

ISBN 978-602-1328-04-0



OUTLOOK ENERGI INDONESIA 2015

INDONESIA ENERGY OUTLOOK 2015

Pengembangan Energi untuk Mendukung
Pembangunan Berkelanjutan

Energy Development in Supporting Sustainable Development



PUSAT TEKNOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ENERGI
CENTER FOR ENERGY RESOURCES DEVELOPMENT TECHNOLOGY

BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI
AGENCY FOR THE ASSESSMENT AND APPLICATION OF TECHNOLOGY

ISBN 978-602-1328-04-0

OUTLOOK ENERGI INDONESIA 2015

INDONESIA ENERGY OUTLOOK 2015

Pengembangan Energi untuk Mendukung
Pembangunan Berkelanjutan

Energy Development in Supporting Sustainable Development

Editor:

Agus Sugiyono

Anindhita

M. Sidik Boedoyo

Adiarso

**This publication is available on the WEB at:
www.bppt.go.id**

**PUSAT TEKNOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ENERGI
*CENTER FOR ENERGY RESOURCES DEVELOPMENT TECHNOLOGY***

**BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI
*AGENCY FOR THE ASSESSMENT AND APPLICATION OF TECHNOLOGY***

OUTLOOK ENERGI INDONESIA 2015

INDONESIA ENERGY OUTLOOK 2015

Pengembangan Energi dalam Mendukung Pembangunan Berkelanjutan
Energy Development in Supporting Sustainable Development

ISBN 978-602-1328-04-0

© Hak cipta dilindungi oleh undang-undang / © All rights reserved
Boleh dikutip dengan menyebut sumbernya / May be cited with crediting the source

Diterbitkan oleh / *Published by*
Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Energi (PTPSE)
Center for Energy Resources Development Technology
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
Agency for the Assessment and Application of Technology
Gedung BPPT II, Lantai 11
BPPT Building II, 11th floor
Jl. M.H. Thamrin 8, Jakarta 10340

Telp. : (021) 7579-1357
Fax : (021) 7579-1357
email : agus.sugiyono@bppt.go.id

Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan (KDT)
Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Outlook energi indonesia 2015 : pengembangan energi untuk mendukung pembangunan berkelanjutan = Indonesia energy outlook 2015 : energy development in supporting sustainable development / tim penyusun, M. Sidik Boedoyo ... [et al.] ; editor, Agus Sugiyono ... [et al.]. -- Jakarta : Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi BPPT, 2015.
103 hlm. ; 29 cm.

Bibliografi : hlm.
ISBN 978-602-1328-04-0

1. Politik energi. 2. Teknologi energi. I. Sidik Boedoyo, M.
II. Agus Sugiyono.

354.4

SAMBUTAN

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, saya menyambut gembira Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dapat menerbitkan buku Outlook Energi Indonesia (OEI) 2015 ini. BPPT secara berkala telah dan akan menerbitkan buku OEI dan BPPT-OEI 2015 ini merupakan terbitan yang ketujuh. Secara umum buku OEI membahas tentang permasalahan energi saat ini serta memberi gambaran kebutuhan dan pasokan energi di masa mendatang untuk kurun waktu tertentu. Berbagai aspek dalam pengembangan energi nasional yang merupakan isu-isu penting dipertimbangkan dan dikupas secara khusus dalam buku BPPT-OEI.

BPPT-OEI 2015 membahas antara lain proyeksi energi dalam kurun waktu 2015 sampai 2050, dengan mengangkat topik bahasan "Pengembangan Energi untuk Mendukung Pembangunan yang Berkelanjutan". Penyusunan buku ini juga mempertimbangkan keterkaitan antara sektor energi dengan pembangunan ekonomi, kebijakan serta teknologi yang prospektif untuk dikembangkan di masa mendatang.

Mudah-mudahan hasil pembahasan yang dituangkan dalam buku ini dapat menjadi masukan yang bermanfaat bagi pemerintah dan masyarakat serta pihak terkait lainnya dalam pembangunan ekonomi Indonesia, serta secara khusus bagi pihak yang mengelola dan mengembangkan sektor energi di Indonesia.

Tak lupa saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada tim penyusun serta semua pihak yang telah memberi dukungan dan bantuan sehingga buku ini bisa diterbitkan. Kami menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan pada buku ini, untuk itu diharapkan sumbang saran maupun kritik yang membangun untuk perbaikan dan penyempurnaan pada penerbitan buku berikutnya.

Jakarta, November 2015

**Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Kepala**



Dr. Ir. Unggul Priyanto, M.Sc.

FOREWORD

With praise and gratitude to Allah SWT, I warmly welcome the publication of Indonesia Energy Outlook (OEI) 2015 by the Agency for the Assessment and Application of Technology (BPPT). BPPT has been published OEI periodically and BPPT-OEI 2015 is the seventh edition. In general, OEI discusses the current energy problems and illustrates supply and demand of energy in the future. Various aspects in development of national energy are important issues to be considered and studied specifically in BPPT-OEI.

BPPT-OEI 2015 discusses, among others, energy projection in 2015-2050 periods with topic "Energy Development in Supporting Sustainable Development". BPPT-OEI 2015 also considers linkages between energy sector with economic development, policies and prospective technologies to be developed in the future.

I am optimist that results of discussion which are outlined in BPPT-OEI 2015 will be a useful input for the government, society and other stakeholders in the economic development of Indonesia, and in particular for those who manage and develop the energy sector in Indonesia.

I would like to extend my appreciation and thanks to the authors and editors and all parties that have supported and provided assistance so that this book can be published. We are aware of the limitations in this publication and so we welcome all feedbacks as well as constructive criticisms for improvement and refinement of the next publication.

Jakarta, November 2015

**Agency for the Assessment and
Application of Technology
Chairman,**



Dr. Ir. Unggul Priyanto, M.Sc.

PENGARAH / STEERING COMMITTEE

Kepala BPPT
Chairman of BPPT
Dr. Ir. Unggul Priyanto, M.Sc.

Deputi Kepala BPPT Bidang Teknologi Informasi, Energi dan Material (TIEM)
Deputy Chairman for Information, Energy and Material Technology
Dr. Ir. Hammam Riza, M.Sc.

PENANGGUNGJAWAB / PERSON IN CHARGE

Direktur Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Energi (PTPSE)
Director of Center for Energy Resources Development Technology
Dr. Adiarso

KOORDINATOR / COORDINATOR

Kepala Bidang Perencanaan Energi
Head of Energy Planning Division
Ir. Agus Sugiyono, M.Eng.

TIM PENYUSUN / AUTHORS

<i>Kebijakan Energi :</i> <i>Energy Policy</i>	<i>Prof. Ir. M. Sidik Boedoyo, M.Eng.</i>
<i>Kebutuhan dan Penyediaan Energi :</i> <i>Energy Demand and Supply</i>	<i>Ir. Agus Sugiyono, M.Eng.</i>
<i>Minyak dan Gas Bumi :</i> <i>Oil and Gas</i>	<i>Ira Fitriana, S.Si, M.Sc.</i>
<i>Batubara :</i> <i>Coal</i>	<i>Dra. Nona Niode</i>
<i>Ketenagalistrikan :</i> <i>Electricity</i>	<i>Ir. Erwin Siregar</i>
<i>Pembangunan Berkelanjutan :</i> <i>Sustainable Development</i>	<i>Ari Kabul Paminto, S.T.</i>
<i>Database dan Pemodelan :</i> <i>Database and Modelling</i>	<i>Ir. Endang Suarna, M.Sc.</i>
<i>Grafik dan Layout :</i> <i>Layout and Graphic</i>	<i>Drs. Yudiartono, M.M.</i>
	<i>Ir. La Ode M. Abdul Wahid</i>
	<i>Prima Trie Wijaya, S.Kom.</i>
	<i>Suryani, S.Si.</i>
	<i>Anindhita, S.Si, M.S.</i>
	<i>Ira Fitriana, S.Si, M.Sc.</i>
	<i>Drs. Yudiartono, M.M.</i>
	<i>Nini Gustriani, A.Md.</i>

INFORMASI / INFORMATION

Bidang Perencanaan Energi
Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Energi (PTPSE)
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
Gedung 625, Klaster Energi, Kawasan Puspiptek, Kota Tangerang Selatan
Telp./Fax. (021) 7579-1357
Email: agus.sugiyono@bppt.go.id

UCAPAN TERIMA KASIH

ACKNOWLEDGMENT

Kami mengucapkan terima kasih kepada para profesional di bawah ini yang telah bersedia menjadi narasumber maupun memberikan data-data terkini.

- Ir. Sidqi Lego Pangesti Suyitno, MA, Plt. Direktur Perencanaan Makro, Bappenas.
- Ir. Hendry Ahmad, M.T., Direktur BBM, Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi.
- Ir. Agus Cahyono Adi, M.T., Direktur Pembinaan Program Migas, Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Kementerian ESDM.
- Naufal Noor Rochman, ST. MOGE, Kepala Seksi Pemanfaatan Minyak dan Gas, Divisi Perencanaan Program, Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Kementerian ESDM.
- Bapak Albert Maknawi, Direktur Utama PT. Listrindo Kencana, Tempilang, Bangka Barat.

We would like to express appreciation to the following professionals who have shared their valuable knowledge and providing the latest data.

- *Ir. Sidqi Lego Pangesti Suyitno, MA, Director of Macro Planning Ad-interim, National Development Planning Agency.*
- *Ir. Hendry Ahmad, M.T., Director of Fuel, Oil and Gas Downstream Regulatory Agency.*
- *Ir. Agus Cahyono Adi, M.T., Director of Oil and Gas Program Development, Directorate General of Oil and Gas, Ministry of Energy and Mineral Resources.*
- *Naufal Noor Rochman, ST.MOGE, Section Head of Development Program of Oil and Gas, Directorate General of Oil and Gas, Ministry of Energy and Mineral Resources.*
- *Mr. Albert Maknawi, Director of PT. Listrindo Kencana, Tempilang, West Bangka.*

DAFTAR ISI

TABLE OF CONTENTS

Sambutan / <i>Foreword</i>	iii
Tim Penyusun / <i>Authors</i>	v
Ucapan Terima Kasih / <i>Acknowledgment</i>	vi
Daftar Isi / <i>Table of Contents</i>	vii
Bab 1 Pendahuluan / <i>Introduction</i>	1
1.1 Latar Belakang / <i>Background</i>	2
1.2 Model dan Pemutakhiran Data / <i>Model and Data Update</i>	4
1.2.1 Model Kebutuhan Energi / <i>Energy Demand Model</i>	4
1.2.2 Model Penyediaan Energi / <i>Energy Supply Model</i>	4
1.2.3 Pemutakhiran Data / <i>Data Update</i>	5
1.3 Skenario dan Kasus / <i>Skenario and Case</i>	6
1.3.1 Skenario Energi Berkelanjutan / <i>Sustainable Energy Scenario</i>	6
1.3.2 Kasus / <i>Case</i>	7
Bab 2 Kondisi dan Permasalahan Energi Saat Ini / <i>Current Energy Conditions and Issues</i>	9
2.1 Produk Domestik Bruto dan Penduduk / <i>Gross Domestic Product and Population</i>	10
2.2 Konsumsi Energi Final / <i>Final Energy Consumption</i>	11
2.2.1 Konsumsi Energi Final per Sektor / <i>Final Energy Consumption by Sector</i>	11
2.2.2 Konsumsi Energi Final per Jenis / <i>Final Energy Consumption by Type</i>	12
2.3 Ketenagalistrikan / <i>Electricity</i>	14
2.4 Potensi Sumber Daya Energi / <i>Energy Resource Potential</i>	15
2.4.1 Potensi Sumber Daya Energi Fosil / <i>Fossil Energy Resource Potential</i>	15
2.4.2 Potensi Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan / <i>New and Renewable Energy Resource Potential</i>	15
2.5 Permasalahan Energi Saat Ini / <i>Current Energy Issues</i>	17
2.5.1 Permasalahan Umum / <i>General Issues</i>	17
2.5.2 Permasalahan Sektor Transportasi / <i>Transportation Sector Issues</i>	18
2.5.3 Permasalahan Ketenagalistrikan / <i>Electricity Issues</i>	20
2.6 Kebijakan Energi Terkini / <i>Recent Energy Policy</i>	21
2.6.1 Kebijakan Energi Nasional / <i>National Energy Policy</i>	21
2.6.2 Program 35.000 MW / <i>Program of 35,000 MW</i>	22
2.6.3 Diversifikasi Energi / <i>Energy Diversification</i>	22
2.6.4 Konservasi Energi / <i>Energy Conservation</i>	23
2.6.5 Subsidi Energi / <i>Energy Subsidy</i>	24
2.6.6 <i>Feed-in Tariff</i>	26
2.6.7 Persentase Minimal Penjualan Batubara Domestik / <i>Domestic Market Obligation of Coal</i>	28
Bab 3 Proyeksi Kebutuhan Energi / <i>Energy Demand Projection</i>	31
3.1 Kebutuhan Energi Per Jenis / <i>Energy Demand by Type</i>	32
3.2 Kebutuhan Energi Per Sektor / <i>Energy Demand by Sector</i>	34
3.2.1 Sektor Industri / <i>Industry Sector</i>	35

3.2.2	Sektor Transportasi / <i>Transportation Sector</i>	36
3.2.3	Sektor Rumah Tangga / <i>Household Sector</i>	38
3.2.4	Sektor Komersial / <i>Commercial Sector</i>	39
3.2.5	Sektor Lainnya / <i>Other Sector</i>	40
Bab 4	Proyeksi Penyediaan Energi / <i>Energy Supply Projection</i>	41
4.1	Minyak Bumi dan BBM / <i>Crude Oil and Oil Fuels</i>	42
4.1.1	Neraca Minyak Bumi / <i>Crude Oil Balance</i>	42
4.1.2	Neraca Bahan Bakar Cair / <i>Liquid Fuels Balance</i>	44
4.1.3	Pemanfaatan Bahan Bakar Cair / <i>Liquid Fuels Utilization</i>	45
4.2	Gas Bumi, LNG dan LPG / <i>Natural Gas, LNG and LPG</i>	46
4.2.1	Gas Bumi / <i>Natural Gas</i>	46
4.2.2	LNG	49
4.2.3	LPG	49
4.3	Batubara / <i>Coal</i>	51
4.3.1	Neraca Batubara / <i>Coal Balance</i>	51
4.3.2	Pemanfaatan Batubara / <i>Coal Utilization</i>	52
4.4	Energi Baru dan Terbarukan / <i>New and Renewable Energy</i>	54
4.5	Energi Primer / <i>Primary Energy</i>	56
4.5.1	Penyediaan Energi Primer / <i>Primary Energy Supply</i>	56
4.5.2	Neraca Energi / <i>Energy Balance</i>	59
Bab 5	Proyeksi Kebutuhan dan Penyediaan Energi di Sektor Ketenagalistrikan / <i>Projection of Energy Demand and Supply in Electricity Sector</i>	63
5.1	Proyeksi Kebutuhan Listrik Per Sektor / <i>Projection of Electricity Demand by Sector</i>	64
5.2	Proyeksi Kapasitas Pembangkit Listrik / <i>Power Plant Capacity Projection</i>	66
5.3	Proyeksi Produksi Listrik / <i>Projection of Electricity Production</i>	70
5.4	Proyeksi Kebutuhan Bahan Bakar Pembangkit Listrik / <i>Fuel Demand Projection for Power Plant</i>	72
5.5	Tambahan Kapasitas Pembangkit / <i>Additional Capacity of Power Plant</i>	74
Bab 6	Pengembangan Energi untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan / <i>Energy Development in Supporting Sustainable Development</i>	75
6.1	Ruang Lingkup / <i>Framework</i>	76
6.2	Sektor Penghasil Emisi, Jenis Emisi, dan Faktor Emisi GRK / <i>Emission Producing Sector, Emissions Type, and Emission Factor of GHG</i>	77
6.3	Emisi Baseline / <i>Baseline Emission</i>	78
6.4	Emisi Mitigasi / <i>Mitigation Emission</i>	79
6.5	Intensitas Emisi GRK / <i>GHG Emission Intensity</i>	80
6.6	Optimalisasi Mitigasi GRK / <i>Optimization of GHG Mitigation</i>	81
Bab 7	Penutup / <i>Closing</i>	89
	Daftar Pustaka / <i>References</i>	93
	Photo Credits	95



Bab 1. Pendahuluan

Chapter 1. Introduction

1.1 Latar Belakang Background

Konsumsi energi final di Indonesia meningkat dari 778 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 1.211 juta SBM pada tahun 2013 atau tumbuh rata-rata sebesar 3,46% per tahun. Selama kurun waktu 2000-2013, pertumbuhan konsumsi energi ini dibayangi oleh pemberian subsidi energi yang terus meningkat dan membebani anggaran belanja negara. Oleh karena itu pemerintah mengeluarkan berbagai kebijakan untuk mengurangi subsidi tersebut.

Kebijakan yang diambil pemerintah dalam bidang energi antara lain adalah konversi minyak tanah dengan LPG untuk sektor rumah tangga, penggunaan bahan bakar gas (BBG) untuk sektor transportasi, dan mandatori penggunaan bahan bakar nabati (BBN), yang berlaku untuk industri, transportasi dan pembangkit listrik. Namun demikian masih banyak kendala yang dihadapi dalam implementasinya mengingat kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) dari tahun ke tahun terus meningkat.

Kebijakan lain adalah pengendalian subsidi, khususnya subsidi energi melalui kebijakan penyesuaian harga BBM bersubsidi dan tarif tenaga listrik, serta pengendalian volume konsumsi BBM bersubsidi melalui substitusi BBM dengan menggunakan bahan bakar alternatif. Penerapan kebijakan ini diharapkan dapat menurunkan konsumsi BBM bersubsidi pada RAPBN-P 2015 yang mencapai Rp81.815,9 miliar, atau penurunan sebesar Rp194.197,3 miliar dibandingkan dengan pagunya Rp276.013,2 miliar pada APBN tahun 2015.

Sementara itu, beban subsidi listrik dalam RAPBN-P tahun 2015 diperkirakan mencapai Rp76.619,8 miliar, yang berarti mengalami peningkatan sebesar Rp7.930,1 miliar bila dibandingkan dengan pagunya dalam APBN tahun 2015 sebesar Rp 68.689,7 miliar.

Berbagai permasalahan energi saat ini dan yang mungkin muncul dimasa depan memerlukan solusi yang tepat dengan pendekatan yang komprehensif. Perencanaan dan pengembangan energi serta analisis terhadap pelaksanaan kebijakan yang ada perlu terus dilanjutkan guna merealisasikan penerapan teknologi energi bersih yang andal, berkelanjutan, dan terjangkau dalam rangka

Final energy consumption in Indonesia increased from 778 million BOE in 2000 to 1,211 million BOE in 2013, growing by an average of 3.46% per year. During the period 2000-2013, energy consumption growth was overshadowed by energy subsidy that continues to rise and burden the national budget. Therefore, the government issued various policies to reduce such subsidies.

Policies taken by the government in energy sector include the conversion of kerosene to LPG in household sector, the use of CNG in transport sector, and the mandatory use of biofuels, which applies to industry, transport and power generation sectors. However, there are still many obstacles encountered in its implementation considering the rapid growth of oil fuel demand.

One of the policies taken is the subsidies control, especially in energy subsidies through the price adjustment policy of oil fuel subsidy and electricity tariffs, as well as control the volume of subsidized oil fuel through fuel substitution by using alternative fuels. Implementation of this policy is expected to reduce consumption of subsidized oil fuel as stated in the Revised National Budget 2015 reached Rp81,815.9 billion, a decrease of Rp194,197.3 billion compared with the limit Rp276,013.2 billion in National Budget 2015.

Meanwhile, the electricity subsidy in the Revised National Budget 2015 is estimated to reach Rp76.619,8 billion, which represented an increase of Rp7.930,1 billion compared with the Rp68.689,7 billion budget.

Various energy problems nowadays and that may emerge in the future require appropriate solutions with a comprehensive approach. Proper planning and development of energy as well as analysis about implementation of the existing policies should be continued in order to realize the application of clean energy technology that is reliable, sustainable and affordable in order to support the preparation of the

mendukung penyusunan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) maupun Rencana Umum Energi Daerah (RUED) sesuai amanat UU No. 30 tahun 2007 tentang energi. Disamping itu, perlu mendukung kebijakan pemerintah dalam Perpres No. 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN GRK) dalam upaya melaksanakan pembangunan yang berwawasan lingkungan.

Untuk tujuan itu, BPPT berusaha memberikan kontribusi melalui penerbitan secara berkala Buku Outlook Energi Indonesia. Outlook Energi Indonesia 2015 (BPPT-OEI 2015) memuat neraca energi, kebutuhan dan penyediaan energi, serta infrastruktur energi jangka panjang untuk kurun waktu 2013-2050 dengan mempertimbangkan potensi cadangan dan sumber daya energi, pertumbuhan ekonomi serta faktor-faktor yang berpengaruh lainnya. BPPT-OEI 2015 tidak berisi tentang kebijakan pemerintah di masa depan namun berisi analisis untuk melihat berbagai opsi untuk jangka panjang dan upaya-upaya yang perlu dilakukan untuk mencapai target yang ditetapkan.

Model energi untuk membuat proyeksi dengan jangka waktu yang sangat panjang akan menghadapi ketidakpastian yang cukup besar. Hal ini terkait dengan adanya transisi masyarakat yang cepat yang didorong oleh perubahan sosial, ekonomi, lingkungan, dan teknologi. Masa depan jangka panjang dapat didominasi oleh faktor-faktor yang sangat berbeda dari kondisi saat ini dan sulit untuk dibayangkan berdasarkan pengalaman saat ini. Model akan membantu untuk menentukan komponen kunci dari interaksi sistem yang berubah dari waktu ke waktu. Pembuatan skenario dalam model akan menyediakan kerangka pikir dalam menjawab pertanyaan "what-if" mengenai berbagai kemungkinan tentang masa depan yang mengandung ketidakpastian.

General Plan of National Energy (RUEN) and the General Plan for Regional Energy (RUED) as mandated by Law No. 30 of 2007 on energy. In addition, it is important to support the government policy in Presidential Decree No. 61 of 2011 on the National Action Plan for Reducing Emissions of Greenhouse Gases (RAN GRK) in efforts to implement environmentally sound development.

For that purpose, BPPT attempt to contribute by publishing Indonesia Energy Outlook annually. Indonesia Energy Outlook 2015 (BPPT-OEI 2015) discusses the energy balance, demand and supply of energy, as well as long-term energy infrastructure for the period 2013-2050 with taking into account the energy reserves and resource, economic growth and other influencing factors. BPPT-OEI 2015 does not propose government policies, but provides analysis of various long-term options and efforts needed to achieve the target set.

Energy model used to make projections with a long period of time will have a considerable uncertainty factor. This is related to the rapid transition of people who are driven by changes in social, economic, environmental, and technological. Long-term future may be dominated by factors which are very different from the current conditions. The model will help determine the key components of the system interactions that change from time to time. Making the scenario in the model will provide the framework in answering "what if" question about the various possibilities of the future.

1.2 Model dan Pemutakhiran Data

Model and Data Update

1.2.1 Model Kebutuhan Energi

Proyeksi kebutuhan energi dalam buku ini dilakukan dengan menggunakan model BPPT-MEDI (BPPT Model of Energy Demand for Indonesia). Asumsi-asumsi yang dipakai dalam BPPT-MEDI adalah sebagai berikut:

- Data konsumsi energi tahun dasar 2013 diperoleh dari Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2014, Kementerian ESDM.
- Pertumbuhan penduduk untuk periode 2013-2035 mengikuti proyeksi jangka panjang dari Bappenas dan BPS, sedangkan pertumbuhan untuk periode 2036-2050 disesuaikan dengan trend pertumbuhan sebelumnya.
- Rasio elektrifikasi dan elastisitas kebutuhan listrik untuk periode 2013-2024 mengikuti Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN (Persero). Sedangkan pertumbuhan kebutuhan listrik untuk periode 2025-2050 disesuaikan dengan trend pertumbuhan sebelumnya.
- Proyeksi penambahan kereta api (baik kereta penumpang maupun barang) mengikuti rencana PT. KAI.
- Angkutan masal yang dipertimbangkan adalah Mass Rapid Transit (MRT) dan proyeksi pertumbuhannya mengikuti rencana PT. MRT Jakarta.
- Kebutuhan BBM tidak dibedakan antara BBM subsidi dan non subsidi.

1.2.2 Model Penyediaan Energi

Untuk memenuhi kebutuhan energi, sumber-sumber energi primer yang ada di Indonesia dioptimasi dengan menggunakan model penyediaan energi. Asumsi penting yang dimasukkan ke dalam model penyediaan energi adalah:

- Pasokan dan kebutuhan gas bumi mengikuti Peta Jalan Kebijakan Gas Bumi Nasional 2014-2030 (Kementerian ESDM), sedangkan untuk 2031-2050 mengikuti trend gas delivery dan proyeksi temuan eksplorasi. Ekspor gas bumi juga mengikuti Peta Jalan Kebijakan Gas.

