

ISSN 2527-3000



SEKRETARIAT JENDERAL  
DEWAN ENERGI NASIOANAL

# OUTLOOK

Energi Indonesia 2017





ISSN 2527-3000

# OUTLOOK

Energi Indonesia 2017





# KATA PENGANTAR

Buku *Outlook Energi Indonesia (OEI) 2017* ini pada prinsipnya menggambarkan kondisi serta proyeksi permintaan dan penyediaan energi di Indonesia periode tahun 2017 hingga 2050 dengan menggunakan *baseline* data 2016.

Fokus dalam OEI 2017 adalah optimalisasi pemanfaatan potensi energi terbarukan dan peningkatan efisiensi terutama di sisi konsumen energi. Metode yang digunakan dalam OEI adalah *Long-range Energy Alternatives Planning System (LEAP)*. Khusus untuk optimalisasi di sisi pasokan listrik digunakan model Balmorel. Penetrasi *photovoltaic (PV)* ke dalam *grid* khususnya di Kupang dan Gorontalo menjadi topik khusus dalam OEI 2017 dan diharapkan dapat menjadi percontohan untuk wilayah lainnya.

Buku ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi dalam mengetahui perkiraan permintaan dan penyediaan energi Indonesia ke depan. Buku ini juga berisi skenario optimalisasi pemanfaatan energi terbarukan dan efisiensi energi untuk mendukung penyusunan dan implementasi kebijakan dan pengembangan sektor energi di Indonesia.

Akhir kata, kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian buku ini.

Jakarta, Desember 2017

Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional

**Saleh Abdurrahman**

# TIM PENYUSUN

## **Pengarah**

Saleh Abdurrahman

## **Penanggungjawab**

Agus Salim

## **Tim Penyusun**

Walujanto

Suharyati

Nanang Kristanto

Kartika Dewi Widiastuti

Sadmoko Hesti Pambudi

Jamaludin Lastiko Wibowo

Azhari Sauqi

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami mengucapkan terima kasih kepada para pihak yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan buku *Outlook* Energi Indonesia:

- Anggota Dewan Energi Nasional Unsur Pemangku Kepentingan,
- Wakil Tetap Anggota Dewan Energi Nasional dari Unsur Pemerintah,
- Kedutaan Besar Denmark dan Danish Energy Agency atas dukungannya dalam pemodelan Balmorel
- Direktorat Jenderal Migas, Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara, Pusdatin KESDM, BPPT, PT. PERTAMINA, PT. PLN (Persero) dan PT. LEN

# DISCLOSURE

*Outlook Energi Indonesia (OEI) 2017* merupakan analisis dan proyeksi permintaan dan penyediaan energi nasional jangka panjang. Data yang digunakan dalam OEI ini berasal dari publikasi resmi, data yang mungkin masih bersifat sementara atau data yang terus diperbaiki/*diupdate* oleh sumbernya.

Materi yang disampaikan dalam OEI ini berisi data dan proyeksi kebutuhan dan pasokan energi dengan asumsi-asumsi tertentu yang dikembangkan untuk tujuan penyusunan skenario energi ke depan. Asumsi dan proyeksi tersebut termasuk misalnya perkembangan teknologi energi didasarkan pada data dan kondisi saat ini sehingga kemungkinan terjadi perubahan dinamika bisa terjadi di luar apa yang diproyesikan dalam OEI ini.

# DAFTAR SINGKATAN

BBG	: Bahan Bakar Gas
BBM	: Bahan Bakar Minyak
BBN	: Bahan Bakar Nabati
BI	: Bank Indonesia
BOE	: <i>Barrel Oil Equivalent</i>
BOPD	: <i>Barrel Oil per Day</i>
BP	: <i>British Petroleum</i>
bph	: Barrel per hari
BPS	: Badan Pusat Statistik
CBM	: <i>Coal Bed Methane</i>
CCGT	: <i>Combined Cycle Gas Turbine</i>
CdTe	: <i>Cadmium Telluride</i>
CIGS	: <i>Copper Indium Gallium (di) Selenide</i>
CO <sub>2</sub>	: <i>Carbon Dioxide</i>
COD	: <i>Commercial of Date</i>
DEN	: Dewan Energi Nasional
DME	: <i>Dimethyl Ether</i>
EBT	: Energi Baru Terbarukan
ESDM	: Energi dan Sumber Daya Mineral
FSRU	: <i>Floating Storage Regasification Unit</i>
GDP	: <i>Gross Domestic Product</i>
GRK	: Gas Rumah Kaca
GRR	: <i>Grass Root Refinery</i>
GW	: <i>Giga Watt</i>
GWh	: <i>Giga Watt hour</i>
HEESI	: <i>Handbook of Economy and Energy Statistic Indonesia</i>
IEA	: <i>International Energy Agency</i>
IMF	: <i>International Monetary Fund</i>
IO	: Ijin Operasi
IPCC	: <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPP	: <i>Independent Power Producer</i>
JTM	: Jaringan Tegangan Menengah
KBI	: Kawasan Barat Indonesia
KEN	: Kebijakan Energi Nasional
KP	: <i>Kyoto Protocol</i>
KS	: Kebijakan Saat Ini
kWh	: <i>Kilo Watt hour</i>
LEAP	: <i>Long-range Energy Alternatives Planning</i>



LED	: <i>Light-Emitting Diode</i>
LNG	: <i>Liquified Natural Gas</i>
LPG	: <i>Liquified Petroleum Gas</i>
LRT	: <i>Light Rail Transit</i>
LTSHE	: Lampu Tenaga Surya Hemat Energi
Migas	: Minyak dan Gas bumi
MMBTU	: <i>Million Metric British Thermal Unit</i>
MMSCF	: <i>Million Standard Cubic Feet</i>
MPa	: Mega Pascal
MRT	: <i>Mass Rapid Transit</i>
MW	: <i>Mega Watt</i>
NDC	: <i>National Determined Contributions</i>
NEMA	: <i>National Electrical Manufacturers Association</i>
OEE	: Optimalisasi EBT dan Efisiensi Energi
OEI	: <i>Outlook Energi Indonesia</i>
ONWJ	: <i>Offshore North West Java</i>
PDB	: Produk Domestik Bruto
Permen	: Peraturan Menteri
Perpres	: Peraturan Presiden
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
PLTA	: Pembangkit Listrik Tenaga Air
PLTA Pompa	: <i>Pump Storage Power Plant</i>
PLTB	: Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
PLTBm	: Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa
PLTD	: Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTG	: Pembangkit Listrik Tenaga Gas
PLTGU	: Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap
PLT Laut	: Pembangkit Listrik Tenaga Laut
PLTM	: Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro
PLTMH	: Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro
PLTMG	: Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas
PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLTSa	: Pembangkit Listrik Tenaga Sampah
PLTP	: Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PMK	: Peraturan Menteri Keuangan
Polytam	: <i>Polypropylene</i>
PP	: Peraturan Pemerintah
PPU	: <i>Private Power Utility</i>
PTA	: <i>Purified Terephthalic Acid</i>
PV	: <i>Photovoltaic</i>

RAN-GRK	: Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca
RDMP	: <i>Refinery Development Master Plan</i>
RENSTRA	: Rencana Strategis
RIKEN	: Rencana Induk Konservasi Energi Nasional
RIPIN	: Rencana Induk Pengembangan Industri Nasional
ROPP	: <i>RCC Off gas to Propylene Project</i>
RPJMN	: Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional
RUEN	: Rencana Umum Energi Nasional
RUPTL	: Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik
SCADA	: <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
SHS	: <i>Solar Home System</i>
SPBG	: Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas
TOE	: <i>Tonnes of Oil Equivalent</i>
TWh	: <i>Tera Watt hour</i>
TSCF	: <i>Trillion Standard Cubic Feet</i>
UC	: <i>Ultra Critical</i>
UNFCC	: <i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>
USC	: <i>Ultra Super Critical</i>

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iv
<i>DISCLOSURE</i> .....	v
DAFTAR SINGKATAN .....	vi
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
RINGKASAN EKSEKUTIF .....	xv
BAB I     PENDAHULUAN.....	1
BAB II     METODOLOGI.....	5
2.1 Kerangka Analisis .....	5
2.2 Skenario Prakiraan Energi.....	6
2.3 Asumsi Pemodelan .....	7
2.3.1 Pertumbuhan Penduduk .....	7
2.3.2 Pertumbuhan Ekonomi.....	8
2.3.3 Teknologi .....	8
2.3.4 Harga Energi.....	9
BAB III    KONDISI SAAT INI .....	15
3.1 Neraca Energi .....	15
3.2 Minyak Bumi .....	15
3.3 Gas .....	18
3.4 Batubara .....	19
3.5 Energi Baru dan Energi Terbarukan .....	22
3.6 Ketenagalistrikan.....	25
BAB IV    SKENARIO KEBIJAKAN SAAT INI .....	29
4.1 Permintaan Energi Final dan Penyediaan Energi Primer .....	29
4.2 Minyak Bumi .....	32
4.3 Gas .....	35
4.4 Batubara .....	43
4.5 Energi Baru dan Terbarukan (EBT) .....	46
4.6 Ketenagalistrikan.....	49
4.7 Emisi Gas Rumah Kaca (GRK).....	57

BAB V	SKENARIO OPTIMALISASI EBT dan EFISIENSI ENERGI.....	63
	5.1 Permintaan Energi Final .....	63
	5.2 Penyediaan Tenaga Listrik.....	67
	5.3 Penyediaan Energi Primer .....	70
	5.4 Emisi Gas Rumah Kaca (GRK).....	71
	5.5 Intervensi Teknologi .....	75
	5.6 Kebijakan yang Diperlukan .....	76
BAB VI	TOPIK KHUSUS PENETRASI PLTS STUDI KASUS PLTS KUPANG DAN GORONTALO .....	81
	6.1 Potensi dan Perkembangan Energi Surya di Indonesia.....	81
	6.2 Implementasi Teknologi PLTS .....	83
	6.3 Prospek PLTS .....	84
	6.4 PLTS Kupang .....	85
	6.5 PLTS Gorontalo .....	88
	6.6 Kendala Penetrasi PLTS ke dalam Sistem <i>Grid</i> PLN.....	89
	6.7 Usulan Rekomendasi Kebijakan.....	90
DAFTAR PUSTAKA	.....	91
DEFINISI	.....	92
LAMPIRAN	.....	94

# DAFTAR GAMBAR

2.1	Kerangka Analisis <i>Outlook</i> Energi Indonesia 2017 .....	5
2.2	Sinergi LEAP dan Balmorel .....	6
2.3	Asumsi Harga Energi.....	10
3.1	Sumber Daya Minyak Bumi 2016 .....	16
3.2	Perkembangan Ketergantungan Impor Minyak Bumi .....	17
3.3	Sumber Daya Gas Bumi 2016 .....	18
3.4	Perkembangan Produksi dan Ekspor Gas .....	19
3.5	Sumber Daya dan Cadangan Batubara Tahun 2010-2016.....	20
3.6	Cadangan Batubara Indonesia 2016 .....	21
3.7	Realisasi Produksi dan Perkembangan Ekspor Batubara Tahun 2010-2016 .....	22
3.8	Pemanfaatan Biodiesel.....	24
3.9	Kapasitas Pembangkit Tahun 2016.....	25
3.10	Produksi Listrik per Jenis Energi Tahun 2016 .....	25
3.11	Penjualan Listrik 2016 .....	26
4.1	Permintaan Energi Final Menurut Sektor Pengguna .....	30
4.2	Penyediaan Energi Primer Menurut Jenis .....	31
4.3	Permintaan Minyak Menurut Sektor .....	32
4.4	Input Minyak ke Pembangkit Listrik .....	34
4.5	Penyediaan Minyak Bumi .....	34
4.6	Neraca Minyak Bumi .....	35
4.7	Permintaan Gas Menurut Sektor .....	36
4.8	Permintaan Gas Sektor Industri .....	37
4.9	Permintaan Gas Sektor Transportasi.....	37
4.10	Permintaan Gas Sektor Rumah Tangga .....	38
4.11	Asumsi Kapasitas Pengolahan Kilang LNG.....	39
4.12	Neraca Kilang LNG .....	39
4.13	Neraca LPG .....	40
4.14	Input Gas ke Pembangkit Listrik.....	41
4.15	Penyediaan Energi Primer Gas .....	41
4.16	Asumsi Produksi Gas Bumi .....	42
4.17	Neraca Gas Bumi.....	42
4.18	Permintaan Batubara Menurut Sektor Industri.....	43
4.19	Input Batubara ke Pembangkit Listrik.....	44
4.20	Penyediaan Energi Primer Batubara .....	45
4.21	Proyeksi Produksi Batubara.....	45
4.22	Neraca Batubara.....	46
4.23	Permintaan EBT Menurut Sektor .....	47

4.24	Input Primer EBT untuk Pembangkit Listrik .....	47
4.25	Penyediaan EBT .....	48
4.26	Perkembangan Permintaan <i>Biofuel</i> .....	48
4.27	Permintaan Tenaga Listrik per Sektor .....	50
4.28	Produksi Tenaga Listrik Menurut Jenis Energi.....	51
4.29	Produksi Tenaga Listrik Pembangkit EBT Menurut Jenis.....	52
4.30	Input Energi Primer ke Pembangkit Listrik .....	52
4.31	Total Kapasitas Pembangkit Menurut Jenis Energi.....	53
4.32	Distribusi Kapasitas Pembangkit Menurut Wilayah dan Jenis Energi Tahun 2025 .....	54
4.33	Distribusi Kapasitas Pembangkit Menurut Wilayah dan Jenis Energi Tahun 2050.....	55
4.34	Kebutuhan Tambahan Pembangkit 2016-2025 .....	56
4.35	Kebutuhan Tambahan Pembangkit 2016-2050.....	57
4.36	Emisi GRK 2016-2050.....	58
4.37	Emisi per Kapita.....	58
4.38	Emisi per GDP .....	59
5.1	Permintaan Energi Final Menurut Jenis Energi .....	63
5.2	Penghematan Energi Final.....	64
5.3	Penghematan Energi Final Sektor Industri.....	65
5.4	Penghematan Energi Final Sektor Transportasi.....	65
5.5	Penghematan Energi Final Sektor Rumah Tangga .....	66
5.6	Penghematan Energi Final Sektor Komersial .....	66
5.7	Permintaan Tenaga Listrik.....	67
5.8	Produksi Tenaga Listrik .....	67
5.9	Kapasitas Pembangkit .....	68
5.10	Input Energi Primer ke Pembangkit Listrik .....	69
5.11	Tambahan Kapasitas Pembangkit 2016-2050.....	69
5.12	Penyediaan Energi Primer .....	70
5.13	Pasokan Energi Primer per Jenis Energi.....	71
5.14	Proyeksi Emisi GRK Berdasarkan Jenis Energi.....	72
5.15	Proyeksi Emisi GRK Berdasarkan Sektor Pengguna dan Pembangkit .....	73
5.16	Proyeksi Emisi Pembangkit Listrik.....	74
6.1	Posisi Koneksi Ke Sistem <i>Grid</i> PLN.....	85
6.2	Target dan Realisasi Produksi Energi 2016.....	87

# DAFTAR TABEL

2.1	Asumsi Dasar dan Asumsi Tambahan .....	10
3.1	Produksi dan Impor BBM Tahun 2010 s.d. 2016 .....	17
3.2	Kualitas, Sumber Daya dan Cadangan Batubara 2016.....	20
3.3	Potensi Energi Terbarukan .....	22
4.1	Perbandingan Kinerja Kilang Minyak .....	33
5.1	Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Skenario (juta Ton CO <sub>2</sub> ) .....	74
5.2	Emisi GRK Menurut Indikator per Kapita dan per Juta Rupiah PDB .....	75
5.3	Penetrasi Teknologi Hemat Energi dan Teknolgi Bersih .....	76
6.1	Potensi PLTS di Indonesia .....	81
6.2	Kapasitas Terpasang dan Produksi Energi dari PLTS.....	83
6.3	Harga Panel Surya Termurah Di Pasaran .....	84
6.4	Efisiensi Panel Surya .....	84
6.5	Konfigurasi Modul PV PLTS Kupang .....	86
6.6	Proyeksi Produksi Listrik PLTS Kupang Selama Kurun Waktu 20 Tahun.....	86
6.7	Profil PLTS 5 MWp Kupang Tahun 2016.....	87
6.8	Data Kapasitas PLTS 2 MWp Gorontalo .....	88
6.9	Data Produksi PLTS 2 MWp Gorontalo .....	88
6.10	Biaya Investasi PLTS 2 MWp Gorontalo .....	89





# RINGKASAN EKSEKUTIF

*Outlook Energi Indonesia (OEI) 2017* memberikan gambaran proyeksi permintaan dan penyediaan energi nasional dalam kurun waktu 2017-2050 berdasarkan asumsi sosial, ekonomi dan perkembangan teknologi ke depan dengan tahun 2016 sebagai tahun dasar.

Analisis permintaan dan penyediaan energi dilakukan berdasarkan hasil perhitungan model LEAP (*Long-range Energy Alternatives Planning System*) dan Balmorel. LEAP adalah aplikasi pemodelan perencanaan energi untuk menganalisis energi dari permintaan hingga penyediaan secara terintegrasi. Sedangkan Balmorel adalah aplikasi pemodelan perencanaan energi khusus untuk energi listrik terutama sisi penyediaan dengan pendekatan optimasi.

Pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, harga energi dan perkembangan teknologi menjadi dasar asumsi dari kedua skenario yang dikembangkan untuk memperoleh gambaran mengenai permintaan energi hingga tahun 2050. Selain keempat asumsi dasar tersebut, ditambahkan juga beberapa asumsi terkait dengan beberapa kebijakan energi.

OEI 2017 menggunakan 2 skenario untuk rentang periode proyeksi 2017-2050, yaitu skenario Kebijakan Saat Ini (KS) atau *Current Energy Policy*, menggunakan asumsi dasar pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) rata-rata 5,6% per tahun, target bauran energi Kebijakan Energi Nasional (KEN), Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN), dan target pengurangan emisi sesuai dengan *National Determined Contributions* (NDC). Kemudian skenario Optimalisasi EBT dan Efisiensi Energi (OEE), menggunakan asumsi dasar pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) rata-rata 5,6% per tahun, pangsa *biofuel* lebih tinggi dari *roadmap biofuel* nasional, jumlah kendaraan listrik di sektor transportasi lebih tinggi dari RUEN, dan efisiensi sektor industri yang lebih tinggi dari skenario KS.

Berdasarkan hasil analisis, penyediaan energi primer (tanpa biomasa tradisional) akan mencapai 283 juta TOE untuk skenario KS dan 261 juta TOE untuk skenario OEE pada tahun 2025, kemudian pada tahun 2050 menjadi 708 juta TOE (KS) dan 495 juta TOE (OEE). Pangsa EBT dalam *energy mix* pada tahun 2050 skenario KS dan OEE masing-masing sebesar 31% dan 48%.

Sedangkan untuk permintaan energi final nasional tahun 2025 berdasarkan skenario KS dan skenario OEE masing-masing sebesar 184 Juta TOE dan 171 Juta TOE. Permintaan energi final pada tahun 2050 pada skenario yang sama masing-masing sebesar 433 Juta TOE dan 280 Juta TOE.

Kapasitas pembangkit tenaga listrik pada tahun 2025 pada kedua skenario masih didominasi oleh batubara dan gas. Pada tahun 2050, total kapasitas keseluruhan pembangkit meningkat menjadi 402 GW (KS) dan 285 GW (OEE), dimana kapasitas pembangkit EBT mulai mendominasi di kedua skenario dengan pangsa masing-masing sebesar 51% (KS) dan 67% (OEE).

Sekretariat Jenderal

**Dewan Energi Nasional**

# BAB I PENDAHULUAN



OUTLOOK  
Energi Indonesia 2017





# PENDAHULUAN

Publikasi *Outlook Energi Indonesia* (OEI) 2017 mengikuti perkembangan situasi dan kondisi pengembangan energi, peraturan dan kebijakan terkini khususnya setelah ditetapkannya Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).

Penerbitan OEI 2017 ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang kondisi energi nasional khususnya proyeksi permintaan dan pemenuhan pasokan pada kurun waktu 2017-2050. OEI 2017 ini dapat digunakan sebagai referensi dan masukan bagi pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan dalam perencanaan energi ke depan.

Untuk keperluan pemodelan, digunakan tahun dasar 2016. Dalam OEI 2017 ini dikembangkan dua skenario yaitu skenario Kebijakan Saat Ini (KS) dan skenario Optimalisasi EBT & Efisiensi Energi (OEE). Skenario KS mencakup kebijakan yang sudah ditetapkan termasuk RUEN sementara skenario OEE merupakan skenario KS dengan optimalisasi atau peningkatan penetrasi EBT dan efisiensi energi.

Pemodelan proyeksi permintaan dan penyediaan energi menggunakan aplikasi perangkat lunak *Long-range Energy Alternative Planning System* (LEAP) dan *Balmorel System* khusus untuk penyediaan ketenagalistrikan.

Fokus utama yang dibahas dalam OEI 2017 adalah optimalisasi energi baru dan terbarukan (EBT) dengan asumsi pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) realistik yaitu rata-rata 5,6% per tahun yang sesuai atau mendekati proyeksi Bank Indonesia (BI).

Pada edisi tahun ini juga dibahas topik khusus yaitu penetrasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) khususnya solar *photovoltaic* (PV) ke dalam *grid* regional dengan studi kasus PLTS Kupang kapasitas 5 MW dan PLTS Gorontalo kapasitas 2 MW. Hasil studi kasus ini diharapkan dapat menjadi acuan dan contoh dalam pengembangan PLTS wilayah lain di Indonesia.

Sumber data utama yang digunakan dalam penyusunan OEI 2017 adalah *Handbook of Economy and Energy Statistic Indonesia* (HEESI) 2016, Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2017-2026, Statistik Indonesia, dan data dari PLTS Kupang dan PLTS Gorontalo. Khusus untuk data teknologi pembangkit, digunakan sumber data dari *Technology Data for Indonesia Power Sector* (Katalog Teknologi Pembangkit Indonesia) yang disusun oleh Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional bekerjasama dengan Pemerintah Denmark.



# BAB II METODOLOGI



OUTLOOK  
Energi Indonesia 2017



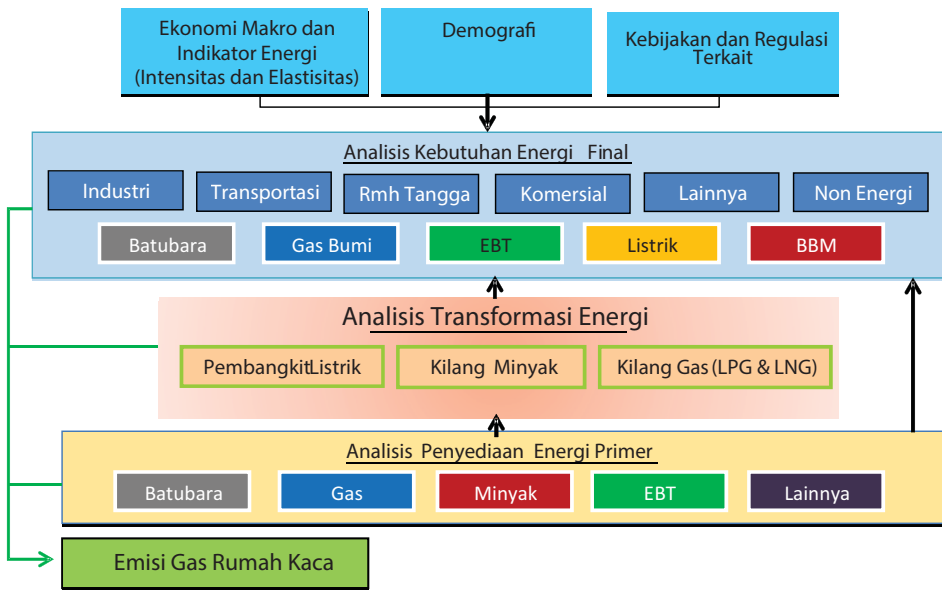




# METODOLOGI

## 2.1 Kerangka Analisis

Analisis pemodelan dibagi menjadi tiga tahapan yaitu analisis permintaan energi, transformasi energi dan penyediaan energi. Selain kondisi sektoral seperti aktivitas, teknologi, dan intensitas, dan informasi terkait *roadmap*, rencana strategis (Renstra), regulasi energi yang berlaku maupun yang diberlakukan juga menjadi bahan pertimbangan dalam analisis. Asumsi mengenai kondisi indikator ekonomi makro seperti pertumbuhan PDB, demografi, harga energi dan penetrasi teknologi juga diperlukan karena merupakan faktor pendorong dinamika atau proyeksi permintaan (*energy demand driver*) yang utama. Kerangka analisis OEI 2017 ditunjukkan dalam Gambar 2.1.

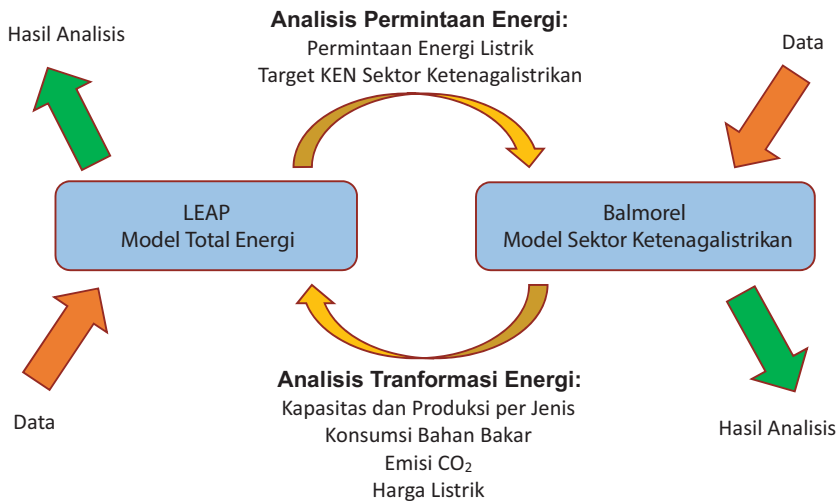


Gambar 2.1 Kerangka Analisis *Outlook* Energi Indonesia 2017

Analisis permintaan dan penyediaan energi dilakukan berdasarkan hasil perhitungan dari model LEAP dan Balmorel. LEAP adalah suatu model simulasi perencanaan energi yang mampu melakukan analisis energi dari permintaan hingga penyediaan secara terintegrasi, sedangkan Balmorel merupakan model optimisasi perencanaan sisi penyediaan energi dengan model ekuilibrium parsial untuk menganalisis sektor ketenagalistrikan. Balmorel juga dapat menghitung investasi yang dibutuhkan untuk memenuhi *demand* listrik dan

target-target dalam kebijakan energi. Dalam OEI 2017 ini, permintaan tenaga listrik Indonesia terbagi dalam 34 provinsi. Pada masing-masing Provinsi diterapkan data asumsi pertumbuhan *demand* listrik per tahun, karakteristik kurva beban per jam dan pembatasan teknologi yang dapat diterapkan serta kebutuhan kapasitas transmisi.

Keterkaitan antara LEAP dan Balmorel dalam menghitung permintaan energi diberikan oleh Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sinergi LEAP dan Balmorel

## 2.2 Skenario Prakiraan Energi

Data BPS menunjukkan pertumbuhan riil ekonomi Indonesia pada tahun 2014, 2015, dan 2016 adalah 5,01%, 4,88%, dan 5,02%. Prediksi pertumbuhan ekonomi Indonesia tahun 2017 berkisar 5,3% atau masih di bawah 6% seperti yang ditetapkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019. Hal ini menjadi salah satu pertimbangan dalam membuat skenario permintaan energi Indonesia jangka panjang karena secara statistik setiap pertumbuhan ekonomi selalu dibarengi dengan pertumbuhan permintaan energi.

Di dalam OEI 2017, dikembangkan 2 skenario yaitu skenario Kebijakan Saat Ini (KS) dan skenario Optimalisasi EBT dan Efisiensi Energi (OEE) dengan asumsi pertumbuhan PDB yang sama yaitu rata-rata sekitar 5,6%.

Skenario Kebijakan Saat Ini (KS) menggunakan asumsi dasar pertumbuhan PDB realistis rata-rata 5,6% per tahun selama periode 2017-2050. Asumsi ini juga didasarkan pada hasil kajian dari *International Monetary Fund* (IMF) dan *World Bank* 2015, bahwa pertumbuhan ekonomi Indonesia hingga tahun 2020 sekitar 6% per tahun. Skenario ini

juga menggunakan asumsi target bauran energi Kebijakan Energi Nasional (KEN), RUPTL, RUEN, Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN), dan target pengurangan emisi sesuai dengan *National Determined Commitment* (NDC).

Skenario Optimalisasi EBT dan Efisiensi Energi (OEE) menggunakan PDB yang sama seperti skenario pertama. Selain asumsi dasar tersebut, di dalam Skenario kedua ini asumsi kandungan *biofuel* lebih tinggi dari pada *roadmap biofuel* nasional, kemudian kendaraan listrik di sektor transportasi lebih tinggi dari RUEN, efisiensi di industri lebih tinggi, serta implementasi teknologi baru pada pembangkit listrik seperti super dan *ultra critical* (UC) pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), *pump storage*, baterai, pengembangan pembangkit listrik dari EBT lebih diprioritaskan seperti teknologi-teknologi pengolahan sampah menjadi energi.

## 2.3 Asumsi Pemodelan

Faktor pendorong utama dari peningkatan permintaan energi yang dipertimbangkan dalam OEI 2017 ini mencakup pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, harga energi dan perkembangan teknologi. Keempat hal tersebut menjadi asumsi dasar dari kedua skenario yang dikembangkan untuk memperoleh gambaran mengenai permintaan energi hingga tahun 2050. Selain keempat hal tersebut, terdapat beberapa asumsi tambahan sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2.1.

### 2.3.1 Pertumbuhan Penduduk

Perubahan populasi sangat mempengaruhi besar dan komposisi permintaan energi, baik langsung maupun akibat dari dampak yang ditimbulkannya terhadap perkembangan ekonomi. Selama dua dekade terakhir, laju pertumbuhan penduduk Indonesia cenderung melambat. Berdasarkan publikasi proyeksi penduduk Indonesia tahun 2010-2035 (Badan Pusat Statistik-BPS 2014), pertumbuhan penduduk Indonesia turun dari 1,4% pada tahun 2010, menjadi 0,6% di tahun 2030. Laju pertumbuhan periode 2030-2050 diasumsikan konstan 0,6% per tahun sehingga diperkirakan penduduk Indonesia menjadi 335 juta jiwa pada tahun 2050.

Mengingat pola penggunaan energi antara penduduk perkotaan dan perdesaan berbeda, maka indikator tingkat urbanisasi menjadi sangat penting dalam mendapatkan hasil prakiraan energi yang lebih akurat. Tingkat urbanisasi juga mengikuti proyeksi yang dikeluarkan oleh BPS dimana pangsa penduduk perkotaan sebesar 53% pada tahun 2016 dan terus meningkat hingga mencapai 70% pada tahun 2050.

Jika diasumsikan jumlah anggota rumah tangga rata-rata 3,84 pada tahun 2016 dan kemudian secara bertahap turun menjadi 3,54 pada tahun 2050, jumlah rumah tangga akan meningkat dari 66,5 juta rumah tangga menjadi 94,7 juta rumah tangga selama periode yang sama.

### 2.3.2 Pertumbuhan Ekonomi

Permintaan energi berkorelasi sangat kuat dengan aktivitas ekonomi. Asumsi pertumbuhan PDB akan sangat sensitif terhadap prakiraan energi dari kedua skenario yang dikembangkan.

