksi mencapai minus 5,17% pada tahun 2020 akibat dampak pandemi COVID-19.

Data pertumbuhan ekonomi menjelaskan bahwa sektor non-pertambangan, khususnya pertanian, komersial, dan pertambangan, sektor industri, mempunyai potensi yang besar untuk mengangkat pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan, meskipun saat ini potensinya masih besar berada pada tingkat iuran yang lebih rendah, sehingga dilakukan upaya untuk meningkatkan laju pertumbuhan ekonomi pada masa mendatang tiga tahun, misalnya mendorong pengolahan hasil pertanian dan peternakan menjadi produk yang mempunyai nilai tambah ekonomi serta menyelenggarakan event nasional dan internasional di Nusa Barat Tenggara untuk menggairahkan sektor pariwisata dan komersial.

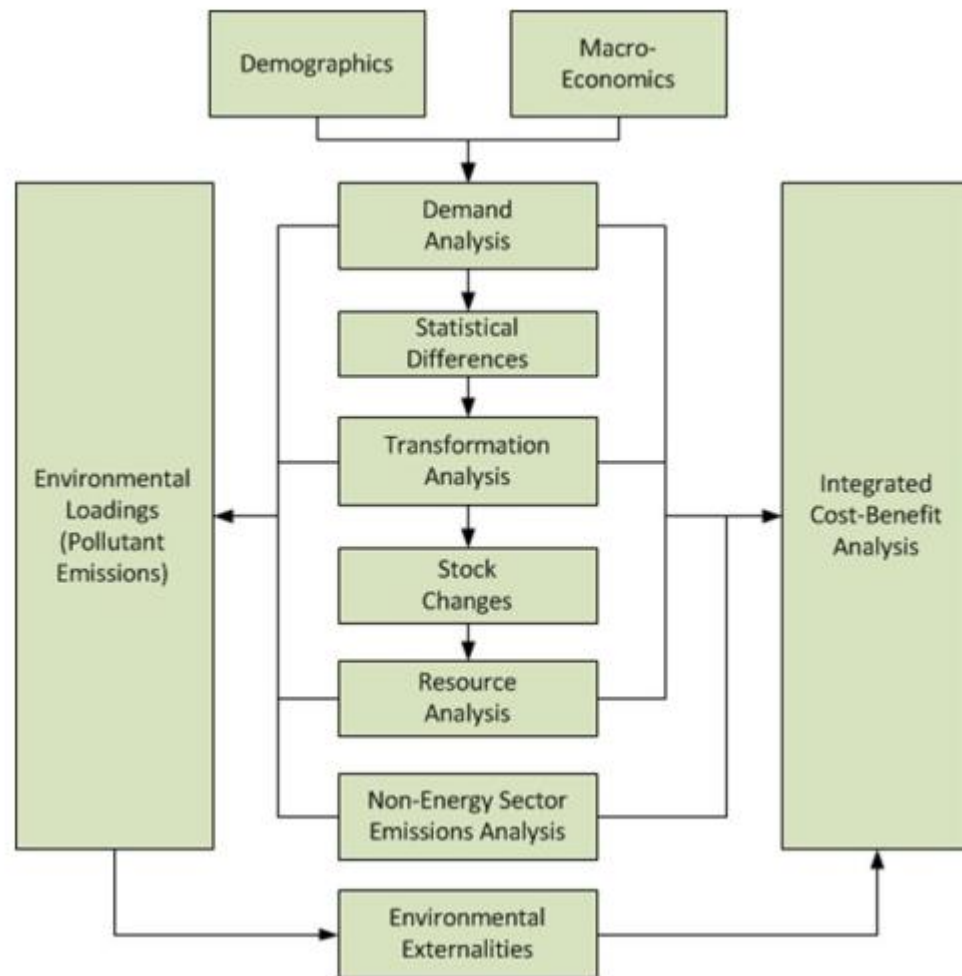
IV. PEMODELAN SISTEM ENERGI

4.1 Model LEAP

Pemetaan konsumsi energi di seluruh sektor energi dilakukan melalui LEAP. LEAP adalah *tools* pemodelan yang dikembangkan oleh *Stockholm Environment Institute (SEI)* yang dirancang untuk membantu para pengambil keputusan, peneliti, dan perencana dalam melakukan analisis/perencanaan sumber daya energi dan kebijakan terpadu seperti mitigasi GRK dan strategi pembangunan rendah emisi. LEAP banyak digunakan untuk perencanaan energi dan lingkungan di tingkat regional, nasional, dan sub-nasional di beberapa negara.

Beberapa fitur pemodelan utama adalah *tracking* produksi, konsumsi, dan ekstraksi sumber daya energi di semua sektor ekonomi (baik kuantifikasi energi maupun non-energi) dan integrasi berbagai sektor energi untuk menyajikan Gambaran yang komprehensif mengenai sistem energi, serta penilaian dampak berbagai kebijakan dalam analisis berbasis skenario. Dengan fitur analisis skenarionya, LEAP memungkinkan pengguna untuk mengevaluasi hasil dari beragam intervensi kebijakan, kemajuan teknologi, dan perubahan pola konsumsi energi. Dimensi spasial dan temporal juga bergantung pada pengguna, memungkinkan definisi sistem secara lebih rinci dan jangka panjang.

Persyaratan data mencakup rincian demografi, elemen makroekonomi, tingkat aktivitas, karakteristik bahan bakar, intensitas energi dari berbagai proses, faktor emisi, profil, dan bentuk, dan masih banyak lagi. sementara beberapa outputnya adalah neraca energi, konsumsi energi final berdasarkan sektor pengguna energi, konsumsi energi final berdasarkan jenis bahan bakar, dan konsumsi energi final berdasarkan aktivitas/proses serta emisi GRK.



Gambar 8. Struktur LEAP untuk Proses Pemodelan (Sumber : SEI, USA)

LEAP juga digunakan di tingkat nasional di Indonesia oleh berbagai lembaga pemerintah, misalnya Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan Dewan Energi Nasional. Hasil pemodelan seringkali menjadi bagian dari rencana pembangunan nasional yang menjadi tanggung jawab setiap instansi untuk dipublikasikan.

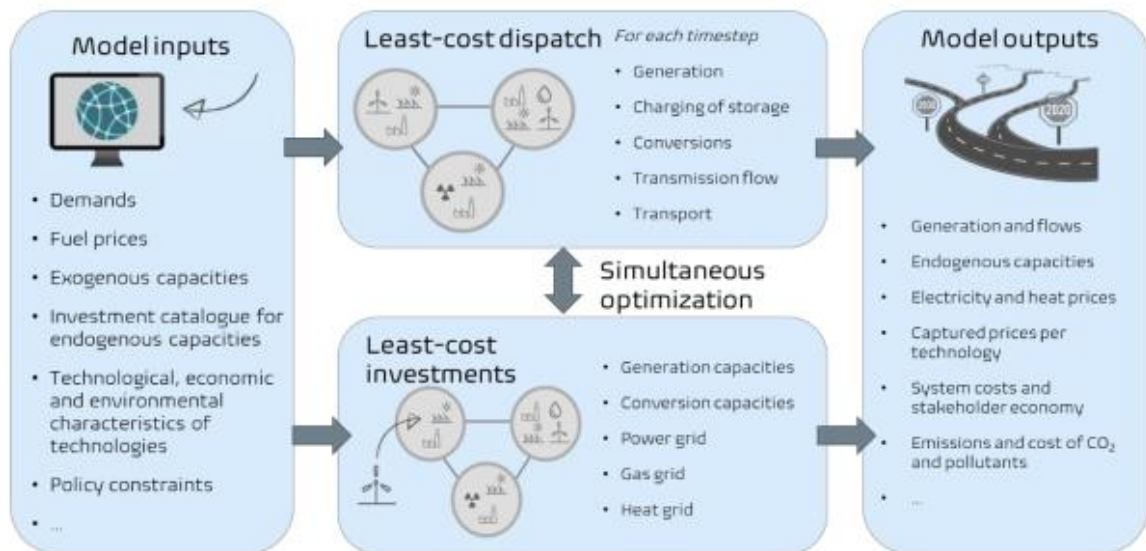
Analisis saat ini mencakup model LEAP yang dikembangkan dan dikalibrasi agar sesuai dengan tingkat aktivitas ekonomi dan konsumsi bahan bakar tahun 2021 untuk kedua pulau di Nusa Tenggara Barat yaitu Lombok dan Sumbawa. Asumsi dan tren membentuk perkembangan masa depan dari berbagai sektor, yaitu perumahan, komersial, industri, transportasi, dan lain-lain yang mencakup pertanian, pertambangan dan konstruksi.

4.2 Model Balmorel

Pemodelan sektor ketenagalistrikan dikuantifikasi melalui pemodelan *bottom-up* yang terperinci dengan menggunakan Balmorel model. Balmorel adalah optimalisasi *economic dispatch*, komitmen unit, dan model perluasan kapasitas, yang, tergantung pada kondisi batas skenario tertentu, akan menentukan penyebaran daya yang optimal dari kapasitas pembangkitan, kapasitas transmisi daya, dan kapasitas penyimpanan serta menentukan pengoperasian optimal kapasitas ini untuk memenuhi kebutuhan beban.

Optimal dispatch, komitmen unit, dan perluasan kapasitas dihitung, sesuai dengan asumsi spesifik skenario. Hal ini memungkinkan dilakukannya analisis komparatif, misalnya memfasilitasi perbandingan total biaya, total emisi, atau metrik lainnya di seluruh skenario. Selanjutnya pemodelan berfungsi sebagai ilustrasi bagaimana sistem dapat dijalankan di masa depan, misalnya menunjukkan perubahan peran berbagai asset dalam sistem, seiring target Indonesia dan Nusa Tenggara Barat mewujudkan tujuan pengurangan emisi CO₂. Simulasi per jam memberikan wawasan tentang tantangan dan solusi untuk keseimbangan sistem per hari di masa depan.

Keluaran dari model ini meliputi pembangkitan daya listrik, konsumsi bahan bakar, dan aliran transmisi daya per wilayah, serta pengisian dan pengosongan penyimpanan untuk setiap unit simulasi dan untuk setiap periode waktu. Selain itu, hasil yang diperoleh mencakup emisi, investasi, biaya operasional tetap (*fixed*) dan variabel, biaya bahan bakar, biaya *start-up*, dan kemungkinan biaya yang terkait dengan emisi CO₂. Dengan demikian, total biaya penyediaan listrik bagi masyarakat, dalam berbagai skenario, dapat diukur dan dibandingkan. Selain itu, modelnya menghasilkan nilai marjinal dari sumber daya yang langka dalam sistem, termasuk nilai marjinal keseimbangan antara pasokan dan permintaan tenaga listrik yang dapat diartikan sebagai nilai pasar tenaga listrik. Hasil ini dapat digunakan untuk menilai nilai sistem marjinal dari pengembangan dalam skenario tertentu, yaitu biaya marjinal listrik, nilai marjinal tenaga surya atau pembangkit listrik lainnya, nilai kelangkaan bahan bakar yang terbatas, atau biaya marjinal pengurangan CO₂ emisi. Input, output, dan fungsionalitas utama model Balmorel diilustrasikan pada gambar di bawah.



Gambar 9. Balmore Model dan Variable Input dan Output

Model Balmore telah dibandingkan dengan hasil pemodelan Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) dan metodologi. Model-model tersebut ditemukan memiliki karakteristik fundamental yang serupa, yang menyiratkan bahwa data input yang sama akan menghasilkan hasil yang serupa. Balmore telah digunakan untuk pengembangan proyeksi berbasis skenario di beberapa negara, termasuk di Cina (*Energy Research Institute of Chinese Academy of Macroeconomic Research, 2021*), Vietnam (*Electricity and Renewable Energy Authority, Danish Energy Agency, 2021*), Indonesia (*Danish Energy Agency, EBTKE, 2021*), and Mexico as part of government-to-government collaborations. sebagai bagian dari kolaborasi antar pemerintah.

4.3 Model Soft Linking

Untuk keperluan analisis ini, kedua model tersebut saling terkait, mengadopsi pendekatan serupa seperti yang digunakan dalam tingkat nasional oleh Kementerian ESDM. LEAP dijalankan pada mode simulasinya, dalam artian bahwa tidak ada optimasi yang dilakukan. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, semua sektor energi direpresentasikan dan disimulasikan berdasarkan masukan data dan asumsi yang diberikan pada model, kecuali sektor ketenagalistrikan. Kemudian dipetakan dan dioptimisasi secara komprehensif dengan pendekatan berbiaya terendah dalam model Balmore. Konsumsi total listrik per tahun, yang dihitung dalam LEAP untuk seluruh penggunaan energi, diinput ke Balmore yang kemudian mengoptimisasi pasokan daya yang dibutuhkan. Tiga jenis *demand* listrik diasumsikan dalam Balmore, *classic demand* yaitu listrik yang dikonsumsi selain untuk transportasi, *EV demand* adalah listrik yang dikonsumsi dalam BEV dan *hydrogen demand* yang

diterjemahkan menjadi listrik setara yang dibutuhkan dalam elektroliser untuk menghasilkan *e-hydrogen*.

4.4 Deskripsi skenario

Analisis komparatif dilakukan untuk menggambarkan dua jalur pengembangan yang berbeda pada sistem energi Nusa Tenggara Barat saat ini. Dalam kedua kasus tersebut, kondisi eksisting dan rencana pengembangan kapasitas yang disetujui telah dianggap mewakili dan mengkalibrasi tahun dasar dalam kedua model tersebut. Jika melihat lebih detail pada sektor *end use*, kontribusi ekonomi dan distribusi nilai tambah di berbagai subsektor didasarkan pada data statistik dan tren yang disediakan oleh Badan Pusat Statistik. Sistem kelistrikan mempertimbangkan perluasan sistem eksisting saat ini sebagaimana tercantum dalam RUPTL21 sampai dengan tahun 2030 dengan pemutakhiran terkini berdasarkan informasi dari tingkat nasional, sekaligus memungkinkan investasi pembangkitan listrik dan transmisi lebih awal, karena cepatnya serapan konsumsi listrik di sektor lain.

Dua skenario yang diadopsi dijelaskan di bawah ini:

- **Skenario *baseline*:** Skenario ini mengikuti tren konsumsi energi yang ada, sambil mempertimbangkan kebijakan, proposal, dan diskusi nasional yang aktif. *Demand* listrik, yang dibentuk dari berbagai sektor pengguna akhir, mengikuti proyeksi RUPTL21 hingga tahun 2030, dan selanjutnya sejalan dengan RUKN dan data tingkat nasional, sehingga bertujuan untuk mencapai *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions/NZE)* pada tahun 2060 di seluruh Indonesia, tanpa adanya target provinsi yang spesifik.

Sisa konsumsi bahan bakar didasarkan pada proyeksi yang mengikuti kondisi dan pola sektoral saat ini. Pengoptimalan berbasis model sektor ketenagalistrikan memungkinkan perluasan kapasitas pembangkit listrik mulai tahun 2026 dan kapasitas transmisi mulai tahun 2031.

- **Skenario *NZE*:** Skenario *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)* mengeksplorasi jalur menuju kondisi karbon netral dicapai di seluruh sistem energi NTB pada tahun 2050. Proyeksi konsumsi *end use* ditandai dengan berbagai aksi yang mengarah pada transformasi menyeluruh terhadap kondisi eksisting.

Optimalisasi sektor ketenagalistrikan mencakup perluasan pembangkitan dan transmisi listrik dengan biaya paling rendah masing-masing dimulai pada tahun 2026 dan 2028, dengan mempertimbangkan target tingkat provinsi untuk mencapai *net zero* CO2 emisi pada tahun 2050. Skenario *NZE (Net Zero Emissions)* ini tidak memperbolehkan emisi apa pun dari sektor ketenagalistrikan setelah tahun 2048 karena elektrifikasi merupakan solusi utama dekarbonisasi sektor lain, dan oleh karena itu sektor ketenagalistrikan perlu melakukan dekarbonisasi lebih cepat. *Demand* listrik yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan *baseline* akibat elektrifikasi menjadi alasan untuk memungkinkan perluasan kapasitas lebih cepat dalam hal ini lebih cepat dari pada *baseline*.

V. KONDISI SAAT INI DAN PROYEKSI *DEMAND* ENERGI

Saat tahap ide dan pengumpulan data proyek dimulai pada November 2022, pemodelan kalibrasi telah menginjak tahun 2021 sebagai tahun dasar analisis, karena ini merupakan data terbaru yang tersedia pada waktu itu. Sumber utama data mengenai perbedaan konsumsi bahan bakar dan sektoral di Nusa Tenggara Barat permintaan penggunaan adalah Badan Pusat Statistik Indonesia atau Badan Pusat Statistik (BPS), antara lain data yang tersedia untuk umum dari berbagai direktorat pemerintah. Proyeksi dibuat dalam skenario *Baseline* sebagian besar mengikuti tren sektoral provinsi dan nasional saat ini, serta kebijakan dan target nasional yang relevan. Sebagaimana yang dijelaskan dalam 4.4 Deskripsi Skenario, skenario NZE menetapkan jalan menuju netralitas karbon di tahun 2050 di seluruh sektor energi NTB. Oleh karena itu, proyeksi yang diterapkan secara keseluruhan termasuk tingkat elektrifikasi yang lebih tinggi, langkah-langkah efisiensi energi yang lebih tinggi dan penerapan *fuel switching* yang lebih optimis dibandingkan skenario *Baseline*.

5.1 *Input Data – Pemetaan Pengguna Akhir Energi*

Seperti disebutkan, semua data input yang digunakan untuk mengkalibrasi tahun dasar analisis mengacu pada tahun 2021 dan diambil dari BPS, data berbagai Kementerian atau dikonsolidasikan dengan masukan dari pakar lokal dan pemangku kepentingan.

Dari segi makroekonomi, Lombok memiliki aktivitas ekonomi tertinggi di Wilayah Nusa Tenggara Barat dan jumlah penduduknya lebih banyak dua kali lipat dibanding pulau Sumbawa, dengan sektor komersial dan pertanian berkontribusi besar terhadap perekonomian lokal, sementara Sumbawa lebih terpencil, dan sebagian besar bergantung pada sumber daya alam pertambangan, serta pertanian sebagai sumber mata pencaharian dan pendapatan utama. Tabel 7 merangkum populasi dan pertumbuhan relatifnya, PDRB regional, serta PDRB per kapita, sementara Tabel 8 menunjukkan struktur PDB di kedua wilayah tersebut. Pendapatan per kapita Sumbawa jauh lebih tinggi Hal ini disebabkan oleh aktivitas penambangan yang sangat tinggi, yang merupakan lokasi tambang tembaga terbesar kedua di Indonesia.

Tabel 7. Populasi NTB, PDRB dan PDRB per Kapita di Tahun 2021

		Lombok	Sumbawa	Total
Populasi	1.000 jiwa	3.809	1.581	5.390
Pertumbuhan Populasi	%	1,34	1,26	1,31
PDRB	Milyar Rp.	53.659	42.639	96.298
PDRB per Kapita	Juta Rp per/orang	14,1	27	17,8

Tabel 8. Struktur PDRB NTB di Tahun 2021

Sektor	Lombok		Sumbawa	
	Milyar Rp.	%	Milyar Rp.	%
Industri	3.774	7,1	709	1,7
Komersil	25.753	48,4	12.230	28,7
Transportasi	3.203	6	1.456	3,4
Pertambangan	2.581	4,9	14.267	33,5
Pertanian	11.022	20,7	10.899	25,6
Konstruksi	6.756	12,7	3.028	7,1
Lainnya	128	0,2	52	0,1
Total	53.217	100	42.641	100

Tinjauan sektoral dari data yang tersedia

Kegiatan perekonomian di NTB sebagian besar bertumpu pada sektor komersial, transportasi, industri, pertambangan, pertanian dan konstruksi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8. Untuk tujuan pemodelan, pertambangan, pertanian, dan konstruksi diklasifikasikan dalam kelompok yang disebut “Lainnya”. Sektor perumahan juga memberikan kontribusi perekonomian melalui tahap konstruksi di fase awal, sampai dengan tahap kepemilikan dan pemeliharaan, hal ini dianggap sebagai bagian dari kegiatan konstruksi. Pada tahun 2021, Lombok memiliki 1.100.320 rumah tangga yang menunjukkan angka rata-rata anggota rumah tangga sebanyak 3,4 orang, sedangkan di Sumbawa terdapat sekitar 400.000 orang, yang setara dengan hampir 4 orang per rumah tangga.

Sektor komersial adalah salah satu sektor terpenting dalam perekonomian, mewakili 48% dan 29% dari total PDRB di Lombok dan di Sumbawa. Terdiri dari perdagangan, hotel dan restoran, komunikasi, dan jasa layanan lainnya. Distribusi nilai tambah antar subsektor yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 9. Nilai tambah mengukur nilai yang diciptakan oleh suatu aktivitas ekonomi tertentu dan mengukur perbedaan antara nilai total output suatu sektor atau subsektor dengan nilai barang setengah jadi beserta jasa yang digunakan dalam proses produksi.

Tabel 9. Sektor Komersil – Nilai Tambah di Tahun 2021

Sektor Komersil - Nilai Tambah (Milyar Rp.)			
Sub Sektor	Lombok	Sumbawa	Total
Perdagangan	8.073	4.931	13.004
Hotel dan Restoran	847	290	1.137
Komunikasi	2.165	527	2.692
Jasa Keuangan	2.680	1.020	3.700
Jasa Perkantoran	2.223	930	3.153
Jasa Sosial	7.959	3.760	11.719
Jasa Lainnya	1.525	556	2.081
Total	25.473	12.013	37.485

Industri memiliki kontribusi yang lebih rendah, yaitu sekitar 7% dan 1,7% terhadap perekonomian Lombok dan Sumbawa. Aktivitas industri secara keseluruhan terbatas di provinsi ini, dan subsektor makanan dan minuman memegang peranan penting. Peran tersebut mencakup berbagai tahapan produksi, mulai dari budidaya produk pertanian mentah hingga produksi pengolahan dan pembuatan barang-barang yang relevan, dan termasuk pengolahan makanan, pengemasan, produksi minuman dll. Nilai-nilai yang diambil dari BPS untuk tahun 2021 di Lombok dan di Sumbawa yang dimaksud ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Sektor Industri – Nilai Tambah di Tahun 2021

Sektor Industri - Nilai Tambah (Milyar Rp.)			
Sub Sektor	Lombok	Sumbawa	Total
Makanan	2.866	542	3.408
Tekstil	145	27	172
Kayu	259	49	309
Bubur kayu (<i>Pulp</i>) dan Kertas	56	11	67
Non-Metal	212	40	252
Metal	59	11	70
Lainnya	110	21	131
Total	3.708	701	4.409

Tabel 11 menunjukkan data yang tersedia untuk sektor transportasi. Mobil penumpang, sepeda motor, serta bus dan truk dicantumkan dalam jumlah kendaraan, sedangkan pelayaran dan penerbangan dinyatakan dalam satuan nilai tambah. Lombok mempunyai jumlah penduduk lebih dari dua kali lipat dan oleh karena itu, sarana transportasinya lebih banyak. Wilayah ini juga lebih terhubung dengan wilayah lain di Indonesia karena fasilitas infrastruktur transportasi udara dan laut yang baik. Hal ini disebabkan oleh tingginya aktivitas perekonomian dan

letaknya yang lebih dekat dengan Pulau Jawa, yang merupakan pusat *demand* terbesar di negara ini, ditambah dengan daya tarik wisata yang jauh lebih tinggi.

Tabel 11. Sektor Transportasi – Jumlah Kendaraan dan Nilai Tambah di Tahun 2021

Sektor Transportasi – Jumlah Kendaraan dan Nilai Tambah				
Tipe	Unit	Lombok	Sumbawa	Total
Mobil Penumpang	Kendaraan	87.927	17.437	105.364
Sepeda Motor	Kendaraan	1.277.066	391.149	1.668.215
Bus	Kendaraan	1.272	1.173	2.445
Truk	Kendaraan	56.848	20.371	77.219
Transportasi Laut	Milyar Rp.	906	388	1.294
Transportasi Udara	Milyar Rp.	674	75	749

Seperti disebutkan sebelumnya, pertanian, pertambangan dan konstruksi telah dikelompokkan menjadi satu sektor, diberi label Lainnya. Namun, di sisi lain, mereka memiliki peran penting dalam perekonomian lokal. Jika digabungkan, mereka mewakili total 38,5% PDB Lombok, dengan sektor pertanian menyumbang lebih dari separuh PDB, dua pertiga kasus terjadi di Sumbawa, sedangkan pertambangan merupakan aktivitas paling krusial di sana.

Tabel 12. Sektor Lainnya – Nilai Tambah di Tahun 2021

Sektor Lainnya - Nilai Tambah (Milyar Rp.)			
Sub Sektor	Lombok	Sumbawa	Total
Pertanian	10.886	10.775	21.661
Pertambangan	2.483	14.388	16.870
Konstruksi	6.141	2.864	9.005
Total	19.510	28.027	47,537

Dari sisi konsumsi bahan bakar, Nusa Tenggara Barat mengandalkan minyak bumi, batu bara, *liquefied petroleum gas* (LPG) dan sebagainya tentu saja listrik untuk memenuhi kebutuhan energi. Bensin dan solar adalah produk minyak yang paling umum digunakan di sektor energi. Bensin sebagian besar dikonsumsi pada alat transportasi ringan dan berat, sedangkan konsumsi solar sangat terkait dengan hal tersebut pembangkit listrik dan transportasi darat, tetapi juga banyak digunakan dalam proses pertambangan, yaitu untuk penggalan, dimana penggunaan solar untuk pertambangan lebih dominan di Pulau Sumbawa. Produk minyak lainnya yang digunakan di berbagai sektor energi juga merupakan bahan bakar turbin penerbangan dikenal dengan avtur, untuk keperluan penerbangan, minyak tanah dalam industri dan rumah tangga, serta *Marine Fuel Oil* (MFO) dan

High Speed Diesel (HSD) yang dikonsumsi di pembangkit listrik untuk pembangkit listrik.

Tabel 13 merangkum perbedaan total konsumsi bahan bakar minyak oleh pengguna akhir pada tahun 2021. Data konsumsi minyak disediakan oleh Ditjen Migas untuk seluruh Nusa Tenggara Barat. Oleh karena itu, beberapa asumsi digunakan untuk membagi mereka dalam dua wilayah. Untuk bahan bakar penerbangan, diperkirakan 90% penggunaannya di Lombok, sedangkan untuk bensin dan minyak tanah diasumsikan pembagian 70-30 untuk penggunaan pelayaran (*shipping*) dan perumahan. Selain itu, juga diasumsikan untuk kasus Lombok pembagian 84-26 untuk keperluan industri kedua bahan bakar tersebut (bensin dan minyak tanah). Distribusi solar mengasumsikan Lombok sebanyak 75% dari total konsumsi solar pada transportasi jalan raya dan 70% dari total konsumsi solar untuk pelayaran, 84% untuk penggunaan industri di Nusa Tenggara Barat, dan 55% untuk pembangkit listrik yang berbasis diesel. Akhirnya, pembagian bahan bakar minyak diperkirakan mencapai 74% untuk Lombok dan 26% untuk Sumbawa.

Tabel 13. Total Konsumsi Bahan Bakar Minyak oleh Pengguna Akhir di Tahun 2021

Konsumsi Bahan Bakar Minyak (Kilo Liter)			
Produk BBM	Lombok	Sumbawa	Total
Avtur	7.002	778	7.780
Bensin	282.793	148.099	430.892
- Transportasi Darat	279.710	146.938	426.648
- Transportasi Laut	2.408	1.032	3.440
- Industri	675	129	804
<i>Kerosene</i> (Minyak Tanah)	5.666	1.688	7.354
- Rumah Tangga	2.556	1.095	3.651
- Industri	3.110	592	3.702
Solar (termasuk B30*)	363.684	406.256	769.940
- Transportasi Darat	127.375	42.458	169.833
- Transportasi Laut	12.128	5.198	17.326
- Industri	36.068	6.870	42.938
- Pertambangan	-	200.000	200.000
- PLN	188.113	151.730	339.843
Minyak bakar (<i>Fuel Oil</i>)	63.855	22.610	86.465
- PLN	63.855	22.610	86.465
Total	723.000	579.431	1.302.431

*Minyak solar yang dicampur dengan 30% biodiesel

Konsumsi batu bara sangat terkait dengan pembangkit listrik di Lombok dan Sumbawa, selain itu juga digunakan di pabrik peleburan sebagai sumber panas untuk menghasilkan suhu tinggi yang dibutuhkan untuk proses peleburan di pertambangan. LPG sebagian besar dimanfaatkan di sektor perumahan, khususnya khusus untuk memasak kompor gas, sedangkan konsumsi listrik terbatas pada rumah tangga dan jasa di sektor komersial, yang mana penggunaannya diperkirakan akan meningkat secara signifikan. Pada Tabel 14 gambaran serupa diilustrasikan untuk batubara, LPG dan listrik. Data batubara untuk pembangkit listrik dan pertambangan diambil dari Ditjen Minerba, sedangkan konsumsi industri dihitung berdasarkan Survei Industri BPS. Konsumsi LPG dihitung berdasarkan data yang tersedia Ditjen Migas dan acuannya listriknya RUPTL21 dari PLN.

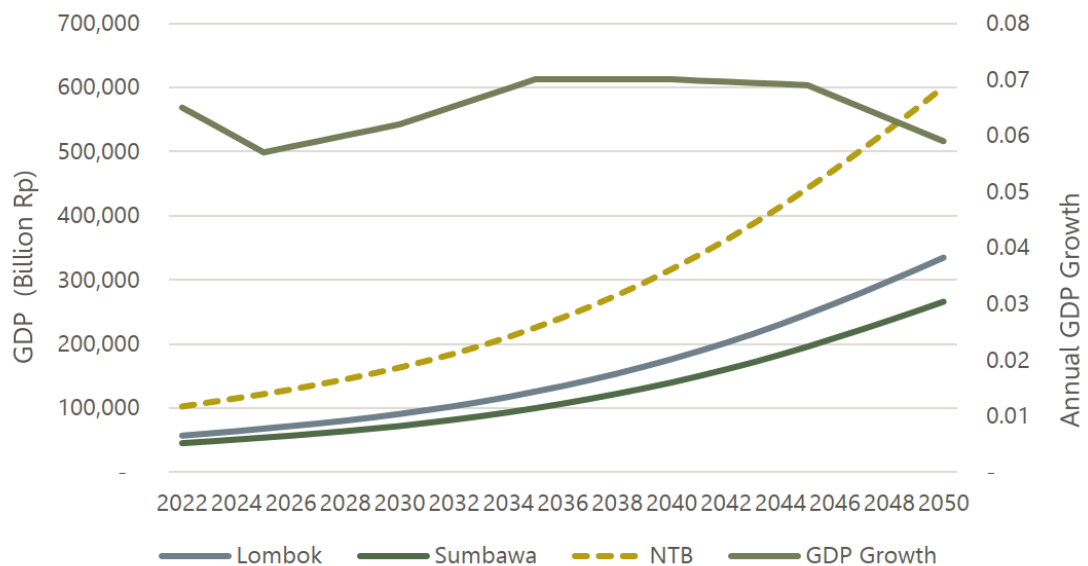
Tabel 14. Total Konsumsi Batubara, LPG dan Listrik oleh Pengguna Akhir di Tahun 2021

Konsumsi Batubara (Ton)			
Sektor	Lombok	Sumbawa	Total
Pembangkitan Listrik	447.184	212.501	659.685
Pertambangan	-	493.889	493.889
Industri	78.630	14.977	93.607
Total	525.814	721.367	1.247.181
Konsumsi LPG (Ton)			
Sektor	Lombok	Sumbawa	Total
Rumah Tangga	97.355	23.894	121.249
Industri	281	69	351
Komersil	523	129	651
Total	98.159	24.092	122.251
Konsumsi Listrik (GWh)			
Sektor	Lombok	Sumbawa	Total
Rumah Tangga	1.037	473	1.510
Komersil	476	125	602
Industri	89	89	179
Total	1.603	688	2.290

5.2 Asumsi dan Proyeksi Konsumsi Energi Final di Masa Depan

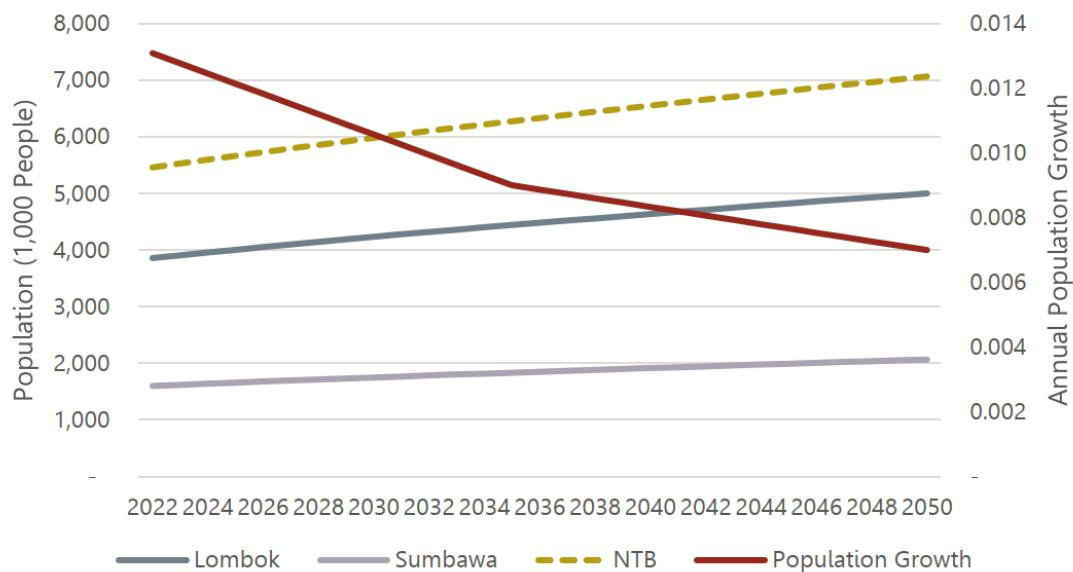
Sesuai dengan rencana pembangunan jangka menengah nasional terbaru, RPJMN 2020-2024, yang diterbitkan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Nasional kira-kira setiap lima tahun, PDRB Indonesia diperkirakan akan terus tumbuh hingga mencapai tahun 2035, kemudian mencapai titik stabil hingga tahun 2040 dan menurun setelah tahun 2045. Hal ini sejalan dengan ambisi nasional untuk menjadi negara maju pada tahun 2045. Laju pertumbuhan yang diadopsi dalam laporan ini mengikuti proyeksi RPJMN khusus wilayah NTB, seperti terlihat pada

Gambar 10, yang menghasilkan PDRB sebesar 600.000 miliar rupiah pada tahun 2050. Sumbu axis kiri menunjukkan perkembangan PDRB dalam bentuk moneter, sedangkan sumbu axis kanan menggambarkan tingkat pertumbuhan tahunan. Penurunan tajam yang terjadi antara tahun 2022 dan 2025 disebabkan oleh pemulihan ekonomi pasca COVID-19 yang sangat tinggi pada tahun tersebut.



Gambar 10. Pertumbuhan PDRB Berdasarkan Laju Pertumbuhan PDRB Tahunan
(Sumber : Bappenas, 2020)

Seperti digambarkan pada Tabel 7, Lombok dan Sumbawa menunjukkan rata-rata pertumbuhan penduduk yang jauh lebih tinggi sebesar 1,31% pada tahun 2021 dibandingkan wilayah lain di Indonesia, yang secara indikatif sebesar 0,7% (Bank Dunia, 2023). Karena kurangnya data resmi mengenai pertumbuhan penduduk provinsi di masa depan namun mengikuti tren nasional yang mengalami penurunan tajam, pertumbuhan penduduk Nusa Tenggara Barat diasumsikan menurun secara linier sepanjang tahun 2050 hingga ke level 0,7%. Dengan demikian, populasi diperkirakan akan mencapai sekitar lima juta orang di Lombok dan sedikit lebih tinggi dari dua juta orang di Sumbawa pada tahun 2050, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 11, dimana sumbu axis kiri menunjukkan populasi di Nusa Tenggara Barat (x 1000 jiwa) dan sumbu axis kanan menunjukkan laju pertumbuhan penduduk.



Gambar 11. Evolusi Populasi Nusa tenggara Barat Berdasarkan Laju Pertumbuhan Penduduk Tahunan

Karena kurangnya data rinci dan untuk menyederhanakan pemodelan LEAP, dilakukan pendekatan dimana perkembangan masing-masing sektor dikaitkan dengan asumsi pertumbuhan PDRB di kedua skenario, dengan faktor elastisitas diterapkan untuk mengoreksi tren individu dan menghindari simplifikasi perbandingan langsung 1:1 antara PDRB dan konsumsi energi final atau pencapaian target kegiatan tertentu. Tentu saja, skenario NZE memiliki target yang lebih ambisius dibandingkan skenario *Baseline*, untuk mencapai tujuan yang diinginkan yaitu mencapai emisi nol di seluruh sistem energi pada tahun 2050.

Fuel Switching di semua sektor

Substitusi menyeluruh terhadap bahan bakar konvensional dengan bahan bakar berbasis bio dianggap sebagai salah satu langkah utama untuk mendekarbonisasi sektor energi. Dari kebijakan yang berlaku saat ini, pemerintah mensubsidi B35, campuran solar dan biodiesel dari minyak sawit dengan rasio 65- 35, dan menjadikannya *mandatory* di tahun 2023. Ini merupakan peningkatan dari mandat sebelumnya yaitu B30, dan saat ini bahkan sudah ada uji coba untuk campuran 60-40.

Kebijakan ini dianggap tetap untuk skenario *Baseline*, namun skenario NZE mengasumsikan substitusi penuh solar untuk menghentikan penggunaan biodiesel pada tahun 2050. Meskipun lebih jarang digunakan dibandingkan biodiesel dengan tingkat yang lebih rendah seperti B30 atau B35, karena kompatibilitas dan kandungan energi yang lebih rendah, mesin diesel yang ada dapat memfasilitasi biodiesel B100 dengan modifikasi peralatan (AFDC, 2023).

Diesel banyak digunakan di berbagai sektor, seperti komersial, industri dan lain-lain transportasi, dengan demikian, asumsi tersebut berlaku untuk semua penggunaan solar yang berbeda. Demikian pula, *bio-gasoline* dan *bio-avtur* atau bahan bakar *bio-jet* dapat memainkan peran penting dalam produksi bahan bakar untuk mobilitas yang lebih berkelanjutan. Keduanya kompatibel dengan mesin pembakaran internal (*internal combustion*) yang tersedia saat ini, dan dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Mereka dapat diperoleh melalui proses yang sudah mapan, seperti terapi *Fischer-Tropsch* (FT), gasifikasi termal, baik sebagai produk utama atau produk sampingan. FT biasanya digunakan untuk memproduksi minyak bumi sintetis, produk dari *syngas*, dan minyak tanah yang dihasilkan melalui proses ini telah disetujui sebagai produk bahan bakar untuk penerbangan yang ramah lingkungan atau *Sustainable Aviation Fuel* (SAF) (Kurzawska, 2022). Karena hingga saat ini, di Provinsi Nusa Tenggara Barat belum ada kebijakan yang berlaku untuk bahan bakar tersebut, skenario *Baseline* hanya berasumsi substitusi bensin konvensional sebesar 2% dan 5% dengan *bio-gasoline* masing-masing pada tahun 2030 dan 2050. Namun, skenario NZE mempertimbangkan bahwa konsumsi *bio-gasoline* akan meningkat setelah tahun 2030 untuk mencapai substitusi penuh. Sementara itu, pada tahun 2050, *bio-avtur* diasumsikan mencapai setengah dari total konsumsi bahan bakar jet pada tahun 2050, yang dimulai sejak tahun 2030.

Sektor Rumah Tangga dan Komersil

Pendekatan sektoral diadopsi untuk target lain yang diterapkan dalam dua skenario tersebut. Di sektor perumahan, jumlah rumah tangga diperkirakan akan tumbuh sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang disajikan pada Gambar 11, tanpa ada perubahan pada anggota rata-rata (ART) rumah tangga di kedua wilayah tersebut. Konsumsi listrik diperkirakan akan meningkat secara signifikan pada kedua skenario, menggantikan penggunaan LPG dan minyak tanah untuk memasak dan penerangan.

Skenario *Baseline* menunjukkan penggantian 50% LPG dengan kompor listrik dan penggantian penuh minyak tanah dengan listrik di tahun 2050, sedangkan di skenario NZE, konsumsi LPG dihilangkan sama sekali. Biogas juga digunakan sebagai pengganti LPG untuk memasak dengan sebesar 5% mulai tahun 2025 dan seterusnya hingga digantikan oleh listrik di kedua skenario. Hal ini merupakan hasil diskusi dengan para ahli setempat yang mengindikasikan adanya rencana serupa dari pemerintah daerah untuk pulau Lombok. Selain itu, peralatan listrik diasumsikan dapat menghemat energi hingga 50% lebih baik dibandingkan peralatan yang tersedia saat ini. Hal ini berangkat dari fakta bahwa saat ini peralatan yang dijual di Indonesia memiliki kualitas yang kurang baik atau rata-rata kurang efisien 30 - 50% dibandingkan peralatan dengan teknologi hemat energi terbaik yang tersedia di pasar domestik (IEA, 2022).

Perkembangan sektor komersial sejalan dengan pertumbuhan PDRB. Namun, distribusi kontribusi subsektor yang berbeda diperkirakan akan berubah baik untuk Lombok maupun Sumbawa, yaitu kontribusi atau nilai tambah setiap subsektor

sebagai bagian dari total nilai tambah sektor komersial. Perubahan yang diterapkan berdasarkan proyeksi tren BPS. Selain itu, untuk kedua skenario diasumsikan adanya penggantian minyak solar dengan listrik. Skenario *Baseline* menunjukkan konversi minyak solar menjadi listrik sebesar 20% dan konversi NZE sebesar 75% pada tahun 2050.

Akhirnya, langkah-langkah efisiensi energi diterapkan pada proses operasional yang mengkonsumsi listrik, yang dinyatakan sebagai pengurangan intensitas energi atau penghematan energi, sebesar 10% untuk *Baseline* dan 25% di NZE pada tahap terakhir. Hal tersebut dapat dicapai melalui manajemen energi yang lebih baik di bangunan gedung, penyusunan regulasi *green building*, menggunakan peralatan hemat energi, sistem ventilasi yang lebih baik, dll.

Industri dan Transportasi

Sektor industri mengikuti prinsip yang sama dengan sektor komersial. Elektrifikasi, *fuel switching*, dan efisiensi energi atau material merupakan langkah-langkah utama untuk menurunkan intensitas energi dan karbon. Evolusi industri sejalan dengan pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan dengan peningkatan nilai tambah, meskipun fipermintaan energi nasional diasumsikan meningkat dengan tren yang lambat. Skenario *Baseline* mengasumsikan substitusi minyak solar ke listrik sebesar 15%, substitusi batu bara ke biomassa sebesar 25% dan substitusi LPG ke listrik sebesar 25%. Sedangkan di skenario NZE, substitusi sebesar 75% untuk minyak solar menjadi listrik, dan substitusi penuh dari batu bara dan LPG ke biomassa dan listrik.

Semua angka tersebut mengacu pada tahun 2050 dengan asumsi peningkatan linier dari tahun awal. Langkah efisiensi energi tersebut dinyatakan sebagai pengurangan sebesar 25% dari intensitas energi akhir di setiap proses industri, sementara di skenario *Baseline* angka efisiensi energi hanya 10%. Hal itu bisa terwujud dengan tindakan seperti itu seperti instalasi *Heat Pump*, penggunaan motor listrik yang sangat efisien dan *up-grading* seluruh peralatan dan fasilitas industri.

Perkembangan transportasi juga terkait dengan pertumbuhan ekonomi, dengan nilai elastisitas diterapkan untuk berbagai moda transportasi untuk menunjukkan peralihan ke transportasi umum. Dengan demikian, mobil penumpang dan sepeda motor yang dikaitkan dengan pertumbuhan PDRB dinyatakan dengan faktor yang menurun sepanjang tahun, sedangkan bus menggunakan elastisitas sebesar 1, yang menunjukkan adanya hubungan langsung dengan pertumbuhan PDRB. Hal yang sama berlaku untuk pelayaran (*shipping*) dan penerbangan. Dalam hal target, kendaraan listrik merupakan landasan transisi dan diperkirakan akan mendorong dekarbonisasi mobilitas. *Biofuel* dan *fuel cell* hidrogen memiliki peran yang saling melengkapi.

Secara khusus, NZE berasumsi bahwa 80% mobil penumpang dan seluruh sepeda motor akan menggunakan listrik pada tahun 2050, sedangkan untuk kendaraan berat seperti bus dan truk menggunakan tingkat elektrifikasi sebesar 70%. Sisanya 20% dan 30% mobil penumpang dan kendaraan tugas berat diasumsikan

menggunakan bahan bakar hidrogen. Penerbangan dan pelayaran mengandalkan substitusi bahan bakar nabati, yaitu *biodiesel*, *bio-gasoline* dan *bio-avtur* atau *bio jet-fuel* sebagai bahan bakar yang telah dijelaskan sebelumnya di bab ini.