1.2.1 Energy Demand Model

Projections of energy demand in this outlook are done by using BPPT-MEDI (BPPT Model of Energy Demand for Indonesia) model. Assumptions used in BPPT-MEDI are as follows:

- *Data of energy consumption at base year 2013 is obtained from the Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2014, Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR).*
- *The population growth for the period 2013-2035 follows the long-term projections of Bappenas and BPS, while for period 2036-2050 the growth is adjusted to the previous growth trend.*
- *The electrification ratio and demand elasticity of electricity for the period 2013-2024 follow the Electrical Power Supply Business Plan (RUPTL) PT. PLN (Persero). As for the period 2025-2050, the electricity demand growth is adjusted to the previous growth trend.*
- *Projections on additional trains, both passenger and freight trains, are following PT. KAI's plans.*
- *Public transport being considered is the Mass Rapid Transit (MRT) and its development projection follows the plan of PT. MRT Jakarta.*
- *The demand for oil fuel is not differentiated between subsidized and non-subsidized fuel.*

1.2.2 Energy Supply Model

To meet the energy demand, primary energy resources in Indonesia are optimized by using energy supply model. Important assumptions incorporated into the energy supply model are:

- *The demand and supply of natural gas follow the Roadmap of National Gas Policy 2014-2030 (M EMR), and for 2031-2050 it follows the trend of gas delivery and projection of gas exploration finding. Export of natural gas also follows the gas roadmap.*

- Data cadangan batubara diperoleh dari Badan Geologi tahun 2013. Sementara data minyak bumi mengikuti data Kementerian ESDM tahun 2014. Cadangan minyak yang dipertimbangkan adalah cadangan terbukti. Sedangkan cadangan batubara yang dipertimbangkan adalah cadangan terkira dan cadangan terbukti.
- Harga minyak mentah (harga berlaku) berdasarkan data tahun 2014 sebesar 97,5 dolar per barel dan diasumsikan naik secara bertahap menjadi 189 dolar per barel pada tahun 2050.
- Pengembangan CBM berdasarkan data dari IATMI (Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia) yang dipresentasikan dalam The 5th International Indonesia CBM 2014.
- Teknologi coal to liquid (CTL) yang dipertimbangkan: proses indirect coal liquefaction dengan kapasitas produksi 50 ribu barel per hari. CTL diasumsikan mulai beroperasi tahun 2030.
- Penambahan kilang minyak baru berdasarkan Renstra Kementerian ESDM tahun 2015-2019. Setelah tahun 2025, penambahan kilang diasumsikan berlangsung setiap lima tahun dengan kapasitas 300 ribu barel per hari.
- Pembangkit listrik super-critical boiler untuk PLTU batubara 1000 MW di wilayah Jawa mulai beroperasi tahun 2018.
- Konservasi energi di sisi kebutuhan maupun di sisi penyediaan sudah dipertimbangkan melalui pemanfaatan teknologi yang efisien.
- *Data on coal reserves is obtained from the Geological Agency in 2013. While the data of crude oil follows the 2014 data from the MEMR. Oil reserves being considered are the proven reserves and for coal reserves are the probable and proven reserves.*
- *Crude oil price is based on 2014 data with 97.5 dollar per barrel (current price) and it assumed to rise gradually to 189 dollar per barrel in 2050.*
- *Development of CBM is based on data from IATMI (Association of Indonesian Petroleum Engineers) presented at the 5th International Indonesia CBM 2014.*
- *Technology for coal to liquid (CTL) that is considered includes indirect coal liquefaction process with production capacity of 50 thousand barrels per day. CTL is assumed to operate starting 2030.*
- *Addition of new oil refineries follows the Resources Strategic Plan 2015-2019 of MEMR. The addition after 2025 is assumed to take place every five years with a capacity of 300 thousand barrels per day.*
- *Super-critical boiler power plant for 1000 MW coal power plant in Java region is to be utilized starting 2018.*
- *Conservation of energy on demand and supply side has been considered through the use of efficient technologies.*

1.2.3 Pemutakhiran Data

Sektor energi merupakan sektor yang dinamis. Banyak perubahan yang terjadi hanya dalam selang waktu satu tahun, baik dari segi sumber daya, sosial-ekonomi, maupun kebijakan. Oleh karena itu pemutakhiran data sangat diperlukan. Data-data yang telah dimutakhirkan dalam BPPT-OEI 2015 adalah data PDB, demografi, kilang minyak, FSRU (Floating Storage Regassification Unit), cadangan strategis dan potensi sumber daya energi, baik fosil maupun EBT, serta data ketenagalistrikan.

1.2.3 Data Update

Energy sector is one of the dynamic sectors in Indonesia. Many changes take place in the interval of one year, such in energy resources, socio-economic, and energy policy. Therefore, data updating is necessary. The data updated in BPPT-OEI 2015 are GDP, demographics, oil refinery installations, FSRU (Floating Storage Unit Regassification), strategic reserves and potential data of energy resources, both fossil and renewable energy, as well as electricity data.

1.3 Skenario dan Kasus

Scenarios and Cases

1.3.1 Skenario Energi Berkelanjutan

- Tahun dasar yang digunakan sebagai acuan dalam model adalah tahun 2013 dengan kurun waktu proyeksi 2014-2050.
- Pembahasan dalam BPPT-OEI 2015 mencakup skenario energi berkelanjutan (skenario EB) dan kasus emisi baseline.
- Skenario EB sudah mempertimbangkan substitusi minyak tanah ke LPG, realisasi program percepatan pembangunan pembangkit listrik 10.000 MW tahap pertama untuk pembangkit berbahan bakar batubara, tahap kedua untuk mendorong penggunaan EBT, serta program 35.000 MW.
- Pada skenario EB pertumbuhan PDB mempertimbangkan skenario progressive reform 2015-2019 dari Bappenas. Pada kurun waktu tersebut PDB meningkat rata-rata pertumbuhan sebesar 5,3% per tahun. Pertumbuhan PDB untuk kurun waktu 2020-2050 mengikuti trend tahun sebelumnya.

1.3.1 Sustainable Energy Scenario

- The base year is 2013 with the projection period of 2014-2050.
- The discussion in BPPT-OEI 2015 covers the sustainable development scenario (SE scenario) and the baseline emissions case.
- SE scenario considered several policies which include the kerosene to LPG substitution program, realization of 10,000 MW coal-fired power plants from the first phase of fast track power development program, the second phase that encourage the use of renewable energy in power generation sector, and the 35,000 MW program.
- GDP growth in SE scenario considers the progressive reform scenario 2015-2019 of Bappenas. GDP growth in that period increases by an average of 5.3% per year. The growth for period 2020-2050 is adjusted to the trend of previous years.

Tabel 1.1 Asumsi pertumbuhan populasi, harga energi dan PDB
Table 1.1 Growth assumptions for population, energy price, and GDP

Keterangan / Note	Satuan / Unit	Tahun / Year				
		2013	2016	2020	2025	2050
Populasi / Population	Juta / Million	248.7	258.6	271.1	284.8	328.5
Pertumbuhan rata-rata / Average growth	%/tahun / %/year	1.38	1.22	1.16	0.98	0.41
Harga Minyak* / Crude oil price	USD/barrel (current price)	108.6	71.1	79.1	91.1	188.9
Harga Batubara** / Coal price	USD/ton Current Price	84.6	69.7	81.9	98.1	210.7
Harga LNG*** / LNG price	USD/MMBTU (current price)	17.3	16.3	16.6	18.2	29.0
PDB / GDP	Triliun Rupiah/ Trillion Rupiah					
	constant 2010	7,955	9,272	12,266	17,952	94,205
	current Price	9,087	13,026	20,771	30,472	128,879
Pertumbuhan PDB / GDP Growth	%/tahun / %/year	5.21	5.70	8.00	7.79	6.00

Catatan/ Note : *) Brent Price **) Australian Coal ***) CIF on Japan
 Sumber: Diolah berdasarkan World Bank (2015), IMF (2015) dan Knoema (2015) /
 Source: Calculated based on World Bank (2015), IMF (2015) and Knoema (2015)

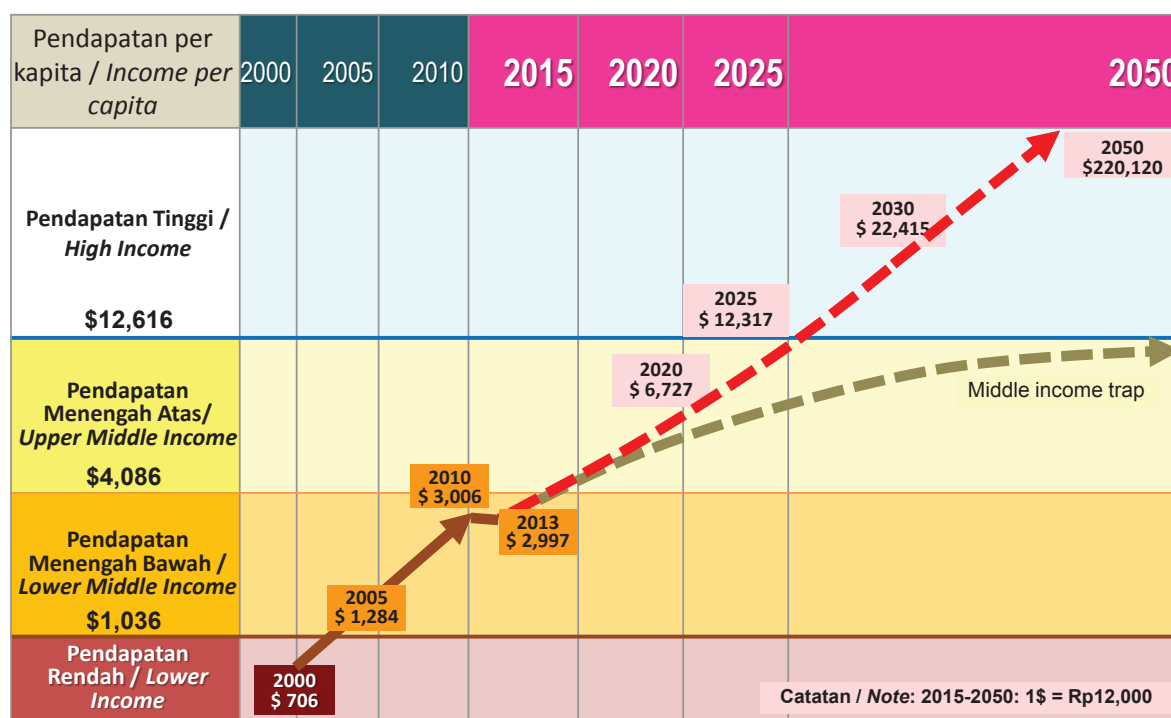
1.3.2 Kasus

Kasus yang akan dibahas dalam BPPT-OEI 2015 adalah kasus emisi baseline. Pembahasan kasus ini difokuskan pada perkiraan proyeksi emisi gas rumah kaca (GRK) tanpa mempertimbangkan pemanfaatan teknologi mitigasi dalam kurun waktu 2014-2050 yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan emisi GRK. Hasil analisis diharapkan dapat menjadi sumbangsih sektor energi dalam mendukung komitmen pemerintah Indonesia untuk menurunkan emisi GRK pada tahun 2020 sebesar 26% dengan upaya sendiri dan sebesar 41% apabila ada dukungan internasional.

1.3.2 Case

The case discussed in the BPPT-OEI 2015 is case of baseline emissions. The discussion in this case is focused on projected emission levels of greenhouse gases (GHG) without any mitigation technologies in the period 2014-2050 which could lead to a decrease in GHG emissions. Results of the analysis are expected to be considered as contribution of energy sector in supporting Indonesian government's commitment to reduce GHG emissions in 2020 by 26% by its own efforts and by 41% if there is international support.

Gambar 1.1 Asumsi pertumbuhan ekonomi
Figure 1.1 Assumptions of economic growth



Sumber : CDIEMR (2014) dan asumsi sendiri /
Source : CDIEMR (2014) and own assumption

Halaman kosong / *blank page*



Bab 2. Kondisi dan Permasalahan Energi Saat Ini

Chapter 2. Current Energy Conditions and Issues

2.1 Produk Domestik Bruto dan Penduduk

Gross Domestic Product and Population

Produk domestik bruto (PDB) meningkat dari 1.390 triliun rupiah (harga konstan tahun 2000) pada tahun 2000 menjadi mencapai 2.770 triliun rupiah pada tahun 2013. Pertumbuhan PDB selama kurun waktu 2000-2013 rata-rata mencapai 5,45% per tahun. Pada tahun 2013, pertumbuhan ekonomi nasional meningkat menjadi sebesar 5.78% per tahun. Pada tahun 2015 Bank Indonesia memprediksi pertumbuhan ekonomi sekitar 5.4% - 5.8% per tahun yang lebih optimis dari pada prediksi dari IMF yang hanya sebesar 5,1%, Bank Dunia 5.2% dan INDEF antara 5.3 %-5,6% (Setjen DPR, 2015).

Penduduk Indonesia mencapai 205 juta jiwa pada tahun 2000 dan meningkat menjadi lebih dari 254 juta jiwa pada tahun 2013. Pertumbuhan penduduk dalam kurun waktu 2000-2013 tersebut rata-rata sebesar 1,66% per tahun.

PDB per kapita (harga berlaku) meningkat dari 6,78 juta rupiah per kapita pada tahun 2000 menjadi 36,52 juta rupiah per kapita pada tahun 2013. PDB per kapita dalam dolar terjadi penurunan dari 3.469 dolar per kapita pada tahun 2012 menjadi sebesar 2.997 dolar per kapita pada tahun 2013. Penurunan ini disebabkan karena kenaikan kurs dolar terhadap rupiah dari sebesar 9.670 rupiah per dolar pada tahun 2012 menjadi 12.189 rupiah per dolar pada tahun 2013. Berdasarkan kriteria Bank Dunia, Indonesia pada tahun 2013 termasuk negara berpendapatan menengah bawah.

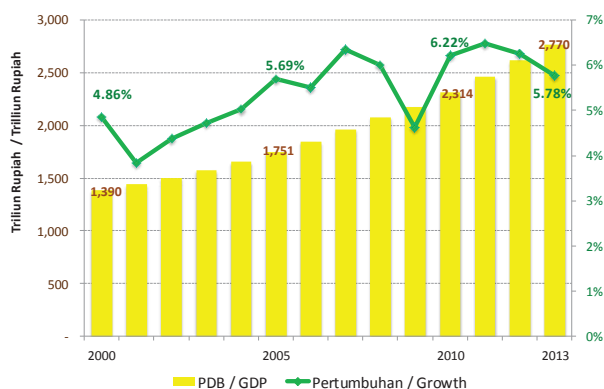
Gross domestic product (GDP) increased from 1,390 trillion rupiah (constant 2000) in 2000 to reach 2,770 trillion rupiah in 2013. GDP growth over the period 2000-2013 reached an average of 5.45% per year. In 2013, the national economic growth increased to 5.78% per year. Bank Indonesia in 2015 predicts economic growth of around 5.4% - 5.8% per year that is more optimistic than predictions of the IMF which is only 5.1%, the World Bank 5.2% and INDEF between 5.3% -5.6% (Setjen DPR, 2015).

Indonesia's population reached 205 million in 2000 and increased to more than 254 million by 2013. The average population growth on the period 2000-2013 is 1.66% per year.

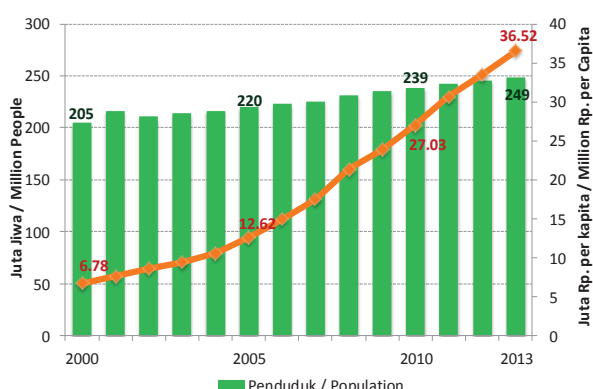
GDP per capita (current price) has increased from 6.78 million rupiah per capita in 2000 to 36.52 million rupiah per capita in 2013. GDP per capita in dollar decreased from 3,469 dollar per capita in 2012 amounted to 2,997 dollar per capita in 2013. The decrease is due to the increase in the exchange rate of dollar against rupiah from 9,670 rupiah per dollar in 2012 to 12,189 rupiah per dollar in 2013. Based World Bank criteria, Indonesia in 2013 was included in the lower middle income countries.

Gambar 2.1 Pertumbuhan produk domestik bruto dan penduduk

Figure 2.1 Gross domestic product and population growth



(a) PDB / GDP



(b) Penduduk / Population

2.2 Konsumsi Energi Final

Final Energy Consumption

2.2.1 Konsumsi Energi Final per Sektor

Konsumsi energi final (termasuk biomassa) pada periode 2000-2013 meningkat dari 764 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 1.151 juta SBM pada tahun 2013 atau meningkat rata-rata 3,20% per tahun. Konsumsi energi final tersebut tidak mempertimbangkan *other petroleum products*, seperti pelumas, aspal, dan lainnya, di sektor industri.

Pada tahun 2013 pangsa terbesar penggunaan energi adalah sektor industri (37,17%) diikuti oleh sektor rumah tangga (29,43%), transportasi (28,10%), komersial (3,24%), dan lainnya (2,04%). Selama kurun waktu 2000-2013, sektor transportasi mengalami pertumbuhan terbesar yang mencapai 6,71% per tahun, diikuti sektor komersial (4,65%), dan sektor industri (3,35%). Sedangkan untuk pertumbuhan di sektor rumah tangga hanya sebesar 1,03%, dan sektor lainnya mengalami penurunan sebesar 1,65%.

Tingginya pertumbuhan konsumsi energi sektor transportasi disebabkan pesatnya pertumbuhan kendaraan bermotor sebesar 13,99% per tahun dalam kurun waktu 2000-2013 yang didominasi oleh kendaraan pribadi dan transportasi komersial (bis dan truk). Sektor rumah tangga mempunyai pertumbuhan konsumsi energi yang rendah karena adanya pemanfaatan peralatan dan teknologi yang lebih efisien seperti penggunaan LPG dan listrik.

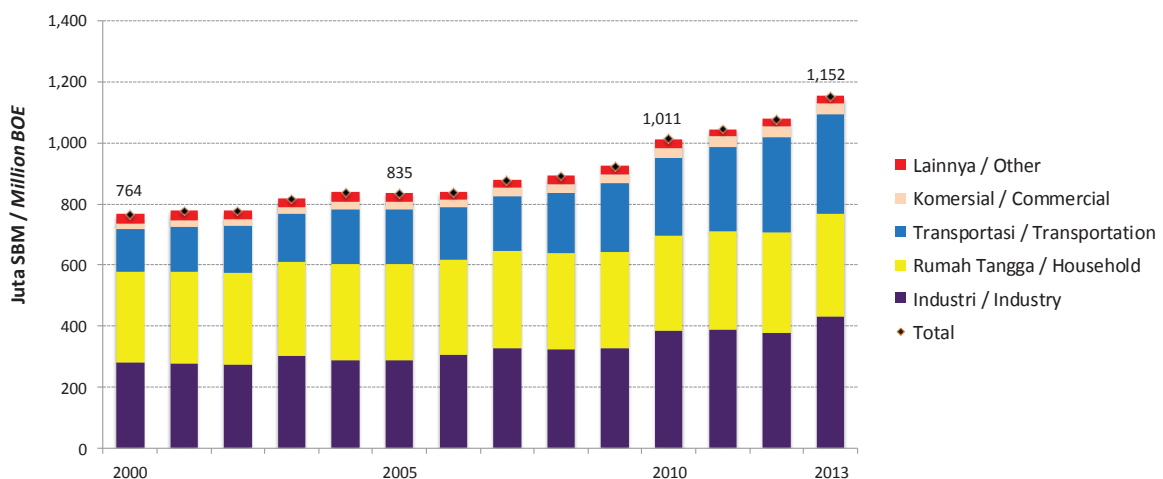
2.2.1 Final Energy Consumption By Sector

Final energy consumption (including biomass) in the period 2000-2013 increased from 764 million BOE in 2000 to 1,151 million BOE in 2013 or grow an average of 3.20% per year. The final energy consumption does not take account of other petroleum products, such as lubricant, asphalt, etc., in industry sector.

In 2013, the largest share of energy demand was industry sector (37.17%) followed by household (29.43%), transportation (28.10%), commercial (3.24%), and other sector (2.04%). During the period 2000-2013, transportation sector experienced the largest growth reached 6.71% per year, followed by commercial sector (4.65%), and industry sector (3.35%). The growth in household sector amounted to only 1.03%, and other sectors decreased by 1.65%.

The high rate growth of final energy consumption in transportation sector due to the rapid growth of motor vehicles to reach about 13.99% per year in the period 2000-2013, which was dominated by private vehicles and commercial transport (bus and truck). Energy consumption growth of household sector is low due to efficiency improvement in equipment and technologies such as the use of LPG and electricity.

Gambar 2.2 Konsumsi energi final per sektor
Figure 2.2 Final energy consumption by sector



2.2.2 Konsumsi Energi Final Per Jenis

Konsumsi energi final menurut jenis selama tahun 2000-2013 masih didominasi oleh BBM (bensin, minyak solar, IDO, minyak tanah, minyak bakar, avtur dan avgas). Selama kurun waktu tersebut, total konsumsi BBM meningkat dari 315 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 399 juta SBM pada tahun 2013 atau meningkat rata-rata 1,83% per tahun. Pada tahun 2000, konsumsi minyak solar mempunyai pangsa terbesar (38,7%) disusul minyak tanah (23,4%), bensin (23,0%), minyak bakar (9,6%), IDO (3%) dan avtur (2,2%). Selanjutnya pada tahun 2013 menjadi minyak solar (45,4%), bensin (44,5%), avtur (6,1%), dan minyak tanah serta minyak bakar masing-masing sebesar 1,9%.

Perubahan pola konsumsi BBM tersebut disebabkan oleh tingginya laju konsumsi bahan bakar untuk kendaraan pribadi dan pesawat udara. Konsumsi BBM di sektor transportasi memiliki pangsa yang sangat tinggi yaitu 81% dari total konsumsi BBM. Sedangkan di sektor yang lain sudah dilakukan berbagai program untuk mengurangi BBM seperti diversifikasi energi di sektor industri dan program substitusi minyak tanah dengan LPG di sektor rumah tangga.

Konsumsi batubara meningkat pesat dari 36,1 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 178,8 juta SBM pada tahun 2013 atau meningkat rata-rata 13,1% per tahun. Sebagian besar batubara tersebut digunakan untuk memasok kebutuhan energi sektor industri serta mendukung proyek pembangkit listrik 35 ribu MW karena sebagian besar bahan bakar pembangkit berasal dari batubara.

Konsumsi gas bumi periode 2000-2013 meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata 2,8% per tahun. Rendahnya pertumbuhan tersebut disebabkan keterbatasan infrastruktur jaringan gas nasional yang mengakibatkan pasokan gas bumi untuk memenuhi kebutuhan industri terbatas. Besarnya konsumsi gas bumi untuk kebutuhan domestik mencapai 59,45% dan sisanya dialokasikan untuk ekspor. Pemanfaatan gas bumi diharapkan memprioritaskan kebutuhan dalam negeri dengan mempertimbangkan ketersediaan infrastruktur, cadangan dan keekonomian yang didukung oleh regulasi pemerintah.

2.2.2 Final Energy Consumption By Type

Final energy consumption by type, during the years 2000-2013, was dominated by oil fuel (gasoline, diesel oil, IDO, kerosene, fuel oil, avtur and avgas). During this period, the total oil fuel consumption increased from 315 million BOE in 2000 to 399 million BOE in 2013, increased of an average of 1.83% per year. In 2000, the consumption of diesel oil has the largest share (38.7%) followed by kerosene (23.4%), gasoline (23.0%), fuel oil (9.6%), IDO (3%) and avtur (2.2%). Subsequently in 2013 the order is shifted into diesel oil (45.4%), gasoline (44.5%), avtur (6.1%), kerosene (1.9%), and fuel oil (1.9%).

Patterns change on oil fuel consumption is due to the high rate consumption of gasoline by private cars and aircraft. The oil fuel consumption in the transport sector has a very high share of 81% of total oil fuel consumption. Meanwhile, other sectors have been carried out various programs to reduce oil fuel such as energy diversification in the industrial sector and substitution of kerosene with LPG program in the household sector.

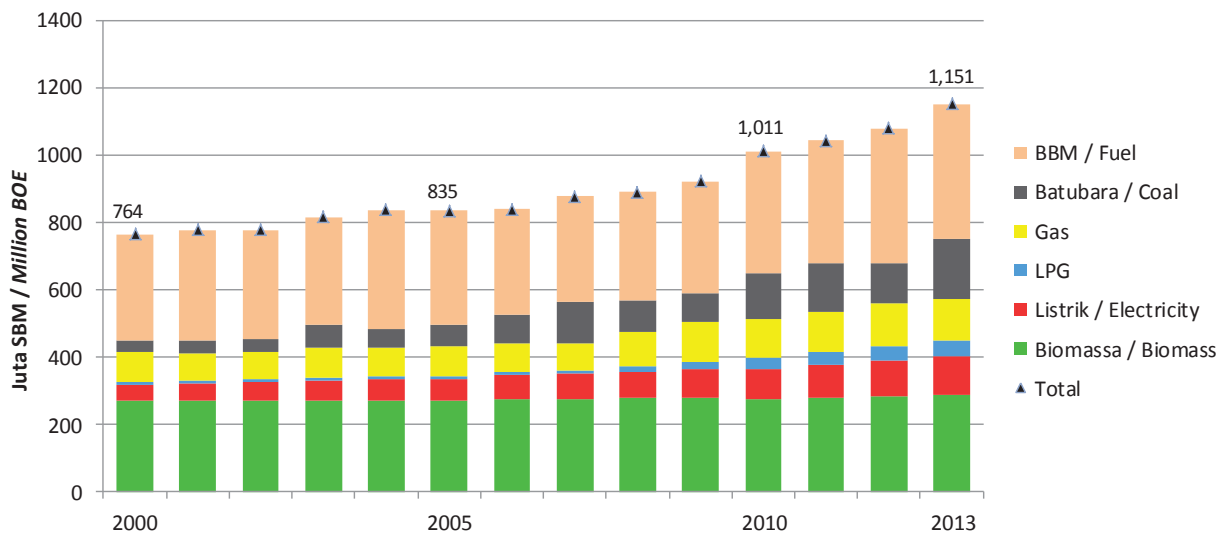
Coal consumption increased from 36.1 million BOE in 2000 to 178.8 million BOE in 2013, rise with an average of 13.1% per year. The consumption of coal is mainly used to meet the energy demand of industry sector and supports the project of 35 thousand MW power plant as most plant fuel comes from coal.

Consumption of natural gas in period 2000-2013 increased with an average growth rate of 2.8% per year. Limitation in infrastructure and distribution of national gas transmission has also limited natural gas supply to meet the demand of industry. Consumption of natural gas for domestic consumption reached 50.3% and the remainder is allocated for export. Utilization of natural gas is expected to prioritize domestic demand with taking into account the availability of infrastructure, reserves and economics which are supported by government regulation.