Pertumbuhan ekonomi Indonesia selama lima tahun terakhir cenderung melambat akibat dari melambatnya pertumbuhan ekonomi global, harga komoditas yang tetap rendah termasuk minyak, lemahnya perdagangan global, dan arus modal yang berkurang. Selain itu, melemahnya pertumbuhan investasi dan ekspor Indonesia juga ikut menyumbang terhadap kondisi perekonomian saat ini. Meskipun demikian, pengeluaran domestik yang bertahan tinggi disamping komitmen pemerintah untuk terus melakukan deregulasi ekonomi dan penyederhanaan perijinan investasi diharapkan akan mampu menopang pertumbuhan ke depan. Dengan asumsi pertumbuhan PDB dan penduduk yang sudah dijelaskan sebelumnya, PDB per kapita Indonesia pada tahun 2050 akan naik menjadi Rp 183 juta.

### 2.3.3 Teknologi

Jenis teknologi energi yang dikembangkan dan digunakan, baik pada sisi permintaan maupun penyediaan, akan mempengaruhi keputusan investasi, serta tingkat dan komposisi permintaan energi masa depan. Oleh sebab itu, prakiraan energi pada OEI 2017 ini sangat dipengaruhi oleh perkembangan teknologi energi. Teknologi pembangkit listrik mengacu pada *Technology Data for the Indonesian Power Sector: Catalogue for Generation and Storage of Electricity*.

Beberapa teknologi cukup berperan dalam menentukan tingkat permintaan energi di masa depan, khususnya teknologi yang dikaitkan dengan lingkungan bersih dan efisien seperti teknologi *ultra* dan *super critical* untuk teknologi pembangkit listrik tenaga uap. Teknologi pembangkit listrik *super critical* adalah teknologi yang menggunakan *boiler supercritical* dengan tekanan 22-24 MPa, temperatur uap sekitar 560°C, dan efisiensi 45%. Sedangkan *boiler ultra-supercritical* (USC) beroperasi dengan tekanan 26 MPa, temperatur uap lebih besar dari 700°C, dan efisiensi mendekati 50%.

*Pump storage power plant* (PLTA Pompa) menggunakan dua buah waduk, yaitu waduk bawah dan waduk atas. Pada saat kebutuhan beban tenaga listrik rendah, kelebihan daya dipakai untuk memompa air dari waduk bawah ke waduk atas. Sedangkan pada saat beban puncak, air yang terkumpul pada waduk atas akan dialirkan ke waduk bawah untuk memutar turbin dan menghasilkan daya listrik.

Mengingat kecenderungan penurunan harga *solar PV* yang cukup tajam ditambah lagi dengan perkembangan teknologi *storage*/baterai yang makin andal, maka pengembangan pemanfaatan energi matahari seperti PLTS menjadi opsi yang semakin menarik.

Indonesia mempunyai potensi penyinaran matahari yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi pasokan energi yang andal dan murah terutama untuk daerah terpencil yang mempunyai ketergantungan pada pasokan BBM. Dengan demikian, diharapkan industri *solar PV* domestik ke depan dapat menangkap peluang usaha tersebut sehingga mampu meningkatkan perekonomian nasional.

Teknologi efisiensi energi diterapkan pada semua sektor ekonomi meliputi sektor industri, rumah tangga, komersial dan juga transportasi. Dampak dari penerapan teknologi hemat energi terhadap permintaan energi cukup signifikan.

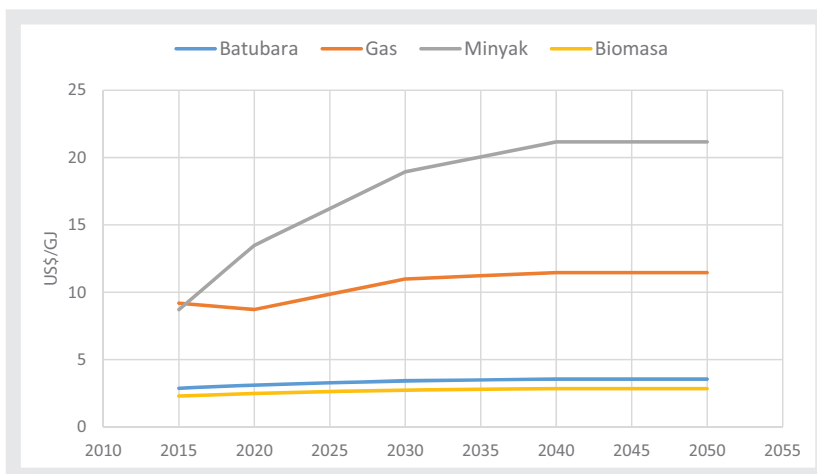
Dalam pemanfaatan sampah menjadi energi, teknologi yang dipertimbangkan antara lain produksi gas *landfill*, *insinerator*, gasifikasi *thermal*, dan *anaerobic digestion*. Gas *landfill* adalah campuran metana dan karbon dioksida, dengan sejumlah komponen gas lainnya. Gas ini diproduksi secara alami karena bahan organik di lokasi pembuangan akhir terurai menjadi 60% metana. Teknologi *insinerator* ini adalah salah satu solusi untuk mengelola sampah perkotaan yang semakin meningkat melalui teknologi pembakaran suhu tinggi untuk menghasilkan listrik.

### 2.3.4 Harga Energi

Harga energi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tren permintaan energi. Harga energi yang harus dibayarkan oleh konsumen akan mempengaruhi pilihan teknologi dan peralatan yang digunakan. Dari sisi penyediaan, harga energi akan mempengaruhi keputusan produksi dan investasi dari teknologi terpilih.

Sejak pertengahan tahun 2014, harga minyak dan turun tajam hingga lebih dari 60% akibat dari meningkatnya produksi bahan bakar alternatif seperti *shale oil* dan *shale gas*. Di dalam OEI 2017, harga energi diasumsikan sama untuk semua skenario. Dengan pertimbangan bahwa energi masih menjadi komoditas strategis, selama periode proyeksi harga untuk semua jenis energi (khususnya fosil) diasumsikan cenderung meningkat dengan pertumbuhan yang tidak sama tergantung dari perkembangan harga masing-masing jenis energi saat ini.

Berdasarkan *South East Asia Energy Outlook* oleh *International Energy Agency* (IEA) tahun 2015, harga batubara dan biomasa diasumsikan meningkat rata-rata 0,6% per tahun, gas bumi meningkat rata-rata 0,6% per tahun, minyak solar dan minyak bakar diasumsikan meningkat 2,6% per tahun untuk periode 2015-2050 (Gambar 2.3).



Sumber: South East Asia Energy Outlook, IEA 2015

Gambar 2.3 Asumsi Harga Energi

Tabel 2.1 berikut ini menampilkan asumsi dasar dan tambahan secara lebih lengkap yang digunakan didalam OEI 2017 untuk semua skenario.

Tabel 2.1 Asumsi Dasar dan Asumsi Tambahan

No	Skenario Kebijakan Saat Ini	Skenario Optimalisasi EBT dan Efisiensi Energi
<b>Asumsi Dasar</b>		
1	Pertumbuhan PDB rata-rata 5,6% per tahun	
2	Harga energi untuk masing-masing jenis energi berdasarkan <i>World Energy Outlook 2015</i> , IEA	
3	Pertumbuhan penduduk berdasarkan hasil kajian proyeksi penduduk Indonesia dari BPS	
<b>Asumsi Tambahan</b>		
1	Asumsi sumber daya atau cadangan energi yang tersedia, sesuai dengan RUEN: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minyak dan gas bumi, 100% cadangan dan 50% sumber daya</li> <li>- Batubara, 80% cadangan dan 50% sumber daya</li> <li>- Panas bumi, 60% sumber daya, hanya temperatur menengah dan tinggi (&gt; 150°C)</li> <li>- Asumsi &amp; potensi sumber daya Hidro (95 GW)</li> <li>- Limbah biomasa, 60% sumber daya</li> <li>- Bahan bakar nabati (BBN), 60% sumber daya</li> <li>- Potensi pengembangan surya (207 GW), bayu (60 GW), dan laut (17 GW)</li> </ul>	
2	Rasio elektrifikasi mencapai 100% pada tahun 2020	
3	Penggunaan minyak tanah di rumah tangga hanya sampai tahun 2018 dan digantikan oleh <i>Liquid Petroleum Gas</i> (LPG), gas bumi, listrik, biomasa, <i>dimethyl ether</i> dan biogas	
4	Upaya penghematan energi yang merefleksikan penerapan kebijakan atau regulasi tentang konservasi dan efisiensi energi yang agresif	
5	Pengembangan pembangkit EBT dengan mempertimbangkan semua kebijakan dan program Pemerintah dan target-target yang telah ditetapkan termasuk Renstra, <i>roadmap</i> , KEN dan RUEN	Pengembangan pembangkit listrik EBT dengan mempertimbangkan target emisi yang mengarah pada dekarbonisasi

Tabel 2.1 Asumsi Dasar dan Asumsi Tambahan (lanjutan)

No	Skenario Kebijakan Saat Ini	Skenario Optimalisasi EBT dan Efisiensi Energi
6	Untuk mencapai target bauran energi pembangkit, pembangkit berbasis <i>thermal</i> menggunakan efisiensi teknis tergantung jenis teknologi, sedangkan pembangkit EBT sesuai dengan asumsi efisiensi dalam RUEN: - PLTP sebesar 20% - Hidro sebesar 33% - PLT Laut, PLTS dan PLTB sebesar 25%	
7	Penggunaan solar di sektor industri seluruhnya diganti dengan biosolar (B30) setelah tahun 2025	
8	Penggunaan biosolar dan bioethanol sesuai <i>roadmap</i> BNN	Penggunaan biosolar 30% mulai tahun 2025 -2050 dan biopremium meningkat mulai 20% pada tahun 2025 dan 85% pada tahun 2050
9	Pemanfaatan Bahan Bakar Gas (BBG) di sektor transportasi meningkat hingga 10% untuk kendaraan pribadi dan 20% untuk kendaraan umum hingga tahun 2050	
10	Pemanfaatan mobil listrik sebesar 1% dari seluruh jumlah mobil penumpang pada tahun 2025 dan 10% pada tahun 2050, dan motor listrik sebesar 5% dari seluruh jumlah motor pada tahun 2025 dan 20% pada tahun 2050, untuk mencapai bauran energi dalam RUEN	Pemanfaatan mobil listrik sebesar 6% dari seluruh jumlah mobil penumpang pada tahun 2025 dan 25% pada tahun 2050, dan motor listrik sebesar 9% dari seluruh jumlah motor pada tahun 2025 dan 50% pada tahun 2050
11	Terjadi perpindahan moda transportasi 15% dari total produksi angkutan hingga tahun 2050 dari mobil penumpang dan sepeda motor ke bus dan kereta dan dari angkutan barang truk ke kereta	
12	Kapasitas kilang minyak hingga 2025 disesuaikan dengan asumsi RUEN	
13	Produksi gas bumi diasumsikan menurun rata-rata 0,7% per tahun hingga tahun 2050 dari tingkat produksi saat ini	
14	Produksi minyak bumi diasumsikan turun sebesar 3,2% per tahun hingga tahun 2050	
15	Produksi batubara diusahakan konstan pada tingkat 400 juta ton mulai tahun 2019, namun diasumsikan meningkat apabila konsumsi domestik melampaui produksi	
16	Pengembangan pembangkit dalam RUPTL 2017-2026 yang telah dalam proses pembangunan (konstruksi dan studi kelayakan) dipertimbangkan dalam asumsi suplai pembangkit	





# BAB III KONDISI SAAT INI



OUTLOOK  
Energi Indonesia 2017





# KONDISI SAAT INI

## 3.1 Neraca Energi

Neraca energi adalah gambaran kondisi kesetimbangan antara sisi penyediaan energi dan sisi permintaan energi sektoral. Neraca energi tergambaran di dalam sistem energi yang mencakup mulai dari produksi, transformasi sampai kepada pengguna akhir.

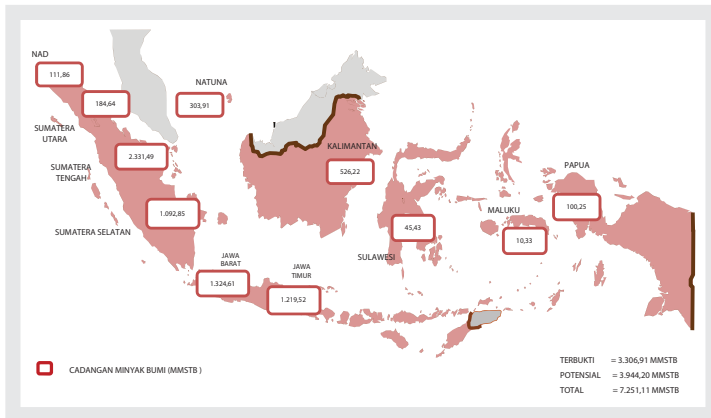
Total produksi energi primer (batubara, gas bumi, minyak bumi dan EBT) Indonesia tahun 2016 adalah 445,5 juta TOE dimana sekitar 246,4 juta TOE diekspor ke luar negeri. Pada tahun yang sama Indonesia harus mengimpor energi sebesar 48 juta TOE. Sebagian besar ekspor adalah batubara dan *Liquified Natural Gas* (LNG), sebagian besar impor adalah minyak bumi, BBM dan LPG. Dari kondisi tersebut bisa diperoleh bahwa penyediaan energi primer Indonesia tahun 2016 adalah 215,8 juta SBM termasuk perubahan stok (tanpa biomasa tradisional). Ekspor energi Indonesia pada tahun 2016 mencapai 57% dari produksi total energi sedangkan impor energi mencapai 22% dari penyediaan energi primer total pada periode yang sama.

Total konsumsi energi final (tanpa biomasa tradisional) tahun 2016 adalah 145,2 juta TOE. Sektor transportasi merupakan pengguna terbesar kemudian disusul industri, rumah tangga, *non energy use*, komersial dan sektor lainnya (pertanian, konstruksi dan pertambangan).

## 3.2 Minyak Bumi

Cadangan minyak bumi nasional per 1 Januari 2016, baik berupa cadangan terbukti maupun cadangan potensial mengalami penurunan 0,7% jika dibandingkan tahun sebelumnya. Cadangan potensial minyak pada tahun 2016 sebanyak 3,94 miliar barel, sedangkan cadangan terbukti sebanyak 3,31 miliar barel.

Sebaran cadangan minyak bumi sebagian besar terdapat di wilayah Sumatera sebesar 56% dari total cadangan minyak bumi nasional dan diikuti oleh Jawa 35% dan Kalimantan sebesar 7% sedangkan sisanya berada di daerah Papua, Maluku, dan Sulawesi (Gambar 3.1).



Sumber: Ditjen Migas, 2016

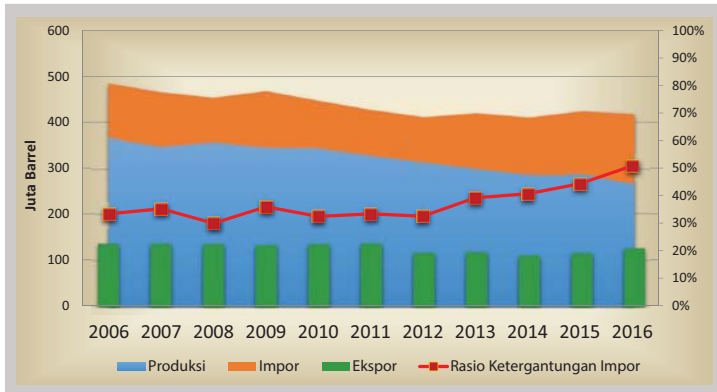
**Gambar 3.1 Sumber Daya Minyak Bumi 2016**

Berdasarkan RUEN, pada tahun 2015 terdapat tambahan potensi cadangan migas sebesar 5,2 miliar barel berasal dari *discovery*, yang dapat dipertimbangkan sebagai penambahan dalam cadangan migas tahun 2016 dan potensi sumberdaya migas sebesar 16,6 miliar barel dari kegiatan eksplorasi awal, namun membutuhkan pengujian lebih lanjut.

Adapun pangsa cadangan minyak bumi Indonesia hanya sekitar 0,2% dari total cadangan minyak bumi dunia. Di sisi lain, laju konsumsi BBM sebagai produk hasil olahan terus mengalami peningkatan. Sedangkan perkembangan produksi minyak bumi selama 10 tahun terakhir menunjukkan kecenderungan menurun, yaitu dari 367,05 juta barel atau sekitar 1 juta barel per hari pada tahun 2006 dan menjadi sekitar 268.877 juta barel (sekitar 737 ribu barel per hari) di tahun 2016. Penurunan produksi tersebut disebabkan oleh sumur-sumur produksi minyak bumi yang umumnya sudah tua, sementara produksi sumur baru relatif masih terbatas.

Peningkatan konsumsi BBM di dalam negeri dan penurunan produksi minyak bumi telah menyebabkan ekspor minyak bumi menurun, sebaliknya impor minyak bumi dan BBM terus meningkat. Kondisi tersebut terlihat dari kenaikan rasio ketergantungan impor, dimana rasio ketergantungan impor rata-rata meningkat dari 35% pada tahun 2007 menjadi 51% di tahun 2016. Hal ini mengindikasikan bahwa Indonesia rentan terhadap perubahan kondisi global yang dapat berpengaruh pada ketahanan energi nasional sebagai akibat dari tingginya ketergantungan pasokan dari luar (Gambar 3.2).

Peningkatan konsumsi BBM yang tidak disertai peningkatan produksi akibat tidak bertambahnya kapasitas produksi kilang telah menyebabkan peningkatan impor minyak mentah dan penurunan ekspor, sehingga pembangunan kilang BBM merupakan solusi yang tidak dapat dihindari.



Sumber: Kementerian ESDM, diolah oleh Setjen DEN, 2017  
 Catatan: Rasio Ketergantungan Impor = Impor dibagi pasokan domestik (Produksi+Impor-Ekspor)

**Gambar 3.2 Perkembangan Ketergantungan Impor Minyak Bumi**

Pada akhir tahun 2015, Pemerintah melakukan revisi Peraturan Pemerintah (PP) No. 79 Tahun 2010 mengenai Biaya Operasi yang dapat dikembalikan (*Cost recovery*) dan Perlakuan Pajak di Bidang Usaha Hulu Migas. Revisi PP tersebut dimaksudkan agar industri hulu migas menjadi lebih menarik ditengah ketatnya kompetisi dunia dan turunnya harga minyak mentah. Revisi tersebut antara lain pemberian fasilitasi perpajakan pada masa eksplorasi dan eksploitas (PPN impor, Bea Masuk, PPN Dalam Negeri dan PBB dan pembebasan PPH pemotongan atas pembebanan Biaya Operasi Fasilitas Bersama (*cost sharing*).

Di sisi suplai, kebutuhan BBM nasional dipenuhi dari produksi nasional dan impor. Produksi BBM sebesar 235,7 juta barel tahun 2010 dan menjadi 260,5 juta barel tahun 2016, sedangkan impor berfluktuasi dari 163,8 juta barel tahun 2010 menjadi 143,1 juta barel tahun 2016 (Tabel 3.1).

**Tabel 3.1 Produksi dan Impor BBM Tahun 2010 s.d. 2016**

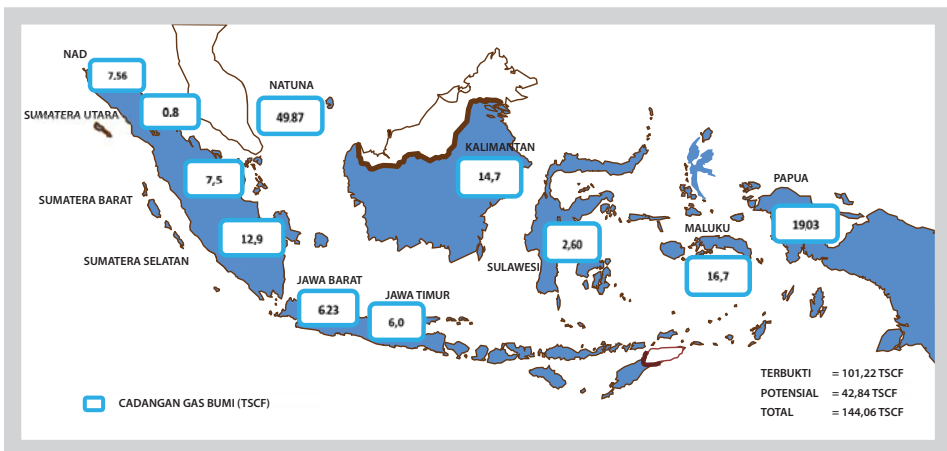
Tahun	Produksi BBM (Juta Barrel)		Impor BBM (Juta Barrel)
	BBM	Non BBM	
2010	235,7	85,8	163,6
2011	237,1	104,2	195,9
2012	240,3	111,9	201,1
2013	237,5	85,2	205,6
2014	245,5	97,1	209,0
2015	248,8	80,68	175,4
2016	260,5	73,5	143,1

Sumber: Kementerian ESDM, 2016

Pada tahun 2016 konsumsi LPG dalam negeri 67% diperoleh dari impor. Suksesnya program konversi minyak tanah ke LPG menyebabkan konsumsi LPG domestik naik drastis, sementara pasokan dan kilang LPG dalam negeri terbatas. Kondisi ini harus diantisipasi karena subsidi LPG 3 kg semakin besar mengingat harga jual saat ini sebesar Rp. 4.250 per kg dan Pemerintah memberikan subsidi sekitar Rp. 5.750 per kg, sehingga subsidi LPG 3 kg tahun 2016 sudah mencapai sekitar Rp. 25 triliun.

### 3.3 Gas

Total cadangan gas bumi nasional pada tahun 2016 sebesar 144,06 TSCF, di mana cadangan terbukti berkisar 101,22 TSCF, sedangkan cadangan potensial berkisar 42,84 TSCF (Gambar 3.3).

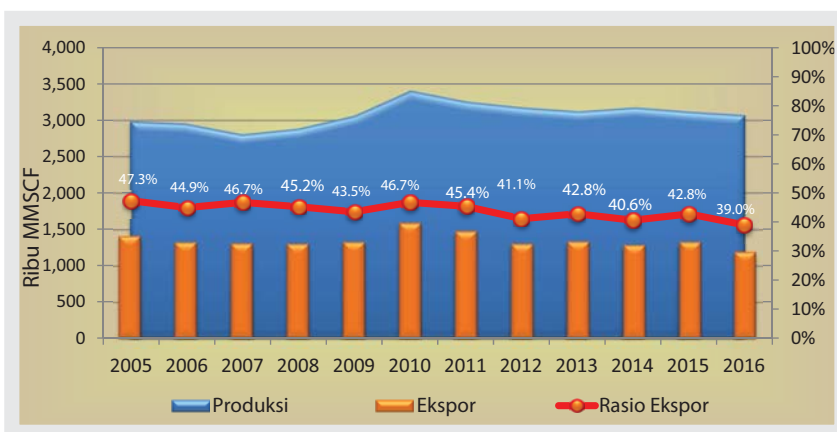


Sumber: Ditjen Migas, 2016

Gambar 3.3 Sumber Daya Gas Bumi 2016

Dibandingkan dengan tahun sebelumnya, cadangan gas bumi nasional mengalami penurunan sekitar 4,8%. Produksi gas bumi selama sepuluh tahun terakhir relatif fluktuatif, dengan rata-rata produksi sekitar 3 juta MMSCF per tahun. Gas bumi antara lain digunakan untuk memenuhi permintaan sektor industri, pembangkit listrik, gas kota dan gas *lift*. Namun selain itu juga dijadikan sebagai komoditi ekspor dalam bentuk LNG dan gas pipa. Ekspor gas bumi (melalui pipa maupun LNG) hampir mencapai separuh dari total produksi, namun dalam dalam 5 tahun terakhir cenderung mengalami penurunan dan mencapai sekitar 40% pada tahun 2016 (Gambar 3.4).

Sebaliknya pemanfaatan penggunaan gas domestik dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan yaitu dari 43% pada tahun 2006 menjadi sekitar 60% di tahun 2016, hal ini sejalan dengan mulai meningkatnya pemanfaatan gas di sektor industri dan pembangkit listrik.



Sumber: Kementerian ESDM, diolah oleh Setjen DEN, 2016  
 Catatan: Rasio Ekspor = Ekspor dibagi Produksi

**Gambar 3.4 Perkembangan Produksi dan Ekspor Gas**

Presiden Joko Widodo pada tanggal 3 Mei 2016, telah menandatangani Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 40 Tahun 2016 tentang Penetapan Harga Gas Bumi yang isinya mengatur tentang penetapan harga gas bumi di hulu dan harga gas bumi di industri tertentu sebagai upaya untuk mendorong percepatan pertumbuhan ekonomi dan peningkatan daya saing industri nasional. Berdasarkan Perpres tersebut, apabila harga gas bumi lebih tinggi dari US\$ 6 dollar per MMBTU, Menteri ESDM dapat menetapkan harga gas bumi tertentu bagi industri yang bergerak di bidang industri pupuk, industri petrokimia, industri *oleochemical*, industri baja, industri keramik, industri kaca dan industri sarung tangan.

### 3.4 Batubara

Produksi batubara Indonesia diperkirakan akan terus meningkat, tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri (domestik), tetapi juga untuk memenuhi permintaan luar negeri (ekspor). Sumber daya batubara Indonesia sampai dengan tahun 2016 adalah sebesar 128 miliar ton, sedangkan cadangannya sebesar 28 miliar ton. Sumber daya dan cadangan batubara didominasi oleh batubara kalori rendah sampai sedang (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Kualitas, Sumber Daya dan Cadangan Batubara 2016

Kualitas	Sumber Daya (Miliar Ton)					Cadangan (Miliar Ton)		
	Hipotetik	Tereka	Tertunjuk	Terukur	Total	Terkira	Terbukti	Total
Kalori Rendah	0.59	0.11	15.91	16.42	33.03	7.11	7.12	14.23
Kalori Sedang	3.3	0.27	19.82	20.36	43.75	3.57	6.84	10.41
Kalori Tinggi	0.59	0.39	2.48	2.8	6.26	0.54	2.77	3.31
Kalori Sangat Tinggi	0.002	0.17	0.74	0.6	1.512	0.26	0.24	0.5
<b>Total</b>	<b>4.482</b>	<b>0.94</b>	<b>38.95</b>	<b>40.18</b>	<b>84.552</b>	<b>11.48</b>	<b>16.97</b>	<b>28.45</b>

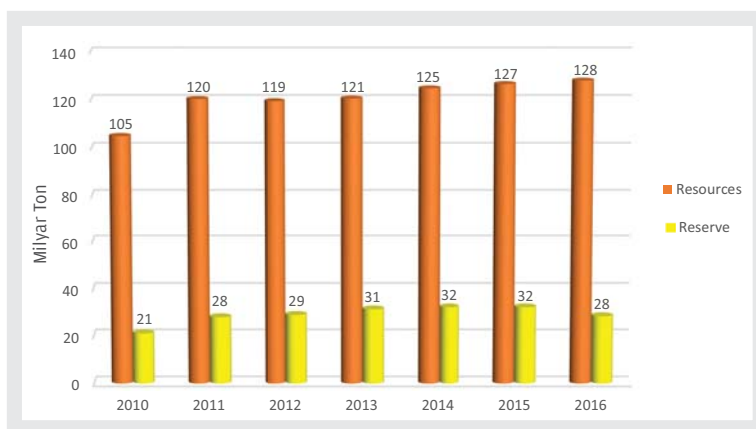
Sumber: Kementerian ESDM, 2016

Catatan:

Kualitas berdasarkan kelas nilai kalori (Keppres No. 13 Tahun 2000 diperbaharui dengan PP No. 45 Tahun 2003)

- Kalori Rendah < 5100 kal/gr
- Kalori Sedang 5100 - 6100 kal/gr
- Kalori Tinggi > 6100 - 7100 kal/gr
- Kalori Sangat Tinggi > 7100 kal/gr

Apabila dibandingkan dengan tahun 2015, terdapat penurunan cadangan batubara pada tahun 2016 sebesar 3,8 miliar ton seperti terlihat pada Gambar 3.5.



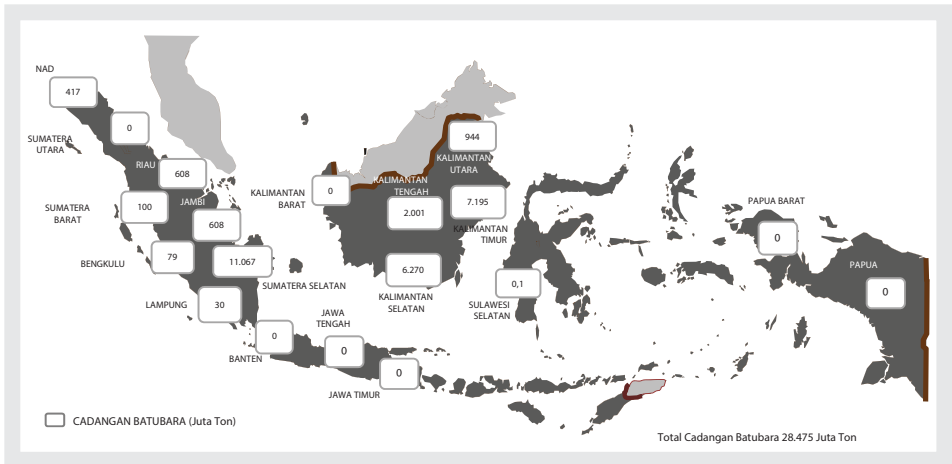
Sumber: HEESI, 2017

Gambar 3.5 Sumber Daya dan Cadangan Batubara Tahun 2010-2016

Dari total sumber daya dan cadangan tersebut, sekitar 50% berada di Pulau Sumatera, 49,5% di Pulau Kalimantan, dan sisanya tersebar di pulau lain, dengan penyebaran sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.6.

Lokasi cadangan batubara hampir seluruhnya berada di Kalimantan dan Sumatera, sementara pengguna batubara yang sebagian besar untuk memenuhi kebutuhan pembangkit listrik seluruhnya berada di Jawa sehingga untuk mendistribusikannya diperlukan infrastruktur berupa pelabuhan, penyimpanan batubara (*stockpile*) dan sarana pengangkutan melalui darat terutama kereta api dan truk.





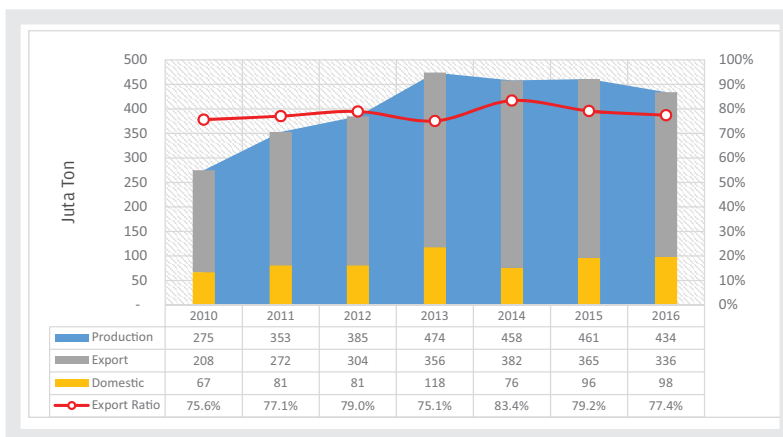
Sumber: Badan Geologi KESDM, 2017

**Gambar 3.6 Cadangan Batubara Indonesia 2016**

Perkembangan produksi batubara pada tahun 2010-2016 mengalami peningkatan yang cukup pesat, dengan kenaikan produksi rata-rata 7% per tahun dengan capaian produksi pada tahun 2016 sebesar 434 juta ton. Tingginya peningkatan produksi batubara didorong untuk memenuhi permintaan luar negeri (ekspor) dan dalam negeri yang terus meningkat. Ekspor batubara Indonesia, sebagian besar digunakan untuk memenuhi permintaan Cina dan India. Indonesia menempati posisi ke-5 sebagai produsen utama batubara dunia setelah Cina, USA, Australia dan India berdasarkan *British Petroleum (BP) Statistical Review of World Energy 2017*.