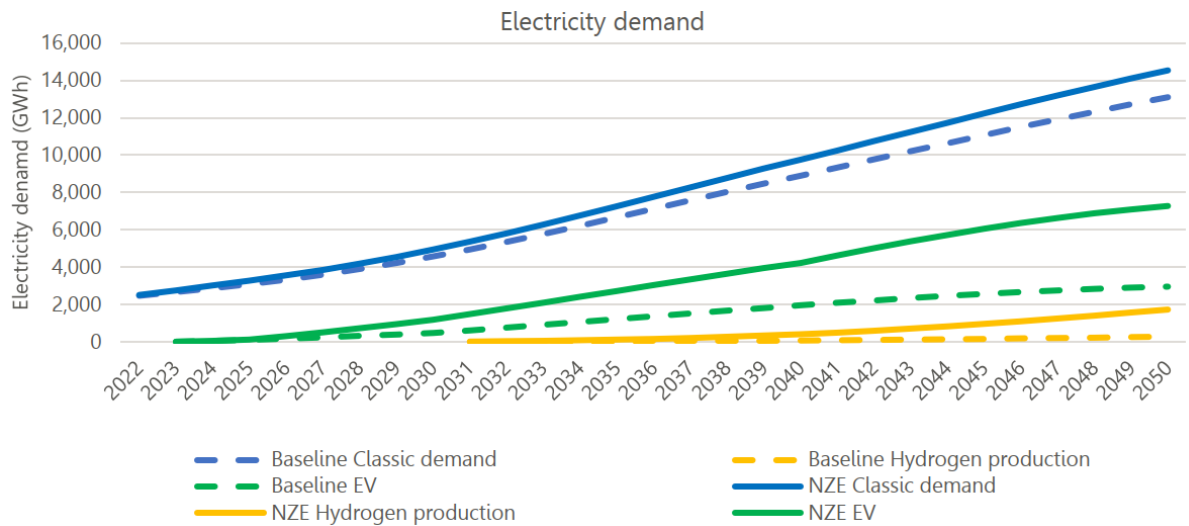
5.3 Input Data dan Asumsi - Model *Balmorel* Indonesia

Pada bagian ini, gambaran umum mengenai input utama pada model disajikan. Bagian berikut menjelaskan input data untuk parameter yang diidentifikasi paling relevan dalam memahami hasil pemodelan. Data dan asumsi didasarkan pada referensi sumber pemerintah jika memungkinkan, sedangkan pada kasus dimana tidak ditemukan sumber dari pemerintah, laporan atau sumber publik lainnya telah digunakan. Namun, penting untuk mengetahui bahwa parameter berikut merupakan asumsi yang mungkin bervariasi secara signifikan dalam kenyataan sehingga berdampak pada hasil. Meskipun segala upaya telah dilakukan untuk memvalidasi asumsi-asumsi ini, harus diakui bahwa tidak ada asumsi yang sepenuhnya bebas dari potensi *error* atau ketidakpastian.

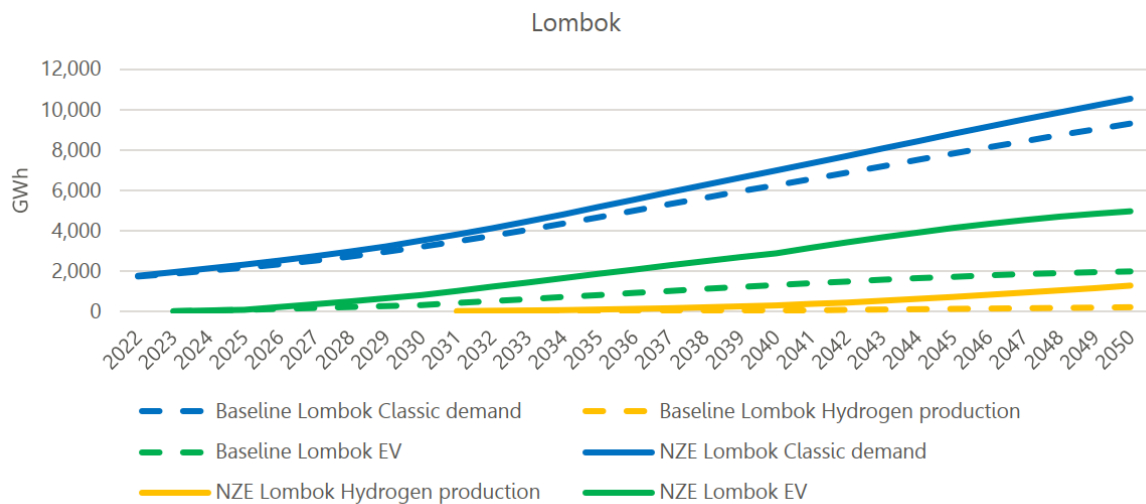
***Demand* Listrik: Konsumsi Listrik Meningkat Pesat**

Permintaan (*demand*) listrik bervariasi antara kedua skenario, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12. Di sini representasi *demand* klasik terdiri dari konsumsi listrik gabungan sektor perumahan, komersial, dan industri, sedangkan *demand* EV menunjukkan berapa banyak listrik yang dibutuhkan untuk pengisian kendaraan listrik, yaitu mobil pribadi dan sepeda motor, bus, serta truk dan konsumsi listrik terkait hidrogen menunjukkan daya yang digunakan untuk mengoperasikan elektroliser yang menghasilkan hidrogen. *Demand* listrik akan kendaraan listrik diterapkan sebagai demand yang semakin fleksibel, melalui implementasi *smart charging*.

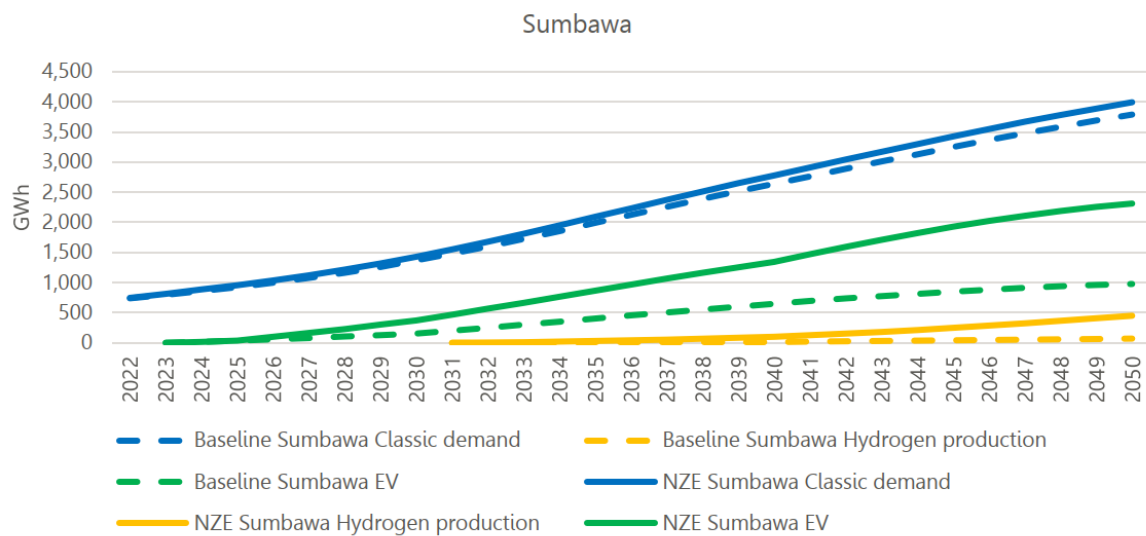
Kedua skenario tersebut menunjukkan peningkatan *demand* listrik yang besar mulai tahun 2022, dengan pertumbuhan yang bahkan lebih tinggi lagi pada tahun 2030. Dari gambar tersebut, dapat dilihat bagaimana terdapat permintaan listrik yang jauh lebih tinggi di NZE skenario ini, karena tingkat elektrifikasi yang lebih tinggi diperlukan untuk memenuhi tujuan skenario tersebut. Ini kembali mencerminkan peningkatan permintaan listrik sekitar 2,000 GWh pada tahun 2050 dibandingkan dengan skenario *Baseline*. Hal ini mencerminkan elektrifikasi berbagai proses di sektor industri, perumahan, komersial dan transportasi.



Gambar 12. Permintaan Listrik (*Demand*) Nusa Tenggara Barat Skenario *Baseline* dan Skenario NZE



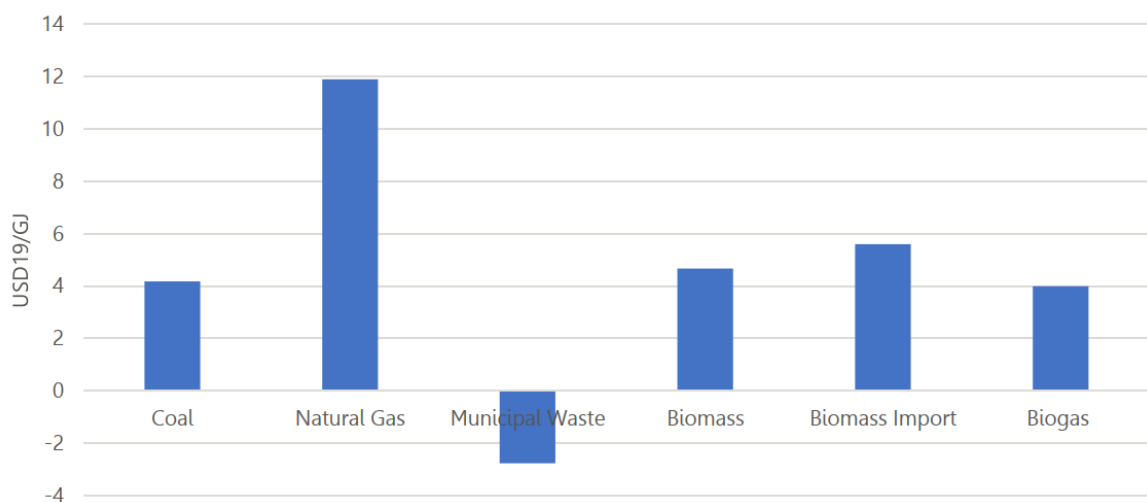
Gambar 13. Permintaan Listrik (*Demand*) Lombok Skenario *Baseline* dan Skenario NZE



Gambar 14. Permintaan Listrik (*Demand*) Sumbawa Skenario *Baseline* dan Skenario NZE

Harga Bahan Bakar untuk Produksi Listrik dan Biaya Investasi untuk Penambahan Kapasitas

Untuk pemahaman yang lebih komprehensif, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor utama, termasuk asumsi mengenai harga bahan bakar dan biaya investasi teknologi. Gambar 15 menunjukkan harga bahan bakar yang digunakan dalam pemodelan. Ini dikalibrasi untuk kira-kira mencerminkan harga *Domestic Market Obligation* (DMO). Analisis sensitivitas disertakan, menggunakan harga bahan bakar di pasaran, pada Bab 8. Tabel 15 mengacu pada asumsi biaya modal berbagai pilihan bahan bakar untuk penambahan kapasitas pembangkit listrik berdasarkan optimasi model. Biaya ini berdasarkan Katalog Teknologi (*Danish Energy Agency, 2021*), dengan beberapa penyesuaian. Penting untuk dicatat bahwa model ini memang menawarkan pilihan untuk berinvestasi pada teknologi dan bahan bakar lain. Yang disebutkan di sini adalah pilihan yang paling relevan dengan Provinsi Nusa Tenggara Barat dalam hal bauran dan potensi energi. Perbedaan antara biomassa yang lokal dan biomassa yang diimpor terutama berkaitan dengan biaya bahan bakar, sedangkan biaya investasi seragam karena teknologinya tetap sama, yaitu pembakaran biomassa.



Gambar 15. Harga Bahan Bakar untuk Pengembangan sampai dengan Tahun 2050 dalam USD19

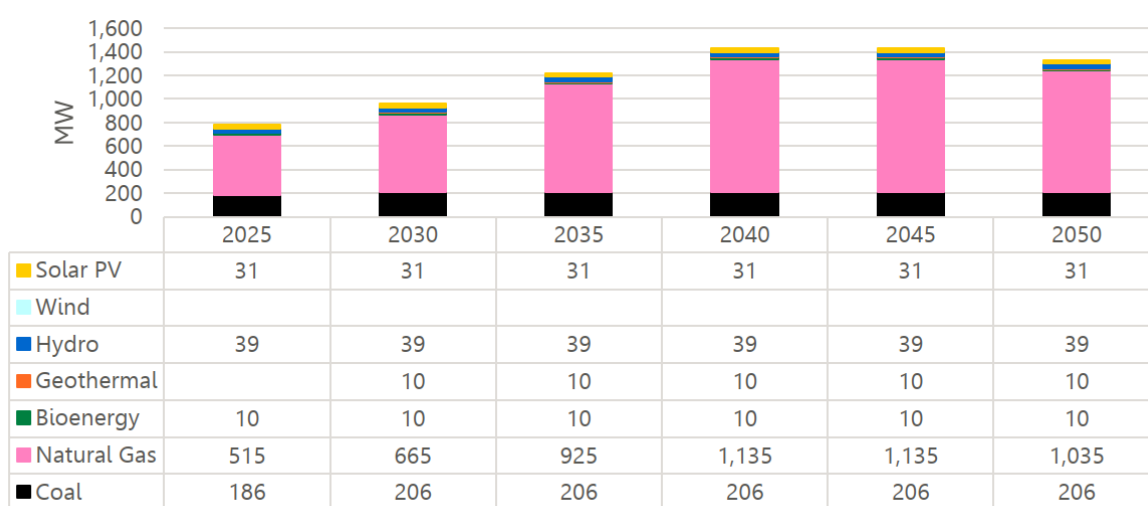
Tabel 15. Harga Bahan Bakar untuk Pengembangan sampai dengan Tahun 2050 dalam USD19

Biaya Investasi (USD19/MW)				
Teknologi	2020	2030	2040	2050
PLTS (<i>Solar PV Ground Mounted</i>)	0,61	0,43	0,38	0,32
PLTBayu (<i>Wind Onshore</i>)	1,39	0,73	0,67	0,62
Biomassa	1,85	1,69	1,59	1,48
PLTGU (<i>Gas Combined Cycle</i>)	0,94	0,89	0,86	0,82
PLTG (<i>Gas Engine</i>)	0,75	0,75	0,75	0,75
PLTSa (<i>Gas Turbine Landfill</i>)	2,32	2,32	2,32	2,32

Gambar 15 dan Tabel 15, disajikan dalam USD19, dimaksudkan untuk menjelaskan dinamika harga di kedua scenario, yang memberikan wawasan mengenai tren biaya di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Keduanya tidak mewakili nilai-nilai absolut harga bahan bakar dan biaya investasi, melainkan memberikan perspektif mengenai perkembangan biaya. Meskipun biaya bahan bakar tetap konstan sepanjang periode tertentu, grafik ini berfungsi sebagai alat untuk mendapatkan wawasan tentang perubahan biaya yang terkait dengan bahan bakar ini. Dengan memvisualisasikan dinamika harga di Provinsi Nusa Tenggara Barat, grafik-grafik ini membantu memberikan perspektif yang lebih rinci, sebagai cara untuk lebih memahami hasil pemodelan dan dinamika harga bahan bakar.

Pengembangan Kapasitas: Investasi yang ada dan yang Direncanakan

Berdasarkan RUPTL21, masukan dari mitra nasional dan lokal, kapasitas pembangkit listrik yang ada dan rencana peningkatan kapasitas di Provinsi Nusa Tenggara ditunjukkan pada Gambar 16. Asumsi ini adalah sama untuk kedua skenario. Rencana perluasan *Variable Renewable Energy* (VRE) terbatas, dan kapasitas pembangkitan listrik yang dimiliki Provinsi Nusa Tenggara Barat didominasi oleh bahan bakar fosil, yang sebagian besar terdiri dari gas alam dan batu bara. Namun, sebagian dari kapasitas batu bara ini dijalankan dengan campuran pembakaran biomassa (*cofiring*).



Gambar 16. Kondisi Saat Ini dan Rencana Pengembangan Kapasitas Pembangkitan Listrik Provinsi Nusa Tenggara Barat

Potensi Sumber Energi: Perluasan Kapasitas Maksimal yang Diperbolehkan untuk Setiap Sumber Bahan Bakar

Potensi pengembangan sistem ketenagalistrikan di Nusa Tenggara Barat bergantung pada ketersediaan potensi atau sumber daya energi di wilayah tersebut. Hal ini mencakup pemahaman bahan bakar dan teknologi mana yang dapat memberikan kontribusi terbaik terhadap pembangkit listrik untuk memenuhi peningkatan permintaan (*demand*) listrik, dan sampai kapasitas maksimal berapa dapat dikembangkan. Tabel 16 menunjukkan potensi kapasitas bahan bakar mengikuti estimasi Kementerian ESDM (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral).

Tabel 16. Potensi Sumber Daya Energi Terbarukan di Provinsi Nusa Tenggara Barat

Potensi Energi terbarukan Berdasarkan Teknologi (MW)		
Sumber Energi	Lombok	Sumbawa
Bioenergi (termasuk di dalamnya biomassa, biogas dan sampah organik)	297	19
Panas Bumi (<i>Geothermal</i>)	100	75
Air (<i>Hydro</i>)	26	26
Sampah Kota (<i>Municipal Waste</i>)	32	0
Angin (<i>Wind Onshore</i>)	938	1.667
Surya (<i>Solar PV</i>)	1000	9.628

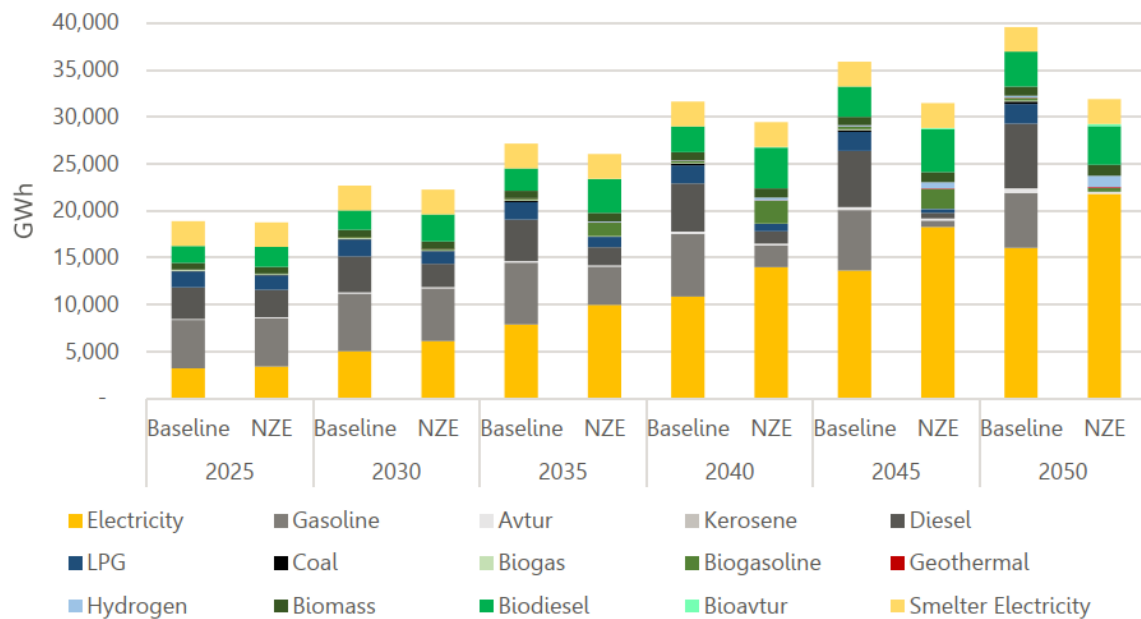
Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 16, Provinsi Nusa Tenggara memiliki potensi surya (*Solar PV*) yang tinggi dan potensi angin (*Wind Onshore*) yang signifikan, sebagian besar potensi terbarukan terletak di Sumbawa, yang merupakan bagian terbesar dari provinsi ini. Baik dari aspek sumber daya maupun lahan yang tersedia lebih tinggi di Sumbawa, namun kebutuhan listrik utama berasal dari wilayah Lombok. Perbedaan-perbedaan ini merupakan tema penting dalam memahami perkembangan sektor kelistrikan di provinsi tersebut.

VI. PROYEKSI KONSUMSI ENERGI FINAL

Seperti dijelaskan sebelumnya, dalam kedua skenario, konsumsi bahan bakar secara keseluruhan terutama dipengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi Nusa Tenggara Barat, dan berbagai hal yang diterapkan untuk membentuk asumsi, intervensi kebijakan dan tujuan setiap skenario. Elektrifikasi, *fuel switching*, dan efisiensi energi merupakan komponen utama aspek transisi energi yang dimaksud.

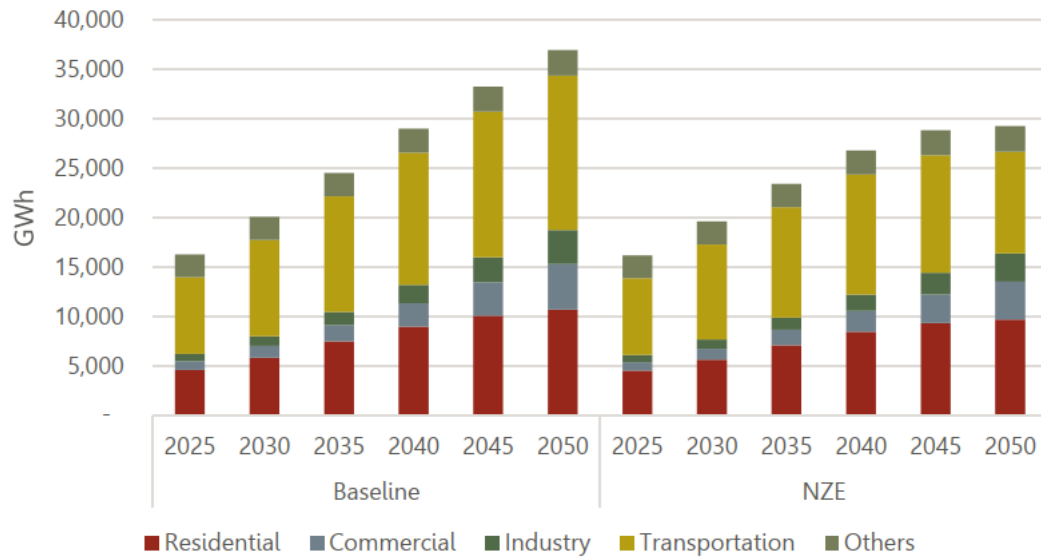
6.1 Tinjauan Konsumsi Energi Final : Pergeseran Paradigma

Gambar 17 mengilustrasikan konsumsi bahan bakar final pada tahun-tahun tertentu untuk skenario *Baseline* dan NZE. Terlihat jelas bahwa permintaan bahan bakar diperkirakan akan terus meningkat sepanjang tahun 2050, namun NZE menunjukkan nilai konsumsi yang lebih rendah di tahun 2030, karena langkah-langkah efisiensi energi di berbagai sektor. Secara indikatif, kedua skenario tersebut memiliki perbedaan sekitar 7,7 TWh pada tahun 2050. Listrik adalah bahan bakar yang paling penting dalam memenuhi kebutuhan energi, dimana sekitar 68% dari total konsumsi energi final dalam skenario NZE dan 40% dalam skenario *Baseline* pada tahun 2050. Sisa permintaan (*demand*) energi dipenuhi dengan *biofuel* terutama *biodiesel* dan hidrogen. Semua konsumsi hidrogen dianggap berbasis listrik, dan konsumsinya di sektor transportasi dimulai pada tahun 2030 skenario NZE. Skenario *Baseline* masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil untuk memenuhi permintaan energi yang terus meningkat, sedangkan penetrasi bahan bakar berkelanjutan lebih rendah dibandingkan skenario NZE. Listrik *smelter* adalah listrik yang dikonsumsi untuk menggerakkan pabrik peleburan mineral logam yang hanya dikonsumsi di Sumbawa, lokasi pabrik peleburan bijih dan tembaga berada. *Demand* listrik *smelter* dipisahkan dari listrik lainnya, karena diasumsikan berada di luar jaringan listrik (*off grid*) dan oleh karena itu tidak dimodelkan dalam Balmodel.



Gambar 17. Total Konsumsi Bahan Bakar di Provinsi Nusa Tenggara Barat

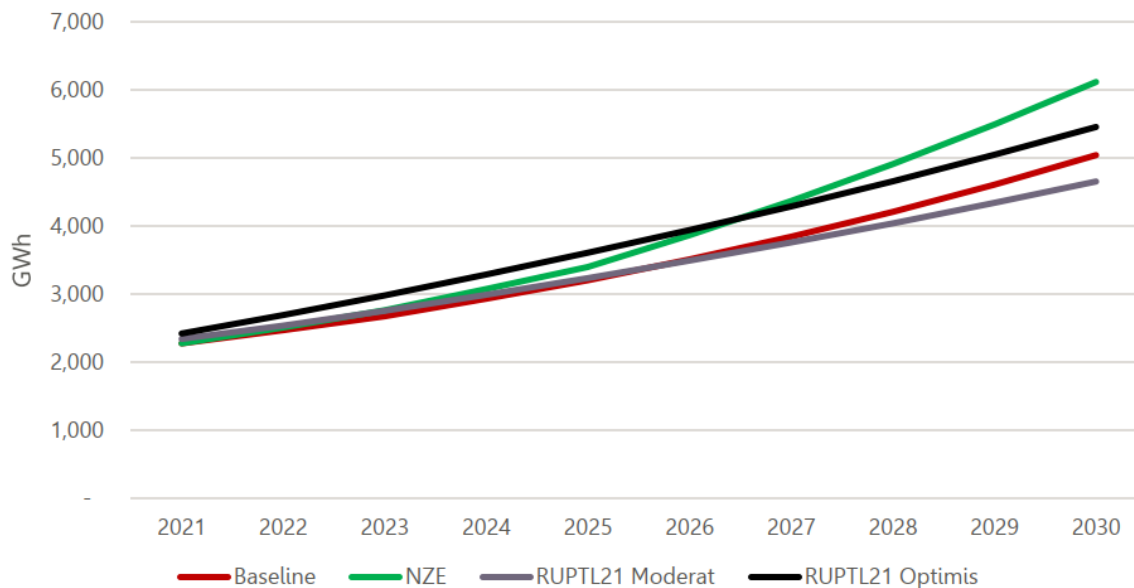
Tinjauan sektoral disajikan pada Gambar 18. Transportasi adalah sektor yang paling intensif mengkonsumsi energi pada tahun 2050 untuk kedua skenario, diikuti oleh sektor rumah tangga. Aktivitas sektor industri relatif rendah di Nusa Tenggara Barat, menunjukkan kenaikan kontribusi sebesar 5% antara tahun 2025 dan 2050, mencapai level yang sama dengan sektor lain yang cukup stabil namun kontribusinya menurun karena pertumbuhan *demand* yang konstan. Sektor komersial meningkat hampir lima kali lipat pada tahun 2050 dibandingkan dengan tahun 2025. Pada tahun 2050, skenario *Baseline* mengalokasikan sekitar 40% dari total konsumsi energi final untuk sektor transportasi, 27% pada sektor rumah tangga, 12% untuk proses industri serta sisanya 16% untuk komersial dan lainnya, sedangkan dalam skenario NZE sektor transportasi ini berada pada angka 32%, yang hanya sedikit lebih tinggi dibandingkan sektor rumah tangga dan 40% sisanya mengikuti distribusi yang sama seperti di *Baseline*.



Gambar 18. Total *Demand* Energi Final Berdasarkan Sektor Pemakai di Provinsi Nusa Tenggara Barat

6.2 Total Konsumsi Listrik : Mendorong Transisi

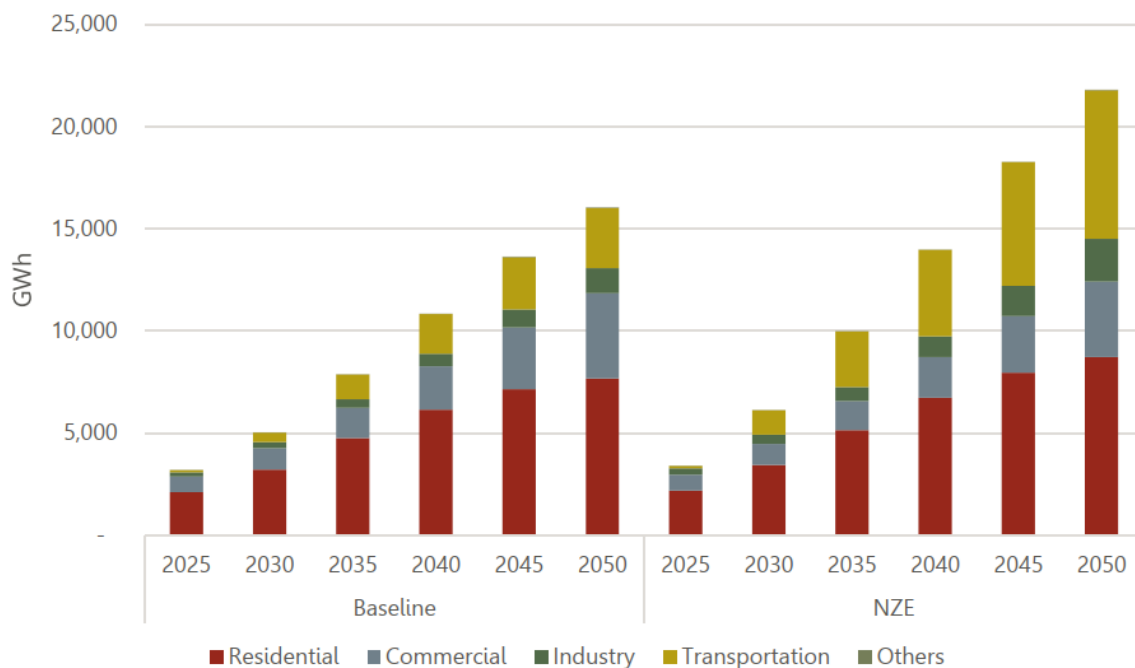
Elektrifikasi merupakan pendorong utama transisi sistem energi di Nusa Tenggara Barat, sebuah perbandingan antara kedua skenario dan RUPTL21 diilustrasikan pada Gambar 19. Sebagaimana disebutkan pada subbag 4.2, proyeksi permintaan (*demand*) RUPTL21 PLN telah digunakan untuk mengkalibrasi konsumsi listrik hingga tahun 2030 untuk skenario *Baseline*. Di skenario *Baseline*, konsumsi listrik sejalan dengan tren moderat hingga sekitar tahun 2026 dan kemudian berada di antara skenario moderat dan optimis RUPTL21. NZE juga mengikuti tren ini namun melampaui skenario RUPTL yang optimis, sebagian besar disebabkan oleh penetrasi kendaraan listrik, yang tidak tercantum dalam dokumen perencanaan PLN. Angka ini tidak termasuk listrik *smelter* yang diklasifikasikan secara terpisah dan muncul pada Gambar 17.



Gambar 19. Perbandingan Konsumsi Listrik antara Proyeksi RUPTL 21, *Baseline* dan NZE

Pemahaman yang lebih baik mengenai distribusi permintaan (*demand*) listrik ke berbagai sektor pemakai disajikan pada Gambar 20, yang menggambarkan konsumsi sektoral setiap lima tahun pada kedua skenario dan seluruh Nusa Tenggara Barat. Semua sektor menunjukkan kebutuhan listrik yang meningkat, dan sektor transportasi memiliki pertumbuhan terbesar. Namun demikian, sektor rumah tangga tetap menjadi sektor dengan konsumsi tertinggi, baik di kedua skenario maupun sepanjang tahun.

Secara indikatif pada tahun 2050, sektor rumah tangga memiliki kontribusi atas masing-masing 48% dan 40% di skenario *Baseline* dan skenario NZE. Sedangkan sektor transportasi mencapai masing-masing 18% dan 33% di kedua skenario. Pada tahun 2050, NZE mengkonsumsi 21,8 TWh, kira-kira selisih 5,8 TWh dibandingkan dengan *Baseline*. Secara keseluruhan, pertumbuhan dikaitkan dengan penggunaan peralatan listrik, upgrading mesin terutama yang umurnya sudah tua dan tidak efisien, pemasangan *heat pump* dan *electric boilers* serta penetrasi yang tinggi dari kendaraan listrik.



Gambar 20. Total Permintaan (*Demand*) Listrik Berdasarkan Sektor Pemakai di Provinsi Nusa Tenggara Barat

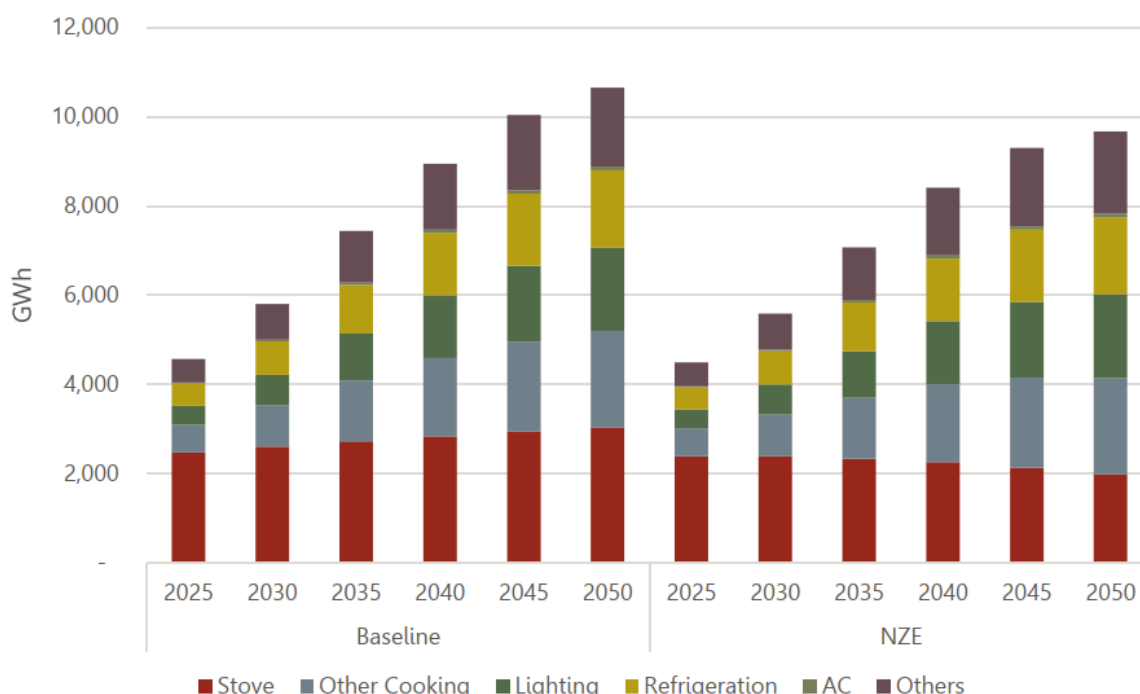
6.3 Sektor Rumah Tangga : Energi Bersih untuk Memasak dan Efisiensi Energi

Sektor rumah tangga mempunyai potensi besar dalam menurunkan jejak karbon, yaitu dengan menerapkan elektrifikasi dan efisiensi energi. Dengan menganalisis penggunaan energi di berbagai aktivitas rumah tangga seperti memasak, penerangan, dan pemanasan/pendinginan, pemahaman yang baik dapat dipertimbangkan dalam merancang kebijakan yang relevan untuk mengoptimalkan penggunaan energi di rumah tangga.

Klasifikasi berbagai aktivitas atau peralatan yang digunakan dalam model, beserta besaran total konsumsi bahan bakar diilustrasikan pada Gambar 21. Di skenario *Baseline*, kompor (*cooking stoves*) pada tahun-tahun awal menjadi konsumen bahan bakar tertinggi pada kedua skenario, sedangkan kontribusi kategori lainnya kurang lebih seimbang pada tahun 2050. Semua jenis kompor telah dipertimbangkan, yaitu gas, listrik, dan kayu. Saat ini LPG adalah yang terbanyak atau umum digunakan, diikuti oleh biomassa (kayu), sementara itu terdapat juga sejumlah kecil rumah tangga yang letaknya di daerah terpencil masih memanfaatkan minyak tanah. Selain itu, minyak tanah dalam kasus serupa digunakan untuk penerangan.

Di skenario NZE, diasumsikan bahwa pada tahun 2050, semua rumah tangga di Nusa Tenggara Barat memiliki akses terhadap bahan bakar yang lebih ramah lingkungan (bersih) dan memiliki standar kehidupan yang lebih baik. Aktivitas rumah tangga seperti memasak dan lain-lain dianggap hanya mengkonsumsi

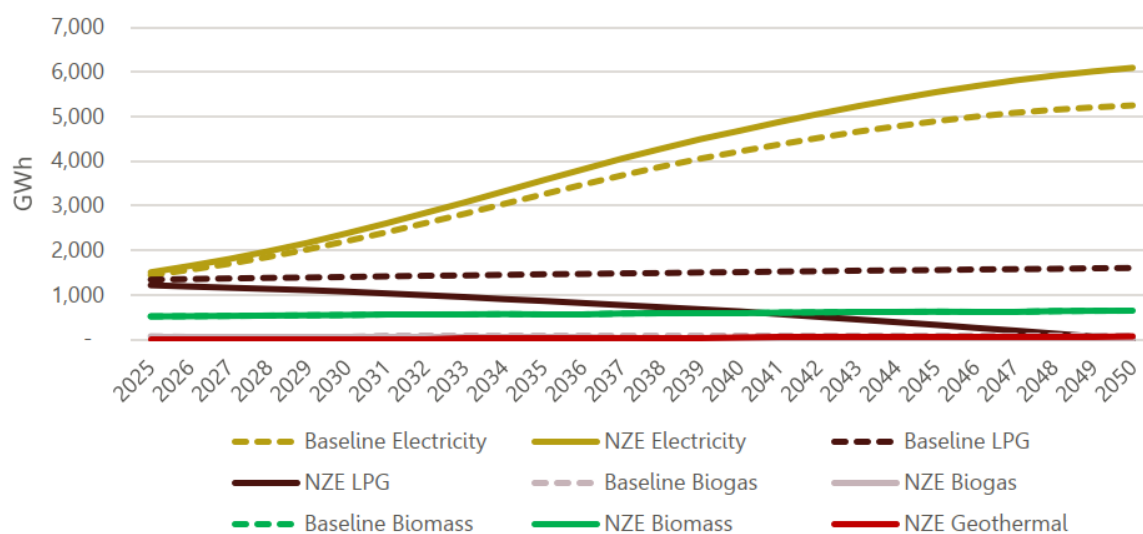
listrik. Intensitas energi total lebih tinggi pada *Baseline*, berdasarkan pertimbangan di skenario NZE hanya menggunakan kompor listrik dan peralatan listrik lainnya yang lebih efisien.



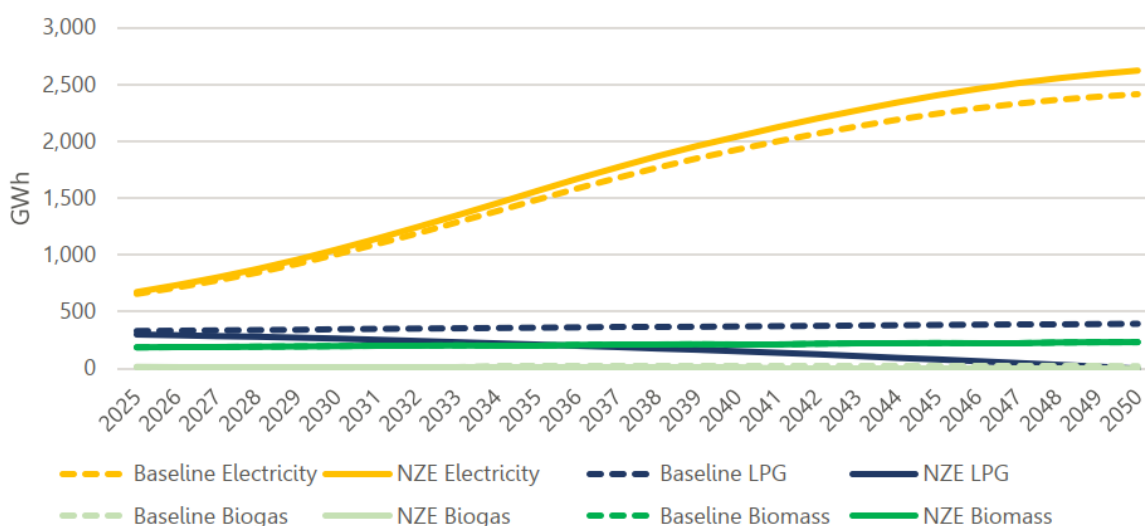
Gambar 21. Total Konsumsi Bahan Bakar di Sektor Rumah Tangga Berdasarkan Aktivitas di Provinsi Nusa Tenggara Barat

Representasi yang lebih intuitif mengenai konsumsi dan substitusi bahan bakar di Lombok dan Sumbawa dapat diperoleh terlihat pada Gambar 22 dan Gambar 23. Terlihat jelas bahwa listrik mendominasi permintaan (*demand*) di sektor rumah tangga sepanjang tahun. Listrik dibutuhkan di semua aktivitas rumah tangga dan kontribusinya terus meningkat di kedua skenario, mencapai 6 TWh dan sekitar 5,2 TWh masing-masing pada skenario *Baseline* dan NZE untuk Lombok, sedangkan di Sumbawa masing-masing sebesar 2,6 dan 2,4 TWh. Jumlah konsumsi listrik yang lebih rendah disebabkan penggunaan energi yang lebih hemat dan peralatan listrik yang lebih efisien. LPG banyak dikonsumsi pada tahun-tahun awal untuk memasak dan tetap stabil di skenario *Baseline* baik di Lombok dan di Sumbawa. Di NZE, secara bertahap LPG digantikan dengan listrik sampai penggunaannya benar-benar minimal, bahkan nol. Adapun penggunaan biomassa yang dibakar dalam tungku kayu untuk kedua skenario terus meningkat, sementara penggunaan biogas juga semakin meningkat sebagai alternatif pengganti LPG dalam memasak. Energi panas bumi (*geothermal*) dipertimbangkan untuk digunakan sebagai pemanfaatan langsung baik untuk kegiatan pertanian maupun

pariwisata dalam skenario NZE dan hanya di Lombok, dimana sumber daya tersebut berada. Asumsi ini adalah berdasarkan diskusi di antara para ahli energi lokal untuk memastikan sumber pemanas yang terjangkau bagi beberapa daerah terpencil dan pegunungan di Lombok, namun kebutuhan pemanas di wilayah tersebut tetap ada tingkat yang sangat rendah karena iklim yang agak tropis, tidak seperti di iklim sub tropis. Pada tahun 2050, seluruh rumah tangga di skenario NZE telah meninggalkan penggunaan bahan bakar fosil untuk aktivitas rumah tangga baik di Lombok dan di Sumbawa. Sedangkan di skenario *Baseline*, emisi CO₂ hanya berasal dari konsumsi LPG, sedangkan emisi dari biomassa yang dibakar dan biogas dianggap terkompensasi dari penyerap karbon alami (*natural carbons sinks*) seperti hutan dan lahan pertanian, atau dianggap *carbon neutral*.