Konsumsi listrik dalam kurun waktu tahun 2000-2013 mengalami pertumbuhan rata-rata 6,8% per tahun, masih lebih rendah dibanding batubara (13,1%), dan LPG (14,5%). Hal ini menyebabkan rasio elektrifikasi nasional masih 80,4% pada tahun 2013 yang berarti 19,6% penduduk Indonesia belum dialiri listrik. Kondisi lain juga terlihat pada konsumsi listrik per kapita di Indonesia yang masih rendah dibandingkan beberapa negara ASEAN. Konsumsi listrik di Indonesia sebesar 733 kWh/kapita, Thailand (2.479 kWh/kapita), Malaysia (4.313 kWh/kapita), Singapura (8.690 kWh/kapita), dan Brunai Darussalam (8.944 kWh/kapita). Adanya rencana pembangkit 35 ribu MW diharapkan dapat memenuhi kekurangan elektrifikasi dan mendorong perekonomian nasional.

Electricity consumption during the period 2000-2013 had an average growth of 6.8% per year, which was still lower than coal (13.1%), and LPG (14.5%). This led to the national electrification ratio that only reach 80.4% in 2013. This means that 19.6% of the Indonesian population has not been electrified yet. Electricity consumption per capita in Indonesia was also still low compared to some ASEAN countries. Electricity consumption in Indonesia was 733 kWh/capita as to Thailand (2,479 kWh/capita), Malaysia (4,313 kWh/capita), Singapura (8,690 kWh/capita), and Brunai Darussalam (8,944 kWh/capita). The planned 35 thousand MW power plant is expected to meet the shortage of the electrification and stimulate the national economy.

Gambar 2.3 Konsumsi energi final per jenis
Figure 2.3 Final energy consumption by type



2.3 Ketenagalistrikan Electricity

Dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik nasional, penyediaan tenaga listrik di Indonesia tidak hanya semata-mata dilakukan oleh PT PLN (Persero) saja, tetapi juga dilakukan oleh pihak swasta, yaitu Independent Power Producer (IPP), Private Power Utility (PPU) dan Ijin Operasi (IO) non BBM.

Pada tahun 2013 kapasitas total pembangkit nasional (PLN, IPP, PPU, IO non BBM) di wilayah Indonesia adalah sebesar 45,3 GW. Sekitar 74% diantaranya berada di wilayah Jawa Bali, 15% di wilayah Sumatera, 3% di wilayah Kalimantan dan sisanya di wilayah Pulau Lainnya (Sulawesi, Maluku, NTB-NTT, dan Papua). Dilihat dari segi input bahan bakar, pembangkit berbahan bakar batubara dan gas mempunyai pangsa yang paling tinggi, yaitu masing-masing sebesar 44% (20 GW) dan 26% (12 GW), diikuti kemudian oleh pembangkit berbahan bakar minyak dengan pangsa sekitar 15% (6,8 GW). Masih tingginya pangsa pembangkit BBM diimbangi dengan makin meningkatnya pangsa pembangkit berbahan bakar energi terbarukan, seperti PLTP, dengan pangsa mendekati 3% (1,3 GW), serta PLTA dengan pangsa dikisaran 11% (5,1 GW). Disamping itu, pembangkit listrik EBT lainnya (PLTS, PLTB, PLTSa, PLTMH, PLTU Biomassa) juga sudah mulai banyak beroperasi dengan kapasitas total 148 MW.

Selanjutnya, dari sisi penyediaan tenaga listrik, pada tahun 2013 tersebut pembangkit listrik PLN masih mendominasi dengan pangsa lebih dari 76% (34,2 GW), pembangkit listrik IPP dikisaran 17% (7,7 GW), serta sisanya diisi pembangkit listrik PPU dan pembangkit listrik IO non BBM dengan pangsa dikisaran 7% (3,4 GW).

To meet the national electricity demand, supply of electricity in Indonesia is not merely done by PT PLN (Persero), but also by the private sector, namely Independent Power Producer (IPP), Private Power Utility (PPU) and Operation Permit (IO) non oil fuel.

In 2013 the total national power generation capacity (PLN IPP, PPU, and IO non oil fuel) in Indonesia was of 45.3 GW. Approximately 74% of them are in Java and Bali, as well as 15% in Sumatera, 3% in Kalimantan. The rest are in Other Islands (Sulawesi, Maluku, NTB-NTT, and Papua). In terms of input fuel, coal-fired plants and gas has the highest share, which amounted to 44% (20 GW) and 26% (12 GW), followed by oil-fired plants with a share of around 15% (6.8 GW). The still high share of oil fuel plants was balanced by the increasing share of renewable energy power plants, such as geothermal, with a share of close to 3% (1.3 GW), as well as hydro-based generation with a share of 11% (5.1 GW). In addition, other NRE pp such as solar pp, wind pp, landfill pp, micro hydro pp, biomass pp have also started operating with a total capacity of 148 MW.

Furthermore, in terms of electricity supply, by 2013 electricity generation by PLN still dominates with a share of more than 76% (34.2 GW), IPP power plants with a share of 17% (7.7 GW), and the rest filled with the PPU and IO non oil fuel power plants, with a share of 7% (3.4 GW).

2.4 Potensi Sumber Daya Energi

Energy Resources Potential

2.4.1 Potensi Sumber Daya Energi Fosil

Indonesia memiliki potensi energi fosil yang cukup beragam yaitu minyak bumi, gas bumi dan batubara. Cadangan terbukti minyak bumi sebesar 3,6 miliar barel, gas bumi sebesar 100,3 TCF dan cadangan batubara sebesar 31,35 miliar ton. Bila diasumsikan tidak ada penemuan cadangan baru maka minyak bumi akan habis dalam 13 tahun, gas bumi 34 tahun dan batubara 72 tahun. Energi fosil telah menjadi penggerak pertumbuhan ekonomi Indonesia dimasa lalu dan saat ini, dimasa depan masih ada potensi energi lainnya seperti *coal bed methane, shale gas*, dan energi baru terbarukan yang perlu dioptimalkan pemanfaatannya.

2.4.1 Fossil Energy Resource Potential

Fossil energy potential in Indonesia is quite diverse, namely oil, natural gas and coal with proven oil reserves of 3.6 billion barrels, 100.3 TCF of natural gas and 31.35 billion tonnes of coal specifically. Assuming there is no discovery of new reserves, the oil will run out in 13 years, natural gas in 34 years and coal in 72 years. Fossil energy has been the driving force of economic growth in Indonesia. Moreover there are still abundant energy potential such as coal bed methane, shale gas, and renewable energy that their utilization still needs to be optimized.

Tabel 2.1 Sumber daya energi fosil
Table 2.1 Fossil energy resources

No.	Jenis Energi/ Energy Type	Satuan / Unit	Sumber Daya / Resource	Cadangan / Reserve	
1	Minyak Bumi / Oil	Miliar Barel / Billion Barrel	151	Proven	3.6
				+Potential	7.4
2	Gas Bumi / Gas	TSCF	487	Proven	100.3
				+Potential	149.3
3	Batubara / Coal	Miliar Ton / Billion Ton	120.5	31.35	

Sumber / Source: KESDM (2015)

2.4.2 Potensi Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan

Selama ini peranan energi fosil masih mendominasi pemanfaatan energi Indonesia. Diperlukan adanya perubahan paradigma pengelolaan energi yang mengedepankan diversifikasi dan konservasi energi sehingga peran EBT akan lebih maksimal. EBT diharapkan dapat menjadi penopang utama penyediaan energi nasional di masa depan. Oleh karena itu sebagai langkah awal, proses pemetaan potensi EBT Indonesia penting untuk dilakukan.

2.4.2 New and Renewable Energy Resource Potential

Role of fossil fuels still dominate the energy utilization in Indonesia. A paradigm shift that emphasizes diversification of energy management and energy conservation is necessary so that the role of renewable energy can be maximized. NRE is expected to be the main pillar of the national energy supply in the future. Therefore, as a first step, the process of mapping the potential of NRE in Indonesia is indispensable.

Tabel 2.2 Sumber daya energi baru dan terbarukan
Table 2.2 New and renewable energy resources

No	Jenis energi/ Energy type	Sumber daya/ Resources	Cadangan/ Reserve	Kapasitas terpasang/ Installed capacity
1	Panas bumi/ Geothermal	12,386 MWe	16,524 MWe	1,343 MW
2	Hidro / Hydro	75,000 MW		8,671 MW
3	Biomassa / Biomass	32,654 MWe		1,626 MWe (Off Grid) 90.5 Mwe (On Grid)
4	Energi surya/ Solar energy	4.80 kWh/m ² /day*		19.2 MW
5	Energi angin/ Wind energy	970 MW		1.96 MW*
6	Uranium/ Uranium	3000 MW**		30 MW**
7	Gas metana batubara/ Coal bed methane	456.7 TSCF**		
8	Shale gas	574 TSCF**		
9	Gelombang laut/ Wave energy	1.995,2 MW (Potensi Praktis / Practical Potential)		
11	Energi panas laut/ OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion)	41.012 MW (Potensi Praktis / Practical Potential)		
12	Pasang surut/ Tide and tidal power	4.800 MW (Potensi Praktis / Practical Potential)		

Sumber / Source: Ditjen EBTKE, 2014 / Directorate General of NRE&EC, 2014

*) Ditjen EBTKE, 2013 / Directorate General of NRE&EC, 2013

***) KESDM, 2013 / MEMR, 2013

2.5 Permasalahan Energi Saat Ini

Current Energy Issues

2.5.1 Permasalahan Umum

Secara umum sektor energi saat ini menghadapi tantangan baik secara global maupun dalam lingkup nasional. Beberapa permasalahan aktual saat ini diantaranya :

- Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2013 mencapai 242 juta jiwa meningkat dari 205 juta jiwa pada tahun 2000 dengan pertumbuhan rata-rata 1,24% per tahun. Sekitar 57% penduduk tinggal di pulau Jawa dengan luas wilayah 129.438 km² atau sekitar 6,7% wilayah daratan Indonesia.
- Produksi minyak terus menurun sementara permintaan BBM terus tumbuh yang menyebabkan peningkatan impor minyak mentah dan produk olahan. Sampai tahun 2014 subsidi energi terus meningkat, yang disebabkan oleh peningkatan konsumsi domestik, kenaikan harga minyak internasional dan penurunan nilai tukar rupiah terhadap dolar AS dan valuta asing lainnya. Dalam rangka mengoptimalkan anggaran untuk kesejahteraan rakyat, sejak tahun 2015 Pemerintah melaksanakan pengendalian subsidi, khususnya subsidi energi melalui kebijakan penyesuaian harga BBM bersubsidi dan tarif dasar listrik, serta volume konsumsi BBM bersubsidi. Sehingga alokasi pengurangan subsidi dapat dimanfaatkan untuk peningkatan infrastruktur dan kebutuhan lainnya.
- Potensi gas bumi yang dimiliki Indonesia cukup besar tetapi pemanfaatan gas bumi dalam negeri masih belum optimal. Terminal penerimaan dan regasifikasi LNG serta *Floating Storage and Regasification Unit* (FSRU) perlu diperluas di beberapa tempat untuk meningkatkan pemanfaatan gas dalam negeri.
- Pemanfaatan LPG untuk kapal perikanan nelayan kecil, pemanfaatan gas untuk transportasi serta perluasan jaringan pipa gas kota merupakan beberapa hal yang perlu mendapat perhatian. Distribusi gas di daerah terpencil dalam bentuk LPG dan gas bumi akan memerlukan sistem distribusi yang memadai termasuk infrastruktur pemasok dan pengguna gas, agar pembangunan di daerah bisa berjalan dengan baik.

2.5.1 General Issues

In general, energy sector is currently facing challenges in both global and national scope. Some actual problems are:

- *The population of Indonesia in 2013 reached 242 million increased from 205 million in 2000 with an average growth of 1.24% per year. Approximately 57% of the population lives on the island of Java with an area of 129,438 km², or about 6.7% of Indonesia's land.*
- *Oil production continues to decline while the demand for oil fuel continues to grow which causes an increase in imports of crude oil and refined products. Therefore, in 2014, fuel subsidies were relatively high, due to the increase in domestic consumption, the increase in international oil prices and the decline of the rupiah against the US dollar and other foreign currencies. In order to optimize the budget for public welfare, in 2015 the Government is planned to control the subsidies, especially energy subsidies through price adjustment policy of oil fuel subsidy and electricity tariffs, as well as the volume of subsidized oil fuel consumption. So that the allocation of subsidy reduction can be utilized for the improvement of infrastructure and other needs.*
- *The potential of natural gas owned by Indonesia is quite large but its domestic utilization is still not optimal. Floating Storage and Regasification Unit (FSRU) need to be built to improve the utilization of gas in the country.*
- *Utilization of LPG for small fishing boats, the use of gas for transportation as well as the expansion of city gas pipeline network need special attention. Distribution of natural gas in remote areas in the form of LPG and gas will require adequate and reliable gas distribution system, including infrastructure for gas suppliers and users, in order to smooth regional development.*

- Mengingat pengembangan energi terbarukan memiliki kendala yang cukup berat, antara lain potensi yang kecil dan tersebar, investasi yang tinggi dan letak kebutuhan energi jauh dari lokasi potensi energi. Target pengembangan energi terbarukan yang relatif tinggi akan memerlukan perhatian dalam pelaksanaan pembangunannya.
- Dalam program kelistrikan target pengembangan 35 GW dalam 5 tahun memerlukan perhatian, khususnya dalam perijinan, pembebasan lahan, investasi, serta alih teknologi dalam rangka kemandirian energi.
- Peningkatan pembangkit listrik tenaga uap batubara akan memerlukan jaminan dalam pembiayaan. Hal ini disebabkan lembaga finansial seperti World Bank segan untuk memberikan bantuan pendanaan sejalan dengan kecenderungan dunia untuk mengurangi penggunaan batubara yang dianggap sebagai pengotor lingkungan.
- Dalam kaitan pengembangan cadangan energi nasional yang terdiri dari cadangan strategis, cadangan penyangga dan cadangan operasional, maka saat ini Indonesia hanya memiliki cadangan operasional BBM yang hanya untuk 13 - 33 hari (premium, avtur, dan FO 13 hari, solar 15 hari, dan minyak tanah 33 hari) tidak termasuk cadangan untuk operasional kilang adalah sangat menguatirkan. Sementara itu gagasan untuk mengembangkan cadangan operasional rata-rata 30 hari akan sulit direalisasikan dan harus direncanakan secara hati-hati dan konsisten karena meliputi perencanaan luas yang meliputi lokasi, volume penyimpanan, penyiapan infrastruktur baik pelabuhan, tanki minyak dan BBM, kapal, pendanaan dan lainnya.
- *Development of renewable energy has a fairly severe constraints, i.e. the potency is small and scattered, high investment and the energy demand location is far from energy potential location. The development target of renewable energy is high, thus it will need extra attention in the implementation of its development.*
- *In the electricity program, development targets of 35 GW in the next 5 years require attention, particularly in the permitting, land acquisition, investment, and technology transfer in the context of energy independence.*
- *Development of coal fired power generation will require a guarantee for funding. Financial institutions such as the World Bank are reluctant to provide financial loan considering the world's trend to reduce the use of coal which is considered as environment pollutant.*
- *Relating to the development of national energy reserves that consist of strategic reserves, reserve buffer and operational reserves, Indonesia has only 13-33 days of operational reserves of oil fuel (gasoline, avtur, and FO for 13 days, HSD 15 days, and kerosene 33 days) excluding the crude oil reserves for refinery's operations which is very worrying. Meanwhile, the idea to develop a operation reserve at an average of 30 days will be difficult to be realized and should be planned carefully and consistently because it includes extensive planning, including the location, the volume of storage, preparation of infrastructure such as ports, crude oil and oil fuels tankers, ship, funding and others.*

2.5.2 Permasalahan Sektor Transportasi

Sektor yang langsung berpengaruh dan dipengaruhi oleh pembangunan ekonomi melalui pengembangan industri, pertumbuhan penduduk dan pertambangan dan pertumbuhan sektor komersial adalah sektor transportasi.

2.5.2 Transportation Sector Issues

Sectors that directly affect and are affected by economic development through industrial, mining and commercial sector development, population growth is the transportation sector.

Sektor transportasi merupakan sektor pengguna energi final komersil terbesar kedua setelah sektor industri. Saat ini hampir seluruh konsumsi energi di sektor transportasi berupa BBM dan sekitar 89% konsumsi BBM di sektor transportasi merupakan konsumsi sub sektor transportasi darat. Pemanfaatan BBM pada kendaraan bermotor menyebabkan konsumsi BBM terus meningkat dan menjadi salah satu faktor penentu dalam RAPBN yang meliputi subsidi energi dan impor minyak bumi dan BBM. Kenaikan volume impor minyak bumi dan BBM ini diyakini menyebabkan melemahnya nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika dan valuta asing lainnya.

Di DKI Jakarta, jumlah kendaraan pribadi mencapai 96,5% yang melayani 44% perjalanan, sedangkan jumlah angkutan umum mencapai 3,5% yang melayani 56% perjalanan (diantaranya 3% dilayani kereta api / KRL Jabodetabek).

Penyebab utama tingginya pertumbuhan kendaraan bermotor dan konsumsi BBM pada sub sektor transportasi darat adalah harga bensin premium dan minyak solar ditetapkan oleh Pemerintah dengan harga subsidi. Hal ini menyebabkan penggunaan energi alternatif sebagai substitusi BBM seperti BGG dan biofuel (bioethanol dan biodiesel) menjadi terhambat.

Kondisi ini haruslah diperbaiki dengan mengubah pola transportasi dari penggunaan utama kendaraan pribadi menjadi angkutan massal. Sementara subsidi BBM harus dialihkan untuk perbaikan infrastruktur serta aktifitas perekonomian dan sosial yang lebih bermanfaat. Pemanfaatan bahan BBN dan BGG harus lebih didorong dengan mengikutkan seluruh institusi terkait baik dari industri, keuangan, pertanian, perdagangan, pengelola energi maupun dari sosial dan masyarakat.

Pengalihan subsidi bahan bakar minyak yang mencapai 130 triliun rupiah pada APBN 2015 diharapkan akan dapat mendukung program perbaikan infrastruktur transportasi, serta pengembangan energi alternatif pengganti BBM.

Transportation sector is the second largest sector using commercial final energy after industry sector. Currently, almost entire energy consumption in the transportation sector is in the form of oil fuel and about 89% of it is the consumption of road transportation sub-sector. Utilization of oil fuel in motor vehicle causes oil fuel consumption continuing to rise and become one of the determining factors in the draft budget which includes energy subsidies and import of crude oil and oil fuel. The increase in volume of imports of crude oil and oil fuel is affecting the weakening of rupiah against US dollar and other foreign currencies.

In Jakarta, the number of private vehicles is 96.5%, which serve 44% of commutation, while the number of public transport reaches 3.5%, which serve 56% of the commutation (of which 3% fulfilled by train / KRL Jabodetabek).

The main cause of high growth of motor vehicles and oil fuel consumption in the road transport sub-sector is the price of premium gasoline and diesel oil that are set by the government at subsidized rates. This led to the use of alternative energy as oil fuel substitution such as CNG and biofuels (bioethanol and biodiesel) to be obstructed.

This condition should be improved by changing transportation pattern from the primary use of private vehicles into mass transportation. While oil fuel subsidies should be diverted for infrastructure improvements as well as in economic and social activities advancement. Biofuel and gas utilization should be encouraged as to include the entire relevant institutions both from industry, finance, agriculture, trade, energy managers as well as from social and community.

The transfer of fuel subsidies that reached 130 trillion rupiah in the 2015 state budget is expected to be able to support the improvement of transport infrastructure, as well as the development of alternative energy as substitute of oil fuel.

2.5.3 Permasalahan Ketenagalistrikan

Menurut PT PLN (Persero), dalam lima tahun terakhir pertumbuhan pembangunan pembangkit listrik, sebesar 6,5% per tahun, tidak dapat mengejar pertumbuhan permintaan listrik yang sebesar 8,5%. Ketertinggalan ini akibat terkendala berbagai permasalahan, seperti pembebasan dan penyediaan lahan untuk pembangkit tenaga listrik, tumpang tindih penggunaan lahan, koordinasi lintas sektor di pemerintahan pusat maupun daerah, proses negosiasi harga yang alot antara PLN dan IPP, proses penunjukan dan pemilihan IPP, kinerja sebagian developer dan kontraktor yang tidak sesuai target, serta pengurusan izin yang lambat di tingkat nasional dan daerah terkait dengan dokumen lingkungan, pengadaaan tanah, dan kompensasi untuk jalur transmisi. Hambatan lainnya adalah masalah ketersediaan peralatan, material, maupun sumber daya manusia (SDM) akibat pembangunan yang dilakukan secara serentak. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, semua pihak terkait seperti Kementerian ESDM, Badan Pertanahan Nasional (BPN), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), serta PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) harus duduk bersama mencapai satu kesepakatan. Selain itu juga berupaya yang lebih keras untuk bisa saling berkoordinasi, sehingga permasalahan yang bersifat koordinatif dapat segera dicarikan jalan keluar. Kemudian, pemberlakuan UU Nomor 2 Tahun 2012 terkait pembebasan lahan harus dilakukan secara konsisten.

2.5.3 Electricity Issues

According to PT PLN (Persero), in the last five years, growth in the construction of power plants, amounting to 6.5% per year and it can not compensate the growth in electricity demand of 8.5%. The lag is due to variety of problems, such as land acquisition and provision for power generation, cross-sector coordination at central and regional government, the tough process of price negotiation between PLN and IPP, the process of appointment and election of IPP, the performance of most developers and contractors that did not meet targets, and slow permit process at the national and regional levels related to environmental documents, land acquisition and compensation for transmission lines. Another obstacle is the problem of the availability of equipment, materials, and human resources (HR) as a result of the simultaneous construction. To solve these problems, all related parties such as the Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR), the National Land Agency (BPN), Ministry of Environment and Forests (KLHK), as well as the State Electricity Company (PLN) must sit together to achieve an agreement. It also important to be able to coordinate with each other, so that problems can be quickly resolved. Moreover the application of Law No. 2 of 2012 on land acquisition should be done consistently.

2.6 Kebijakan Energi Terkini

Recent Energy Policy

2.6.1 Kebijakan Energi Nasional

Pemerintah telah mengeluarkan Kebijakan Energi Nasional (KEN) seperti tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 79 tahun 2014. KEN mengamanatkan prosentase pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) dalam bauran energi nasional minimal sebesar 23% pada 2025 dan menjadi 31% pada tahun 2050. Dengan target tersebut pengembangan EBT dapat dioptimalkan sekaligus dapat memanfaatkan energi yang ramah lingkungan dan mendukung pembangunan di daerah-daerah terpencil dan terisolasi.

KEN juga menargetkan bahwa rasio elektrifikasi mendekati 100% pada tahun 2025. Pembangkit listrik diharapkan dapat mencapai sekitar 115 GW pada tahun 2025 dan 430 GW pada tahun 2050. Sedangkan konsumsi energi per kapita pada tahun 2025 ditargetkan sekitar 1,4 TOE/kapita (10,07 SBM/kapita) dan 3,2 TOE/kapita (23,02 SBM/kapita) pada tahun 2050.

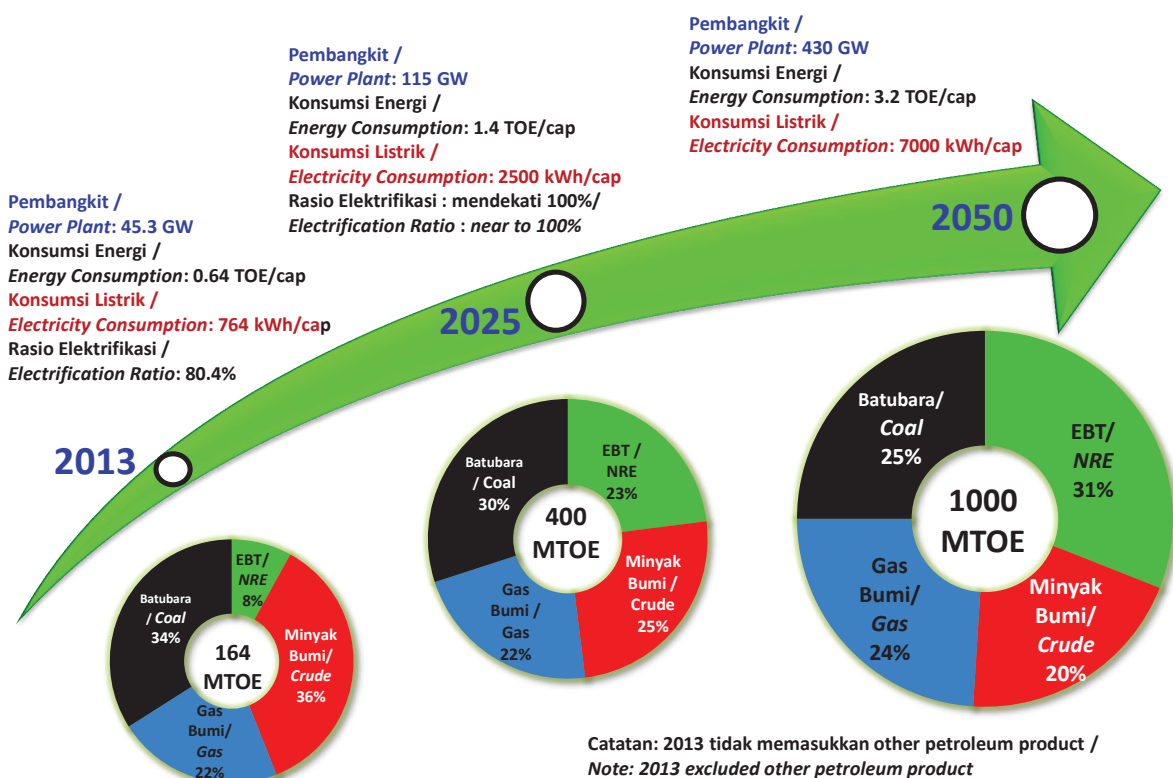
2.6.1 National Energy Policy

The Government has issued a National Energy Policy (KEN) as stipulated in Government Regulation No. 79/2014. KEN mandated percentage of new and renewable energy (NRE) utilization in the national energy mix with minimum of 23% in 2025 and 31% in 2050. With these targets, development of NRE can be optimized and at the same time it can take advantage of environmentally friendly energy and support regional development in remote and isolated area.