Dari total produksi batubara nasional, porsi ekspor batubara pada tahun 2016 besarnya di atas 70% dan sisanya digunakan di dalam negeri. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan batubara lebih dominan digunakan untuk keperluan ekspor, karena serapan penggunaan batubara di dalam negeri masih kecil dibandingkan produksinya (Gambar 3.7).

Pada tahun 2016 konsumsi batubara dalam negeri sebesar 90 juta ton, dimana 77% (75,4 juta ton) digunakan oleh PLTU, sisanya dimanfaatkan untuk industri besi dan baja, industri semen, industri kertas, dan industri lainnya.



Sumber: Kementerian ESDM, 2017.

**Gambar 3.7 Realisasi Produksi dan Perkembangan Ekspor Batubara Tahun 2010-2016**

### 3.5 Energi Baru dan Energi Terbarukan

#### a. Potensi Energi Baru dan Terbarukan

Berkurangnya potensi energi fosil terutama minyak dan gas bumi serta komitmen internasional dalam pengurangan emisi, mendorong Pemerintah menjadikan EBT khususnya energi terbarukan sebagai prioritas utama untuk menjaga ketahanan dan kemandirian energi. Indonesia mempunyai potensi EBT yang sangat besar yang dapat diandalkan dalam penyediaan energi nasional di masa mendatang. Dalam Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, target bauran energi baru dan terbarukan pada tahun 2025 adalah 23% dan 31% pada tahun 2050. Potensi energi terbarukan seperti tabel 3.3 di bawah ini.

**Tabel 3.3 Potensi Energi Terbarukan**

Jenis Energi	Sumber Daya (Miliar Ton)	Kapasitas Terpasang	Pemanfaatan (%)
Tenaga Air	94,3 GW	5,1 GW	5,4%
Panas Bumi	29,5 GW	1,6 GW	5,4%
Bioenergi	32,6 GW dan 0,2 juta bph BBN	1,7 GW	5,2%
Surya	207,8 GWp	0,085 GWp	0,04%
Angin	60,6 GW	1,1 MW	0,002%
Energi Laut	17,9 GW		

Sumber : Ditjen EBTKE, 2017

Selain yang tercantum pada tabel di atas, Indonesia juga mempunyai potensi energi baru seperti *shale gas* dan *Coal Bed Methane* (CBM) masing-masing sebesar 574 TSCF dan 456,7 TSCF yang sampai saat ini belum dikembangkan, sebaran potensi EBT per Provinsi mengacu pada dokumen RUEN.

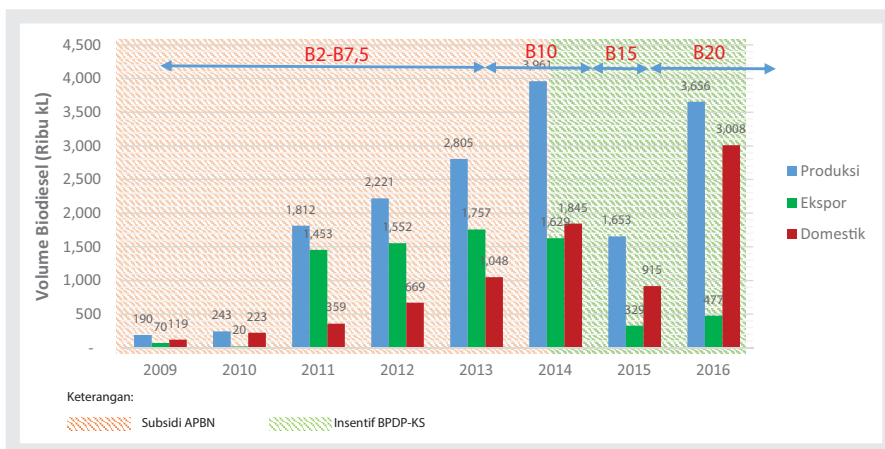
#### **b. Pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan**

Secara keseluruhan potensi energi terbarukan di Indonesia mencapai sekitar 441,7 GW, namun saat ini yang baru dimanfaatkan hanya sebesar 2% atau 8,8 GW. Sementara kapasitas pembangkit total baik fosil dan non fosil pada tahun 2016 mencapai 59,7 GW, sehingga kapasitas pembangkit EBT hanya sebesar 15% dari kapasitas pembangkit listrik saat ini. Pemanfaatan energi yang bersumber dari EBT tersebut sebagian besar digunakan untuk pembangkit listrik, sedangkan lainnya (BBN dan Biogas) digunakan untuk keperluan bahan bakar pada sektor transportasi, rumah tangga, komersial dan industri.

Sampai dengan tahun 2016, kapasitas terpasang terbesar dari pembangkit energi terbarukan berasal dari pemanfaatan tenaga air yang terdiri dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Mini dan Mikro Hidro (PLTMH) sekitar 5,1 GW. Pengembangan panas bumi saat ini sudah mencapai 1,65 GW atau sekitar 5,4% dari total sumber daya, sementara Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) hanya 1,1 MW. Selanjutnya, Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa (PLTBm) sekitar 1,7 GW (di luar biomasa tradisional) namun mayoritas pengembangannya bersifat *off-grid*. Sedangkan pemanfaatan potensi EBT lainnya yaitu pembangkit surya masih sangat kecil dan tersebar di seluruh wilayah Indonesia.

Minimnya pemanfaatan EBT untuk ketenagalistrikan disebabkan masih tingginya harga produksi pembangkit EBT, sehingga sulit bersaing dengan pembangkit fosil terutama batubara yang tidak memperhitungkan biaya eksternalitas. Selain itu, proses negosiasi harga listrik, permintaan (*demand*) yang jauh dari lokasi, dan kurangnya dukungan industri dalam negeri terkait pembangkit dan komponen pembangkit energi terbarukan, turut mendukung terhambatnya pengembangan energi terbarukan.

EBT juga sudah dimanfaatkan pada sektor transportasi terutama biodiesel. Kebijakan *mandatory* BBN mengamanatkan pada tahun 2016 campuran BBN ke BBM sebesar 20% (B20) pada sektor transportasi. Perkembangan produksi, ekspor dan pemanfaatan biodiesel terlihat pada Gambar 3.8.



Sumber: Ditjen EBTKE

Gambar 3.8 Pemanfaatan Biodiesel

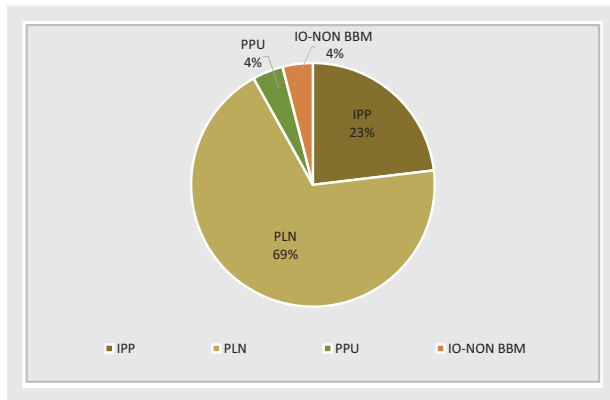
### c. Kebijakan Pendukung EBT

Untuk mempercepat pengembangan EBT, Pemerintah telah memberlakukan beberapa kebijakan utama diantaranya:

1. Peraturan Presiden Nomor 4/2016 tentang Percepatan Infrastruktur Ketenagalistrikan, Pasal 14 mengamanatkan bahwa pelaksanaan percepatan infrastruktur ketenagalistrikan mengutamakan pemanfaatan energi baru dan terbarukan. Pemerintah Pusat dan/ atau Pemerintah Daerah dapat memberikan dukungan berupa pemberian insentif fiskal, kemudahan perizinan dan non-perizinan, penetapan harga beli tenaga listrik dari masing-masing jenis sumber energi baru dan terbarukan, pembentukan badan usaha tersendiri dalam rangka penyediaan tenaga listrik untuk dijual ke PT PLN (Persero), dan/atau penyediaan subsidi.
2. Peraturan Menteri Keuangan (PMK) tentang insentif fiskal dan non fiskal pengembangan EBT, salah satunya yaitu PMK No.177/PMK.011/2007 tentang Pembebasan Bea Masuk atas Impor Barang untuk Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi serta Panas Bumi.
3. Peraturan Menteri (Permen) ESDM Nomor 49 Tahun 2017 yang merupakan penyempurnaan atas Permen ESDM 10/2017 tentang Pokok-Pokok Dalam Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik.
4. Permen ESDM Nomor 50 Tahun 2017 merupakan revisi dari Permen ESDM 12/2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik yang diterbitkan dalam rangka mewujudkan iklim usaha yang makin baik dengan tetap mendorong praktik efisiensi serta mewujudkan harga listrik yang wajar dan terjangkau.

### 3.6 Ketenagalistrikan

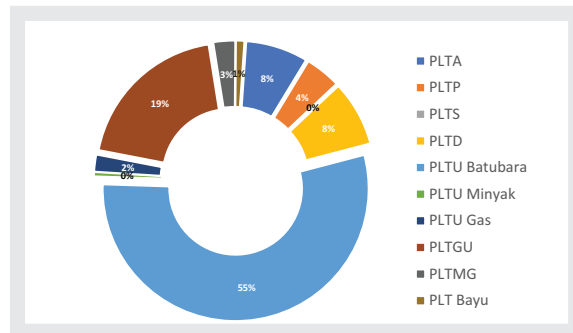
Kapasitas pembangkit Indonesia pada tahun 2016 saat ini mencapai 59,7 GW yang masih didominasi oleh energi fosil (85%) terutama batubara. Hampir sebagian besar pembangkit listrik diusahakan oleh PLN sebesar 41 GW dan IPP sebesar 13,7 GW. Sedangkan pembangkit listrik yang dibangkitkan oleh *Private Power Utility* (PPU) dan Izin Operasi (IO) non bbm masing-masing sebesar 0,24 GW dan 0,23 GW (Gambar 3.9).



Sumber : HEESI,2017

**Gambar 3.9 Kapasitas Pembangkit Tahun 2016**

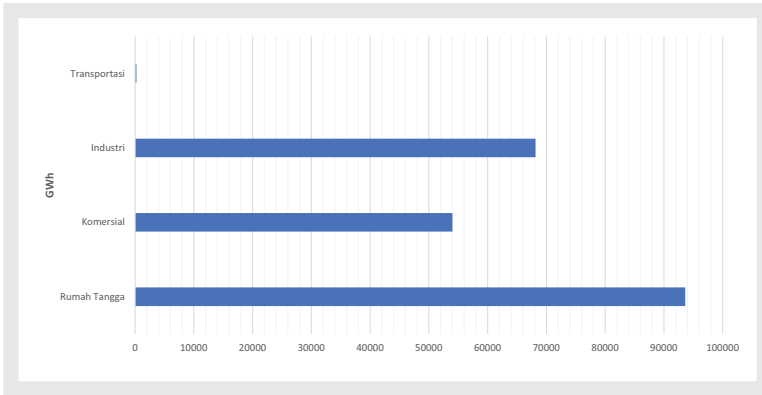
Pada tahun 2016 produksi pembangkit listrik mencapai 247.918 GWh yang sebagian besar dihasilkan dari batubara sekitar 55%, sedangkan produksi listrik dari gas sebesar 26% dan BBM hanya 7% dan 19% sisanya berasal dari EBT. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Sumber : HEESI,2017

**Gambar 3.10 Produksi Listrik per Jenis Energi Tahun 2016**

Listrik dari PLN dan pembangkit non PLN yang telah tersambung pada jaringan PLN (*on grid*) dialirkan ke konsumen dengan konsumsi terbesar di sektor rumah tangga, diikuti sektor industri dan komersial serta transportasi seperti yang terlihat pada Gambar 3.11.



Sumber : HEESI,2017

**Gambar 3.11 Penjualan Listrik 2016**

# BAB IV SKENARIO KEBIJAKAN SAAT INI

OUTLOOK  
Energi Indonesia 2017





# IV

## SKENARIO KEBIJAKAN SAAT INI

### 4.1 Permintaan Energi Final dan Penyediaan Energi Primer

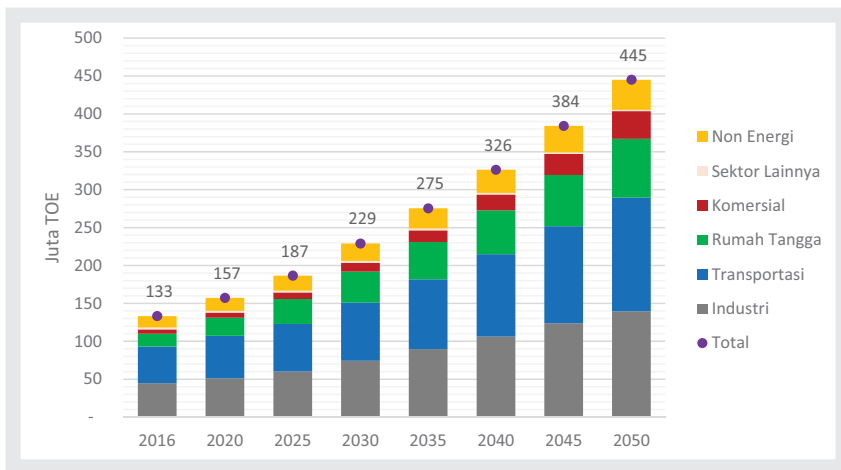
Seperti dijelaskan sebelumnya, skenario Kebijakan Saat Ini (KS) merupakan skenario yang memasukkan berbagai kebijakan yang telah ditetapkan oleh Pemerintah mencakup kebijakan di bidang energi termasuk ketenagalistrikan, ekonomi, industri, transportasi, rumah tangga, komersial dan lingkungan.

KEN dan RUEN mengamanatkan penggunaan EBT yang lebih agresif sehingga bisa mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil yang hingga sekarang masih cukup tinggi. Pembangunan pembangkit listrik EBT lebih diprioritaskan terkait pemanfaatan sumberdaya energi lokal. Kebijakan di sektor industri mencakup pengembangan industri hijau yang menerapkan teknologi hemat energi dan ramah lingkungan seperti tercantum dalam RIPIN. Kebijakan sektor transportasi meliputi pengembangan transportasi massal seperti *mass rapid transit* (MRT), *light rapid transit* (LRT), dan *bus rapid transit* (BRT). Selain itu penggunaan BBN, pengembangan mobil listrik, dan BBG juga merupakan bagian dari kebijakan energi di sektor transportasi. Sektor rumah tangga khususnya di pedesaan diarahkan menggunakan biogas dari kotoran ternak untuk memasak. Pengembangan jaringan gas perkotaan mulai dilaksanakan di beberapa kota di Indonesia yang mempunyai potensi gas bumi cukup besar. Program-program konservasi dan efisiensi energi di sektor komersial khususnya di bangunan serta sertifikasi gedung hijau (*green building*) semakin digalakkan seperti tercantum dalam Rencana Induk Konservasi Energi Nasional (RIKEN). Dari sektor lingkungan, Indonesia telah setuju untuk meratifikasi COP21 Paris *agreement*. Indonesia melalui *Nationally Determined Contributions* (NDC) mempunyai kewajiban untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 29% tanpa bantuan internasional atau 41% dengan bantuan internasional dari tingkat emisi GRK pada skenario dasar di tahun 2030.

#### 4.1.1 Permintaan Energi Final

Permintaan energi final nasional skenario KS akan mencapai 184 Juta TOE pada tahun 2025, meningkat dengan rata-rata pertumbuhan tahunan 4,2% dibandingkan dengan konsumsi energi final pada tahun 2016. Permintaan energi final akan mencapai 433 Juta TOE pada tahun 2050 atau meningkat dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 3,7% per tahun.

Berdasarkan sektor pengguna energi, permintaan energi final nasional hingga tahun 2050 masih akan didominasi oleh sektor transportasi dan industri. Peningkatan aktifitas industri dan aktifitas kendaraan bermotor memberikan kontribusi yang cukup besar pada peningkatan permintaan energi di kedua sektor tersebut meskipun penerapan teknologi hemat energi sudah diterapkan. Pangsa dari sektor industri dan transportasi di atas terhadap permintaan energi nasional adalah masing-masing 35% dan 29% pada tahun 2025, sedangkan pada tahun 2050 pangsa keduanya menjadi 31% dan 30%, sisanya merupakan konsumsi dari sektor rumah tangga, komersial dan sektor lainnya termasuk pemakaian sebagai bahan baku, maupun pemakaian non-energi lainnya. Pada skenario KS, pangsa permintaan energi di sektor rumah tangga sekitar 18% pada tahun 2025 dan sekitar 17% pada tahun 2050, sektor komersial menjadi 5% dan 8% pada periode yang sama. Sektor lainnya dan Non energi turun menjadi masing-masing 1% dan 9% pada tahun 2050 (Gambar 4.1).



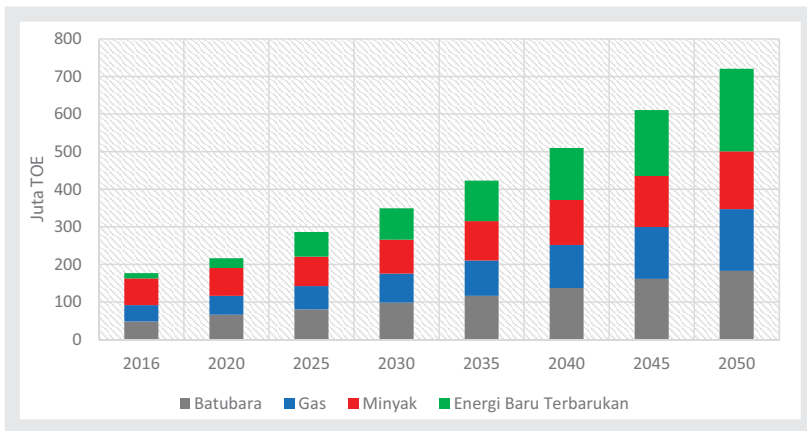
Gambar 4.1 Permintaan Energi Final Menurut Sektor Pengguna

#### 4.1.2 Penyediaan Energi Primer

Penyediaan energi primer skenario KS pada tahun 2025 diproyeksikan 283 juta TOE dan akan menjadi 708 juta TOE pada tahun 2050 atau tumbuh 4,2% per tahun. Berbagai macam kebijakan yang diterapkan mencakup diversifikasi, konservasi dan efisiensi energi serta lingkungan hidup memberikan dampak pada pertumbuhan penyediaan energi primer yang lebih rasional. Penerapan kebijakan tersebut telah menahan laju pertumbuhan penyediaan energi primer.

Beberapa tahun terakhir, Pemerintah telah mencabut beberapa subsidi energi seperti premium, solar, dan listrik untuk golongan rumah tangga mampu. Peningkatan aktivitas ekonomi diperkirakan tidak akan terpengaruh oleh kenaikan harga BBM dan listrik

tersebut, sehingga permintaan energi tetap meningkat, khususnya permintaan energi fosil seperti batubara, gas dan minyak. Ketiga jenis energi fosil ini masih menjadi pilihan utama dalam memenuhi permintaan energi nasional hingga tahun 2050. Proyeksi perkembangan penyediaan energi primer per jenis energi menurut skenario KS beserta baurannya ditunjukkan pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2 Penyediaan Energi Primer Menurut Jenis**

Selama periode 2016-2050 permintaan batubara termasuk briket meningkat 3,7% per tahun menjadi 183 Juta TOE, dengan pangsa sebesar 25% pada 2050. Adanya kebijakan Pemerintah untuk mengoptimalkan penggunaan batubara di dalam negeri akan meningkatkan permintaan batubara untuk industri dan pembangkit listrik. Permintaan gas yang mencakup gas bumi, LPG dan LNG tumbuh 4% per tahun menjadi 64 juta TOE pada 2025 dan 165 juta TOE pada 2050. Hal ini disebabkan adanya kebijakan Pemerintah yang mengutamakan kebutuhan domestik dibandingkan ekspor gas bumi dan LNG dengan membangun infrastruktur gas nasional sehingga pangsa gas akan mencapai 23% pada 2050.

Pangsa minyak akan turun menjadi 24,8% pada 2025 dan 19,5% pada 2050. Namun secara kuantitas, permintaannya tumbuh 2,3% per tahun menjadi 81 juta TOE pada 2025 dan 138 juta TOE pada 2050. Peningkatan permintaan tersebut disebabkan belum semua penggunaan minyak dapat digantikan dengan energi lainnya khususnya EBT.

Pangsa EBT (air, panas bumi, BBN, angin, surya, biogas) juga meningkat menjadi 23% pada 2025 dan 31% pada 2050 dengan pertumbuhan permintaan 9,5% per tahun. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh adanya kebijakan Pemerintah yang lebih agresif untuk meningkatkan pemanfaatan EBT untuk pembangkit listrik dan penggunaan BBN pada sektor industri, transportasi, komersial, dan rumah tangga. EBT yang akan tumbuh cukup pesat adalah bahan bakar cair seperti BBN dan pembangkit EBT seperti panas bumi, air dan biomasa (termasuk limbah atau sampah).

Penjelasan lebih detail tentang permintaan dan pasokan per jenis energi di atas akan diuraikan dalam sub bab berikut ini.

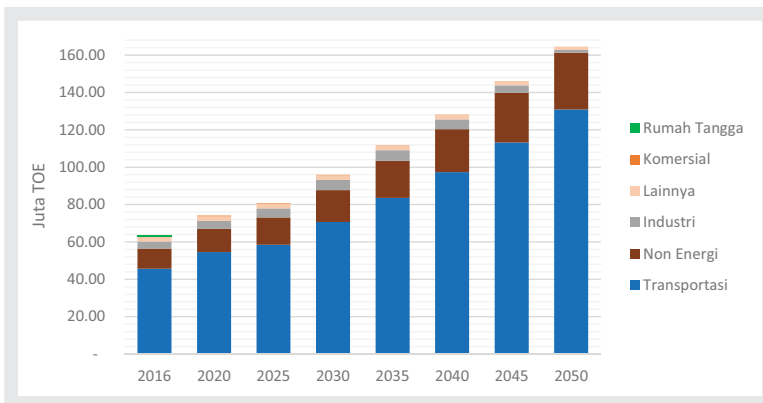
## 4.2 Minyak Bumi

Ketergantungan Indonesia pada minyak saat ini masih tinggi, meskipun Pemerintah sudah berusaha melakukan diversifikasi dan konservasi energi di semua sektor pengguna. Hal ini ditunjukkan oleh masih dominannya pangsa minyak dalam bauran energi nasional (39% tahun 2016).

### 4.2.1 Permintaan Minyak

Permintaan minyak terbesar pada 2025 adalah sektor transportasi (67%) diikuti oleh non energi (bahan baku) (23,5%), dan sisanya oleh sektor-sektor lainnya. Tingginya permintaan minyak di sektor transportasi pada 2050 (70,7%) karena substitusi BBM dengan bahan bakar lain seperti BBN, BBG, dan listrik masih rendah. Selain gas bumi, produk kilang lainnya juga masih menjadi bahan baku utama untuk industri petrokimia, seperti Kilang *Metanol* di Pulau Bunyu Kalimantan Timur, Kilang *Purified Terephthalic Acid* (PTA) dan Kilang *Polypropylene* (Polytam) di Plaju, Sumatera Selatan, Kilang *Paraxylene* dan *Benzene* di Cilacap, Jawa Tengah.

Permintaan minyak untuk sektor transportasi tetap akan mengalami pertumbuhan sekitar 1,9% per tahun menjadi 86,4 juta TOE pada tahun 2050 dan sektor lainnya akan meningkat sekitar 1,8% per tahun menjadi 4,3 juta TOE pada tahun 2050. Selanjutnya permintaan minyak pada sektor industri akan turun sekitar 3,8% per tahun menjadi 1 juta TOE pada tahun 2050. Penggunaan minyak pada sektor komersial turun 5,7% per tahun menjadi 0,1 juta TOE pada tahun 2050. Penggunaan minyak seperti minyak tanah pada sektor rumah tangga akan berakhir pada tahun 2020, digantikan oleh LPG, gas bumi dan listrik (Gambar 4.3).



Gambar 4.3 Permintaan Minyak Menurut Sektor

## 4.2.2 Kilang Minyak

Pada era Pemerintah saat ini, pembangunan kilang menjadi salah satu proyek strategis nasional yang tertuang dalam Perpres Nomor 146 Tahun 2015 sebagai payung hukum percepatan pembangunan kilang. Kilang yang akan direvitalisasi adalah kilang Cilacap, kilang Balikpapan, kilang Balongan dan kilang Dumai melalui Proyek *Refining Development Master Plan* (RDMP) PT Pertamina. Sedangkan pembangunan kilang baru dilakukan di Tuban dan Bontang melalui Proyek *Grass Root Refinery* (GRR). Salah satu yang sudah selesai adalah *RCC Off gas to Propylene Project* (ROPP) di *Refinery Unit VI* Balongan yang salah satu produknya adalah *propylene*.

Berdasarkan rencana Proyek RDMP dan GRR, penambahan kapasitas kilang minyak bumi diproyeksikan akan meningkat dari 1 juta barel per hari pada tahun 2016 menjadi 1,8 juta barel per hari pada tahun 2025 dan diproyeksikan akan meningkat dua kali lipat pada tahun 2050. Kondisi ini diasumsikan sama untuk semua skenario. Pembangunan kilang baru diprioritaskan pada wilayah dengan kebutuhan BBM tinggi. Kilang minyak baru tersebut juga akan dibangun dengan konsep ramah lingkungan karena merupakan bagian dari Proyek Langit Biru dan mempunyai kinerja yang lebih tinggi daripada kilang yang ada sekarang (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Perbandingan Kinerja Kilang Minyak

	Kilang Minyak Saat Ini (2015)	Asumsi Kilang Minyak Baru
Kemampuan pengolahan kilang ( <i>Capacity Utilization</i> ) (minyak bumi, gas/kondensat dan produk kilang lainnya)	88% (dari kapasitas input kilang)	95% (dari kapasitas input kilang)
Kemampuan pengolahan minyak bumi	72% (dari kapasitas input kilang)	80% (dari kapasitas input kilang)
Efisiensi kilang ( <i>Yield</i> )	92%	100%

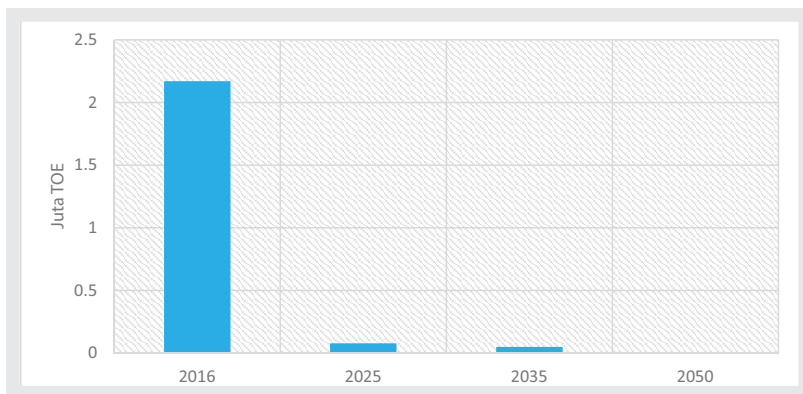
Kinerja kilang minyak pada Tabel 4.1 merupakan asumsi yang diambil dari penyusunan RUEN yang terkait dengan program suplai minyak bumi.

Dengan mulai beroperasinya kilang swasta dan kilang Balikpapan tahap 1 pada tahun 2020, produksi kilang akan meningkat menjadi 49,6 Juta TOE. Pada tahun 2025 produksi kilang diproyeksikan akan meningkat menjadi 88 Juta TOE dengan meningkatkannya kapasitas di kilang Cilacap (2022), Dumai (2023) dan kilang Balongan (2023).

## 4.2.3 Input Minyak ke Pembangkit Listrik

Input minyak untuk pembangkit listrik pada tahun 2025 sebesar 0,08 Juta TOE, dan pada tahun 2050 jumlahnya turun drastis atau sangat kecil sekali dengan penurunan 57%.

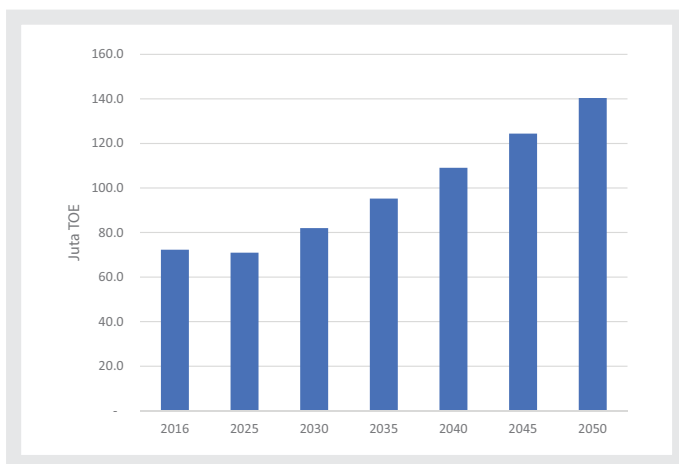
Sesuai kebijakan Pemerintah, pemakaian minyak pada pembangkit listrik akan disubstitusi oleh jenis energi lainnya. Pemakaian minyak hanya digunakan pada daerah terpencil (Gambar 4.4).



Gambar 4.4 Input Minyak ke Pembangkit Listrik

#### 4.2.4 Penyediaan Energi Primer Minyak Bumi

Perkembangan penyediaan energi primer minyak yang meliputi produksi minyak mentah, dan ekspor-impor minyak mentah dan produk kilang, pada tahun 2025 akan mencapai 71 Juta TOE dan menjadi 140 juta TOE pada tahun 2050 (Gambar 4.5).

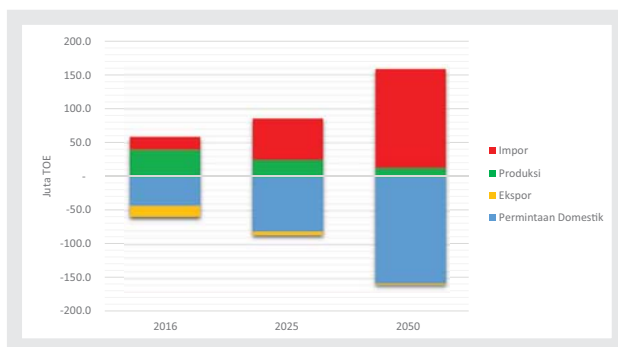


Gambar 4.5 Penyediaan Minyak Bumi

Produksi minyak bumi tahun 2016 rata-rata 788 ribu barrel per hari (bph) atau hanya 50% dari produksi tahun 1995. Hal ini terjadi karena saat ini sumur-sumur minyak di Indonesia sudah tua dan berkurangnya aktivitas eksplorasi untuk menemukan sumber-sumber minyak baru.