Gambar 22. Konsumsi Bahan Bakar Sektor Rumah Tangga di Lombok

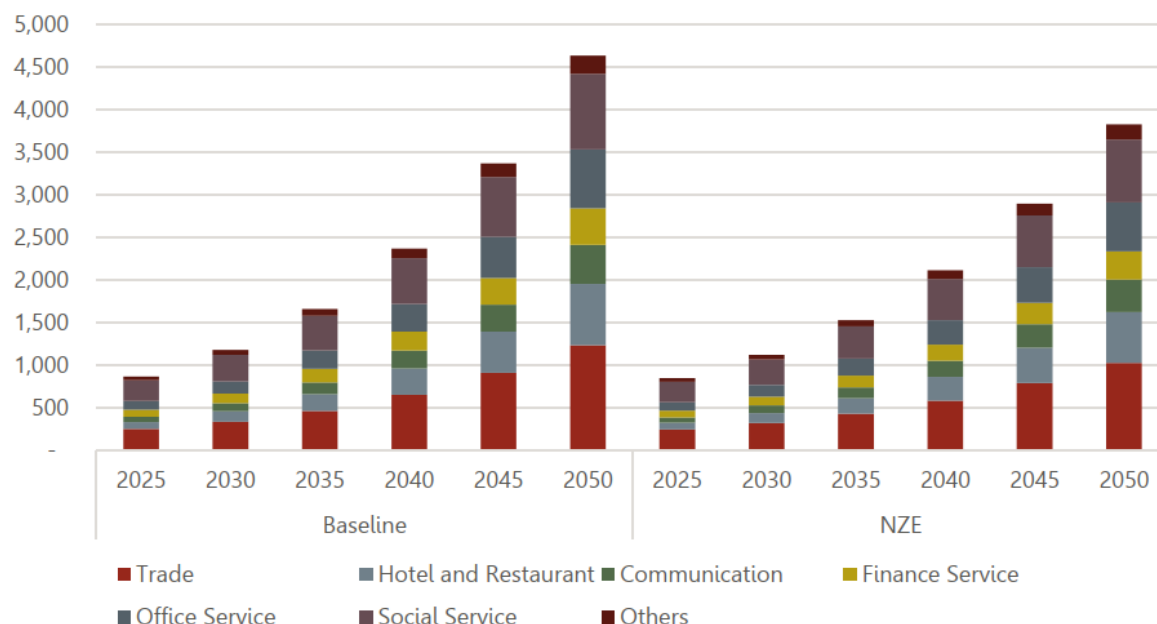


Gambar 23. Konsumsi Bahan Bakar Sektor Rumah Tangga di Sumbawa

6.4 Sektor Komersil : Mengeksplorasi Peluang untuk Transisi Energi

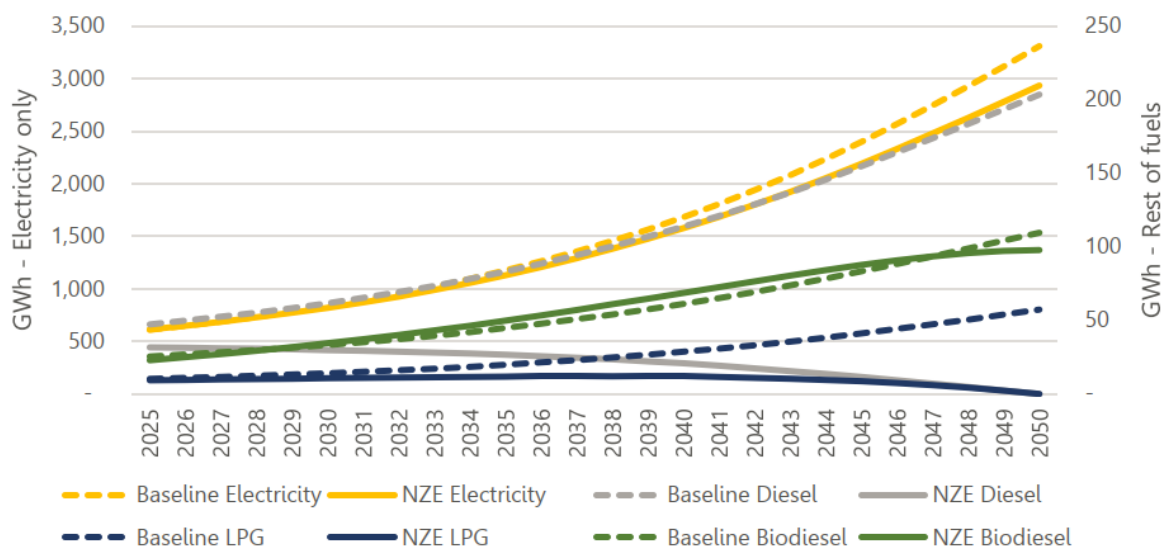
Sektor komersial mencakup berbagai jasa, kegiatan perdagangan dan bisnis, termasuk rumah sakit dan subsektor *hospitality*. Perdagangan melibatkan pasar eceran dan grosir, distribusi dan semua transaksi moneter untuk produk atau jasa, sedangkan berbagai jasa yang terkandung dalam perdagangan telah dipilah sebagai berikut: keuangan, perkantoran, sosial dan lain-lain. Klasifikasi ini mengikuti data statistik BPS yang tersedia di Nusa Tenggara Barat seperti dijelaskan pada subbag 5.1. Data input – Pemetaan Pengguna Energi Final. Secara keseluruhan, perdagangan memiliki bauran konsumsi energi yang serupa dengan rumah tangga, sehingga prinsip serta tren yang sama dapat diterapkan dengan mudah dalam kedua kasus.

Gambar 24 menyajikan total konsumsi energi final menurut subsektor di seluruh Nusa Tenggara Barat. Sektor komersil tumbuh mengikuti perkembangan ekonomi demikian begitu pula permintaan (*demand*) energi. Kontribusi dari total konsumsi energi tahunan untuk setiap sub sektor sama antara tahun 2025 dan 2050, dengan perhotelan menjadi pengecualian, karena kontribusinya terhadap nilai tambah aktivitas ekonomi secara keseluruhan diperkirakan akan tumbuh lebih cepat dibandingkan jasa lainnya, jika melihat tren. Skenario NZE menunjukkan penurunan konsumsi final sebesar 17% pada tahun 2050, karena penerapan yang efisien energi, material dan peralatan yang digunakan sudah jauh lebih berkualitas dan efisien, serta peningkatan manajemen energi pada bangunan.

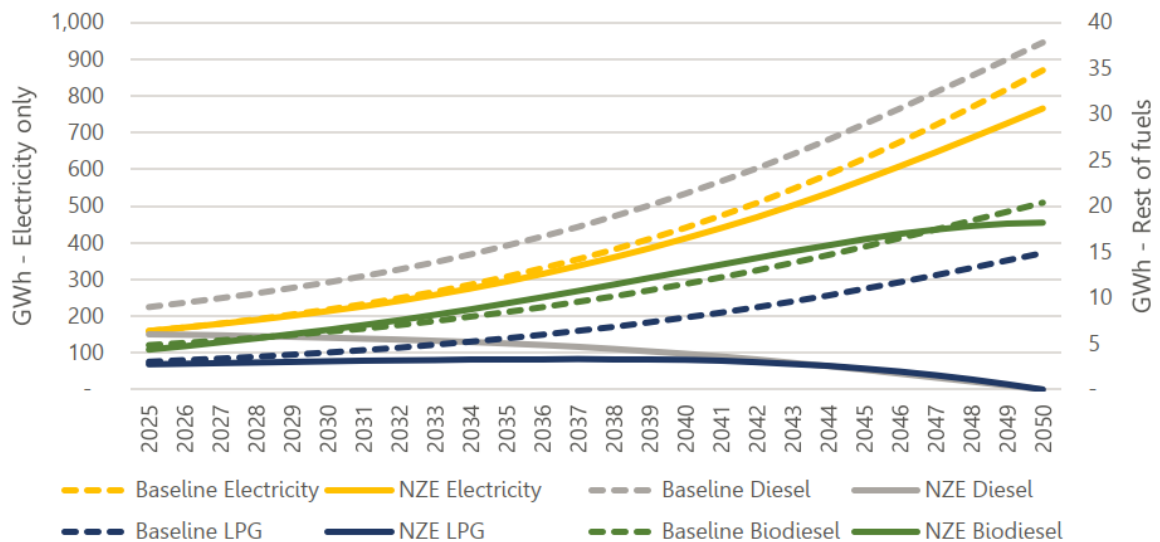


Gambar 24. Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Jenis Jasa Sektor Komersil di Provinsi Nusa Tenggara Barat

Lebih dari 85% bauran energi sub sektor perdagangan berasal dari listrik pada tahun 2025 untuk kedua skenario. sedangkan di tahun 2050 mencapai 90% dan 96% masing-masing untuk *Baseline* dan NZE. Total konsumsi listrik di Lombok mencapai 3,3 TWh pada skenario *Baseline*, sementara di scenario NZE sebanyak 375 GWh dapat dihemat karena penerapan langkah-langkah efisiensi, atau dapat diterjemahkan sebagai penurunan sebesar 11,3% dibandingkan dengan *Baseline*. Sisa permintaan (*demand*) energi dipenuhi dari minyak solar, LPG, *biodiesel*, biomassa dan pemanfaatan langsung panas bumi (*geothermal*) skala kecil. *Baseline* menunjukkan penggunaan minyak solar dan LPG yang stabil di Lombok dan di Sumbawa. Minyak solar dan LPG secara bertahap dihapuskan di NZE, disubstitusi dengan listrik dan *biodiesel*. Kedua skenario menunjukkan tren pertumbuhan *biodiesel* yang sama baik di Lombok maupun di Sumbawa. Dengan mengasumsikan akan dilakukan retrofit pada peralatan yang ada atau pemasangan *gas engine* dan *boiler* baru untuk memfasilitasi pemakaian *biodiesel* B100 yang diproduksi secara berkelanjutan, Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions) dianggap layak diwujudkan di sektor komersil di Provinsi Nusa Tenggara Barat.



Gambar 25. Konsumsi Listrik di Sektor Komersil (Sumbu Kiri) dan Konsumsi Bahan Bakar Lainnya (Sumbu Kanan) di Lombok



Gambar 26. Konsumsi Listrik di Sektor Komersil (Sumbu Kiri) dan Konsumsi Bahan Bakar Lainnya (Sumbu Kanan) di Sumbawa

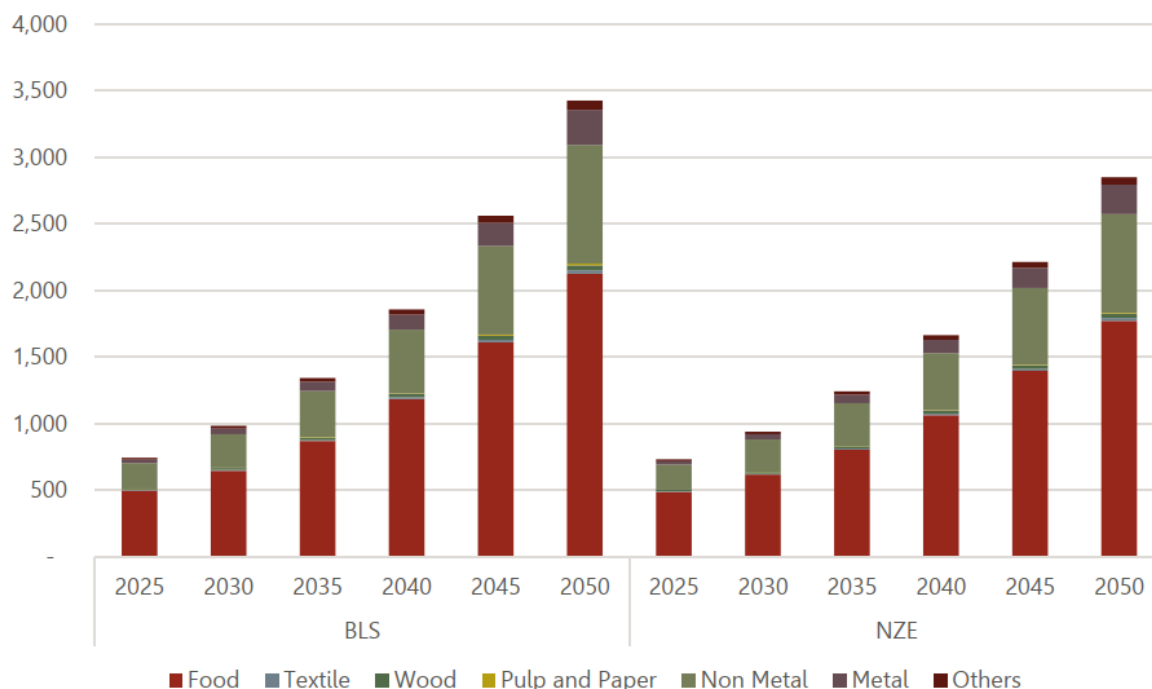
6.5 Sektor Industri : Elektrifikasi dan Biodiesel yang Merintis Transisi

Industri biasanya dicirikan oleh proses intensif energi yang kompleks dan beragam, yang memerlukan sumber daya panas dan daya yang substansial dalam jumlah besar agar tetap berada pada tingkat operasional yang diinginkan, karenanya hingga saat ini masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil. Namun, potensi transisi menuju masa depan industri rendah karbon sangat tinggi, seiring dengan berkembangnya penelitian dan pengembangan, serta inovasi teknologi yang meningkat.

Aktivitas industri di Nusa Tenggara Barat cukup rendah dan menyumbang sekitar 7% dari total PDRB Lombok dan 1,7% untuk PDRB Sumbawa pada tahun 2021, menurut BPS. Beberapa industri utama di Nusa Tenggara Barat adalah makanan dan minuman, kayu, logam dan non logam dan lain-lain. Pertambangan dan peleburan, penggerak utama perekonomian di klasifikasikan dalam sektor Lainnya, selain pertanian dan konstruksi, sehingga tidak dibahas dalam bagian ini. Klasifikasi ini mengikuti data yang tersedia di publikasi BPS. Sub sektor makanan dan minuman sejauh ini mengkonsumsi lebih dari 60% total konsumsi bahan bakar sektor industri dan terus bertambah menjadi 495 GWh pada tahun 2025, dan akhirnya menjadi 1770 GWh pada tahun 2050, diikuti oleh sub sektor non-logam sekitar 25%.

Meskipun semua proses industri diasumsikan mengkonsumsi lebih banyak energi dari tahun ke tahun, namun komposisi kontribusinya per sub sektor relatif sama. Sedikit perubahan komposisi nilai tambah setiap aktivitas didasarkan pada data statistik BPS dan tren proyeksi. Untuk skenario *Baseline*, total konsumsi energi final di tahun-tahun awal meningkat lebih dari empat kali lipat dibandingkan dengan level tahun 2025, mencapai 3,4 TWh pada tahun 2050, sementara

skenario NZE mencapai penurunan sebesar 16,8% dibandingkan *Baseline*, menunjukkan penghematan energi sekitar 575 GWh. Hal ini dapat dicapai melalui elektrifikasi, dan berbagai langkah efisiensi energi, misalnya. pemasangan peralatan mesin yang lebih efisien, praktik ekonomi sirkular, dll.

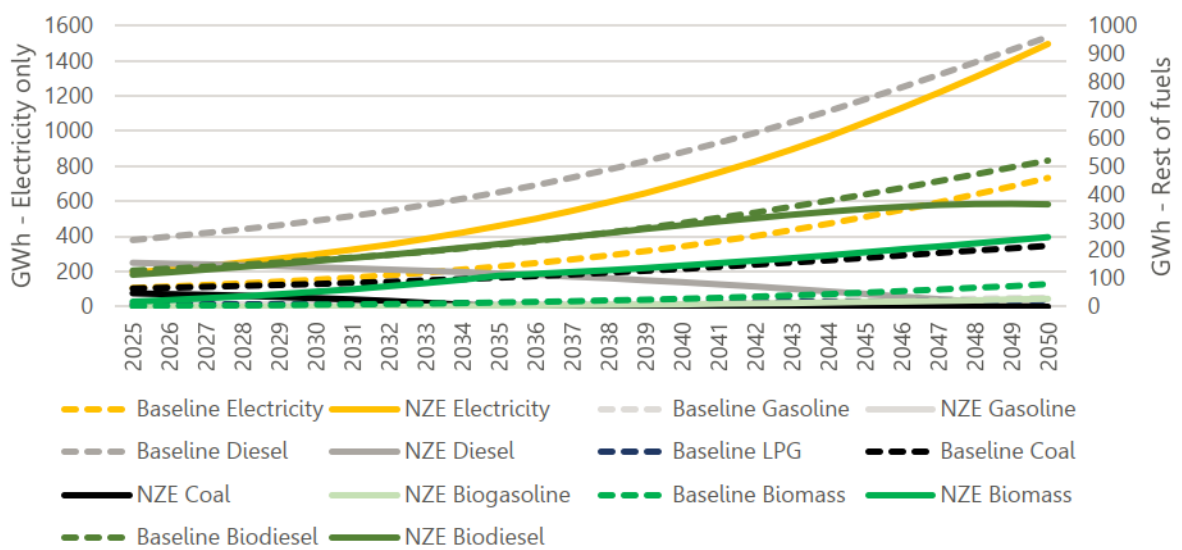


Gambar 27. Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Proses Industri di Provinsi Nusa Tenggara Barat

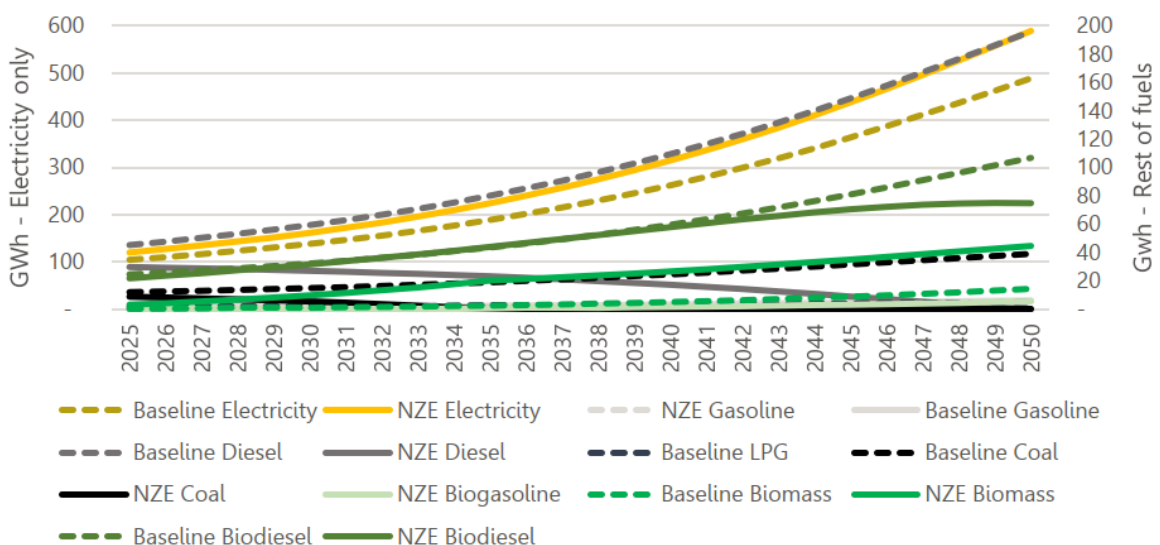
Gambar 28 dan Gambar 29 mengilustrasikan berbagai jenis bahan bakar yang digunakan untuk proses industri masing-masing di Lombok dan di Sumbawa. Sumbu kiri menunjukkan konsumsi listrik dan sumbu kanan untuk bahan bakar lainnya. Semua industri kompleks ini mengkonsumsi berbagai bahan bakar yang berbeda untuk menghasilkan produk akhir, termasuk listrik, minyak solar, bensin, LPG, batubara, biofuel, dan biomassa.

Jika dilihat dari skenario *Baseline*, bahan bakar fosil telah digunakan secara luas selama bertahun-tahun, dimana konsumsinya terus meningkat, mengikuti pertumbuhan ekonomi. Diesel adalah yang terbesar, bahkan lebih tinggi dari konsumsi listrik. Dalam kasus Lombok, jumlahnya meningkat empat kali lipat antara tahun 2025 dan 2050, mencapai 960 GWh, yaitu sekitar 37% dari total permintaan (*demand*). Listrik dan *biodiesel* berada di urutan berikutnya dengan kontribusi sebesar 50% pada tahun 2050. Di sisi lain, skenario NZE mengadopsi pendekatan transisi dengan elektrifikasi yang lebih tinggi pada berbagai proses industri bertemperatur rendah, transisi bahan bakar dari fosil ke *biofuel* dan efisiensi energi yang lebih tinggi. Di Lombok, listrik meningkat delapan kali lipat mencapai sekitar 1,5 TWh, menghabiskan 70% total permintaan (*demand*) energi untuk sektor industri. Biomassa dan *biodiesel* menggantikan seluruh konsumsi

bahan bakar fosil yang tidak dapat disubstitusi dengan listrik, dengan kontribusi masing-masing 12% dan 17% pada tahun 2050 dan sisanya kurang dari 1% dipenuhi oleh *biofuel*. Meskipun potensi bioenergi di Nusa Tenggara Barat sangat tinggi, meningkatnya permintaan *biofuel* baik untuk sektor industri maupun sektor energi lainnya di masa depan, dapat menekan pengusahaan biomassa secara berkelanjutan di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Langkah-langkah untuk memastikan standar keberlanjutan yang diperlukan dalam produksi, distribusi, dan konsumsi berbasis bioenergy sangatlah penting. Sejauh ini, Nusa Tenggara Barat merupakan daerah pengimpor *biodiesel*, namun hal ini dapat berubah di masa depan dengan semakin kompetitifnya persaingan industri *biofuel* untuk memenuhi kebutuhan berbagai sektor di Indonesia.



Gambar 28. Konsumsi Listrik untuk Sektor Industri (Sumbu Kiri) dan Konsumsi Bahan Bakar Lainnya (Sumbu Kanan) di Lombok



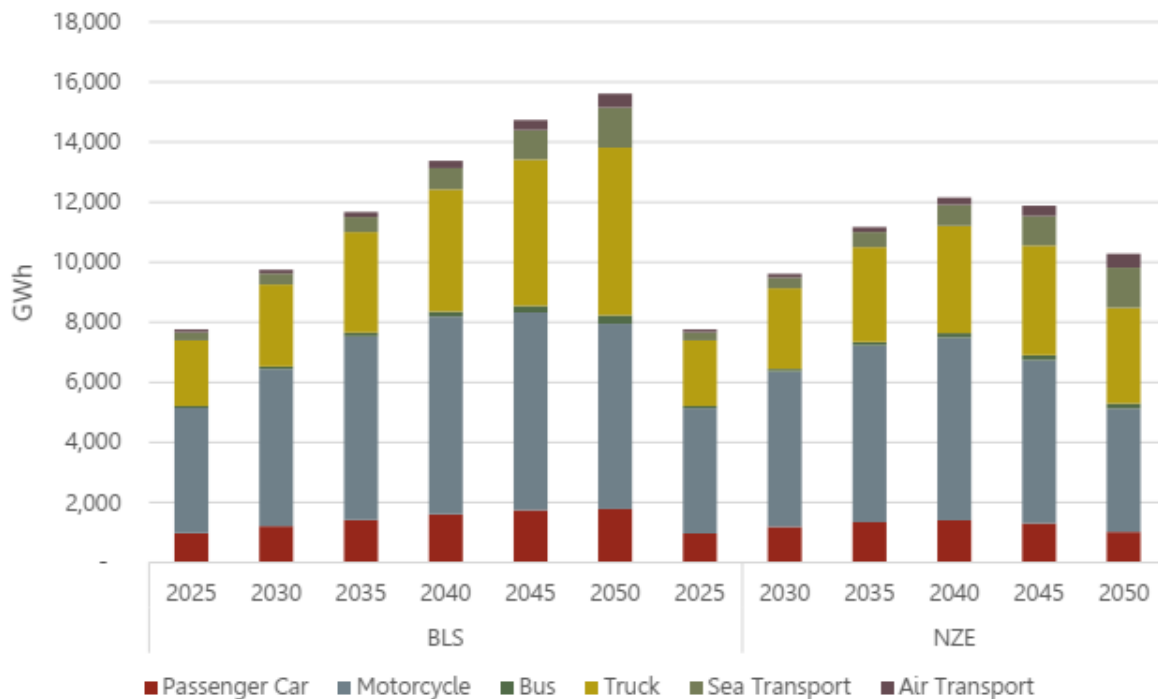
Gambar 29. Konsumsi Listrik untuk Sektor Industri (Sumbu Kiri) dan Konsumsi Bahan Bakar Lainnya (Sumbu Kanan) di Sumbawa

6.6 Sektor Transportasi : Dominasi Kendaraan Listrik

Transportasi merupakan lambang masyarakat modern yang memberikan dampak lingkungan cukup besar tidak hanya di Nusa Tenggara Barat, tetapi juga seluruh Indonesia. Ketika populasi bertambah dan perekonomian meningkat, sarana transportasi pun semakin banyak diharapkan dalam semua aspek mobilitas. Kurangnya infrastruktur dan alternatif transportasi yang memadai, pertimbangan geografis dan perilaku konsumen, serta harga bahan bakar yang relatif rendah, membentuk situasi saat ini yang perlu dipikirkan penyelesaiannya.

Transisi di sektor transportasi merupakan proses yang padat modal, tetapi banyak negara di seluruh dunia telah membuka jalan dan menunjukkan perlunya insentif dan perubahan perilaku yang tepat, serta pentingnya peningkatan infrastruktur mobilitas dan konektivitas maritim dan penerbangan. Selain itu, Pemerintah Pusat telah mewajibkan beberapa kebijakan untuk transportasi darat, termasuk subsidi dan pengurangan pajak pertambahan nilai (PPN) untuk kendaraan listrik bertenaga baterai (BEV). Sekitar Rp 7 triliun dalam bentuk subsidi tunai diharapkan akan digunakan untuk penjualan BEV, sementara tingkat pengurangan PPN sesuai persyaratan konten lokal minimum (TKDN) pada proses manufaktur. Pemerintah Daerah bersama dengan PT. PLN UIW NTB telah memasang stasiun pengisian daya (SPKLU) untuk mengantisipasi pertumbuhan permintaan (*demand*) untuk kendaraan listrik di tahun-tahun mendatang. Adapun tarif listrik SPKLU mengikuti peraturan yang ditetapkan oleh Pemerintah Pusat.

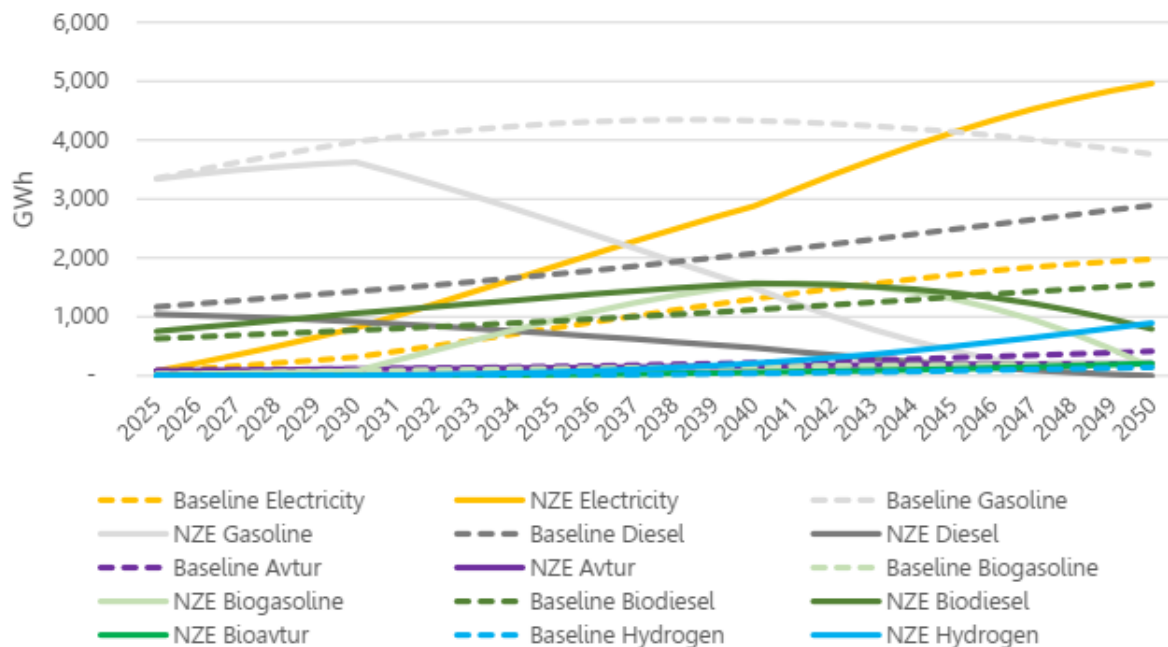
Kendaraan yang paling umum digunakan di jalan raya adalah sepeda motor. Dimana lebih dari 1,66 juta terdaftar di seluruh NTB pada tahun 2021 menurut BPS, dibandingkan dengan jumlah mobil penumpang sebanyak 105.000 unit dan truk sebanyak 77.200 unit. Sedangkan pertumbuhan untuk penerbangan dan pengiriman (*shipping*) dinyatakan sebagai nilai tambah dari seluruh kontribusi sektor transportasi terhadap perekonomian atau PDRB. Karena sektor transportasi diharapkan terus PDRB, asumsi disusun berdasarkan perkembangan berbagai moda transportasi dalam hal jumlah kendaraan dan dampak nilai tambah, seperti yang dijelaskan dalam 5.2 Asumsi dan Proyeksi Konsumsi Energi Final. Pada tahun 2021, bahan bakar transportasi termasuk bensin, minyak solar dan biosolar (campuran solar dengan biodiesel pada rasio 30/70 dan 35/65 untuk transportasi darat dan pengiriman (*shipping*), sementara penerbangan hanya mengandalkan bahan bakar jet atau bahan bakar turbin *fuel* (avtur). Pada tahun 2050, kedua skenario menunjukkan perbedaan sebesar 34% dalam total konsumsi bahan bakar atau sekitar 5,3 TWh. Konsumsi energi yang dapat dihemat terkait dengan kemajuan teknologi pada efisiensi BEV secara keseluruhan dan pola berkendara yang optimal, serta tingkat elektrifikasi yang lebih tinggi.



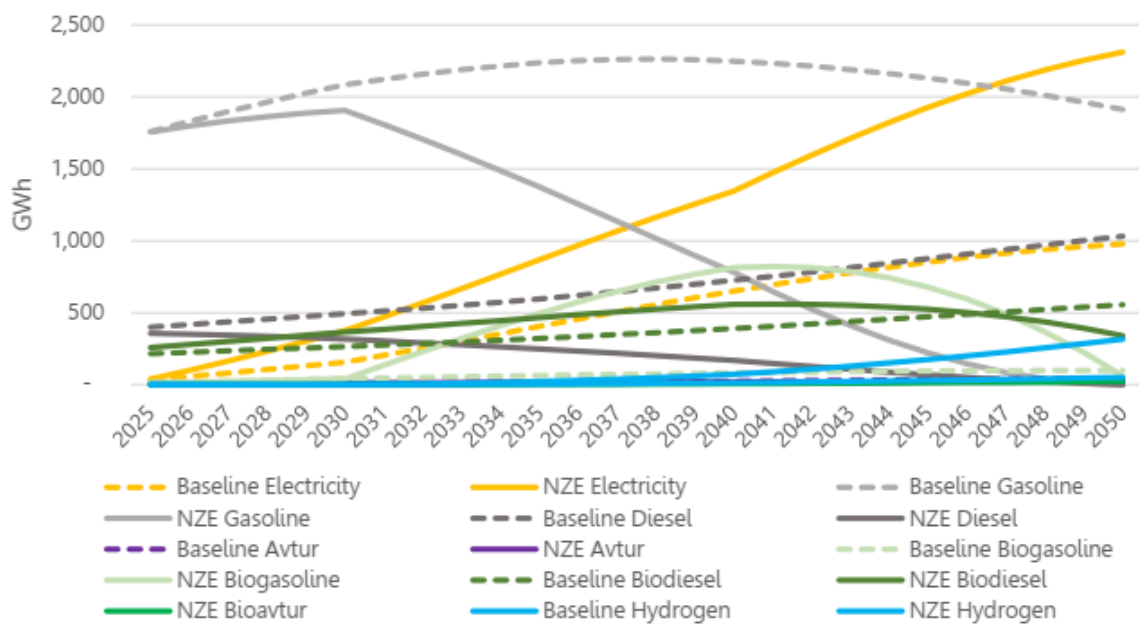
Gambar 30. Konsumsi Bahan Bakar Sektor Transportasi Berdasarkan Jenis Moda Transportasi di Provinsi Nusa Tenggara Barat

Berbagai arah pengembangan transportasi diteliti dalam dua skenario. Baseline mewarisi beberapa langkah dan kebijakan yang diadopsi di NZE, dalam pendekatan yang kurang optimis, tetapi tetap sejalan dengan ambisi nasional yang ada. Pada tahun 2050, diasumsikan bahwa 50% dari semua sepeda motor dan seperempat dari semua mobil, truk, dan bus akan bertenaga listrik. Selain itu, konversi 10% dan 20% armada menjadi mobil dan bus sel bahan bakar hidrogen juga dipertimbangkan. Selain itu, peralihan ke mobil dan bus sel bahan bakar hidrogen masing-masing sebesar 10% dan 20% dari total armada juga dipertimbangkan. *Biofuel* diproyeksikan akan dikonsumsi sesuai dengan kebijakan B35, sementara biogas diharapkan juga akan dicampur pada rasio 2% dan 8% pada tahun 2030 dan 2050. NZE menggambarkan penetrasi BEV yang jauh lebih besar di pasar, bersama dengan penyerapan hidrogen dan biofuel yang lebih tinggi. Penjualan kendaraan listrik dan hidrogen dimulai masing-masing pada tahun 2023 dan 2030. Pada tahun 2050, transportasi darat diasumsikan hanya menggunakan kendaraan listrik dan hidrogen, sementara penerbangan dan pelayaran bergantung pada *biofuel* untuk mencapai dekarbonisasi sektoral yang mendalam. Hidrogen diasumsikan berbasis listrik dan diproduksi dalam elektroliser melalui elektrolisis. Oleh karena itu, bauran energi sektor listrik selama bertahun-tahun merupakan indikasi emisi yang terkait dengan penggunaan hidrogen. Skenario NZE menunjukkan bahwa di Lombok dan Sumbawa, jumlah listrik yang dikonsumsi masing-masing sekitar 4,9 TWh dan 2,3 TWh, yang merupakan sekitar 69% dan 75% dari total bahan bakar yang dikonsumsi pada tahun 2050. Di Lombok, permintaan hidrogen mencapai 895 GWh, diikuti oleh

biodiesel sebesar 793 GWh, sementara angka yang sesuai untuk Sumbawa adalah 315 dan 340 GWh. Di kedua wilayah tersebut, keduanya mewakili 22% dari total permintaan bahan bakar rata-rata. Sisanya 7% dan 3,5% terkait dengan penerbangan dan pengiriman (*shipping*) dan dipenuhi dengan bahan bakar *jet*, *bio-jet fuel*, dan *bio-gasoline*. Avtur adalah satu-satunya sumber emisi CO₂ yang tersisa dalam transportasi untuk NZE dan tahun 2050 karena secara teknis dianggap menantang untuk sepenuhnya menggantikannya dengan *bio-jet fuel*. Langkah terakhir untuk sepenuhnya mendekarbonisasi transportasi akan memerlukan di samping penggunaan *biofuel*, kombinasi aksi, yaitu elektrifikasi penerbangan jarak pendek, retrofit untuk memungkinkan pembakaran hydrogen dan penetrasi tinggi bahan bakar jet sintetis terbaru yang diproduksi melalui hidrogen berbasis listrik dan karbon yang ditangkap baik dari atmosfer atau dari proses emisi lainnya dengan teknologi penangkapan karbon. Bahan bakar alternatif tersebut belum dipertimbangkan dalam analisis saat ini, hanya *biofuel* dari jenis yang paling baru.



Gambar 31. Konsumsi Bahan Bakar Sektor Transportasi di Pulau Lombok



Gambar 32. Konsumsi Bahan Bakar Sektor Transportasi di Pulau Sumbawa

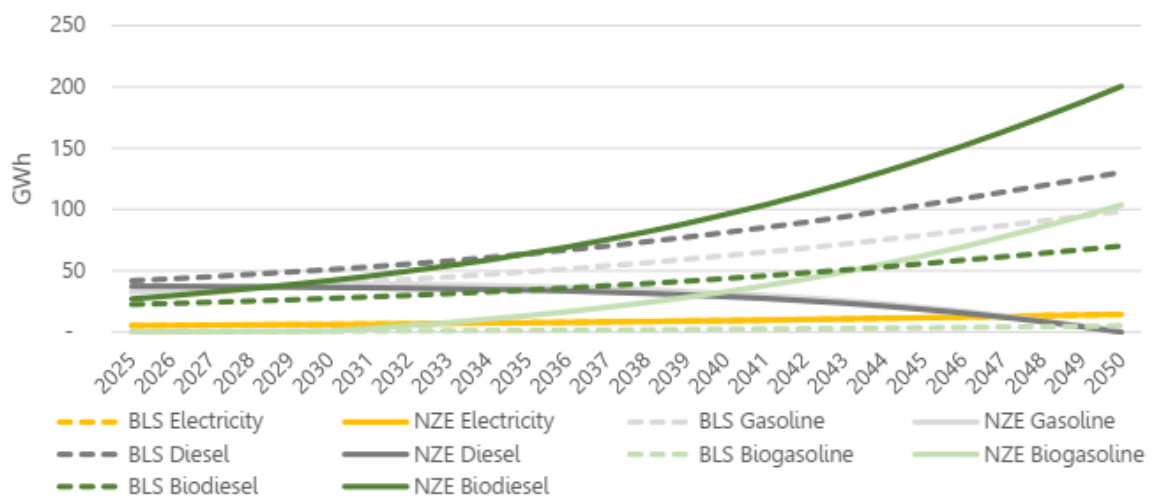
6.7 Sektor Lainnya: Beralih ke Bahan Bakar Alternatif

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, sektor lainnya mencakup pertanian, konstruksi, dan pertambangan untuk Pulau Sumbawa. Pertanian dan pertambangan merupakan sektor strategis bagi Nusa Tenggara Barat. Pertanian merupakan sumber berbagai produk yang layak untuk konsumsi dalam negeri atau diekspor ke daerah lain dan menempati urutan kedua dalam hal nilai tambah PDRB bagi Lombok dan Sumbawa. Sektor ini juga sangat penting karena menyediakan lapangan pekerjaan sebagai petani, yang cukup dominan di kedua pulau tersebut.

Sektor lain yang tidak kalah penting bagi pulau Sumbawa adalah kegiatan pertambangan, yang menjadi penggerak ekonomi utama daerah tersebut dan menyumbang lebih dari sepertiga PDRB daerah. Sedangkan konstruksi diperkirakan akan terus meningkat selama bertahun-tahun mengikuti pertumbuhan ekonomi yang ditargetkan dan pengembangan infrastruktur. Konstruksi diasumsikan sepenuhnya sesuai dengan perkembangan PDRB NTB, sementara pertumbuhan pertambangan diasumsikan stabil setelah 2035, karena sumber daya mineral yang terbatas dan pembangunan pertanian difaktorkan sebesar 0,5 terhadap pembangunan ekonomi tahunan, yang menunjukkan ekspansi yang lebih lambat berdasarkan ketersediaan lahan dan pertimbangan keberlanjutan.

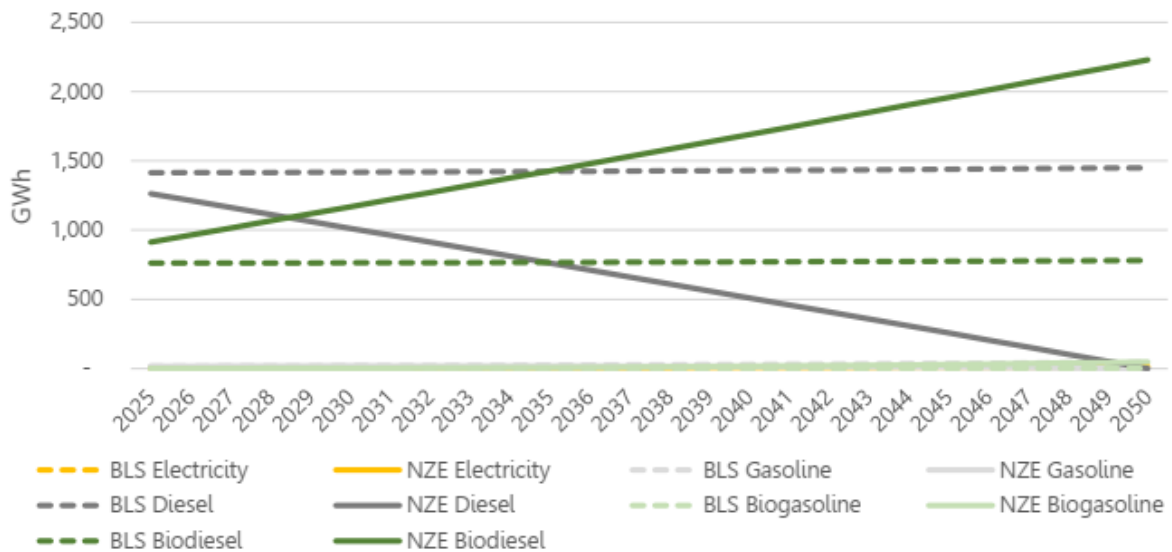
Semua proses yang disebutkan di atas, atau yang diperhitungkan pada sektor lainnya sangat terkait dengan konsumsi bahan bakar fosil saat ini. Gambar 32 menunjukkan bahwa pertanian dan konstruksi di pulau Lombok yang tinggi sedangkan aktivitas pertambangan sedang. Minyak diesel dan bensin adalah bahan bakar yang paling banyak dikonsumsi pada tahun-tahun awal dan

penggunaannya terus meningkat untuk skenario *Baseline* sejalan dengan peningkatan bioenergi yang moderat, sebagai substitusi minyak diesel. Di sisi lain, skenario NZE mengadopsi pendekatan yang lebih optimis, di mana bahan bakar konvensional secara perlahan dihapus dari bauran energi, dengan substitusi penuh ke *biofuel*. Pada tahun 2050, bioenergi bertanggung jawab untuk memenuhi 95% dari total permintaan sektoral, dengan listrik melengkapi sisanya. *Biodiesel* mencakup dua pertiga dari total penggunaan bioenergi, kemudian *biogasoline* yang sepertiganya mencapai 104 GWh. Konsumsi listrik cukup stabil dalam kedua skenario karena ketidakpastian yang tinggi terkait dengan praktik pertanian dan pertambangan regional yang ada serta kurangnya data terperinci. Namun, hal itu mungkin merupakan perkiraan yang terlalu rendah dari potensi elektrifikasi sektor ini.



Gambar 33. Konsumsi Bahan Bakar Sektor Lainnya di Pulau Lombok

Di pulau Sumbawa, prinsip yang sama diterapkan dengan perbedaan pada total konsumsi akhir yang jauh lebih tinggi (2.290 GWh dibandingkan dengan 320 GWh di Lombok). Seperti yang disebutkan sebelumnya, aktivitas pertambangan merupakan sumber utama permintaan (*demand*) energi, di mana minyak solar merupakan bahan bakar yang umum. Oleh karena itu, tingkat substitusi *biodiesel* yang jauh lebih tinggi diperlukan dalam kasus ini. Di NZE mencapai 2.230 GWh yang kira-kira 97% dari total konsumsi regional dan lebih dari 10 (sepuluh) kali lipat dari permintaan biodiesel di Lombok. Konsumsi bahan bakar fosil yang umumnya stabil, yang lebih jelas dalam skenario *Baseline* disebabkan oleh 2 (dua) proyek pertambangan utama yang masih dalam tahap eksplorasi, sehingga satu-satunya fasilitas pertambangan yang beroperasi diharapkan tetap berada dalam tingkat aktivitas saat ini.