KEN also expects that the electrification ratio close to 100% in 2025. The power plant is expected to reach about 115 GW by 2025 and 430 GW by 2050. While energy consumption per capita in 2025 is targeted to be approximately 1.4 TOE/capita (10.07 BOE/capita) and 3.2 TOE/capita (23.02 BOE/capita) in 2050.

Gambar 2.4 Target dari Kebijakan Energi Nasional (KEN)

Figure 2.4 National Energy Policy (KEN) target



2.6.2 Program 35.000 MW

Pemerintah menetapkan 109 proyek yang masuk dalam program pembangunan pembangkit listrik berkapasitas 35 GW selama periode 2015 hingga 2019. Di antara proyek pembangunan pembangkit listrik itu ada 74 proyek pembangunan pembangkit listrik berkapasitas 25 GW yang dikerjakan dengan skema pengembang listrik swasta (*Independent Power Producer/IPP*) dalam lima tahun ke depan, dan 35 proyek lainnya berdaya 10 GW dikerjakan PLN. Proyek pembangunan pembangkit listrik tersebut dilakukan di wilayah Jawa-Bali (52%), Sumatera (28%), Sulawesi (10%), Kalimantan (7%), Nusa Tenggara (2%), Maluku (1%), dan Papua (1%). Total kebutuhan pendanaan untuk pembangunan pembangkit listrik selama 2015-2019 sebanyak 1.127 triliun rupiah, dengan 512 triliun rupiah di antaranya dari PLN dan 615 triliun rupiah dari swasta dalam skema IPP.

Saat ini, kapasitas listrik terpasang nasional adalah dikisaran 50 GW. Dengan tambahan 35 GW, maka rasio elektrifikasi meningkat dari 84 persen pada 2015 menjadi 97% pada 2019. Selanjutnya dari sisi kebijakan, pemerintah telah menerbitkan beberapa peraturan agar proyek 35 GW cepat terealisasi. Peraturan tersebut adalah memberlakukan UU No. 2/2012 tentang penyediaan lahan, Permen ESDM No. 3/2015 tentang penetapan harga patokan tertinggi untuk IPP dan *excess power*, serta Perpres No 30/2015 tentang perubahan atas Perpres No. 71/2012 tentang penyelenggaraan pengadaan tanah untuk kepentingan umum.

2.6.3 Diversifikasi Energi

Untuk mendorong peningkatan pemanfaatan biofuel, Kementerian ESDM menetapkan Permen ESDM No. 12/2015 dengan campuran biodiesel mencapai 15% (usaha mikro, transportasi, dan industri) dan 25% untuk pembangkit listrik pada April 2015 dan meningkat menjadi 30% mulai Januari 2025. Peningkatan pangsa campuran biodiesel terhadap minyak solar akan mengurangi impor minyak solar dan menghemat devisa negara. Harga biodiesel dalam negeri masih disubsidi oleh Pemerintah sebesar Rp1.000/liter yang diberikan ke konsumen.

2.6.2 Program of 35,000 MW

*The government sets the 109 projects included in the development program of power plant capacity of 35 GW over the period 2015 to 2019. Among the projects there are 74 power plants with a capacity of 25 GW done with the scheme of private power developers (*Independent Power Producer / IPP*) in the next five years, and 35 other projects undertaken by PT PLN Persero (10 GW). Power plant construction project is done in Java-Bali (52%), Sumatera (28%), Sulawesi (10%), Kalimantan (7%), Nusa Tenggara (2%), Maluku (1%), and Papua (1%). The total funding requirement for the construction of power plants during 2015-2019 amounted to 1,127 trillion rupiah, of which 512 trillion rupiah is from PT PLN (Persero) and 615 trillion rupiah from private sector in the IPP scheme.*

Currently, the national power plant capacity is in the range of 50 GW. With the addition of 35 GW, the electrification ratio increased from 84 percent in 2015 to 97% in 2019. Furthermore, from the policy side, the government has issued a number of regulations in order to accelerate realization of the 35 GW program. The enacting regulations are Law No. 2/2012 on land supply, MEMR Regulation No. 3/2015 about the pricing benchmark for the IPP and excess power, as well as Presidential Regulation No. 30/2015 on amendments to the Presidential Regulation No. 71/2012 on the implementation of land acquisition for public purposes.

2.6.3 Energy Diversification

To encourage the increase in biofuels utilization, the MEMR set Regulation No. 12/2015 with the mandatory biodiesel blend of 15% (micro business, transportation, and industry) and 25% for electricity generation in April 2015 and increased to 30% from January 2025. The increase in the share of mix biodiesel is expected to reduce imports of diesel oil and save foreign exchange. Domestic biodiesel prices are still subsidized by the Government of Rp1,000/liter which is given to the consumer.

Selanjutnya, pemerintah membentuk Badan Pengelola Dana Perkebunan melalui PP 24/2015, Perpres 61/2015, dan Permen Keuangan 113/PMK.01/2015 yang bertugas mengelola pungutan ekspor minyak sawit mentah sebesar USD 50 per ton dan produk turunannya antara USD 10 per ton – USD 40 per ton. Dana hasil pungutan akan digunakan untuk sejumlah hal diantaranya untuk pengembangan biodiesel dan produsen biodiesel akan mendapat dukungan sekitar Rp600-700 per liter, tergantung harga CPO dunia. Dengan tambahan dana *on-top* dari dana subsidi pemerintah diharapkan sasaran pemanfaatan biodiesel dapat tercapai.

Pada tahun 2014, Kementerian ESDM juga menetapkan kebijakan penugasan kepada PT Pertamina (Persero) dan PT PGN (Persero) untuk menyediakan dan mendistribusikan BBG untuk transportasi. PT Pertamina (Persero) mendapat tugas untuk membangun 22 unit SPBG dan 7 unit *Mobile Refueling Unit* (MRU), serta menyediakan gasnya termasuk untuk 23 unit SPBG eksisting. Selanjutnya, PT PGN (Persero) mendapat tugas untuk membangun 12 unit SPBG dan 2 unit MRU, serta menyediakan gasnya termasuk untuk 1 unit SPBG dan 1 unit MRU eksisting. Total alokasi gas bumi untuk seluruh SPBG dan MRU tersebut mencapai 48,2 MMCFD atau ekuivalen dengan 556.284 kl bensin atau 504.060 kl minyak solar.

Dalam rangka diversifikasi energi di sektor rumah tangga, pemerintah membangun jaringan gas ke rumah tangga untuk mensubstitusi konsumsi minyak tanah dan atau LPG dengan gas bumi. Dengan Permen ESDM 20/2015 dan Kepmen ESDM 3337.K/12/MEM/2015 menugaskan kepada PT PGN (Persero) untuk melaksanakan pengoperasian jaringan distribusi gas bumi untuk rumah tangga yang dibangun oleh pemerintah. Terdapat 11 lokasi distribusi dengan 43.337 sambungan rumah tangga.

2.6.4 Konservasi Energi

Pemerintah menetapkan Permen ESDM 18/2014 tentang pembubuhan label tanda hemat energi untuk lampu swaballast sebagai pengganti Permen ESDM 06/2011. Permen ESDM ini dibuat sebagai penyempurnaan permen sebelumnya. Permen ESDM 18/2014 mengatur

Furthermore, the government established the Fund Management Board of Plantation through Government Regulation 24/2015, Presidential Regulation 61/2015, and Ministry of Finance Regulation 113/PMK.01/2015 which in charge to manage crude palm oil export tax of USD 50 per tonne and its derivatives between USD 10 per tonne - USD 40 per tonne. The levy would be used for the development of biodiesel and the biodiesel producers will be supported of approximately 600-700 rupiah per liter, depending on CPO world's price. With the additional funds on-top of government subsidies the targets of biodiesel utilization are expected to be achieved.

In 2014, the MEMR also establishes the assignment policy to PT Pertamina (Persero) and PT PGN (Persero) for the supply and distribution of gas for transportation. PT Pertamina (Persero) has the task to build 22 units of gas fueling stations (SPBG) and 7 units of Mobile Refueling Units (MRU), as well as providing the gas supply including for the 23 existing SPBG units. Furthermore, PT PGN (Persero) has the task to build 12 units SPBG and 2 units of MRU, as well as providing the gas supply including for the existing 1 unit of SPBG and 1 unit of MRU. Total allocation of natural gas for the entire SPBG and MRU reached 48.2 MMCFD or equivalent 556,284 kl gasoline and 504,060 kl automotive diesel oil.

In order to diversify the energy use in household sector, the government built gas pipeline network to household district to substitute the consumption of kerosene or LPG with natural gas. MEMR Regulation 20/2015 and MEMR Decree 3337.K/12/MEM/2015 assigned PT PGN (Persero) to carry out the operation of the distribution network of natural gas for households. There are 11 distribution locations with 43,337 household connections.

2.6.4 Energy Conservation

The government set the MEMR Regulation 18/2014 on affixing labels on energy-saving swaballast lamps. This MEMR Regulation was created as a refinement of prior MEMR Regulation 06/2011. MEMR Regulation 18/2014 regulate detail performance of the energy-saving mark

secara terperinci tentang posisi label tanda hemat energi termasuk tingkat hemat (lumen/watt) sesuai dengan standard yang berlaku. Pembubuhan label tanda energi pada lampu swaballast akan menguntungkan konsumen karena mengetahui kualitas lampu *swaballast* yang dibeli. Kementerian ESDM juga menetapkan Permen ESDM 07/2015 tentang penerapan standard kinerja energi minimum dan pembubuhan tanda hemat energi untuk piranti pengkondisi udara. Permen 07/2015 ini juga mencantumkan rasio efisiensi energi (dengan batas minimum sebesar 8,53). Pembubuhan label tanda hemat energi tersebut harus memenuhi persyaratan sebagaimana diatur dalam regulasi tersebut.

Kebijakan terbaru tentang potensi pemanfaatan teknologi efisien di sektor industri ditetapkan dalam PP 14/2015 tentang Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035. PP 14/2015 disusun sebagai amanat UU 3/2014 tentang Perindustrian. Dalam PP 14/2015 juga diatur tentang roadmap potensi pemanfaatan teknologi efisien pada 10 kelompok industri prioritas untuk dikembangkan hingga tahun 2035. RIPIN menjabarkan potensi pembangunan industri di beberapa wilayah, sasaran pertumbuhan industri, rencana produksi, potensi pemanfaatan teknologi, dan lainnya. Penjabaran potensi efisiensi energi dari pemanfaatan teknologi efisien perlu dijabarkan dalam regulasi yang lebih rendah.

2.6.5 Subsidi Energi

Sampai tahun 2014 sebagian pemanfaatan energi di Indonesia masih disubsidi, antara lain bensin premium, minyak solar, *biofuel* untuk transportasi, minyak tanah untuk konsumen tertentu, paket LPG tabung 3 kg, dan listrik untuk konsumen tertentu.

Selama beberapa tahun subsidi energi terus meningkat. Pada tahun 2012 subsidi energi sebesar 306,5 triliun rupiah meningkat menjadi 453,3 triliun rupiah di 2014 pada tingkat 23% per tahun. Realisasi subsidi energi selalu lebih besar dari anggaran yang dialokasikan, yang membuktikan bahwa kuota volume BBM bersubsidi yang dialokasikan selalu kurang dari realisasi.

label including saving rate (lumen/watt) in accordance with applicable standards. The affixing of energy sign label on the lamp swaballast will benefit consumers for knowing the quality of the purchased swaballast lamps. MEMR also established Regulation 07/2015 on the application of minimum energy performance standards and affixing energy for air conditioning devices. MEMR Regulation 07/2015 also includes energy efficiency ratio (with a minimum limit of 8.53). The energy-saving sign label affixing must meet the requirements stipulated in the regulation.

Recent policy on the potential use of efficient technologies in the industrial sector is specified in Government Regulation 14/2015 about National Industrial Development Master Plan (RIPIN) from 2015 to 2035. Government Regulation 14/2015 is structured as mandated by Law 3/2014 on Industry. Government Regulation 14/2015 also arranged the potential use of the efficient technology roadmap in the 10 priority groups of industry to be developed until 2035. RIPIN outlining the potential of industrial development in some areas, targeting industrial growth, production plans, the potential use of technology, and more. Description of energy efficiency of efficient technologies utilization needs to be elaborated in the lower regulation.

2.6.5 Energy Subsidy

Until 2014, most energy utilization in Indonesia is still subsidized, including gasoline, diesel, biofuels for transport, kerosene for certain consumers, 3 kg package of LPG, and electricity for certain consumers.

For several years, energy subsidies continue to increase. In 2012, energy subsidies amounted to 306.5 trillion rupiah increased to 453.3 trillion rupiah in 2014 at the growth rate of 23% per year. Realization of energy subsidies is always greater than the allocated budget, which proves that the allocated volume quota of subsidized oil fuel is always less than the realization.

Sesuai dengan Peraturan Presiden No. 191 Tahun 2014, tentang penyediaan, pendistribusian dan harga jual eceran bahan bakar minyak maka subsidi diberikan untuk bahan bakar tertentu yaitu minyak tanah untuk wilayah yang belum terkonversi LPG, usaha kecil, nelayan kecil dan lain lain, sementara minyak solar untuk transportasi dan usaha kecil memperoleh subsidi tetap yang saat ini ditetapkan 1000 rupiah per liter.

Karena besaran subsidi, khususnya subsidi energi makin membebani anggaran belanja negara, maka Pemerintah akhirnya mengurangi besaran subsidi energi agar ruang fiskal lebih longgar untuk alokasi dana bagi pelaksanaan program pembangunan yang lebih bermanfaat.

Pada tahun anggaran 2015 dilaksanakan kebijakan pengendalian subsidi, khususnya subsidi energi melalui kebijakan penyesuaian harga bahan bakar minyak (BBM) bersubsidi dan tarif dasar listrik, serta volume konsumsi BBM bersubsidi. Strategi yang diambil oleh Pemerintah untuk mengurangi beban subsidi energi antara lain adalah:

- Menghapus atau mengurangi subsidi BBM dan listrik dengan menaikkan harga BBM bersubsidi serta menaikkan tarif dasar listrik sampai mencapai tingkat harga keekonomiannya.
- Substitusi BBM dengan bahan bakar nabati untuk mengurangi impor BBM.
- Pengembangan transportasi masal perkotaan baik berupa bus, KRL, *Mass Rapid Transportation* (MRT) maupun Kereta Rel Ringan (LRT).
- Menggantikan kereta rel diesel dengan kereta rel listrik diseluruh Indonesia.
- Penggunaan CNG pada kendaraan umum perkotaan, dan kendaraan dinas.
- Mendorong penggunaan gas dalam negeri baik dengan pengembangan pipa gas dan penyediaan fasilitas regasifikasi LNG untuk memudahkan distribusi gas ke wilayah tertentu.

In accordance with Presidential Regulation No. 191/2014, on the supply, distribution and retail price of oil fuel, subsidy is granted to particular fuels such as kerosene for the region that has not been converted LPG, small businesses, fishermen and others, while diesel oil for transportation and small businesses receive fixed subsidies that currently set on 1000 rupiah per liter.

Seeing the amount of subsidies, especially since it is increasing the burden of state budget, the government eventually reduce the amount of energy subsidies to make a concession to the fiscal space for the allocation of funds for the implementation of more useful development programs.

In fiscal year 2015 subsidy control policies is implemented, especially energy subsidies through price adjustment policy of fuel oil and electricity tariffs, as well as the volume of subsidized oil fuel. The strategies taken by the Government to reduce the burden of energy subsidies include:

- *Removing or reducing oil fuel and electricity subsidies by increasing price of oil fuel and the electricity tariff to reach the economic price level.*
- *Substituting oil fuel with biofuels to reduce oil fuel imports.*
- *Developing urban mass transportation either busses, electric railways, Mass Rapid Transportation (MRT) and Light Rail Transportation (LRT).*
- *Replacing diesel train with electric train throughout Indonesia.*
- *Encouraging the use of CNG in urban public transport, and service vehicles.*
- *Encouraging the use of gas both with the development of gas pipelines and LNG regasification facility provision to facilitate the distribution of gas to a specific area.*

Tabel 2.3 Subsidi energi dan anggaran belanja negara
Table 2.3 Energy subsidy and national budget

Keterangan / Description		Unit	2012		2013		2014		2015	
			APBN / Budget	Realisasi / Realisation	APBN / Budget	Realisasi / Realisation	APBN / Budget	Realisasi / Realisation	APBN / Budget	APBNP / Draft Budget
BBM Subsidi / Fuel Subsidy	Volume / Volume	Juta kl / Million kl	40.0	43.3	46.0	48.0	46.0	46.0	46.0	46
Subsidi / Subsidy	BBM & LPG / Fuel & LPG	Triliun Rp. / Trillion Rp.	137.4	211.9	193.8	210.0	194,9	350.3	291.1	64.7
	Listrik / Electricity	Triliun Rp. / Trillion Rp.	64.9	94.6	89.8	100.0	89.8	103.8	72.4	73.1
	Energi / Energy [a]	Triliun Rp. / Trillion Rp.	202.3	306.5	257.8	310.0	284.7	453.3	363.5	137.8
Belanja Negara / National Budget	[b]	Triliun Rp. / Trillion Rp.	1,418.5	1,548.3	1,657.9	1,726.2	1,816.7	1.876.8	2.039.5	1.994.9
Rasio [a] dengan [b] / Ratio of [a] to [b]		%	14	19	16	16	16	24	16	7

Sumber: Data Pokok APBN 2012, 2013, 2014 dan APBN-P 2015 /

Source: National Budget Basic Data 2012, 2013, 2014, 2015, National Budget Revision (APBN-P) 2015

2.6.6 Feed-in Tariff

Regulasi tentang *Feed-in Tariff* (FiT) merupakan upaya kementerian ESDM untuk mendorong pemanfaatan energi terbarukan. Regulasi FiT dimulai tahun 2009 dengan ditetapkannya Permen ESDM 31/2009 tentang harga pembelian tenaga listrik oleh PT PLN (Persero) dari pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi terbarukan skala kecil dan menengah atau kelebihan tenaga listrik. Regulasi FiT telah beberapa kali diperbarui dengan mempertimbangkan jenis energi terbarukan dan penyesuaian harga pembelian tenaga listrik.

Selama tahun 2014-2015 telah ditetapkan regulasi FiT PLTA, PLTP, PLT biogas dan PLT biomassa. Harga pembelian tenaga listrik PLTA dengan kapasitas sampai dengan 10 MW dibedakan menurut wilayah, periode pembelian, dan terkoneksi dengan jaringan. Harga per wilayah dibedakan menurut faktor koreksi F yang bervariasi antara 1 (Jawa) sampai 1,6 (Papua dan Papua Barat). Periode pembelian

2.6.6 Feed-in Tariff

Regulation on Feed-in Tariff (FiT) is an attempt of MEMR to encourage the use of renewable energy. FiT regulation began in 2009 with the enactment of MEMR Regulation 31/2009 on the price of electricity purchased by PT PLN (Persero) from power plants that use small and medium scale renewable energy or excess power. FiT regulation has been updated several times considering the type of renewable energy and electricity purchase price adjustments.

During the years 2014-2015 FiT regulation has been set for hydropower, geothermal, biogas and biomass power plants. The purchase price of electricity from hydropower plant with a capacity up to 10 MW differentiated by region, the purchase period, and connectivity to the network. Price per region distinguished by a correction factor F which varies between 1 (Java) to 1.6 (Papua and West Papua). Power purchase period

tenaga listrik diatur dalam 2 periode, yaitu periode tahun ke-1 s.d. tahun ke-8, dan periode tahun ke-9 s.d. tahun ke-20. Sedangkan adanya koneksi dengan jaringan mempunyai harga yang berbeda antara Jaringan Tegangan Menengah (TM) dan Jaringan Tegangan Rendah (TR). Harga pembelian termurah adalah Rp1.075/kWh (TM) dan termahal Rp2.032/kWh (TR) selama periode tahun ke-1 s.d. ke-8. Adapun harga pembelian pada periode kedua (tahun ke-9 s.d. tahun ke-20) bervariasi antara Rp. 750/kWh (TM) s.d. Rp. 1.232/kWh (TR). Harga pembelian tenaga listrik tersebut diatur dalam Permen ESDM 22/2014 sebagai pengganti Permen ESDM 12/2014 sudah termasuk seluruh biaya pengadaan jaringan penyambungan dari pembangkit ke jaringan PLN, tanpa negosiasi harga dan tanpa eskalasi.

Selanjutnya, pada tahun 2014 juga ditetapkan Permen ESDM 17/2014 tentang FIT PLTP. Harga pembelian tenaga listrik oleh PT PLN (Persero) merupakan harga patokan tertinggi yaitu harga dasar pada saat *commercial operation date* (COD), belum termasuk eskalasi, dan pembangunan transmisi. Harga dibedakan per tahun per wilayah. Wilayah dikelompokkan ke dalam 3 wilayah, yaitu wilayah I (Sumatera, Jawa Bali), wilayah II (Kalimantan, Sulawesi, NTB dan NTT, Maluku dan Maluku Utara, Papua dan Papua Barat, dan wilayah III (wilayah 1 dan 2 yang terisolasi dan menggunakan PLTD). Harga pembelian tenaga listrik tahun 2015 bervariasi antara 11,8 cent\$/kWh (wilayah I), 17,0 cent\$/kWh (wilayah II), dan 25,4 cent\$/kWh (wilayah III). Harga pembelian tenaga listrik tahun 2025 meningkat menjadi 15,9 cent\$/kWh (wilayah I), 23,3 cent\$/kWh (wilayah II), dan 29,6 cent\$/kWh (wilayah III).

Berbeda dengan FIT PLTP, FIT PLT biomassa dan PLT biogas ditetapkan seperti pola FIT PLTA dengan harga pembelian sebesar Rp1.150/kWh (TM) dan Rp1.500/kWh (TR) untuk PLT biomassa, serta Rp1.050/kWh (TM) dan Rp1.400/kWh (TR) untuk PLT biogas dikalikan faktor F. Faktor F bervariasi antara 1 (Pulau Jawa) s.d. 1,6 (Kepulauan Riau, Pulau Papua, dan pulau lainnya).

Dari berbagai FIT tersebut nampak bahwa FIT PLTA dan FIT biomassa/biogas mengalami hambatan tingginya biaya

is set in 2 periods, i.e 1st year to the 8th year and 9th year to 20th year. While connectivity to the network have different prices between Medium Voltage (MV) Networks and the Low Voltage (LV) Network. Lowest purchase price is Rp1,075/kWh (MV) and the most expensive is Rp2,032/kWh (LV) during the period of the 1st year to 8th year. The purchase price in the second period (year 9 to year 20) between Rp750/kWh (MV) to Rp1,232/kWh (LV). The purchase price of electricity is regulated by MEMR Regulation 22/2014 as a substitute of MEMR Regulation 12/2014 which is included the entire cost of procurement of network connection from the plant to the grid, without negotiating the price and escalation.

Subsequently, MEMR Regulation 17/2014 on geothermal FiT also set in 2014. The price of electricity purchased by PT PLN (Persero) is a benchmark price which is the basic price at the time of commercial operation date (COD), not including escalation, and the construction of transmission. Price is also distinguished per year per region. Region are grouped into three regions, namely regions I (Sumatra, Java, Bali), region II (Kalimantan, Sulawesi, NTB and NTT, Maluku and North Maluku, Papua and West Papua), and regions III (remote area in regions 1 and 2 using diese ppl). The purchase price of electricity in 2015 is varied between 11.8 cents\$/kWh (region I), 17.0 cents\$/kWh (region II), and 25.4 cents\$/kWh (region III). The purchase price of electricity in 2025 increased to 15.9 cents\$/kWh (region I), 23.3 cents\$/kWh (region II), and 29.6 cents\$/kWh (region III).

Unlike the geothermal power plants FiT, FiT for biomass and biogas power plant set as of hydropower plant FiT at a purchase price of Rp1,150/kWh (MV) and Rp1,500/kWh (LV) for biomass pp, as well as Rp1,050/kWh (MV) and Rp1,400/kWh (LV) for biogas pp multiplied by a factor F. The factor F is varied between 1 (Java) to 1.6 (Riau Islands, Papua Island, and other islands).

FiT for hydropower and biomass/biogas is experiencing barrier such as the high cost of network construction from

pembangunan jaringan listrik dari pembangkit energi terbarukan ke jaringan listrik PLN. Padahal potensi PLTA dan PLT biomassa/biogas cukup menjanjikan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat terutama pada wilayah terpencil. Potensi limbah kelapa sawit sebagai industri hulu sangat besar dan belum dimanfaatkan untuk disalurkan ke jaringan PLN secara maksimal karena kendala investasi jaringan. Fenomena kedua yang bisa ditarik dari FiT tersebut bahwa adanya FiT energi terbarukan pada wilayah tertentu akan meningkatkan biaya sistem kelistrikan setempat. Untuk itu, seyogyanya pemerintah membuat analisis biaya sistem sebelum menetapkan regulasi FiT. Selanjutnya, FiT energi terbarukan yang terbukti menurunkan biaya sistem setempat seyogyanya biaya investasi jaringan ditanggung oleh pemerintah sebagai penyertaan modal ke PLN. Biaya investasi ini ditanggung dalam APBN dan pemerintah akan mendapat keuntungan dengan menurunnya subsidi listrik pada sistem setempat.

2.6.7 Persentase Minimal Penjualan Batubara Domestik

Pemberlakuan *Domestic Market Obligation* (DMO) untuk batubara dan *Indonesian Coal Price Reference* (ICPR) mulai tahun 2010 yang bertujuan untuk menjamin penyediaan batubara untuk keperluan dalam negeri merupakan pelaksanaan pada Undang-undang Nomor 4 tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara serta Keputusan Presiden Nomor 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional.