Meskipun begitu, masih ada harapan untuk mempertahankan produksi minyak bumi dari beberapa lapangan minyak baru seperti lapangan Banyu Urip, Bukit Tua dan Matindok. Potensi produksi puncak dari lapangan Banyu Urip sekitar 201.000 bph, Bukit Tua sekitar 20.000 bph dan Matindok sekitar 500 bph. Produksi minyak dari tiga lapangan tersebut diharapkan bisa menutup penurunan produksi alamiah (*decline rate*) dari lapangan-lapangan yang eksisting yang rata-rata bisa mencapai 20%-30%. Sekitar 60% dari potensi ladang minyak baru Indonesia berlokasi di laut dalam yang membutuhkan teknologi maju dan investasi modal yang besar.

Produksi minyak bumi diproyeksikan mengalami penurunan dengan laju 3% per tahun menjadi 13 Juta TOE pada tahun 2050. Produksi minyak tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan kilang yang besarnya 157 juta TOE pada tahun 2050, sehingga diperlukan impor minyak mentah mencapai 146 juta TOE pada tahun 2050. Ekspor minyak mentah masih akan berlanjut selama periode proyeksi yang merupakan bagian dari kontrak minyak asing, meskipun ekspor semakin turun hanya 1,9 juta TOE pada tahun 2050 seiring dengan kemampuan produksi minyak bumi yang juga turun. Gambar 4.6 menggambarkan neraca minyak bumi antara penyediaan dan permintaan, dimana untuk memenuhi permintaan minyak bumi dan ekspor tahun 2025 maka masih perlu impor sebesar 60,7 Juta TOE dan produksi minyak bumi sebesar 25,3 Juta TOE.



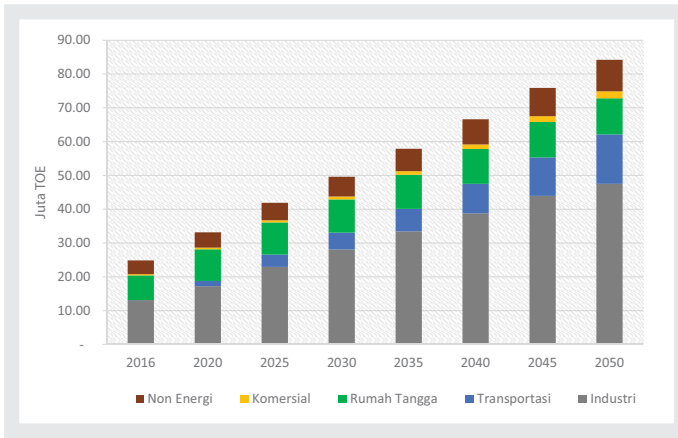
Gambar 4.6 Neraca Minyak Bumi

### 4.3 Gas

Cadangan gas bumi Indonesia cukup besar, yaitu sekitar 101,22 TSCF (HEESI, 2017). Produksi gas yang besar memberikan kontribusi terhadap posisi gas yang kompetitif diantara sumber energi lainnya. Oleh karena itu, gas bumi tetap sebagai bahan bakar penting untuk sektor industri, dan ketenagalistrikan. Pada sektor ketenagalistrikan, gas bumi merupakan pilihan menarik karena memberikan kadar emisi lokal lebih yang rendah dibanding minyak dan batubara, fleksibilitas *on-off* pembangkit dan efisiensi pembangkit listrik yang tinggi, khususnya pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU). Permintaan energi final gas untuk skenario KS sebesar 42 juta TOE tahun 2025 dan 84 juta TOE tahun 2050, dengan pertumbuhan rata-rata sebesar 3,7% per tahun.

### 4.3.1 Permintaan Gas Per Sektor

Pada skenario KS, total *demand* gas tahun 2025 (termasuk LNG dan LPG) sebesar 41,9 Juta TOE dimana sektor pengguna gas pada sektor industri sebesar 54,7%, sektor rumah tangga sebesar 22,7%, non energi sebesar 12,3%, transportasi 9%, dan komersial 2%. Pada tahun 2050 total *demand* gas sebesar 84 Juta TOE dimana sektor industri sebesar 57%, transportasi 17%, sektor rumah tangga sebesar 13%, non energi sebesar 11%, dan komersial 2% (Gambar 4.7).



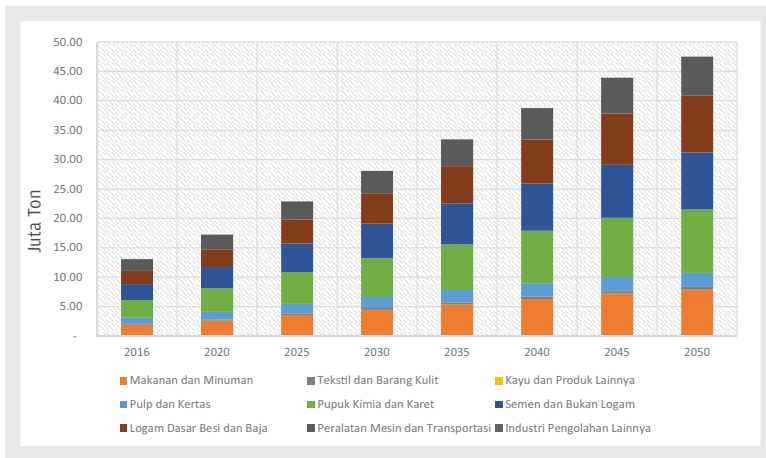
Gambar 4.7 Permintaan Gas Menurut Sektor

Pasokan gas nasional terutama diperuntukkan untuk memenuhi permintaan gas di sektor industri (sebagai bahan bakar *boiler, furnace, captive power* (kogenerasi), dan sebagai *feedstock*. Industri pupuk, petrokimia dan karet serta industri semen dan bukan logam, keduanya masih menjadi konsumen gas terbesar sektor industri dengan pangsa masing-masing sekitar 24% dan 21% pada 2025, kemudian menjadi 23% dan 20% pada 2050. Selain itu, sektor yang menggunakan gas dengan pangsa yang cukup besar adalah Industri logam dasar dan besi baja serta industri makanan dan minuman dengan pangsa masing-masing sebesar 18% dan 16% pada 2025, kemudian akan menjadi 20% dan 17% pada 2050. Tingginya permintaan gas di sektor industri ke depan diharapkan dapat diatasi dengan pasokan gas dari proses gasifikasi batubara (Gambar 4.8).

Berdasarkan Perpres No. 40 Tahun 2016 tentang Penetapan Harga Gas Bumi, harga gas bumi untuk sektor tertentu bisa diturunkan asalkan memenuhi dua syarat, yaitu tidak dapat memenuhi keekonomian industri pengguna gas bumi, serta harga gas bumi lebih tinggi dari USD 6 per MMBTU. Perpres 40/2016 menyebutkan harga gas ditetapkan dengan mempertimbangkan keekonomian lapangan, harga di pasar internasional dan domestik, daya beli konsumen dalam negeri, dan nilai tambah dari pemanfaatan gas. Alokasi gas murah yang semula untuk tujuh sektor, diusulkan ditambah menjadi 10 sektor industri. Kesepuluh sektor industri tersebut adalah industri pupuk, industri petrokimia, industri

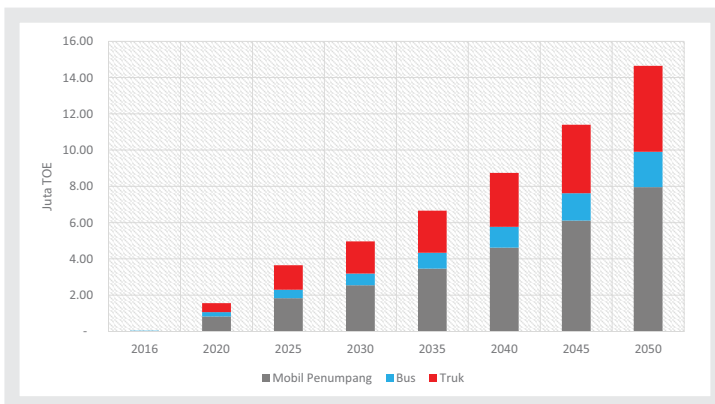


oleokimia, industri baja/logam lainnya, industri keramik, industri kaca, industri ban dan sarung tangan karet, industri bubur kertas (*pulp*) dan kertas, industri makanan dan minuman, serta industri tekstil dan alas kaki.



Gambar 4.8 Permintaan Gas Sektor Industri

Meskipun secara pangsa penggunaan gas di sektor transportasi relatif kecil dibandingkan sektor industri dan ketenagalistrikan, namun kebijakan untuk mengembangkan BBG sebagai bahan bakar transportasi membuat permintaan gas bumi untuk sektor transportasi meningkat cukup tinggi. Alokasi permintaan gas sektor transportasi diproyeksikan meningkat untuk memenuhi permintaan energi di transportasi darat yang terdiri dari mobil penumpang, truk dan bus (Gambar 4.9).

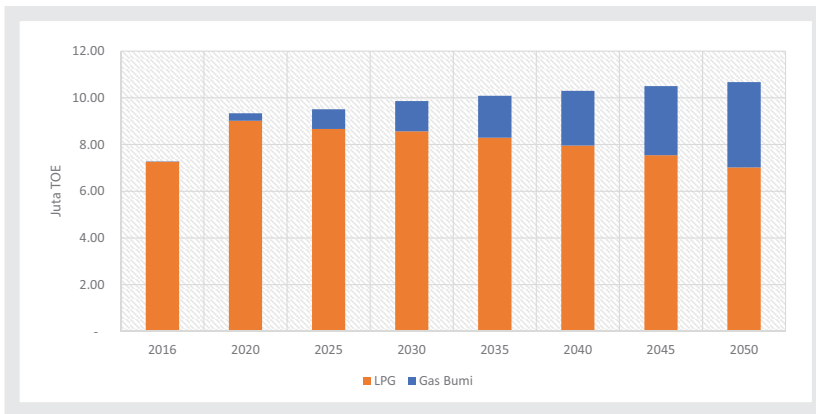


Gambar 4.9 Permintaan Gas Sektor Transportasi

Sektor transportasi menjadi sektor dengan peningkatan penggunaan gas paling tinggi setelah industri dan tumbuh rata-rata 19% per tahun atau dari 0,04 juta TOE menjadi 14,6 juta TOE pada tahun 2050.

Pengembangan infrastruktur Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas (SPBG) serta ketersediaan suku cadang *converter* kit dan juga kepastian pasokan gas, merupakan hal yang penting diperhatikan dalam mendukung penggunaan BBG di transportasi.

Permintaan gas (termasuk LPG dan Jargas) untuk sektor rumah tangga diperkirakan akan terus meningkat dari 7,28 juta TOE pada tahun 2016 meningkat menjadi sebesar 10,7 juta TOE pada tahun 2050 atau tumbuh rata-rata sebesar 1,1% per tahun. Tingginya permintaan gas ini menjadi tantangan tersendiri bagi Pemerintah mengingat mayoritas berasal dari LPG yang sebagian besar berasal dari impor. Untuk menekan angka impor LPG tersebut, perlu didorong pengembangan jaringan gas kota, sehingga sebagian besar konsumen LPG khususnya di daerah perkotaan dapat beralih ke gas. Berdasarkan skenario KS, penggunaan gas langsung melalui jaringan pipa gas kota diproyeksikan tumbuh rata-rata sebesar 17,3% per tahun hingga mencapai 3,7 juta TOE pada tahun 2050. Sementara itu, penggunaan LPG akan berangsur-angsur berkurang tergantikan oleh gas pipa dengan rata-rata penurunan sebesar 0,1% per tahun hingga pada tahun 2050 hanya menjadi 7,2 juta TOE, selengkapnya terlihat pada Gambar 4.10.



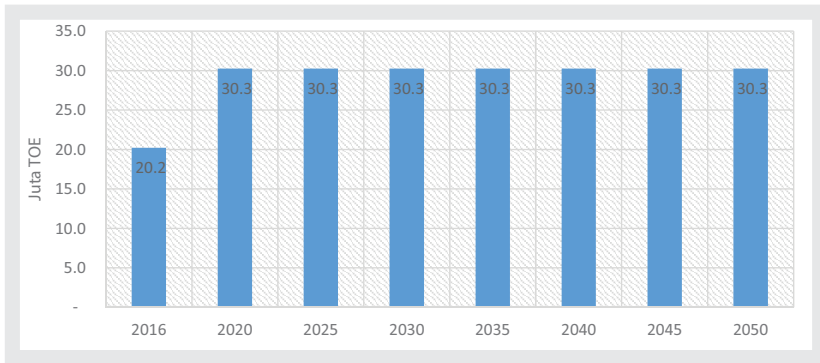
Gambar 4.10 Permintaan Gas Sektor Rumah Tangga

### 4.3.2 Kilang

Gas bumi juga dimanfaatkan sebagai input kilang minyak, kilang LPG dan kilang LNG di mana produknya adalah LPG dan LNG. Saat ini sebagian besar LNG diekspor, hanya sebagian kecil yang diperuntukkan untuk konsumen dalam negeri. Penyerapan gas dalam bentuk LNG untuk nasional dinilai masih belum optimal karena masih terhambatnya ketersediaan infrastruktur serta belum maksimalnya penyerapan oleh fasilitas yang sudah ada. Untuk mendukung pemanfaatan LNG di Indonesia, perlu dibangun lagi *Floating Storage Regasification Unit* (FSRU) di lokasi industri atau pembangkit listrik yang memanfaatkan LNG sebagai energi atau bahan baku.

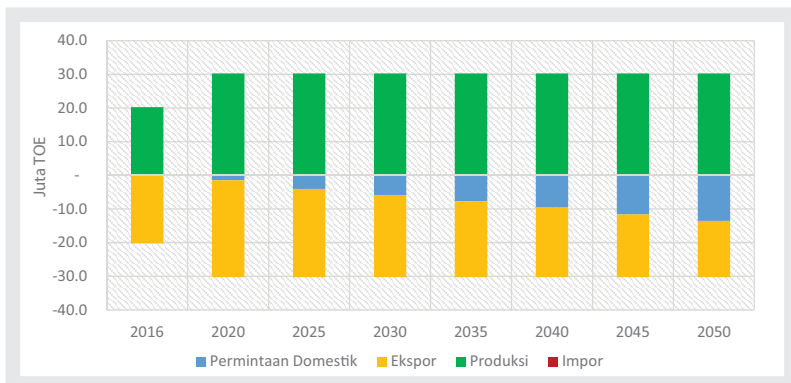
### 4.3.2.1 Kilang LNG

Kapasitas terpasang kilang LNG saat ini adalah 44,2 juta ton per tahun yang terdiri dari Kilang LNG Bontang, Arun, Tangguh dan Donggi Senoro, namun sejak tahun 2014 Kilang Arun sudah tidak beroperasi. Produksi LNG tahun 2016 adalah 20,2 juta TOE, dimana sekitar 86% diekspor. Untuk memenuhi permintaan LNG, kapasitas kilang LNG didalam OEI 2017 ini diproyeksikan meningkat menjadi 30,3 juta TOE mulai tahun 2020 hingga tahun 2050, termasuk pembangunan kilang Masela dan Tangguh Train 3 (Gambar 4.11).



Gambar 4.11 Asumsi Kapasitas Pengolahan Kilang LNG

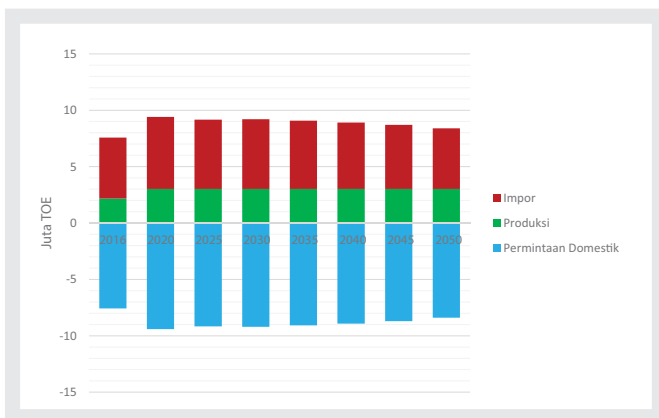
Pada skenario KS, produksi LNG lebih diprioritaskan untuk memenuhi permintaan gas dalam negeri seperti industri dan pembangkit listrik sehingga penurunan ekspor LNG terlihat cukup signifikan. Permintaan LNG domestik tahun 2050 diperkirakan akan meningkat menjadi 13,5 juta TOE, hampir seluruhnya digunakan untuk sektor pembangkit listrik. Kondisi ini mengharuskan pengembangan *Floating Storage Regasification Unit* (FSRU) yang lebih banyak lagi terutama untuk Pulau Jawa. Pemenuhan permintaan gas bumi dengan LNG tentu saja harus didukung oleh kebijakan harga LNG yang kompetitif mengingat harga LNG akan lebih mahal daripada gas bumi yang disalurkan melalui pipa (Gambar 4.12).



Gambar 4.12 Neraca Kilang LNG

### 4.3.2.2 Kilang LPG

Adanya program percepatan pemanfaatan LPG pada sektor rumah tangga menyebabkan pemanfaatan LPG diperkirakan terus meningkat. Peningkatan permintaan LPG menyebabkan impor LPG turut meningkat, karena kemampuan produksi LPG dari kilang minyak tidak sesuai dengan tingkat permintaan LPG. Produksi LPG akan meningkat hingga 3 juta TOE pada tahun 2050 atau tumbuh rata-rata 1% per tahun dengan komposisi produksi LPG dari pengembangan kilang minyak sebesar 49% dan sisanya berasal dari kilang gas. Permintaan LPG diperkirakan akan meningkat sampai dengan tahun 2020, namun berangsur-angsur menurun setelahnya sampai dengan tahun 2050 dengan rata-rata penurunan 0,3% per tahun hingga mencapai 8,4 juta TOE pada tahun 2050. Impor LPG meningkat sebesar sampai tahun 2030 dan selanjutnya turun hingga mencapai 5,4 juta TOE pada tahun 2050 akibat dari substitusi permintaan LPG dengan pemanfaatan jaringan gas. Dalam OEI 2017 ini kapasitas produksi kilang LPG diasumsikan konstan (Gambar 4.13).

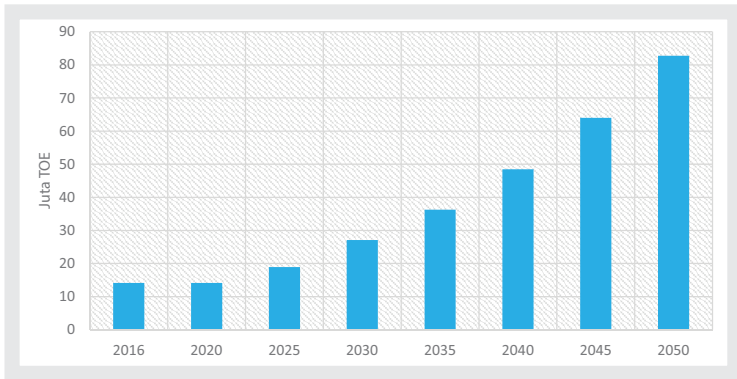


Gambar 4.13 Neraca LPG

### 4.3.3 Input Gas ke Pembangkit Listrik

Pemanfaatan gas untuk pembangkit listrik masih akan terus berjalan sepanjang periode proyeksi, mengingat karakteristik pembangkit berbasis gas yang fleksibel dalam pemenuhan beban jaringan karena relatif tidak memerlukan waktu lama untuk *on-off* pembangkitnya. Permintaan dalam jumlah relatif besar untuk memenuhi kebutuhan Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) sewaktu beban puncak dan PLTGU sewaktu beban menengah atau dasar.

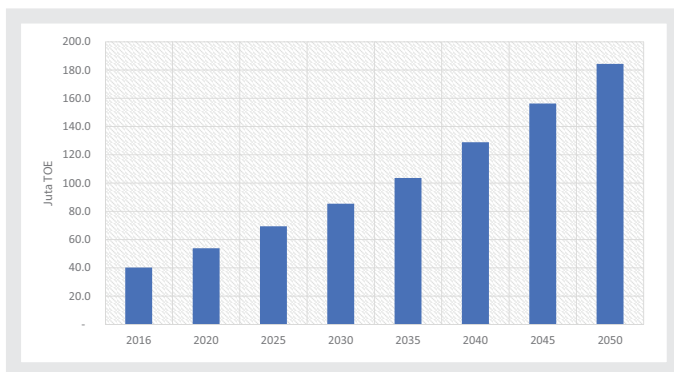
Permintaan gas untuk ketenagalistrikan akan meningkat 5,3% per tahun mencapai 82,8 juta TOE pada tahun 2050, angka tersebut setara dengan 21% dari total energi primer yang masuk ke pembangkit (Gambar 4.14).



Gambar 4.14 Input Gas ke Pembangkit Listrik

#### 4.3.4 Penyediaan Gas

Saat ini, gas merupakan jenis energi primer utama ketiga di Indonesia, setelah minyak dan batubara. Pasokan gas berasal dari lapangan minyak dan gas dalam negeri serta dari impor. Beberapa tahun terakhir, produksi gas bumi sebagian besar dimanfaatkan untuk ekspor dalam bentuk LNG dan gas pipa. Namun, dengan meningkatnya penggunaan gas bumi pada sektor industri, rumah tangga, komersial, transportasi dan ketenagalistrikan, maka permintaan gas bumi domestik diperkirakan akan terus meningkat. Dalam rangka meningkatkan jaminan keamanan pasokan energi domestik di masa datang, pasokan gas bumi akan diutamakan untuk kepentingan dalam negeri daripada ekspor. Untuk itu, ekspor LNG dan gas bumi akan dilakukan setelah terpenuhinya komitmen permintaan gas dalam negeri. Dengan demikian, tersedianya infrastruktur gas merupakan kata kunci dalam meningkatkan pasokan gas domestik di kemudian hari (Gambar 4.15).

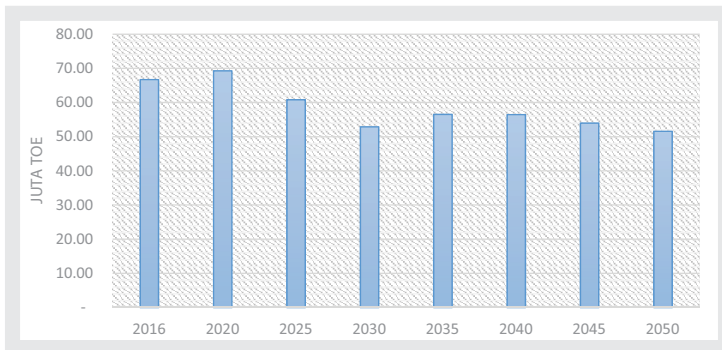


Gambar 4.15 Penyediaan Energi Primer Gas

Pada periode 2016-2050 penyediaan energi primer gas (termasuk LPG dan LNG) meningkat rata-rata 4,6% per tahun, menjadi 69,5 juta TOE tahun 2025 dan 184,4 juta TOE tahun 2050. Laju pertumbuhan penyediaan gas diperkirakan akan lebih rendah pada tahun-tahun mendatang akibat dari konservasi dan efisiensi energi.

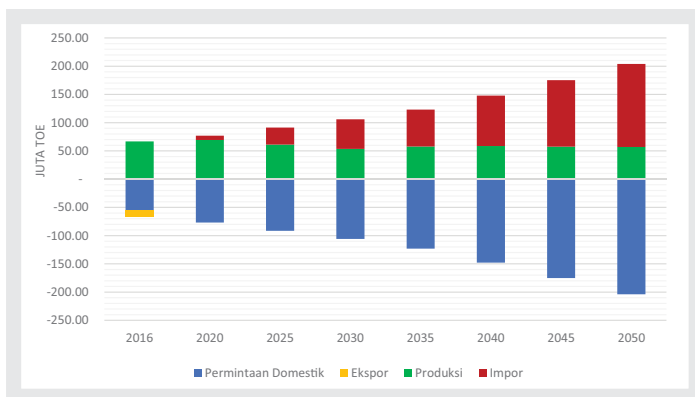
#### 4.3.4 Produksi Gas Bumi

Kondisi produksi gas bumi Indonesia lebih baik dari minyak bumi. Selama 5 tahun terakhir, produksi gas Indonesia masih meningkat dengan laju 0,2% per tahun, namun dalam jangka panjang diproyeksikan akan terus menurun jika tidak adanya penemuan lapangan baru (Gambar 4.16).



Gambar 4.16 Asumsi Produksi Gas Bumi

Produksi gas diproyeksikan turun rata-rata 0,5% per tahun, dari 66,7 juta TOE tahun 2016 menjadi 56,8 juta TOE tahun 2050 (Gambar 4.7). Diperkirakan mulai tahun 2019, Indonesia sudah mengimpor gas bumi sebesar 1,7 juta TOE dan meningkat hingga 147 juta TOE pada tahun 2050 (Gambar 4.17).



Gambar 4.17 Neraca Gas Bumi

Diperlukan upaya yang serius untuk segera mengembangkan wilayah produksi gas bumi yang baru agar bisa mengendalikan laju impor gas. Saat ini dari seluruh wilayah produksi gas, terdapat sepuluh wilayah yang masih diandalkan produksinya yaitu Total E&P Indonesia, BP Berau LTD, ConocoPhillips (Grissik LTD), PT Pertamina EP, JOB Pertamina-Medco Tomori Sulawesi, ConocoPhillips Indonesia INC. LTD (Natuna Sea Blok B), Kangean Energy Indonesia LTD, Vico, Premier Oil Natuna SEABV, Pertamina Hulu Energi ONWJ LTD. Selain lapangan tersebut, terdapat beberapa lapangan baru yang dikembangkan agar tingkat *lifting* gas ke depan bisa tetap terjaga, misalnya pengembangan lapangan migas di East Natuna dan Masela.

Selain upaya untuk pengembangan wilayah produksi baru, upaya peningkatan produksi gas juga dapat dilakukan dengan pengembangan gas alternatif seperti *shale gas* yang potensinya di Indonesia cukup besar.

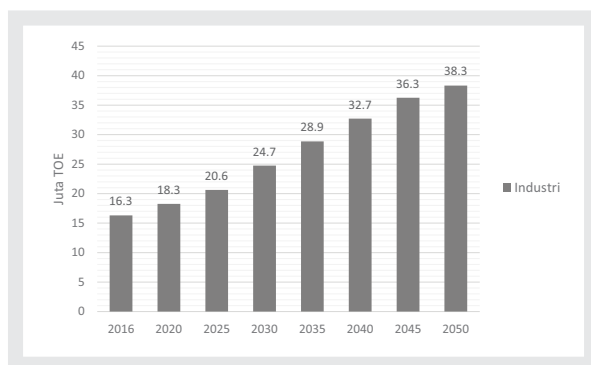
#### 4.4 Batubara

Indonesia mempunyai cadangan batubara yang cukup banyak, namun pemanfaatannya belum optimal, karena sebagian besar diekspor ke negara lain terutama China dan India.

Saat ini penggunaan batubara banyak mendapatkan kritikan dari berbagai pihak karena dianggap sangat polutif dan mencemari lingkungan sehingga tidak sesuai dengan komitmen dunia untuk pengurangan emisi. Agar pemanfaatan batubara sejalan dengan perkembangan zaman, perlu dilakukan pengendalian pemanfaatan batubara melalui penggunaan teknologi yang efisien dan ramah lingkungan.

##### 4.4.1 Permintaan Batubara per Sektor

Pengguna batubara hanya terbatas pada sektor industri dan pembangkit listrik. Permintaan batubara di Indonesia diperkirakan tumbuh menjadi 18,3 juta TOE pada 2025 dan 38,3 juta TOE pada 2050 (Gambar 4.18).

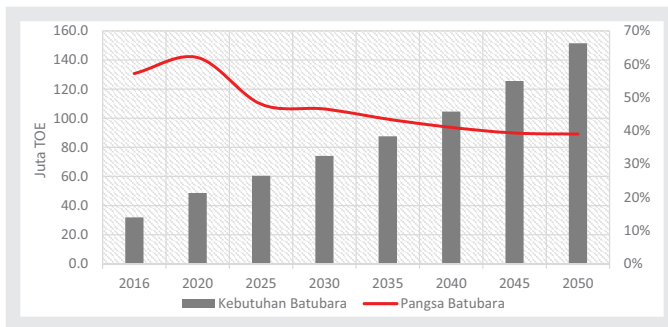


Gambar 4.18 Permintaan Batubara Menurut Sektor Industri

Batubara pada umumnya digunakan di industri semen dan bukan logam, industri logam dasar besi dan baja, industri kertas dan *pupl*. Pada masa yang akan datang, penggunaan batubara di industri pupuk akan diarahkan sebagai bahan baku industri melalui proses gasifikasi.

#### 4.4.2 Input Batubara ke Pembangkit Listrik

Input batubara untuk pembangkit listrik pada tahun 2025 sebesar 60 Juta TOE, dan akan meningkat menjadi 142 Juta TOE pada tahun 2050, angka tersebut setara dengan 36% dari total energi primer yang masuk ke pembangkit. Jika dilihat dari proyeksi bauran energi batubara sebagai bahan bakar pembangkit listrik, pangsa batubara dalam energi *mix* pembangkit akan turun dari 48% pada tahun 2025 menjadi 39% pada tahun 2050. Disamping itu, PLTU batubara akan mendominasi tambahan kapasitas pembangkit listrik yang dibutuhkan hingga tahun 2050 (Gambar 4.19).



Gambar 4.19 Input Batubara ke Pembangkit Listrik

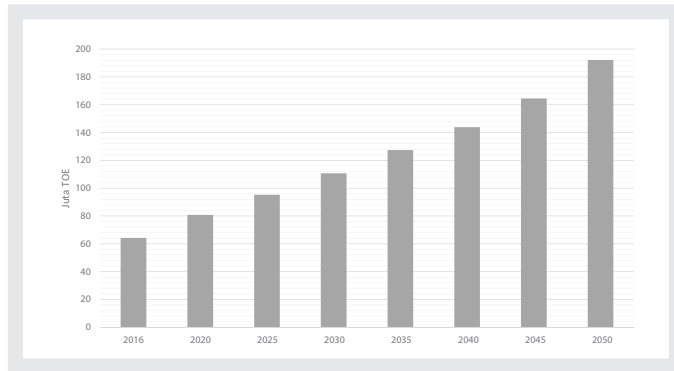
#### 4.4.3 Briket

Selain untuk permintaan industri dan pembangkit listrik, batubara ditransformasi menjadi briket dengan jumlah yang sangat kecil. Penggunaan briket pada 2025 sebesar 9 ribu TOE, dan akan menjadi 20 ribu TOE pada tahun 2050.

#### 4.4.4 Penyediaan Energi Primer Batubara

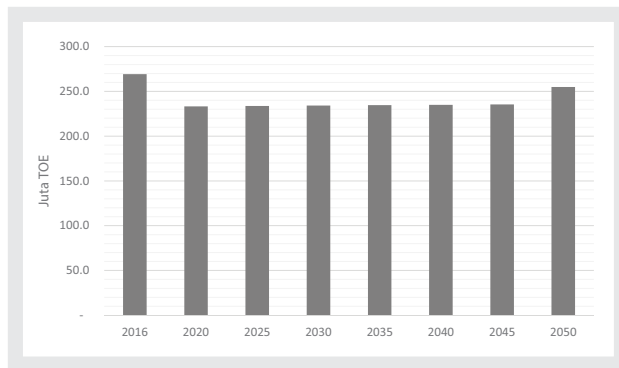
Selama periode 2016-2050, penyediaan energi batubara diprediksi akan meningkat rata-rata sebesar 3,3% per tahun menjadi 95,3 juta TOE pada 2025, dan 192 juta TOE pada tahun 2050 (Gambar 4.20).