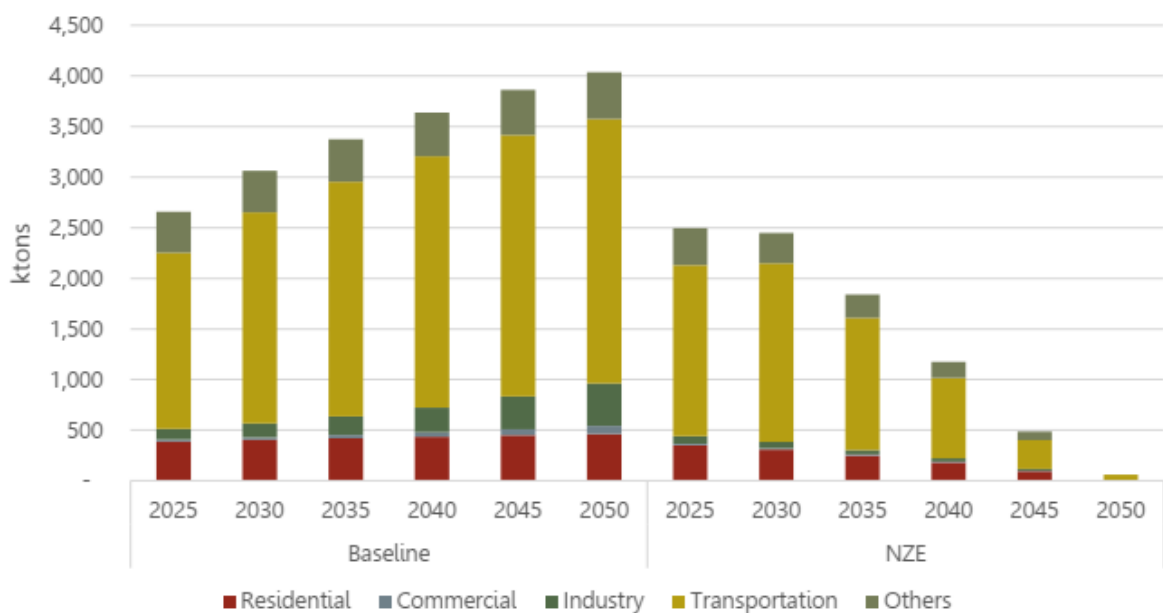
Gambar 34. Konsumsi Bahan Bakar Sektor Lainnya di Pulau Sumbawa

6.8 Emisi CO₂ terkait Penggunaan Energi Final: untuk Masa Depan yang Berkelanjutan

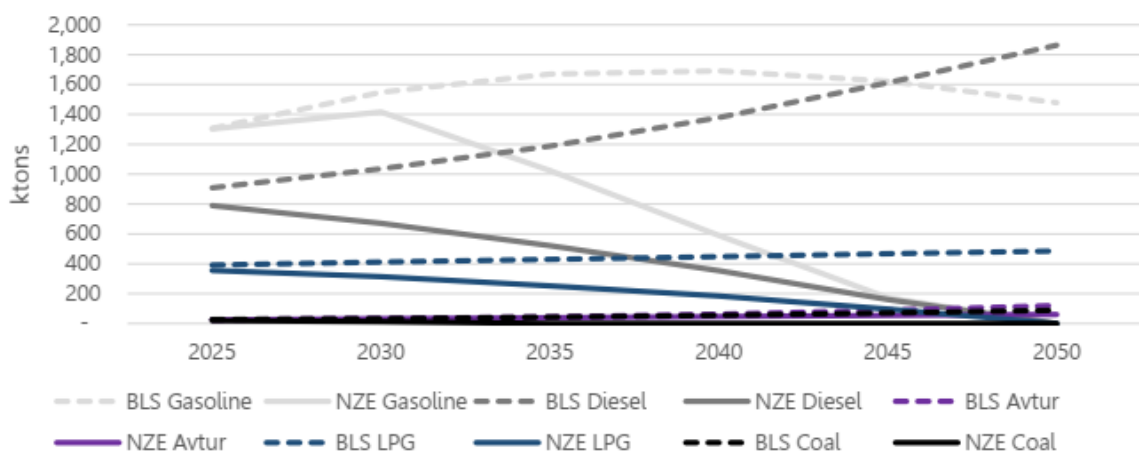
Memahami narasi yang berbeda dari kedua skenario dan dampaknya dalam hal emisi CO₂ merupakan hal mendasar dalam membentuk rekomendasi penyusunan kebijakan dan peta jalan. Pendekatan "Act Now" yang umumnya digunakan di level global telah diadopsi dalam skenario NZE, dengan langkah-langkah untuk mempercepat transisi energi di Nusa Tenggara Barat yang telah diterapkan sejak tahun-tahun awal. *Baseline* mengkaji jalur yang sejalan dengan kebijakan nasional dan regional yang berlaku saat ini, namun, pertimbangan tentang kebijakan baru terbatas.

Seperti yang diilustrasikan dalam Gambar 35, sektor transportasi sejauh ini merupakan sektor dengan emisi tertinggi sepanjang tahun 2050 di kedua skenario, diikuti oleh sektor rumah tangga dan sektor lainnya pada tingkat yang sama sekitar 15%. Pada tahun 2030, pengurangan sebesar 20% antara *Baseline* dan NZE telah tercapai, yang terutama didorong oleh sektor transportasi dan BEV. Penurunan tersebut meningkat lebih dari tiga kali lipat pada tahun 2040, mencapai dua pertiga dari total emisi CO₂ *Baseline*. Pada tahun 2050, *Baseline* mencapai 4 Mt dengan sektor transportasi mengambil porsi sebesar 65% dan sektor rumah tangga, industri, dan lainnya bergabung untuk 33% dengan kontribusi yang sama. Dalam skenario NZE, 60 kiloton CO₂ tersisa di seluruh sistem energi NTB, yang terkait dengan penerbangan. Mencapai emisi nol bersih atau *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)* akan membutuhkan emisi negatif untuk mengimbangi sisa CO₂, yang secara teknis layak menggunakan *Bioenergy Carbon Capture and Storage (BECCS)* atau kombinasi penerbangan jarak pendek yang menggunakan listrik, retrofit mesin jet

yang beroperasi dengan bahan bakar hidrogen, dan substitusi bahan bakar jet dengan *elektrofuel*. *E-jet fuel* misalnya dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar jet konvensional dan diproduksi dengan hidrogen terbarukan dan CO₂ yang ditangkap dalam teknologi CCS. Perbandingan CO₂ berbasis bahan bakar antara kedua skenario disajikan pada Gambar 36. Minyak diesel dan bensin mendorong emisi karbon dioksida sebagai sumber tenaga utama di skenario *Baseline*, diikuti oleh LPG. Konsumsi minyak diesel yang terus tumbuh menghasilkan 1,8 Mt, sementara emisi berbasis bensin mencapai puncaknya sekitar tahun 2040 dan LPG berada pada tingkat yang hampir konstan antara tahun 2020 dan 2050. Dalam skenario NZE, semua bahan bakar fosil dikurangi secara bertahap pada tahun 2050, kecuali avtur seperti yang disebutkan di paragraf sebelumnya.



Gambar 35. Emisi CO₂ Berdasarkan Sektor Pengguna Energi Final (diluar Pembangkitan Listrik)



Gambar 36. Emisi CO₂ Berdasarkan Jenis Bahan Bakar (diluar Pembangkitan Listrik)

6.9 Pesan Utama

Semua bagian dari bab ini menggambarkan dua narasi yang berbeda untuk total konsumsi energi final dalam dua skenario, yaitu *Baseline* dan Emisi Nol Bersih (*Net Zero Emissions/NZE*). Skenario *Baseline* membahas pendekatan yang lebih konservatif, mengikuti tren nasional dan provinsi serta target resmi yang dibuat oleh Pemerintah Pusat. Oleh karena itu, kebijakan transisi moderat diadopsi dalam berbagai sektor pengguna energi dan bahan bakar fosil sangat terlibat dalam seluruh cakupan temporal analisis.

NZE menyajikan pengembangan sistem energi yang jauh lebih ambisius, yang bertujuan untuk mencapai emisi nol bersih atau Emisi Nol Bersih (*Net Zero Emissions*) pada tahun 2050 di semua sektor dan proses. Itu memerlukan transformasi sistem yang ada secara keseluruhan yang melibatkan berbagai langkah dan strategi yang berbeda. Beberapa hal penting yang dapat disimpulkan adalah:

- Listrik adalah pendorong utama transisi energi, dimana implementasinya mencakup mayoritas sektor pengguna energi, meliputi berbagai aktivitas dan proses. Hal ini membuka peluang penerapan strategi elektrifikasi di sektor rumah tangga, komersil, industri, dan transportasi. Konsumsi listrik final mencapai 16 TWh dalam skenario *Baseline* dan 21,8 TWh di skenario NZE pada tahun 2050, yang masing-masing merupakan 41% dan 68% dari total konsumsi energi final.
- Efisiensi energi memiliki peran yang sangat penting dalam mencapai pembangunan ekonomi rendah karbon. Memisahkan intensitas energi dan pertumbuhan ekonomi sangat penting untuk menghindari beban pada sumber daya energi dan penggunaan sumber daya. Semua sektor menunjukkan potensi besar untuk mengurangi konsumsi energi dengan kebijakan, peralatan, dan pola perilaku yang tepat. Penghematan energi di skenario NZE mencapai hingga 20% dibandingkan dengan *Baseline* di akhir tahun 2050.
- Substitusi bahan bakar juga memiliki peran sentral dalam transisi energi Nusa Tenggara Barat. Indonesia secara umum merupakan negara dengan potensi biomassa yang besar dan telah mulai beralih ke praktik pemanfaatan biomassa modern. Namun, karena meningkatnya kebutuhan berbagai sektor terhadap suplai *biofuel*, pertimbangan cermat diperlukan pada faktor-faktor seperti sumber bahan baku, penggunaan lahan, dan masalah keberlanjutan lainnya. Pada tahun 2050, konsumsi bioenergi di Nusa Tenggara Barat, termasuk pemanfaatan langsung biomassa, biogas, *biogasoline*, *biodiesel*, dan *biofuel jet*, mencapai sekitar 19% dalam skenario NZE, sedangkan *Baseline* berada pada angka 13%, dengan *biodiesel* menjadi yang paling sering dikonsumsi.
- Emisi CO₂ terus tumbuh pada skenario *Baseline* yang menunjukkan kenaikan sekitar 35% antara tahun 2025 dan 2050, didominasi oleh sektor transportasi dengan nilai rata-rata 67% dari total CO₂ yang dihasilkan setiap tahun. Minyak diesel adalah bahan bakar dengan kontribusi emisi tertinggi. Puncaknya pada

tahun 2050 sebesar 1,86 Mt. Emisi CO₂ mencapai puncaknya pada tahun 2025 dalam skenario NZE, namun, tingkat tahun 2030 sedikit lebih rendah dengan perbedaan kurang dari 50 kiloton. Dibandingkan dengan *Baseline*, skenario NZE menggambarkan penurunan sebesar 20%, 68% dan 98% masing-masing pada tahun 2030, 2040 dan 2050. Pada tahun 2050, hanya 60 kt yang tersisa dalam sistem untuk NZE yang terkait dengan konsumsi bahan bakar penerbangan dan jet atau avtur.

- Untuk mencapai dekarbonisasi penuh di semua sektor pengguna energi final, perlu dipertimbangkan penerapan teknologi *Carbon Capture, Utilisation, and Storage* (CCUS) and *Bioenergy Carbon Capture and Storage* (BECCS), serta pengembangan bahan bakar gas dan cair sintetis yang belum dipertimbangkan dalam studi ini. Bahan bakar sintetis, yang juga dikenal sebagai *electro fuels*, misalnya *renewable methanol*, amonia, dan *e-jet fuel* diproduksi melalui proses yang ramah lingkungan dan secara luas diteliti sebagai kandidat potensial untuk mengatasi emisi yang tersisa dari aktivitas transportasi dan industri yang sulit dikurangi, misalnya penerbangan, pengiriman, dan produksi baja.

VII. EVOLUSI SEKTOR PEMBANGKITAN LISTRIK

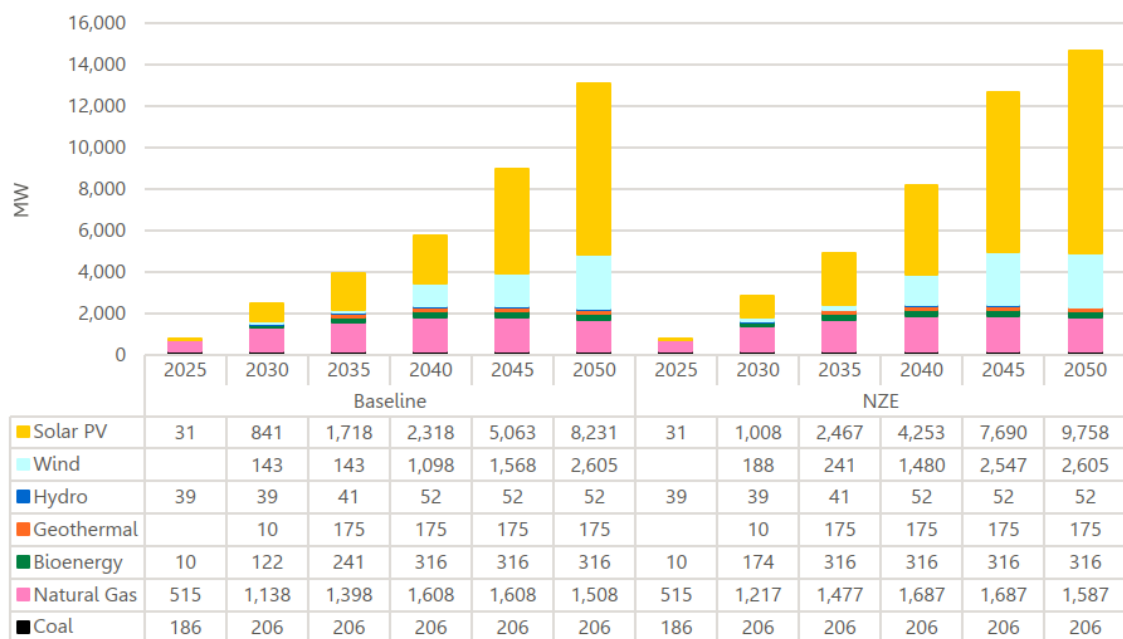
7.1 Temuan untuk Evolusi Sektor Ketenagalistrikan Menuju Emisi Nol Bersih (*Net Zero Emissions*) pada Tahun 2050

Bagian laporan ini menyajikan hasil optimalisasi penambahan kapasitas pembangkit listrik berbiaya terendah dan pengaturan beban listrik (*dispatch*) untuk sistem ketenagalistrikan Nusa Tenggara Barat antara tahun 2023 dan 2050, yang menawarkan analisis komprehensif tentang lanskap sistem ketenagalistrikan yang terus berkembang. Transisi skenario NZE dieksplorasi dan dianalisis dibandingkan dengan skenario *Baseline* yang mencerminkan pengembangan berdasarkan perencanaan nasional dan daerah, menyoroti faktor-faktor utama yang memengaruhi pengembangan sistem ketenagalistrikan menuju emisi nol bersih pada tahun 2050.

7.2 Penambahan Kapasitas Pembangkit Listrik Jangka Pendek dan Jangka Panjang yang Ekstensif, Terutama Surya dan Angin

Gambar 37 menunjukkan total kapasitas terpasang menurut sumber energi di dua skenario. Ini mewakili kapasitas yang ada dan yang direncanakan bersama dengan penambahan kapasitas yang dioptimalkan model. Penambahan kapasitas berlaku mulai tahun 2026 dan seterusnya di kedua skenario. Tahun ini dipilih dengan mempertimbangkan jadwal pragmatis untuk pengembangan baru yang paling awal. Penambahan kapasitas ini penting untuk dipertimbangkan karena, khususnya dalam kasus NZE, karena pertumbuhan permintaan listrik lebih tinggi daripada yang direncanakan semula dalam RUPTL 21.

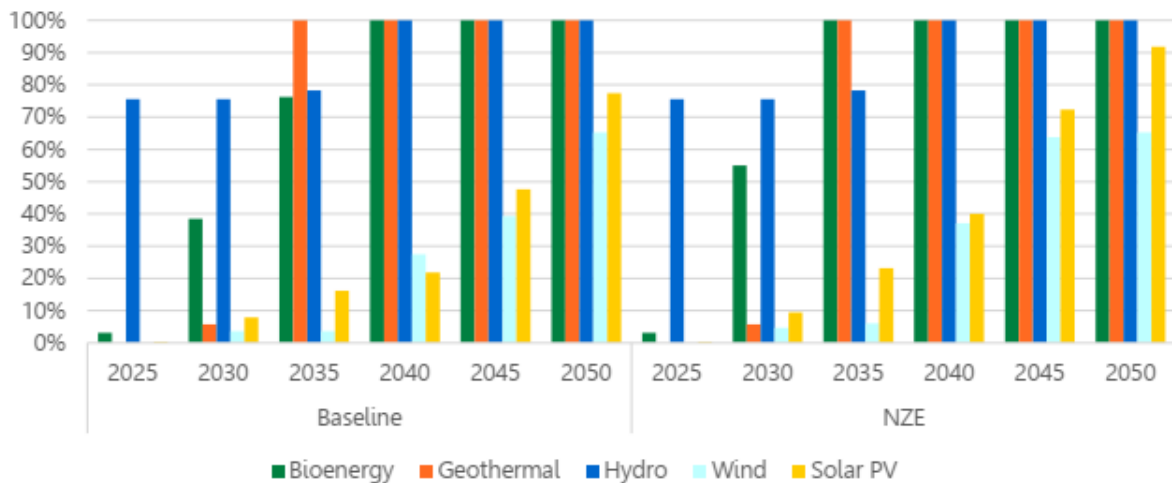
Kapasitas pembangkitan listrik di Nusa Tenggara Barat berubah dari bauran pembangkitan listrik yang sebagian besar terdiri dari bahan bakar fosil menjadi penambahan kapasitas pembangkitan listrik di mana menjelang tahun 2050, energi terbarukan menyumbang porsi terbesar dari kapasitas terpasang. Lebih tepatnya tenaga surya dan angin merupakan sebagian besar kapasitas terpasang dalam dua skenario diikuti oleh kapasitas gas alam yang signifikan. Panas bumi dan bioenergi juga mengalami perkembangan yang mencolok, memanfaatkan ketersediaan sumber daya di wilayah tersebut.



Gambar 37. Kapasitas Terpasang di Nusa Tenggara Barat di Kedua Skenario

Seperti disebutkan, kedua skenario tersebut memerlukan investasi besar untuk penambahan kapasitas pembangkitan listrik. Gambar 37 menunjukkan investasi kumulatif di Nusa Tenggara Barat, sedangkan Gambar 38 menggambarkan persentase total potensi energi terbarukan yang digunakan dalam tahun-tahun simulasi. Investasi paling menonjol dalam jangka pendek hingga menengah berada di Lombok sedangkan jangka panjang di Sumbawa. Di Lombok, peningkatan kapasitas yang stabil sejak tahun 2030 dapat dilihat dalam kedua skenario, dan perluasannya serupa dalam kedua skenario. Perbedaan utama yang mencolok antara skenario dasar dan NZE, untuk Lombok, adalah kapasitas gas alam tambahan dalam skenario NZE. Hal ini merupakan konsekuensi tidak hanya dari permintaan yang lebih tinggi dalam skenario NZE, tetapi juga persyaratan untuk pembangkitan yang dapat didistribusikan untuk mendukung peningkatan penyebaran tenaga surya dan angin dalam sistem, seperti yang akan terlihat dalam hasil selanjutnya. Di Sumbawa, ada pertumbuhan eksponensial investasi untuk peningkatan kapasitas pembangkit dalam skenario *Baseline*, lebih khusus lagi untuk tenaga surya dan angin. Peningkatan kapasitas ini bahkan lebih luas dalam skenario NZE, mencapai kapasitas hampir 9 GW pada tahun 2050. Peningkatan yang mencolok dalam kapasitas tenaga surya dan angin merupakan konsekuensi dari potensi energi terbarukan ini di Provinsi Nusa Tenggara Barat beserta fakta bahwa teknologi PV dan angin menyediakan solusi termurah untuk produksi listrik. Meskipun masih terdapat potensi untuk tenaga surya dan angin, pengembangannya dibatasi untuk memperhitungkan penerapan yang realistis dan pengembangan rantai pasokan yang dibutuhkan. Namun, investasi kapasitas yang dihasilkan

didasarkan pada kondisi ideal, tidak mempertimbangkan misalnya ketersediaan modal dan biaya lahan, yang dapat memengaruhi kapasitas terpasang.



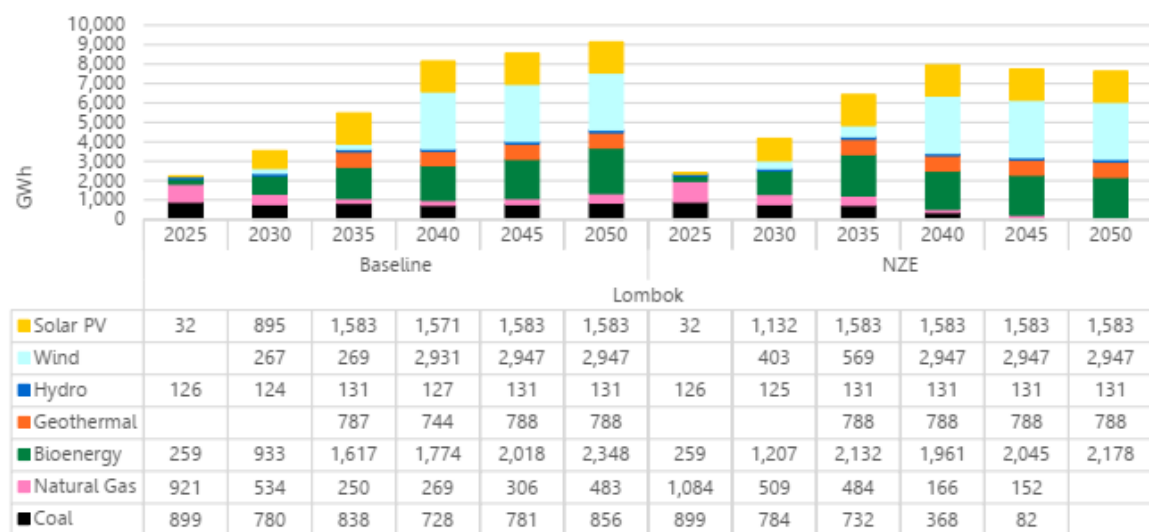
Gambar 38. Komposisi Pemanfaatan Potensi Energi Terbarukan untuk Kapasitas Pembangkitan Listrik di Kedua Skenario

Untuk panas bumi, pengembangan kapasitasnya sama di kedua skenario. Sebagian besar sumber daya hidro atau air yang tersedia sudah dimanfaatkan, dan laju peningkatan kapasitas sama di kedua skenario. Dalam skenario NZE, penambahan investasi dalam kapasitas bioenergi lebih awal dibandingkan dengan skenario Dasar. Dalam skenario NZE, potensi bioenergi penuh dimanfaatkan pada tahun 2034, dibandingkan dengan tahun 2038 dalam skenario Dasar. Sebagian besar pengembangan kapasitas bioenergi berada di Lombok. Transformasi kapasitas pembangkit listrik di Nusa Tenggara Barat mencerminkan pergeseran signifikan dari bahan bakar fosil ke energi terbarukan. Kedua skenario memerlukan investasi substansial dalam perluasan kapasitas, dengan fokus jangka pendek hingga menengah pada Lombok karena merupakan pusat permintaan (*demand*) yang lebih besar, tetapi dalam jangka panjang potensi yang tersedia di Sumbawa lebih terkapitalisasi. Transisi ini sangat penting menuju sistem energi yang kurang intensif CO₂, dengan total peningkatan energi terbarukan sebesar 13 GW dalam skenario NZE.

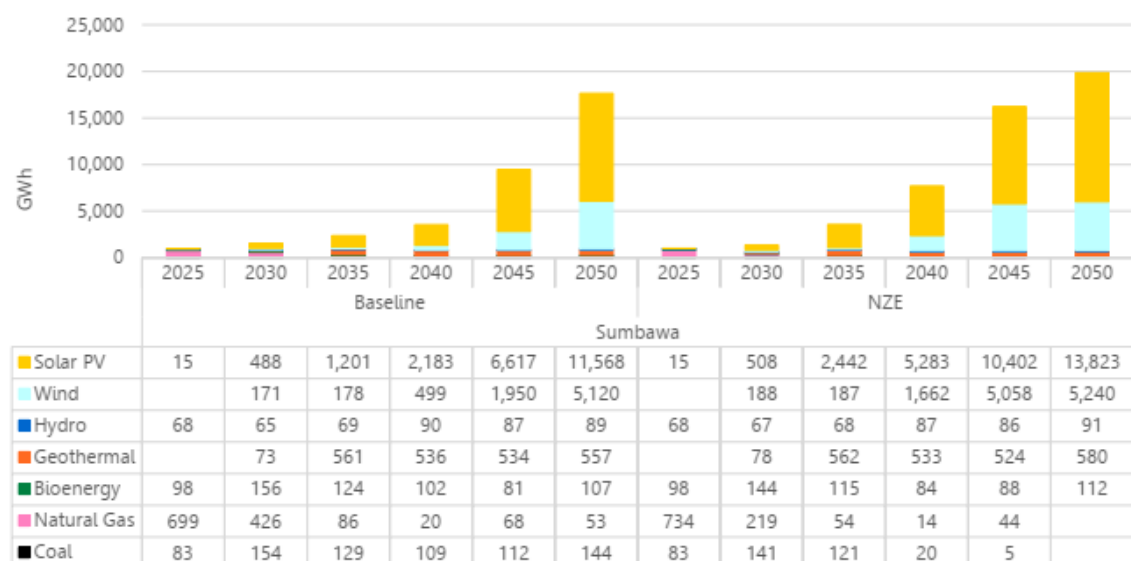
7.3 Pembangkitan Listrik : Listrik Berbasis Energi Terbarukan Mendominasi Pembangkitan Listrik

Dalam kedua skenario, pemanfaatan energi terbarukan yang sangat besar terlihat karena tingginya investasi. Ketika melihat bauran pembangkitan listrik di Lombok, Gambar 39, terlihat jelas bagaimana bauran pembangkitan listrik berubah lebih radikal dalam jangka panjang. Menjelang tahun 2050, dalam kasus skenario NZE, bahan bakar fosil dihapuskan dari pembangkitan listrik. Sebaliknya, dalam skenario

Baseline, pemanfaatan sumber-sumber ini menurun pada awalnya hingga tahun 2030 dan kemudian meningkat lagi menjelang tahun 2050. Total pembangkitan listrik di Lombok lebih tinggi dalam skenario *Baseline*, di mana tidak adanya target CO₂ memungkinkan pemanfaatan aset yang ada dan dengan demikian pembangkitan listrik dari bahan bakar fosil hingga tahun 2050. Listrik yang dihasilkan lebih rendah dalam skenario NZE adalah sekitar 1500 GWh. Ini adalah perbedaan yang lebih mencolok ketika perbedaan permintaan listrik antara skenario *Baseline* dan NZE dipertimbangkan. Sebagaimana akan dibahas pada bagian selanjutnya, perbedaan di Lombok dalam skenario NZE ditutupi melalui peningkatan impor dari Sumbawa.



Gambar 39. Pembangkitan Listrik di Kedua Skenario di Pulau Lombok



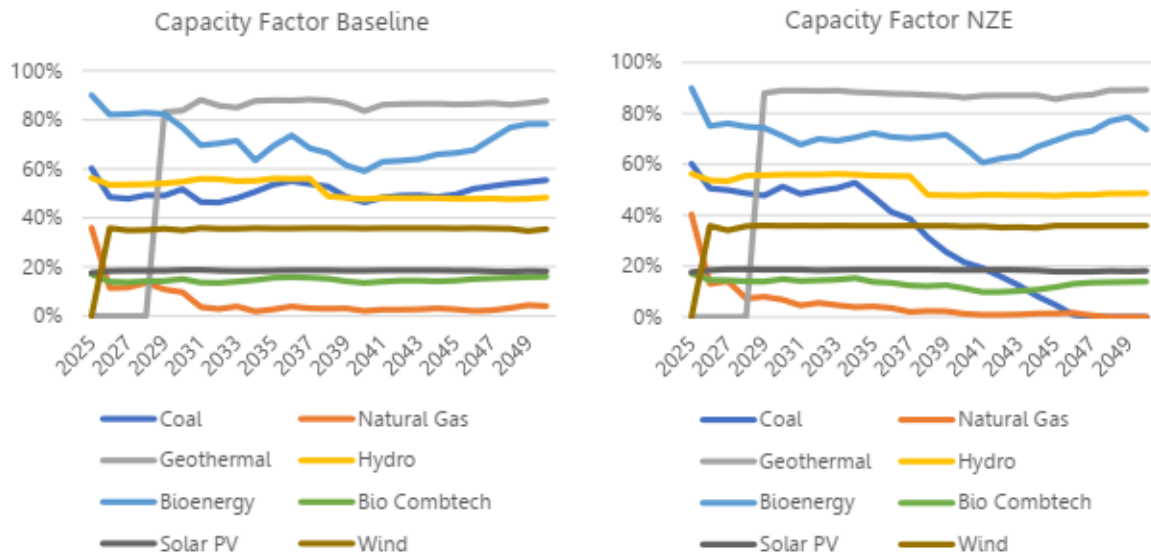
Gambar 40. Pembangkitan Listrik di Kedua Skenario di Pulau Sumbawa

Dalam konteks Sumbawa, menjelang tahun 2050, tren penting muncul dalam kedua skenario: pertumbuhan eksponensial dalam pembangkitan listrik menjadi nyata. Sumber utama peningkatan produksi listrik ini adalah energi terbarukan, dengan tenaga surya dan angin sebagai sumber utama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 40. Dalam skenario *Baseline*, ketergantungan pada bahan bakar fosil menurun hingga tahun 2040, tetapi kemudian mengalami sedikit peningkatan antara tahun 2040 dan 2050. Sebaliknya, skenario NZE mempertahankan penurunan yang konsisten dan tak terputus dalam penggunaan bahan bakar fosil, yang akhirnya mencapai nol gigawatt-jam (GWh) daya yang dihasilkan pada tahun 2050. Khususnya, di Sumbawa, tidak seperti Lombok, skenario NZE melihat jumlah listrik yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan dasar. Kesenjangan ini dapat dikaitkan dengan potensi Sumbawa yang lebih unggul untuk sumber energi terbarukan jika dibandingkan dengan Lombok.

Dapat diharapkan secara wajar bahwa, ketika membandingkan kedua skenario antara kedua pulau tersebut, pencapaian NZE, khususnya dengan mempertimbangkan permintaan (*demand*) yang lebih tinggi di Lombok dibandingkan dengan Sumbawa, akan sangat bergantung pada penerapan langkah-langkah fleksibilitas dan perluasan jaringan transmisi. Faktor-faktor tambahan yang berkontribusi untuk mencapai skenario NZE akan disorot lebih lanjut di bab ini.

7.4 Pengurangan Bertahap Operasional PLTU Batubara dan PLT Gas untuk Mencapai *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)* Lebih Awal

Faktor kapasitas (*Capacity Factor/CF*), adalah ukuran output aktual atau produksi energi dari pembangkit listrik sebagai persentase dari output potensial maksimumnya, merupakan elemen penting untuk memahami pemanfaatan kapasitas terpasang. Di Nusa Tenggara Barat, CF untuk panas bumi mendekati maksimum, 90% di kedua skenario. Hal yang sama juga berlaku untuk tenaga air, di mana faktor kapasitas mendekati level maksimum 56%. Dalam skenario *Baseline*, CF untuk batu bara dan gas alam relatif lebih tinggi pada awalnya. Untuk batu bara, CF sedikit bervariasi sepanjang periode. CF untuk gas alam berkurang dalam jangka menengah dan berada di bawah 10% dari tahun 2030 hingga 2050. Pada akhir periode simulasi, antara tahun 2045 dan 2050, CF meningkat menjadi sekitar 5% tetapi tidak mencapai tingkat pemanfaatan awal.



Gambar 41. Faktor Kapasitas Pembangkitan Listrik untuk Masing-Masing Teknologi Pembangkitan Listrik di Kedua Skenario

Sebaliknya, dalam skenario NZE, terdapat pergeseran yang nyata ke arah pemanfaatan sumber energi yang lebih bersih. Faktor kapasitas batu bara dan gas alam menurun secara signifikan, yang mencerminkan berkurangnya ketergantungan pada bahan bakar fosil. Lebih khusus lagi, CF batu bara turun setelah tahun 2035, yang menunjukkan penurunan yang stabil dalam penggunaan sumber ini dalam skenario NZE. CF gas alam mengikuti tren yang sama di NZE dan Baseline dengan perbedaan utama setelah tahun 2045, di mana dalam skenario NZE mencapai nol untuk memenuhi target skenario. Teknologi gabungan panas bumi, hidro, bioenergi, dan teknologi bio lainnya terus mempertahankan faktor kapasitas yang stabil di seluruh periode yang disimulasikan, Gambar 41.

7.5 Meningkatnya Porsi Energi Terbarukan dalam Bauran Pembangkitan Listrik

Gambar 42 menunjukkan porsi bahan bakar terbarukan dan fosil yang mencakup pembangkitan listrik dalam dua skenario. Kontribusi produksi listrik terbarukan tumbuh pesat di kedua skenario di kedua pulau. Melihat Lombok, dalam skenario *Baseline*, porsi awal 19% dari RE pada tahun 2025 melonjak menjadi 63% pada tahun 2030 dan mencapai sekitar 88% pada tahun 2040, tujuan pengurangan CO₂ yang berbeda, yang terdiri dari nol bersih nasional pada tahun 2060, ditambah dengan meningkatnya permintaan listrik mengakibatkan sedikit penurunan kontribusi energi terbarukan dalam bauran listrik pada tahun 2050. Dalam skenario NZE, kontribusi awal energi terbarukan yang lebih rendah pada tahun 2025 dibandingkan dengan skenario dasar disebabkan oleh permintaan listrik yang lebih tinggi dalam skenario tersebut. Menjelang tahun 2050, kontribusi energi terbarukan dalam pembangkitan listrik melampaui skenario *Baseline*. Pada tahun

2030, investasi besar-besaran menghasilkan porsi sebesar 69% dan mencapai 100% dari total pembangkitan listrik pada tahun 2050. Hasil serupa dapat dilihat di Sumbawa, di mana untuk skenario *Baseline*, kontribusi EBT mengalami peningkatan yang stabil hingga mencapai sekitar 99% dari bauran pembangkitan pada tahun 2050. Dalam skenario EBT, kontribusi pembangkitan listrik berbasis EBT telah melampaui 99% pada tahun 2040 dan mencapai 100% pada tahun 2050. Secara keseluruhan, peningkatan porsi EBT pada kedua skenario sebagian besar disebabkan oleh peningkatan penggunaan PV surya, terutama di Sumbawa, di mana sistem tenaga listrik sepenuhnya berbasis EBT mulai tahun 2048.



Gambar 42. Kontribusi Listrik Berbasis EBT dalam Bauran Pembangkitan Listrik di Kedua Skenario Provinsi Nusa Tenggara Barat

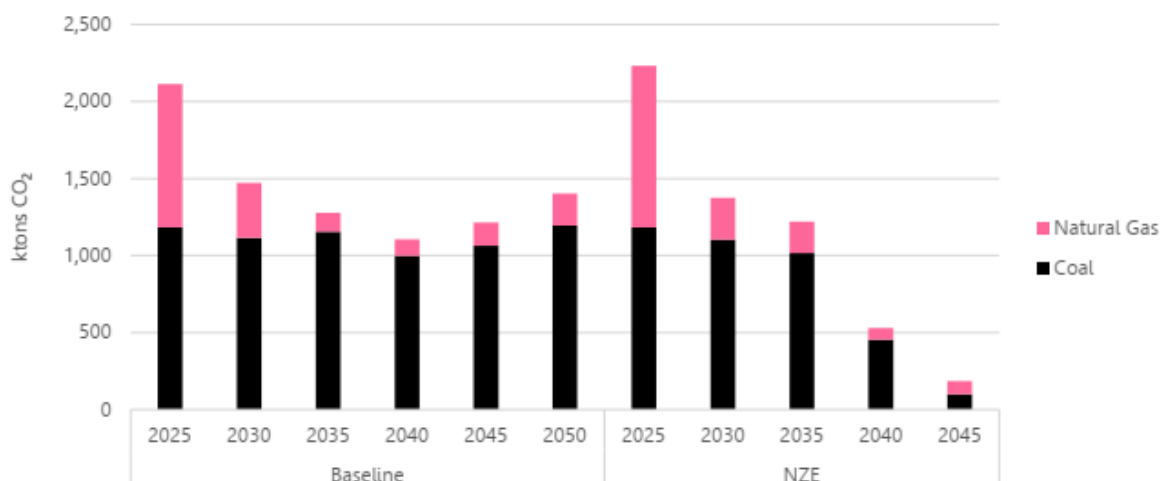
Implikasi dari pembahasan di atas adalah bahwa peningkatan EBT melekat pada pencapaian target CO₂. Oleh karena itu, hal ini meniadakan perlunya penetapan target EBT dan CO₂.

7.6 Pengurangan Emisi CO₂ hingga ke Kondisi *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)* Sangat Mungkin Dilakukan

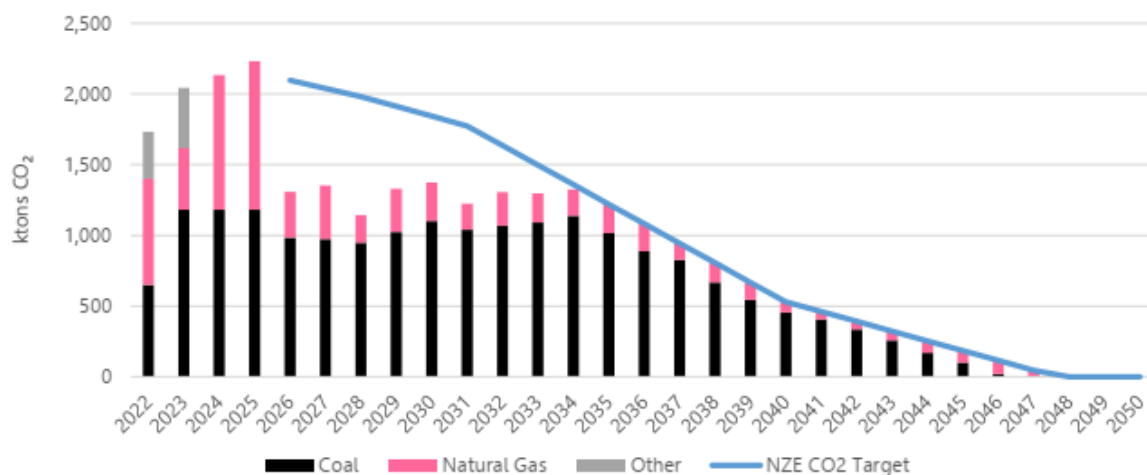
Terkait emisi CO₂, terdapat kendala dalam skenario NZE, yaitu membatasi emisi CO₂ tahunan, mencapai nol sebelum tahun 2050. Target emisi nol bersih mencakup seluruh perekonomian. Sektor listrik merupakan sektor utama, yang saat ini menghasilkan hampir setengah dari emisi CO₂ di Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Untuk memahami dampak pada emisi CO₂, penting untuk mengetahui asumsi mengenai jumlah CO₂ yang dilepaskan per unit bahan bakar untuk kedua skenario.

Emisi diukur dalam kilogram per gigajoule (kg/GJ) bahan bakar yang dikonsumsi, dengan angka 56,8 kg/GJ untuk gas alam dan 106,4 kg/GJ untuk batu bara. Selain sektor listrik, sektor energi juga merupakan penyumbang utama emisi CO₂, selain itu sektor pertanian juga merupakan sektor yang berkontribusi besar terhadap emisi CO₂.



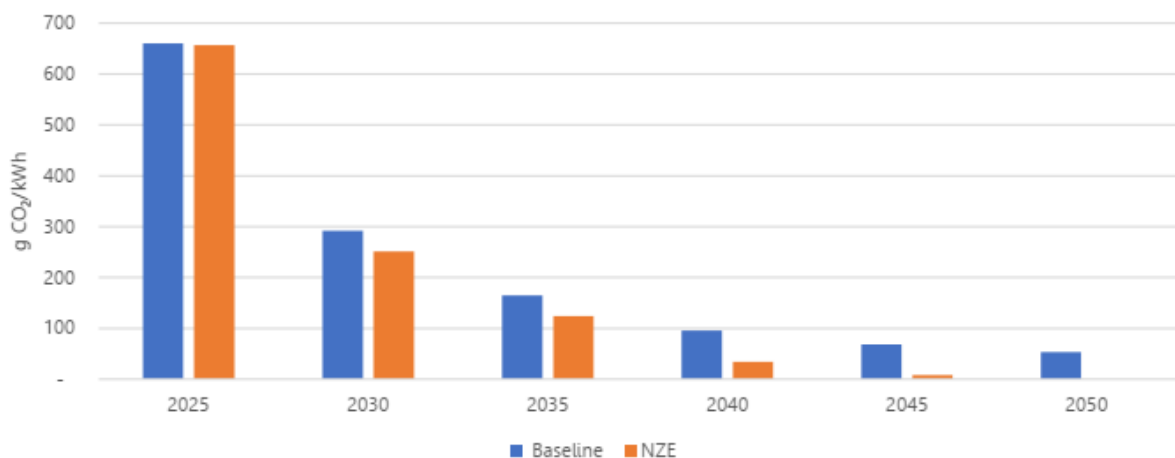
Gambar 43. Emisi CO₂ Berdasarkan Bahan Bakar untuk Pembangkitan Listrik di Kedua Skenario Provinsi Nusa Tenggara Barat



Gambar 44. Emisi CO₂ Berdasarkan Bahan Bakar untuk Pembangkitan Listrik di Skenario NZE dan Target Emisi CO₂

Melihat Gambar 43, terlihat jelas bagaimana terdapat pengurangan emisi CO₂ jangka pendek yang signifikan dari sektor kelistrikan Nusa Tenggara Barat, hal ini dikarenakan adanya investasi jangka pendek yang besar yang dimulai pada tahun 2026. Jika dibandingkan dengan emisi, terdapat emisi yang sedikit lebih rendah pada skenario NZE pada tahun 2030, yaitu sebelum batas emisi CO₂ menjadi

mengikat. Hal ini dikarenakan adanya perluasan kapasitas transmisi yang lebih awal pada skenario NZE (dari tahun 2028 dibandingkan dengan tahun 2031 pada garis dasar). Dalam jangka menengah hingga panjang, pengurangan emisi CO₂ yang signifikan pada skenario NZE dimulai sekitar tahun 2035, yaitu saat target CO₂ menjadi mengikat, seperti yang terlihat pada Gambar 44. Intensitas CO₂ menggambarkan jumlah CO₂ yang diemisikan untuk setiap unit listrik yang dihasilkan di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Pengurangan paling dramatis terjadi antara tahun 2025 dan 2030, tetapi juga berlanjut hingga tahun 2040. Setelah tahun 2040, intensitas CO₂ untuk produksi listrik stagnan dalam skenario *Baseline* tetapi berkurang menjadi nol dalam skenario NZE setelah pembatasan emisi CO₂. Dalam skenario NZE, nol bersih di sektor listrik tercapai pada tahun 2048, karena elektrifikasi merupakan solusi utama untuk dekarbonisasi sektor lain, sektor listrik harus mencapai nol emisi sebelum sektor lain untuk memungkinkan dekarbonisasi total Nusa Tenggara Barat. Gambar 45 merangkum tren intensitas CO₂ per kWh listrik yang dihasilkan. Di sini, dapat dilihat bagaimana kedua skenario secara keseluruhan secara substansial menurunkan emisi CO₂ rata-rata dan bagaimana hanya skenario NZE yang mencapai nol pada tahun 2050. Secara keseluruhan, ini menunjukkan bahwa meskipun ada peningkatan permintaan (*demand*), dalam jangka panjang, sumber pembangkit listrik yang lebih murah dan kurang emisif, seperti tenaga surya dan angin, menyebabkan berkurangnya emisi per unit listrik yang dihasilkan.

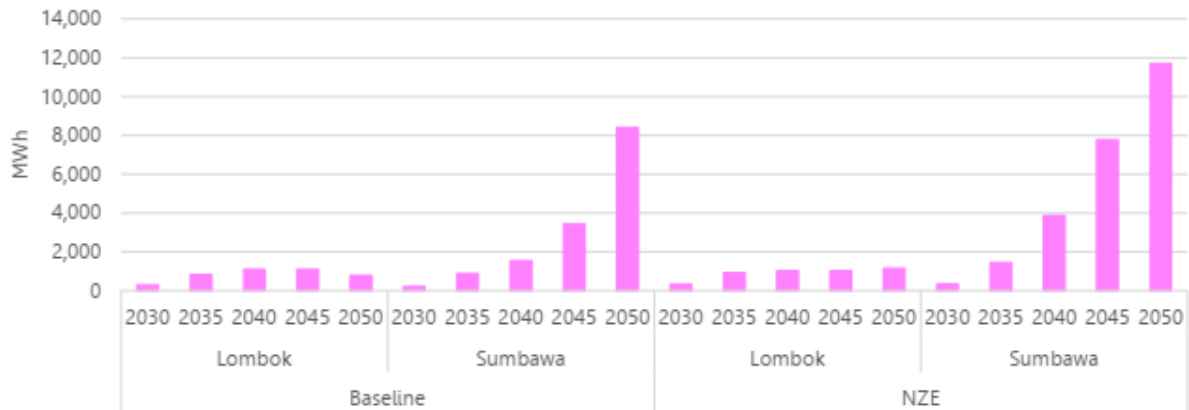


Gambar 45. Emisi CO₂ Berdasarkan Listrik yang Dihasilkan di Kedua Skenario

7.7 Peningkatan Kapasitas Penyimpanan Baterai Diperlukan untuk Pemanfaatan Maksimal dan Fleksibilitas PLTS

Sistem yang sangat bergantung pada produksi energi *intermittent* memerlukan strategi fleksibilitas, salah satunya adalah penyimpanan (*storage*). Gambar 46 menunjukkan bagaimana investasi dalam penyimpanan (*storage*) selama periode simulasi mengikuti pola produksi energi *intermittent* yang menunjukkan investasi dalam kapasitas baterai di Lombok dan Sumbawa, dengan pembangunan yang

jauh lebih besar di Sumbawa. Terlihat bahwa investasi dalam kapasitas baterai di skenario NZE lebih tinggi dibandingkan dengan skenario *Baseline*. Ada korelasi yang jelas antara kapasitas PLTS dan penyimpanan. Selain itu, ketika biaya penyimpanan (*storage*) menurun, investasi pun meningkat. Penyimpanan (*storage*) yang meningkat memungkinkan pemanfaatan PLTS yang lebih baik, sehingga kelebihan listrik disimpan pada siang hari dan dikeluarkan pada malam hari saat permintaan puncak terjadi. Perilaku operasional *dispatch* ini dibahas secara rinci di sub bagian 7.9.