Berdasarkan kontrak Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B) pasal 11 dan 12 disebutkan bahwa perusahaan pertambangan batubara bisa melakukan ekspor setelah kewajiban untuk memenuhi kebutuhan batubara domestik terlaksana. Selain itu juga ditegaskan bahwa perusahaan pertambangan batubara wajib mendukung keamanan pasokan batubara domestik. Sebagai konsekuensinya maka perlu diperhitungkan kebutuhan batubara domestik serta menentukan Prosentase Minimum Pemenuhan Batubara Dalam Negeri (PMPBDN) bagi setiap perusahaan pertambangan batubara.

power plant to the electricity network. The potential of hydropower and biomass/biogas power plant is promising to be able to meet the electricity demand of the community, especially in isolated regions. The potential of oil palm waste as upstream industry is quite large and untapped. The produced electricity can not be distributed to the grid optimally due to constraints on network investments. The second phenomenon that can be drawn from the FiT is that the FiT of renewable energy in certain areas will increase the cost of local electricity system. Therefore, the government should make a cost analysis before setting a FiT regulation. Furthermore, proven renewable energy FiT in reducing the cost of the local system network investment costs should be borne by the government as equity into PLN. The investment costs is borne by the national budget so that the government would get benefit by decreasing the electricity subsidy on the local system.

2.6.7 Domestic Market Obligation of Coal

Enforcement of Domestic Market Obligation (DMO) for coal and Indonesian Coal Price Reference (ICPR) began in 2010 and it was aimed at ensuring the supply of coal for domestic demand as the implementation of the Law No. 4 of 2009 on Mineral and Coal mining as well as Presidential Decree No. 5 of 2006 on the National Energy Policy.

Based on the Coal Mining Agreement (PKP2B) Articles 11 and 12, it is mentioned that coal mining companies can export as obligation to meet the domestic coal demand is accomplished. It also confirmed that the coal mining companies are required to support the security of domestic supply of coal. As a consequence, it is necessary the domestic coal demand, coal production capacity as well as determining the Minimum Percentage of Compliance Domestic Coal Demand (PMPBDN) are taken into account for each coal mining company.

Tabel 2.4 Pelaksanaan DMO batubara (2010 – 2015)
Table 2.4 Implementation of coal DMO (2010 – 2015)

Tahun/ Year	Produksi/ Production (Million Tonnes)	DMO		Peraturan / Regulation
		Target (%)	Volume (Million Tonnes)	
2010	262.48	24.75	64.96	Kepmen ESDM No. 1604/2010 / MEMR Decree No. 1604/2010
2011	326.65	24.17	78.97	Kepmen ESDM No. 2360 K/30/MEM/2010 / MEMR Decree No. 2360 K/30/MEM.2010
2012	328.53	24.72	84.07	Kepmen ESDM No. 990 K/30/DJB/2012 / MEMR Decree No. 990 K/30/DJB/2012
2013	366.04	20.30	74.32	Kepmen ESDM No. 2934 K/30/MEM/2012 / MEMR Decree No. 2934 K/30/MEM/2012
2014	368.90	25.90	95.55	Kepmen ESDM No. 2901 K/30/MEM/2013 / MEMR Decree No. 2901 K/30/MEM/2013
2015	394.37	23.41	92.31	Kepmen ESDM No. 2805 K/30/MEM/2015 / MEMR Decree No. 2805 K/30/MEM/2015

Halaman kosong / *blank page*



Bab 3. Proyeksi Kebutuhan Energi

Chapter 3. Energy Demand Projection

3.1 Kebutuhan Energi Per Jenis

Energy Demand by Type

Kebutuhan energi nasional hingga tahun 2050 terus meningkat sesuai dengan perekonomian yang terus berkembang. Laju pertumbuhan PDB rata-rata selama kurun waktu 2013-2050 sebesar 6,9% mengakibatkan laju pertumbuhan energi final sebesar 4,7% per tahun.

Batubara dalam kebutuhan energi final hanya dimanfaatkan di sektor industri, demikian juga dengan pemanfaatan gas bumi, paling banyak dimanfaatkan di sektor produktif tersebut. Industri padat energi banyak memanfaatkan kedua komoditi ini dalam proses produksinya. Masing-masing batubara dan gas bumi meningkat dengan laju pertumbuhan sebesar 5,7% dan 5,6% per tahun.

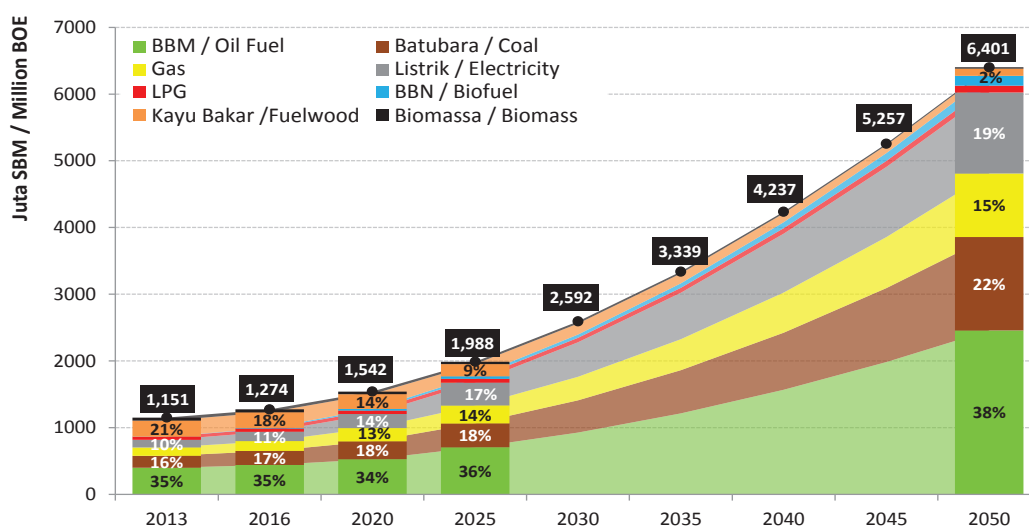
Bahan bakar minyak (BBM) akan terus menjadi primadona dalam penggunaan energi final, karena selain teknologi berbasis BBM lebih efisien, harga BBM masih dapat terus bersaing jika dibandingkan dengan bahan bakar lainnya seperti batubara dan gas bumi. BBM yang dipertimbangkan dalam BPPT-OEI 2015 adalah minyak solar, premium, minyak tanah, minyak bakar dan avtur, meskipun dalam pelaksanaan teknisnya avtur merupakan bahan bakar khusus (BBK). Penggunaan BBM didominasi oleh sektor

National energy demand by 2050 continues to increase in accordance with the evolving economy. The average growth rate of GDP during the period 2013-2050 is 6.9% resulting in a final energy demand growth rate of 4.7% per year.

Coal in the final energy demand is only used in industrial sector. Natural gas is also most widely used in this productive sector. Energy intensive industries are using of these commodities in their production process. Coal and natural gas demand will increase with the growth rate of 5.7% and 5.6% per year respectively.

Oil fuel will continue to be preferred in the final energy demand because, in addition to the high efficiency of oil fuel-based technology, oil fuel prices are competitive when compared to other energy such as coal and natural gas. Oil fuels considered in BPPT-OEI 2015 includes diesel, gasoline, kerosene, fuel oil and avtur, although in the technical implementation avtur is categorized as a special fuel (BBK). The demand of oil fuel is dominated by road transportation sub-sector which largely still using oil fuel-

Gambar 3.1 Proyeksi kebutuhan energi final per jenis
Figure 3.1 Projection of final energy demand by type



transportasi darat yang masih banyak menggunakan teknologi berbasis BBM. Selain itu, harga BBM masih lebih ekonomis dibandingkan dengan bahan bakar berbasis energi baru dan terbarukan. Pangsa pemanfaatan BBM pada tahun dasar adalah sebesar 35% dan terus mendominasi menjadi sebesar 38% pada tahun 2050.

Energi baru dan terbarukan yang dipertimbangkan dalam kebutuhan energi final adalah pemanfaatan biodiesel sebagai substitusi minyak diesel. Sesuai dengan mandatori biofuel yang dinyatakan dalam Permen ESDM No. 12/2015 yang merupakan revisi dari regulasi sebelumnya telah menetapkan pemakaian biodiesel (B100) maksimum hingga 30%. Meskipun dalam regulasi mandatori biofuel terdapat peraturan mengenai bioetanol, namun saat ini perkembangannya masih terhambat oleh ketersediaan lahan bahan baku. Oleh karena itu dalam kajian ini pemanfaatan bioetanol tidak dipertimbangkan. Dalam kurun 37 tahun diperkirakan biodiesel berkembang dengan laju pertumbuhan 13,6% per tahun.

Pemanfaatan listrik terus berkembang mengingat hampir semua sektor pengguna memanfaatkan listrik dalam teknologinya. Penggunaannya meningkat sebesar 6,6% per tahun hingga di tahun 2050 dan pemakaiannya menjadi lebih dari 10 kali pemakaian di tahun 2013. Kebutuhan LPG yang saat ini sudah mengandalkan impor, diperkirakan secara bertahap pemakaiannya hanya meningkat tipis yaitu sebesar 2% per tahun. Mengingat rendahnya efisiensi peralatan berbahan bakar kayu bakar, maka penggunaannya selama kurun waktu 2013-2050 diperkirakan akan menurun sebesar 2,2%. Teknologinya banyak beralih menjadi teknologi berbahan bakar yang lebih efisien seperti BBM dan listrik. Oleh karena itu penggunaan peralatan listrik akan terus meningkat di semua sektor.

based technologies. Moreover, the oil fuel price is still more economical than NRE. Share of oil fuel in the base year was 35% and will continue to dominate by 38% in 2050.

Biodiesel as a substitute for diesel oil is the only NRE that is considered in the final energy demand. In accordance with the biofuel mandatory stated in MEMR Regulation No. 12/2015, which is a revision of previous regulation, the use of biodiesel (B100) has set to a maximum of 30%. Target for bioethanol utilization is also mentioned in the regulation but its current development is still hampered by land availability for raw materials. Therefore, in this study the use of bioethanol is not taken into consideration. Within the 37 years, biodiesel growth rate is estimated at 13.6% per year.

Electricity demand continues to grow due to its wide applicability in all the sectors. Its demand will increase by 6.6% per year up to 2050, more than 10 times larger than 2013. Demand of LPG which is now relies on imports, is expected to slightly increase of 2% per year. Given the low efficiency of fuelwood equipment, its demand during the period of 2013-2050 is expected to decline by 2.2%. Many technologies are switching from fuelwood into oil fuel and electricity. Therefore the use of electrical appliances will continue to increase in all sectors.

3.2 Kebutuhan Energi Per Sektor

Energy Demand by Sector

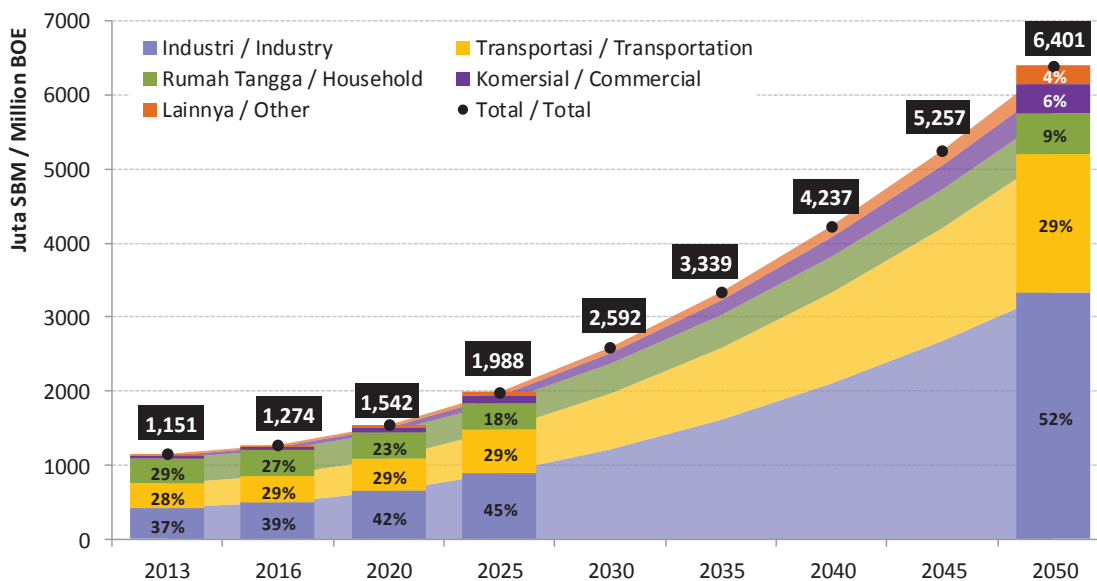
Saat ini ketidakpastian perekonomian dunia masih terus berlangsung, namun kondisi perekonomian Indonesia tetap berjalan dengan pertumbuhan yang cukup tinggi. Sebagai sektor yang produktif, industri terus meningkat pesat. Pertumbuhan industri tersebut didukung oleh tingginya tingkat konsumsi masyarakat, dan meningkatnya investasi di sektor industri yang cukup signifikan sehingga menyebabkan tetap terjaganya kinerja sektor industri manufaktur hingga saat ini. Selama kurun waktu 2013-2050 diperkirakan sektor ini akan meningkat dengan laju pertumbuhan 5,7% per tahun.

Sektor transportasi sebagai penunjang mobilitas produksi industri dan penumpang juga berkembang cukup signifikan dengan laju pertumbuhan sebesar 4,9% per tahun. Sektor transportasi juga merupakan pendukung peningkatan perekonomian nasional, oleh karena itu agar pertumbuhan sosial ekonomi berimbang di seluruh Indonesia, perlu untuk menyambung pulau-pulau yang menyebar dengan luas ini, dengan melakukan pembenahan sistem jaringan transportasi. Hingga tahun 2050 diperkirakan pangsa sektor ini relatif konstan sebesar 29%.

World's economy is still full of uncertainties but the Indonesian economy is still running at a fairly high growth. As the productive sector, industry continues to increase rapidly. Growth of industry is supported by the high level of consumption in society and also by the significant rise in investment. Thus performance of the manufacturing sector can be maintained. During period 2013-2050 the sector is expected to increase with growth rate of 5.7% per year.

The transportation sector as the supporting mobility of industrial production and society is also growing quite significant with growth rate of 4.9% per year. It also supports the increase of national economy. Therefore, to achieve a balance socio-economic growth throughout Indonesia, it is necessary to connect the widely spread islands with reliable transport network system. Until 2050, the share of this sector is estimated relatively constant at 29%.

Gambar 3.2 Proyeksi kebutuhan energi final menurut sektor
Figure 3.2 Projection of final energy demand by sector



Sektor rumah tangga merupakan sektor konsumtif namun pertumbuhan kebutuhan energinya cukup rendah sekitar 1,3% sesuai dengan laju pertumbuhan penduduk nasional yang diharapkan meningkat tipis sekitar 0,76% per tahun. Rendahnya pertumbuhan kebutuhan energi di sektor rumah tangga juga dipengaruhi oleh pemanfaatan kayu bakar untuk memasak yang kian lama pemakaiannya terus berkurang.

Selama kurun waktu 37 tahun perkembangan sektor komersial tumbuh cukup pesat yaitu sekitar 6,5% per tahun. Dominasi dari sektor ini adalah kebutuhan listrik yang cukup tinggi. Kegiatan sektor lainnya meliputi pertanian, konstruksi dan pertambangan melibatkan peralatan-peralatan berat yang mengkonsumsi bahan bakar minyak. Perkembangannya cukup tinggi sesuai dengan peningkatan kegiatan pertanian, perikanan, konstruksi bangunan rumah, gedung dan jalan serta kegiatan tambang.

Jika dibandingkan dengan nilai proyeksi yang sudah diterbitkan saat ini, secara total kebutuhan energi final dalam buku BPPT-OEI 2015 lebih rendah. Hal ini disebabkan karena dalam kajian ini tidak mempertimbangkan produk lain dari hasil kilang atau "other petroleum product". Sedangkan gas bumi sebagai bahan baku tetap diperhitungkan karena jumlahnya cukup besar dan sudah dipertimbangkan dalam neraca gas bumi nasional sebagai komoditas dalam negeri.

3.2.1 Sektor Industri

Kebutuhan energi pada sektor industri terutama industri padat energi cukup besar jika dibandingkan sektor pengguna lainnya, karena sektor ini menggunakan teknologi proses, seperti boiler, tungku, dan peralatan motor, yang membutuhkan bahan bakar dalam jumlah besar. Sektor industri merupakan sektor produktif yang perkembangannya perlu didorong agar dapat meningkatkan perekonomian nasional. Diperkirakan pada tahun-tahun berikutnya, porsi konsumsi BBM oleh sektor industri diperkirakan akan terus menurun, jika infrastruktur penunjang energi yang lain seperti pipa gas sudah cukup memadai. Diperkirakan gas akan berkembang sebesar 5,6% baik sebagai bahan bakar maupun bahan baku.

Household sector is a consumptive sector but the growth of energy demand is fairly low at around 1.3% in regards to the national population growth rate that is expected to increase for about 0.76% per year. The low energy demand growth in household sector is also affected by the decline in firewood demand for cooking.

During the period of 37 years, the development of the commercial sector grows quite rapidly at around 6.5% per year. This sector's demand is dominated by electricity. Meanwhile, activities in other sector including agriculture, construction and mining involve heavy equipment which consumes oil fuel. Its demand growth is quite high and in accordance with the increase in agriculture, fishing, mining activities, and construction in housing, buildings, and roads.

Compared other published projection, total final energy demand in BPPT-OEI 2015 is lower. This is on the grounds that other petroleum products are not taken into account in this study. Whereas natural gas as a raw material is taken into account due to its large amount and has been considered in the balance of natural gas as an indigenous commodity.

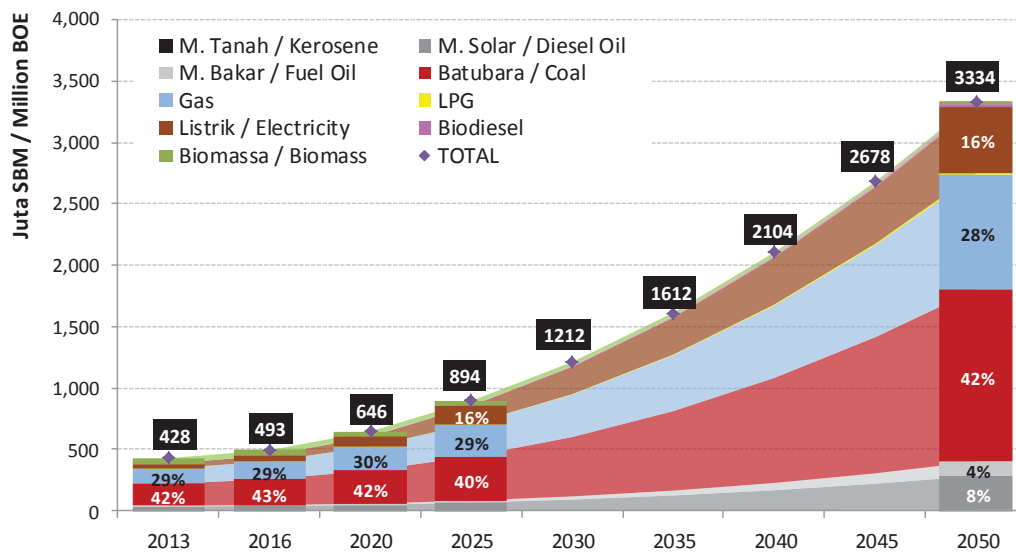
3.2.1 Industry Sector

Energy demand of industrial sector, especially energy-intensive industry, is quite large when compared to other user sector. This is due to the utilization of process technology, such as boilers, furnaces, motors and equipment, which require large amounts of fuel. Industrial sector is a productive sector whose development should be encouraged in order to improve the national economy. It is estimated that in the following years, share of oil fuel consumption by industrial sector will continue to decline if the supporting infrastructure of other energy such as gas pipelines is sufficient. Natural gas demand is expected to grow by 5.6%, both as a fuel and raw materials.

Peranan batubara di sektor ini cukup tinggi karena hampir semua teknologi boiler di industri memerlukan batubara sebagai bahan bakar, oleh karena itu penggunaannya meningkat sebesar 5,7% per tahun atau mendekati lebih dari 300 juta ton di tahun 2050. Beberapa peralatan seperti pemotongan, conveyor dan mesin-mesin penggerak lainnya banyak memanfaatkan tenaga listrik dalam pengoperasiannya. Beberapa industri memanfaatkan minyak solar menjadi *start up* sistem dan sebagai *backup* dalam membangkitkan listrik, khususnya sebagai bahan bakar genset.

The role of coal in this sector is quite high because almost all boiler technology in the industry is coal-fired. As a result, its demand will increase by 5.7% per year or more than 300 million tonnes in 2050. Some equipment such as cutting machines, conveyor and other propulsion engines utilize a lot of electricity to operate. Some industries utilize diesel oil as a system startup and as a backup in electricity generation.

Gambar 3.3 Proyeksi kebutuhan energi final di sektor industri
Figure 3.3 Projection of final energy demand in industry sector



3.2.2 Sektor Transportasi

Saat ini sektor transportasi didominasi oleh kendaraan darat yang jumlahnya terus meningkat. Kendaraan pribadi banyak digunakan di wilayah perkotaan sedangkan kendaraan barang berupa truk besar yang menunjang sektor industri, jumlahnya terus meningkat seiring dengan produksi industri yang terus berkembang. Demikian juga pergerakan bis antar wilayah berkembang cukup pesat.

3.2.2 Transportation Sector

The transportation sector is currently dominated by road vehicles whose numbers continue to rise. Private vehicles are widely used in urban areas. Number of large freight vehicles such as trucks which support the industrial sector also continues to increase along with the industrial production growth. Similarly, inter-regional bus activity is growing rapidly. As a result, the demand of gasoline and diesel oil

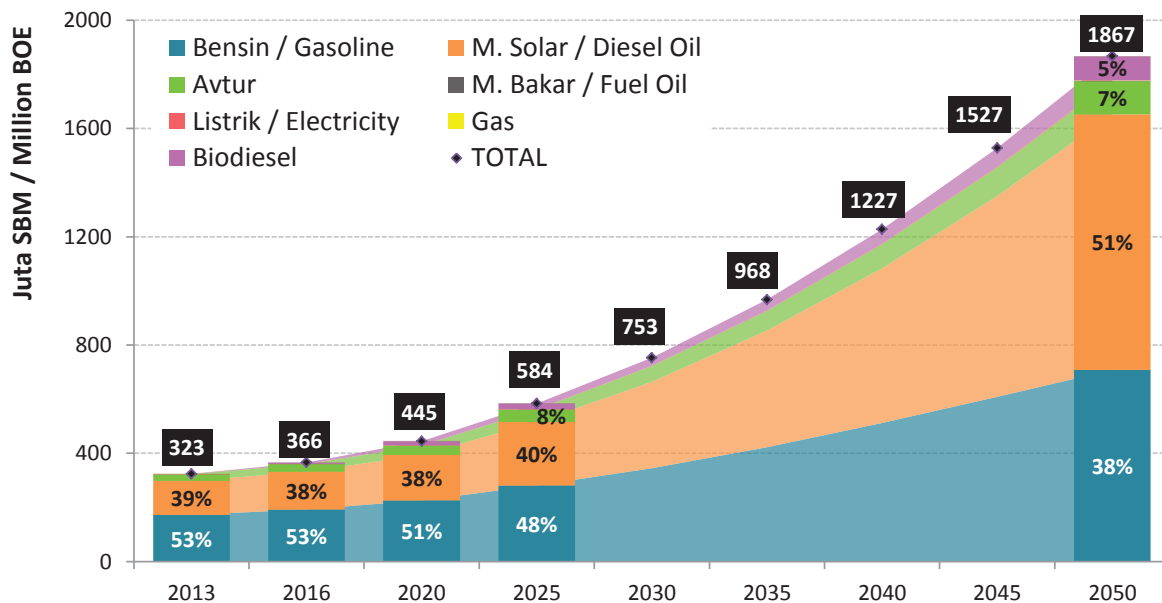
Sebagai akibatnya pemakaian premium dan minyak diesel terus meningkat dengan laju 3,9% dan 5,6% per tahun. Seiring dengan hal tersebut pertumbuhan biodiesel yang pemanfaatannya didukung oleh regulasi mandatori *biofuel* juga terus meningkat hingga 14,1% per tahun. Perkembangan biodiesel juga didukung oleh produsen-produk kendaraan yang mulai mendesain kendaraannya yang didedikasikan berbahan bakar nabati.

Agar pembangunan dapat merata di setiap pulau dan lokasi terpencil, transportasi udara dan laut juga terus dikembangkan. Hingga 2050 laju pertumbuhan avtur dan minyak bakar diperkirakan sekitar 4,4% dan 4,8%. Penggunaan gas dan listrik sudah mulai dipertimbangkan dalam sektor ini, namun kontribusinya masih sangat kecil yaitu masing-masing sekitar 0,1%.

continues to increase at a rate of 3.9% and 5.6% per year respectively. Growth of biodiesel utilization is in line with the activity growth and will continue to increase up to 14.1% per year which supported by the biofuel mandatory regulations. The development of biodiesel is also supported by the vehicle manufacturers that have begun to design biofuel dedicated vehicles.

In order to make an evenly distributed development on each island and remote location, advancement in air and sea transportation is maintained. Until 2050, growth rate of avtur and fuel oil are estimated at around 4.4% and 4.8% respectively. Gas and electricity has been considered in this sector, but their demand is still very small with contribution for each about 0.1%.

Gambar 3.4 Proyeksi kebutuhan energi final di sektor transportasi
Figure 3.4 Projection of final energy demand in transportation sector



3.2.3 Sektor Rumah Tangga

Kebutuhan energi final di sektor rumah tangga mengikuti pertumbuhan penduduk yang rendah, meningkat cukup landai yaitu sekitar 0,76% per tahun. Saat ini perkembangan teknologi peralatan rumah tangga terus berkembang dan makin efisien, seperti peralatan penerangan, dan aplikasi listrik lainnya seperti TV, setrika dan kulkas yang saat ini sudah menjadi kebutuhan utama. Di kota-kota besar kebutuhan akan penggunaan pendingin ruangan makin meningkat. Akibatnya kebutuhan listrik di sektor ini diperkirakan akan meningkat tajam sekitar 5,8%. Pemanfaatan listrik per rumah tangga di tahun 2013 adalah sebesar 3.057 kWh/RT kemudian meningkat menjadi 24.448 kWh/RT di tahun 2050.