**Gambar 4.20 Penyediaan Energi Primer Batubara**

Proyeksi produksi pada tahun 2025 akan sebesar 233 Juta TOE atau setara 400 Juta Ton, dan pada tahun 2050 akan menjadi 254 Juta TOE atau setara dengan 432 Juta Ton. Kondisi tersebut disebabkan adanya kebijakan Pemerintah untuk mengendalikan produksi batubara sebesar 400 juta ton per tahun mulai tahun 2019. Produksi dapat ditingkatkan apabila permintaan domestik melebihi 400 Juta Ton (Gambar 4.21).

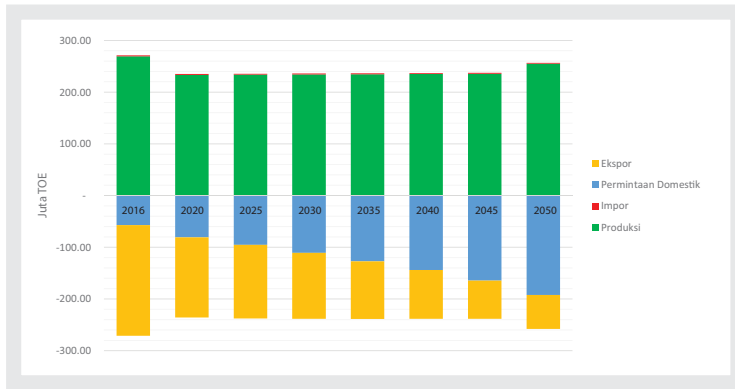


**Gambar 4.21 Proyeksi Produksi Batubara**

Ke depan permintaan batubara nasional akan dipenuhi dari dalam negeri mengingat cadangan batubara nasional yang jumlahnya cukup besar. Sedangkan impor batubara juga tidak akan meningkat karena hanya digunakan untuk keperluan khusus seperti reduktor di industri metalurgi.

Meskipun ekspor batubara memberikan kontribusi positif pada neraca perdagangan nasional dan dapat mengurangi defisit neraca perdagangan yang diakibatkan oleh impor kebutuhan lain seperti BBM, namun ekspor batubara diperkirakan akan menurun menjadi 142 juta TOE pada tahun 2025, dan akan menjadi 65 Juta TOE pada 2050, hal ini

dikarenakan makin kuatnya permintaan dalam negeri yang digunakan untuk sektor industri dan pembangkit listrik. Perkembangan produksi, ekspor dan impor batubara diperlihatkan pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Neraca Batubara

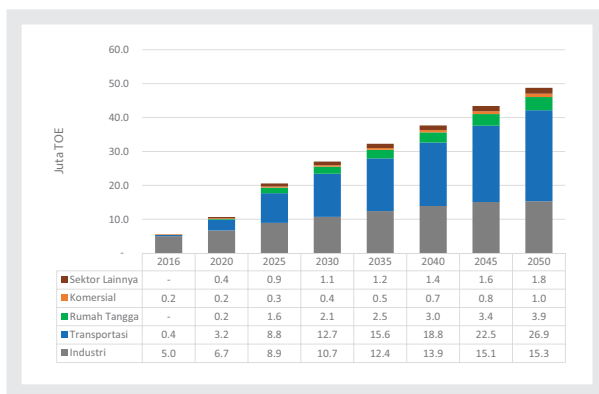
#### 4.5 Energi Baru dan Terbarukan (EBT)

Energi baru dan terbarukan (EBT) ini terdiri dari tenaga surya, tenaga angin, tenaga air, tenaga laut, panas bumi, biodiesel, bioethanol, biomasa komersial termasuk limbah pertanian dan rumah tangga. Namun tidak termasuk biomasa tradisional untuk sektor rumah tangga. EBT dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk pembangkit listrik dan sebagai sumber energi pengganti BBM (biodiesel dan biopremium).

EBT terus dikembangkan dan dioptimalkan, dengan mengubah pola pikir bahwa EBT bukan sekedar sebagai energi alternatif dari bahan bakar fosil, tetapi harus menjadi pasokan energi nasional. Berdasarkan PP No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (PP KEN) Pasal 9 Huruf f Nomor 1, pada tahun 2025 peran energi baru dan terbarukan paling sedikit 23% dan pada tahun 2050 paling sedikit 31% sepanjang keekonomiannya terpenuhi. Hal tersebut dituangkan kembali dalam Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (Perpres RUEN) pada Lampiran 1.

##### 4.5.1 Permintaan EBT

Pada tahun 2025, permintaan EBT diproyeksikan akan meningkat menjadi 21 Juta TOE, dan pada tahun 2050 akan menjadi 49 Juta TOE. Permintaan EBT tahun 2025 yang terbesar adalah sektor industri dan transportasi masing-masing sebesar 8,9 Juta TOE, sektor lainnya 0,9 Juta TOE, sektor komersial 0,3 Juta TOE, dan untuk sektor rumah tangga 1,6 Juta TOE. Pada tahun 2050, permintaan EBT pada sektor transportasi mendominasi menjadi 27 Juta TOE, diikuti sektor industri akan menjadi 15,3 Juta TOE, sektor lainnya akan menjadi 1,8 Juta TOE, sektor komersial akan menjadi 1 Juta TOE, dan sektor rumah akan menjadi 4 Juta TOE (Gambar 4.23).

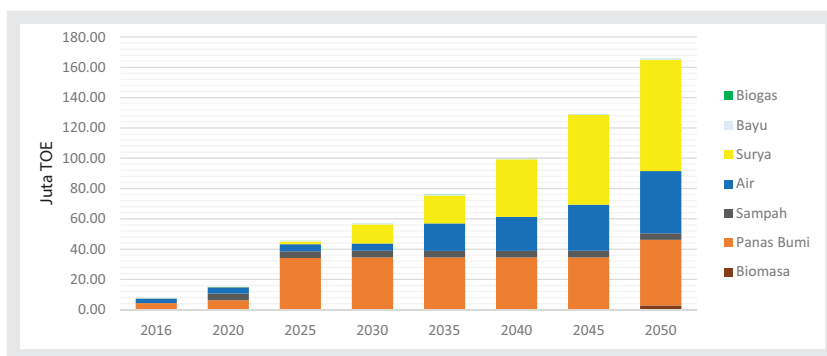


Gambar 4.23 Permintaan EBT Menurut Sektor

Peningkatan permintaan EBT diarahkan untuk mencapai target bauran energi sesuai dengan KEN. Tingginya permintaan EBT pada sektor transportasi didukung oleh Permen No. 12 Tahun 2015 tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga BBN sebagai Bahan Bakar lain.

#### 4.5.2 Input EBT ke Pembangkit Listrik

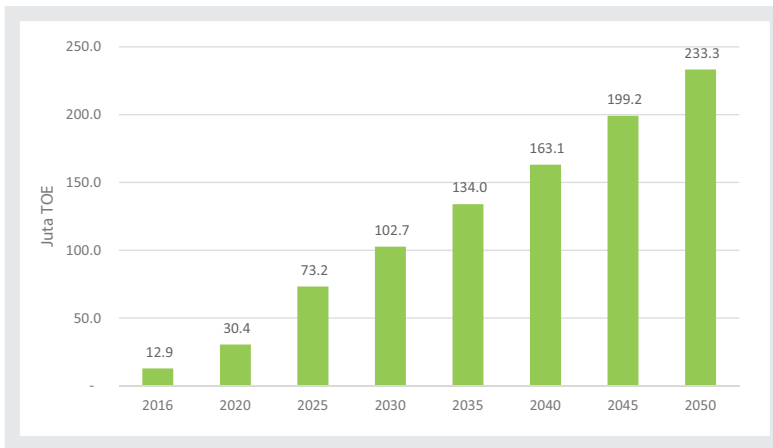
Pada tahun 2025, total input EBT yang masuk ke pembangkit adalah sebesar 45,5 Juta TOE, dan pada 2050 adalah sebesar 166 Juta TOE dengan pangsa input terbesar adalah panas bumi, air dan surya. Pada tahun 2025, energi primer dari tenaga surya sebesar 1,8 Juta TOE, dan akan meningkat tajam menjadi 73 Juta TOE pada tahun 2050. Input energi primer surya terlihat besar disebabkan efisiensi pembangkit listrik disesuaikan dengan RUEN yaitu sebesar 25% (Gambar 4.24).



Gambar 4.24 Input Primer EBT untuk Pembangkit Listrik

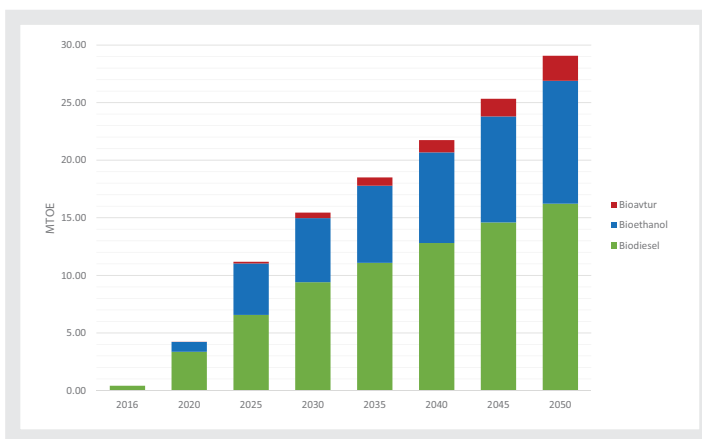
### 4.5.3 Penyediaan EBT

Pada skenario KS, penyediaan energi primer EBT diproyeksikan meningkat menjadi 73,2 Juta TOE pada tahun 2025 dan akan menjadi 233,3 Juta TOE di tahun 2050 atau tumbuh 8,9% per tahun (Gambar 4.25).



Gambar 4.25 Penyediaan EBT

Permintaan biofuel yang terdiri dari biodiesel, biopremium dan bioavtur dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2050 akan tumbuh sekitar 2,6% per tahun, sehingga permintaan *biofuel* akan menjadi 11,2 Juta TOE pada 2025, serta menjadi 29,1 Juta TOE pada 2050. Permintaan biofuel dari seluruh sektor ditunjukkan pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Perkembangan Permintaan *Biofuel*

Permintaan biodiesel akan meningkat menjadi 6,6 Juta TOE pada 2025 serta pada 2050 menjadi 16,2 Juta TOE atau meningkat 2,7% per tahun. Pemanfaatan biodiesel sebagai campuran diesel diberlakukan dengan campuran sebesar 20% pada tahun 2016 dan mencapai 30% mulai tahun 2020.

Bioethanol belum digunakan pada tahun 2016, namun pada tahun 2020 diperkirakan sudah terdapat permintaan bioethanol sebesar 0,9 Juta TOE, dan pada tahun 2050 meningkat menjadi 10,7 Juta TOE.

Sementara itu, permintaan bioavtur pada tahun 2016 masih belum ada, dan diperkirakan baru digunakan pada tahun 2020, sehingga permintaan akan meningkat menjadi sebesar 0,15 juta TOE pada tahun 2025 dan menjadi 2,17 juta TOE pada 2050. Terkait pembahasan EBT dalam sektor ketenagalistrikan akan dibahas dalam sub-bab ketenagalistrikan.

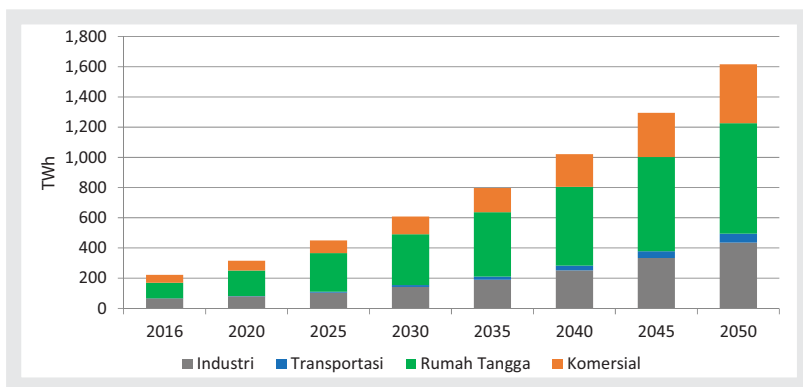
## **4.6. Ketenagalistrikan**

Pembangkit listrik yang beroperasi di Indonesia terdiri atas pembangkit listrik PLN, swasta (IPP), dan *captive power* dengan lokasi yang tersebar di seluruh wilayah PLN. Penambahan kapasitas pembangkit listrik tergantung tingkat pertumbuhan permintaan tenaga listrik yang besar dan dipengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi serta pencapaian rasio elektrifikasi.

### **4.6.1. Permintaan Tenaga Listrik**

Permintaan tenaga listrik selalu tumbuh lebih tinggi dibanding dengan jenis energi lainnya. Pertumbuhan permintaan tenaga listrik pada kondisi skenario KS, diproyeksikan mencapai sekitar 450 TWh pada tahun 2025 dan 1.616 TWh pada tahun 2050. Laju pertumbuhan permintaan tenaga listrik rata-rata akan sebesar 6,1% per tahun selama periode 2016-2050.

Pola konsumsi tenaga listrik selama periode proyeksi masih sama dengan sebelumnya, yaitu terbesar di sektor rumah tangga, kemudian di sektor industri, sektor komersial dan sektor transportasi. Pada tahun 2025, permintaan listrik di sektor rumah tangga adalah 255 TWh (57%) dari total permintaan tenaga listrik nasional. Permintaan listrik sektor industri sebesar 104 TWh (23%) dan sektor komersial sebesar 85 TWh (19%). Sisanya adalah sektor transportasi sebesar 6 TWh (1%). Pada tahun 2050, permintaan listrik di sektor rumah tangga adalah 731 TWh (45%) dari total permintaan tenaga listrik nasional. Permintaan listrik sektor industri sebesar 436 TWh (27%) dan sektor komersial sebesar 390 TWh (24%). Sisanya adalah sektor transportasi sebesar 59 TWh (4%). Permintaan tenaga listrik per sektor terlihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Permintaan Tenaga Listrik per Sektor

Permintaan tenaga listrik di sektor transportasi mulai meningkat sejak 2019 terutama untuk kereta listrik di Jabodetabek serta permintaan untuk MRT, LRT, *monorail*. Mobil listrik akan tumbuh sekitar 1% dari total mobil tahun 2025 dan 10% pada tahun 2050. Penetrasi sepeda motor listrik dianggap lebih pesat dari mobil listrik, sehingga kenaikannya akan sebesar 5% pada tahun 2025 dan akan mencapai 20% pada tahun 2050.

Elastisitas permintaan tenaga listrik terhadap PDB sekitar 1,1 yang menunjukkan bahwa selama periode proyeksi pertumbuhan permintaan tenaga listrik masih lebih pesat dari pertumbuhan PDB. Di negara maju, elastisitasnya rata-rata berada di angka 0,5 yang menunjukkan pertumbuhannya dua kali lebih tinggi dari pertumbuhan permintaan listrik.

## 4.6.2 Penyediaan Tenaga Listrik

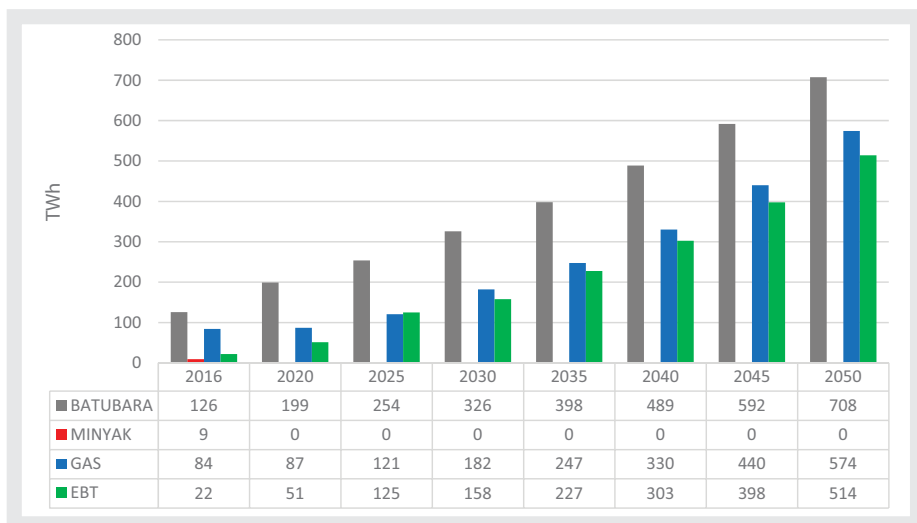
### a. Produksi Listrik

Produksi tenaga listrik selama periode proyeksi diperkirakan mencapai 500 TWh pada tahun 2025 dan sekitar 1.800 TWh pada tahun 2050 dengan asumsi bahwa kerugian dalam transmisi dan distribusi sekitar 10%.

Pembangkit berbahan bakar batubara masih tetap dominan dalam memenuhi permintaan tenaga listrik di masa mendatang, namun pangsaanya terhadap total produksi tenaga listrik nasional akan menurun menjadi sekitar 51% pada tahun 2025 dan akan menjadi 39% pada tahun 2050. Sebaliknya, produksi dari pembangkit EBT pangsaanya akan meningkat hingga 25% pada tahun 2025 dan 29% pada tahun 2050.

Produksi tenaga listrik dari pembangkit berbahan bakar minyak sangat kecil, yaitu hanya di bawah 0,1%. Hal ini sejalan dengan rencana tidak akan dibangunnya pembangkit baru berbahan bakar minyak dan substitusi pembangkit diesel dengan EBT kecuali di daerah terpencil dan pulau-pulau terluar.

Sisa dari tenaga listrik yang diproduksi berasal dari pembangkit berbahan bakar gas. Pangsa produksi listrik dari pembangkit berbahan bakar gas adalah sekitar 24% pada tahun 2025 dan meningkat menjadi 32% pada tahun 2050. Produksi tenaga listrik menurut jenis energinya dapat dilihat pada Gambar 4.28.

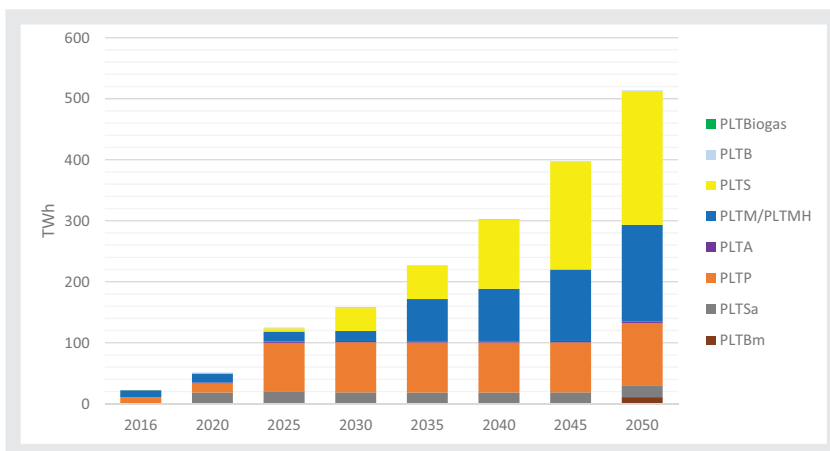


**Gambar 4.28 Produksi Tenaga Listrik Menurut Jenis Energi**

Pembangkit EBT yang potensial dikembangkan adalah pembangkit berbahan bakar biomasa (PLTBm, PLT Limbah Pabrik (*mill waste*), PLTSa), PLTA (*reservoir*), PLTM dan PLTMH (*run-off river*), PLTS, PLTB dan PLTP (temperatur medium dan tinggi). Dari total produksi tenaga listrik pembangkit EBT pada tahun 2025, pangsa produksi didominasi oleh pembangkit panas bumi (64%), pangsa produksi PLTSa akan sebesar 15% sedangkan PLTA sekitar 13%.

Pada tahun 2050, terjadi perubahan kondisi dimana pangsa PLTA dalam total produksi tenaga listrik EBT akan lebih tinggi dari pada PLTP masing-masing 31% dan 20%. Hal ini terjadi karena produksi panas bumi telah mencapai potensi maksimal mulai tahun 2025. Produksi panas bumi dapat ditingkatkan, namun dari lokasi yang lebih sulit dengan biaya pengembangannya yang lebih tinggi dibandingkan tenaga air.

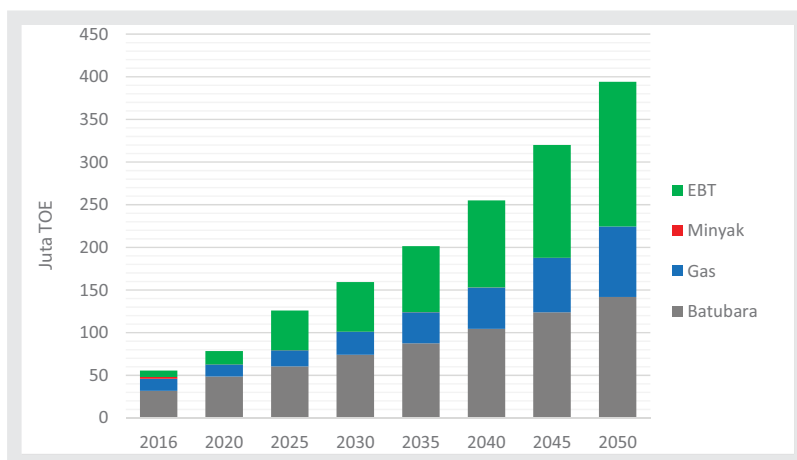
Produksi tenaga listrik dari PLTSa akan turun menjadi 4%, karena penetrasi PLTS lebih cepat dibanding PLTSa. Produksi tenaga listrik dari PLTS akan meningkat dengan adanya program-program seperti solar *rooftop*, Lampu Tenaga Surya Hemat Energi (LTSHE), dan harga komponennya yang semakin murah dari tahun ke tahun. Rincian pembangkit EBT dibahas pada bab EBT. Komposisi produksi berbagai jenis pembangkit EBT terhadap total produksi tenaga listrik yang bersumber dari EBT ditunjukkan pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29 Produksi Tenaga Listrik Pembangkit EBT Menurut Jenis

### b. Input Energi Primer ke Pembangkit Listrik

Input energi primer ke pembangkit pada tahun 2025 adalah sebesar 126 Juta TOE, dengan porsi terbesar yaitu batubara 60 Juta TOE (48%), diikuti EBT 47 Juta TOE (37%), dan gas 19 Juta TOE (15%). Tingginya input batubara ke pembangkit dikarenakan banyaknya pembangunan PLTU sesuai program percepatan pembangunan pembangkit listrik 35 GW. Pada 2050, input energi primer ke pembangkit adalah sebesar 394 Juta TOE, dengan porsi terbesar yaitu EBT 170 Juta TOE (43%), diikuti batubara 142 Juta TOE (36%), dan gas 83 Juta TOE (21%). Besarnya porsi EBT pada pembangkit dilakukan dalam upaya mengejar target bauran energi EBT sebesar 23% pada tahun 2025 dan 31% pada 2050. Input minyak bumi yang masuk ke pembangkit berkurang drastis dengan penurunan 57% hingga 2050 (Gambar 4.30).



Gambar 4.30 Input Energi Primer ke Pembangkit Listrik

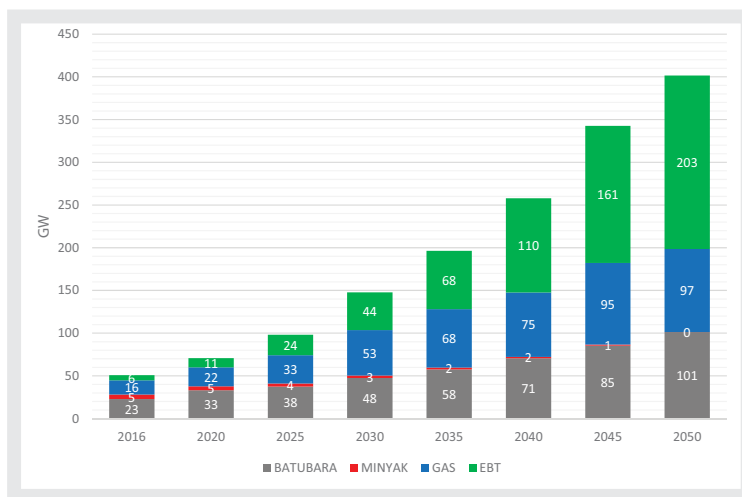


### c. Total Kapasitas Pembangkit

Pemilihan jenis pembangkit untuk memproduksi tenaga listrik selama periode proyeksi didasarkan pada prinsip biaya penyediaan listrik terendah (*least cost*) atau yang *cost effective* menggunakan model Balmorel. Biaya penyediaan terendah dicapai dengan meminimalkan "*net present value*" yaitu semua biaya penyediaan listrik yang terdiri dari biaya investasi, biaya bahan bakar, serta biaya operasi dan pemeliharaan. Prinsip ini serupa dengan yang diterapkan PT PLN (Persero) dalam penyusunan RUPTL selama ini. Penyusunan skenario KS dalam OEI 2017, memberlakukan juga prinsip "*Least Cost*" tetapi dengan juga mengakomodasi rencana penambahan kapasitas seperti yang tertuang dalam RUPTL 2017-2026 dengan status yang sudah masuk dalam tahap konstruksi dan studi kelayakan.

Total kapasitas pembangkit pada skenario KS akan mencapai 98 GW pada tahun 2025 yang terdiri dari pembangkit batubara sebesar 38 GW, pembangkit berbahan bakar gas akan mencapai sekitar 33 GW, sedangkan untuk pembangkit EBT mencapai 24 GW, sementara kapasitas pembangkit berbahan bakar minyak akan menjadi 4 GW.

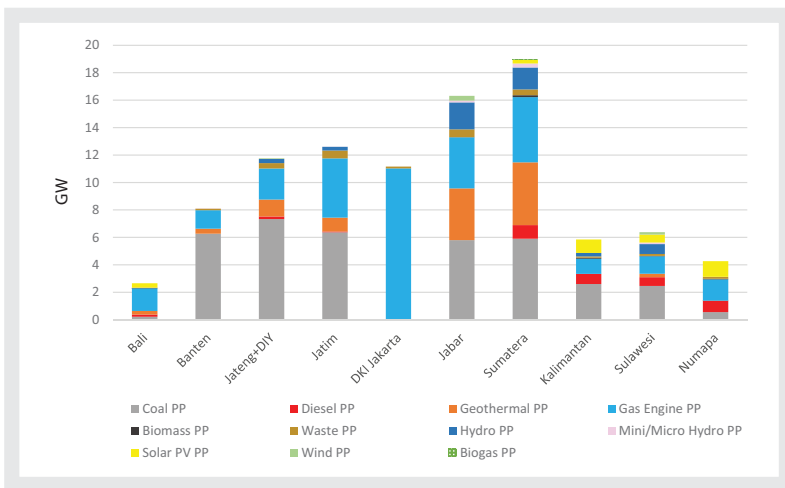
Pada tahun 2050, total kapasitas keseluruhan pembangkit meningkat menjadi 402 GW, dimana kapasitas pembangkit EBT (203 GW) menjadi dominan dibanding dengan pembangkit batubara (101 GW). Sedangkan total kapasitas pembangkit berbahan bakar gas akan mencapai 97 GW (Gambar 4.31).



Gambar 4.31 Total Kapasitas Pembangkit Menurut Jenis Energi

Jika ditinjau dari distribusi pembangkit, PLTU batubara sebagian besar berada di wilayah Jawa-Bali (26 GW) dan sisanya di wilayah lainnya terutama Sumatera (6 GW). Demikian juga dengan pembangkit gas, dengan total kapasitas di wilayah Jawa-Bali sebesar 24 GW.

Pembangkit EBT dengan total kapasitas mencapai 24 GW sebagian besar juga berada di wilayah Jawa-Bali (12 GW) terutama di Jawa Barat, dimana 4 GW merupakan kapasitas PLTP sedangkan 2 GW kapasitas PLTA. Sekitar 7 GW dari total kapasitas pembangkit EBT berada di wilayah Sumatera dan sisanya menyebar di wilayah Kalimantan dan lainnya. Distribusi pembangkit tenaga listrik di berbagai propinsi pada tahun 2025 ditunjukkan pada Gambar 4.32.

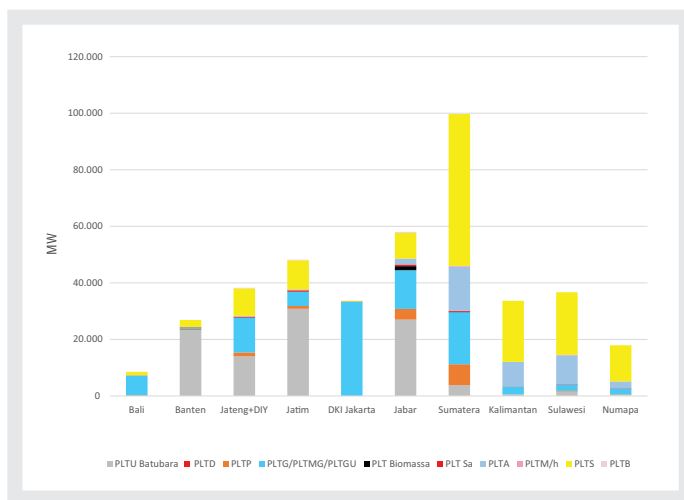


**Gambar 4.32 Distribusi Kapasitas Pembangkit Menurut Wilayah dan Jenis Energi Tahun 2025**

Pada tahun 2050, dimana skenario KS mengusahakan tercapainya bauran energi primer nasional sesuai dengan RUEN, sebagian besar permintaan energi listrik memungkinkan untuk dipenuhi oleh pembangkit EBT, terutama di wilayah luar Jawa-Bali (Gambar 4.34). Dari total kapasitas pembangkit EBT sebesar 203 GW pada tahun 2050, sekitar 77% (156 GW) berada di luar Jawa-Bali. Total kapasitas pembangkit EBT di Sumatera akan mencapai 77 GW sedangkan sisanya 79 GW tersebar di Kalimantan, Sulawesi dan lainnya.

Batasan pemanfaatan potensi PLTS per wilayah mengacu pada Perpres RUEN. Total kapasitas PLTS mencapai 143 GW, terdiri dari 54 GW berada di wilayah Sumatera, khususnya Sumatera Utara (12 GW) dan 57 GW berada di wilayah lainnya di luar Jawa-Bali. Pembangkit PLTS di Jawa-Bali, akan mencapai sekitar 33 GW. Potensi tenaga surya di wilayah Jawa dan Bali memungkinkan untuk ditingkatkan, mengingat semakin menurunnya biaya PLTS. Pembangkit EBT lainnya sekitar 54 GW terdiri dari PLTP (15 GW), pembangkit berbahan bakar biomasa (2 GW) serta tenaga air (39 GW) dan bayu (1 GW).

Untuk pembangkit berbahan bakar fosil, pembangkit batubara hanya sekitar 101 GW pada tahun 2050. Dari total kapasitas tersebut, sekitar 94% tersebar di wilayah Jawa-Bali. Pembangkit berbahan bakar gas akan juga dominan di wilayah Jawa-Bali yaitu sekitar 72 GW sedangkan sisanya (25 GW) tersebar di Sumatera (18 GW) dan pulau-pulau lainnya (7 GW). Distribusi kapasitas pembangkit menurut wilayah dan jenis energi di tahun 2050 ditunjukkan pada Gambar 4.33.