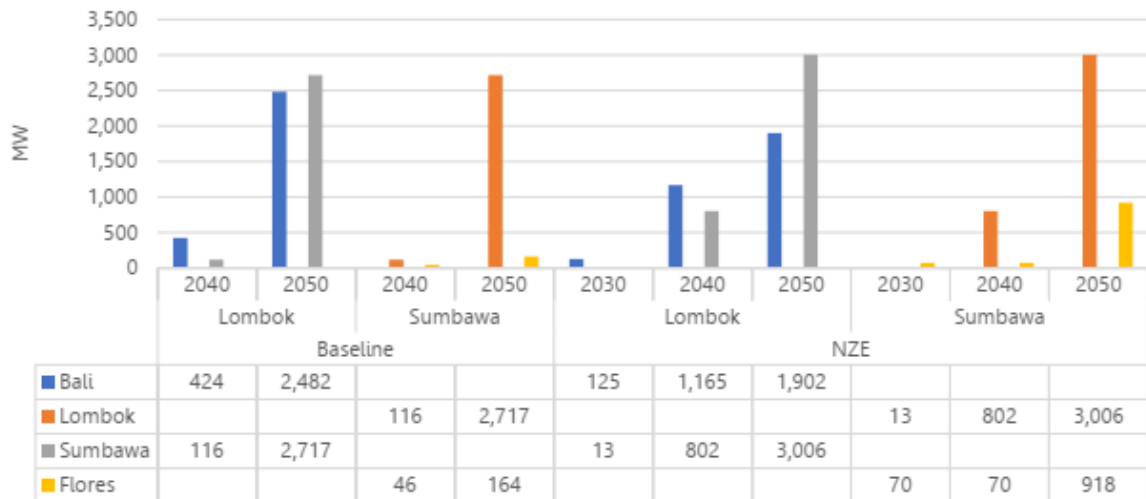
Gambar 46. Kapasitas Penyimpanan (*Storage*) di Kedua Skenario untuk Lombok dan Sumbawa

7.8 Interkoneksi Memaksimalkan Pemanfaatan Sumber Daya dan Mendukung Upaya Dekarbonisasi Nasional

Gambar 47 menunjukkan kapasitas transmisi daya terpasang antara Lombok, Sumbawa, dan pulau-pulau tetangga. Gambar 48 menunjukkan *net flow* interkoneksi dalam dua skenario. Studi ini mengungkap temuan penting mengenai koneksi transmisi daya di wilayah tersebut. Secara khusus, studi ini menggarisbawahi pentingnya interkoneksi antara pulau-pulau utama seperti yang terlihat melalui hubungan transmisi daya antara Bali dan Lombok, Lombok dan Sumbawa, serta Sumbawa dan Flores. Karena pertumbuhan permintaan (*demand*) yang jauh lebih tinggi dalam skenario NZE, perluasan kapasitas transmisi dimulai di tahun 2028, dengan mengingat bahwa secara pragmatis akan memakan waktu setidaknya 5 tahun sebelum proyek interkoneksi tersebut dapat direalisasikan. Untuk skenario *Baseline*, tahun paling awal untuk perluasan ini adalah 2031, dengan menjaga kapasitas transmisi sesuai dengan RUPTL21 hingga 2030.

Koneksi antara Bali-Lombok: Dalam kedua skenario, ada peningkatan yang nyata dalam transmisi daya dari Lombok untuk memenuhi permintaan daya tinggi dalam sistem Jawa-Bali. Pada tahun 2050, meskipun ada perluasan besar dalam kapasitas transmisi antara Lombok dan Bali dalam kedua skenario, di skenario

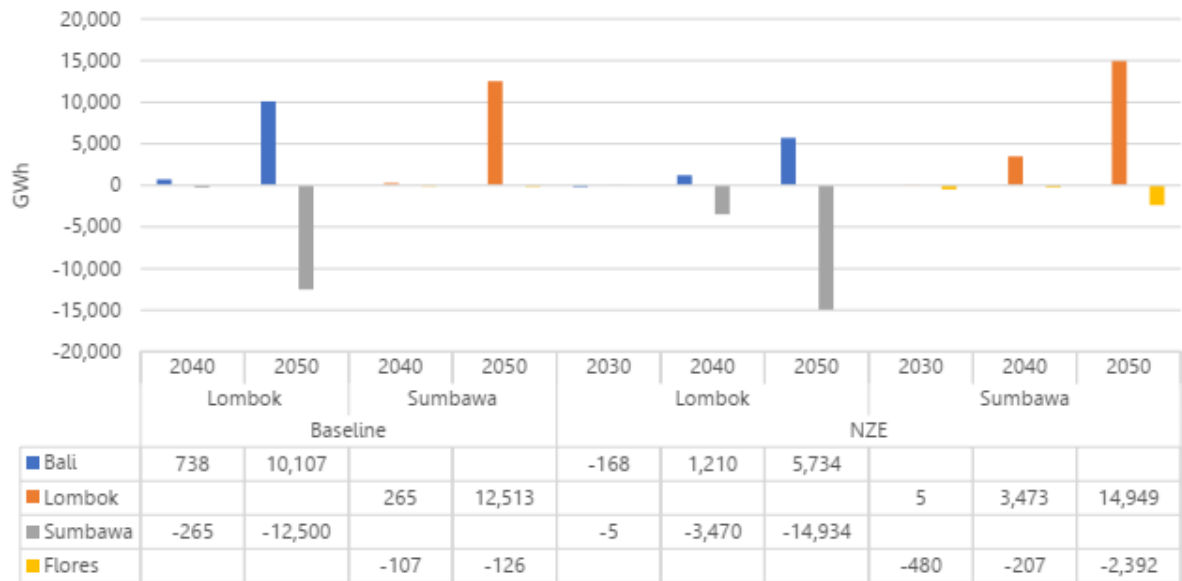
Baseline ukuran transmisi lebih besar. Dalam kedua kasus tersebut, ada transfer kelebihan daya dari Sumbawa ke sistem Jawa-Bali melalui Lombok. Ketersediaan listrik PLTS dengan biaya rendah di Sumbawa memungkinkan keseimbangan sistem di tingkat nasional. Hal ini didiskusikan lebih lanjut di bagian 7.9.



Gambar 47. Kapasitas Transmisi yang Terpasang di Kedua Skenario

Selain aliran transmisi ke Bali, terdapat transmisi listrik antarpulau dari Sumbawa ke Lombok, hal ini dimaksudkan untuk memungkinkan pemanfaatan potensi sumber daya surya yang tinggi di Sumbawa dengan lebih baik. Terutama, meskipun terjadi transfer energi yang lebih tinggi dari Sumbawa ke Lombok dalam skenario NZE, aliran menuju Bali lebih rendah karena listrik dari Sumbawa digunakan untuk memenuhi permintaan yang lebih tinggi di Lombok karena kriteria NZE.

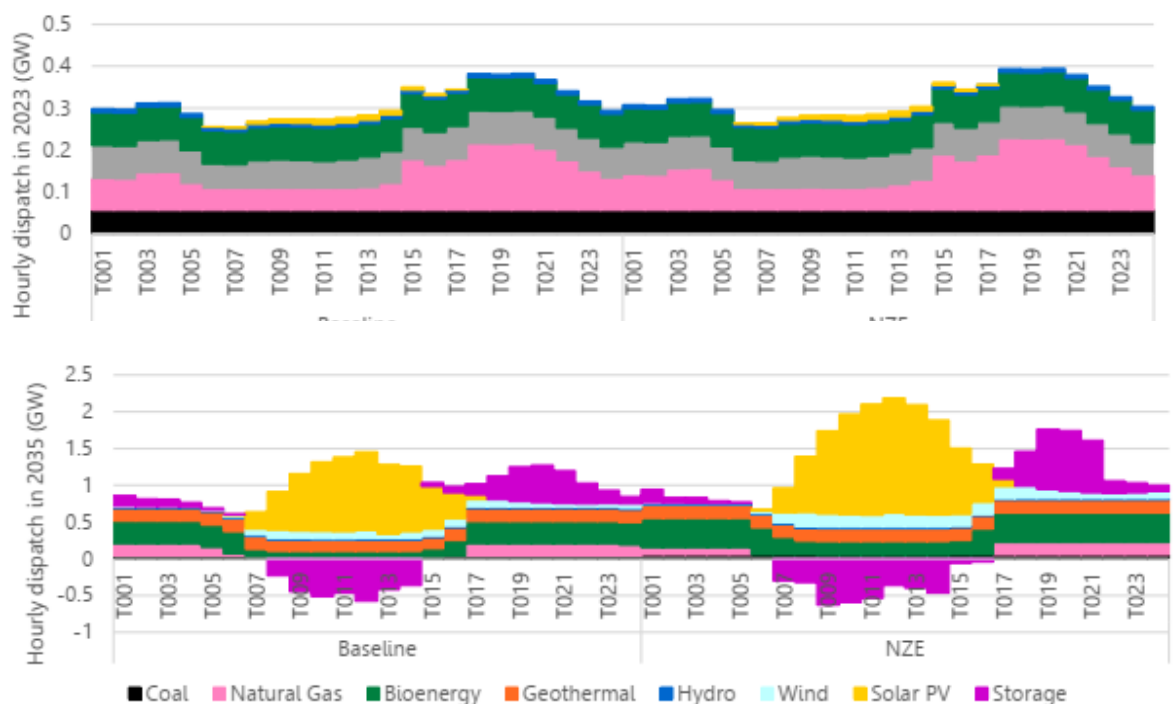
Di sisi lain, dalam skenario NZE, dapat dilihat bagaimana aliran dari dan ke Nusa Tenggara Barat dimulai lebih awal dan bagaimana transmisi listrik rata-rata lebih tinggi di semua jalur transmisi. Target pengurangan CO₂ sebenarnya diterjemahkan dalam koneksi yang lebih tinggi sebagai bentuk fleksibilitas dan karenanya dalam investasi yang lebih tinggi dalam jalur transmisi. Seperti yang terlihat pada Gambar 48, bahwa dalam kedua skenario, lonjakan permintaan listrik mengarah pada interkoneksi antara kedua pulau ini dan dengan wilayah tetangga. Variasi dalam aliran keseluruhan selama bertahun-tahun juga terlihat dalam bagaimana kapasitas transmisi dikembangkan pada tahun 2050.

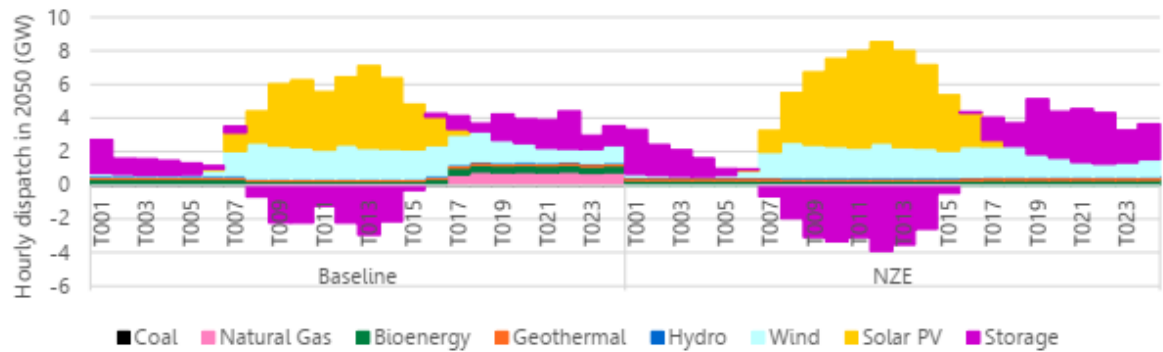


Gambar 48. Aliran Transmisi ke dan dari Lombok dan Sumbawa

7.9 Perubahan Perilaku Pengguna Energi: Peningkatan VRE dan Penyimpanan (Storage) Mengubah Penyaluran Energi (Energy Dispatch)

Subbag ini bertujuan untuk menjelaskan perilaku operasional sektor kelistrikan. Hal ini dilakukan dengan menggunakan hasil dari model yang disimulasikan, dimana optimalisasi penyaluran (*dispatch*) dilakukan dengan interval per jam dan komitmen pembatasan unit. Gambar 49 menunjukkan evolusi *dispatch* untuk tahun dasar (2023), jangka menengah (2035), dan tahun akhir (2050). Penyaluran (*dispatch*) yang ditunjukkan adalah untuk satu hari (24 jam) dari rata-rata satu minggu untuk Nusa Tenggara Barat.

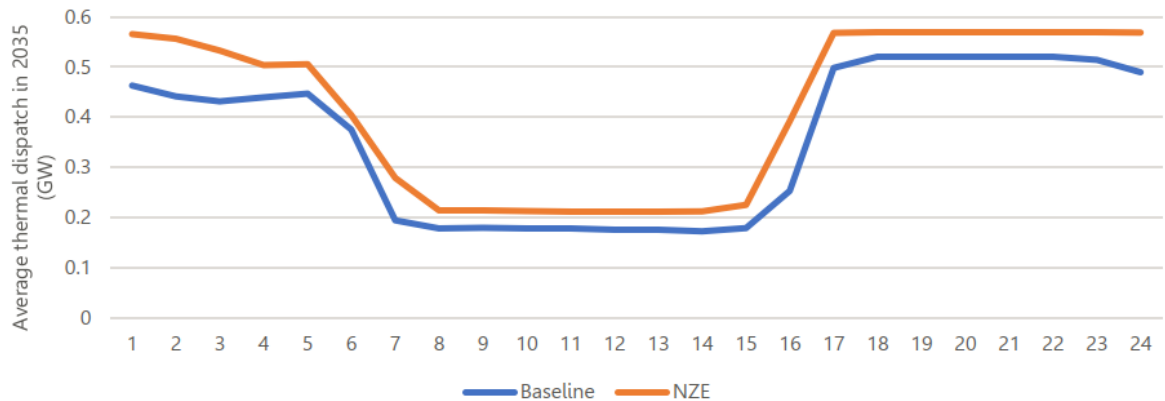




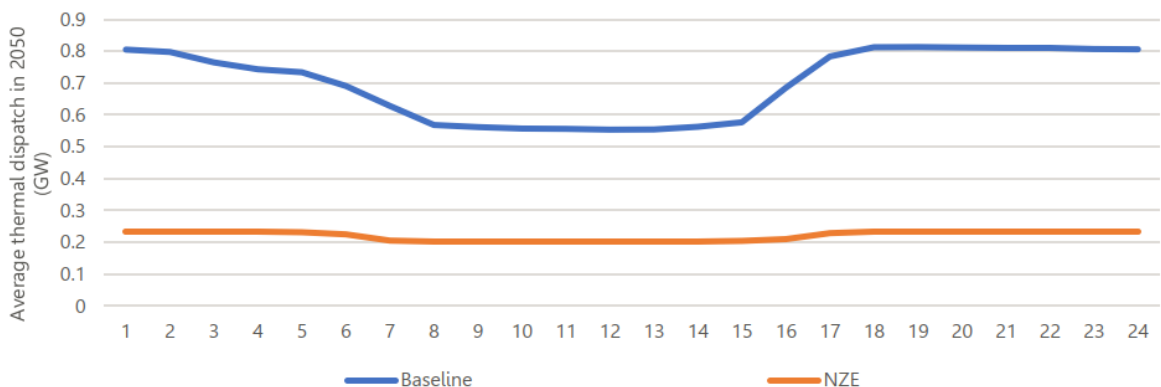
Gambar 49. Penyaluran Energi Listrik per Jam (*Hourly Dispatch*) Untuk Satu Hari dari Rata-rata Satu Minggu untuk Tahun 2023, 2035 dan 2050

Pada tahun dasar (2023) tidak terlihat perbedaan antara skenario *Baseline* dan NZE. Selain itu, penyaluran energi (*dispatch*) menunjukkan bahwa kondisi saat ini terdiri dari pembangkitan listrik dari batu bara, gas alam, minyak diesel (lainnya) dan biomassa, dengan kontribusi kecil dari tenaga air dan tenaga surya. Perubahan paling signifikan yang terlihat dalam bauran energi untuk jangka menengah (2035), dibandingkan dengan tahun dasar, adalah adanya peningkatan pembangkitan dari tenaga surya, panas bumi dan biomassa, dengan penyimpanan (*storage*) memainkan peran kunci. Hal ini memungkinkan penggantian listrik dari bahan bakar yang mahal dan emisif seperti batu bara dan gas alam, terutama di siang hari ketika sumber daya tenaga surya tersedia. Selain itu, teknologi penyimpanan (dilihat sebagai negatif dalam grafik) bertepatan dengan ketersediaan listrik berbasis tenaga surya yang lebih tinggi, dan energi yang tersimpan ini dikeluarkan di kemudian hari sekitar jam permintaan puncak. Hal ini memungkinkan pemanfaatan energi surya yang optimal. Ada juga peningkatan pembangkitan listrik dari tenaga angin dibandingkan dengan tahun dasar. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah bahwa dengan peningkatan permintaan (*demand*) tahunan, pembangkitan listrik setiap jam juga meningkat. Lebih jauh, semua tren ini diperkuat dalam hasil simulasi NZE dibandingkan dengan *Baseline*. Hal ini tercermin dalam pembangkitan listrik berbasis surya, angin, dan biomassa yang jauh lebih tinggi, sebagai konsekuensi tidak hanya dari permintaan yang lebih tinggi dalam skenario NZE, tetapi juga pembatasan emisi. Pada tahun terakhir (2050), tren yang dibahas di atas terus berlanjut. Penyaluran energi (*dispatch*) dalam kedua skenario sebagian besar terdiri dari surya dan angin bersama dengan pemanfaatan penyimpanan (*storage*) yang lebih besar. Perbedaan utama antara *Baseline* dan NZE (selain besarnya, karena perbedaan permintaan) adalah bahwa tidak ada pembangkitan berbasis batu bara atau gas di NZE, yang mencerminkan nol bersih untuk sektor listrik. Karena pembatasan emisi tidak diterapkan pada *Baseline*, karena pembangkitan listrik dari gas dan batu bara masih terlihat.

7.10 Dalam Jangka Menengah, Peningkatan Kapasitas Pembangkit Listrik Termal Memberikan Fleksibilitas dan Mendukung Integrasi PLTS



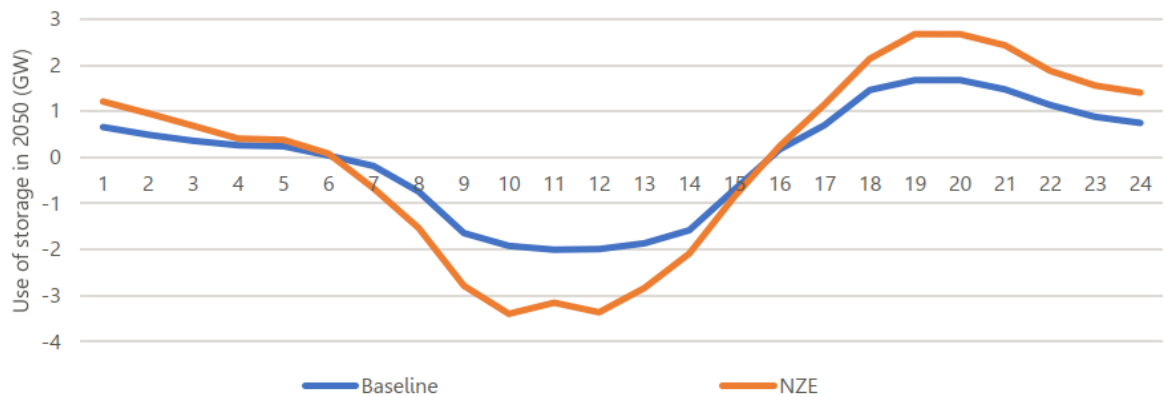
Gambar 50. Rata-Rata Penyaluran Energi Listrik dari Pembangkit Termal di Tahun 2035



Gambar 51. Rata-Rata Penyaluran Energi Listrik dari Pembangkit Termal di Tahun 2050

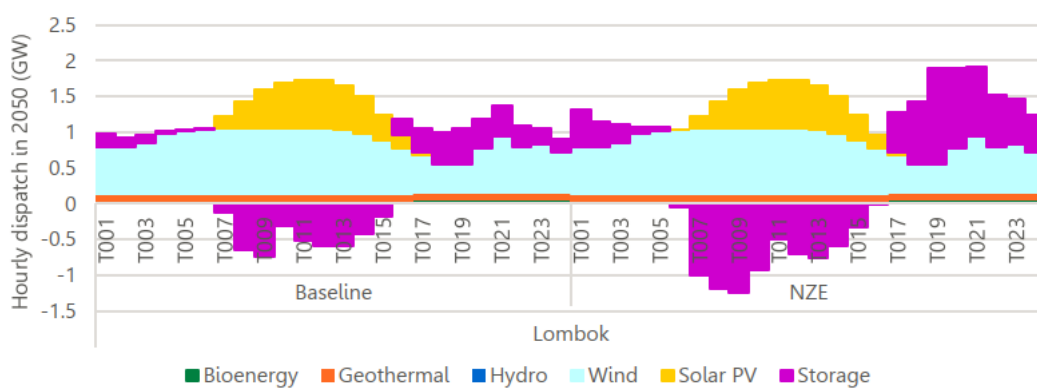
Gambar 50 dan Gambar 51 menggambarkan operasi rata-rata harian pembangkitan listrik berbasis termal yang dapat didistribusikan (termasuk batu bara, gas alam, minyak diesel, dan biomassa). Ini menunjukkan bahwa rata-rata kapasitas termal digunakan pada tingkat yang lebih tinggi pada jam-jam ketika pembangkitan listrik dari PLTS lebih sedikit atau tidak ada, dan pembangkitan menurun selama jam-jam puncak tenaga surya. Pada skenario *Baseline*, di tahun 2050 perilaku operasional tetap sama, perbedaan hanya terletak pada peningkatan kapasitas pembangkitan. Sedangkan dalam skenario NZE, kapasitas termal (hanya terdiri dari pembangkitan berbasis biomassa pada tahun 2050) digunakan pada tingkat yang lebih datar, dengan peningkatan kecil di sekitar jam

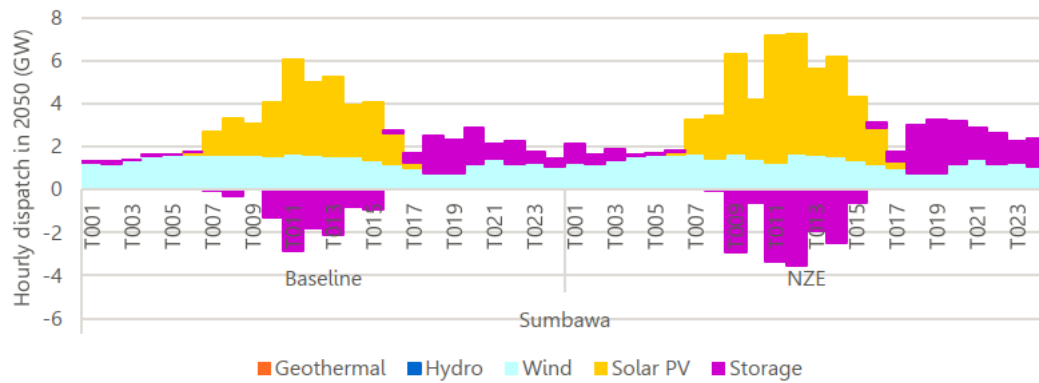
tenaga surya. Perubahan pola operasional dalam skenario NZE ini dikompensasi oleh peningkatan pengisian dan pengosongan teknologi penyimpanan (*storage*), seperti yang terlihat pada Gambar 52. Pola operasional ini mencerminkan pentingnya fleksibilitas baik melalui teknologi yang dapat didistribusikan dan/atau penyimpanan dalam peningkatan integrasi sumber VRE. Hal ini menjadi semakin penting ketika fluktuasi dan kesalahan yang mungkin terjadi dalam peramalan pembangkitan tenaga surya diperhitungkan, untuk memastikan keamanan pasokan.



Gambar 52. Rata-Rata Harian Pola *Charging* dan *Discharging* Penyimpanan (*Storage*) di Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2050

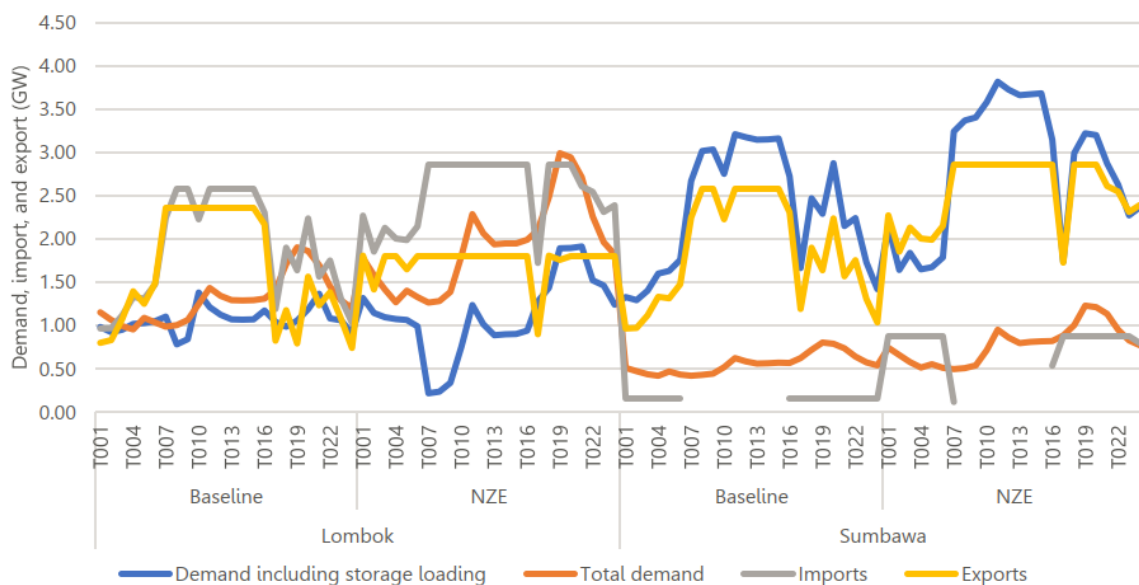
7.11 Perbedaan Operasional Harian Antara Hari dengan VRE Tinggi dan Hari dengan VRE Rendah pada Tahun 2050





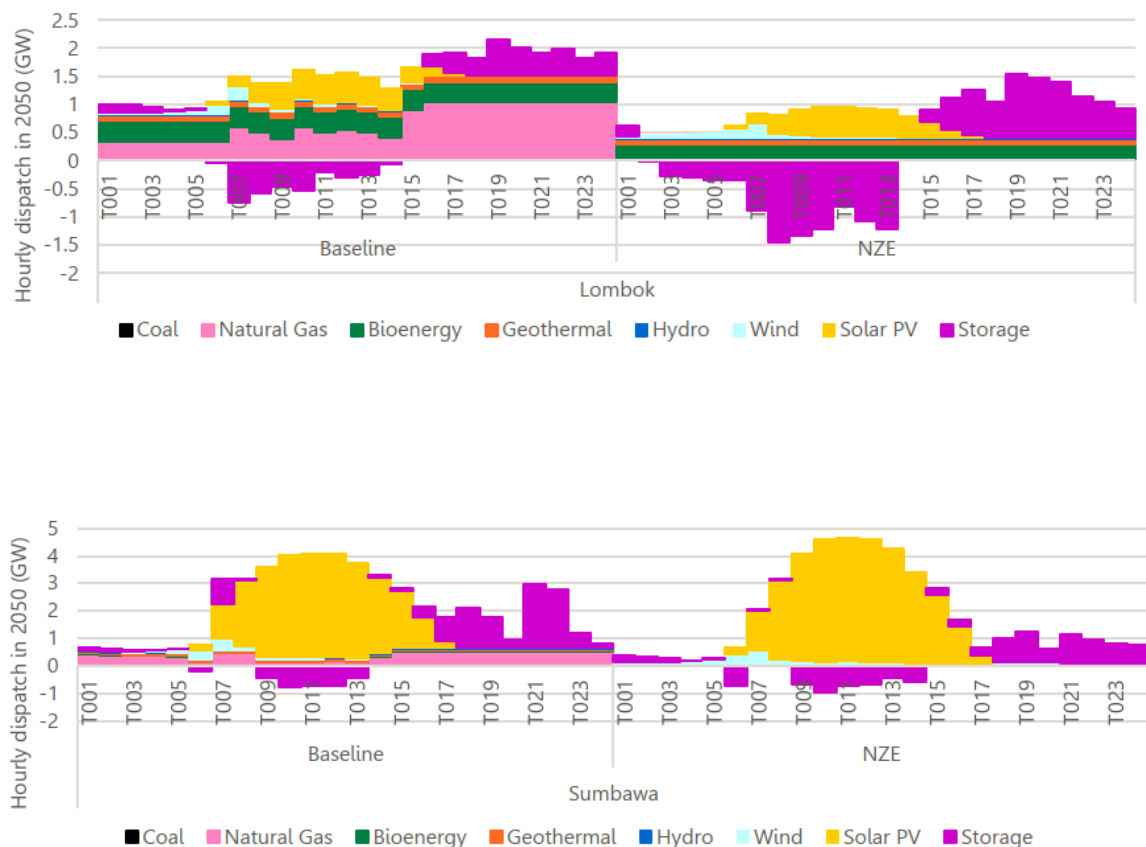
Gambar 53. Penyaluran Harian Energi (*Daily Dispatch*) dengan VRE Tinggi

Gambar 53 menunjukkan penyaluran energi listrik pada hari dengan pembangkitan tenaga surya dan angin tertinggi pada tahun 2050. Di sini, terlihat bahwa semua permintaan di provinsi tersebut dipenuhi oleh sumber VRE yang dikombinasikan dengan penyimpanan (*storage*) dan beberapa dukungan dari panas bumi dan biomassa, dalam kedua skenario. Di Lombok, kapasitas pembangkitan listrik terlihat sama ketika membandingkan *Baseline* dan *NZE*, dengan pengisian (*charging*) dan pengosongan (*discharging*) penyimpanan yang lebih tinggi. Dibandingkan dengan Lombok, Sumbawa memiliki kapasitas pembangkitan yang jauh lebih tinggi dari tenaga surya dan angin, seperti yang diharapkan berdasarkan ketersediaan sumber daya dan peningkatan kapasitas. Lebih jauh, tingkat pengisian (*charging*) dan pengosongan (*discharging*) penyimpanan juga lebih tinggi. Perbedaan ini menjadi lebih menarik ketika arus impor dan ekspor dianalisis, seperti yang terlihat pada Gambar 54.



Gambar 54. Perbandingan Permintaan Energi (Demand), Ekspor dan Impor dengan Penyimpanan (*storage*) dan Tanpa Penyimpanan (*Storage*)

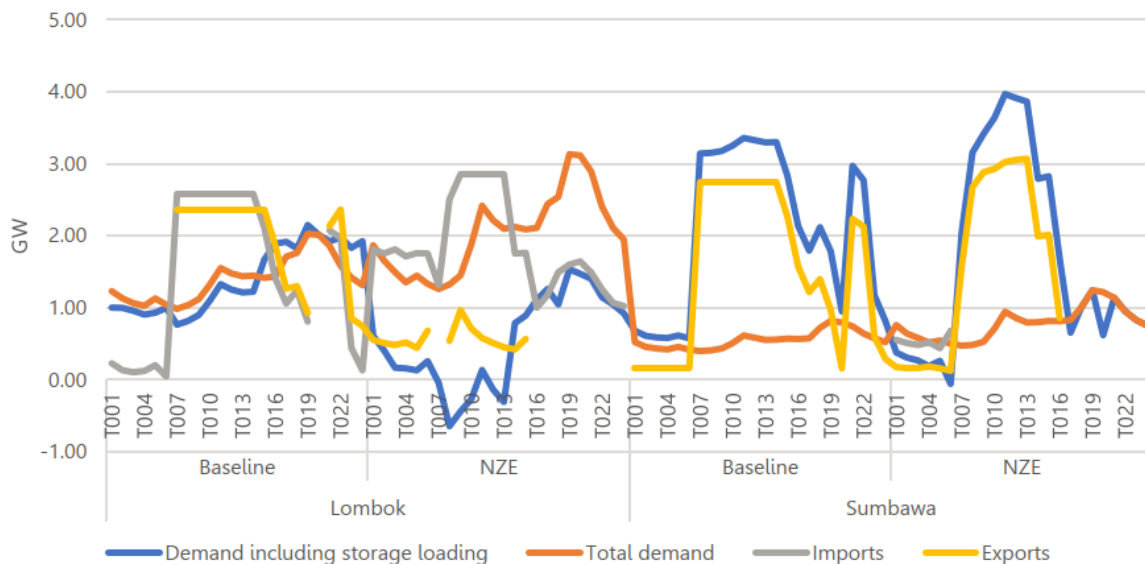
Di Sumbawa, pembangkitan (berwarna biru) jauh lebih tinggi daripada permintaan (berwarna oranye), sehingga menciptakan kelebihan daya. Oleh karena itu, terlihat tingkat ekspor yang tinggi (berwarna kuning), terutama pada jam-jam dengan pembangkitan tenaga surya. Daya ini dapat dilihat sebagai impor (berwarna abu-abu) untuk Lombok, di mana pembangkitan lebih rendah daripada permintaan, sehingga menciptakan defisit. Namun, kelebihan daya dari Sumbawa lebih dari cukup untuk tidak hanya menutupi defisit di Lombok, tetapi juga memungkinkan ekspor dari Lombok ke Bali untuk memenuhi permintaan yang tinggi dalam sistem Jawa-Bali. Dalam skenario NZE, sementara jumlah kelebihan daya di Sumbawa, dan karenanya ekspor ke Lombok lebih tinggi daripada di garis dasar, ekspor ke Bali jauh lebih rendah karena permintaan yang lebih tinggi di Lombok untuk mencapai NZE. Gambar 55 menunjukkan ukuran yang sama, tetapi untuk hari dengan ketersediaan VRE yang rendah.



Gambar 55. Penyaluran Harian Energi (*Daily Dispatch*) dengan VRE Rendah

Dalam situasi ini, kontribusi VRE yang jauh lebih rendah (terutama angin) dilengkapi dengan peningkatan pembangkitan listrik dari batu bara, gas alam, biomassa, dan panas bumi dibandingkan dengan contoh sebelumnya, terutama di Lombok untuk skenario *Baseline*. Di Sumbawa juga, pengurangan dari angin dikompensasi oleh gas alam, tetapi pembangkitan tenaga surya masih tinggi

karena kapasitas terpasang dan kualitas sumber daya/potensi yang tinggi. Situasi berubah di NZE karena pembatasan emisi, yang tidak memungkinkan penggunaan bahan bakar fosil. Pembangkitan tenaga surya yang tinggi di Sumbawa, berarti bahwa pembatasan ini tidak memiliki efek yang nyata. Sedangkan, di Lombok, ada perubahan drastis dalam penggunaan penyimpanan dibandingkan dengan skenario *Baseline*.



Gambar 56. Perbandingan Permintaan Energi (Demand), Ekspor dan Impor dengan Penyimpanan (*storage*) dan Tanpa Penyimpanan (*Storage*)

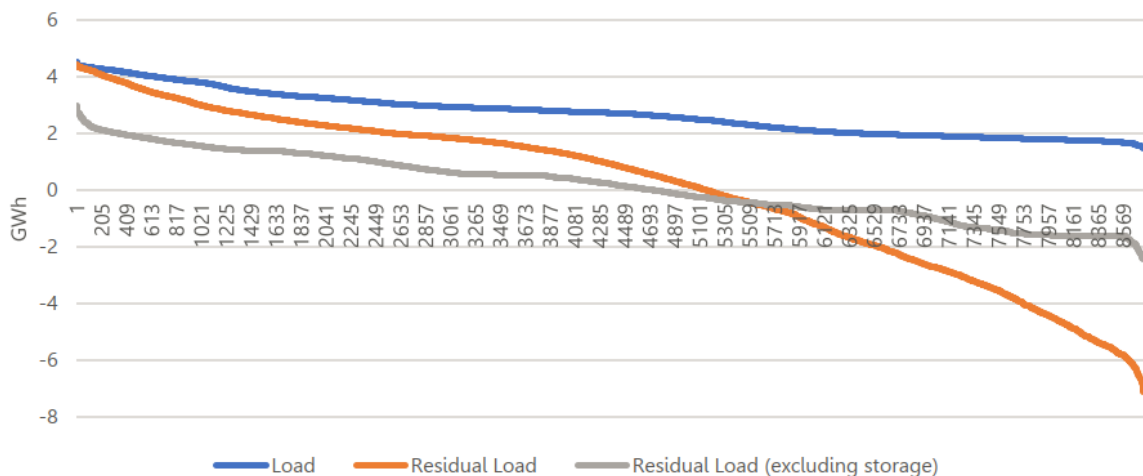
Saat ekspor dan impor diperhitungkan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 56. Di Sumbawa tidak ada perubahan signifikan karena permintaan rendah dan suplai tinggi, yang memungkinkan ekspor tinggi selama jam produksi tenaga surya. Defisit antara suplai dan permintaan di Lombok dalam kasus *Baseline* tidak terlalu besar, karena kemungkinan penggunaan pembangkitan listrik dari gas. Ini berarti masih ada tingkat ekspor yang signifikan ke sistem Jawa-Bali. Namun, dalam kasus NZE, Lombok terdapat kesenjangan besar antara suplai dan permintaan. Pada paruh pertama hari, sistem dapat memenuhi permintaan melalui kombinasi suplai dan impor dari Sumbawa, bersamaan dengan pengisian (*charging*) daya penyimpanan (*storage*) yang tersedia. Pengisian daya penyimpanan (*storage*) tercermin secara keseluruhan sebagai nilai suplai yang lebih rendah dan negatif dalam plot. Ini masih menyisakan sebagian daya untuk diekspor ke sistem Jawa-Bali. Namun pada paruh kedua hari tersebut tidak ada ekspor, dan tingkat permintaan puncak dipenuhi dengan kombinasi impor dan *discharging* penyimpanan.

Singkatnya, bagian di atas menunjukkan bagaimana VRE seperti tenaga surya dan angin mengubah sistem menuju sistem yang emisifnya lebih rendah. Namun, hal ini hanya mungkin dengan dukungan teknologi yang dapat

didistribusikan (terutama biomassa) dan penggunaan penyimpanan (*storage*) yang tinggi. Bersama-sama, hal ini memungkinkan peningkatan keamanan pasokan. Lebih jauh, terlihat bagaimana Nusa Tenggara Barat, sebagai provinsi, dapat memiliki surplus energi bersih, karena ketersediaan sumber daya Sumbawa. Interkoneksi ke Lombok dari Sumbawa, dan selanjutnya ke Bali memainkan peran penting dalam menyeimbangkan sistem di tingkat nasional.

7.12 Peningkatan VRE dan Penyimpanan (*Storage*) Mengurangi Jam Beban Tinggi yang Memerlukan Pembangkitan yang Dapat Didistribusikan (*Dispatchable Generation*) dan Meningkatkan Ekspor Listrik

Kurva durasi menunjukkan jumlah jam dalam setahun (sumbu x) saat beban berada di atas daya tertentu (sumbu y). Pada dasarnya, kurva ini menunjukkan permintaan (*demand*) per jam sepanjang tahun dalam urutan besaran yang menurun. Kurva ini memberikan cara yang mudah untuk memvisualisasikan dampak VRE (tenaga surya dan angin) dan penyimpanan terhadap sistem. Gambar 57 mengilustrasikan tiga kurva berikut:



Gambar 57. Kurva Beban di Tahun 2050 Skenario NZE di Provinsi Nusa Tenggara Barat

Kurva durasi beban: Ini menunjukkan total permintaan (*demand*) listrik Nusa Tenggara Barat per jam dalam setahun dalam urutan menurun. Jam-jam dengan permintaan yang lebih tinggi terlihat di sebelah kiri, terutama mengelompokkan nilai puncak harian. Secara keseluruhan, ini menunjukkan bahwa permintaan di provinsi tersebut bervariasi secara bertahap dari 4,48 GW menjadi 1,46 GW pada tahun 2050 dalam kasus skenario NZE. Ini mencerminkan profil beban yang cukup stabil tanpa variasi yang tajam.

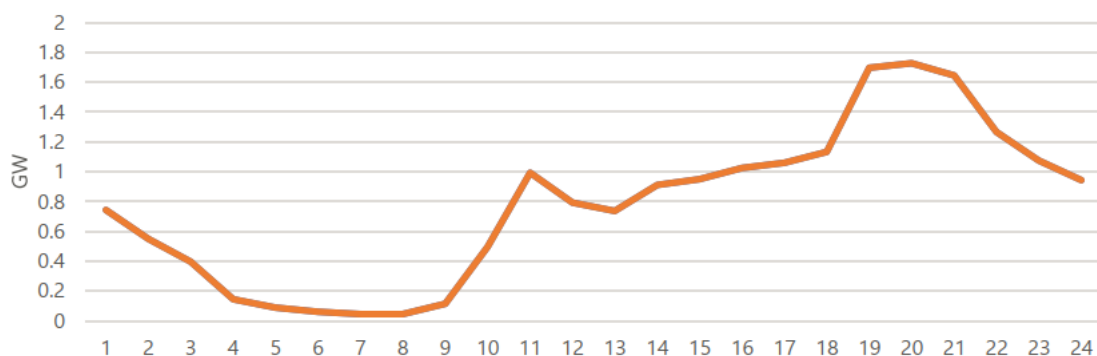
Kurva durasi beban residual: Beban residual adalah beban dikurangi pembangkitan dari sumber VRE seperti tenaga surya dan angin. Seperti yang

dapat dilihat, nilai puncak dalam beberapa jam tidak banyak bergeser dalam beban residual. Ini karena puncak terjadi di malam hari, di mana ia dapat digeser oleh angin atau penyimpanan. Sementara dalam sebagian kecil jam dengan puncak yang sangat tinggi beban residualnya tinggi, di sebagian besar jam kombinasi tenaga surya dan angin menyebabkan beban yang jauh lebih rendah. Nilai negatif pada kurva di sini menunjukkan jam pengisian daya (*charging*) penyimpanan dan ekspor (yang bukan merupakan bagian dari permintaan provinsi).

Kurva durasi beban residual tanpa penyimpanan: Ketika nilai pengisian (*charging*) penyimpanan dan pengosongan (*discharging*) lebih jauh dihapus dari beban residual, kurva menunjukkan pengurangan yang signifikan dalam jam beban tinggi. Hal ini mencerminkan peran pengosongan penyimpanan terutama di malam hari ketika permintaan lebih tinggi. Nilai positif yang tersisa menunjukkan beban dipenuhi dengan menggunakan biomassa, panas bumi, dan hidro. Lebih jauh, nilai negative dalam kurva ini sekarang menunjukkan jumlah jam dengan surplus daya dari angin dan matahari yang kemudian diekspor ke sistem Jawa-Bali.

7.13 Smart Charging Kendaraan Listrik Meningkatkan Fleksibilitas Sistem

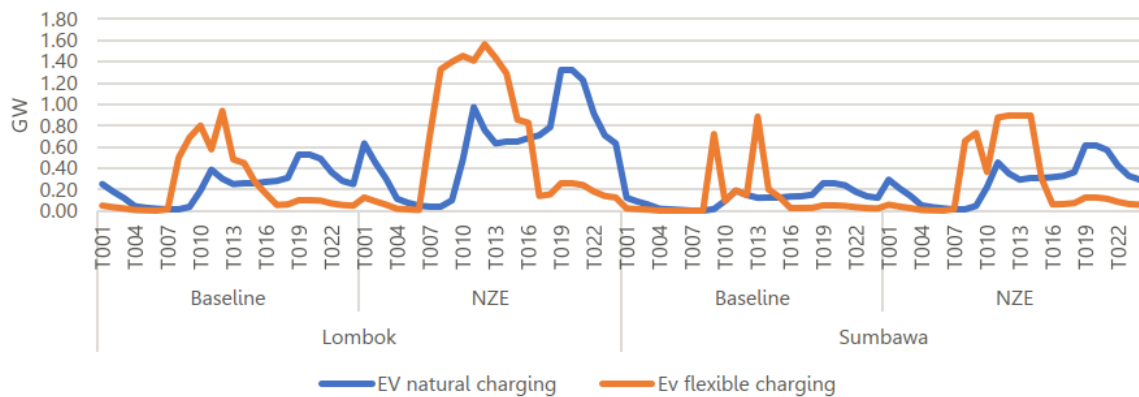
Aspek operasional lain yang memainkan peran penting dalam keseimbangan sistem kelistrikan adalah pengisian daya (*charging*) kendaraan listrik. Sistem yang dimodelkan memungkinkan peningkatan fleksibilitas melalui pengalihan permintaan (*demand*) pengisian daya kendaraan listrik. Ada profil pengisian daya EV yang diberikan, berdasarkan perilaku pengisian daya yang diharapkan secara normal. Profil harian rata-rata dapat dilihat pada Gambar 58.