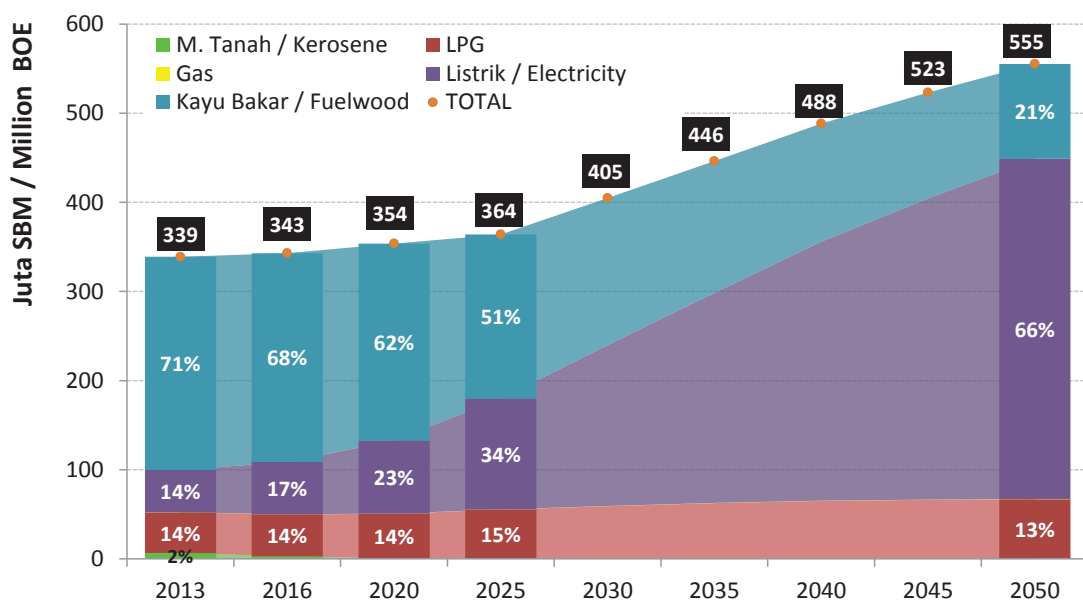
Perkembangan infrastruktur yang memadai akan memberikan peluang untuk perkembangan kompor berbasis gas, LPG dan listrik digunakan secara meluas. Selanjutnya LPG dan gas bumi akan tumbuh masing-masing sebesar 1%, sedangkan kayu bakar mengalami penurunan sebesar 2,2%.

3.2.3 Household Sector

Final energy demand in household sector follows the low population growth and increases quite flat at around 0.76% per year. The current development of home appliances technology grows relatively fast and more efficient, such as lighting equipment, TV, iron, and refrigerator which have now become a primary need. In large cities, demand for air conditioning is also increasing. As a result, electricity demand in this sector is expected to rise sharply around 5.8%. Utilization of electricity per household in 2013 is amounted to 3,057 kWh/HH then increases to 24,448 kWh/HH in 2050.

Development of a reliable infrastructure will provide opportunities for the expansion of gas, LPG and electricity based stove. Furthermore, LPG and natural gas will grow by 1%, while firewood will decrease by 2.2%.

Gambar 3.5 Proyeksi kebutuhan energi final di sektor rumah tangga
Figure 3.5 Projection of final energy demand in household sector



3.2.4 Sektor Komersial

Sektor komersial yang terdiri dari kegiatan perkantoran, hotel, restoran, rumah sakit, sekolah diperkirakan akan mengalami peningkatan. Hal ini sejalan dengan meningkatnya kebutuhan penduduk akan sarana dan prasarana dalam bidang pekerjaan, pendidikan, sandang pangan serta kegiatan sosial. Peralatan yang digunakan antara lain penerangan, pendingin ruangan, dan lift, menggunakan listrik cukup besar. Perkembangan sektor komersial diperkirakan meningkat sebesar 6,5% per tahun dengan penggunaan listrik tumbuh sebesar 6,6% per tahun. Pada beberapa gedung juga menggunakan minyak diesel sebagai bahan bakar genset yang digunakan sebagai sistem "back-up", dengan laju pertumbuhan sebesar 5,9% per tahun. Jika penggunaan minyak solar diiringi dengan pemakaian biodiesel sebagai substitusinya yang sesuai dengan ketentuan dari mandatori biofuel, maka diperkirakan biodiesel akan berkembang pesat dengan laju 10,8% per tahun.

LPG dan gas bumi digunakan di bangunan restoran, hotel dan rumah sakit yang banyak terdapat di kota-kota besar. Perkembangan penggunaan LPG dan gas bumi cukup tinggi yaitu sekitar 7% dan 7,1% per tahun.

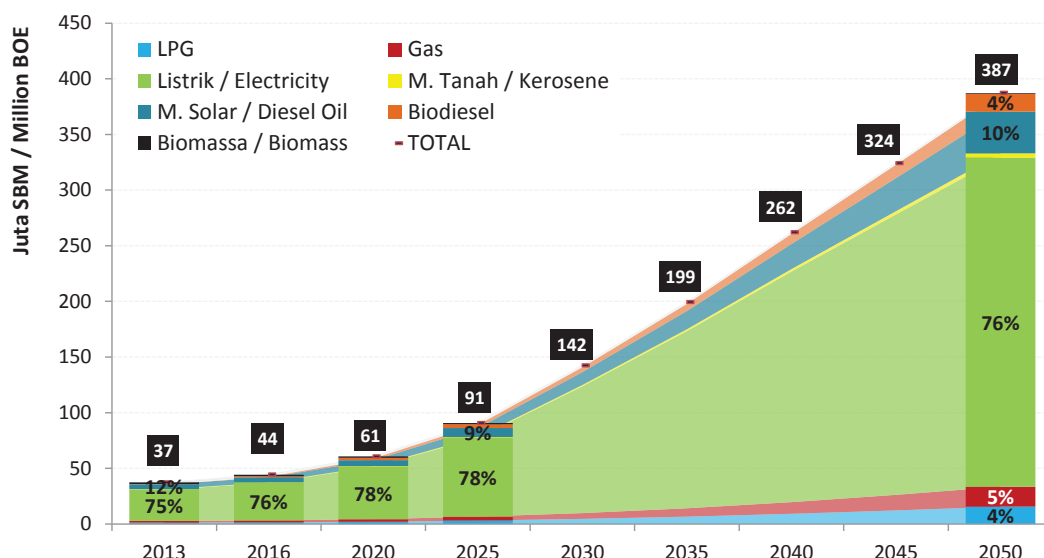
3.2.4 Commercial Sector

Commercial sector demand which consists of offices, hotels, restaurants, hospitals, and schools is expected to increase. This is in line with the increasing demand for facilities and infrastructure in the areas of labor, education, food and clothing as well as social activities. Equipments such as lighting, air conditioning, and elevator use sufficient quantity of electricity. This sector's demand are expected to increase by 6.5%, per year where electricity demand will grow at a rate of 6.6% per year. Concurrently demand of diesel oil as fuel for generator in backup system will has a growth rate of 5.9% per year. If biofuel mandatory is well executed then biodiesel demand will grow rapidly at a rate of 10.8% per year.

LPG and natural gas are widely used in restaurants, hotels and hospitals in big cities. Thus their demand is fairly high at around 7% and 7.1% per year for LPG and natural gas respectively.

Gambar 3.6 Proyeksi kebutuhan energi final di sektor komersial

Figure 3.6 Projection of final energy demand in commercial sector



3.2.5 Sektor Lainnya

Sektor lainnya mencakup kegiatan pertanian, perikanan, konstruksi bangunan dan properti serta kegiatan pertambangan. Peralatan dalam kegiatan tersebut mencakup traktor, *power shovel*, *excavator*, *dump truck* dan peralatan berat lainnya. Sebagian besar peralatan tersebut menggunakan minyak solar sebagai bahan bakar, sehingga dalam sektor ini pemanfaatan minyak solar meningkat dengan laju 6,5% per tahun. Adanya target mandatori *biofuel* sebesar 30% mulai tahun 2020, maka penggunaan biodiesel di sektor ini juga terus meningkat sehingga mencapai 2,64 juta kiloliter di tahun 2050.

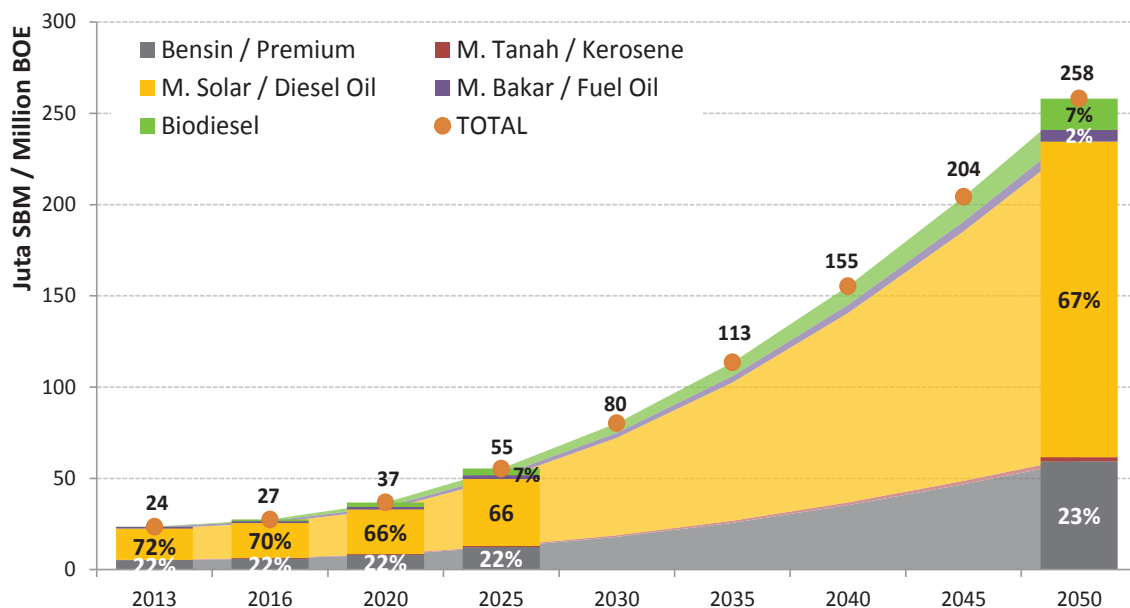
Diharapkan penggunaan peralatan bensin akan meningkat terutama untuk peralatan pertanian dan beberapa kegiatan konstruksi. Kegiatan pertambangan diperkirakan akan berkembang, namun tidak secepat pemanfaatan bensin dengan pertimbangan makin menipisnya cadangan sumber daya energi fosil. Penggunaan minyak bakar dan minyak tanah digunakan untuk beberapa peralatan seperti kapal nelayan dan kapal-kapal penyeberangan antar pulau. Laju pertumbuhan masing-masing bensin, minyak tanah dan minyak bakar adalah 6,8%, 5,8% dan 5,1%.

3.2.5 Other Sector

Other sector includes agriculture, fishing, construction of buildings and property as well as mining activities. Equipments in these activities include tractors, power shovels, excavators, dump trucks and other heavy equipments. Most of these equipments use diesel oil as fuel. Therefore demand of diesel oil in this sector increases at a rate of 6.5% per year. The implementation of biofuel mandatory targets of 30% by 2020 will promote demand of biodiesel in this sector to reach 2.64 million kiloliters by 2050.

Utilization of gasoline appliances is expected to increase, especially in agricultural and some construction activities. Mining activities are also expected to grow, but not as fast as the gas utilization regarding the depletion of fossil energy reserves. Fuel oil and kerosene are used in some equipment such as fishing boats and ferries. Growth rate for each of gasoline, kerosene and fuel oil are 6.8%, 5.8% and 5.1%.

Gambar 3.7 Proyeksi kebutuhan energi final di sektor lainnya
Figure 3.7 Projection of final energy demand in other sector





Bab 4. PROYEKSI PENYEDIAAN ENERGI

Chapter 4. Energy Supply Projection

4.1 Minyak Bumi dan BBM

Crude Oil and Oil Fuels

4.1.1 Neraca Minyak Bumi

Pada kurun waktu 2013-2050 kebutuhan minyak mentah diperkirakan akan meningkat lebih dari 3 kali lipat dengan pertumbuhan rata-rata 3,3% per tahun dari 297 juta barel (2013) menjadi 980 juta barel (2050). Produksi minyak mentah akan terus menurun dengan rata-rata sebesar 5,8% per tahun, sehingga dengan kebutuhan minyak yang terus meningkat akan menyebabkan impor juga semakin meningkat.

Apabila tidak menemukan cadangan baru yang cukup besar, impor minyak diperkirakan akan meningkat lebih dari 8 kali lipat dari 113 juta barel pada tahun 2013 menjadi 953 juta barel pada tahun 2050. Pangsa impor minyak terhadap kebutuhan minyak meningkat dari 38% (2013) menjadi 97% (2050). Cadangan minyak yang terus menurun diperkirakan akan menyebabkan ekspor minyak juga terus menurun dari 117 juta barel (2013) menjadi 6,4 juta barel (2050).

Untuk memenuhi kebutuhan BBM yang terus meningkat, harus dibangun beberapa kilang minyak baru dan meningkatkan produksi kilang yang ada. Perlu dibangun setidaknya 6 unit kilang dengan kapasitas produksi masing-masing 300.000 barel per hari pada tahun 2020, 2025, 2030, 2035, 2040 dan 2045. Dalam kaitannya dengan penambahan kilang tersebut, Pertamina telah menyiapkan dua program utama di sektor pengolahan minyak, yaitu *Refinery Development Masterplan Program* (RDMP) untuk merevitalisasi kilang yang ada dan *New Grass Root Refinery* (NGRR) untuk pembangunan kilang baru. Dengan menerapkan program ini, diharapkan dapat meningkatkan produksi kilang minyak sampai 1 juta barel per hari pada tahun 2030. Pembangunan kilang baru perlu diintegrasikan dengan industri petrokimia agar manfaat ekonominya lebih besar, diantaranya dapat menurunkan impor plastik dan bahan kimia.

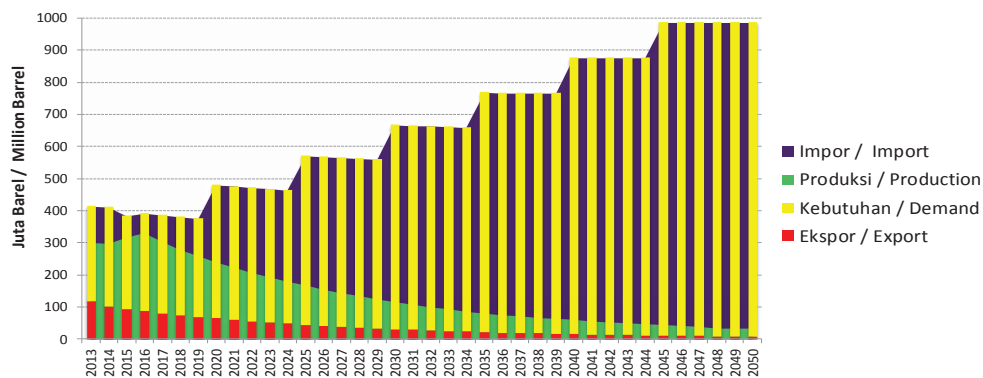
4.1.1 Crude Oil Balance

In the period 2013-2050, crude oil demand are expected to increase more than three times with the average growth of 3.3% per year from 297 million barrels (2013) to 980 million barrels (2050). Crude oil production will continue to decline with an average of 5.8% per year, thus increasing oil import.

If there is no new substantial finding in reserves, oil import is expected to increase by more than 8-fold from 113 million barrels in 2013 to 953 million barrels in 2050. Share of oil import to oil demand will rise from 38% (2013) to 97% (2050). Declining oil reserves are expected to lead to the declining of oil export from 117 million barrels (2013) to 6.4 million barrels (2050).

To meet the growing oil fuel demand, government should build many new oil refineries and should increase production of existing refineries. In this study, six units of refinery will be built with each production capacity of 300,000 barrels per day in 2020, 2025, 2030, 2035, 2040 and 2045. In line with the refineries addition, Pertamina has set up two major programs in oil processing sector, i.e. Refinery Development Masterplan Program (RDMP) to revitalize the existing refinery and New Grass Root Refinery (NGRR) for construction of new refineries. By implementing this program, refinery production is expected to increase to 1 million barrels per day in 2030. Construction of new refineries needs to be integrated with the petrochemical industry to achieve greater economic benefits as to decrease import of plastics and chemicals.

Gambar 4.1 Neraca minyak bumi
Figure 4.1 Crude oil balance



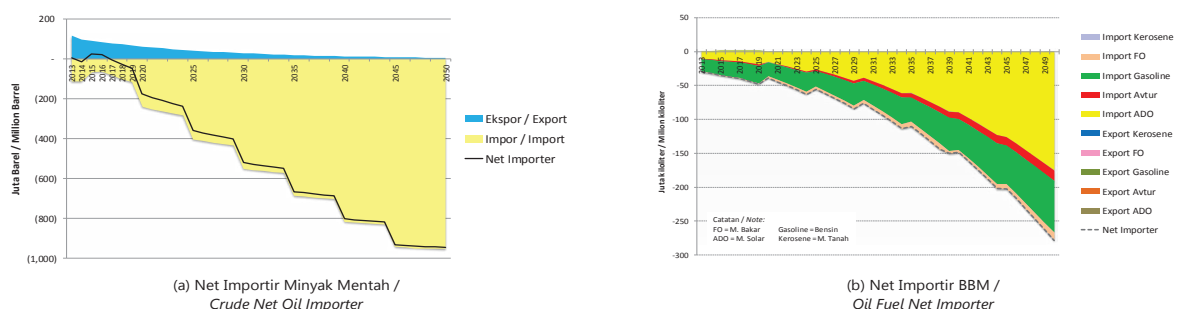
Indonesia sudah menjadi negara net importer crude sebelum 2013 yang artinya impor minyak mentah lebih besar dibandingkan dengan ekspor minyak mentah. Pada tahun 2015 Blok Cepu sudah berproduksi sehingga tahun 2015 dan 2016, Indonesia menjadi negara *net exporter crude*. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan minyak mentah dan terus menurunnya produksi beberapa sumur tua, Indonesia kembali menjadi negara net importer crude mulai tahun 2017.

Indonesia has become a net importer of crude before 2013, which means that crude oil import is greater than crude oil export. However in 2015, Cepu Block started to operate in 2015 so for the next 2 years, Indonesia will become a net exporter of crude. Along with the increasing demand and the declining crude oil production, Indonesia will be back into a net crude importer country starting 2017.

Hampir sama kondisinya dengan minyak mentah, Indonesia telah menjadi negara *net importer* BBM sebelum tahun 2013. Meskipun pada tahun 2015 produksi minyak dapat ditingkatkan, namun tetap belum dapat memenuhi kebutuhan BBM nasional. Pada tahun 2013-2035, impor BBM terus meningkat dengan laju pertumbuhan 6,2% per tahun, sehingga impor meningkat dari 30 juta kilo liter pada tahun 2013 menjadi 278 juta kilo liter pada tahun 2050.

Similarly, Indonesia has become a net importer of oil fuel since 2013. While in 2015 oil production can be improved, it still can not meet national demand. In 2013-2035, oil fuel import will continue to rise with a growth rate of 6.2% per year and import will increase from 30 million kiloliters in 2013 to 278 million kiloliters in 2050.

Gambar 4.2 Ekspor dan impor minyak mentah dan bahan bakar minyak
Figure 4.2 Export and import of crude and oil fuel



4.1.2 Neraca Bahan Bakar Cair

Bahan bakar cair (BBC) terdiri atas bahan bakar minyak (BBM), bahan bakar nabati (BBN, yaitu biodiesel dan bioethanol), dan produk pencairan batubara (CTL). Penambahan kapasitas kilang hanya mampu meningkatkan produksi BBM dari 39,2 juta kilo liter pada tahun 2013 menjadi 132,2 juta kilo liter pada tahun 2050. Impor BBM yang meningkat hampir 10 kali lipat selama kurun waktu tersebut perlu diantisipasi dengan meningkatkan penggunaan energi alternatif untuk substitusi BBM, yaitu BBN dan CTL.

Biodiesel merupakan BBN yang prospektif untuk dimanfaatkan karena biaya produksinya sudah dapat bersaing dengan minyak solar. Produksi CTL diperkirakan baru dapat bersaing setelah tahun 2030 dan untuk bioethanol belum dapat bersaing dengan premium sampai dengan tahun 2050.

Selanjutnya untuk menjaga keamanan pasokan BBM nasional, pemerintah telah menetapkan peningkatan cadangan penyangga BBM nasional dari 18 hari menjadi 30 hari. Pembangunan sarana dan prasarana fasilitas tempat penampungan cadangan penyangga BBM akan diserahkan kepada pihak swasta dan diperkirakan membutuhkan waktu 5 tahun.

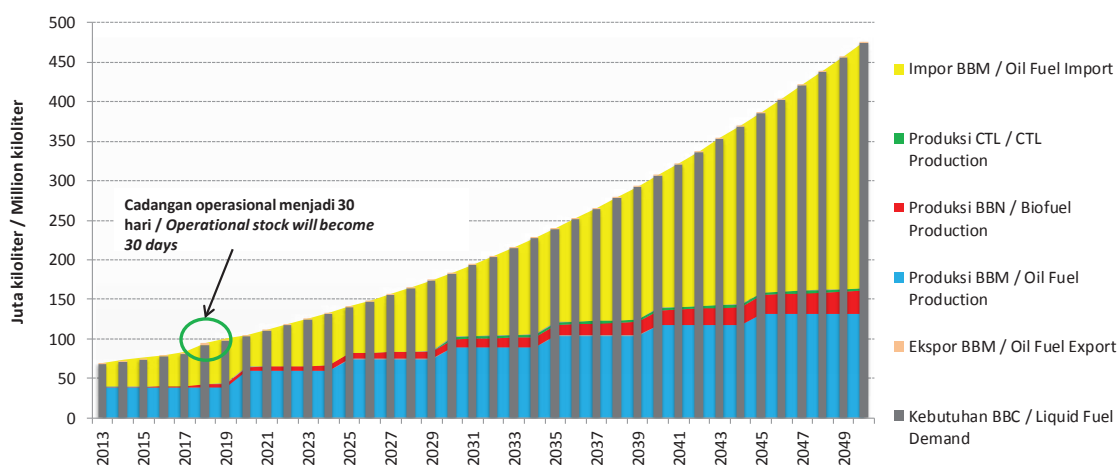
4.1.2 Liquid Fuels Balance

Liquid fuels consists of oil fuel, biofuels (biodiesel and bioethanol), and coal liquefaction products (CTL). The addition refinery capacity additions will only able to increase oil fuel production from 39.2 million kiloliters in 2013 to 132.2 million kiloliters in 2050. Imports of oil fuel will increase almost 10-fold during this period and should be balanced by increasing the use of alternative energy for oil fuel substitution, i.e. biofuels and CTL.

Biodiesel has a pretty good prospective as a substitute for oil fuel because its competitive production cost compared with diesel oil. Meanwhile CTL production is estimated able to compete with oil fuel after 2030 whereas bioethanol still can not compete with gasoline until 2050.

Furthermore, to maintain national security of oil fuel supply, the government has set a national oil fuel buffer stock to be increased from 18 days to 30 days. Construction of facilities and infrastructures supporting the buffer stock will be handed over to private sectors and is estimated to be completed in 5 years.

Gambar 4.3 Neraca bahan bakar cair
Figure 4.3 Liquid fuels balance



4.1.3 Pemanfaatan Bahan Bakar Cair

Bahan bakar cair (BBC) dimanfaatkan oleh sektor industri, transportasi, rumah tangga, komersial, lainnya, dan pembangkit listrik. Kebutuhan BBC akan meningkat lebih dari 6 kali lipat dengan laju pertumbuhan 5,2% per tahun dalam kurun 2013-2050. Sekitar 79% dari pasokan BBC nasional diperkirakan akan dimanfaatkan oleh sektor transportasi.

Sekitar 80% dari kebutuhan BBC di sektor transportasi didominasi oleh solar dan premium yang digunakan untuk kendaraan bermotor. Di sektor industri, BBC digunakan sebagai bahan bakar boiler, dan tungku, sedangkan di sektor lainnya BBC digunakan untuk kegiatan yang melibatkan alat-alat berat di lapangan yang didominasi oleh penggunaan minyak solar. Di sektor pembangkit listrik pemanfaatan biodiesel akan terus meningkat dan diperkirakan pada tahun 2050 sekitar 24% dari kebutuhan BBM sektor ini sudah disubsitusi dengan biodiesel. Di sektor komersial (termasuk di dalamnya perhotelan dan bangunan komersial) sekitar 90% dari kebutuhan BBC dipenuhi dari penggunaan minyak solar yang digunakan untuk bahan bakar genset (sebagai cadangan bila terjadi pemadaman listrik PLN).