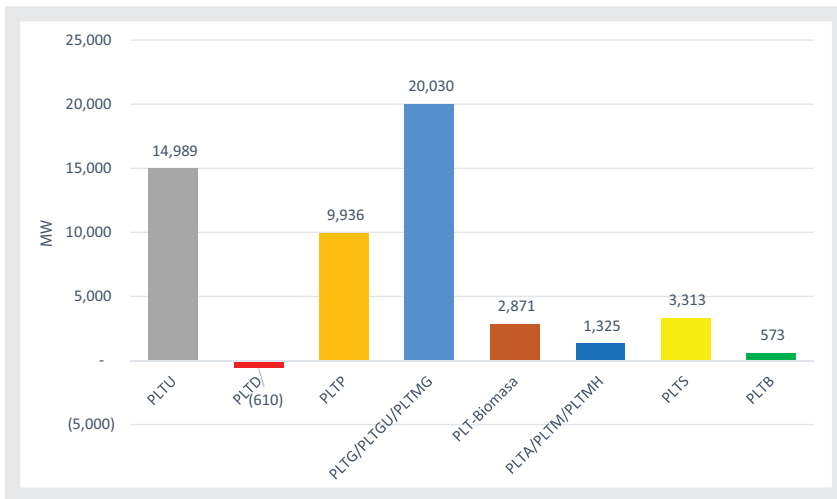
**Gambar 4.33 Distribusi Kapasitas Pembangkit Menurut Wilayah dan Jenis Energi Tahun 2050**

Diantara jenis pembangkit batubara, sebagian besar akan merupakan pembangkit batubara *Ultra Super Critical* (USC) dan sebagian lainnya *Ultra Critical* (UC). Kedua jenis pembangkit batubara tersebut dimasukkan dalam skenario KS untuk memenuhi penurunan karbon sektor energi dalam NDC.

#### d. Tambahan Kapasitas Pembangkit

Sebagian dari kapasitas terpasang merupakan kapasitas pembangkit yang sudah beroperasi di tahun 2016 sedangkan sisanya adalah kapasitas terpasang pembangkit baru. Analisis ini mempertimbangkan bahwa tidak semua kapasitas terpasang pembangkit yang beroperasi pada tahun 2016 akan tetap tersedia di akhir tahun proyeksi. Sehingga perlu dihitung kapasitas residual dari pembangkit-pembangkit tersebut selama periode proyeksi. Pada umumnya lifetime dari pembangkit baru diasumsikan sekitar 30 tahun.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penambahan kapasitas pembangkit periode 2016-2025 sekitar 52 GW, dimana sebagian besar adalah penambahan kapasitas pembangkit batubara dan gas, masing-masing sebesar 15 GW dan 20 GW. Rincian menurut jenis pembangkit dapat dilihat pada Gambar 4.34.

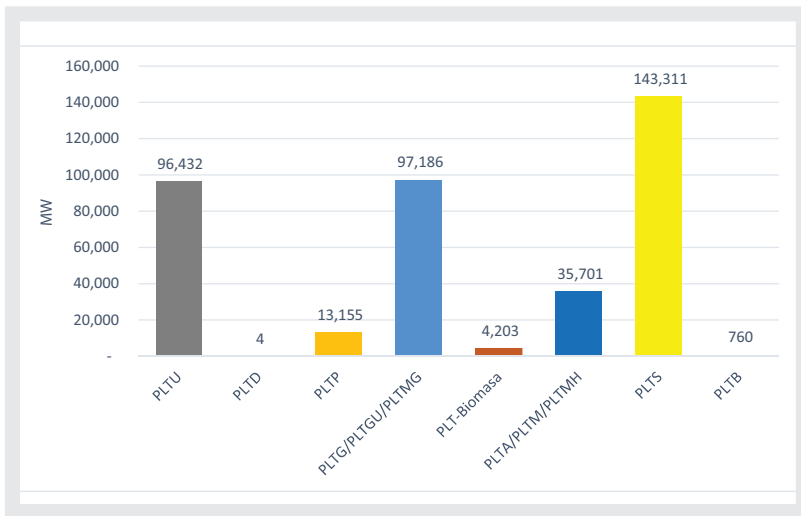


**Gambar 4.34 Kebutuhan Tambahan Pembangkit 2016-2025**

Pembangkit EBT secara total penambahan kapasitas selama periode 2016-2025 akan mencapai sekitar 18 GW. Pembangkit EBT terbesar adalah PLTP (10 GW) kemudian PLTBm (3 GW), PLTA dan PLTM/PLTMH (1,3 GW), PLTS (3,3 GW) dan sisanya merupakan PLTB (0,5 GW).

Total penambahan kapasitas pembangkit batubara selama kurun waktu 2016-2050 sekitar 103 GW. Total penambahan kapasitas pembangkit berbahan bakar gas adalah sekitar 96 GW. Penambahan kapasitas pembangkit diesel hanya 5 MW.

Secara total, penambahan kapasitas pembangkit EBT selama periode proyeksi akan sekitar 197 GW. Hal ini sangat signifikan karena skenario KS mencakup juga usaha-usaha untuk mencapai bauran KEN dan NDC. Penambahan kapasitas pembangkit EBT terbesar berasal dari PLTS, yaitu sekitar 143 GW. Pembangkit PLTA/PLTM dan PLTBm penambahan kapasitasnya masing-masing adalah sekitar 36 GW dan 4 GW. Untuk PLTP, penambahan kapasitasnya akan mendekati 13 GW sedangkan PLTB hanya sekitar 0,8 GW mengingat keterbatasan potensinya di Indonesia. Penambahan kapasitas pembangkit selama periode proyeksi tercantum pada Gambar 4.35



Gambar 4.35 Kebutuhan Tambahan Pembangkit 2016-2050

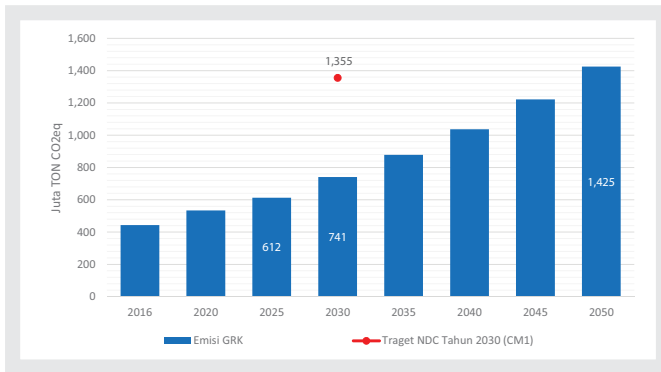
#### 4.7 Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)

Peningkatan populasi dan taraf hidup masyarakat akan diikuti dengan peningkatan kebutuhan energi, sehingga jika tidak diikuti dengan pemilihan jenis bahan bakar yang berkadar karbon rendah, penggunaan teknologi yang efisien, dan ramah lingkungan, akan berdampak pada tingginya laju pertumbuhan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari pembakaran sumber energi. Pelepasan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari pembakaran energi di sektor komersial, rumah tangga, industri, transportasi, pembangkit listrik dan lainnya ke atmosfer dalam jumlah tertentu akan berdampak terhadap pemanasan global. Untuk mengurangi penyebab pemanasan global dapat dilakukan melalui peningkatan efisiensi teknologi energi dan pemanfaatan sumber energi yang kandungan karbonnya rendah. Dalam hal ini emisi CO<sub>2</sub> dihitung berdasarkan metodologi IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), 2006.

Indonesia menargetkan penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 29% dari kondisi skenario dasar yang akan dicapai pada tahun 2030 atau 41% bila ada bantuan dari negara-negara maju.

Berdasarkan dokumen NDC dari Indonesia untuk *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), target emisi yang terkait dengan sektor energi pada tahun 2030 adalah sebesar 1.355 juta ton CO<sub>2</sub> untuk skenario CM1 (tanpa bantuan internasional) atau 1.271 juta ton CO<sub>2</sub> untuk skenario CM2 (dengan bantuan internasional).

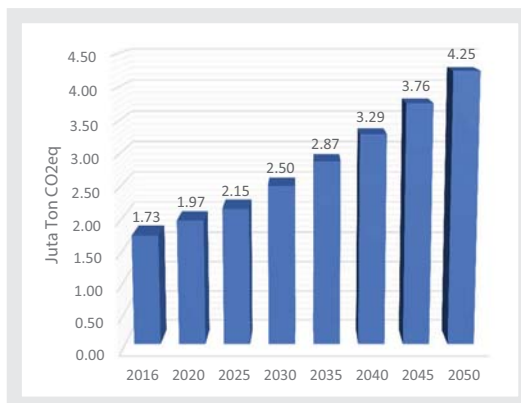
Hasil proyeksi OEI ini memperlihatkan bahwa total emisi pada tahun 2016 adalah sebesar 442 Juta Ton CO<sub>2</sub>eq, dan akan meningkat menjadi 612 Juta Ton CO<sub>2</sub>eq pada tahun 2025 serta pada 2050 menjadi 1,4 miliar Ton CO<sub>2</sub>eq. Tingkat emisi GRK ditahun 2030 mencapai 741 juta Ton CO<sub>2</sub>. Hasil proyeksi ini lebih rendah bila dibandingkan target dari NDC untuk sektor energi. Hasil proyeksi OEI juga lebih rendah bila dibandingkan dengan target emisi dalam Lampiran Perpres RUEN dimana disebutkan bahwa total emisi pada 2025 adalah sebesar 893,4 Juta Ton CO<sub>2</sub>eq dan pada 2050 akan menjadi 1,9 miliar Ton CO<sub>2</sub>eq, dikarenakan pada OEI ini asumsi pertumbuhan ekonomi yang digunakan lebih rendah (Gambar 4.36).



Gambar 4.36 Emisi GRK 2016-2050

#### 4.6.1 Emisi per Kapita

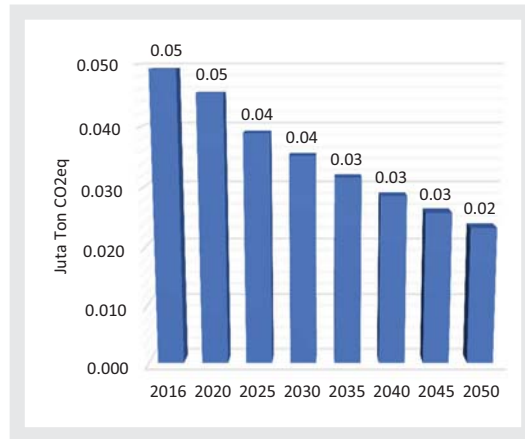
Indikator yang dapat menggambarkan besarnya emisi CO<sub>2</sub> di suatu negara adalah memperkirakan hubungan antara besarnya emisi CO<sub>2</sub> dengan penduduk dan ekonomi. Emisi CO<sub>2</sub> per penduduk (Ton/kapita) akan tumbuh dari 1,73 Ton CO<sub>2</sub>/kapita pada tahun 2016 menjadi 2,15 Ton CO<sub>2</sub>/kapita pada tahun 2025 dan 4,25 Ton CO<sub>2</sub>/kapita pada tahun 2050 atau meningkat dua setengah kali lipat selama 34 tahun ke depan. Hal ini terjadi karena tingkat pertumbuhan emisi lebih tinggi dibanding tingkat pertumbuhan penduduk. (Gambar 4.37).



Gambar 4.37 Emisi per Kapita

#### 4.6.2 Emisi per GDP

Pada tahun 2016, total emisi per *Gross Domestic Product* (GDP) tahun adalah 0,05 Ton CO<sub>2</sub> per Juta Rupiah, selanjutnya turun menjadi 0,04 Ton CO<sub>2</sub> per Juta Rupiah pada tahun 2025 dan terus akan mengalami penurunan hingga pada tahun 2050 menjadi 0,02 Ton CO<sub>2</sub> per Juta Rupiah. Hal ini terjadi karena pemakaian energi semakin efisien, yang menyebabkan pertumbuhan konsumsi energi lebih rendah. Kondisi tersebut mengakibatkan pertumbuhan emisi lebih lambat dibandingkan pertumbuhan GDP (Gambar 4.38).



Gambar 4.38 Emisi per GDP







**BAB V**  
SKENARIO  
OPTIMALISASI  
EBT DAN EFISIENSI  
ENERGI

OUTLOOK  
Energi Indonesia 2017





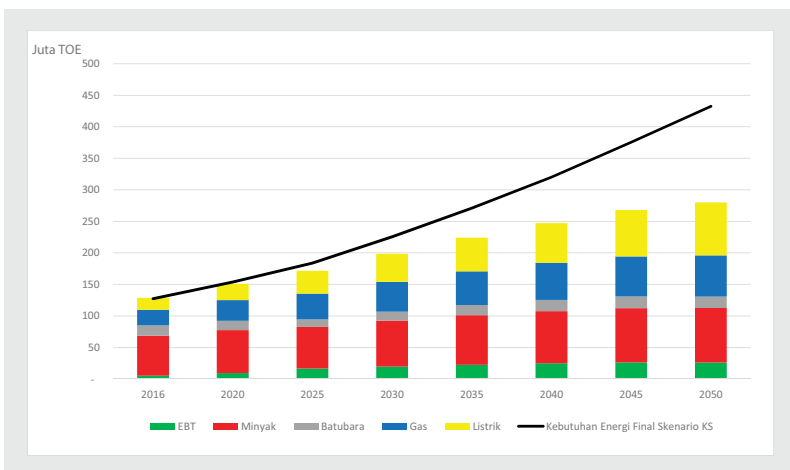
# SKENARIO OPTIMALISASI EBT DAN EFISIENSI ENERGI

## 5.1 Permintaan Energi Final

Pada dasarnya skenario Optimalisasi EBT dan Efisiensi Energi (OEE) merupakan skenario dekarbonisasi. Skenario ini bertujuan untuk melihat sejauh mana dekarbonisasi bisa dilaksanakan di Indonesia dan identifikasi upaya-upaya maksimum untuk menurunkan laju pertumbuhan energi sampai ke tingkat yang cukup rendah.

Untuk skenario OEE ini, efisiensi energi yang diterapkan pada sektor transportasi, industri, rumah tangga, komersial dan lainnya secara maksimum mampu meningkatkan efisiensi energi masing-masing sektor berkisar 40% pada tahun 2050 dibandingkan skenario KS.

Permintaan energi final untuk skenario OEE pada tahun 2025 mencapai 171 juta TOE dan meningkat menjadi 280 juta TOE pada tahun 2050, atau tumbuh dengan laju 6,6% per tahun. Bila dibandingkan dengan permintaan energi final skenario KS, terjadi penghematan yang dicapai sebesar 7% pada tahun 2025 dan 35% pada tahun 2050 (Gambar 5.1).

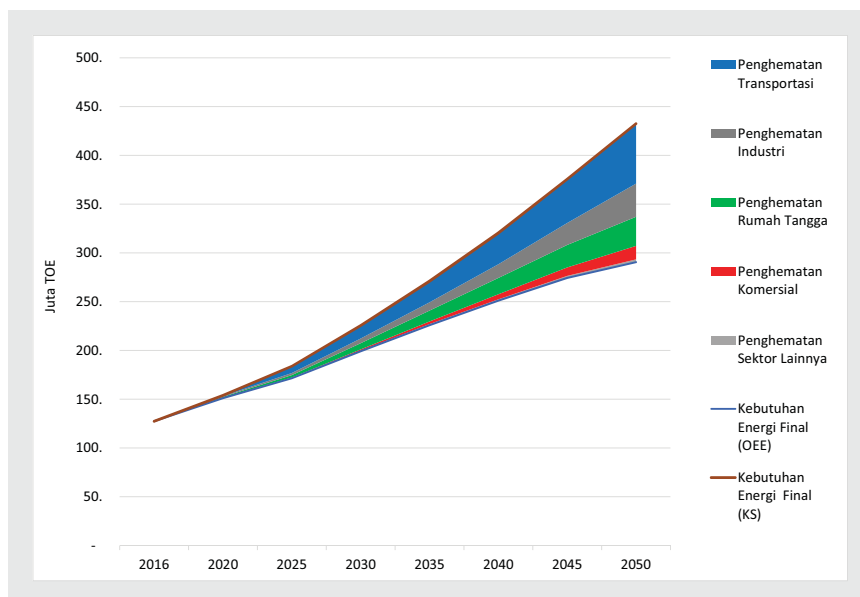


Gambar 5.1 Permintaan Energi Final Menurut Jenis Energi

Permintaan energi final sektor transportasi pada tahun 2025 sebesar 48 Juta TOE dan pada 2050 72 Juta TOE. Permintaan energi final Sektor industri pada tahun 2025 sebesar 63 Juta TOE dan pada tahun 2050 sebesar 106 Juta TOE. Permintaan energi final sektor

rumah tangga pada tahun 2025 sebesar 31 Juta TOE dan pada 2050 sebesar 48 Juta TOE. Permintaan energi final sektor komersial pada tahun 2025 sebesar 8 Juta TOE dan pada tahun 2050 sebesar 23 Juta TOE.

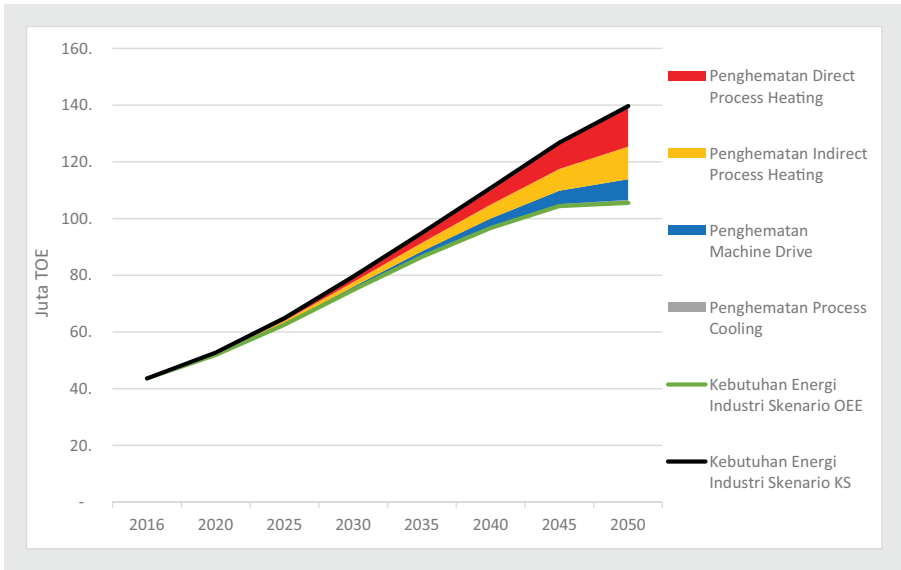
Bila dibandingkan dengan skenario KS, penghematan terbesar terjadi pada sektor transportasi dan industri yang memberikan kontribusi antara 30-43%, diikuti rumah tangga 17-24%, komersial 5-10% dan sektor lainnya 1-2% hingga tahun 2050. Upaya masing-masing sektor dalam usaha untuk dekarbonisasi akan dijelaskan lebih detail (Gambar 5.2).



Gambar 5.2 Penghematan Energi Final

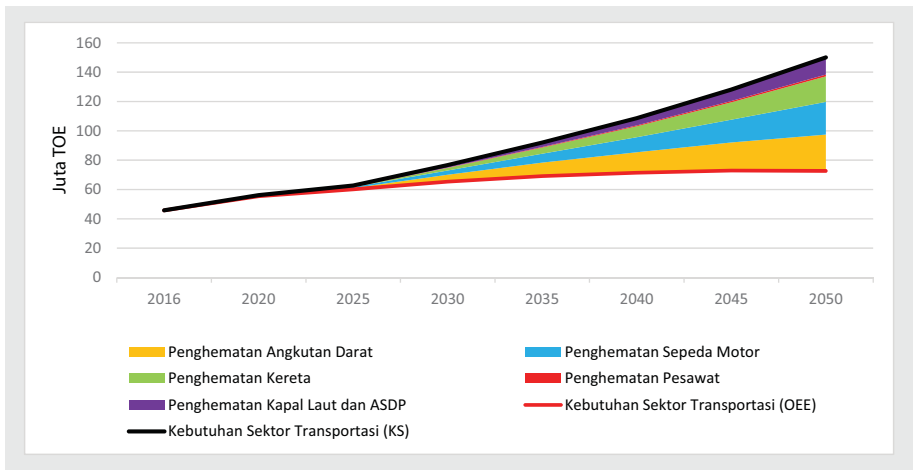
Efisiensi di sektor industri, sebagian besar dilakukan pada proses *heating*, baik yang langsung maupun tidak langsung dan motor-motor penggerak. Pada proses *direct heating*, usaha-usaha mengurangi *heat loss* dilakukan dengan menerapkan *regenerative burner reheating furnace*. Pada *indirect heating*, efisiensi dilakukan dengan menerapkan *waste heat recovery* atau menggunakan boiler dengan efisiensi yang tinggi. Penggunaan motor-motor dengan klasifikasi *National Electrical Manufacturers Association (NEMA)* kelas premium untuk *fan, blower*, kompresor atau pompa diharapkan bisa menghemat energi cukup signifikan.

Penghematan energi sektor industri tahun 2050 berasal dari *direct process heating* sebesar 14 Juta TOE, *indirect process heating* sebesar 12 Juta TOE, *machine drive* sebesar 7 Juta TOE, dan *process cooling* sebesar 1 Juta TOE (Gambar 5.3).



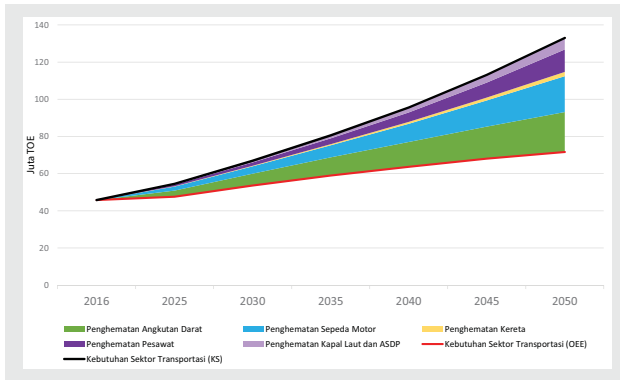
Gambar 5.3 Penghematan Energi Final Sektor Industri

Penghematan terbesar pada sektor transportasi terjadi akibat penggunaan sepeda motor listrik hingga 50% dari total jumlah sepeda motor pada tahun 2050, sehingga terjadi penghematan sebesar 19 Juta TOE. Penghematan yang besar juga terjadi pada angkutan darat (mobil penumpang, bis dan truk) akibat adanya perpindahan moda transportasi dari angkutan jalan ke kereta (Gambar 5.4).



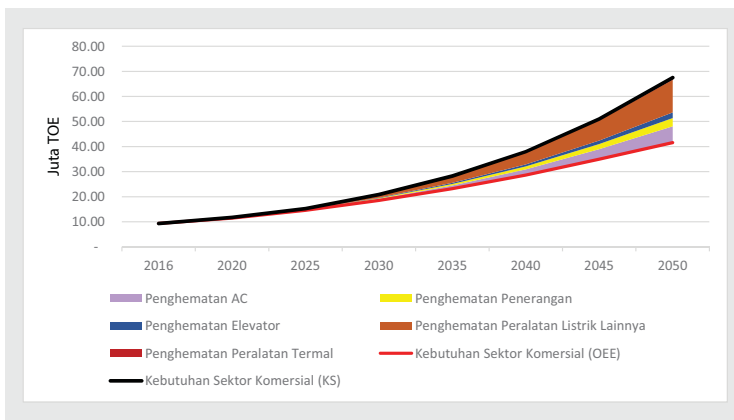
Gambar 5.4 Penghematan Energi Final Sektor Transportasi

Untuk sektor rumah tangga pada tahun 2050, penggunaan teknologi *inverter* pada AC dapat menghemat sebesar 12 Juta TOE, *refrigerator* sebesar 6,3 Juta TOE dan peralatan lainnya (pompa air, setrika, dispenser, kipas angin, dan lainnya) sebesar 6 Juta TOE. Penerapan teknologi *inverter* pada skenario OEE yang sangat tinggi dapat memberikan kontribusi penghematan sektor rumah tangga hingga 90% (Gambar 5.5).



Gambar 5.5 Penghematan Energi Final Sektor Rumah Tangga

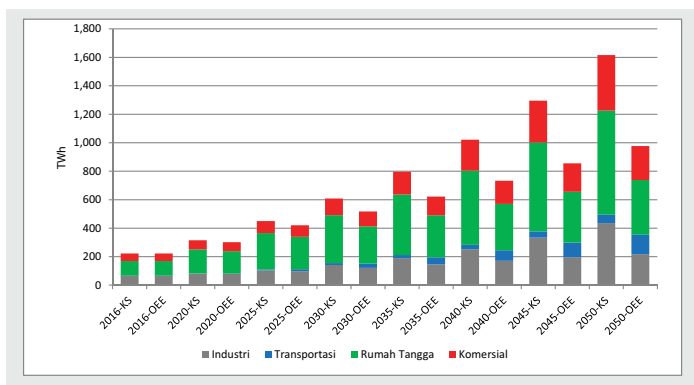
Untuk sektor komersial pada tahun 2050, penghematan terbesar terjadi pada AC sebesar 6,5 Juta TOE akibat penggunaan teknologi *inverter*. Pendingin ruangan atau AC merupakan peralatan di gedung komersial yang penggunaannya cukup tinggi, berkisar 50-60% dari total konsumsi energi di gedung. Penerangan yang merupakan pengguna energi gedung terbesar setelah AC juga menunjukkan potensi penghematan sebesar 3,3 Juta TOE. Penggunaan lampu hemat energi seperti *Light-Emitting Diode* (LED) atau TL5 bisa menurunkan permintaan energi cukup signifikan. Penggunaan elevator yang hemat energi pada sektor komersial mampu menurunkan permintaan energi sebesar 2,2 Juta TOE (Gambar 5.6).



Gambar 5.6 Penghematan Energi Final Sektor Komersial

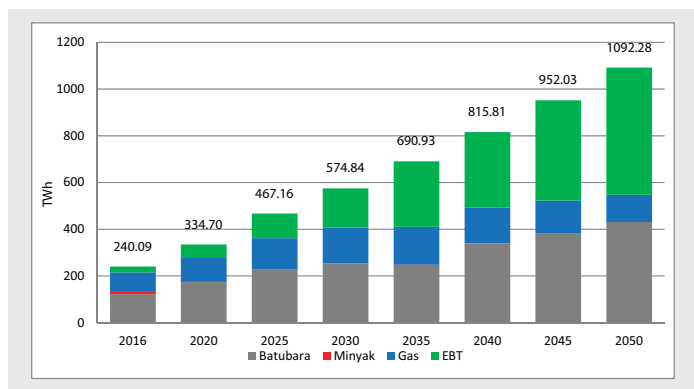
## 5.2 Penyediaan Tenaga Listrik

Penghematan permintaan energi final di berbagai sektor pada skenario OEE mengakibatkan lebih rendahnya tenaga listrik yang diproduksi. Pada skenario OEE, permintaan tenaga listrik pada tahun 2025 akan 7% lebih rendah dari skenario KS. Sedangkan pada tahun 2050, penghematannya mencapai 39,6% (Gambar 5.7).



Gambar 5.7 Permintaan Tenaga Listrik

Penghematan permintaan tenaga listrik pada tahun 2025 mengakibatkan produksi tenaga listrik skenario OEE lebih rendah sekitar 30 TWh, yaitu dari 500 TWh pada skenario KSI menjadi 470 TWh. Pada tahun 2050, penghematan permintaan tenaga listrik mencapai 39,6% sehingga produksi listrik skenario OEE hanya akan sebesar 1100 TWh dibanding 1800 TWh pada skenario KS. Gambar 5.8 menunjukkan produksi tenaga listrik skenario OEE menurut jenis bahan bakarnya.



Gambar 5.8 Produksi Tenaga Listrik

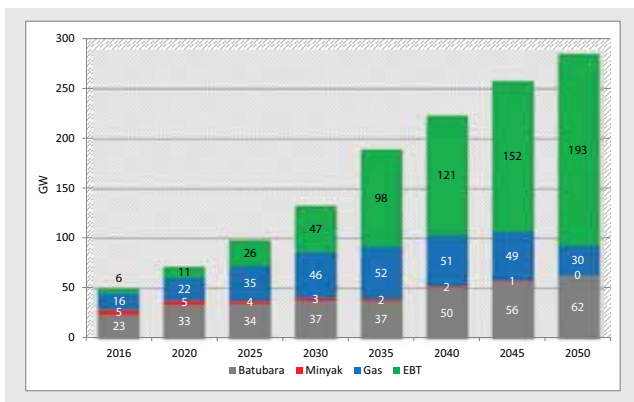
Total kapasitas terpasang pembangkit pada skenario OEE diperkirakan mencapai 99 GW di tahun 2025 dan sekitar 285 GW di tahun 2050. Sehingga dibanding dengan skenario KS, akan ada penghematan penambahan kapasitas pembangkit selama periode proyeksi. Pada tahun 2025, penghematan total kapasitas pembangkit akan sebesar 26 GW dan semakin besar perbedaannya pada tahun 2050, yaitu sekitar 112 GW (Gambar 5.9).

Pangsa kapasitas pembangkit berbahan bakar fosil masih dominan pada tahun 2025, yaitu sekitar 73 GW dimana 34 GW merupakan kapasitas pembangkit batubara dan 35 GW merupakan kapasitas pembangkit berbahan bakar gas. Sisanya merupakan kapasitas pembangkit berbahan bakar minyak yang masih beroperasi terutama di luar Jawa.

Pembangkit EBT yang beroperasi pada tahun 2025 diperkirakan didominasi PLTS dengan kapasitas sebesar 9 GW dan panas bumi sekitar 7 GW. Kapasitas pembangkit tenaga air akan sekitar 6 GW dan PLTBm termasuk PLTSa mencapai 3 GW.

Pada tahun 2050, pangsa pembangkit batubara terhadap total kapasitas pembangkit akan menjadi sekitar 22% atau sekitar 62 GW, sedangkan pembangkit gas pangsa akan menjadi sekitar 11% dari 36% pada tahun 2025. Pembangkit berbahan bakar minyak (PLTD) masih ada yang beroperasi tetapi sangat rendah sekali.

Pembangkit EBT akan meningkat porsinya menjadi 67% dari total kapasitas tahun 2050. Porsi PLTS diperkirakan masih terbesar yaitu 45%. Sedangkan pangsa PLTA akan sekitar 11% dan PLTP sebesar 5%. Kapasitas PLTBm diperkirakan mencapai 17 GW pada tahun 2050.



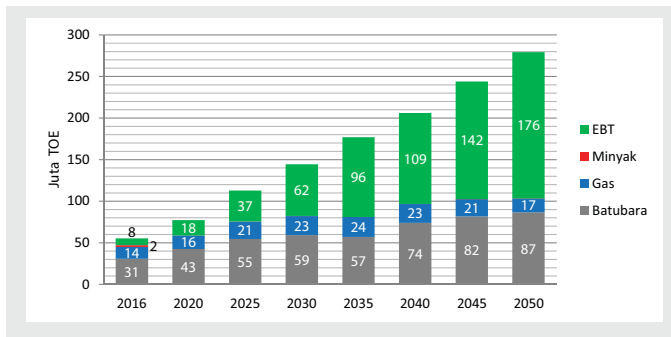
Gambar 5.9 Kapasitas Pembangkit

Pemakaian energi untuk membangkitkan listrik akan mencapai 113 Juta TOE pada tahun 2025 dengan porsi batubara sebesar 48%, gas 19% dan EBT 33%. Untuk pembangkit minyak, karena pemakaiannya terbatas dan cenderung menurun, permintaannya juga



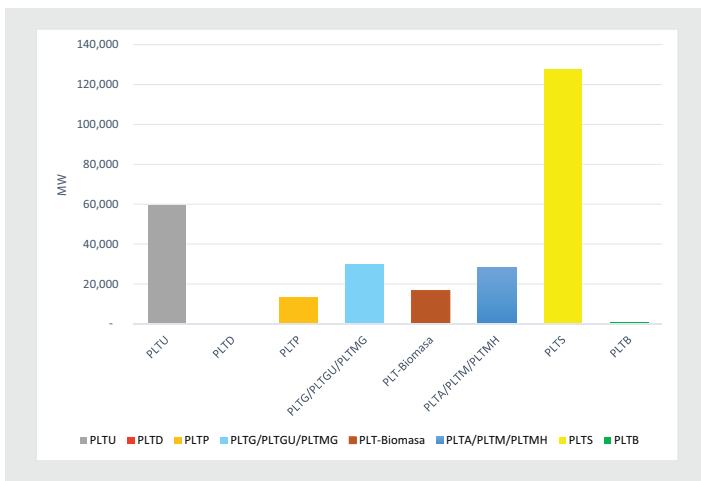
hanya sekitar 0,07 Juta TOE. Pada tahun 2050, pemakaian energi meningkat mencapai hampir 280 Juta TOE, dengan porsi EBT yang sangat signifikan dalam memproduksi listrik, sehingga pangsa batubara dan gas akan menjadi lebih rendah yaitu sekitar 31% untuk batubara dan 6% untuk gas.