Gambar 58. Profil Rata-Rata Harian Pengisian (*Charging*) Kendaraan Listrik

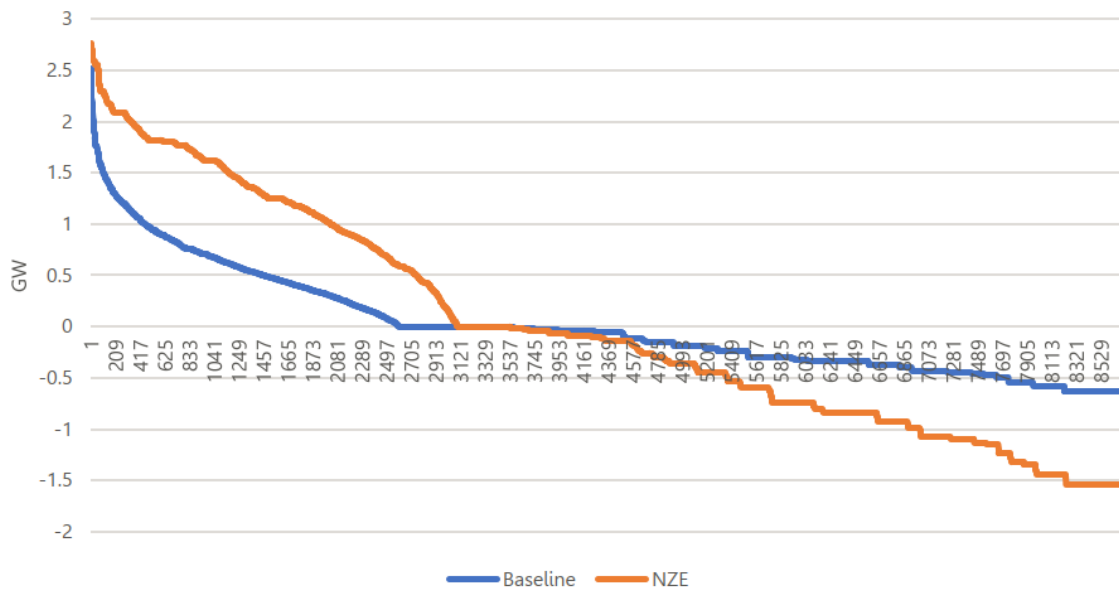
Namun, model tersebut diizinkan untuk mengalihkan sebagian permintaan (*demand*) pengisian (*charging*) daya kendaraan listrik untuk mengoptimalkan sistem dan mengurangi biaya. *Smart charging* ini akan meningkat selama bertahun-tahun dan mengasumsikan bahwa dalam jangka panjang ada teknologi

yang memungkinkan konsumen untuk mengisi daya kendaraan listrik mereka sebagai respons terhadap ketersediaan daya dan biaya. Perilaku yang mungkin ini diilustrasikan dengan lebih baik pada Gambar 59.



Gambar 59. Perbandingan Dampak Fleksibilitas Operasional Pengisian Daya pada Kendaraan Listrik

Plot ini berdasarkan waktu satu hari dalam rata-rata satu minggu di tahun 2050. Garis biru pada gambar di atas menunjukkan pola pengisian daya normal yang diharapkan untuk permintaan kendaraan listrik, sedangkan garis oranye menunjukkan bagaimana pola pengisian daya dioptimalkan. Dalam kedua skenario untuk Lombok dan Sumbawa terlihat bahwa permintaan bergeser dari jam puncak sore hari ke jam-jam di mana terdapat paling banyak pembangkitan tenaga surya. Hal ini merupakan konsekuensi dari ketersediaan energi surya berbiaya rendah yang tinggi pada jam-jam tersebut, sehingga menjadikannya lebih optimal dari segi harga bagi konsumen dan menjadi pilihan yang lebih baik untuk penyeimbangan sistem. Hal ini tidak hanya memungkinkan pemanfaatan tenaga surya yang lebih baik tetapi juga mengurangi sebagian tekanan sistem dari jam puncak di malam hari. Pada level tahunan, penggunaan fleksibilitas sistem ini antara skenario *Baseline* dan *NZE* dapat dilihat pada Gambar 60. Karena perbedaan permintaan, terlihat besarnya pergeseran permintaan yang lebih besar pada skenario *NZE* dibandingkan dengan skenario *Baseline*.



Gambar 60. Perbandingan Dampak Fleksibilitas di Kedua Skenario

7.14 Pesan Utama

Bab ini telah menyajikan dan membahas hasil pemodelan untuk sektor kelistrikan dalam dua skenario, yaitu skenario *Baseline* di mana sistem energi menuju nol emisi pada tingkat nasional pada tahun 2060 dan skenario NZE dengan target emisi nol bersih provinsi pada tahun 2050 di Nusa Tenggara Barat. Hasilnya menunjukkan bahwa target NZE Provinsi Nusa Tenggara Barat yang ambisius pada tahun 2050 dapat dicapai tetapi memerlukan investasi yang besar dalam produksi energi terbarukan serta memanfaatkan cakupan penuh langkah-langkah fleksibilitas. Ini mencakup pembangkitan, transmisi, dan penyimpanan yang dapat didistribusikan secara fleksibel. Berikut ini adalah hal-hal penting yang dapat diambil dari analisis:

- **Perencanaan Strategis untuk Lonjakan Permintaan (*Demand*):** Menangani peningkatan substansial dalam permintaan listrik di Lombok memerlukan perencanaan strategis dan pembangunan infrastruktur yang kuat. Ini termasuk investasi yang besar dalam pembangkitan listrik serta transmisi. Di sini, ekspansi kapasitas pembangkitan PLTS (Solar PV) adalah kuncinya, yang dimungkinkan dengan asumsi saat ini tentang ketersediaan lahan dan teknologi. Ini dapat menjadi subjek untuk analisis sensitivitas di masa mendatang untuk mempelajari ketidakpastian dan keterbatasan pembangunan PLTS. Investasi jangka pendek terlihat dalam kedua skenario, bahkan sebelum ambang batas CO₂ dalam skenario NZE, yang berarti bahwa investasi ini adalah yang paling murah bagi sistem.
- **Pergeseran Teknologi Dinamis:** Dalam transisi ke skenario NZE, ada pergeseran yang jelas ke arah VRE, khususnya tenaga surya dan angin. Penerapan teknologi penyimpanan (*storage*) menjadi penting dalam skenario ini, memainkan peran penting dalam memfasilitasi integrasi VRE ke dalam bauran energi. Akibatnya, pembangkitan berbasis batu bara dan gas

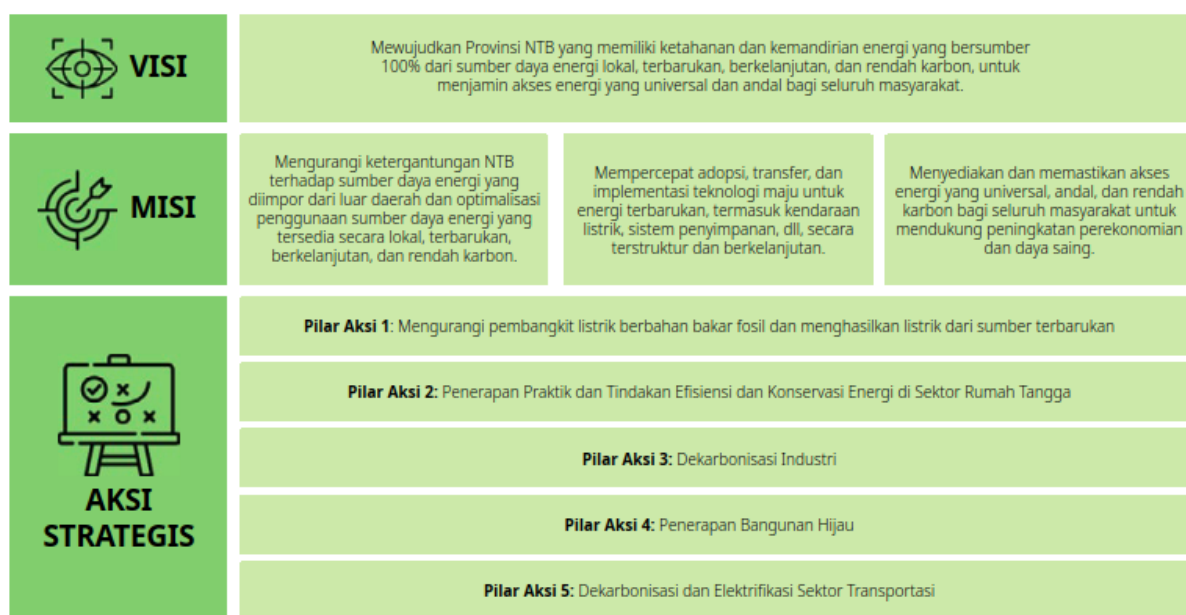
mengalami pengurangan bertahap. Dampak dominasi VRE terlihat jelas dalam kurva durasi, yang menyoroti tenaga surya dan angin sebagai kontributor utama dalam memenuhi sebagian besar beban. Lebih jauh, penyimpanan tidak hanya mendukung pemanfaatan VRE yang efektif tetapi juga terbukti berperan penting dalam mengurangi jam beban tinggi, sehingga berkontribusi pada pembentukan profil beban yang lebih stabil dan berkelanjutan dalam kerangka kerja NZE.

- **Fleksibilitas dan Keamanan:** Melalui kombinasi teknologi: Perluasan kapasitas penyimpanan dan pola pengisian daya EV yang dioptimalkan muncul sebagai langkah fleksibilitas penting, yang meningkatkan kemampuan beradaptasi sistem kelistrikan. Lebih jauh lagi, teknologi yang dapat didistribusikan yang terdiri dari bioenergi pada tahun-tahun terakhir analisis dan penyimpanan menunjukkan pentingnya teknologi tersebut dalam memastikan fleksibilitas dan keamanan pasokan, khususnya dalam skenario NZE, di mana ketergantungan bahan bakar fosil sepenuhnya dikurangi menjadi nol.
- **Dinamika Transmisi dan Interkoneksi Daya yang Efisien:** Koneksi transmisi daya yang dioptimalkan memainkan peran penting dalam mengatasi pertumbuhan permintaan yang lebih tinggi, yang berkontribusi pada sistem yang lebih efisien dan seimbang. Selain itu, Sumbawa mengeksplor kelebihan daya ke Lombok, yang menekankan peran penting interkoneksi di dalam provinsi tersebut. Kelebihan daya dari Sumbawa mendukung Lombok dan pada gilirannya diekspor ke Bali, yang menggambarkan pentingnya penyeimbangan sistem.

VIII STRATEGI LOKAL DAN MEKANISME IMPLEMENTASI

Dalam kasus Nusa Tenggara Barat, Pilar Aksi dan program, proyek, dan kegiatan (PAPs) yang terkait dirumuskan melalui konsultasi dengan perwakilan kelompok pemangku kepentingan yang penting di Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Aksi-aksi strategis dirancang untuk memaksimalkan potensi energi terbarukan di Provinsi ini sesuai dengan visi dan misi, sekaligus menjadikannya sebagai langkah inklusif di mana masyarakat juga memiliki peran. Hal ini dipandu oleh pilar-pilar aksi yang masing-masing pilar dijelaskan pada bagian ini, merinci tujuan, indikator, tindakan, dan persyaratan pendukung lainnya.



Gambar 61. Perbandingan Dampak Fleksibilitas di Kedua Skenario

Pilar Aksi dan tindakan terkait kini akan diuraikan pada bagian peta jalan berikut ini. Mereka memaparkan visi transformasi sistem energi Nusa Tenggara Barat dari sistem energi yang didominasi bahan bakar fosil menjadi sistem energi yang mengandalkan sumber energi terbarukan dan teknologi terkait.

8.1 Pilar Aksi 1 : Mengurangi Pembangkit Listrik berbahan Bakar Fosil dan Menghasilkan Listrik dari Sumber Terbarukan

Objektif	Merealisasikan transformasi dan dekarbonisasi sektor ketenagalistrikan melalui pengembangan energi terbarukan
Hasil	Elektrifikasi adalah salah satu pilar utama dekarbonisasi sistem energi kita. Namun, harus dipastikan bahwa listrik tersebut berasal dari sumber energi terbarukan agar hal ini dapat terwujud. Tujuan utamanya adalah untuk beralih dari pembangkitan berbahan bakar fosil dan mengadopsi berbagai teknologi energi terbarukan, serta efisiensi energi, untuk memenuhi kebutuhan energi Provinsi.
Keselarasan dengan Sustainable Development Goals (SDGs)	     
Aksi 1	Peningkatan Angka Rasio Elektrifikasi dan Sambungan Listrik Rumah Tangga
Aksi 2	Co-firing Biomassa dan Penghentian Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Batu bara)
Aksi 3	Pensiunnya pembangkit listrik tenaga diesel pada tahun 2030
Aksi 4	Pengembangan PLTS Terpusat dan PLTS Atap Terdistribusi
Aksi 5	Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi dan Pemanfaatannya Secara Langsung
Aksi 6	Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) di NTB
Aksi 7	Pengembangan pembangkit listrik tenaga air (termasuk mini hydro/MHP) di NTB
Aksi 8	Pengembangan Fasilitas Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Kota Terpadu di bawah KPBU

Target dan Indikator

Target	Target Jangka Menengah	Indikator	Membagikan
Terwujudnya dan terjaminnya akses listrik yang setara dan memadai bagi seluruh rumah tangga di NTB.	Tercapainya rasio elektrifikasi berdasarkan sambungan listrik PLN untuk rumah tangga di NTB sebesar 100% pada tahun 2025 (untuk perkotaan) dan paling lambat pada tahun 2030 (untuk daerah terpencil dan pulau-pulau terluar) dengan kualitas yang dapat diandalkan, tersedia 24 jam/hari, dan mempunyai minimal tingkat gangguan/gangguan ketersediaan (SAIDI dan SAIFI rendah).	Persentase rumah tangga yang terkoneksi dengan jaringan listrik PLN dan rumah tangga dengan sistem desentralisasi dan dilayani oleh IPP pada tahun 2025.	100% rumah tangga di NTB memiliki akses terhadap layanan yang dapat diandalkan dari jaringan listrik PLN, dari IPP dan dari sistem desentralisasi pada tahun 2025 (untuk wilayah perkotaan) dan pada tahun 2030 (untuk wilayah terpencil dan pulau-pulau terluar).
		Dengan tetap mempertimbangkan pasokan energi terbarukan dan langkah-langkah efisiensi energi, mencapai tingkat minimum konsumsi listrik di NTB agar sejalan dengan rata-rata konsumsi listrik nasional mulai tahun 2030.	Rata-rata konsumsi listrik masyarakat NTB meningkat hingga setara dengan rata-rata konsumsi listrik nasional mulai tahun 2030.
Dekarbonisasi sistem pembangkit listrik di NTB menjadi 100% energi terbarukan pada tahun 2050.	50% dari bauran energi terbarukan dalam sistem ketenagalistrikan NTB pada tahun 2035 didasarkan pada tenaga surya, angin, panas bumi, <i>co-firing</i> biomassa, dan tenaga air.	Persentase bauran energi terbarukan dalam sistem pembangkit listrik di NTB.	- Bauran energi terbarukan 100% dalam sistem ketenagalistrikan NTB pada tahun 2050. - Menghentikan penggunaan pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) secara bertahap pada tahun 2030. - Menghentikan seluruh pembangkit listrik tenaga uap/ batu bara (PLTU) pada tahun 2050 atau menerapkan 100% biomassa pada tahun 2040. - Prospek transmisi/interkoneksi bawah laut antara Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa pada tahun 2050.
		<i>Penghentian</i> pembangkit listrik berbahan bakar solar/PLTD pada tahun 2030 dan pembangkit listrik tenaga uap/ batu bara (PLTU) pada tahun 2050, sehingga seluruh pembangkit listrik berbasis energi terbarukan.	

Penjelasan Indikator

Indikator	Definisi		
	Keterangan	Metode kalkulasi	Periode
Persentase rumah tangga yang tersambung ke PLN pada tahun 2025 (untuk perkotaan) dan pada tahun 2030 (untuk daerah terpencil dan pulau-pulau terluar).	Hitung persentase rumah tangga yang telah tersambung listrik PLN dan golongan listriknya di perkotaan (Lombok, Sumbawa), pedesaan, serta daerah terpencil dan pulau-pulau terluar.	Perhitungan jumlah rumah tangga yang terhubung ke PLN dibagi dengan jumlah rumah tangga di NTB, dapat dikategorikan berdasarkan wilayah tempat tinggalnya.	2025–2050
Persentase rumah tangga yang mempunyai sambungan listrik off-grid (non-PLN)	Beberapa rumah tangga mempunyai sambungan listrik tetapi tidak melalui PLN atau jaringan listrik	Hitung jumlah total rumah tangga yang memiliki akses terhadap listrik dari sumber di luar jaringan (off-grid) yaitu sumber non-PLN seperti mini grid lokal	2025–2030
Konsumsi listrik di NTB harus sejalan dengan rata-rata konsumsi listrik nasional.	Menghitung konsumsi listrik per kapita masyarakat, dimana peningkatan konsumsi listrik mendekati rata-rata nasional menunjukkan bahwa kondisi sosial ekonomi masyarakat mendekati negara maju. ¹⁵	Konsumsi listrik per kapita dihitung dengan membagi total gigawatt-jam listrik yang dikonsumsi oleh pelanggan listrik pada tanggal 31 Desember tahun tertentu, sebagaimana ditentukan oleh otoritas, dengan jumlah penduduk provinsi tersebut pada tanggal 31 Desember tahun tersebut.	2030–2035
Persentase bauran energi terbarukan dalam sistem pembangkit listrik di NTB.	Menghitung bauran komposisi pembangkit listrik (GWh) di NTB berdasarkan jenis pembangkit (ET dan non-ET).	Rasio antara bauran ET dan non-ET (energi fosil) dari seluruh listrik yang dihasilkan dalam suatu sistem ketenagalistrikan pada tahun tertentu.	2025, 2035, 2050
Penutupan dari pembangkit listrik berbahan bakar diesel pada tahun 2030 dan pembangkit listrik tenaga uap/ batu bara (PLTU) pada tahun 2050, sehingga seluruh pembangkit listrik berbasis energi terbarukan.	Memastikan tidak ada listrik yang dihasilkan dari bahan bakar diesel (PLTD) pada tahun 2030 dan batu bara (PLTU) pada tahun 2050.	Perhitungan bauran listrik dari PLTD dan PLTU yang diasumsikan masing-masing 0% pada tahun 2030 dan 2050.	2030–2050

8.2 Pilar Aksi 2 : Penerapan Praktik dan Tindakan Efisiensi dan Konservasi Energi di Sektor Rumah Tangga

Objektif	Mewujudkan sektor rumah tangga berkelanjutan dengan penggunaan teknologi ramah lingkungan, hemat energi, dan bebas emisi serta pengembangan konsep ekonomi sirkular. Rumah tangga merupakan konsumen energi terbesar di NTB sehingga sektor ini berperan dalam proyeksi permintaan energi regional.			
Hasil	1. Tercapainya efisiensi atau penghematan energi pada sektor rumah tangga. 2. Mewujudkan diversifikasi dan konversi energi yang dimulai dari sektor rumah tangga, termasuk mendorong penggunaan pembangkit listrik tenaga surya atap (PLTS Atap) di kawasan pemukiman. 3. Mempromosikan penggunaan teknologi memasak modern seperti kompor listrik untuk rumah tangga di NTB.			
Keselarasan dengan Sustainable Development Goals (SDGs)	3 KEHIDUPAN SEHAT DAN SEJAHTERA  7 ENERGI BERSIH DAN TERJANGKAU  11 KOTA DAN PEMUKIMAN YANG BERKELANJUTAN  13 PENANGANAN PERUBAHAN IKLIM 			
Aksi 1	Insentif PLTS Atap untuk Sektor Rumah Tangga di NTB			
Aksi 2	Perkembangan Kewajiban PLTS Atap untuk rumah dan apartemen mewah			
Aksi 3	Masakan Modern termasuk Proyek Percontohan Konversi Biogas dan Kompor Listrik			
Aksi 4	Diseminasi Pengetahuan dan Informasi Peralatan Listrik Hemat Energi			

Target dan Indikator

Target	Target Jangka Menengah	Indikator	Membagikan
Tercapainya efisiensi dan konservasi energi di sektor rumah tangga.	Pada tahun 2035, terjadi penurunan beban puncak di sektor rumah tangga sebesar 10% dibandingkan dengan beban aktual tahun 2025 dan pertumbuhannya tanpa intervensi efisiensi dan konservasi energi.	Persentase penurunan konsumsi energi sektor rumah tangga dari tahun ke tahun menunjukkan penerapan efisiensi energi.	Penghematan energi pada sektor rumah tangga atau penurunan beban puncak sektor rumah tangga sebesar 25% pada tahun 2050 dibandingkan proyeksi kenaikan beban puncak pada skenario business-as-usual di NTB pada tahun 2025.

Target	Target Jangka Menengah	Indikator	Membagikan
Peningkatan penggunaan PLTS Atap di kawasan pemukiman, yang akan membantu mewujudkan tujuan diversifikasi dan konversi energi.	- Pada tahun 2035, penetrasi atau penggunaan PLTS Atap pada sektor rumah tangga Kota Mataram dan sekitarnya telah mencapai 50%. - Untuk rumah tangga di wilayah Sumbawa (khususnya ibu kota kabupaten seperti Taliwang, Sumbawa Besar, Bima, dan Dompu), penetrasi PLTS atap telah tercapai sebesar 30-35%.	Persentase bangunan tempat tinggal di NTB yang menggunakan PLTS Atap ¹⁹ .	Pemanfaatan PLTS Atap pada sektor rumah tangga telah mencapai angka sebagai berikut. >50% di Kota Mataram pada tahun 2035. >50% di ibu kota kabupaten di Sumbawa (khususnya ibu kota kabupaten seperti Taliwang, Sumbawa Besar, Bima dan Dompu) pada periode 2035-2050.
Perkembangan alat memasak modern untuk rumah tangga di NTB menggunakan biogas dan/atau kompor listrik.	Pada tahun 2030-2035, penggunaan biogas dan kompor listrik di sektor rumah tangga NTB akan mencapai 25%.	Persentase rumah tangga yang menggunakan biogas dan kompor listrik.	50% rumah tangga di NTB menggunakan biogas dan kompor listrik pada tahun 2050, dan >50% rumah tangga di Kota Mataram sudah menggunakan biogas dan kompor listrik. Hal ini sejalan dengan penggunaan PLTS Atap yang dapat menjadi sumber energi prosumer untuk pertumbuhan beban listrik melalui kompor listrik.

Penjelasan Indikator

Indikator	Definisi		
	Keterangan	Metode kalkulasi	Periode
Persentase penurunan konsumsi energi sektor rumah tangga dari tahun ke tahun menunjukkan penerapan efisiensi dan konservasi energi.	Mengamati dan mengukur dampaknya terhadap proyeksi tren penurunan beban puncak konsumsi listrik PLN sektor rumah tangga sejalan dengan penerapan teknologi dan peralatan hemat energi seperti komponen pemanas, ventilasi, dan pendingin udara (HVAC) serta penerangan hemat energi di sektor rumah tangga.	- Pertumbuhan penggunaan listrik termasuk beban puncak di sektor rumah tangga setiap tahunnya. - Penghitungannya dapat dilakukan dengan menggunakan data konsumsi listrik tahunan sektor rumah tangga dari PLN.	2025–2050

Indikator	Definisi		
	Keterangan	Metode kalkulasi	Periode
Persentase bangunan rumah tangga di NTB yang menggunakan PLTS Atap.	Menghitung jumlah bangunan rumah tangga di NTB yang telah memasang PLTS atap untuk mengurangi konsumsi energi dari listrik PT PLN dan sekaligus meningkatkan bauran energi terbarukan di NTB.	• Perbandingan jumlah bangunan rumah tangga di NTB yang telah menggunakan PLTS Atap dengan jumlah bangunan rumah tangga di NTB. • Penghitungannya dapat dilakukan dengan menggunakan data jumlah bangunan rumah tangga yang mengajukan izin pemasangan PLTS Atap ke PLN.	2025–2050

8.3 Pilar Aksi 3 : Dekarbonisasi Industri

Objektif	Mewujudkan tercapainya industri yang memenuhi standar industri hijau yang dapat meningkatkan daya saing industri lokal untuk mendorong pertumbuhan ekonomi berkelanjutan.				
Hasil	Di sektor industri, tujuan yang ingin dicapai dalam Peta Jalan ini adalah untuk mendorong pengembangan dan sertifikasi industri hijau. Program ini akan dibangun sesuai dengan kebijakan dan standar industri hijau yang dikeluarkan oleh Kementerian Perindustrian (Kemenperin) di Indonesia. Mengacu pada Kementerian Perindustrian sebagaimana disebutkan dalam Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 51/M-IND/PER/6/2015 tentang Pedoman Penetapan Standar Industri Hijau dan Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian, industri hijau adalah industri yang dalam produksinya proses mengutamakan efisiensi dan efektivitas penggunaan sumber daya secara berkelanjutan sehingga mampu menyelaraskan pembangunan industri dengan kelestarian fungsi lingkungan hidup dan memberikan manfaat bagi masyarakat.				
Keselaran dengan Sustainable Development Goals (SDGs)	7 ENERGI BERSIH DAN TERJANGKAU 	9 INDUSTRI, INOVASI DAN INFRASTRUKTUR 	11 KOTA DAN PEMUKIMAN YANG BERKELANJUTAN 	12 KONSUMSI DAN PRODUKSI YANG BERTANGGUNG JAWAB 	13 PENANGANAN PERUBAHAN IKLIM 
Aksi 1	Bantuan Teknis Standardisasi Industri Hijau				
Aksi 2	Dukungan finansial untuk efisiensi energi industri				
Aksi 3	Tidak ada penggunaan bahan bakar fosil di sektor industri di NTB				

Target dan Indikator

Target	Target Jangka Menengah	Indikator	Membagikan
Penerapan standardisasi industri hijau pada sektor industri di NTB, termasuk penerapan manajemen dan penghematan energi.	Pada periode 2025-2030, sasarannya adalah sebagai berikut. - Sudah ada lebih dari 10 perusahaan industri di NTB yang masuk kategori industri hijau mengacu pada Pemerintah (Kementerian Perindustrian). - Tercapainya penghematan konsumsi energi, termasuk listrik dan gas, pada sektor industri NTB sebesar 15% dibandingkan tahun 2025 dengan pertumbuhan business-as-usual.	- Jumlah perusahaan/ industri di NTB yang masuk dalam kategori industri hijau. - Persentase penghematan (penurunan) konsumsi energi termasuk listrik (dari jaringan PLN) pada sektor industri pada tahun 2050 dibandingkan kondisi tahun 2025.	- Pada tahun 2050, seluruh industri di NTB (100%), terutama industri besar dan menengah telah dikategorikan sebagai industri hijau, termasuk menerapkan manajemen dan penghematan energi. - Pada tahun 2050 mencapai penghematan/ konservasi energi baik berupa listrik (dari jaringan PLN) maupun gas di NTB sebesar 50% dibandingkan kondisi tahun 2025.

Target	Target Jangka Menengah	Indikator	Membagikan
PLTS Atap untuk bangunan industri	Pada tahun 2035, ditargetkan 50% bangunan industri, terutama yang dikategorikan padat energi (termasuk sektor manufaktur menengah, besar, dan pertambangan) akan memiliki PLTS Atap.	Persentase bangunan industri di NTB yang menggunakan PLTS Atap.	75% dari seluruh bangunan industri di NTB mengoperasikan PLTS Atap pada tahun 2050. Pengawasan khusus akan diterapkan oleh pemerintah daerah di mana instalasi PLTS Atap wajib akan dilengkapi untuk menjadi salah satu persyaratan perpanjangan izin dan sertifikasi industri hijau
Tidak ada penggunaan bahan bakar fosil pada sektor industri di NTB	Pada tahun 2035, 50% sumber pemanas dan energi berbasis LPG di sektor industri akan digantikan oleh biogas/bio-CNG, residu biomassa, dan bentuk lain seperti hidrogen dan bahan bakar sintetis.	Persentase penurunan penggunaan LPG dan peningkatan penetrasi biogas/bio-CNG, pemanfaatan hidrogen, dan penggunaan residu biomassa pada sektor industri di NTB.	Pada tahun 2050, 100% industri di NTB akan menggunakan bio-CNG/ biogas, sisa biomassa, hidrogen, bahan bakar sintetis, dan tidak ada lagi LPG.

Penjelasan Indikator

Indikator	Definisi		
	Keterangan	Metode kalkulasi	Periode
Jumlah perusahaan/ industri di NTB yang masuk dalam kategori industri hijau.	Menghitung jumlah perusahaan yang masuk kategori industri hijau berdasarkan peraturan pemerintah atau tolak ukur lain yang berlaku secara internasional, diperlukan koordinasi yang terjalin dengan Kementerian Perindustrian.	Perhitungan jumlah industri/ perusahaan yang masuk dalam kategori industri hijau.	2025–2050
Persentase konservasi/ penghematan energi yang dicapai sektor industri dibandingkan kondisi tahun 2025	Menghitung tren konsumsi energi (termasuk listrik dari jaringan PLN) pada sektor industri sebagai dampak penerapan penghematan energi yang diperoleh dari penerapan industri hijau serta pemasangan peralatan hemat energi seperti High-Efficient HVAC dan penerangan hemat energi di sektor industri.	Perbandingan selisih rata-rata konsumsi energi sektor industri pada tahun 2025 dengan rata-rata konsumsi energi pada tahun 2050. Perhitungannya dapat dilakukan dengan menggunakan data tahunan konsumsi listrik sektor industri dari PLN.	2025 - 2050
Persentase bangunan industri termasuk pabrik di NTB yang menggunakan PLTS Atap.	Menghitung jumlah industri di NTB yang telah memasang PLTS Atap untuk mengurangi konsumsi listrik PLN sekaligus meningkatkan bauran energi terbarukan.	Perbandingan jumlah industri di NTB yang telah menggunakan PLTS Atap dengan jumlah industri di NTB.	2025 - 2050

Indikator	Definisi		
	Keterangan	Metode kalkulasi	Periode
Persentase industri di NTB yang menggunakan biogas dan residu biomassa untuk boiler.	Hitung jumlah industri di NTB yang telah menggunakan biogas dan/atau boiler biomassa untuk menggantikan LPG. Selain itu, kita juga bisa menghitung berapa banyak industri yang telah memanfaatkan boiler non-LPG dan non-batu bara (bisa melalui investasi capex atau kontrak jangka panjang dengan pihak ketiga).	Perbandingan jumlah industri di NTB yang menggunakan biogas dengan jumlah industri di NTB.	2025 - 2050

8.4 Pilar Aksi 4 : Penerapan Bangunan Hijau

Objektif	Penerapan prinsip bangunan hijau melalui penerapan energi terbarukan dan efisiensi energi menargetkan penghematan energi sebesar 25% pada sektor bangunan komersial pada tahun 2050.
Hasil	Peta Jalan ini mendorong bangunan komersial di NTB untuk menerapkan prinsip bangunan hijau. Terdapat berbagai standar bangunan hijau yang dapat diadopsi, antara lain dari Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Building Research Institution Environmental Assessment Method (BREEAM), Green Mark, dan Greenship. Secara umum, bangunan hijau mengacu pada desain, konstruksi, dan pengoperasian bangunan dengan fokus pada peningkatan kinerja lingkungan dan kesehatan. Tujuan dari standar bangunan hijau adalah untuk menciptakan bangunan yang hemat energi, ramah lingkungan, dan sehat bagi penghuninya. Bangunan hijau biasanya mempertimbangkan berbagai parameter, termasuk: • Intensitas energi: Jumlah energi yang digunakan oleh suatu bangunan per satuan luas lantai atau per kapita, dengan tujuan mengurangi konsumsi energi dan mendorong penggunaan sumber energi yang bersih dan terbarukan. • Efisiensi air: Penggunaan teknologi dan praktik hemat air, seperti perlengkapan aliran rendah, pengumpulan air hujan, dan penggunaan kembali air limbah, untuk mengurangi konsumsi air dan melindungi sumber daya air. • Kualitas lingkungan dalam ruangan: Kesehatan dan kesejahteraan penghuni gedung, termasuk kualitas udara, pencahayaan, akustik, dan kenyamanan termal. • Bahan dan sumber daya: Pemilihan dan penggunaan bahan yang ramah lingkungan, berkelanjutan, dan tidak beracun, serta pengurangan limbah dan penggunaan bahan daur ulang. • Pemilihan lokasi dan penggunaan lahan: Dampak bangunan terhadap lingkungan alam, termasuk perlindungan habitat satwa liar dan pengurangan penggunaan lahan serta perluasan lahan. • Inovasi: Pengembangan dan penerapan teknologi dan praktik baru dan inovatif yang mendorong keberlanjutan dan kinerja lingkungan di sektor bangunan. Parameter ini dapat memandu kategori peringkat bangunan hijau yang, bersama dengan metodologi lainnya, digunakan untuk 1) mengevaluasi kinerja lingkungan bangunan, 2) memandu desain dan konstruksi bangunan baru yang berkelanjutan, dan 3) memandu retrofit bangunan yang sudah ada. Dengan mempertimbangkan parameter-parameter ini, bangunan hijau mendorong penggunaan sumber daya yang efisien dan mengurangi dampak lingkungan di sektor bangunan. Namun dalam konteks ini, peta jalan berfokus pada pemenuhan aspek efisiensi energi bangunan.
Keselarasan dengan Sustainable Development Goals (SDGs)	3 KEHIDUPAN SEHAT DAN SEJAHTERA 7 ENERGI BERSIH DAN TERJANGKAP 11 KOTA DAN PEMUKIMAN YANG BERKELANJUTAN 12 KONSUMSI DAN PRODUKSI YANG BERTANGGUNG JAWAB 13 PENANGANAN PERUBAHAN IKLIM
Aksi 1	Sosialisasi Pengetahuan Bangunan Hijau (<i>Green Building</i>) kepada Pengelola Bangunan Komersial
Aksi 2	Desain dan Penerapan Insentif dan Disinsentif untuk Mendorong Penerapan Standar Bangunan Hijau
Aksi 3	Audit energi wajib untuk gedung pemerintah & komersial
Aksi 4	Penerapan Kewajiban Penggunaan PLTS Atap untuk Bangunan Tertentu

Target dan Indikator

Target	Target Jangka Menengah	Indikator	Membagikan
Penghematan energi di sektor bangunan dan konstruksi	Penghematan energi sebesar 15% dari kondisi tahun 2025 dengan bangunan hijau akan dicapai pada tahun 2035.	Persentase penghematan energi yang dicapai pada sektor bangunan dan konstruksi dibandingkan kondisi tahun 2025	Penghematan energi sebesar 25% di sektor bangunan dan konstruksi pada tahun 2050 dari tingkat tahun 2025.
Penggunaan PLTS Atap di bangunan komersial.	Pemasangan PLTS Atap mencapai 50% pada bangunan komersial di Kota Mataram periode 2035-2040. Hal ini akan tergantung pada kelayakan instalasi PLTS Atap, misalnya ketersediaan atap, kekuatan struktur atap, iradiasi, dan lain-lain. Pengawasan khusus akan dilakukan oleh pemerintah daerah dimana instalasi PLTS Atap wajib akan dilengkapi sebagai salah satu persyaratan izin perpanjangan.	Persentase bangunan komersial di NTB yang menggunakan PLTS Atap.	Sebanyak 80% dari seluruh bangunan komersial di NTB, termasuk di Pulau Sumbawa, menggunakan PLTS Atap yang mayoritas berada di wilayah Kota Mataram.

Penjelasan Indikator

Indikator	Definisi		
	Keterangan	Metode kalkulasi	Periode
Persentase penghematan energi yang dicapai pada sektor bangunan dibandingkan kondisi pada tahun 2025	Menghitung hasil penghematan energi yang diperoleh dari penerapan bangunan hijau serta pemasangan peralatan hemat energi seperti High-Efficient HVAC dan penerangan hemat energi pada sektor bangunan.	Penghematan energi dari penerapan bangunan hijau dapat dihitung dengan membandingkan konsumsi energi suatu bangunan sebelum dan sesudah penerapan bangunan hijau. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan audit energi, sistem pemantauan dan evaluasi, dan alat lainnya.	2025–2050
Persentase bangunan komersial di NTB yang menggunakan tenaga surya atap.	Menghitung jumlah bangunan komersial di NTB yang telah memasang dan mengoperasikan PLTS Atap untuk mengurangi konsumsi energi listrik PLN sekaligus meningkatkan bauran energi terbarukan di NTB.	- Tentukan jumlah total bangunan komersial di area tersebut: Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan data dari lembaga pemerintah, database real estate, atau sumber lainnya. - Identifikasi jumlah bangunan komersial dengan sistem PLTS Atap: Hal ini dapat dilakukan melalui inspeksi lokasi, data dari perusahaan instalasi tenaga surya, atau sumber lainnya. - Hitung persentasenya: Bagilah jumlah bangunan komersial yang memiliki PLTS Atap dengan jumlah total bangunan komersial, dan kalikan dengan 100 untuk menyatakan hasilnya dalam persentase.	2025–2050

8.5 Pilar Aksi 5 : Dekarbonisasi dan Elektrifikasi Sektor Transportasi

Objektif	Transportasi adalah sektor yang sangat besar mengkonsumsi energi. Dekarbonisasi sangatlah penting, melalui elektrifikasi dengan energi terbarukan dan beralih moda ke angkutan umum sehingga tidak terlalu boros energi.
Hasil	Tercapainya transportasi ramah lingkungan yang bersih (nol emisi) melalui pengembangan dan integrasi angkutan massal, kendaraan listrik, dan hidrogen. Adopsi dan penerapan teknologi kendaraan listrik dan baterai secara bertahap diperkirakan akan terjadi di NTB seiring dengan kemajuan teknologi, pertumbuhan pasar, dan penurunan biaya investasi.
Keselaran dengan Sustainable Development Goals (SDGs)	3 KEHIDUPAN SEHAT DAN SEJAHTERA 7 ENERGI BERSIH DAN TERJANGKAU 11 KOTA DAN PEMUKIMAN YANG BERKELANJUTAN 13 PENANGANAN PERUBAHAN IKLIM 8 PEKERJAAN LAYAK DAN PERTUMBUHAN EKONOMI 9 INDUSTRI, INOVASI DAN INFRASTRUKTUR
Aksi 1	Implementasi Program <i>Scrappage</i>
Aksi 2	Pengembangan Bus Rapid Transit berbasis listrik yang terintegrasi dan tanpa emisi (Electric-Zero Emission Bus Rapid Transit/E-ZEBRT)
Aksi 3	Penerapan Insentif dan Subsidi Pajak untuk Kendaraan Listrik
Aksi 4	Pembangunan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik
Aksi 5	Persiapan Industri untuk Konversi Bahan Bakar ke Kendaraan Listrik
Aksi 6	Promosi Kendaraan Hidrogen untuk Angkutan Umum

Target dan Indikator

Target	Target Jangka Menengah	Indikator	Bauran
Penyusunan roadmap transportasi NTB oleh Dinas Perhubungan dan pemerintah provinsi.	Pengembangan peta jalan transportasi pada tahun 2030 dan 2050 dengan mengoptimalkan peralihan ke moda transportasi bahan bakar non-fosil di NTB, dengan mempertimbangkan perubahan penggunaan lahan, infrastruktur baru, tarif, dll.	Pada tahun 2025, diharapkan peta jalan transportasi NTB yang pertama dapat diterbitkan kepada masyarakat. Peta jalan tersebut harus dipantau, dievaluasi, dan diperbaharui setiap 5 tahun.	

Target	Target Jangka Menengah	Indikator	Bauran
Sektor transportasi bebas emisi di NTB.	Elektrifikasi 30% kendaraan roda dua dan roda tiga di Kota Mataram pada tahun 2030 dan 15% di sekitar Pulau Lombok. Pertumbuhan bertahap diharapkan sebesar 5% setiap 10 tahun; Hal ini menyusul adanya insentif sepeda motor listrik dan pembangunan infrastruktur yang menarik masyarakat dan pasar untuk mengadopsi sepeda motor listrik.	Persentase penggunaan kendaraan listrik roda dua dan tiga.	Lebih dari 75% kendaraan roda dua dan tiga di Kota Mataram, kawasan perkotaan dan pariwisata Pulau Lombok akan menjadi kendaraan listrik pada tahun 2050.
	Elektrifikasi 100% kendaraan roda empat operasional Pemerintah Daerah dan 15% kendaraan roda empat milik swasta pada tahun 2030 dengan cakupan kota Mataram.	Persentase penggunaan kendaraan listrik baik kendaraan roda empat operasional Pemerintah Daerah maupun kendaraan roda empat milik swasta.	100% kendaraan roda empat yang beroperasi di Pemerintah Daerah akan bertenaga listrik pada tahun 2050, di kota Mataram, seluruh Pulau Lombok, dan ibu kota kabupaten di Sumbawa. 50% kendaraan pribadi roda empat akan menggunakan listrik pada tahun 2050, baik di kota Mataram, seluruh pulau Lombok, dan ibu kota kabupaten di Sumbawa. - Membatasi kendaraan berbasis mesin pembakaran dalam baik mobil maupun sepeda motor secara bertahap mulai tahun 2030 dan membatasi peredarannya pada tahun 2040, khususnya di Pulau Lombok.

Target	Target Jangka Menengah	Indikator	Bauran
	Pengembangan sistem Bus Rapid Transit (BRT) terintegrasi di Pulau Lombok dapat dicapai melalui serangkaian tonggak kemajuan. Pencapaian ini menandai langkah-langkah signifikan dalam perencanaan, desain, konstruksi, dan pengoperasian sistem BRT. Pada tahun 2035, sistem BRT seharusnya sudah beroperasi secara komersial.	Milestone pengembangan bus rapid transit terintegrasi untuk kawasan pariwisata di Pulau Lombok seperti studi kelayakan dan desain konsep, konsultasi publik dan keterlibatan pemangku kepentingan, perencanaan rute dan desain jaringan, pengembangan model bisnis termasuk potensi skema KPBU, financial close, pembangunan infrastruktur, pengadaan armada BRT , pengujian, operasional, dan pemantauan.	Pada tahun 2050, BRT terintegrasi harus dioperasikan secara komersial dan terlebih lagi dikembangkan dari segi jumlah jalur, armada bus, armada bus ramah lingkungan, dan penggunaan sistem bus berbahan bakar non-fosil.
	Pembangunan stasiun pengisian kendaraan listrik umum (SPKLU) tersebar di 10 wilayah pada tahun 2025-2030 (Kota Mataram), 20 wilayah pada tahun 2030-2035 (Pulau Lombok)	Jumlah SPKLU di Pulau Lombok.	- Pengembangan Stasiun pengisian kendaraan listrik yang akan dibangun di seluruh Pulau Lombok pada tahun 2050 sesuai dengan kebutuhan. - Pengembangan Stasiun pengisian kendaraan listrik yang akan dibangun tersebar di wilayah perkotaan/ibu kota kabupaten di Pulau Sumbawa pada tahun 2050 sesuai dengan kebutuhan.
	Penetrasi teknologi hidrogen sebesar 5% pada kendaraan bus dan 10% pada kendaraan truk angkutan barang pada tahun 2030.	Persentase penggunaan kendaraan berbasis hidrogen pada truk dan bus.	50% bus dan 50% truk akan menggunakan bahan bakar hidrogen pada tahun 2050.