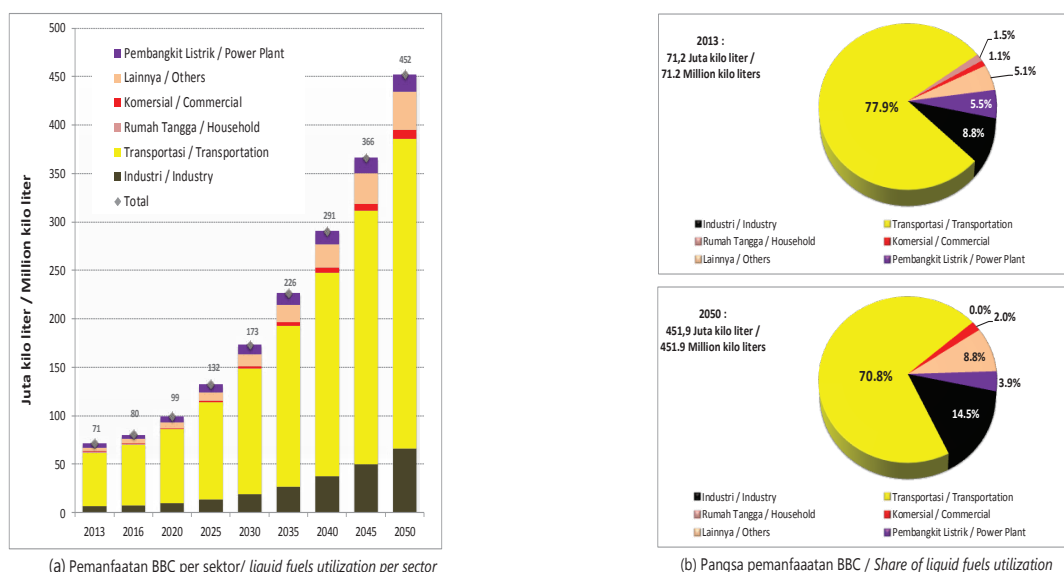
4.1.3 Liquid Fuels Utilization

Liquid fuels are used by industry, transportation, household, commercial, others, and power plants sector. Liquid fuels demand will increase by more than 6 times with growth rate of 5.2% per year in period 2013-2050. Approximately 79% of national liquid fuels supply is expected to be utilized by transportation sector.

Approximately 80% of liquid fuels demand in transportation sector is dominated by diesel and gasoline for motor vehicles. In industrial sector, liquid fuels are used for boilers and furnaces, while in other sectors liquid fuels are used for activities that involve heavy equipment which is dominated by diesel oil. In power generation sector, biodiesel demand will continue to increase in 2050 and is estimated about 24% of oil fuel demand in this sector will be substituted by biodiesel. In commercial sector (including hospitality and commercial buildings) approximately 90% of liquid fuels demand is met by diesel oil for genset (diesel generator) as a backup power in case of outage.

Gambar 4.4 Pemanfaatan bahan bakar cair

Figure 4.4 Liquid fuels utilization



4.2 Gas Bumi, LNG dan LPG

Natural Gas, LNG and LPG

4.2.1 Gas Bumi

Dalam kurun waktu 2013–2050 total pemanfaatan gas bumi diperkirakan akan tumbuh rata-rata sebesar 4,3% per tahun atau naik mencapai hingga 4,8 kali selama kurun waktu 37 tahun tersebut. Penggunaan gas bumi meningkat dari 1.577 BCF pada tahun 2013 menjadi 2596 BCF pada tahun 2025 dan menjadi 7.497 BCF pada tahun 2050. Pertumbuhan pemanfaatan gas bumi terbesar adalah di sektor komersial yang meningkat rata-rata sebesar 7,1% per tahun diikuti oleh sektor industri (5,6%), transportasi (5,0%), pembangkit listrik (3,6%), dan rumah tangga (1,0%). Rugi-rugi dan *own use* dalam kilang diperkirakan akan terus menurun sebesar 0,9% per tahun karena penggunaan peralatan yang semakin efisien.

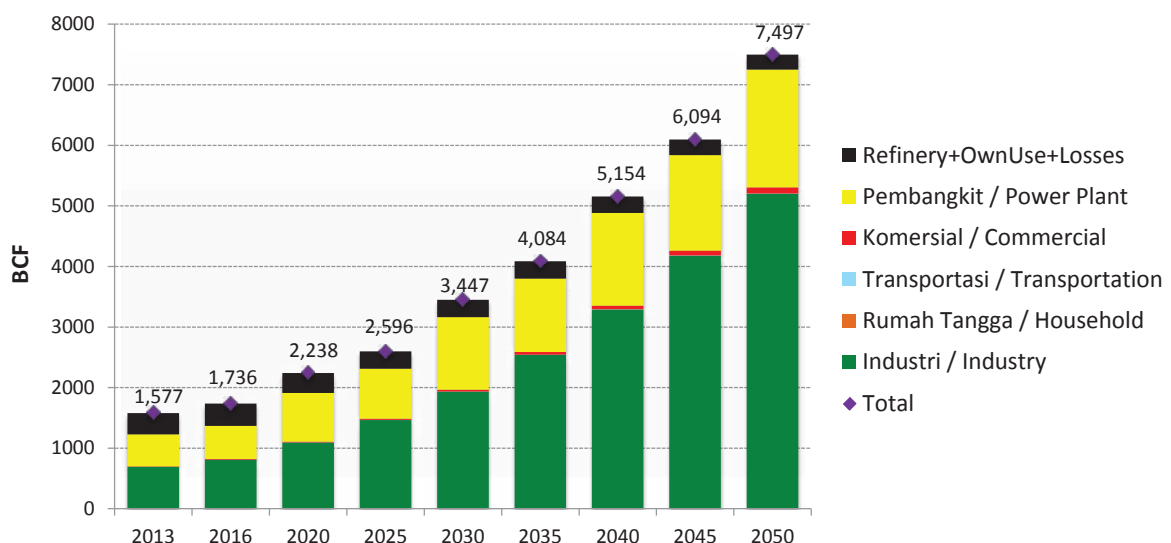
Saat ini pangsa terbesar pemanfaatan gas adalah untuk sektor industri dengan pangsa mencapai 44% dari total pemanfaatan gas dan akan meningkat pada tahun 2050 menjadi 69%. Gas bumi di sektor industri selain untuk bahan bakar juga digunakan sebagai bahan baku. Pada tahun 2050 sektor pembangkit listrik, komersial dan transportasi masing-masing pangsa sebesar 26%, 13% dan 1%. Sedangkan sektor rumah tangga pangsa di bawah 1%.

4.2.1 Natural Gas

In period 2013-2050, total demand of gas is expected to grow on average by 4.3% per year or reaches up to 4.8 times during 37-year period. Natural gas utilization will increase from 1,577 BCF in 2013 to 2596 BCF in 2025 and to 7497 BCF in 2050. The largest growth of natural gas utilization is in commercial sector which increases by an average of 7.1% per year, followed by industrial sector (5.6%), transportation (5.0%), power plant (3.6%), and household (1.0%). Losses and own use in refinery is expected continue to decline by 0.9% per year due to efficient use of equipments.

Currently, largest share of gas utilization is intended for industrial sector with a share of 44% and will increase in 2050 to 69%. Natural gas in industrial sector is also used as feedstock. In 2050, power plant sector, commercial, and transportation each has a share of 26%, 13% and 1% respectively. Meanwhile share of household sector is below 1%.

Gambar 4.5 Proyeksi pemanfaatan gas bumi
Figure 4.5 Projection of gas utilization



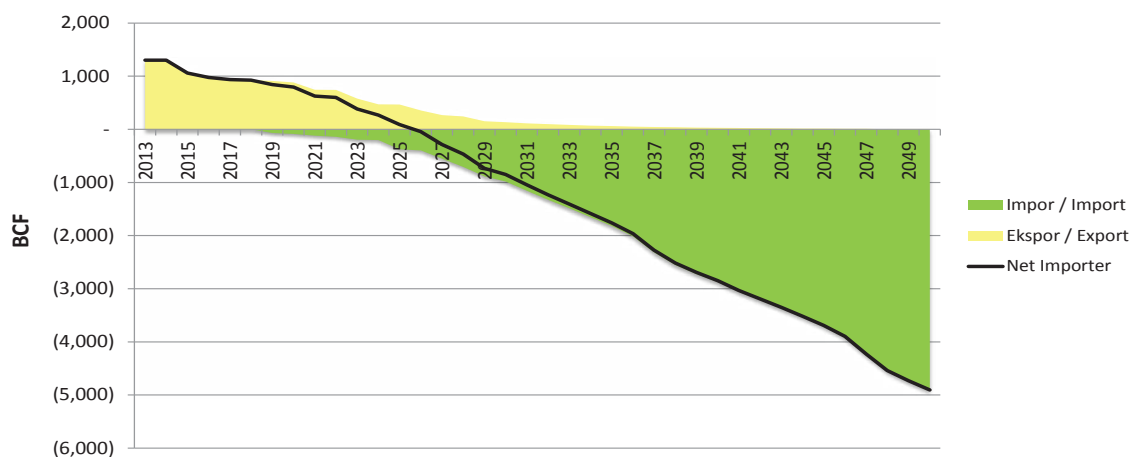
Net impor gas diperkirakan akan terjadi mulai tahun 2026. Gas impor dalam bentuk LNG dan produksi CBM akan menjadi penopang kebutuhan gas di masa depan jika produksi gas domestik tidak dapat ditingkatkan. Impor gas dalam bentuk LNG diperkirakan akan dimulai pada tahun 2019 dan volumenya akan meningkat dari 68 BCF menjadi 375 BCF pada 2025 dan menjadi 4,911 BCF pada tahun 2050. Sementara itu kemampuan ekspor gas yang pada tahun 2013 masih mencapai sekitar 45% dari produksi gas nasional, maka pada tahun 2025 kemampuan ekspor berkurang dan hanya sebesar 18% dari produksi gas nasional. Pada tahun 2042 kemampuan ekspor gas sudah di bawah 1% dari produksi gas.

Net import of gas is expected to occur in the beginning of 2026. Gas imports in the form of LNG and CBM production will support gas demand in the future if domestic gas production can not be increased. Gas imports in the form of LNG are expected to begin in 2019 and the volume will increase from 68 BCF to 375 BCF in 2025 and to become 4.911 BCF in 2050. Meanwhile, gas export capability, which in 2013 was still about 45% of national gas production, in 2025 will be reduced to only 18%. In 2042 gas export capabilities will be below 1% of gas production.

Pengembangan *coal bed methane* (CBM) yang saat ini diharapkan sudah berproduksi, namun masih banyak mengalami kendala. Mulai tahun 2016, gas dari CBM diharapkan sudah dapat diproduksi untuk menambah pasokan gas dalam negeri. Produksi CBM meningkat dari 0,9 BCF pada tahun 2016 menjadi 66,2 BCF pada tahun 2025 dan menjadi 203,5 BCF pada tahun 2050. Kebutuhan gas mulai tahun 2017 akan dipasok oleh produksi gas dalam negeri, impor gas, serta CBM. Shale gas meskipun ada potensinya namun belum dipertimbangkan pemanfaatannya dalam BPPT-OEI 2015 ini karena belum ada kepastian untuk eksplorasi lebih lanjut.

Coal bed methane (CBM) development which is expected to be already in production, is still facing many obstacles. Starting 2016, gas from CBM is expected to be produced to increase the supply of domestic gas. CBM production will increase from 0.9 BCF in 2016 to 66.2 BCF in 2025 and to become 203.5 BCF in 2050. Domestic gas demand starting from 2017 will be supplied by domestic gas production, gas imports, and CBM. Even though Indonesia has large potential, supply of shale gas has not been considered in BPPT-OEI 2015 because its uncertainty in future exploration. Domestic demand for natural gas will increase from 1,577 BCF in 2013 to 2,596 BCF in 2025 and to become 7.497.

Gambar 4.6 Ekspor dan impor gas
Figure 4.6 Export and import of gas



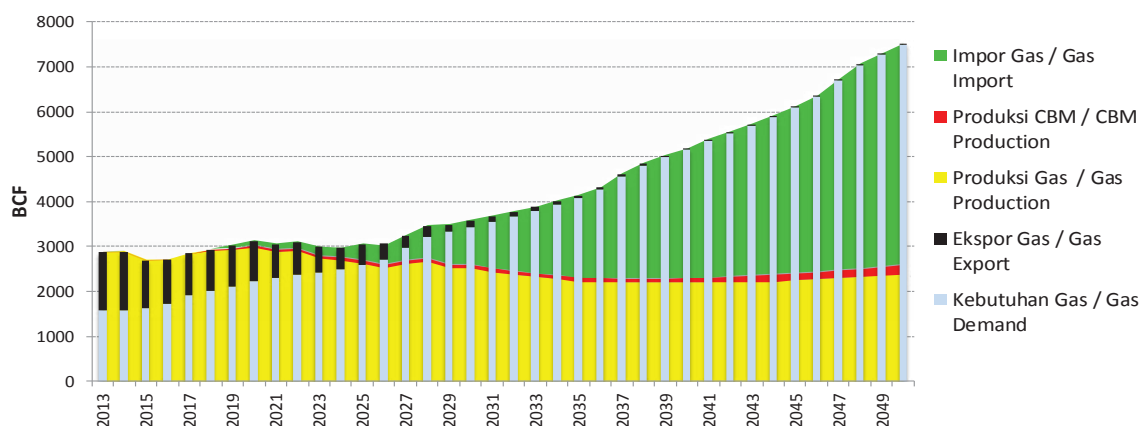
Kebutuhan gas bumi untuk dalam negeri meningkat dari 1,577 BCF pada tahun 2013 menjadi 2,596 BCF pada tahun 2025 dan menjadi 7,497 BCF pada tahun 2050 atau meningkat rata-rata 4,3% per tahun. Sampai tahun 2016, hampir seluruh kebutuhan gas domestik dipenuhi dari produksi gas bumi dalam negeri. Impor gas akan mulai signifikan pada tahun 2019 yakni sebesar 68,2 BCF atau 3,2% dari total kebutuhan gas domestik. Pada tahun 2025 impor gas akan mencapai 375 BCF atau 14% dari total kebutuhan gas. Import gas akan mencapai pangsa sebesar 66% dari total kebutuhan gas pada tahun 2050, sehingga perlu dipersiapkan supaya ketergantungan impor gas tersebut tidak mengganggu keberlanjutan pasokan gas dalam negeri. Kemampuan ekspor gas selama kurun waktu 2013-2050 menurun rata-rata sebesar 13,5% per tahun, begitu juga dengan produksi gas yang menurun rata-rata sebesar 0,5% per tahun. Sedangkan impor gas mengalami kenaikan rata-rata sebesar 14,8% per tahun.

Sumber gas non konvensional yang dapat diharapkan untuk memasok kebutuhan domestik selain dari gas bumi adalah CBM. Pangsa pemanfaatan CBM pada tahun 2050 dapat mencapai 2,7% dari total pasokan gas. Gas sintetik dari gasifikasi batubara diperkirakan masih sangat kecil pangsaanya karena sampai saat ini masih banyak kendala baik dari sisi teknologi maupun keekonomiannya. Gas sintetik dari batubara ini berpotensi untuk memasok kebutuhan gas di sektor industri dan pembangkit listrik.

BCF in 2050 or increases by an average of 4.3% per year. Until 2016, almost of the entire domestic gas demand will be met by domestic production. Import of gas will begin significantly in 2019 with amount of 68.2 BCF or 3.2% of total gas demand. By 2025 gas import will reach 375 BCF or 14% of total gas demand. Gas import will reach a share of 66% of the total gas demand by 2050. Therefore, government needs to be prepared so that gas import dependence will not hamper the continuity of gas supply in the country. Gas export ability during the period 2013-2050 will decrease on average of 13.5% per year, whereas gas production will decrease on average of 0.5% per year. Meanwhile, gas import will increase by an average of 14.8% per year.

Unconventional gas resources that is expected to supply the domestic demand, in addition to natural gas, is CBM. Share of CBM utilization in 2050 will reach 2.7% of the total gas supply. Synthetic gas from coal gasification is estimated to have a small market share due to many obstacles in both technology and economics side. Synthetic gas from coal has the potential to supply gas in industry sector and power generation.

Gambar 4.7 Proyeksi produksi, kebutuhan, ekspor dan impor gas
Figure 4.7 Projection of gas production, demand, export and import



4.2.2 LNG

Pemanfaatan gas alam untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri belum dapat dilakukan secara optimal karena masih kurangnya infrastruktur untuk distribusi gas. *Floating Storage Regasification Unit* (FSRU) diharapkan dapat berperan dalam pengembangan infrastruktur gas bumi di Indonesia. Pembangunan FSRU mempunyai prospek yang lebih baik bila dibandingkan dengan jaringan transmisi gas antar pulau. Hal ini terkait dengan ketersediaan sumber gas jangka panjang dan kondisi wilayah geografis Indonesia sebagai negara kepulauan.

LNG dari tanker akan ditampung dan diregasifikasi di FSRU untuk memasok gas ke pembangkit listrik, sektor industri, dan rumah tangga. FSRU yang memanfaatkan LNG dari sumber domestik mulai beroperasi pada tahun 2012 di Teluk Jakarta, Jawa Barat yang dioperasikan oleh PT Nusantara Regas. Pasokan LNG untuk FSRU ini berasal dari Kilang LNG Tangguh, Papua Barat, sedangkan konsumen gas adalah PLTGU di Muara Karang dan Tanjung Priuk.

Pada tahun 2014 di Lampung sudah mulai dioperasikan FSRU oleh PGN yang mempunyai kapasitas 170 ribu m³. Gas didistribusikan melalui pipa gas untuk memenuhi kebutuhan gas di wilayah Lampung, Sumatera Selatan, Jawa Barat, Banten, dan DKI Jakarta. FSRU Lampung ini belum sepenuhnya menyalurkan gas secara maksimal karena adanya kendala penetapan harga gas. Sedangkan FSRU berikutnya yang direncanakan akan beroperasi berlokasi di Jawa Tengah atau Jawa Timur.

4.2.3 Neraca LPG

Kebutuhan LPG diperkirakan meningkat dari 5,61 juta ton pada tahun 2013 menjadi 7,06 juta ton pada tahun 2025 dan menjadi 11,75 juta ton pada tahun 2050. Pertumbuhan kebutuhan LPG dalam kurun waktu 2013-2050 rata-rata mencapai 2,0% per tahun. Sedangkan pertumbuhan produksi LPG rata-rata sebesar 2,7% per tahun dan pertumbuhan impor rata-rata sebesar 1,4% per tahun selama kurun waktu tersebut.

4.2.2 LNG

Utilization of natural gas to meet domestic demand can not be performed optimally due to the lack of infrastructure in gas distribution. Floating Storage Regasification Unit (FSRU) is expected to play a role in the development of natural gas infrastructure in Indonesia. FSRU development has better prospect when compared to gas transmission networks across islands. This is related to the availability of long-term gas resources and geographical condition of Indonesian territory as an archipelago country.

LNG from tankers will be stored and regasified in FSRU for supplying power plants, industry and household sector. FSRU that utilize LNG from domestic resources began to operate in 2012 in Jakarta Bay, West Java, which is operated by PT Nusantara Regas. Supply of LNG to this FSRU comes from Tangguh LNG plant in West Papua to support gas combined cycle power plant at Muara Karang and Tanjung Priok.

FSRU in Lampung started to operate in 2014 by PGN with a capacity of 170 thousand m³. The gas is then distributed through gas pipeline to meet demand in Lampung, South Sumatera, West Java, Banten and Jakarta. Lampung FSRU is not operating optimally due to gas pricing constraints. The next FSRU planned to operate are located in either Central Java or East Java.

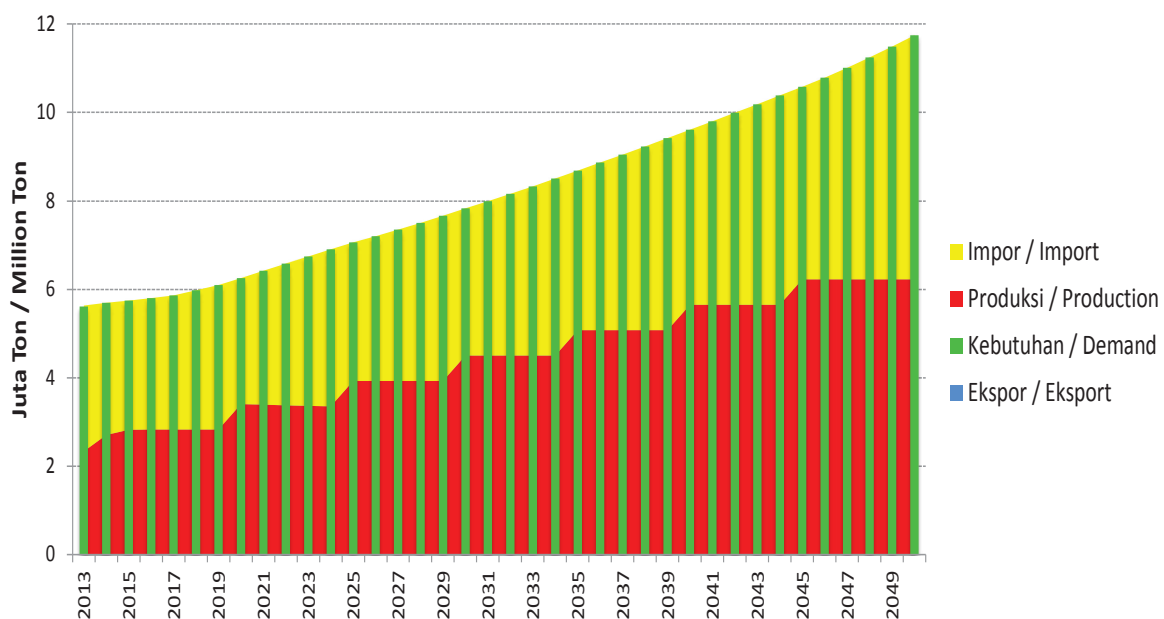
4.2.3 LPG Balance

LPG demand is expected to increase from 5.61 million tonnes in 2013 to 7.06 million tonnes in 2025 and to become 11.75 million tonnes in 2050. Growth of LPG demand in period 2013-2050 will reach an average of 2.0% per year. Whereas LPG production will grow on average of 2.7% per year and the import will grow on average of 1.4% per year during this period.

Peningkatan penggunaan LPG dipengaruhi oleh adanya program substitusi minyak tanah dengan LPG untuk rumah tangga dan pertumbuhan jumlah penduduk. Pada tahun 2013 kebutuhan LPG sebagian besar (59%) dipasok dari impor. Meskipun sudah ada penambahan 6 unit kilang minyak selama kurun waktu 2013-2050 namun belum dapat mencukupi kebutuhan LPG domestik yang terus meningkat. Impor LPG akan meningkat dari 3,30 juta ton pada tahun 2013 menjadi 5,52 juta ton pada tahun 2050. Meskipun secara kuantitas meningkat namun pangsa impor LPG akan menurun menjadi 47% pada tahun 2050.

Increased use of LPG is affected by the substitution program of kerosene to LPG for household and population growth. In 2013 most of LPG demand (59%) is supplied by import. Although there will be addition of 6 units refineries during the period 2013-2050 but still insufficient to meet the growing domestic demand of LPG. LPG import will increase from 3.30 million tonnes in 2013 to 5.52 million tonnes in 2050. Despite the increase in quantity, share of LPG import will decrease to 47% by 2050.

Gambar 4.8 Proyeksi produksi, impor, ekspor dan kebutuhan LPG
Figure 4.8 Projection of LPG production, import, export and demand



4.3 Batubara Coal

Indonesia merupakan salah satu produsen batubara terbesar di dunia setelah China, USA, India, dan Australia. Sebagian besar produksi batubara Indonesia diekspor ke luar negeri. Bahkan Indonesia menjadi negara pengeksport batubara terbesar di dunia pada tahun 2011, 2012, dan 2013 (WCA, 2014). Di satu sisi, kebutuhan batubara dalam negeri Indonesia meningkat terus, namun disisi lain ekspor batubara Indonesia juga terus meningkat. Hal ini akan menimbulkan kekhawatiran terhadap semakin menipisnya cadangan batubara untuk memenuhi kebutuhan batubara dalam negeri jangka panjang. Dalam rangka menjamin ketersediaan batubara dalam negeri, Pemerintah mengeluarkan kebijakan *Domestic Market Obligation* (DMO) yang mengutamakan penyediaan batubara dalam negeri, walaupun belum secara tegas membatasi volume ekspor batubara.

4.3.1 Neraca Batubara

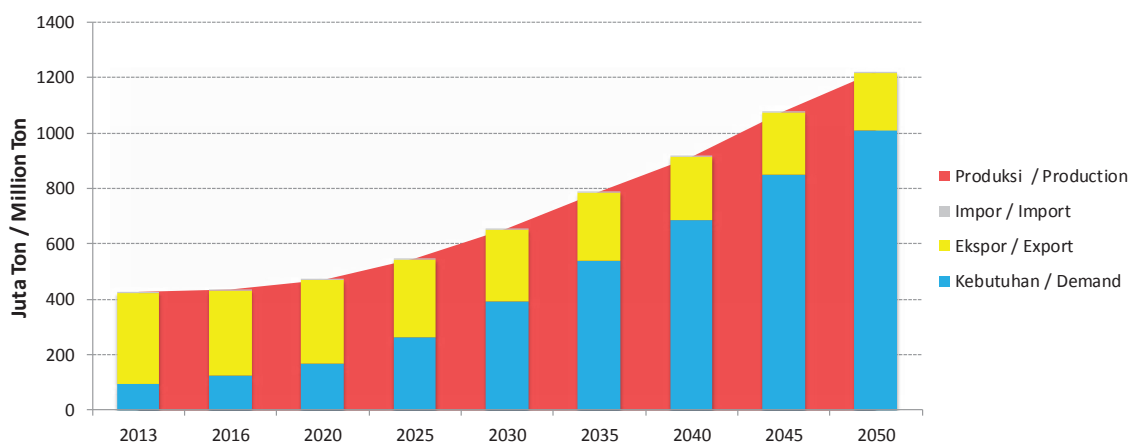
Pada tahun 2013, produksi batubara Indonesia mencapai 424 juta ton dan diperkirakan akan meningkat menjadi 545 juta ton pada 2025, dan menjadi 1.220 juta ton pada 2050. Produksi batubara dalam kurun waktu 2013-2050 meningkat rata-rata sebesar 2,9% per tahun. Saat ini hampir 78% dari produksi batubara digunakan untuk ekspor dan sisanya sebesar 22% untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Diperkirakan pangsa ekspor tersebut akan menurun menjadi 51% pada tahun 2025 dan menjadi 17% pada tahun 2050. Ekspor batubara diperkirakan akan menurun rata-rata sebesar 1,2% per tahun selama kurun waktu tersebut. Penurunan ekspor batubara tersebut disebabkan bukan saja oleh pesatnya kebutuhan batubara dalam negeri yang harus dipenuhi, tetapi juga adanya penurunan permintaan batubara Indonesia dari beberapa negara tujuan ekspor utama, seperti: China, India, Jepang dan Korea Selatan (Bank Mandiri, 2015). Sedangkan impor batubara kokas yang digunakan di industri tertentu sangat kecil hanya dibawah 0,1% dari total kebutuhan batubara nasional.