Pemakaian energi untuk pembangkit solar terbesar diantara pembangkit EBT lainnya. Pemakaian energi surya mencapai 22% dari total pemakaian energi pembangkit listrik. Sedangkan pemakaian panas bumi sekitar 16%, tenaga air sebesar 12%, dan biomasa 11% (Gambar 5.10).



Gambar 5.10 Input Energi Primer ke Pembangkit Listrik

Total penambahan kapasitas pembangkit listrik selama periode 2016-2050 sebesar 276 GW, dengan porsi terbesar dari PLTS 127 GW, diikuti PLTU 59 GW, PLTG dan PLTA masing-masing sebesar 30 GW dan 28 GW, serta sisanya PLT Biomassa dan PLTP (Gambar 5.11).

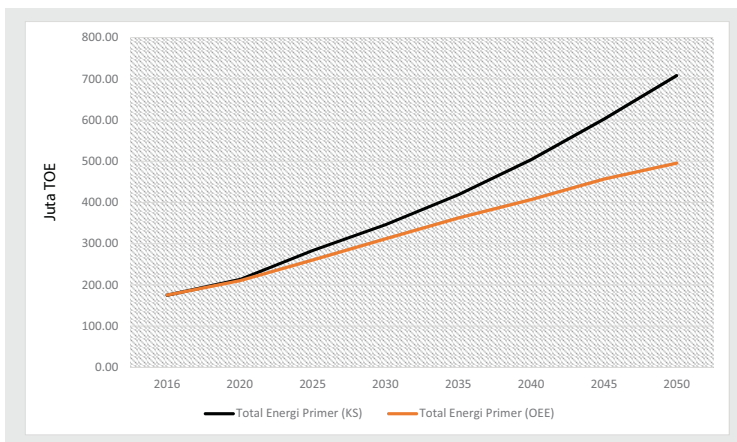


Gambar 5.11 Tambahan Kapasitas Pembangkit 2016-2050

### 5.3 Penyediaan Energi Primer

Selama periode 2016-2050, pasokan total energi primer untuk Skenario OEE diperkirakan hanya meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 8,6% per tahun menjadi sekitar 261 Juta TOE pada tahun 2025 dan 495 juta TOE pada tahun 2050.

Skenario OEE menghasilkan prakiraan pasokan energi primer yang lebih rendah dari Skenario KS. Hal ini disebabkan oleh asumsi upaya penghematan energi di semua sektor pengguna, baik transportasi, industri, rumah tangga dan komersial yang sangat agresif. Perkembangan pasokan energi primer pada periode 2016-2050 untuk kedua skenario tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.12.

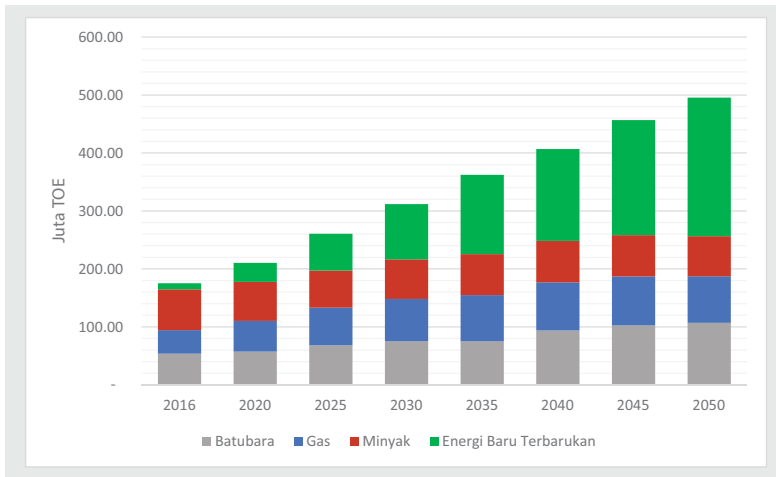


Gambar 5.12 Penyediaan Energi Primer

Jenis energi primer yang akan dominan pada bauran pasokan energi tahun 2025 pada skenario OEE adalah minyak diikuti oleh batubara, gas bumi dan EBT. Penghematan energi serta penerapan BBN dan mobil listrik pada sektor transportasi masih belum mampu mengimbangi pertumbuhan kendaraan bermotor berbasis BBM yang menjadi penyumbang terbesar bauran energi primer minyak. Penambahan pembangkit EBT masih relatif kecil, sehingga penyediaan listrik masih mengandalkan pembangkit fosil yaitu batubara dan gas. Pangsa minyak akan menjadi 24,6%, batubara 26,1%, gas relatif konstan 24,9%, sedangkan pangsa EBT menjadi 24,4%. Jenis EBT yang akan tumbuh pesat adalah BBN, hidro dan panas bumi (Gambar 5.13).

Pada tahun 2050, terjadi pergeseran yang cukup signifikan dimana penyediaan EBT menjadi paling dominan, diikuti gas, batubara dan minyak. Penetrasi kendaraan listrik yang cukup tinggi sejak tahun 2025 mampu mengurangi pasokan minyak cukup besar. Selain itu, penggunaan BBN dengan kandungan biodiesel yang lebih tinggi dibandingkan *road map* Biofuel memberikan kontribusi yang besar terhadap peningkatan peran EBT. Pada sektor pembangkit, peran

pembangkit batubara digantikan oleh pembangkit EBT dan gas yang lebih ramah lingkungan. Dengan demikian, pangsa EBT pada tahun 2050 akan meningkat menjadi 48%. Sedangkan pangsa gas, batubara dan minyak berturut-turut akan turun 16%, 22% dan 14%.



Gambar 5.13 Pasokan Energi Primer per Jenis Energi

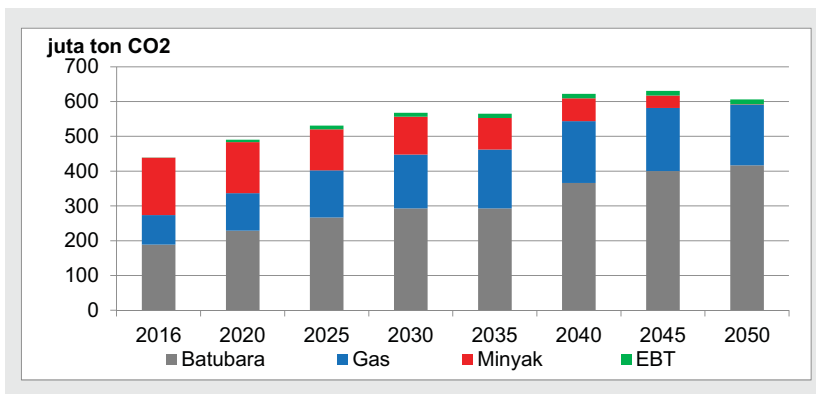
Pada skenario KS, energi primer fosil seperti batubara, gas dan minyak mendominasi bauran energi primer. Sementara bauran energi primer skenario OEE menunjukkan kondisi peran EBT mendominasi bauran energi primer. Seperti telah dijelaskan sebelumnya, skenario OEE merupakan skenario dekarbonisasi, dimana emisi karbon ditekan serendah mungkin. Upaya pengurangan emisi karbon mencakup konservasi dan efisiensi energi serta *fuel switching* dari fosil menjadi EBT.

#### 5.4 Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)

Dalam upaya untuk mengendalikan peningkatan emisi GRK, pada tahun 2004 Indonesia meratifikasi *Kyoto Protocol* (KP) yang dituangkan dalam UU No. 17 Tahun 2004 tentang Pengesahan *Kyoto Protocol to United Nations Framework Convention on Climate Change* (Protokol Kyoto atas Konvensi Kerangka kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim). Selanjutnya, komitmen Indonesia terhadap penanggulangan permasalahan perubahan iklim global tersebut disampaikan dalam pertemuan pemimpin negara G-20 di Pittsburgh, Amerika Serikat, 25 September 2009, yang melahirkan Rencana Aksi Nasional-Gas Rumah Kaca (RAN-GRK), dimana Indonesia berkomitmen untuk menurunkan emisi GRK sebesar 26% pada tahun 2020 tanpa bantuan luar negeri dan 41% dengan bantuan luar negeri. Kemudian komitmen tersebut ditegaskan kembali dengan diratifikasinya *Paris Agreement* yang dituangkan dalam UU No. 16 Tahun 2016, dimana Indonesia berkomitmen akan menurunkan emisi GRK sebesar 29% pada tahun 2030 tanpa bantuan luar negeri dan 41% dengan bantuan luar negeri. Mengacu pada *First Nationally*

*Determined Contribution (First NDC)* tingkat emisi GRK sektor energi pada 2030 ditargetkan sebesar 1.669 Juta Ton CO<sub>2</sub>eq (BaU), 1.355 Juta Ton CO<sub>2</sub>eq (tanpa bantuan luar negeri/CM 1), dan 1.271 Juta Ton CO<sub>2</sub>eq (dengan bantuan luar negeri/CM 2).

Hasil proyeksi Skenario Optimasi EBT dan Efisiensi Energi menunjukkan bahwa dalam rentang waktu 35 Tahun ke depan, emisi gas rumah kaca akan meningkat dari 442 Juta Ton CO<sub>2</sub>eq (2016) menjadi 606 Juta Ton CO<sub>2</sub>eq (2050) atau mengalami peningkatan rata-rata sebesar 0,9% per tahun. Berdasarkan jenis energi yang mengeluarkan GRK, batubara merupakan jenis energi terbesar yang menyumbang emisi GRK dengan kontribusi 43% (2016) dan 69% (2050). Secara kuantitatif, emisi GRK dari batubara meningkat dengan laju pertumbuhan sebesar 2,3% per tahun (189 Juta Ton pada 2016 dan 417 Juta Ton pada 2050). Emisi GRK dari batubara sebagian besar disumbang dari batubara yang dibakar di pembangkit (65% - 85%). Urutan terbesar kedua sebagai penyumbang emisi GRK adalah minyak bumi, dengan kontribusi sebesar 37%. Emisi GRK dari minyak bumi, hampir semuanya berasal dari energi final yang sebagian besar digunakan untuk sektor transportasi. Namun emisi dari minyak bumi terus mengalami penurunan seiring dengan berkurangnya penggunaan minyak bumi di sektor transportasi yang digantikan oleh BBN, gas, dan listrik. Sementara, emisi GRK yang berasal dari gas memberi kontribusi 19% (2016) dan meningkat menjadi 26% (2050). Emisi GRK dari gas 60% - 75% berasal dari energi final pada industri dan transportasi. Secara kuantitatif, emisi GRK dari gas meningkat dari 85 Juta Ton CO<sub>2</sub>eq (2016) menjadi 174 Juta Ton CO<sub>2</sub>eq (2050) atau meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata 2,08% per tahun. Gambaran perkembangan emisi GRK berdasarkan sumber jenis energi dan ditunjukkan pada Gambar 5.14.

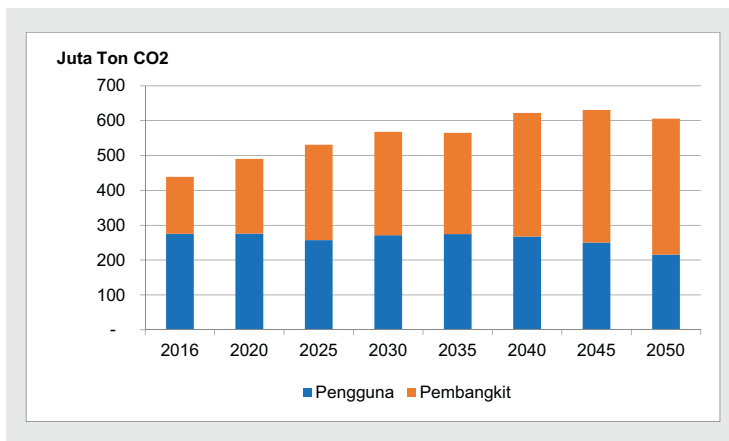


Gambar 5.14 Proyeksi Emisi GRK Berdasarkan Jenis Energi

Sementara jika dilihat dari sektor pengguna dan pembangkit energi, pada 2016, 63% emisi GRK berasal dari bahan bakar yang digunakan langsung (energi final) oleh peralatan di sisi *demand* dan 37% berasal dari bahan bakar yang dipakai di pembangkit listrik (energi

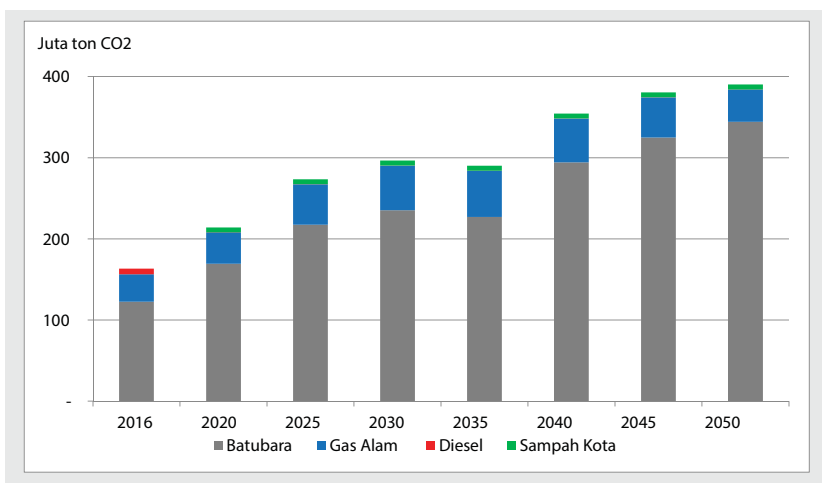
primer). Dari 63% emisi GRK yang berasal dari energi final, 31% berasal sektor transportasi, 25% dari sektor industri, dan 8% berasal dari sektor yang lain.

Dibandingkan tahun 2016, kontribusi emisi GRK dari energi final dapat diturunkan menjadi 49% (2030) dan 36% (2050). Dari total emisi energi final pada tahun 2050, 23% berasal dari sektor industri. Sementara, sektor transportasi hanya menyumbang pangsa 4%. Secara umum, rendahnya kontribusi emisi dari energi final adalah karena banyaknya peralatan-peralatan boros energi yang diganti dengan peralatan-peralatan yang hemat energi, dan substitusi bahan bakar bersih di sektor transportasi, seperti BBN dan mobil listrik. Adapun dari sektor industri, sebagian besar dihasilkan dari batubara. Perkembangan emisi GRK dari sektor pengguna dan pembangkit ditunjukkan pada Gambar 5.15.



**Gambar 5.15 Proyeksi Emisi Gas Rumah Kaca Berdasarkan Sektor Pengguna dan Pembangkit**

Di sektor ketenagalistrikan, emisi GRK dari ini diproyeksikan akan meningkat dari 163 Juta Ton CO<sub>2</sub>eq (2016) menjadi 390 Juta Ton CO<sub>2</sub>eq (2050) atau meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 2,5% per tahun. Dari emisi tersebut, 75% - 88% berasal dari pembangkit berbasis batubara. Meskipun pembangkit di masa mendatang yang digunakan sudah berteknologi efisien seperti *super critical* dan *ultra super critical*, karena tingginya penambahan kapasitas pembangkit, menyebabkan kontribusi emisi dari sektor ketenagalistrikan terus meningkat. Sementara emisi dari pembangkit berbasis gas, meskipun pangsaanya turun dari 21% (2016) menjadi 10% (2050), tetapi secara kuantitas emisinya meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata 2,5% per tahun. Pembangkit gas masih menjadi pilihan karena selain murah, termasuk teknologi bersih. Teknologi pembangkit berbahan bakar gas yang masuk dalam pilihan, sekitar 90% adalah PLTG *Combined Cycle Gas Turbine* (CCGT). Proyeksi Emisi GRK dari Sektor Pembangkit ditunjukkan pada Gambar 5.16.



Gambar 5.16 Proyeksi Emisi Pembangkit Listrik

Jika dibandingkan dengan Skenario KS emisi pada Skenario OEE pada tahun 2030 dapat diturunkan sebesar 23% dan sebesar 56% pada tahun 2050 dari kondisi emisi skenario KS. Penurunan emisi GRK pada Skenario OEE dibandingkan Skenario KS ditunjukkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Skenario (juta Ton CO<sub>2</sub>)

Skenario	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
KS	442	534	612	741	879	1.037	1.222	1.425
OEE	442	490	531	568	565	622	631	606
Penurunan		44	82	174	314	415	592	819
% Penurunan		8%	13%	23%	36%	40%	48%	57%

Mengacu pada *First NDC*, maka dengan skenario OEE, emisi GRK pada tahun 2030 dapat diturunkan sebesar 55% (dari skenario BaU NDC). Besarnya penurunan emisi GRK dalam skenario OEE ini dibandingkan emisi yang dilaporkan dalam *First NDC*, dipengaruhi oleh telah berjalannya seluruh kebijakan yang ditetapkan dalam bentuk regulasi maupun dalam perencanaan, seperti RUEN, perencanaan ketenagalistrikan dalam RUPTL, mandatori pemakaian BBN, serta memaksimalkan pemanfaatan EBT dan penetrasi teknologi-teknologi hemat energi.

Berdasarkan indikator emisi per kapita dan emisi per PDB, maka emisi CO<sub>2</sub> per penduduk (Ton/kapita) akan tumbuh dari 1,71 Ton CO<sub>2</sub>/kapita pada tahun 2016 menjadi 4,25 Ton CO<sub>2</sub>/kapita (Skenario KS), dan 1,8 Ton CO<sub>2</sub>/kapita (Skenario OEE) pada tahun 2050.

Proyeksi emisi GRK menurut indikator per Kapita dan per juta rupiah PDB ditunjukkan pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2 Emisi GRK Menurut Indikator per Kapita dan per Juta Rupiah PDB**

CO <sub>2</sub> Emission per kapita (tons/kap)								
Skenario	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
KS	1,71	1,97	2,15	2,50	2,87	3,29	3,76	4,25
OEE	1,71	1,81	1,86	1,92	1,85	1,97	1,94	1,81
CO <sub>2</sub> Emission per juta rupiah PDB (tons/juta rupiah)								
KS	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
OEE	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01

Dengan asumsi pertumbuhan PDB nasional rata-rata (2015-2050) sebesar 5,63% per tahun, setiap 1 juta rupiah PDB nasional, pemakaian energi akan menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> sebanyak 0,05 Ton pada tahun 2016 dan turun menjadi sekitar 0,02 Ton (Skenario KS), 0,01 Ton (Skenario OEE) pada tahun 2050. Penurunan emisi CO<sub>2</sub>/GDP menunjukkan kecenderungan bahwa energi lebih dimanfaatkan sebagai komoditi produktif dari pada komoditi konsumtif.

## 5.5 Intervensi Teknologi

Pengurangan emisi CO<sub>2</sub> global dan mitigasi perubahan iklim global telah menjadi konsensus negara-negara hampir seluruh dunia. Teknologi untuk menurunkan emisi gas rumah kaca dapat dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu: untuk penurunan emisi di sektor pengguna melalui pemakaian peralatan hemat energi dan penerapan *demand side management*. Penerapan teknologi ini dilakukan dengan menggunakan sistem konversi yang lebih efisien yang mampu menurunkan intensitas energi final. Kategori kedua adalah penurunan emisi gas rumah kaca pada pembangkit, yaitu penggunaan teknologi hemat energi yang mampu menurunkan intensitas energi primer, mengubah bahan bakar dari energi yang mempunyai emisi tinggi menjadi energi yang mempunyai emisi rendah. Contoh teknologi tersebut adalah teknologi *sub-critical* menjadi teknologi *super-critical* bahkan *ultra super-critical* pada PLTU. Selain itu, meningkatkan penggunaan energi terbarukan, seperti PLTA dan PLTP untuk mitigasi gas rumah kaca karena EBT dapat membangkitkan tenaga listrik tanpa melalui pembakaran. PLTA dapat dikatakan bebas dari emisi gas rumah kaca, sedangkan PLTP hanya menghasilkan seperenam dari emisi GRK PLTG. Secara garis besar penetrasi teknologi (teknologi yang dapat diterapkan) guna menurunkan emisi GRK ditunjukkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Penetrasi Teknologi Hemat Energi dan Teknologi Bersih

Sektor	Teknologi	Keterangan
Sektor Industri	<i>Direct Process Heating</i>	Intensitas energi turun 4% per tahun
	<i>Indirect Process Heating</i>	Intensitas energi turun 4% per tahun
	<i>Proces Cooling</i>	Intensitas energi turun 2% per tahun
	<i>Machine Drive</i>	Intensitas energi turun 2% per tahun
Sektor Transportasi	Mobil Listrik	2,3% (2020) 25% (2050)
	Mobil Hibrid	17,5% (2020) 40% (2050)
	Sepeda Motor Listrik	4% (2025) 43% (2050)
	Bio Solar	25% (2020) 30% (2050)
	Bio Premium	14% (2020) 85% (2050)
	Bio Avtur	50% (2025) 100% (2050)
Sektor Rumah Tangga dan Komersial	Kompor Listrik	0,9% (2015) 20% (2050)
	Kompor DME	0,4% (2020) 9,6% (2050)
	Lampu LED	4,7% (2015) 40% (2050)
	<i>AC_Split Inverter</i>	5% (2015) 60% (2050)
	<i>Refrigerator inverter</i>	10% (2015) 40% (2050)
Pembangkit Listrik	Peralatan Efisien Lain	5,7% (2020) 40% (2050)
	<i>Super critical</i>	34% (2020), 20% (2050)
	<i>Ultra super critical</i>	27% (2030)
	Gas CCGT	100% (2050)
	Panasbumi	7,2 GW (2025) 13,1 GW (2050)
	<i>Hydro Reservoar</i>	5,1 GW (2025) 25,3 GW (2050)
	<i>Hydro RVR</i>	0,6 GW mulai 2025
	<i>Pumped Storage</i>	1 GW mulai 2025
	Biomass	0,24 GW (2020) 23,5 GW (2050)
	<i>Municipal Waste</i>	2,6 GW mulai 2020
	Solar PV	0,6 GW (2025) 81 GW (2050)
	<i>Wind</i>	0,4 GW (2020) 0,6 (2050)
	Biogas	1 MW mulai 2020



## 5.6 Kebijakan yang Diperlukan

Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan EBT, namun belum dikembangkan secara optimal. Capaian bauran saat ini baru 7,7%, sedangkan pada 2025 KEN menargetkan bauran EBT sebesar 23%, sehingga 16% kekurangannya harus dikejar dalam 8 tahun. Berbagai perbaikan perlu terus dilakukan termasuk pemberian insentif serta penyediaan fasilitas pembiayaan yang bunga rendah serta pemanfaatan dana-dana perubahan iklim untuk mendukung investasi energi terbarukan.

Penyederhaan perijinan merupakan salah satu faktor penting di dalam meningkatkan iklim investasi EBT. Penyederhaan perijinan ini perlu dilakukan oleh seluruh pihak terkait, tidak hanya Kementerian ESDM. Penerapan PTSP (Pelayanan Terpadu Satu Pintu) di Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM) diharapkan bisa diterapkan secara terintegrasi dengan pemerintah daerah sehingga akan sangat membantu percepatan proses bisnis pengembangan EBT.

Saat ini komponen-komponen yang digunakan oleh industri energi sebagian besar diimpor. Guna mendorong kemandirian energi dan penguasaan teknologi, perlu adanya kebijakan yang mendorong penguatan dan proteksi yang memihak industri dalam negeri, serta peningkatan kemampuan sumberdaya manusia di bidang EBT.

Mengingat bahwa peran pemerintah daerah akan semakin besar pada tahun-tahun mendatang maka peningkatan kapasitas pemerintah daerah dan perusahaan-perusahaan daerah dalam pengelolaan energi khususnya EBT perlu terus dilakukan.





**BAB VI**  
TOPIK KHUSUS  
PENETRASI PLTS  
STUDI KASUS  
PLTS KUPANG DAN  
GORONTALO

OUTLOOK  
Energi Indonesia 2017





# TOPIK KHUSUS PENETRASI PLTS STUDI KASUS PLTS KUPANG DAN GORONTALO

## 6.1 Potensi dan Perkembangan Energi Surya di Indonesia

Sebagai negara tropis dengan kondisi sinar matahari yang terus bersinar sepanjang tahun di berbagai wilayah, menjadikan Indonesia memiliki potensi besar bagi pengembangan PLTS. Potensi energi surya di Indonesia rata-rata tercatat sebesar 4,8 kWh/m<sup>2</sup> atau setara 112.999 GWh, dengan klasifikasi untuk Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan variasi bulanan sekitar 10%; dan di Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%.

Meskipun memiliki potensi besar, namun yang baru dimanfaatkan hingga saat ini baru sekitar 16 MWp (0,03% dari potensi) dengan total produksi sebesar 21,09 GWh. Sebagian besar pemanfaatannya untuk melistriki daerah pedesaan dengan skala kecil yakni menggunakan *Solar Home System* (SHS), dengan kapasitas berkisar antara 150-300 Wp. Sedangkan untuk PLTS skala besar, jumlahnya masih sangat sedikit. PLTS kapasitas besar 1 MW ke atas yang ada saat ini terbesar di Indonesia, yakni di Oelpuah, Kupang NTT 5 MW, di Gorontalo 2 MW, dan di Karangasem serta Bangli (Bali) masing-masing kapasitasnya 1 MW. Potensi PLTS di tunjukkan pada Gambar Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Potensi PLTS di Indonesia

PROVINSI	Intensitas Radiasi Matahari (kWh/m <sup>2</sup> /hari)					Potensi Teoritis (MW)	Potensi Teknis (MW)
	< 4,21	4,21-4,40	4,41-4,60	4,61-4,80	4,81-500		
Bali	2.180	1.707	2.820	3.741	889	11.337	1.701
Bangka Belitung	4.126	16.847	10.634	1.782	-	33.389	5.008
Banten	1.350	1.972	6.584	9.914	129	19.949	2.992
Bengkulu	10.640	6.334	21.330	3.271	-	41.575	6.236
DI Yogyakarta	-	68	873	3.645	2.306	6.892	1.033
DKI Jakarta	-	1	285	1.149	88	1.523	228
Gorontalo	11.112	4.937	2.219	882	-	19.150	2.872
Papua Barat	78.030	46.462	41.440	19.502	458	185.892	27.884
Jambi	18.347	32.307	40.030	7.339	-	98.023	14.703
Jawa Barat	22.360	11.200	10.184	19.584	6.561	69.889	10.483
Jawa Tengah	11.205	13.176	18.638	18.872	6.651	68.542	10.281
Jawa Timur	20.142	16.127	22.791	27.720	3.781	90.831	13.625
Kalimantan Barat	60.215	165.539	54.059	6.839	-	286.652	42.998

PROVINSI	Intensitas Radiasi Matahari (kWh/m <sup>2</sup> /hari)					Potensi Teoritis (MW)	Potensi Teknis (MW)
	< 4,21	4,21-4,40	4,41-4,60	4,61-4,80	4,81-500		
Kalimantan Selatan	5.952	47.982	13.865	6.639	-	74.438	11.165
Kalimantan Tengah	49.026	122.879	111.243	16.943	-	300.091	45.014
Kalimantan Timur	91.504	154.179	94.019	34.077	24	373.803	56.070
Kepulauan Riau	-	2.030	9.153	8.251	-	19.434	2.915
Lampung	8.446	8.148	36.062	15.657	1.354	69.667	10.450
Maluku	23.300	14.467	24.844	26.233	3.959	92.803	13.920
Maluku Utara	16.887	16.239	15.464	16.614	-	65.204	9.780
Aceh	44.894	16.742	38.821	8.815	-	109.272	16.391
NTB	3.128	6.223	11.091	12.170	8.657	41.269	6.190
NTT	5.477	9.291	21.173	32.086	31.747	99.774	14.966
Papua	177.126	228.587	152.793	95.074	1.683	655.263	98.289
Riau	1.145	79.215	105.853	8.170	-	194.383	29.157
Sulawesi Barat	13.125	3.468	6.488	2.880	424	26.385	3.958
Sulawesi Selatan	25.746	11.089	14.833	22.487	11.601	85.756	12.863
Sulawesi Tengah	55.991	21.141	14.564	7.759	446	99.901	14.985
Sulawesi Tenggara	25.517	15.686	14.068	13.240	-	68.511	10.276
Sulawesi Utara	12.984	4.332	3.960	4.674	-	25.950	3.892
Sulawesi Barat	37.744	13.461	23.749	1.288	-	76.242	11.436
Sulawesi Selatan	23.154	38.663	62.683	49.137	-	173.637	26.045
Sumatera Utara	41.644	22.227	54.286	24.782	-	142.939	21.441
<b>TOTAL</b>	<b>902.767</b>	<b>1.152.726</b>	<b>1.060.899</b>	<b>531.216</b>	<b>80.758</b>	<b>3.728.366</b>	<b>559.266</b>

Catatan: Potensi teknis digunakan teknologi PV dengan efisiensi 15%

Potensi tenaga surya Indonesia secara umum berada pada tingkat cukup, sehingga dapat dijadikan sebagai pedoman dalam menyusun perencanaan pembangunan sumber energi PLTS pada masa depan. Berdasarkan peta potensi, intensitas matahari terbesar ditemui di wilayah pesisir utara Banten, pesisir selatan Jawa Barat, wilayah utara Jawa Tengah, Nusa Tenggara dan Papua. Namun secara teknis dan teoritis, wilayah yang mempunyai potensi terbesar ditemukan di wilayah Papua, Kalimantan Timur, Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah, namun secara umum potensi di setiap Provinsi relatif tinggi.

Terlihat bahwa kapasitas terpasang PLTS dalam 4 tahun terakhir telah meningkat 4 kali lipat. Meskipun dalam 3 tahun mengalami peningkatan yang kurang signifikan. Yang menarik menjadi perhatian adalah besarnya peran swasta yang muncul pada tahun 2016, yaitu sebesar 58% yang disumbang oleh PLTS 5 MW yang berada di Kupang. Sementara PLN hanya berkontribusi sebesar 42% (Tabel 6.2).