Penjelasan Indikator

Indikator	Definisi		
	Keterangan	Metode kalkulasi	Periode
Persentase penggunaan kendaraan listrik roda dua dan tiga.	Sensus Surat Izin Kendaraan melalui data dari instansi yang bertanggung jawab di bidang registrasi dan pengelolaan pajak kendaraan dan kendaraan bermotor serta Biro Kepolisian Daerah bidang pengaturan lalu lintas. Bisa juga menghitung jumlah sepeda motor, sepeda motor becak.	Perbandingan jumlah kendaraan roda dua dan tiga yang merupakan kendaraan listrik dengan jumlah kendaraan roda dua dan tiga pada tahun 2050.	2025–2050
Persentase penggunaan kendaraan listrik untuk kendaraan: • Kendaraan operasional roda empat Pemerintah Daerah • Kendaraan roda empat milik pribadi dan kendaraan umum. • Bus listrik untuk angkutan dalam kota, termasuk DAMRI.	Sensus Surat Izin Kendaraan melalui data dari instansi yang bertanggung jawab di bidang registrasi dan pengelolaan kendaraan dan pajak kendaraan serta biro kepolisian daerah bidang pengaturan lalu lintas, melakukan sensus pada jumlah: • Kendaraan operasional Pemerintah berbasis listrik. • Kendaraan pribadi dan umum roda empat yang merupakan kendaraan listrik, antara lain sedan, jeep, minibus, van, dan bus.	• Seluruh kendaraan operasional Pemerintah roda empat telah menggunakan kendaraan listrik. • Perbandingan jumlah kendaraan roda empat swasta yang merupakan kendaraan listrik dengan jumlah kendaraan roda empat pada tahun 2050.	2025 - 2050
Jumlah titik tempat pengisian kendaraan listrik umum (SPKLU) di Pulau Lombok.	Perencanaan dan pengembangan stasiun pengisian kendaraan listrik di Pulau Lombok, perhitungan/ penghitungan lokasi.	• Pengembangan stasiun pengisian berdasarkan studi kelayakan (keuangan, aspek teknis, model bisnis termasuk KPBU), menargetkan 100 stasiun pengisian kendaraan listrik dibangun di Lombok dan 50 kendaraan listrik di kawasan perkotaan Pulau Sumbawa.	2025 - 2050

Indikator	Definisi		
	Keterangan	Metode kalkulasi	Periode
Persentase kemajuan pembangunan bus rapid transit (BRT) terintegrasi (perencanaan, FS, model bisnis, pendanaan, konstruksi, serta pengoperasian dan pemeliharaan) untuk kawasan pariwisata di Pulau Lombok.	Kemajuan peta jalan BRT untuk meningkatkan konektivitas kawasan pariwisata di Pulau Lombok (menghitung kemajuan pembangunan: perencanaan, FS, model bisnis, pendanaan, konstruksi, serta operasi dan pemeliharaan).	Menghitung persentase kemajuan pencapaian peta jalan BRT untuk Pulau Lombok.	2025–2050
Persentase penggunaan kendaraan berbasis hidrogen pada truk dan bus.	Sensus kendaraan terhadap jumlah kendaraan umum dan angkutan barang berbahan bakar hidrogen dengan roda lebih dari empat, termasuk bus, truk, dan kendaraan pertambangan.	Perbandingan jumlah bus dan truk hidrogen dengan jumlah total bus dan truk pada tahun 2050	2040-2050

IX STRATEGI INVESTASI DAN INOVASI KEUANGAN

Kerangka pendanaan infrastruktur, termasuk energi terbarukan, dapat dibagi menjadi dua kelompok besar: (i) pendanaan publik/pemerintah melalui modalitas anggaran pemerintah atau APBN (dan APBD) dan (ii) pendanaan non-publik atau non-publik.

Pendanaan pemerintah yang dialokasikan melalui APBN berasal dari penerimaan pajak dan hibah, pinjaman luar negeri, pinjaman dalam negeri, dan penerbitan surat berharga negara (seperti obligasi pemerintah), sedangkan pendanaan non-publik/pemerintah meliputi pembiayaan dari perbankan, non-bank, lembaga keuangan, pasar modal (saham dan obligasi), dana asing, dan lain-lain. Selain itu, terdapat pula Kerjasama Pemerintah-Badan Usaha (KPBU) yang merupakan kesepakatan kolaboratif untuk menggabungkan pendanaan pemerintah/publik (melalui APBN/APBD) dan investasi dunia usaha/swasta.

Kolaborasi pemerintah dan swasta dapat mempercepat pencapaian tujuan pembangunan nasional melalui keterlibatan investasi swasta/badan usaha dalam penyediaan infrastruktur publik. Selain itu, keterampilan dan aset (sumber daya) masing-masing pihak juga diharapkan dapat dimanfaatkan secara kolaboratif untuk memberikan layanan dan/atau fasilitas yang dibutuhkan masyarakat. Serta dapat menawarkan imbalan kepada masing-masing pihak serta risiko yang sepadan. Bagian berikut menjelaskan masing-masing jenis mekanisme dan instrumen keuangan yang berpotensi dioptimalkan untuk mencapai *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)* di Provinsi Nusa Tenggara Barat pada tahun 2050.

9.1 Anggaran Pemerintah Negara Bagian Dan Daerah

Anggaran pemerintah terdiri dari anggaran pemerintah pusat (atau dikenal sebagai Anggaran Penerimaan dan Belanja Negara atau APBN) dan anggaran pemerintah daerah (atau dikenal sebagai Anggaran Penerimaan dan Belanja Daerah atau APBD), yang merupakan modalitas dasar dan instrumen fiskal dari pemerintah. Baik APBN maupun APBD terdiri dari bagaimana anggaran pemerintah dibiayai/dikumpulkan dan dibelanjakan, Dimana salah satu alokasi besar belanja APBN adalah dalam bentuk transfer dana pusat ke pemerintah daerah.

Pendanaan APBN bersumber dari pajak, Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP), dan instrumen keuangan lainnya seperti obligasi, pinjaman, dan hibah dari dalam dan luar negeri yang berasal dari (1) Pembiayaan Pembangunan Bilateral dan Multilateral Institusi; (2) Lembaga Keuangan (bank dan non bank); dan (3) Pemodal, baik perorangan maupun badan usaha. Sumber pendanaan tersebut mempunyai karakteristik yang berbedabeda sehingga pemanfaatannya perlu disesuaikan dengan karakteristik tersebut.

1. Pajak

Pajak adalah penerimaan negara yang berasal dari masyarakat yang berasal dari pajak penghasilan, pajak pertambahan nilai, pajak bumi dan bangunan, pajak kendaraan, cukai, pajak perdagangan internasional, dan pajak lainnya. Pajak digunakan untuk membiayai operasi dan investasi pemerintah. Namun, rendahnya rasio pemungutan pajak merugikan kemampuan pemerintah untuk mendanai dirinya sendiri, karena alasan kesenjangan kebijakan dan kesenjangan kepatuhan. Kesenjangan kebijakan muncul karena berkurangnya penerimaan pajak dan ketentuan khusus perpajakan seperti insentif perpajakan. Insentif ini memang diperlukan untuk memacu beberapa pasar di negara berkembang tertentu (misalnya energi terbarukan, kendaraan listrik, dll.) sekaligus mengorbankan pendapatan berbasis pajak. Salah satu permasalahan besar di Indonesia adalah buruknya kinerja *tax to Gross Domestic Product (GDP)* atau indikator rasio pajak. Pada tahun 2020, rasio pajak nasional hanya berkisar 10,1%, lebih rendah dibandingkan negara tetangga lainnya seperti Vietnam (22,7%), Filipina (17,8%), dan Thailand (16,5%). Kesenjangan penerimaan pajak juga menutupi persoalan besarnya potensi penghindaran pajak. Hal ini mencakup kesadaran dan kepatuhan

masyarakat untuk mematuhi pajak seperti masyarakat kelas atas Indonesia yang cenderung menghindari pembayaran pajak. Begitu pula dengan administrasi perpajakan yang perlu meningkatkan kemudahan pembayaran, kepercayaan, pelaporan, integritas pegawai pajak, dan akses informasi perpajakan berbasis teknologi informasi.

2. Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP)

Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) adalah penerimaan negara di luar penerimaan pajak, yang meliputi penerimaan yang berasal dari pemanfaatan sumber daya alam, jasa-jasa yang diselenggarakan oleh pemerintah, pengelolaan kekayaan negara yang dipisahkan, pengelolaan Barang Milik Negara, pengelolaan dana, dan hak-hak negara lainnya. PNBP digunakan untuk membiayai operasional pemerintahan dan kegiatan investasi.

3. Hibah

Hibah merupakan penerimaan negara berupa devisa, devisa yang dikonversikan ke dalam rupiah, barang, jasa, dan/atau surat berharga yang tidak perlu dibayar kembali, yang dapat berasal dari dalam atau luar negeri. Hibah digunakan untuk mendukung program pembangunan nasional dan penanggulangan bencana serta bantuan kemanusiaan.

4. Pinjaman Luar Negeri

Pinjaman Luar Negeri adalah penerimaan negara yang harus dibayar kembali dengan syarat tertentu dalam bentuk utang pemerintah yang diikat dengan perjanjian pinjaman dan bukan dalam bentuk surat berharga negara. Pinjaman luar negeri terdiri dari pinjaman tunai dan pinjaman aktivitas, yang berasal dari kreditor multilateral, pemberi pinjaman bilateral, pemberi pinjaman swasta asing, dan lembaga penjaminan kredit ekspor.

Pinjaman Luar Negeri dapat digunakan untuk membiayai defisit APBN dan kegiatan prioritas Kementerian/Lembaga; mengelola portofolio utang; diteruskan kepada pemerintah daerah dan badan usaha milik negara; dan diberikan kepada pemerintah daerah dengan fokus pada pembiayaan infrastruktur ekonomi dan sosial melalui transfer teknologi; praktik baik internasional dan berbagi pengetahuan; proyek percontohan yang dapat direplikasi dengan pendanaan rupiah; dan memiliki manfaat (leverage) yang tinggi.

Dari sisi belanja, hal ini terutama mencakup belanja pemerintah pusat (termasuk anggaran kementerian dan lembaga pemerintah) dan transfer ke pemerintah daerah. Ada beberapa tantangan yang dihadapi dalam pembelanjaan APBN:

1. Terbatasnya ruang gerak fiskal karena adanya belanja wajib seperti energi (listrik, LPG, bensin) dan subsidi jaminan sosial, dll.
2. Rendahnya efisiensi dan efektivitas belanja negara.
3. Belum optimalnya belanja negara untuk penanaman modal yang tercermin dari rendahnya realisasi target, sedangkan belanja subsidi lebih tinggi dari target, dan
4. Rendahnya pemungutan pajak atau rasio pajak terhadap PDB.

Begitu pula dengan APBD, tinjauan terhadap APBD tahun 2021 menunjukkan bahwa Pendapatan Asli Daerah (PAD) rata-rata hanya menyumbang 17% (sebagian besar berasal dari pendapatan pajak daerah) dari total pendapatan pemerintah daerah. Dominasi pendapatan sebesar 80% umumnya bertumpu pada komponen pendapatan transfer termasuk Dana Transfer dari Pemerintah Pusat (misalnya Dana Alokasi Umum dan Dana Alokasi Khusus), sedangkan 3% lainnya merupakan pendapatan lain-lain. Dari sisi belanja, kajian APBD tahun 2021 menunjukkan sekitar 69% alokasi belanja digunakan untuk belanja operasional (termasuk belanja gaji pegawai, dll) menyisakan

sebagian kecil untuk belanja modal (termasuk infrastruktur) sekitar 17% dari anggaran pembiayaan.

Dari sisi infrastruktur, rencana pembangunan jangka menengah nasional 2019-2024 telah mengidentifikasi kebutuhan dana sebesar Rp 6.500 triliun untuk membangun infrastruktur Indonesia (termasuk sektor energi).

Namun menurut rilis pemerintah, APBN memiliki keterbatasan dalam membiayai pembangunan infrastruktur nasional yang hanya mampu menutupi 42% dari total kebutuhan pendanaan infrastruktur. Selain belanja langsung, pemerintah juga memberikan insentif fiskal kepada perusahaan-perusahaan di industri infrastruktur (misalnya, infrastruktur ramah lingkungan melalui insentif fiskal untuk pengembangan energi terbarukan).

Memang penting bagi pemerintah untuk memacu investasi energi hijau melalui insentif pajak. Berikut ini beberapa macam pajak negara yang relevan terkait dengan pengembangan energi terbarukan.

Tabel 17 Pajak Negara Terkait dengan Kemajuan Energi Terbarukan

Jenis Insentif	Peraturan yang Berlaku	Keterangan
Tunjangan Pajak <i>Tax Allowance</i> atau keringanan pajak merupakan insentif yang diberikan dalam bentuk pengurangan pajak penghasilan badan. Penghargaan tersebut berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 78 Tahun 2019 yang mengatur 166 bidang usaha tertentu dan 17 bidang usaha tertentu yang berlokasi di daerah tertentu yang berhak mendapatkan keringanan pajak penghasilan. Investasi pembangkit listrik energi terbarukan masuk dalam kategori sektor prioritas, bersamaan dengan kegiatan pemanfaatan energi panas bumi, pembangkitan listrik dari mikro dan mini hidro, serta gasifikasi batu bara. Ketentuan teknis mengenai keringanan pajak diatur dalam Peraturan Menteri Keuangan Nomor 96/PMK.010/2020 tentang Fasilitas Pajak Penghasilan Atas Penanaman Modal di Bidang Usaha Tertentu dan/ atau Daerah Tertentu.	1. Peraturan Pemerintah Nomor 78 Tahun 2019 2. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 96/PMK.010/2020	1. Pengurangan laba bersih sebesar 30 persen dari total investasi berupa aset tetap berwujud. Dikenakan biaya selama 6 tahun dengan tarif masing-masing 5 persen per tahun. 2. Penyusutan dan amortisasi yang dipercepat. 3. Pajak penghasilan atas dividen kepada wajib pajak luar negeri ditetapkan sebesar 30 persen atau lebih rendah. 4. Ganti rugi atas kerugian yang jangka waktunya lebih dari 5 tahun tetapi tidak lebih dari 10 tahun.
Fasilitas Impor Fasilitas fiskal tambahan untuk energi terbarukan adalah keringanan retribusi barang impor. Selain berhak mendapatkan keringanan pajak, pengembang energi terbarukan juga berhak mendapatkan pembebasan pajak penghasilan atas barang impor, pembebasan bea masuk, dan pembebasan PPN atas barang impor.	1. Peraturan Menteri Keuangan (Kemenkeu) No.176/2009 jo. 188/2015 2. Kementerian Keuangan Nomor 66 Tahun 2015	1. Pajak penghasilan atas barang impor: Pengurangan pajak atas impor mesin dan peralatan 2. Pembebasan PPN: Pembebasan pengenaan PPN atas impor mesin dan peralatan 3. Fasilitas pembebasan bea masuk: Pembebasan bea masuk atas impor mesin dan bahan konstruksi
Hari Libur Pajak <i>Tax holiday</i> memberikan kesempatan kepada investor untuk mendapatkan fasilitas keringanan pajak selama 5-20 tahun dengan minimal investasi Rp 500 miliar, dan maksimal pengurangan pajak penghasilan 100%. Ada pula insentif mini <i>tax holiday</i> dimana investor bisa mendapatkan fasilitas keringanan pajak selama 5 tahun dengan minimal investasi Rp 100-500 miliar, dan maksimal potongan pajak penghasilan 50%.	1. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 130/PMK.010/2020	

Terkait dengan pencapaian *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)* di Provinsi Nusa Tenggara Barat, keberlanjutan dan keandalan konstelasi APBN dan APBD untuk mendukung target ambisius tersebut sangat terbatas. Oleh karena itu, pemerintah daerah, khususnya Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat perlu menjajaki opsi pembiayaan yang mungkin dan potensial untuk menutup kesenjangan kebutuhan pembiayaan infrastruktur dan energi terbarukan. Beberapa opsi yang dapat dipertimbangkan untuk memperkuat APBD adalah sebagai berikut.

Tabel 18 Potensi Opsi Pembiayaan untuk Memperkuat APBD

Fasilitas Pembiayaan	Deskripsi Singkat	Peraturan yang Berlaku	Tantangan dan Peluang
Fasilitas Pinjaman Pemerintah Daerah	Badan Usaha Milik Negara (SEO) di bawah Kementerian Keuangan yang mengaktifkan skema pinjaman untuk pembangunan infrastruktur. Dikenal juga dengan nama PT Sarana Multi Infrastruktur/PT SMI. ²⁹	Peraturan Menteri Keuangan (PMK) No. 100/PMK.010/2009 tentang Perusahaan Pembiayaan Infrastruktur yang 8 (delapan) sektor operasionalnya dibiayai oleh PT SMI.	1. O1: Mandat perusahaan adalah untuk mendorong keberlanjutan melalui SDGs dan mitigasi perubahan iklim. 2. O2: Berkonsentrasi pada 8 sektor operasional yaitu jalan dan jembatan, transportasi, migas, telekomunikasi, pengelolaan sampah, ketenagalistrikan, irigasi, dan penyediaan air minum.
Obligasi Daerah	Salah satu sumber pinjaman daerah jangka menengah dan panjang yang hanya dapat diberikan di pasar modal dalam negeri dan dalam mata uang Rupiah.	Peraturan Menteri Keuangan Nomor 180/PMK.07/2015 Tahun 2015 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Keuangan Nomor 111/PMK.07/2012 tentang Tata Cara Penerbitan dan Pertanggungjawaban Obligasi Daerah.	1. C1: Obligasi daerah hanya dapat membiayai sektor publik yang (i) menghasilkan pendapatan dan memberi manfaat bagi masyarakat dan (ii) berkaitan dengan usaha pemerintah daerah. 2. C2: Umumnya diabaikan karena ketidaktahuan, masalah peringkat kredit, kapasitas keuangan, dan ketersediaan alternatif pendanaan lainnya.
Pinjaman Luar Negeri Dua Tahap (PPLN)	Pinjaman bilateral berasal dari bank pembangunan dan organisasi internasional (misalnya Japan International Cooperation Agency/JICA, Asian Development Bank/ ADB, Bank Dunia, dan pinjaman bilateral dari negara lain).	Peraturan Menteri Keuangan (PMK) No. 108 Tahun 2016 jo. 108/2019 tentang Tata Cara Penerusan Pinjaman Dalam Negeri dan Penerusan Pinjaman Luar Negeri kepada Badan Usaha Milik Negara dan Pemerintah Daerah	1. O1: Pinjaman umumnya bersifat tematik, dan mendukung sektor tertentu yang disepakati antara kreditur dan debitur. 2. C1: Diklasifikasikan sebagai fasilitas pinjaman negara yang ditujukan kepada negara.

Selain model pengembangan pendanaan berbasis APBN/APBD di atas, Pemerintah Pusat telah mengkaji kebijakan lain untuk memperluas sumber pendanaan publik khusus untuk pengembangan energi terbarukan, termasuk melalui pajak karbon, biaya tambahan penggunaan listrik dan bahan bakar minyak, serta pungutan ekspor batu bara (lihat Tabel 19 di bawah). Hal ini belum sepenuhnya solid untuk dijadikan kebijakan dan masih dalam tahap kajian. Namun ke depan, opsi penguatan APBN tersebut akan sangat dinamis dan terus bergulir.

Instrumen	Keterangan
Pajak Karbon	Selain memberikan insentif fiskal, pemerintah berencana mengenakan pajak karbon kepada penghasil emisi GRK. Dalam konsep pajak karbon, pihak yang menghasilkan lebih banyak emisi akan membayar pajak yang lebih tinggi karena tarif pajak karbon ditetapkan per jumlah emisi yang dihasilkan. Pengenaan pajak karbon akan menjadi disinsentif terhadap kegiatan ekonomi yang tidak ramah lingkungan karena beban pajak yang lebih besar, dan sebaliknya akan menjadi insentif untuk mendorong kegiatan ekonomi yang lebih ramah lingkungan. Selain sebagai sumber pendapatan negara, pajak karbon juga dapat digunakan sebagai sumber pendanaan perubahan iklim melalui <i>earmarking</i>, termasuk membangun infrastruktur yang ramah lingkungan dan berketahanan, termasuk energi terbarukan. Pemerintah menyusun pajak karbon pada tahun 2021 melalui Undang-Undang Harmonisasi Perpajakan yang awalnya akan diterapkan pada bulan April 2022. Awalnya, kasus percontohan pajak karbon akan dilakukan di sektor ketenagalistrikan. Namun berdasarkan pernyataan Pemerintah pada Oktober 2022, penerapan kebijakan pajak karbon ini kembali ditunda hingga tahun 2025.³⁰
Biaya tambahan untuk penggunaan bahan bakar fosil dan pembatasan subsidi bahan bakar fosil	Strategi pengumpulan dana publik untuk penggunaan bahan bakar per liter diusulkan dan diumumkan oleh pemerintah pada tahun 2016. Dana tersebut rencananya akan dikelola sebagai Dana Ketahanan Energi untuk membangun fasilitas penerangan dan listrik di lokasi terpencil dan untuk membangun cadangan minyak bumi yang strategis. Tujuan lain dari dana ini termasuk mensubsidi tarif listrik energi terbarukan dan membangun infrastruktur energi terbarukan. Namun, kerangka hukum yang tidak memadai tidak dapat melindungi perolehan dana tersebut dan kebijakan ini ditunda untuk jangka waktu yang tidak terduga.³¹ Membatasi dan pada akhirnya menghapuskan subsidi bahan bakar fosil menghadirkan peluang strategis untuk mengalihkan sumber daya keuangan ke proyek-proyek energi terbarukan. Inisiatif ini dapat mendorong pertumbuhan sektor energi terbarukan dengan melakukan realokasi dana, memberi insentif pada investasi, meningkatkan daya saing, dan memajukan jaringan listrik.

9.2 Kerjasama Pemerintah-Badan Usaha (KPBU)

Terbatasnya anggaran pemerintah (APBN/APBD) dalam pembiayaan infrastruktur penyebab kesenjangan dalam menjamin ketersediaan layanan infrastruktur bagi masyarakat sebagai penerima manfaat. Untuk mengatasinya, pemerintah dapat menggunakan mekanisme pembiayaan alternatif dengan melibatkan investasi swasta melalui payung perjanjian kerja sama yang dikenal dengan nama *Public-Private Partnership* (PPP). Biasanya, Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU) merupakan suatu bentuk perjanjian yang mengikat antara sektor publik sebagai lembaga yang mengontrak pemerintah dengan sektor swasta/badan usaha untuk menyediakan fasilitas pelayanan publik untuk jangka waktu yang lebih lama (misalnya 10-20 tahun atau lebih) (“Perjanjian KPBU”).

KPBU umumnya diterapkan pada proyek infrastruktur yang keberadaannya penting bagi peningkatan kualitas hidup masyarakat namun memiliki tipikal ekonomi marginal atau tidak cukup layak untuk dikembangkan secara *business-to-business* (B2B), misalnya Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM), Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), satelit, rumah sakit, dan sejenisnya. Guna meningkatkan kelayakan investasi, proyek-proyek yang dikembangkan berdasarkan skema KPBU–KPBU khusus yang diminta (berdasarkan usulan/prioritas rencana Pemerintah) dapat memperoleh dukungan Pemerintah dalam bentuk *Viability Gap Fund* (VGF), Jaminan Pemerintah melalui PT. Penjaminan Infrastruktur Indonesia (PII), dan *Project Development Facility* (PDF) yang bertujuan untuk memberikan bantuan teknis kepada pemerintah daerah sebagai lembaga kontraktor pemerintah (tergantung pada struktur proyek) dalam mempersiapkan dan melaksanakan transaksi KPBU.

Dalam berbagai kesempatan, KPBU kerap disandingkan sebagai alternatif penggunaan langsung APBN/APBD dalam pembiayaan infrastruktur. Daripada menggunakan APBN/APBD secara langsung, dimana seluruh risiko penyediaan infrastruktur ditanggung oleh Pemerintah dengan biaya awal yang tinggi, KPBU mengalihkan sebagian kewajiban dan risiko penyediaan infrastruktur seperti persyaratan penanaman modal, pembiayaan, desain, serta risiko konstruksi dan operasi selama masa perjanjian kepada entitas sektor swasta yang lebih siap untuk mengelola risiko tersebut. Oleh karena itu, KPBU menyajikan suatu kerangka kerja

yang, selain melibatkan sektor swasta, juga mengakui peran pemerintah dalam memastikan bahwa kewajiban sosial dipenuhi dan investasi publik yang diperlukan terealisasi. Keterlibatan sektor swasta biasanya memerlukan tingkat pengembalian investasi yang wajar sebagai prasyarat proyek KPBU.

Selanjutnya, kompensasi atas investasi ketersediaan jasa infrastruktur yang dikembangkan oleh badan usaha dalam KPBU akan dilakukan melalui mekanisme pembayaran yang menjadi hak badan usaha. Hal ini memastikan investasi yang dilakukan memiliki tingkat pengembalian yang layak dan menarik. Pembayaran tersebut diperoleh secara berkala oleh badan usaha dalam jangka waktu tertentu selama pelaksanaan perjanjian KPBU. Mekanisme pembayaran ada beberapa jenis, namun secara singkat mekanisme pembayaran dapat dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu:

1. Retribusi/biaya pengguna dimana pembayaran dipungut oleh badan usaha langsung dari pengguna jasa (misalnya jalan tol).
2. Dibayar oleh pemerintah dimana pembayaran atas ketersediaan jasa infrastruktur dilakukan oleh Pemerintah kepada badan usaha dengan ketentuan memenuhi persyaratan pelayanan minimal sesuai Perjanjian KPBU. Mekanisme ini umumnya diterapkan dalam hal proyek KPBU tidak menghasilkan pembayaran dari masyarakat/pengguna, atau model bisnis mempunyai tingkat risiko gagal bayar yang tinggi jika diterapkan dengan menggunakan biaya pengguna.

Tabel 20 Payung Hukum Umum dalam Pelaksanaan KPBU di Indonesia

Ref	Peraturan	Relevansi Dengan Proyek
Kerjasama Pemerintah-Badan Usaha	- Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2015 tentang Kerjasama Pemerintah Swasta Dalam Pembangunan Infrastruktur Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional Peraturan Nomor 4 Tahun 2015 tentang Tata Cara Pelaksanaan Kerjasama Pemerintah Swasta Dalam Pembangunan Infrastruktur sebagaimana telah diubah dengan Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Nasional Peraturan Badan Perencanaan Pembangunan Nomor 2 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Peraturan Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional Nomor 4 Tahun 2015 tentang Tata Cara Pelaksanaan Kerjasama Pemerintah Swasta Dalam Pembangunan Infrastruktur ("Peraturan Bappenas Nomor 4 Tahun 2015 juncto Peraturan Bappenas Nomor 2 Tahun 2020") - Peraturan Badan Nasional Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah No. 19/2015 tentang Tata Cara Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Kerjasama Pemerintah Swasta Dalam Rangka Pembangunan Infrastruktur ("Peraturan LKPP No. 19/2015")	- Inilah peraturan dasar yang mengatur pelaksanaan KPBU di Indonesia. - Peraturan LKPP No. 19/2015 mencakup langkah-langkah dan pedoman pengadaan (i) Badan Penyiapan/Ahli/ Konsultan KPBU (yang tidak didanai oleh hibah/organisasi internasional, dll.) yang diberi mandat untuk membantu PJKP dalam persiapan proyek dan /atau transaksi proyek, dan (ii) Pengadaan IBE baik dalam bentuk proyek KPBU yang diminta maupun yang tidak diminta.

Pembayaran Ketersediaan	• Peraturan Menteri Keuangan No 260/PMK.08/2016 tentang Tata Cara Pembayaran Ketersediaan Pelayanan Kerjasama Pemerintah Swasta Dalam Pembangunan Infrastruktur ("Peraturan Menteri Keuangan No. 260/2016"); Dan • Peraturan Menteri Dalam Negeri No 96 Tahun 2016 tentang Pembayaran Ketersediaan Dana Kerjasama Pemerintah Swasta Dalam Pembangunan Infrastruktur Daerah ("Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 96/2016")	• Peraturan Menteri Keuangan Nomor 260 Tahun 2016 mengatur bahwa Pembayaran Ketersediaan (<i>Availability Payment/AP</i>) bersumber dari anggaran pemerintah (APBN/APBD) dimana dalam hal ini <i>Government Contracting Agency</i> (GCA) adalah Kuasa Pengguna Anggaran. Penganggaran AP dilakukan secara berkala oleh Menteri/Kepala Lembaga/Kepala Daerah pada setiap tahun anggaran mengikuti kewajiban pembayaran PJP pada Perjanjian KPBU. Peraturan tersebut juga mensyaratkan bahwa untuk berhak mendapatkan <i>Availability Payment</i> (AP), pemilihan <i>Implementing Business Entity</i> (IBE) di KPBU harus dilakukan secara adil, terbuka, dan transparan. • Kementerian Dalam Negeri Nomor 96 Tahun 2016 mengatur mekanisme pendanaan pembangunan infrastruktur di tingkat daerah. Peraturan ini memberikan jaminan bagi sektor swasta bahwa belanja modal mereka untuk membangun infrastruktur akan dibayar oleh pemerintah daerah melalui APBD setiap tahunnya.
Jaminan PT Penjamin Infrastruktur Indonesia (PII)	• Peraturan Presiden No 78 Tahun 2010 tentang Penjaminan Infrastruktur Dalam Penyelenggaraan Kerjasama Pemerintah Swasta Melalui Fasilitas Penjaminan Infrastruktur ("PR No. 78/2010") • Peraturan Menteri Keuangan Nomor 260/PMK.011/2010 tentang Pedoman Pelaksanaan Penjaminan Infrastruktur dalam Kerjasama Pemerintah dan Swasta sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Keuangan Nomor 8/PMK.08/2016 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Keuangan Nomor 260/PMK. 011/2010 tentang Pedoman Pelaksanaan Penjaminan Infrastruktur dalam Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha ("Peraturan Menteri Keuangan No. 260 Tahun 2010 juncto Peraturan Menteri Keuangan No. 8/2016")	• Perpres tersebut mengatur mekanisme penjaminan proyek oleh Pemerintah Indonesia melalui Indonesia Infrastructure Guarantee Facility (IIGF). • Kementerian Keuangan Nomor 8/PMK.08/2016 mengatur mekanisme Pembayaran Ketersediaan (AP) proyek KPBU, termasuk perencanaan dan/atau penyiapan proyek KPBU dengan skema AP. Dijelaskan pula pemberian Fasilitas Fiskal untuk proyek KPBU berdasarkan peraturan.

Pemanfaatan skema KPBU di sektor ketenagalistrikan dan khususnya energi terbarukan di Indonesia saat ini masih sangat terbatas. Hal ini dikarenakan sektor ketenagalistrikan dianggap sebagai model bisnis umum dan sudah tergolong layak untuk dijalankan *Business to Business (B2B)* (misalnya pada skema *Independent Power Producer (IPP)*). Namun, masih banyak potensi peluang KPBU untuk pengembangan energi terbarukan, antara lain dalam infrastruktur pembangkit listrik tenaga surya, penerangan jalan umum berbasis tenaga surya, stasiun pengisian kendaraan listrik umum, pengelolaan sampah dan sampah menjadi energi, listrik desa berbasis *minigrid*, dan lain-lain persiapan KPBU yang disesuaikan, sehingga setiap rencana KPBU perlu diidentifikasi dengan baik oleh Pemerintah Daerah. Beberapa titik fokus KPBU adalah:

1. Direktorat Pengelolaan Dukungan Pemerintah dan Pembiayaan Infrastruktur. Direktorat Jenderal Pengelolaan Pembiayaan dan Risiko Kementerian Keuangan.
2. Direktorat Jenderal Pembiayaan Infrastruktur Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat.
3. Kantor Bersama PPP dipimpin di bawah Badan Perencanaan Pembangunan Nasional atau Bappenas.

- 4. PT Sarana Multi Infrastruktur (Persero), Dan
- 5. PT Penjaminan Infrastruktur Indonesia (Persero) atau Dana Penjaminan Infrastruktur Indonesia.

Skema Produsen Listrik Independen (IPP)

PT PLN terbuka terhadap kolaborasi bisnis-ke-bisnis dengan entitas swasta untuk berinvestasi, mengembangkan, dan mengoperasikan proyek pembangkit listrik. Kerangka kerja ini dirancang untuk mendorong keterlibatan sektor swasta, menarik investasi, dan mendorong pengembangan energi terbarukan dalam bauran energi Indonesia. Aturan yang mengatur inisiatif ini dituangkan dalam Peraturan Menteri ESDM No 50 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri No 4 Tahun 2020. Amandemen ini mengatur bahwa PT PLN akan melakukan pengadaan listrik melalui penunjukan langsung dengan mempertimbangkan lokasi dan kapasitas yang dituangkan dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN. Proses pengadaannya mengikuti Perjanjian Pembelian Tenaga Listrik (PPA), yaitu perjanjian kerja sama bilateral yang menjelaskan syarat-syarat pembelian tenaga listrik, termasuk tarif yang disepakati, jangka waktu, dan ketentuan terkait lainnya.

Dalam penjualan listrik berdasarkan rumus Biaya Pembangkitan Sendiri (BPP), PT PLN telah menetapkan persyaratan berbagai sumber terbarukan seperti solar photovoltaic, tenaga angin, biomassa, biogas, dan energi laut. Dengan ketentuan tersebut maka harga pembelian tenaga listrik maksimum ditetapkan sebesar 85% dari Biaya Pembangkitan pada sistem tenaga listrik.

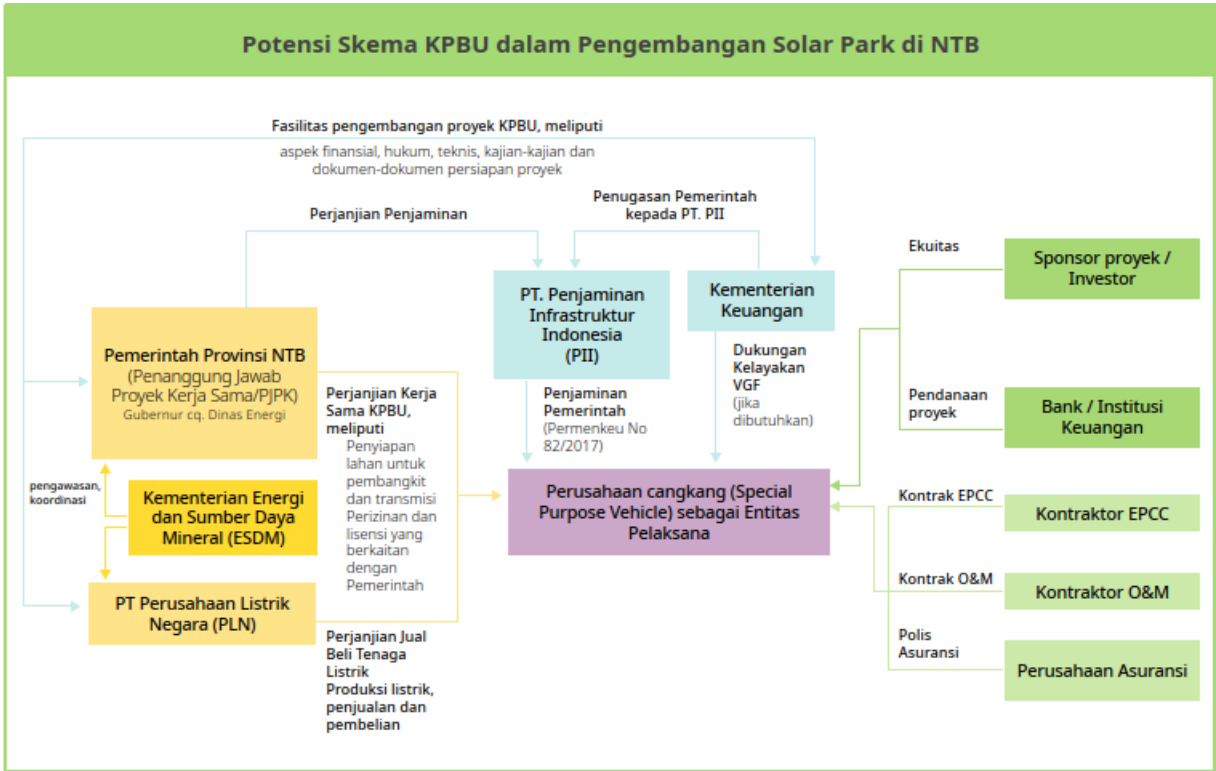
Beberapa aspek yang harus dipimpin oleh Pemerintah Daerah ketika merencanakan dan mengembangkan proyek KPBU adalah sebagai berikut:

- 1. Memiliki dan menyiapkan kapasitas satuan kerja pemerintah daerah sebagai Tim KPBU.
- 2. Meningkatkan pengetahuan dan keahlian staf pemerintah daerah terkait KPBU, alokasi risiko proyek, dan aspek terkait kelayakan teknis dan finansial proyek.
- 3. Menjalin kerja sama dengan organisasi internasional mengenai kerja sama dan bantuan teknis dalam menyiapkan KPBU.
- 4. Menyiapkan *pipeline* proyek KPBU yang solid dan siap dikembangkan dan mengkonsolidasikan *pipeline* proyek dalam daftar proyek KPBU dan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD), dan
- 5. Menjalin koordinasi dan komunikasi dengan pemangku kepentingan KPBU, termasuk unsur legislatif/DPR mengenai perencanaan proyek KPBU dan penganggarannya dalam APBD.

Tabel 21 Perbedaan Penggunaan APBN/APBD untuk Belanja Modal Infrastruktur dan Pelaksanaan Skema KPBU

Aspek	APBN/APBD	PPP
Mata Pelajaran Kerja Sama	Umumnya berupa belanja modal oleh Pemerintah dengan pembayaran kepada kontraktor	Pemerintah dan Badan Usaha
Lingkup Pekerjaan Badan Usaha	Kontraktor terpilih melakukan pekerjaan Desain dan Pembangunan	Badan usaha yang dipilih dapat melaksanakan pekerjaan berdasarkan kontrak Desain, Pembangunan, Pembiayaan, Pengoperasian, Pemeliharaan, Pemindahan
Kontribusi Pemerintah/ Mendukung	Dapat berupa insentif fiskal yang bersifat umum kepada perusahaan yang melakukan kontrak atau secara khusus berupa insentif pembebasan bea masuk, dan lain-lain dalam hal diperlukan impor	Termasuk: • Insentif fiskal, pembebasan pajak penghasilan dan pajak PPN (<i>tax Allowance</i>), pembebasan bea masuk/ekspor. • <i>Project Development Facility</i> (PDF) atau Fasilitas Pengembangan Proyek • Dana Kesenjangan Viabilitas • Penjaminan Pemerintah melalui PT PII • <i>Availability Payment</i> (AP) atau Pembayaran Ketersediaan • Pembebasan lahan, oleh Lembaga Manajemen Aset Negara (LMAN) ...
Mekanisme Operasional	Tergantung kontraknya, umumnya operasional jangka panjang dilakukan oleh Pemerintah/satuan kerja pemerintah daerah/instansi terkait. Namun jika dilakukan oleh badan usaha, umumnya akan ada kontrak tersendiri di luar kontrak konstruksi	Badan Usaha bertanggung jawab penuh atas operasional proyek sesuai dengan Perjanjian KPBU sampai berakhir dengan peralihan kepemilikan
Contoh	• Program Lampu Tenaga Surya Hemat Energi (LTSHE) Kementerian ESDM untuk masyarakat di wilayah terluar yang belum teraliri listrik. • Pembangunan pembangkit listrik tenaga surya dan mikrohidro untuk desa-desa dengan skema Desa Mandiri Energi, menggunakan anggaran Kementerian ESDM	Energi dari limbah proyek, pembangkit listrik 2x30 MW, sistem penyediaan air bersih (SPAM), dll

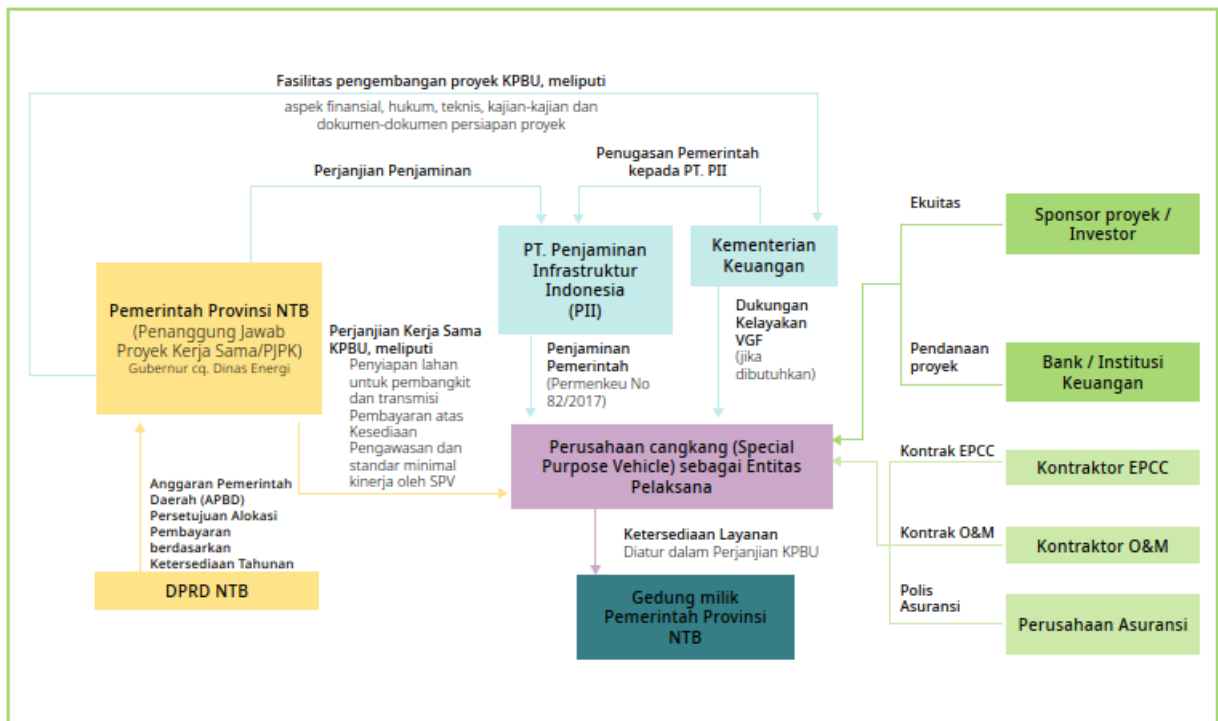
Dua skema potensial KPBU untuk proyek energi terbarukan – yaitu pembangkit listrik tenaga surya dan pembangkit listrik tenaga surya atap untuk gedung-gedung pemerintah – diuraikan di bawah ini pada Gambar 62.



Gambar di atas menunjukkan struktur proyek prospektif dan potensial untuk pembangkit listrik tenaga surya berbasis KPBU. Namun, perlu diingat bahwa struktur ini masih harus dilaksanakan lebih lanjut dan masih belum terbukti dapat dilaksanakan terutama dalam hal keselarasan dengan kerangka hukum dan peraturan KPBU. Salah satu tantangan dalam skema PLTS berbasis KPBU di Nusa Tenggara Barat (NTB) dan Indonesia pada umumnya jika melibatkan Pemerintah Provinsi setempat adalah adanya dua lembaga kontraktor pemerintah dengan kewenangan signifikan yang berbeda, yakni Pemerintah Provinsi dan PLN. . Oleh karena itu diperlukan upaya lebih lanjut untuk mengembangkan struktur proyek yang efektif dan juga mekanisme alokasi pembagian risiko.

Dalam potensi struktur di atas, Pemerintah NTB dapat berperan sebagai *Government Contracting Agency (GCA)* yang menangani bagian penyediaan lahan, transmisi, dan perizinan, sedangkan PT PLN – mengacu pada kondisi sektor ketenagalistrikan saat ini – melakukan tender/ lelang terbalik untuk pengembangan taman surya yang dipasang di darat berdasarkan KPBU. Dalam konteks Fasilitas Pengembangan Proyek, persiapan penawaran juga dapat menerima dukungan teknis, seperti penilaian potensi dan dampak jaringan, pembuatan spesifikasi teknis dan rancangan PPA, dll. Baterai juga mungkin diperlukan oleh spesifikasi teknis, yang akan berdampak pada harga tenaga listrik yang ditentukan melalui lelang.

Dalam hal dukungan finansial, Kementerian Keuangan dapat menunjuk Dana Penjaminan Infrastruktur Indonesia (*Indonesia Infrastructure Guarantee Facility/IIGF*) untuk menanggung risiko terkait pemerintah sesuai dengan peraturan. Selain itu, skema KPBU juga bisa diterapkan pada pembangkit listrik tenaga surya terapung di bendungan genangan di NTB seperti Bendungan Pandan Duri, Bintang Bano, dan Batu Bulan. Badan Kontraktor Pemerintah bergantung pada siapa yang memiliki kepemilikan dan wewenang atas penggunaan bendungan (misalnya, Menteri Pekerjaan Umum). Konsep PLTS terapung di bendungan menjadi solusi atas risiko ketersediaan lahan untuk PLTS skala besar. Sebagai catatan, kasus di atas hanya menggambarkan potensi penerapan KPBU untuk taman surya. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi rincian dan penerapannya.



Gambar 63 Dua Skema KPBUs Potensial untuk Proyek Energi Terbarukan

Pembangkit listrik tenaga surya atap berbasis KPBUs untuk gedung-gedung pemerintah dapat mendorong partisipasi sektor swasta dalam pengembangan proyek pembangkit listrik tenaga surya yang inovatif. Rencananya, Gubernur NTB akan bertindak sebagai *Government Contracting Agency (GCA)*, dan Badan Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi akan bertindak sebagai delegasi GCA untuk proyek tersebut. Pada proyek PLTS Atap berbasis KPBUs, pemerintah akan melakukan perencanaan dan persiapan serta melakukan studi bisnis dan kelayakan, serta lelang untuk mendapatkan mitra swasta. Proyek ini juga dapat mengakses jaminan pemerintah dari PII. Berdasarkan ketentuan perjanjian KPBUs dengan PJK, entitas korporasi akan mendapatkan kompensasi atas investasinya melalui kontrak pembayaran ketersediaan (AP) jangka panjang.