Tabel 6.2 Kapasitas Terpasang dan Produksi Energi dari PLTS

Tahun	Kap. Terpasang		Produksi (GWh)		
	MW	PLN	IPP & PPU	Total	
2010	0,19	0,50	0,02		0,52
2011	1,16	0,72	0,05		0,77
2012	4,09	2,85	0,16		3,01
2013	9,02	5,48	0,02		5,50
2014	9,02	6,81	0,00		6,81
2015	9,02	5,28	0,00		5,28
2016	16,02	8,78	12,31		21,09

## 6.2 Implementasi Teknologi PLTS

Aplikasi modul surya dalam sistem dapat dikelompokkan menjadi sistem *stand-alone* (berdiri sendiri) atau *off-grid system* dan sistem *grid-connected system (on-grid)* yaitu sistem pembangkit listrik modul surya yang terkoneksi ke sistem jaringan PLN. Sistem *Stand Alone* terdiri dari sejumlah modul PV individual (atau panel) yang biasanya terdiri dari 12 volt dengan *output* daya masing-masing antara 50 dan 100 watt. Modul PV ini kemudian digabungkan menjadi satu untuk menghasilkan *output* daya yang diinginkan. Sistem ini biasanya menghasilkan tenaga listrik untuk mengisi daya baterai pada siang hari untuk digunakan pada malam hari saat energi matahari tidak tersedia. Jika diperlukan sistem ini juga dapat digabung dengan energi listrik dari sumber daya selain modul surya, misalnya dari perangkat generator listrik (bbm), tenaga angin dan baterai, sistem ini disebut sistem *hybrid*. Sistem PV *Stand Alone* ideal untuk daerah pedesaan terpencil dan cocok diaplikasikan di daerah dimana sumber daya lainnya tidak tersedia untuk memberi tenaga bagi penerangan, peralatan dan kegunaan lainnya.

Teknologi PV surya yang paling maju adalah silikon kristal (c-Si) berbasis *wafer*. Teknologi c-Si memasuki pasar lebih dari 50 tahun yang lalu dan terus mencatat pangsa pasar terbesar (sekitar 93,5%). Sementara teknologi PV non-silikon, seperti CIGS (*copper indium gallium (di) selenide*) dan CdTe (*kadmium telluride*), yang bersama-sama menduduki pangsa 6,5%. Sejak saat itu, produsen telah mengurangi biaya dan meningkatkan kandungan secara signifikan.

Harga panel surya sering dinyatakan dalam harga per watt (\$/Watt). Harga panel surya 10 termurah ditunjukkan pada Tabel 6.3 berikut ini.

Tabel 6.3 Harga Panel Surya Termurah di Pasaran

No	Model	Daya	Harga	Harga per Watt
1	TP660P-235	235W	\$183,30	\$0,75
2	CS6P-235PX	235W	\$190,35	\$0,81
3	E156P/60-230W	230W	\$204,70	\$0,89
4	E156P/60-240BB	240W	\$213,60	\$0,89
5	E156P/72-280W	280W	\$249,20	\$0,89
6	TP660PB-240	240W	\$220,80	\$0,92
7	TP660PB-245	245W	\$225,40	\$0,92
8	MPV285	285W	\$262,20	\$0,92
9	JKM-235P	235W	\$230,30	\$0,98
10	ECO230S156P-60	230W	\$227,70	\$0,99

Harga-harga tersebut di atas didasarkan pada pembelian minimum 25 modul dan ditambah 10-20% bila dijual atas dasar per panel.

Efisiensi panel surya tergantung pada jenis selnya. Tabel 6.4 menunjukkan beberapa contoh efisiensi sel surya.

Tabel 6.4 Efisiensi Panel Surya

Model	Tipe Sel	Efisiensi (%)
X21-345	Mono	21,5
X21-335-BLK	Mono	21,1
KSIR-343J-WHT-D	Mono	21,0
KSIR-343NJ-WHT-D	Mono	21,0
KSIR-445J-WHT-D	Mono	20,6
KSIR-445NJ-WHT-D	Mono	20,6
VBHB195DA03	Mono	20,5
PS320PB-24/T	Poly	16,5
TKSG-29001	Poly	16,4
TS-M419JA1	Poly	16,4
TS-M420JA1	Poly	16,4
TSM-265PA05A	Poly	16,4

### 6.3 Prospek PLTS

Secara global dalam lima tahun terakhir, kapasitas terpasang PV mengalami kenaikan dua kali lipat setiap dua setengah tahun. Pada akhir 2016, kapasitas PV kumulatif meningkat lebih dari 75 GW dan mencapai setidaknya 303 GW atau meningkat sebesar 33% dibanding tahun 2016. Angka tersebut memberi kontribusi pasokan sebesar 1,8% dari total konsumsi listrik dunia. Lima negara pemasok utama energi surya pada 2016 adalah China (78 GW), Jepang (42,8 GW), Jerman (41,2 GW) Amerika Serikat (40,3 GW) dan Italia (19,3 GW). Bahkan

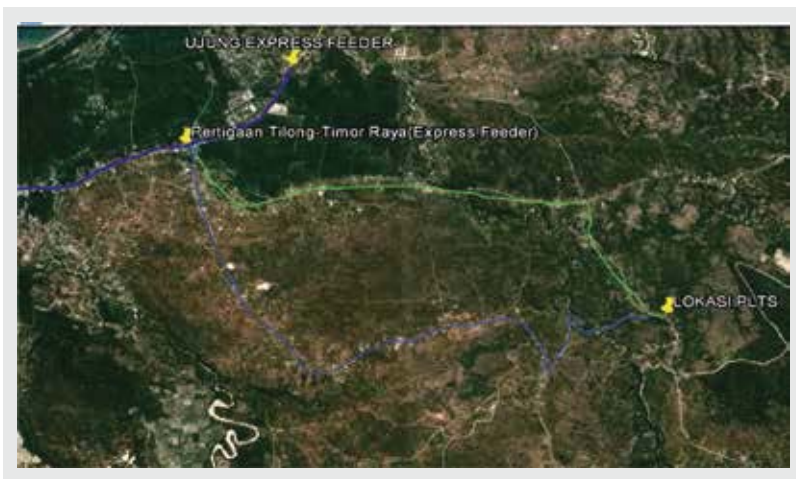


di beberapa negara, seperti di Honduras saat ini mempunyai pasokan PLTS sebesar 12,5% tenaga listrik nasional. Italia, Jerman dan Yunani dapat menghasilkan antara 7% - 8% dari konsumsi listrik domestik.

IEA (*International Energy Agency*) memperkirakan PLTS akan menjadi pembangkit listrik utama di masa depan. Kapasitas terpasang di seluruh dunia diproyeksikan naik menjadi 2-3 kali lipat mencapai lebih dari 500 GW (antara tahun 2016 dan 2020). Pada tahun 2050, tenaga surya diproyeksikan menjadi sumber listrik terbesar di dunia, dengan solar PV dan tenaga surya terkonsentrasi masing-masing menyumbang 16% dan 11%. Ketersediaannya yang melimpah, sifatnya yang ramah lingkungan, rendahnya risiko dalam penggunaannya telah membuat sumber energi surya menjadi pilihan yang menarik bahkan di antara sumber energi terbarukan lainnya.

#### 6.4 PLTS Kupang

PT LEN Industri ditetapkan sebagai pemenang tender PLTS 5 MWp Kupang pada bulan Januari 2014. Kemudian dilanjutkan dengan persetujuan pembelian listrik oleh PT PLN (Persero) pada bulan Januari 2015 dengan harga US \$0,25/kWh untuk jangka waktu 20 tahun, dan COD pada 1 Maret 2016. PLTS ini berlokasi di Desa Delpuah Kupang dengan luas area 7,5 hektar, dengan intensitas penyinaran 6,38, dan terendah 5,52 (kWh/m<sup>2</sup>/hari). Posisi koneksi ke sistem grid ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Sumber : PT LEN Industri (Persero)

Gambar 6.1 Posisi Koneksi ke Sistem *Grid* PLN

Modul PV diproduksi oleh PT LEN Industri dengan jumlah modul sebanyak 22.008 modul PV yang tersusun seri 24 modul dan paralel 917 rangkaian dengan nominal daya 230 Wp per unit dari jenis polikristalin. Jumlah inverter 250 unit dan jenis inverter string inverter. Susunan rangkaian modul PV dapat dilihat pada Tabel 6.5

**Tabel 6.5 Konfigurasi Modul PV PLTS Kupang**

Modul PV	
Orientasi Azimut/Kemiringan	10°/0°
Jumlah Modul PV	22,008
Jumlah Seri	24 <i>modules</i>
Jumlah Paralel	917 <i>strings</i>
Daya Nominal per unit	230 Wp
Tipe	Polycrystalline
Inverter	
Jumlah <i>Inverter</i>	250
Daya Nominal per unit	20.00 kW
Tipe	<i>String Inverter</i>

Sumber : PT LEN Industri (Persero)

Produksi listrik dari PLTS diasumsikan akan menurun karena kemampuan alat seiring dengan berjalannya waktu. Proyeksi produksi listrik PLTS Kupang selama kurun waktu 20 tahun ke depan ditunjukkan pada Tabel 6.6 berikut ini:

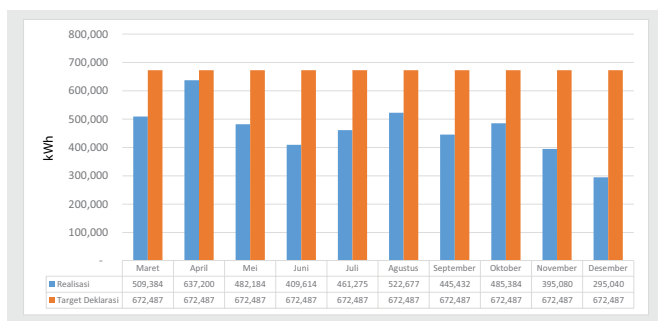
**Tabel 6.6 Proyeksi Produksi Listrik PLTS Kupang Selama Kurun Waktu 20 Tahun**

Tahun ke-	Pembangkitan pada Kapasitas Terpasang	
	MWh	Faktor Kapasitas
1	8.069.852	18,4%
2	8.029.503	18,3%
3	7.989.355	18,2%
4	7.949.409	18,2%
5	7.909.662	18,1%
6	7.870.113	18,0%
7	7.830.763	17,9%
8	7.791.609	17,8%
9	7.752.651	17,7%
10	7.713.888	17,6%
11	7.675.318	17,5%
12	7.636.942	17,4%
13	7.598.757	17,3%
14	7.560.763	17,3%
15	7.522.959	17,2%
16	7.485.345	17,1%
17	7.447.918	17,0%
18	7.410.678	16,9%
19	7.373.625	16,8%
20	7.336.757	16,8%

Sumber : PLTS 5 MW Kupang

Pada kondisi normal, kapasitas PLTS Kupang kurang dari 10% kapasitas sistem. Akan tetapi saat pembangkit besar mengalami gangguan, kapasitas PLTS lebih dari 10% kapasitas sistem. Kondisi *Underfrequency relay settingnya* di atas *grid code* (49,5 Hz), *Supervisory*

Control and Data Acquisition (SCADA) dan *dispatching system* belum sempurna. Akibatnya selama setahun pertama, PLTS Kupang tidak bisa bekerja maksimum. Target dan realisasi produksi listrik PLTS 5 MWp Kupang tahun 2016 ditunjukkan pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Target dan Realisasi Produksi Energi 2016

Produksi listrik yang dihasilkan dari PLTS Kupang sangat tergantung pada cuaca dan posisi matahari pada garis lintang. Profil PLTS 5 MWp Kupang pada tahun 2016 ditunjukkan pada Tabel 6.7 di bawah ini.

Tabel 6.7 Profil PLTS 5 MWp Kupang Tahun 2016

Bulan	Deklarasi Produksi (kWh)	kWh Meter PLTS (kWh)			kWh Meter PLN (kWh)			Losses*)	Jadwal Pemeliharaan Terencana	Kinerja Pembangkit
		Delivered	Received	Total	Export	Import	Total			
Januari	-	-	-	-	-	-	-	-		
Februari	-	-	-	-	-	-	-	-		
Maret	672.487,67	520.897	5.791	515.106	511.624	2.240	509.384	1,11%		Pembatasan, Cuaca: Hujan, Awan
April	672.487,67	650.830	5.910	644.921	641.256	4.056	637.200	1,20%		Pembatasan, Cuaca: Hujan, Awan
Mei	672.487,67	486.650	1.428	485.222	483.936	1.752	482.184	0,63%		Pembatasan, Cuaca: Hujan, Awan
Juni	672.487,67	417.768	1.428	416.340	415.134	5.520	409.614	1,62%	Tanggal 15	Pembatasan, Cuaca: Mendung, Awan
Juli	672.487,67	470.354	4.297	466.057	465.835	4.560	461.275	1,03%		Pembatasan, Cuaca: Mendung, Awan
Agustus	672.487,67	530.439	4.315	526.124	527.237	4.560	522.677	0,66%		Pembatasan, Cuaca: Mendung, Awan
September	672.487,67	462.063	7.758	454.306	449.368	3.936	445.432	1,95%		Pembatasan, Cuaca: Mendung, Awan
Oktober	672.487,67	489.994	3.975	486.019	489.400	4.016	485.384	0,13%		Pembatasan, Cuaca: Mendung, Awan
November	672.487,67	406.640	3.846	402.794	399.080	4.000	395.080	1,92%		Pembatasan, Cuaca: Mendung, Awan
Desember	672.487,67	281.490	1.089	280.401	296.504	1.464	295.040	-5,22%**)		Pembatasan, Cuaca: Mendung, Awan
<b>TOTAL</b>	<b>6.724.878</b>			<b>4.677.288</b>			<b>4.643.270</b>			

Sumber : PT Brantas Energi

\*) Jarak antara kWh meter PLTS dan kWh meter PLN adalah 6,5 km

\*\*) Losses juga dapat disebabkan oleh kualitas pembangkit dan fluktuasi tegangan pada interkoneksi dengan Pembangkit lain

\*\*) Selisih pembacaan -5,22%, karena Tegangan 220 V Rumah monitoring tidak stabil dan sering blackout, sehingga energi tersalurkan tidak tercatat di kWh meter PLTS

## 6.5 PLTS Gorontalo

PLTS Gorontalo secara Administrasi terletak pada Desa Motihelumo, Kecamatan Sumalata Timur, Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo. PLTS 2 MWp Gorontalo dibangun selama 8 bulan dan dilakukan *commercial of date* (COD) pada tanggal 19 Februari 2016. Data kapasitas secara rinci dapat dilihat pada Tabel 6.8.

Tabel 6.8 Data Kapasitas PLTS 2 MWp Gorontalo

No.	Komponen	Jumlah
1	Inverter 30 kWp 68 x 30.000 W	68 unit 2.040.000 W
1 inverter 30 kWp dilayani 2 Meja PV Modul 1 Meja PV Modul = 21 x 3 = 63 unit PV modul = 15.120 W Jumlah PV Modul = 68 inv. x 2 Meja x x 21 x3 = 8.568 unit PV modul		
2	Pv modul 240 Wp 8.568 x 24 Wp	8.568 unit 2.056.320 Wp
3	Transformer 1.250 kVA 2 x 1.250.000 VA	2 unit 2.500.000 VA

Sumber : PT Brantas Energi

Realisasi produksi listrik PLTS 2 MWp Gorontalo (1 Maret 2016 s.d. 28 Februari 2017) sebesar 2.866.330 kWh. Kapasitas produksi terpasang dengan asumsi beroperasi 24 jam sehari adalah 17.520.000 kWh. Hasil perhitungan diperoleh nilai faktor kapasitas sebesar 16,36%. Data produksi PLTS 2 MWp Gorontalo di tunjukkan pada Tabel 6.9.

Tabel 6.9 Data Produksi PLTS 2 MWp Gorontalo

Bulan	Produksi Energi (kWh)
Mar-2016	265.840
April-2016	276.600
Mei-2016	234.760
Juni-2016	228.960
Juli-2016	241.560
Agustus-2016	291.280
September-2016	246.120
Oktober 2016	247.080
November-2016	227.600
Desember-2016	209.920
Januari-2017	211.440
Februari-2017	185.160
<b>Total</b>	<b>2.866.320</b>

Sumber : PT Brantas Energi

### Capacity Factor (CF)

Realisasi Produksi (1 Maret 2016 s.d. 28 Februari 2017) = 2.866.330 kWh  
Kapasitas Terpasang = 2.000 kW x 24 jam x 365 hari = 17.520.000 kWh

$$CF = \frac{\text{Kapasitas Produksi (1 tahun)}}{\text{Kapasitas Terpasang (1 tahun)}}$$

Realisasi Faktor Kapasitas = 16.36%

Permasalahan teknis PLTS Gorontalo adalah masih sering terjadi pemadaman di jaringan listrik PLN karena pemeliharaan jaringan (penyebab 70% padamnya listrik), bencana alam (longsor dan pohon tumbang) penyebab 30% padam listrik. Di tahun pertama terjadi 276 (236+40) jam pemadaman setara dengan 180.617,42 kWh atau senilai Rp. 547.162.426,26; Selain itu juga karena tegangan Jaringan Tegangan Menengah (JTM) PLN kurang dari 15 kV terjadi 4 kali dalam setahun (2 jam).

**Tabel 6.10 Biaya Investasi PLTS 2 MWp Gorontalo**

No.	Uraian
1	<b>Direct Cost</b>
	Modul
	Inverter
	Balanced of System
	Civil
2	<b>Indirect Cost</b>

Sumber : PT Brantas Energi

## 6.6 Kendala Penetrasi PLTS ke dalam Sistem *Grid* PLN

PLTS mempunyai sifat khusus dibandingkan pembangkit lainnya yaitu pertama, sifat *Intermittent* yang ditandai oleh frekuensi dan tegangan selalu berubah serta besar frekuensi sistem sesuai kondisi radiasi matahari. Dengan demikian, besarnya daya *output* PLTS tergantung radiasi matahari dan frekuensi sistem tergantung dari daya *output* PLTS. Sifat PLTS yang kedua adalah *non-dispatchable* artinya besarnya daya mampu tidak dapat diatur dan direncanakan sehingga kapasitas terpasang tidak dapat menjadi patokan.

PLTS skala besar biasanya akan diintegrasikan ke *system grid*, namun penetrasi PLTS masih tergantung oleh *spinning reserve* dari sistem sehingga secara umum maksimal kapasitas PLTS sebesar 10%-20% kapasitas sistem (kapasitas daya pada kondisi minimum). Selain itu, semua pembangkit perlu dilengkapi dengan *load sharing control* untuk mencegah batasan penetrasi tidak turun kurang dari 10%. Penetrasi juga dipengaruhi oleh *short-circuit level* tempat pembangkit akan tersambung, dimana tingkat penetrasi akan lebih tinggi jika pemasangan PLTS menyebar ke seluruh sistem. Kemudian jika terkonsentrasi, kemampuan saluran transmisi dan distribusi akan membatasi tingkat penetrasi.

Kendala penetrasi PLTS skala besar ke sistem *grid* antara lain adalah *Weak grid*, khususnya di luar Jawa, karena dibangun oleh pembangkit kecil (hampir semua berupa genset) dan sistem *dispatching* yang dioperasikan secara manual, sehingga rentan terhadap perubahan frekuensi dan tegangan yang mendadak. Disamping itu, mayoritas pembangkit tidak dimiliki oleh PLN, sehingga terdapat kecenderungan pembangkit mengamankan diri masing-masing saat terjadi gangguan.

## 6.7 Usulan Rekomendasi Kebijakan

Untuk mengurangi potensi permasalahan dan kendala pembangun PLTS, maka sebelum membangun beberapa faktor kunci yang harus diperhatikan adalah status kepemilikan lahan, kondisi *grid*, *Master Plan*, RTRW Kabupaten/Kota serta koordinasi yang baik dengan pemimpin wilayah setempat (Kepala desa, Tokoh masyarakat, tokoh pemuda).

Berdasarkan hasil diskusi kelompok dengan pemangku kepentingan diperoleh beberapa masukan yang dapat dijadikan sebagai usulan rekomendasi kebijakan antara lain:

- » Memperbaiki aturan mengenai:
  1. kewajiban untuk menyediakan data sistem untuk keperluan studi interkoneksi.
  2. kewajiban bagi semua pembangkit untuk berpartisipasi dalam perbaikan kualitas sistem.
  3. kewajiban untuk menanggung biaya perbaikan sistem supaya penetrasi PLTS bisa meningkat.
- » Biaya paralel agar tidak diterapkan pada PLTS, terutama jika tidak melakukan pengiriman daya ke jaringan PLN. Walaupun tidak mengirim energi ke jaringan PLN, pemilik PLTS tetap dibebani biaya paralel. Pemilik PLTS juga dibebani biaya energi minimum (sebagai pengganti abonemen, PLN menerapkan biaya energi minimum).
- » Perlu dibuat aturan mengenai biaya *upgrade grid* yang timbul akibat penetrasi PLTS ke dalam *system grid*.

# DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik, (2016). *Statistik Indonesia 2016*, Jakarta.

Direktorat Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, (2016). *Statistik EBTKE 2016*, Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

International Energy Agency (IEA), (2016). *World Energy Outlook 2016*, OECD/IEA, Paris.

International Energy Agency (IEA), (2015). *South East Asia Energy Outlook 2015*, OECD/IEA, Paris.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, (2014). *Peta Jalan Kebijakan Gas Bumi Nasional 2014-2030 (Neraca Gas)*, Jakarta.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, (2015). *Rencana Strategis Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral 2015-2019*, Jakarta.

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/ Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, (2015). *Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 2 Tahun 2015 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2015-2019*, Jakarta: Sekretariat Kabinet.

PT PLN (Persero), (2017). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2017-2026*, Jakarta.

Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM KESDM, (2017). *Handbook Energy and Economic Statistic Of Indonesia 2017*, Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Ravn et al., (2001). *Balmorel: a model for analyses of the electricity and CHP markets in the Baltic Sea region*. The Balmorel Project, ISBN 87-986969-3-9.

Republik Indonesia, (2014). *Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional*, Jakarta: Sekretariat Negara.

Republik Indonesia, (2016). *Perpres Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional*, Jakarta: Sekretariat Negara.

<http://surabaya.bisnis.com/read/20170821/11/97949/produksi-minyak-banyu-urip-exxonmobil-sentuh-titik-tertinggi->

# DEFINISI

**Biodiesel (B100/Murni)** adalah produk *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) atau *Mono Alkyl Ester* yang dihasilkan dari bahan baku hayati dan biomassa lainnya yang diproses secara estrefikasi.

**Bioetanol (E100/Murni)** adalah produk etanol yang dihasilkan dari bahan baku hayati dan biomassa lainnya yang diproses secara bioteknologi.

**BOE (*Barrel Oil Equivalent*)** adalah satuan energi dengan nilai kalor disetarakan dengan satu barel minyak bumi. Berdasarkan standar konversi IEA, 1 BOE setara dengan 0,14 TOE (lihat definisi TOE).

**BOPD (*Barrel Oil per Day*)** adalah satuan kapasitas kilang minyak, dimana menggambarkan kemampuan produksi kilang dalam 1 hari.

**Btu (*British Thermal Unit*)** adalah satuan jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur 1 lb (1 *pound*) air sebesar 1°F (*Fahrenheit*) pada tekanan 14,7 psi (*pound per square inch*). (konversi ke MMSFC dan TOE lihat masing-masing definisi).

**Cadangan Energi** adalah sumber daya energi yang sudah diketahui lokasi, jumlah, dan mutunya.

**Cadangan Terbukti** adalah minyak, gas bumi dan batubara yang diperkirakan dapat diproduksi dari suatu reservoir yang ukurannya sudah ditentukan dan meyakinkan.

**Cadangan Potensial** adalah minyak dan gas bumi yang diperkirakan terdapat dalam suatu reservoir.

**Elastisitas Energi** adalah perbandingan antara laju pertumbuhan kebutuhan energi terhadap laju pertumbuhan ekonomi.

**Energi** adalah kemampuan untuk melakukan kerja yang dapat berupa panas, cahaya, mekanika, kimia, dan elektromagnetika.

**Energi Baru** adalah energi yang berasal dari sumber energi baru.

**Energi Terbarukan** adalah energi yang berasal dari sumber energi terbarukan.

**Energi Final** adalah energi yang langsung dapat dikonsumsi oleh pengguna akhir.

**Energi Primer** adalah energi yang diberikan oleh alam dan belum mengalami proses pengolahan lebih lanjut.

**Gas** adalah golongan energi yang meliputi gas bumi, produk hasil kilang gas (LPG, LNG) serta gas *unconventional* (CBM).



**Gas Bumi (*Natural Gas*)** adalah semua jenis hidrokarbon berupa gas yang dihasilkan dari sumur; mencakup gas tambang basah, gas kering, gas pipa selubung, gas residu setelah ekstraksi hidrokarbon cair dan gas basah, dan gas non hidrokarbon yang tercampur di dalamnya secara alamiah.

**Intensitas Energi** adalah jumlah total konsumsi energi per unit produk domestik bruto.

**Minyak** adalah golongan energi yang meliputi minyak bumi, kondensat, *natural gas liquid* (NGL), dan energi turunan dari minyak bumi (*refinery gas, ethane, aviation gasoline, motor gasoline, jet fuels, kerosene*, minyak diesel, minyak bakar, *naphta*, pelumas dan produk kilang lainnya).

**Minyak Bumi** adalah campuran berbagai hidrokarbon yang terdapat dalam fase cair dalam reservoir di bawah permukaan tanah dan yang tetap cair pada tekanan atmosfer setelah melalui fasilitas pemisah di atas permukaan.

**MMSFC** adalah sejumlah gas yang diperlukan untuk mengisi ruangan 1 (satu) juta kaki kubik, dengan tekanan sebesar 14,73 psi pada temperatur 60° F (*Fahrenheit*) dalam kondisi kering.

**1 MMSCF** setara dengan 1.000 Mmbtu.

**Rasio Elektrifikasi** adalah perbandingan jumlah rumah tangga berlistrik dengan jumlah rumah tangga total.

**RON (*Research Octane Number*)** adalah angka yang ditentukan dengan mesin pengujian CFR F1 pada kecepatan 600 putaran per menit; pedoman mutu anti ketuk bensin pada kondisi kecepatan rendah atau beban ringan.

**Skenario Kebijakan Saat Ini (KS)**, adalah skenario perkiraan permintaan dan pasokan energi dengan asumsi dasar pertumbuhan PDB realistis rata-rata 5,6% per tahun, target bauran energi KEN, RUPTL, RUEN, RIPIN, dan target pengurangan emisi sesuai dengan NDC.

**Skenario Optimalisasi EBT dan Efisiensi Energi (OEE)**, adalah skenario perkiraan permintaan dan pasokan energi dengan asumsi dasar pertumbuhan PDB realistis rata-rata 5,6% per tahun, kandungan biofuel lebih tinggi daripada *roadmap* biofuel nasional, kemudian kendaraan listrik di sektor transportasi lebih tinggi dari RUEN, efisiensi di industri lebih tinggi, serta lebih memprioritaskan implementasi teknologi baru pada pembangkit listrik seperti *super* dan *ultra-critical* pada PLTU, *pump storage*, baterai, serta teknologi pengolahan sampah menjadi energi.

**TOE (*Tonne Oil Equivalent*)** adalah satuan energi dengan nilai kalor disetarakan dengan satu ton minyak bumi. Berdasarkan standar konversi IEA, 1 TOE setara dengan 11,63 MWh tenaga listrik, 1,43 ton batubara, 39,68 MBtu gas bumi atau 10.000 MCal.

**Transformasi** adalah proses perubahan energi dari satu bentuk energi primer ke bentuk energi final. Proses transformasi dapat terjadi melalui proses kilang, pembangkit tenaga listrik, gasifikasi dan likuifaksi.

# LAMPIRAN

No	Hasil Analisis	Skenario KS						
		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1	Permintaan energi final nasional (Juta TOE)	154	183	225	271	320	376	433
2	Permintaan energi final minyak (Juta TOE)	69	73	87	102	117	134	151
3	Permintaan energi final gas (Juta TOE)	33	42	49	58	67	76	84
4	Permintaan energi final batubara (Juta TOE)	18	20	25	29	33	36	38
5	Permintaan energi final EBT (Juta TOE)	5	6	9	12	14	16	20
6	Permintaan energi final listrik (TOE)	27	39	52	69	88	111	139
7	Permintaan energi final sektor industri (Juta TOE)	53	65	79	95	111	127	140
8	Permintaan energi final sektor transportasi (Juta TOE)	51	55	57	80	96	113	133
9	Permintaan energi final sektor rumah tangga (Juta TOE)	24	33	41	49	58	67	77
10	Permintaan energi final sektor komersial (Juta TOE)	7	8	12	15	21	28	37
11	Permintaan energi final sektor lainnya (Juta TOE)	3	3	4	4	5	5	6
12	Penyediaan energi primer (tanpa biomasa) (Juta TOE)	213	283	346	419	504	602	708
13	Penyediaan energi primer minyak bumi (Juta TOE)	68	70	81	94	108	123	138
14	Penyediaan energi primer gas (Juta TOE)	51	64	80	97	117	140	165
15	Penyediaan energi primer batubara (Juta TOE)	67	82	100	118	139	162	183
16	Penyediaan energi primer EBT (Juta TOE)	26	67	84	110	140	177	222
17	Penyediaan energi primer per kapita (TOE/Kapita)	0,79	0,99	1,17	1,37	1,60	1,85	2,11
18	Emisi gas rumah kaca (GRK) (Ton CO2/Kapita)	1,97	2,15	2,50	2,87	3,29	3,76	4,25
19	Kapasitas pembangkit tenaga listrik (GW)	71	98	148	196	258	343	402
20	Produksi tenaga listrik (TWh)	337	500	666	873	1.121	1.429	1.795

No	Hasil Analisis	Skenario OEE						
		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1	Permintaan energi final nasional (Juta TOE)	151	171	198	224	247	268	280
2	Permintaan energi final minyak (Juta TOE)	68	66	73	79	83	86	86
3	Permintaan energi final gas (Juta TOE)	33	41	47	53	59	64	65
4	Permintaan energi final batubara (Juta TOE)	15	12	14	16	18	19	18
5	Permintaan energi final EBT (Juta TOE)	10	17	20	23	25	26	26
6	Permintaan energi final listrik (TOE)	26	36	44	53	63	74	84
7	Permintaan energi final sektor industri (Juta TOE)	52	63	75	86	97	104	106
8	Permintaan energi final sektor transportasi (Juta TOE)	50	48	54	59	64	68	72
9	Permintaan energi final sektor rumah tangga (Juta TOE)	23	31	35	38	41	45	48
10	Permintaan energi final sektor komersial (Juta TOE)	6	8	10	13	16	19	23
11	Permintaan energi final sektor lainnya (Juta TOE)	3	3	3	3	3	3	3
12	Penyediaan energi primer (tanpa biomasa) (Juta TOE)	210	261	312	362	407	457	495
13	Penyediaan energi primer minyak bumi (Juta TOE)	67	64	68	71	72	71	69
14	Penyediaan energi primer gas (Juta TOE)	53	65	73	80	83	84	80
15	Penyediaan energi primer batubara (Juta TOE)	57	68	75	75	94	102	107
16	Penyediaan energi primer EBT (Juta TOE)	33	63	95	137	159	198	239
17	Penyediaan energi primer per kapita (TOE/Kapita)	0,78	0,91	1,05	1,19	1,29	1,40	1,48
18	Emisi gas rumah kaca (GRK) (Ton CO <sub>2</sub> /Kapita)	1,81	1,86	1,92	1,85	1,97	1,94	1,81
19	Kapasitas pembangkit tenaga listrik (GW)	72	99	132	189	223	258	285
20	Produksi tenaga listrik (TWh)	335	467	575	691	816	952	1.092



**PLTS Gorontalo**



PLTS Kupang







ISSN 2527-3000



**DEWAN ENERGI NASIONAL**  
Sekretariat Jenderal

Jl. Jenderal Gatot Subroto Kav. 49 Lt. IV  
Jakarta selatan 12950 Indonesia  
Telp: +62 21 5292 1621  
Fax: +62 21 5292 0190  
sekretariat@den.go.id  
www.den.go.id