1. Bank dan Lembaga Keuangan Non-Perbankan

Pajak adalah penerimaan negara yang berasal dari masyarakat yang berasal dari pajak penghasilan, pajak pertambahan nilai, pajak bumi dan bangunan, pajak kendaraan, cukai, pajak perdagangan internasional, dan pajak lainnya. Pajak digunakan untuk membiayai operasi dan investasi pemerintah. Namun, rendahnya rasio pemungutan pajak merugikan kemampuan pemerintah untuk mendanai dirinya sendiri, karena alasan kesenjangan kebijakan dan kesenjangan kepatuhan. Kesenjangan kebijakan muncul karena berkurangnya penerimaan pajak dan ketentuan khusus perpajakan seperti insentif perpajakan. Insentif ini memang diperlukan untuk memacu beberapa pasar di negara berkembang tertentu (misalnya energi terbarukan, kendaraan listrik, dll.) sekaligus mengorbankan pendapatan berbasis pajak. Salah satu permasalahan besar di Indonesia adalah buruknya kinerja *tax to Gross Domestic Product (GDP)* atau indikator rasio pajak. Pada tahun 2020, rasio pajak nasional hanya berkisar 10,1%, lebih rendah dibandingkan negara tetangga lainnya seperti Vietnam (22,7%), Filipina (17,8%), dan Thailand (16,5%). Kesenjangan penerimaan pajak juga menutupi persoalan besarnya potensi penghindaran pajak. Hal ini mencakup kesadaran dan kepatuhan masyarakat untuk mematuhi pajak seperti masyarakat kelas atas Indonesia yang cenderung menghindari pembayaran pajak. Begitu pula dengan administrasi perpajakan yang perlu meningkatkan kemudahan pembayaran, kepercayaan, pelaporan, integritas pegawai pajak, dan akses informasi perpajakan berbasis teknologi informasi.

Energi surya merupakan salah satu tulang punggung pencapaian 100% energi terbarukan di Provinsi Nusa Tenggara Barat pada tahun 2050. Oleh karena itu, dukungan pembiayaan yang menarik untuk PLTS Atap, khususnya sektor rumah tangga, menjadi insentif penting bagi masyarakat untuk menggunakan PLTS Atap. Beberapa bank yang tergabung dalam Himpunan Bank-Bank Milik Negara (Himbara) seperti Bank Mandiri, BRI, dan BNI telah memberikan fasilitas pembiayaan khusus berupa cicilan bagi pelanggan ritel komersial untuk pemasangan pembangkit listrik tenaga surya rooftop. Selain itu, bank swasta seperti

UOB Bank melalui program *U-Solar* juga telah mengembangkan fasilitas serupa bekerja sama dengan *vendor rooftop solar*. Untuk menggalang dukungan dalam mewujudkan pembangunan PLTS Atap yang lebih substansial di NTB, pemerintah daerah perlu berkoordinasi dengan para investor, penyedia PLTS Atap, dan perbankan.

Sebagai peningkatan insentif untuk mendorong masyarakat (termasuk rumah tangga) memasang pembangkit listrik tenaga surya di atap, Program Pembangunan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNDP) Indonesia, bekerja sama dengan Kementerian ESDM, meluncurkan program insentif untuk sistem pembangkit listrik tenaga surya di atap di bawah hibah Dana Energi Berkelanjutan (*Sustainable Energy Fund/SEF*) pada tahun Februari 2022 yang memanfaatkan dukungan pendanaan dari *Global Environment Facility (GEF)*. Program ini berakhir pada awal tahun 2023 seiring dengan pencapaian pencapaiannya. Singkatnya, insentif ini bertujuan untuk mendorong masyarakat memasang PLTS Atap, khususnya bagi pelanggan utilitas listrik negara PLN dari rumah tangga, dunia usaha, usaha kecil dan menengah (UKM), dan kategori sosial (sekolah/gedung pendidikan, rumah sakit, rumah tinggal dan rumah ibadah). Hibah SEF untuk panel surya atap diberikan berdasarkan mekanisme pembayaran berbasis kinerja menggunakan *e-voucher*. Pelamar harus melewati tahap verifikasi dengan memenuhi persyaratan dan kriteria. Permohonan yang disetujui mendapat insentif yang dibayarkan sekaligus sesuai nilai *e-voucher* melalui transfer bank ke nomor rekening pemohon. Pemilik proyek dan pengembang dari NTB dapat mencari pendanaan dari organisasi dan lembaga internasional yang mendukung proyek energi terbarukan di negara-negara berkembang. Organisasi seperti *Asian Development Bank (ADB)* dan *International Finance Corporation (IFC)* dapat memberikan bantuan keuangan. Kedua, berkolaborasi dengan organisasi internasional dan organisasi non-pemerintah (LSM) yang fokus pada pembangunan berkelanjutan, dapat menjadi cara lain untuk mendapatkan pendanaan bagi proyek-proyek karena lembagalembaga ini dapat memberikan hibah, bantuan teknis, atau memfasilitasi kemitraan. Pemerintah Provinsi NTB, bekerja sama dengan kementerian nasional, harus menyelidiki dana iklim dan inisiatif yang mendukung proyek yang bertujuan mitigasi perubahan iklim. *Green Climate Fund (GCF)* adalah salah satu contoh dana internasional yang mendukung proyek-proyek terkait perubahan iklim.

Selain itu, beberapa pengembang proyek mulai menjajaki pasar tenaga surya komersial dan industri (C&I) yang bertujuan untuk menyediakan sistem tenaga surya berbasis listrik untuk bangunan komersial dan industri. Beberapa perusahaan *start-up* menyediakan skema tanpa investasi bagi penerima K&I dan melakukan kontrak jangka panjang berdasarkan perjanjian sewa di mana semua investasi yang diperlukan termasuk peralatan PV disediakan oleh pengembang proyek tenaga surya. Meski berisiko tinggi, hal ini dianggap sebagai skema bisnis baru yang inovatif untuk memperluas pertumbuhan tenaga surya di Indonesia.

2. Investasi Swasta dan Perusahaan *Business-to-Business (B2B)*

Investasi B2B baik oleh swasta maupun Badan Usaha Milik Negara (BUMN) di sektor energi terbarukan mencakup proyek-proyek yang layak secara teknis dan komersial, seperti skema *Independent Power Producer (IPP)* di sektor ketenagalistrikan. Skema investasi swasta ini melibatkan dana modal investasi dan umumnya pinjaman/pembiayaan dari bank, baik nasional maupun internasional, sebagai pemberi pinjaman. Tergantung pada jenis proyeknya, kompensasi atas investasi dibayarkan misalnya menggunakan kontrak pembayaran jangka panjang seperti Perjanjian Jual Beli Listrik (PPA). Ada beberapa preseden di Provinsi NTB untuk skema ini, seperti pembangunan PLTS Selong, Sengkol, dan Pringgabaya dengan total kapasitas sekitar 20 MW yang dibiayai oleh *Asian Development Bank – Private Sector Operation Development*.

Dukungan ADB dan Swasta untuk Pengembangan PV Tenaga Surya di NTB³⁷

Pada tahun 2017-2018, Asian Development Bank (ADB) mendeklarasikan investasinya pada aset energi terbarukan yang dikembangkan oleh Vena Energy, yang sebelumnya bernama Equis Energy, produsen listrik terbarukan independen terbesar di Asia dan Pasifik dengan portofolio 11 GW dalam pengoperasian, konstruksi, dan perkembangan. Secara total, investasi ADB sebesar USD 160 juta akan mendukung pembangunan, pengoperasian, dan pemeliharaan portofolio proyek energi terbarukan termasuk 4 pembangkit listrik tenaga surya: pembangkit listrik tenaga surya berkapasitas 21 MW di Likupang, Sulawesi Utara, dan tiga unit masing-masing berkapasitas ~7 MWp (atau sekitar Kapasitas inverter/AC 5 MW) berlokasi di Pringgabaya, Selong, dan Sengkol di Lombok, NTB serta pembangkit listrik tenaga angin 72 MW di Sulawesi Selatan. Pembangkit listrik tenaga surya dan pembangkit listrik tenaga angin akan memasok energi ke PT PLN, perusahaan listrik nasional Indonesia.

Beberapa bank dan lembaga keuangan non-bank dapat memberikan pembiayaan kepada swasta dan badan usaha untuk pembangunan infrastruktur, tentunya termasuk sektor energi terbarukan. PT Sarana Multi Infrastruktur (SMI) saat ini terus meningkatkan portofolio pembiayaan di sektor Energi Terbarukan melalui berbagai jenis fasilitas yang umumnya berupa pembiayaan kredit investasi baik konvensional maupun syariah.

Salah satu portofolio pembiayaan proyek Energi Terbarukan di Provinsi NTB adalah proyek PLTS Sumbawa berkapasitas 26 MWp yang dibangun di area pertambangan milik PT Amman Mineral Nusa Tenggara. PT SMI juga didukung pendanaan dari berbagai mitra kerja sama internasional dalam *SDG Indonesia One*, sebuah *platform* yang bertujuan untuk memobilisasi pendanaan dan dukungan teknis untuk pembangunan infrastruktur sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan.

Pemilik proyek dan pengembang proyek energi terbarukan dan bersih di Provinsi NTB, dapat menjajaki peluang *Modal Ventura* dan Ekuitas Swasta untuk menarik investasi dari perusahaan modal ventura atau investor ekuitas swasta yang tertarik pada proyek energi terbarukan. Investor ini dapat memberikan pendanaan dengan imbalan ekuitas atau pengembalian investasi. Kedua, dunia usaha dapat menambah modal dengan menerbitkan saham (ekuitas) atau obligasi (hutang) di pasar modal. Investor membeli sekuritas ini, menyediakan dana bagi perusahaan. Pasar saham mewakili pembiayaan ekuitas, sedangkan obligasi mewakili pembiayaan utang. Selain itu, kita juga dapat berkolaborasi dengan Perusahaan Jasa Energi (ESCO) – perusahaan yang memanfaatkan energi sebagai model layanan, untuk proyek-proyek yang berfokus pada efisiensi energi dan energi terbarukan.

ESCO dapat menyediakan pendanaan atau beroperasi dengan model tabungan bersama atau berbasis kinerja. Untuk kebijakan dan peraturan yang lebih mendukung bisnis ESCO, pemerintah NTB dapat bekerja sama lebih lanjut dengan pemerintah pusat.

3. Memanfaatkan Pembiayaan Inovatif

Pembiayaan merupakan faktor penting untuk mendukung pencapaian 100% energi terbarukan. Pendanaan proyek energi terbarukan di Provinsi Nusa Tenggara Barat melibatkan pendekatan multifaset yang menggabungkan berbagai mekanisme dan instrumen keuangan, serta pertimbangan keberlanjutan. Dana publik yang bersumber dari anggaran pemerintah memiliki banyak keterbatasan mulai dari alokasi, prioritas, dan administrasi. Sebagai tindak lanjutnya, perlu dilakukan mobilisasi dana investasi bagi badan usaha dan swasta. Namun efektivitas investasi tersebut hanya akan optimal jika dibarengi dengan kebijakan pemerintah yang mendukung. Studi independen dari *Climate Policy Initiative* (2018) memberikan wawasan dan rekomendasi untuk mengoptimalkan dana publik (APBN dan APBD) untuk meningkatkan investasi swasta yang lebih besar, termasuk dalam bentuk memberikan harga beli dan jual listrik Energi Terbarukan yang lebih menarik (termasuk melaksanakan tender yang kompetitif untuk mendorong persaingan yang sehat dalam pengembangan Energi Terbarukan), pengembangan *blended* instrumen pembiayaan dan KPBU, serta perluasan instrumen penjaminan Pemerintah dalam pengembangan Energi Terbarukan.

Selain sumber pendanaan yang ada, yaitu dana publik dan dana swasta atau badan usaha, perlu dilakukan diversifikasi modus dan sumber pendanaan yang selanjutnya didukung oleh inovasi dan digitalisasi. Berikut adalah beberapa konsep, strategi, dan instrumen pembiayaan yang tidak hanya berpotensi membuat pencapaian 100% energi terbarukan

dan *net-zero* menjadi layak dan layak dilakukan, namun juga mempercepat transisi di tingkat lokal:

- Penggalangan dana: *Platform crowdfunding* dapat digunakan untuk mengumpulkan sejumlah kecil uang dari banyak orang. Pendekatan ini dapat melibatkan komunitas dan individu lokal dalam mendukung proyek energi terbarukan dan mendapatkan manfaat dari inisiatif tersebut. Kampanye *crowdfunding* dapat menyoroti manfaat sosial dan lingkungan dari proyek tersebut untuk menarik khalayak yang lebih luas.
- Sertifikat Energi Terbarukan (*Renewable Energy Certificate/REC*): REC mewakili atribut lingkungan dari pembangkitan energi terbarukan. Investor atau pengembang proyek dapat menjual atau memperdagangkan sertifikat ini kepada individu atau organisasi yang ingin mengimbangi jejak karbon mereka. Pengembang di Nusa Tenggara Barat dapat memperoleh pendapatan tambahan dari RECs untuk proyek energi terbarukan mereka.
- Pembiayaan Pasar Karbon: Partisipasi dalam pasar karbon, seperti sistem pembatasan dan perdagangan, memungkinkan organisasi dan pemilik proyek untuk membeli dan menjual kredit karbon. Dengan mengurangi emisi gas rumah kaca, proyek energi terbarukan di Nusa Tenggara Barat dapat menghasilkan kredit karbon yang dapat dijual kepada entitas yang berupaya mengimbangi emisi mereka.
- Pembiayaan Berbasis Hasil (RBF): RBF melibatkan pembayaran atas hasil aktual suatu proyek dan bukan atas masukannya. RBF melibatkan pemberian penghargaan pada proyek berdasarkan pencapaian hasil yang telah ditentukan. Dalam konteks energi terbarukan, RBF dapat disusun untuk memberikan penghargaan terhadap keberhasilan pengembangan proyek, pembangkitan energi, atau pengurangan emisi.
- Investasi Lingkungan, Sosial, dan Tata Kelola (*Environmental Social Governance/ESG*): Investasi ESG melibatkan pertimbangan faktor lingkungan, sosial, dan tata kelola dalam keputusan investasi. Pemilik dan pengembang proyek energi terbarukan di NTB yang proyeknya menunjukkan kredensial ESG yang kuat dapat menarik investasi dari individu, dana, atau lembaga yang ingin menyelaraskan portofolio mereka dengan inisiatif yang berkelanjutan dan bertanggung jawab secara sosial.
- Investasi Berdampak: *Impact investor* mencari keuntungan finansial bersamaan dengan dampak sosial dan lingkungan yang terukur. Pendanaan dari investor berdampak dapat diarahkan pada proyek energi terbarukan di Nusa Tenggara Barat, dengan menekankan hasil positif bagi masyarakat lokal dan lingkungan.
- Insentif Dampak Sosial: Pemerintah, organisasi internasional, atau lembaga filantropi dapat menawarkan insentif untuk proyek yang mempunyai dampak positif yang signifikan terhadap masyarakat. Insentif ini dapat berbentuk hibah, subsidi, atau pinjaman berbunga rendah, yang mendorong pengembangan infrastruktur energi terbarukan.

Diversifikasi sumber pendanaan mengurangi ketergantungan pada satu saluran dan meningkatkan ketahanan keuangan. Inovasi dalam model pembiayaan, seperti obligasi ramah lingkungan atau pinjaman terkait keberlanjutan, dapat menarik investor. Digitalisasi proses pembiayaan dapat menyederhanakan transaksi, mengurangi biaya, dan meningkatkan transparansi. Penting untuk melakukan riset pasar secara menyeluruh, melibatkan pemangku kepentingan lokal, dan menyelaraskan proyek dengan kebijakan dan tujuan energi nasional dan regional. Selain itu, menjalin kemitraan dengan masyarakat lokal, lembaga pemerintah, dan organisasi internasional dapat meningkatkan keberhasilan dan keberlanjutan inisiatif energi terbarukan di wilayah tersebut.

Tentu saja, mencapai tujuan *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)* di Provinsi NTB pada tahun 2050 merupakan upaya ambisius yang memerlukan upaya besar dan menyegarkan. Menggabungkan berbagai mekanisme pendanaan, menekankan keberlanjutan lingkungan dan sosial, serta memanfaatkan perangkat digital dapat menciptakan strategi pendanaan yang kuat dan terdiversifikasi untuk proyek-proyek energi terbarukan. Menyadari

kompleksitas yang ada, menjadi jelas bahwa kolaborasi antar pemangku kepentingan sangat penting untuk mencapai keberhasilan. Dengan mengambil perspektif positif, pemerintah daerah, khususnya NTB, dapat memainkan peran penting dalam mengatur pendekatan tata kelola multilevel yang harmonis.

Dalam perjalanan menuju masa depan yang berkelanjutan, pemerintah daerah NTB siap mengambil sikap yang lebih proaktif. Tahun-tahun mendatang memberikan peluang bagi pemerintah daerah untuk memelopori perubahan progresif dengan menerapkan kebijakan keuangan yang menggembirakan, mekanisme inovatif, dan instrumen yang efektif. Proses transformatif ini akan disesuaikan dengan yurisdiksi dan kewenangan unik NTB.

Pergeseran yang diharapkan melibatkan pengenalan inisiatif seperti skema Kemitraan Pemerintah-Badan Usaha (KPBU) dan penetapan insentif pemerintah daerah. Inisiatif-inisiatif ini akan menjadi katalis bagi partisipasi ritel dan korporasi dalam proyek-proyek energi terbarukan. Dengan melakukan hal ini, pemerintah daerah tidak hanya menumbuhkan iklim investasi yang menguntungkan namun juga mempercepat pengembangan energi terbarukan secara keseluruhan di NTB.

Intinya, dorongan strategis menuju tindakan multilevel dan melibatkan berbagai tingkat pemerintahan tidak hanya mengakui tantangan-tantangan yang ada namun juga memanfaatkannya sebagai peluang untuk transformasi positif. Seiring dengan dimulainya perjalanan NTB, NTB menyiapkan panggung untuk masa depan di mana energi terbarukan tidak hanya menjadi tujuan namun juga menjadi kenyataan yang berkembang, mendorong pembangunan berkelanjutan dan kesejahteraan lingkungan.

Untuk mencapai bauran energi terbarukan 100% pada tahun 2050, diperlukan kebijakan yang strategis dan terintegrasi. Beberapa prinsip panduan yang idealnya mendasari berbagai tindakan yang disebutkan dalam bab-bab sebelumnya meliputi:

- Menetapkan secara jelas target bauran energi terbarukan yang bertahap dan terukur. Target tersebut dapat dicapai melalui pengembangan dan pemanfaatan sumber energi terbarukan secara optimal, seperti tenaga surya, angin, air, dan biomassa.
- Mengembangkan peraturan dan kebijakan yang mendukung pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan, termasuk insentif dan pengurangan pajak bagi dunia usaha yang berinvestasi di sektor ini.
- Memberikan akses terhadap informasi dan teknologi terkini di bidang energi terbarukan bagi dunia usaha dan masyarakat umum, termasuk melalui program peningkatan kapasitas dan pendidikan.
- Mengembangkan jaringan distribusi energi terbarukan yang andal dan terintegrasi untuk menjamin keandalan dan kontinuitas pasokan energi terbarukan di seluruh NTB.
- Menjalin kemitraan dan membuka dialog dengan pihak-pihak terkait, seperti pemerintah daerah, swasta, dan masyarakat, untuk mendukung pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan di NTB.
- Berbagai jenis mekanisme pembiayaan dapat dimanfaatkan dan disinergikan, antara lain melalui APBN/APBD dan KPBU.

9.3 Pemetaan Berbagai Tantangan Dan Hambatan

Namun, upaya ambisius seperti ini bukannya tanpa tantangan. Meskipun Peta Jalan Menuju NTB *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)* Sektor Energi tahun 2050 memberikan jalan ke depan, ada sejumlah tantangan yang harus diatasi agar penerapannya berhasil. Karena Peta Jalan ini bukan merupakan dokumen yang mengikat secara hukum, maka pemerintahlah yang akan melaksanakan rekomendasinya. Di lapangan, akan ada sejumlah kepentingan dan prioritas yang saling bersaing antara pemerintah daerah dan nasional, yang harus dikelola untuk mencapai hasil terbaik. Tantangan-tantangan ini mencakup aspek politik, keuangan, teknis, dan sosial dan harus diatasi dengan cara yang berkelanjutan. Dibutuhkan upaya dan kemauan politik yang terpadu dan

berkesinambungan untuk memungkinkan transisi ini, namun pada akhirnya manfaatnya akan cukup signifikan.

9.3.1 Aspek Politik, Hukum Dan Kelembagaan

i. Dukungan politik dan hukum untuk implementasi peta jalan

Untuk mewujudkan tujuan dan target jangka panjang dan pendek yang ditetapkan dalam dokumen ini, diperlukan dukungan dari pemerintah serta pemangku kepentingan terkait lainnya. Peta Jalan, khususnya sasaran dan strategi yang terkandung di dalamnya, perlu diintegrasikan ke dalam dokumen pembangunan daerah agar menjadi tujuan dan jalur resmi pembangunan Provinsi di tengah perubahan politik di masa depan.

ii. Terbatasnya keterlibatan pemerintah daerah dalam perencanaan dan pengelolaan sektor energi

Sektor energi di Indonesia cukup tersentralisasi, dengan peran dan kewenangan pemerintah daerah yang terbatas. Kewenangan pemerintah Provinsi NTB terbatas untuk melaksanakan Peta Jalan ini. Misalnya di bidang ketenagalistrikan, seluruh rencana pembangunan dan pengadaan pembangkit listrik, transmisi, distribusi, serta jual beli tenaga listrik dilakukan oleh PLN. Seluruh pengaturan jual beli tenaga listrik juga diatur melalui Peraturan Menteri dan Presiden terkait. Namun dokumen peta jalan tersebut dapat digunakan sebagai alat untuk mengkomunikasikan dan mengadvokasi potensi *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)* di tahun 2050 di NTB dan mendukung pencapaian target Energi Terbarukan Indonesia.

Untuk mengimplementasikan Peta Jalan, Pemerintah perlu mendefinisikan peran dan ruang lingkup kewenangannya di sektor energi, yang pada gilirannya juga menentukan peran dan ruang lingkup kewenangannya di sektor energi dalam integrasi peta jalan ini dengan agenda pembangunan Provinsi. Sedangkan pada tataran kerja, koordinasi antar instansi pemerintah (SKPD) sangatlah penting. Semua elemen di Pemerintah Provinsi perlu memahami bahwa sektor energi bukanlah ranah Dinas ESDM saja, dan SKPD perlu bersinergi dalam setiap program kerjanya untuk mewujudkan Peta Jalan ini.

iii. Inkonsistensi dan ketidakpastian peraturan yang mendukung energi terbarukan

Kepastian hukum dan peraturan serta kemudahan investasi menjadi kunci dalam mempercepat transisi energi di Indonesia. Implementasi Peta Jalan ini juga akan bersinggungan erat dengan peraturan pendukung energi terbarukan yang ditetapkan secara nasional. Namun, inkonsistensi peraturan tersebut dapat menjadi kendala. Salah satu ketidakpastian terbesar adalah terkait harga listrik Energi Terbarukan dan partisipasi swasta dalam pengembangan energi terbarukan yang terhubung dengan jaringan PT PLN, serta aturan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN). Pemerintah Provinsi NTB melalui kewenangannya perlu melakukan advokasi kepada pemangku kepentingan mengenai urgensi pengembangan Energi Terbarukan di Indonesia dan melakukan upaya kebijakan yang dapat berkontribusi dalam mengurangi risiko investasi Energi Terbarukan (*de-risking*), seperti pemberian kemudahan perizinan dan inisiasi pelaksanaan Kerjasama Pemerintah-Badan Usaha (KPBU) untuk proyek energi terbarukan.

9.3.2 Aspek Politik, Hukum Dan Kelembagaan

i. Subsidi bahan bakar fosil yang membuat energi terbarukan sulit bersaing

Subsidi bahan bakar fosil merupakan tantangan mendasar dalam penerapan energi terbarukan di Indonesia. Tidak dapat dipungkiri bahwa subsidi tersebut diperlukan untuk menjaga ketahanan energi dan memberikan akses terhadap energi yang terjangkau, mengingat masyarakat Indonesia masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil. Namun, subsidi ini merupakan sebuah paradoks dalam mendorong transisi energi. Misalnya saja *Domestic Market Obligation (DMO)* yang membuat harga

listrik dari PLTU tidak mencerminkan biaya sebenarnya, dan untuk kepentingan listrik (PT PLN) dipatok USD 70 per ton. Kebijakan ini juga membuat PLN lebih mengutamakan penggunaan PLTU dibandingkan energi terbarukan, yang dalam beberapa hal justru memiliki harga yang lebih kompetitif.

Subsidi energi merupakan kewenangan Pemerintah di tingkat nasional. Reformasi dan pengalihan alokasi subsidi tersebut langsung kepada masyarakat yang rentan secara ekonomi dibandingkan memberikannya pada produk energi secara umum telah disuarakan oleh berbagai pihak. Namun reformasi tersebut tidak boleh sembarangan, melainkan harus diikuti dengan pengumpulan dan pemanfaatan *database* keluarga miskin dan skema penyaluran subsidi yang tepat sasaran. Oleh karena itu, koordinasi antara pemerintah daerah dan pusat dari berbagai kementerian dan lembaga diperlukan untuk memberikan subsidi energi yang tepat sasaran.

ii. Terbatasnya kapasitas fiskal pemerintah dan perlunya pembiayaan alternatif untuk Peta Jalan tersebut

Kapasitas fiskal Pemerintah, baik di tingkat nasional maupun provinsi, merupakan tantangan dalam konteks implementasi Peta Jalan. Secara umum Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) cenderung dikhususkan untuk belanja pegawai dan hanya menyisakan sebagian kecil untuk belanja modal, termasuk infrastruktur. Dengan demikian, Pemerintah Provinsi NTB harus menjajaki pilihan pembiayaan alternatif seperti:

- Fasilitas pinjaman pemerintah daerah untuk pembangunan infrastruktur
- Penerbitan obligasi daerah.
- Kemitraan pemerintah-badan usaha (KPBU).
- Mendorong investasi swasta dan perusahaan dalam konteks B to B.

Perlu diperhatikan bahwa tidak semua opsi pendanaan alternatif ini sesuai dengan masing-masing teknologi energi terbarukan—model bisnis dan struktur proyek akan menentukan modalitas yang tepat. Sedangkan bagi swasta dan badan usaha, perlu ditegaskan bahwa keduanya merupakan aktor penting dalam pengembangan Energi Terbarukan karena besarnya biaya modal yang diperlukan tidak dapat ditanggung seluruhnya oleh dana publik. Agenda transisi energi harus diadopsi ke dalam upaya pembangunan nasional, dengan penciptaan pasar yang menarik bagi investor dan lembaga pembiayaan untuk memasuki sektor energi terbarukan.

iii. Perekonomian yang tidak menjanjikan dan risiko investasi Energi Terbarukan yang tinggi

Sektor energi terbarukan tergolong investasi berbiaya tinggi dan dikaitkan dengan risiko menengah hingga tinggi selama perencanaan, konstruksi, dan operasi jangka panjang. Seperti halnya investasi apa pun, pengembangan energi terbarukan tentunya diharapkan dapat memberikan imbal hasil yang memadai sesuai dengan tingkat risikonya. Misalnya, laba atas investasi proyek tenaga surya skala utilitas sangat bergantung pada belanja modal (termasuk biaya lahan dan transmisi), porsi utang dan suku bunga, dan yang paling penting, radiasi matahari. Dalam kasus Indonesia, meski berada di zona tropis, tingkat penguapan, kelembapan, dan tutupan awan cukup tinggi. Oleh karena itu, meskipun penyinaran merata sepanjang tahun, namun durasi penyinaran matahari singkat, sehingga faktor kapasitas modul surya lebih rendah jika dibandingkan wilayah lain seperti Amerika Selatan dan Eropa Selatan (lihat Solar Atlas, 2020). Pembatasan terkait sumber daya ini selanjutnya akan mempengaruhi kelayakan investasi. Selain itu, komponen biaya lunak yang tinggi (misalnya perizinan, bea cukai, biaya pengembangan proyek, dan ketidakpastian) dan biaya pembebasan lahan juga menjadi tantangan. Selain modul surya, teknologi lain seperti biomassa juga menghadapi risiko spesifik terkait kerentanan jangka panjang pasokan bahan baku selama masa operasional, baik dari segi ketersediaan maupun harga.

9.3.3 Aspek Teknis

i. Inventarisasi potensi Energi Terbarukan yang belum memadai ditidak

Meskipun hasil pemodelan menunjukkan bahwa 100% energi terbarukan berdasarkan sumber daya lokal secara umum memungkinkan, penerapannya memerlukan data yang lebih terperinci untuk menentukan kasus bisnis dan pilihan teknologi. Salah satu aspek penting dalam pengembangan Energi Terbarukan adalah pengkajian dan pendataan potensi Energi Terbarukan yang saat ini memiliki tantangan yang cukup besar. Misalnya, ketika memperkirakan kelayakan pembangunan pembangkit listrik tenaga mini hidro (MHP), terdapat keterbatasan data terkait faktor-faktor seperti pola curah hujan dan debit sungai. Keterbatasan akurasi data ini menghambat terciptanya *database* akurat yang penting bagi pengembangan PLTMH yang berkelanjutan. Masalah lainnya adalah tidak dapat diandalkannya dan terbatasnya ketersediaan data historis.

Demikian pula di sektor pembangkit listrik tenaga angin, calon investor sering kali merasa perlu melakukan pengukuran angin secara mandiri menggunakan tiang meteorologi karena terbatasnya data yang tersedia. Kurangnya data komprehensif menghambat kemajuan dan pengambilan keputusan dalam proyek energi angin. Di sektor biomassa, pemahaman potensi bahan baku sangat penting untuk kelayakan proyek dan pengembangan model bisnis yang efektif. Menilai kesiapan rantai pasokan bahan baku untuk tanaman berbasis biomassa sangat penting untuk memastikan kelangsungan dan keberhasilan usaha tersebut. Selain itu, ketersediaan dan keakuratan data sumber tenaga surya seperti radiasi matahari, analisis bayangan, dan kondisi cuaca lokal memainkan peran penting dalam memberikan informasi yang tepat tentang potensi tenaga surya. Tidak tersedianya data ini akan menjadi tantangan besar dalam perencanaan dan implementasi proyek energi surya dan juga dapat mempengaruhi kinerja jangka panjang dan kelangsungan ekonomi. Mengatasi kekurangan data ini sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang lebih kondusif bagi pengembangan energi terbarukan yang berkelanjutan.

ii. Kesiapan infrastruktur dan jaringan ketenagalistrikan untuk integrasi energi terbarukan

Tantangan pengembangan Energi Terbarukan di Indonesia berikutnya, serta upaya untuk mencapai Peta Jalan tersebut, adalah kesiapan infrastruktur ketenagalistrikan, terutama dalam menghadapi penetrasi Energi Terbarukan yang bersifat variabel dan intermiten seperti tenaga surya dan angin dalam jumlah besar. Stabilitas jaringan dapat dipengaruhi oleh tingginya jumlah energi terbarukan. Untuk memitigasi hal ini, diperlukan studi yang lebih rinci mengenai dampak jaringan dan integrasi energi terbarukan. Peningkatan infrastruktur jaringan, seperti integrasi baterai sebagai penyeimbangan dan penyimpanan, otomatisasi kontrol, dan tindakan serupa lainnya harus diselidiki.

iii. Peningkatan kapasitas dan pengembangan penelitian dan sumber daya manusia

Peta Jalan ini merupakan rencana ambisius Pemerintah Provinsi NTB, oleh karena itu masyarakat Provinsi NTB perlu menjadi aktor dan subjek implementasinya. Pembangunan infrastruktur fisik Energi Terbarukan sebagaimana direncanakan dalam Peta Jalan tidak akan optimal tanpa kesiapan dan dukungan yang memadai terhadap penelitian, peningkatan kapasitas, dan pengembangan sumber daya manusia. Selain itu, peningkatan kapasitas dan diseminasi penelitian dan pengetahuan terkait Energi Terbarukan berperan penting dalam penerapan teknologi berkelanjutan. Kerjasama dengan organisasi internasional, Lembaga akademik, badan penelitian, dan badan usaha untuk membentuk pendidikan vokasi, sertifikasi teknis, dan pusat pembelajaran dan pengembangan Energi Terbarukan merupakan agenda penting dalam mewujudkan Peta Jalan.

9.3.4 Aspek Sosial, Pendidikan, Dan Budaya

- i. Pemahaman yang terbatas tentang teknologi Energi Terbarukan yang paling mutakhir

Teknologi energi terbarukan terus berkembang pesat didukung oleh penelitian dan pengembangan bisnis secara global. Hal ini mengarah pada teknologi baru seperti energi berbasis hidrogen, sel bahan bakar, kendaraan listrik, baterai dan sistem pengisian daya, dan sebagainya. Keterbatasan pemahaman mengenai penggunaan dan kendala teknologi ini dapat menghambat penyerapannya. Oleh karena itu, keberlanjutan Peta Jalan dalam jangka panjang bergantung pada kemampuan untuk mengembangkan dan mengadopsi pengetahuan terkait teknologi baru ini dengan cepat. Keterlibatan institusi akademik seperti Universitas Mataram dan Universitas Teknologi Sumbawa yang bekerja sama dengan lembaga penelitian asing dan nasional menjadi penting dalam hal ini. Peta Jalan tersebut dapat menjadi sarana dan pemungkin bagi tumbuhnya pengembangan penelitian, penelitian, dan pengetahuan teknologi Energi Terbarukan di institusi akademik lokal.

- ii. Penerimaan masyarakat terhadap teknologi energi terbarukan masih kurang

Penerimaan masyarakat terhadap penggunaan teknologi energi terbarukan, seperti kompor listrik/induksi untuk menggantikan kompor LPG, bisa menjadi sebuah tantangan. Teknologi tertentu mungkin memerlukan komunitas untuk menyesuaikan perilaku mereka, sehingga menimbulkan keraguan. Memasak khususnya sensitif terhadap dampak tersebut, namun tindakan lain seperti tindakan efisiensi energi, kendaraan listrik, dan lain-lain mungkin juga menghadapi beberapa hambatan. Penggunaan kompor listrik berpotensi tidak sesuai dengan pola/budaya memasak masyarakat. Selain itu, penggunaan kompor listrik berpotensi meningkatkan tagihan listrik. Biometana yang berasal dari kotoran ternak juga dapat bersinggungan dengan pandangan masyarakat terhadap kotoran/limbah ternak yang tidak bersih. Penelitian mengenai perilaku masyarakat diperlukan sebelum kebijakan terkait teknologi Energi Terbarukan diterapkan

- iii. Kurangnya kapasitas, tenaga kerja terampil dan pekerjaan ramah lingkungan untuk menopang perekonomian lokal

Kendala krusialnya terletak pada kebutuhan untuk mengatasi meningkatnya permintaan tenaga kerja di sektor energi terbarukan di NTB. Hal ini memerlukan upaya bersama untuk mengatasi ketergantungan pada tenaga kerja eksternal dan mengembangkan tenaga kerja terampil lokal. Tantangan yang signifikan adalah pembentukan dan peningkatan program keterampilan, yang kini menjadi prioritas regional yang mendesak.

Untuk menghadapi tantangan ini, pendekatan proaktif melibatkan perluasan keahlian di bidang energi terbarukan. Salah satu inisiatif tersebut adalah penerapan program studi TESH (Solar Hydro Wind Energy) untuk sekolah kejuruan, yang saat ini dicontohkan di SMKN 1 Lingsar dan berpotensi diperluas ke lembaga kejuruan lainnya. Selain itu, kolaborasi dengan Balai Latihan Kerja (BLK) menjadi suatu keharusan. Kolaborasi ini bertujuan untuk memberikan pelatihan dasar dan menengah penting yang disesuaikan dengan sektor energi terbarukan, sehingga berkontribusi pada pengembangan tenaga kerja terampil. Selain mengakui hambatan ini, pembuat kebijakan di berbagai tingkat pemerintahan harus mempertimbangkan intervensi kebijakan strategis untuk memfasilitasi kemajuan dengan memasukkan pembentukan lembaga sertifikasi yang dapat diakses di seluruh Provinsi NTB, sehingga memformalkan dan menstandarisasi keahlian yang diperoleh melalui program pelatihan. Dengan mengubah tantangan-tantangan ini menjadi peluang, kawasan ini dapat menciptakan lapangan kerja ramah lingkungan, meningkatkan kesejahteraan, dan menstimulasi perekonomian lokal, sehingga mendorong masa depan energi yang berkelanjutan dan berketahanan.

iv. Kurangnya integrasi dan inklusi perspektif gender yang seimbang dan terbatasnya keterlibatan perempuan dan pemuda Skenario saat ini menunjukkan sekilas kemajuan, dimana kelompok-kelompok perempuan menunjukkan inisiatif seperti mengubah limbah dari produksi tahu dan kotoran hewan menjadi bahan bakar memasak.

Begitu pula dengan SMK di NTB yang terlibat aktif dalam program pelatihan terkait teknologi tepat guna dan pemeliharaan energi terbarukan. Namun, upaya-upaya ini, meskipun patut dipuji, menggarisbawahi hambatan-hambatan yang ada yang menghambat realisasi penuh sektor energi terbarukan yang berkelanjutan dan inklusif. Untuk mengatasi hambatan ini, inisiatif yang ditargetkan harus dilakukan untuk secara aktif mendorong partisipasi perempuan dan pemuda di seluruh rantai pasokan energi terbarukan. Membangun program pendampingan, membina kolaborasi pendidikan, dan memulai program pengembangan keterampilan merupakan langkah penting untuk membuka potensi yang belum dimanfaatkan dalam demografi ini. Hal ini tidak hanya memberdayakan mereka untuk memberikan kontribusi yang berarti namun juga memposisikan mereka untuk terlibat dalam proses pengambilan keputusan dalam bidang energi terbarukan. Untuk mencapai hal ini, berbagai tingkat pemerintahan, dalam mendukung dan menciptakan lingkungan yang mendukung inisiatif-inisiatif tersebut, harus fokus dan terlibat dalam perumusan kebijakan yang secara aktif mendorong keseimbangan gender, memberi insentif pada partisipasi pemuda, dan memfasilitasi program-program pendidikan yang diarahkan pada energi terbarukan.

9.4 Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi secara berkala penting dilakukan untuk memastikan upaya pencapaian *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)* di Provinsi NTB pada tahun 2050. Oleh karena itu, diperlukan serangkaian siklus pengelolaan yang terdiri dari beberapa aspek yaitu perencanaan, penganggaran, pelaksanaan serta monitoring dan evaluasi. Keseluruhan siklus tersebut harus saling berkaitan, berkesinambungan dan dapat dilaksanakan secara efisien dan efektif. Tujuan pemantauan dan evaluasi adalah sebagai berikut.

- Menghasilkan informasi mengenai kemajuan dan kualitas pelaksanaan aksi dan strategi pencapaian *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)* yang telah dituangkan dalam Peta Jalan ini,
- Mengidentifikasi permasalahan dan potensi permasalahan dalam implementasi tindakan dan strategi;
- Memberikan penilaian terhadap keberhasilan penerapan tindakan dan strategi dalam hal keluaran, manfaat dan dampak; dan
- Jelaskan keberhasilan, kekurangan atau kegagalan dalam implementasi tindakan dan strategi.

Manfaat lain dari monev adalah meningkatkan transparansi dan menerapkan prinsip akuntabilitas publik demi tercapainya visi Provinsi NTB yaitu mencapai *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)* pada tahun 2050. Informasi hasil monev memberikan *baseline* bukti bagaimana pemerintah Provinsi NTB mengelola sumber daya publik sebagai akuntabilitas kepada komunitas.

Fokus pemantauan adalah pada proses, dengan membandingkan pelaksanaan dengan rencana aksi yang telah ditentukan dalam Peta Jalan. Sedangkan fokus evaluasi pada output, outcome dan dampak yang mengacu pada tujuan visi Provinsi NTB *Emisi Nol Bersih (Net Zero Emissions)* pada tahun 2050. Pemantauan dan kegiatan evaluasi pelaksanaan Peta Jalan dapat dilakukan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Penelitian dan Pengembangan (Bappeda Litbang) bersama dengan Dinas ESDM. Pelaksanaan kegiatan pemantauan perlu dilakukan setiap tahun, sedangkan kegiatan evaluasi dapat dilakukan setiap 5 tahun sekali sesuai periode pemerintahan daerah.



Cara penghitungan masing-masing indikator dan target telah dijelaskan pada rencana aksi rinci. Sedangkan cara pengumpulan data atau informasi untuk kegiatan monitoring dan evaluasi dapat dilakukan dengan dua cara:

1. Pengisian kuesioner survei kepada pemangku kepentingan di bidang rumah tangga, industri, bangunan komersial termasuk gedung pemerintahan/publik, mall atau pusat perbelanjaan, hotel dan perkantoran, transportasi dan ketenagalistrikan.
2. *Review* dokumen yang diperoleh atau dikeluarkan oleh instansi terkait, PLN, BPS, dan Pertamina.Hasil pemantauan dan evaluasi perlu disampaikan kepada masyarakat baik melalui publikasi data secara *online/website* maupun melalui publikasi laporan yang dicetak dan didistribusikan kepada masyarakat. Sehingga pelaksanaan *Roadmap* dapat diawasi oleh berbagai pemangku kepentingan.

9.5 Rekomendasi Kebijakan

Sejumlah rekomendasi disusun untuk mengatasi tantangan-tantangan yang disebutkan di atas. Berikut adalah ringkasan dari rekomendasi-rekomendasi tersebut, namun analisis selengkapnya dapat ditemukan dalam dokumen Rekomendasi Kebijakan Lokal.

- Untuk keamanan pasokan, harus ada banyak sumber energi yang dikerahkan. Meskipun panel surya merupakan pilihan teknologi yang paling terukur dan hemat biaya, namun dibutuhkan sumber atau sistem penyimpanan lain untuk mengintegrasikannya ke dalam sistem ketenagalistrikan.
- Meskipun Peta Jalan ini menjabarkan tindakan-tindakan potensial, untuk masing-masing lokasi dan teknologi, studi terperinci akan diperlukan untuk menentukan kesesuaiannya. Hal ini berlaku pada pemilihan lokasi pembangkit listrik tenaga angin, atau pemilihan bahan bakar terbarukan untuk proses industri tertentu.
- Keterlibatan pemangku kepentingan sejak awal adalah kunci untuk memungkinkan penerapan teknologi terbarukan secara berkelanjutan. Dikombinasikan dengan kebijakan dan informasi yang transparan, prosesproses ini dapat membantu mengatasi penolakan awal dari masyarakat atau pemangku kepentingan lainnya.
- Efisiensi dan konservasi energi sangat penting untuk menekan biaya sistem secara keseluruhan, serta mengurangi penggunaan sumber daya secara keseluruhan, yang mempunyai dampak positif terhadap lingkungan.
- Untuk transportasi, angkutan kolektif yaitu angkutan umum dengan opsi ride sharing dapat mengurangi kepemilikan mobil individu dan meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan, kemacetan, dll.
- Penentuan lokasi itu penting. Misalnya, untuk menggunakan kelebihan panas dari CHP atau *elektroliser*, pusat *demand* (permintaan) harus berada dalam jarak yang dekat.

- Biaya transisi terlalu besar untuk ditanggung oleh satu pihak saja. Oleh karena itu, kemitraan dan pemanfaatan sumber daya secara strategis adalah kunci keberhasilan mencapai tujuan energi dan iklim.

X PENUTUP

Dokumen Peta Jalan Nusa Tenggara Barat Menuju Emisi Nol Bersih (*Net Zero Emissions*) Sektor Energi Tahun 2050 ini merupakan arahan dan acuan bagi Pemerintah Daerah Provinsi, Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota dan pemangku kepentingan lainnya dalam mempercepat transisi energi yang berkelanjutan untuk mewujudkan ketahanan dan kemandirian energi. Komitmen dan dukungan dari berbagai pihak seperti dunia usaha, organisasi masyarakat, perguruan tinggi, media dan pemangku kepentingan lainnya diperlukan guna pencapaian tujuan yang diharapkan dalam pelaksanaan Peta Jalan Nusa Tenggara Barat Menuju Emisi Nol Bersih (*Net Zero Emissions*) Sektor Energi Tahun 2050.

Pj. GUBERNUR NUSA TENGGARA BARAT,