Indonesia is one of the biggest coal producing countries in the world after China, USA, India, and Australia. Most of the coal production in Indonesia is for export. Moreover, Indonesia had been the biggest coal exporting country in the world in 2011, 2012, and 2013 (WCA, 2014). On the one side, domestic coal demand in Indonesia increased steadily, but on the other site Indonesian coal exports are still increasing. This raises concerns about the depletion of coal reserves to meet the domestic demand of coal in long term. In order to guarantee coal supply for domestic demand, Government of Indonesia released a Domestic Market Obligation (DMO) policy that prioritizing coal for domestic supply, even though the policy has not explicitly restrict the amount of coal exports.

4.3.1 Coal Balance

In 2013, coal production in Indonesia reached 424 million tons that estimated to decrease to 420 million ton in 2014, then 545 million tons in 2025, and 1.220 million ton in 2050. Coal production in the period 2013-2050 will increase by an average of 2.9% per year. Currently almost 78% of coal production is used for export and the rest of 22% to meet domestic demand. The export share is expected to decline to 51% in 2025 and to 17% in 2050. Coal exports are expected to decline on average of 1.2% per year during this period. Decline in coal exports was caused not only by rapid growth in domestic coal demand, but also by a decrease in demand for Indonesian coal from some of the main export destination countries, such as: China, India, Japan and South Korea (Bank Mandiri, 2015). While imports of coking coal used in a particular industry is very small just under 0.1% of the total national coal demand.

Gambar 4.9 Neraca batubara
Figure 4.9 Coal balance



4.3.2 Pemanfaatan Batubara

Pemanfaatan utama batubara di Indonesia adalah sebagai bahan bakar pembangkit listrik dan sektor industri (terutama industri semen, metalurgi dan tekstil). Pembangkit listrik merupakan pengguna batubara terbesar di Indonesia. Pemanfaatan batubara untuk pembangkit listrik meningkat dengan pertumbuhan rata-rata 7,1% per tahun selama kurun waktu 2013-2050. Pemanfaatan batubara tersebut akan meningkat dari 52,5 juta ton pada 2013 menjadi 179 juta ton pada 2025 dan 673 juta ton pada tahun 2050. Pangsa pemanfaatan batubara di pembangkit listrik terhadap kebutuhan batubara dalam negeri meningkat dari 55% pada tahun 2013 menjadi 67% pada tahun 2050. Pembangkit listrik yang memanfaatkan batubara tersebut dikelola oleh PT.PLN (Persero) maupun perusahaan swasta (pemakaian sendiri atau IPP). Pengembangan PLTU batubara untuk jangka panjang sudah mempertimbangkan penerapan teknologi yang ramah lingkungan.

Pemanfaatan batubara di sektor industri meningkat dari 42.6 juta ton pada tahun 2013 menjadi 85.6 juta ton (2015) dan menjadi 333 juta ton (2050) atau meningkat rata-rata sebesar 5,7% per tahun dalam kurun waktu 37 tahun. Sektor industri yang banyak memanfaatkan batubara adalah industri semen, logam, tekstil dan kertas.

4.3.2 Coal Utilization

The main demand of coal in Indonesia is for power generation and industrial sectors (especially the cement industry, metallurgy and textiles). Power plant is the largest coal users in Indonesia. Utilization of coal for power plant will increase by an average growth of 7.1% per year during the period 2013-2050. Total coal utilization will increase from 52.5 million tonnes in 2013 to 179 million tonnes in 2025 and 673 million tonnes in 2050. Share of coal utilization in power plants to coal demand in the country will increase from 55% in 2013 to 67% in 2050. Coal-fired power plants considered in this study include the power plant managed by PT. PLN (Persero) and private company (own use or IPP). Coal power plant development for long term has considered the application of environmentally friendly technology.

Coal utilization in industrial sector will increase from 42.6 million tonnes in 2013 to 85.6 million tonnes (2015) and to 333 million tonnes (2050) or increased on average by 5.7% per year over a period of 37 years. Industrial sectors which utilize large amount of coal are the cement, metal, textiles and paper industry.

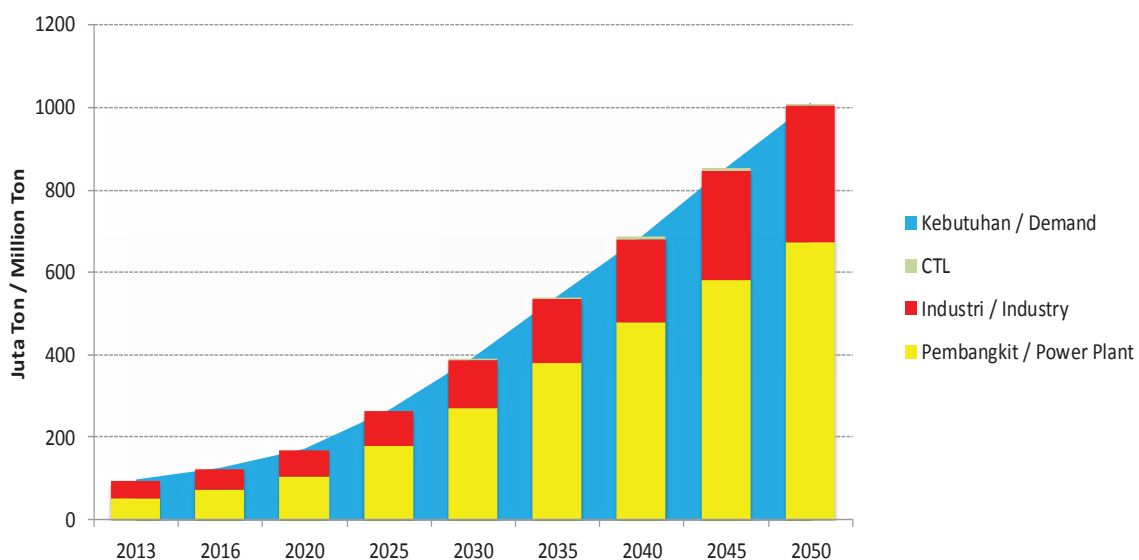
Dalam pemanfaatan batubara ini, pengelolaan limbah batubara perlu mendapat perhatian serius terutama untuk limbah bottom ash and fly ash masuk dalam kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) atau tidak. Ini sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 101/2014 tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun.

Pada tahun 2030, teknologi coal to liquid (CTL) akan mulai diperkenalkan di Indonesia. Teknologi CTL tersebut akan memerlukan bahan baku berupa batubara sebesar 4,48 juta ton. Batubara untuk bahan baku CTL diperkirakan tetap stabil sampai tahun 2050 sebesar 4,48 juta ton.

The utilization of coal needs serious attention in waste management especially for categorizing whether bottom ash and fly ash waste are hazardous wastes and toxic (B3). This matter is in accordance with Government Regulation No. 101/2014 regarding the management of hazardous and toxic waste.

In 2030, coal to liquid (CTL) technology will be introduced in Indonesia. The technology will utilize coal as raw material for about 4.48 million tonnes. Coal as a raw material of CTL is expected to remain stable until 2050 amounted to 4,48 million tonnes.

Gambar 4.10 Proyeksi pemanfaatan batubara
Figure 4.10 Projection of coal utilization



4.4 Energi Baru dan Terbarukan New and Renewable Energy

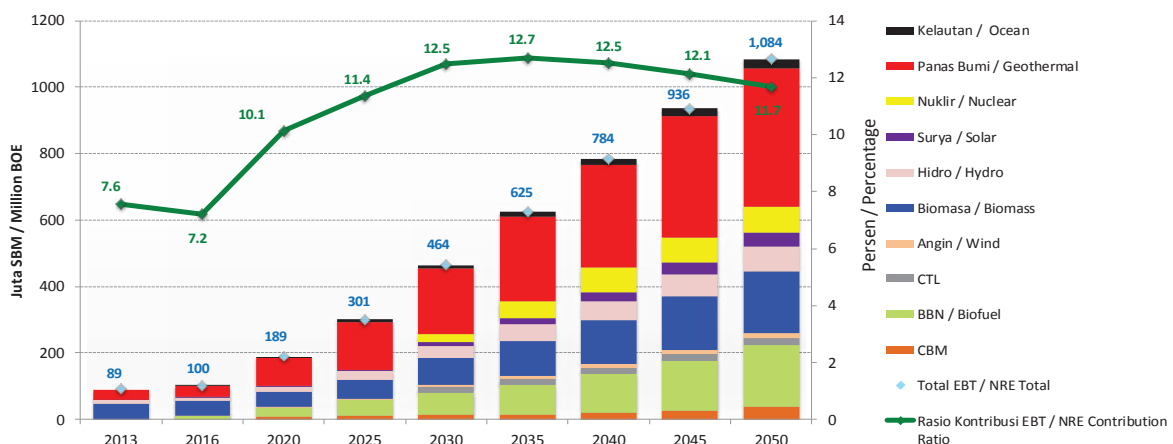
Berdasarkan skenario EB, penyediaan EBT meningkat dengan pertumbuhan 7% per tahun sehingga pada tahun 2050 pemanfaatan EBT bertambah lebih dari 12 kali lipat dari tahun 2013. Dominasi biomassa pada pangsa penyediaan EBT digeser oleh panas bumi mulai pada tahun 2020. Hal ini tidak lepas dari upaya pemerintah dalam mendorong pemanfaatan EBT dalam ketenagalistrikan. Biomassa yang dimaksud disini adalah biomassa yang dapat diperjualbelikan yang dipakai di sektor industri dan sektor komersial. Sampah untuk pembangkit listrik juga dimasukkan kedalam kategori biomassa namun penggunaan kayu bakar di sektor rumah tangga tidak termasuk. Jenis EBT yang lainnya seperti CBM, CTL, Angin, Tenaga Matahari, Nuklir, dan Kelautan yang sebelumnya tidak muncul di tahun 2013 mulai mengisi bauran energi nasional tahun 2025.

Rasio kontribusi EBT terhadap total penyediaan masih cukup rendah, yaitu sebesar 7,27% di tahun 2016, 11,4% di tahun 2025 dan 11,7% di tahun 2050. Penurunan rasio di tahun 2016 disebabkan oleh perkembangan PLTU Batubara yang jauh lebih pesat dibandingkan pembangkit EBT. Hal yang sama juga terjadi setelah tahun 2035. Penurunan rasio ini menunjukkan bahwa perkembangan penyediaan EBT belum sanggup mengimbangi pertumbuhan kebutuhan nasional.

Based on SE scenario, supply of EBT will increase with growth of 7% per year so that by 2050 it will be more than 12-fold of 2013. The dominance of biomass in the share of renewable energy supply will be shifted by geothermal energy in 2020. This is as a result of government's efforts in encouraging the use of renewable energy in electricity sector. Biomass being considered in this study is biomass that can be traded and used in industrial and the commercial sector. Waste for electricity generation is also included in the category of biomass. However firewood in household sector is excluded. Other NRE such as CBM, CTL, Wind, Solar, Nuclear, and Ocean energy will start to fill the national energy mix by 2025.

NRE contribution ratio to the total supply is still quite low, amounting to 7.27% in 2016, 11.4% in 2025 and 11.7% in 2050. The decline in the ratio is due to the more rapid development of coal power plant compared to NRE plants. It shows that development of renewable energy supply have not been able compensate the growth of national energy demand.

Gambar 4.11 Proyeksi penyediaan EBT dan rasio kontribusi EBT
Figure 4.11 Projection of NRE supply and their contribution ratio



Terlepas dari belum terdatanya pemakaian energi alternatif di banyak industri dalam statistik konsumsi energi (tandan kosong di industri CPO, bagas di industri gula, ban bekas di industri semen, dan municipal waste lainnya), dibutuhkan upaya ekstra dari pemerintah untuk meningkatkan peran EBT dalam bauran energi nasional. Skema yang dijalankan dalam proyeksi pun belum mempertimbangkan skenario-skenario yang mendukung KEN. Oleh karena itu rasio EBT pada skenario EB masih jauh dibawah target KEN sebesar 23% tahun 2025 dan 31% tahun 2050.

BBN yang terdiri atas biodiesel dan bioethanol merupakan bahan bakar alternatif yang paling potensial pengganti bahan bakar minyak. Namun masih banyak kendala yang menghambat perkembangan pemakaian BBN di Indonesia. Salah satunya adalah ketersediaan bahan baku. Pengembangan bioethanol masih terkendala dengan ketersediaan lahan untuk bahan baku, tebu contohnya, sehingga belum bisa masuk dalam bauran energi nasional.

Sementara itu penyaluran biodiesel sampai dengan bulan agustus 2015 baru mencapai 8,3% persen dari total penyaluran tahun 2014 atau kurang dari satu juta kiloliter (katadata.co.id, 2015). Penyaluran biodiesel terhambat oleh pasokan FAME (Fatty Acid Methyl Ester) produk turunan minyak sawit yang digunakan sebagai campuran solar, untuk menghasilkan biodiesel yang masih sangat kurang. Harga FAME yang jauh lebih mahal dari harga solar menyebabkan pemasok FAME tidak mau menjual dengan harga beli Pertamina, yaitu 103,5% dari harga MOPS Gasoil dengan kadar sulfur 0,25%. Oleh karena itu perlu ada subsidi harga yang diberikan kepada produsen FAME untuk meningkatkan penggunaan biodiesel.

Regardless of yet recorded the use of alternative energy at many industries in energy consumption statistics (such as empty fruit bunches in palm oil industry, bagasse in sugar industry, scrap tires in cement industry, and other municipal wastes), it takes extra efforts from the government to increase the role of renewable energy in national energy mix. Schemes undertaken in the projections have not considered scenarios that support KEN. Therefore, ratio of NRE in SE scenario is still far below the KEN target of 23% by 2025 and 31% by 2050.

Biofuel consisting biodiesel and bioethanol has a big potential for substituting oil fuel. Unfortunately there are still many obstacles that hamper the development of biofuel in Indonesia. One of them is the availability of raw materials. On the other side, development of bioethanol is still constrained by the availability of land for raw materials, such as sugar cane, so it is not included in the national energy mix.

Meanwhile, the distribution of biodiesel until August 2015 only reached 8.3% percent of total supply in 2014, or less than one million kiloliters (katadata.co.id, 2015). Distribution of biodiesel is hampered by the lack of FAME (Fatty Acid Methyl Ester) supply, a palm oil derivative that is used as a mixture of diesel fuel to produce biodiesel. FAME price is much more expensive than diesel. Thus FAME suppliers are unwilling to sell it at Pertamina's purchase price which is 103.5% of the MOPS Gasoil price with a sulfur content of 0.25%. Therefore, government needs to subsidize the FAME manufacturers in order to increase the use of biodiesel.

4.5 Energi Primer

Primary Energy

4.5.1. Penyediaan Energi Primer

Total penyediaan energi primer pada skenario EB tahun 2050 meningkat lebih dari 6 kali lipat dengan laju pertumbuhan rata-rata 5,74% per tahun, dari 1.419 juta SBM menjadi 9.388 juta SBM. Penyediaan energi selama tahun proyeksi akan tetap didominasi oleh energi fosil. Jumlah penyediaan minyak bumi, batubara, dan gas bumi tahun 2013 berturut-turut adalah 422,4 juta SBM, 399,5 juta SBM dan 268,1 juta SBM. Dominasi minyak bumi hanya bertahan 3 tahun dan tahun 2016 batubara akan menggeser posisi minyak bumi sebagai pemegang pangsa terbesar di bauran energi nasional. Jumlah penyediaan minyak bumi, batubara, dan gas bumi di tahun 2016 berturut-turut adalah 469,4 juta SBM, 522,1 juta SBM dan 275 juta SBM. Dominasi batubara ini tetap bertahan hingga tahun 2050.

Sementara itu peran EBT masih sangat kecil dengan kurang dari seperlima dari total penyediaan energi. Penyediaan EBT terbesar tahun 2013 dipegang oleh biomassa dan panas bumi masing-masing sebesar 46,4 juta SBM dan 30,7 juta SBM. Penyediaan panas bumi tumbuh cukup pesat dengan rata-rata pertumbuhan 7,3% per tahun dimana pada tahun 2050 besarnya mencapai 417,2 juta SBM.

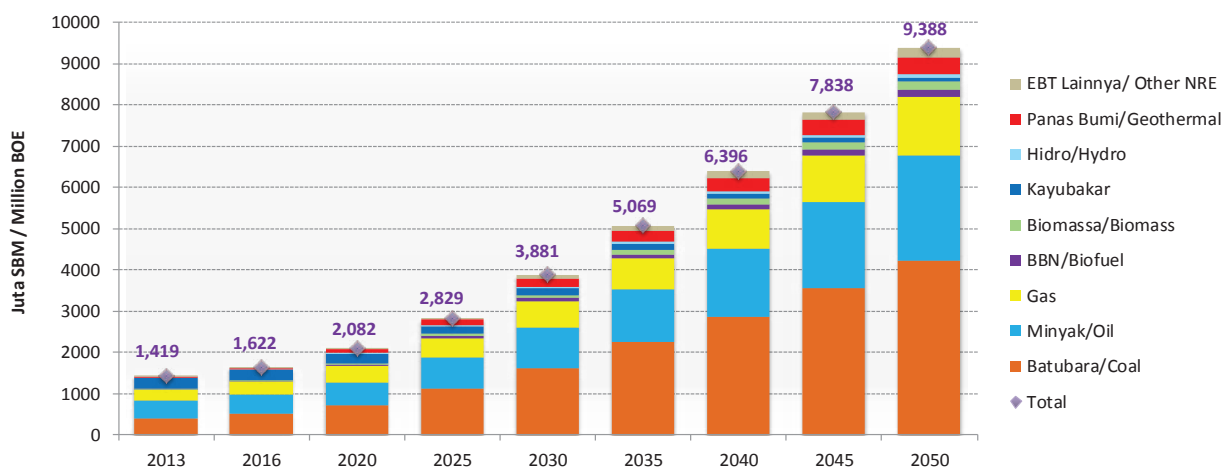
4.5.1. Primary Energy Supply

Total primary energy supply of SE scenario in 2050 will increase to more than 6-fold with an average growth rate of 5.74% per year, from 1,419 million BOE to 9,388 million BOE. Energy supply projection during the year 2013-2050 will still be dominated by fossil fuels. The amount of supply of oil, coal, and natural gas in 2013 respectively was 422.4 million BOE, 399.5 million BOE and 268.1 million BOE. Oil domination is only last for three years and in 2016 coal will shift the position as the largest share holder in national energy mix. The amount of supply of oil, coal, and natural gas in 2016 is 469.4 million BOE, 522.1 million BOE and 275 million BOE respectively. The dominance of coal will remain unchanged until 2050.

Meanwhile, the role of renewable energy will still very small with less than a fifth of total energy supply. The NRE supply in 2013 was held by biomass and geothermal with respectively amounted to 46.4 million BOE and 30.7 million BOE. Supply of geothermal will grow quite rapidly with an average growth of 7.3% per year and in 2050 it will reach 417.2 million BOE.

Gambar 4.12 Proyeksi penyediaan energi primer

Figure 4.12 Projection of primary energy supply



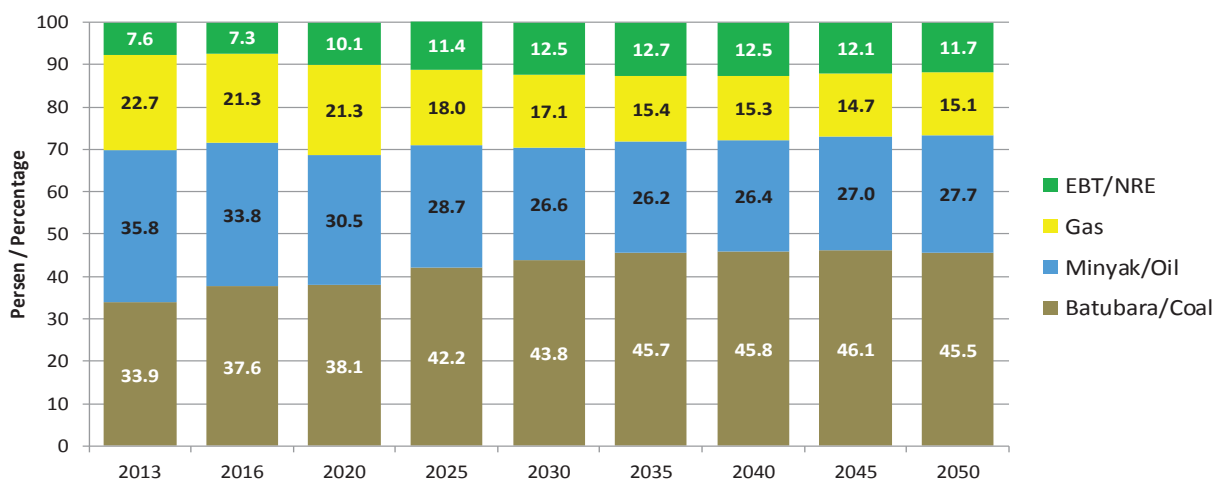
Bauran energi tahun 2013 didominasi oleh minyak bumi (36%), diikuti oleh batubara (34%), dan gas bumi (23%). Penyediaan batubara meningkat pesat seiring dengan rencana pembangunan PLTU batubara dan pada tahun 2016 pangsa batubara menjadi 38% mengalahkan pangsa minyak bumi sebesar 34%. Sementara itu, pangsa gas bumi terus mengalami penurunan menjadi 15% pada tahun 2050 akibat keterbatasan sumberdaya.

Disisi lain, pangsa EBT juga mengalami peningkatan dari 8% ditahun 2013 menjadi 12% ditahun 2050 dari total penyediaan energi primer. Namun peningkatan ini masih belum bisa mengimbangi peningkatan energi fosil. Salah satu penyebabnya adalah rencana pembangunan pembangkit listrik yang masih didominasi oleh pembangkit listrik batubara. Pembangunan pembangkit listrik EBT rata-rata berskala kecil dan bersifat insitu sehingga pertumbuhannya menjadi terbatas.

Energy mix in 2013 was dominated by oil (36%), followed by coal (34%), and gas (23%). Supply of coal will increase rapidly along with the development coal-fired power plants program so that in 2016 share of coal will reach 38% over the share of oil of 34%. Meanwhile, the share of natural gas will continue to decline to 15% in 2050 due to its limited resources.

On the other hand, share of renewable energy of total primary energy supply will increase from 8% in 2013 to 12% in the year 2050. However, this improvement is still not able to counterbalance the increase in fossil energy. One of the reasons is that the planned constructions of power plants are still dominated by coal-fired power plant. Constructions of NRE power plants are mostly small in scale and onsite which resulted in its small growth.

Gambar 4.13 Bauran energi primer
Figure 4.13 Primary energy mix



Pada tahun 2013, 78% produksi batubara Indonesia dialokasikan untuk ekspor. Seiring dengan perkembangan kebutuhan energi nasional, terutama sektor pembangkit listrik, ekspor batubara diproyeksikan menurun hingga mencapai 51% di tahun 2025 dan 17% di tahun 2050 terhadap total produksi batubara. Hal yang sama juga berlaku pada ekspor gas dan minyak bumi.

Disisi lain, untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat, impor bahan bakar fosil terus meningkat. Impor minyak mentah sebesar 113 juta SBM tahun 2013 bertambah menjadi 403 juta SBM tahun 2025 dan 953 juta SBM tahun 2050. Impor gas pun dibuka mulai tahun 2019 dan terus meningkat mencapai 375 BCF tahun 2025 dan 4.911 BCF tahun 2050.

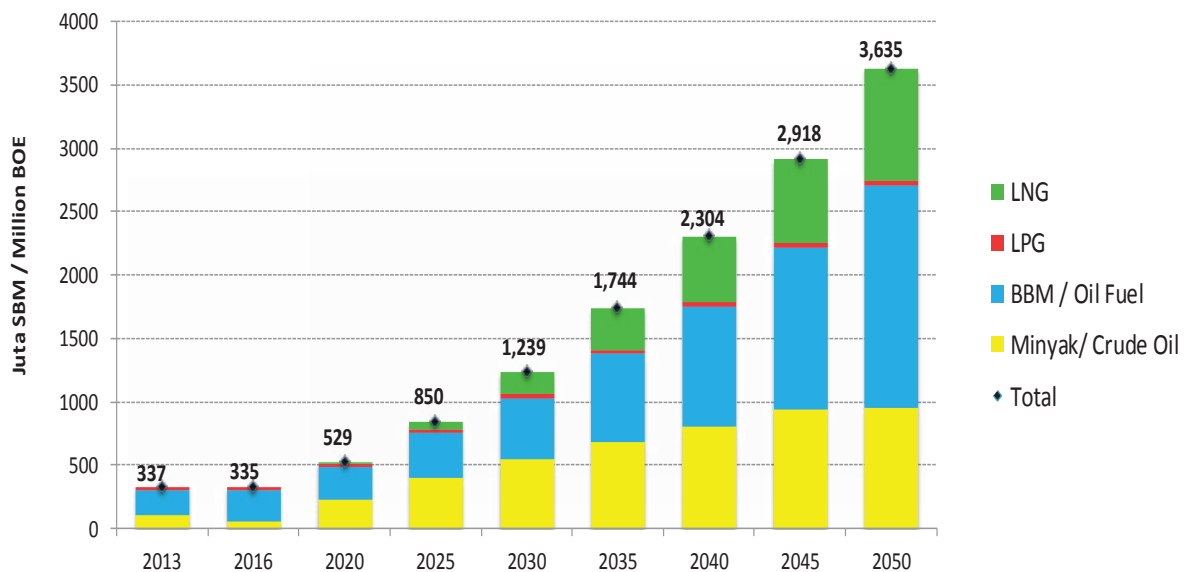
Impor tumbuh dengan laju rata-rata 6,7% per tahun, sedangkan ekspor energi terus berkurang sebesar 1,5% per tahun. Keseimbangan antara produksi dan konsumsi energi domestik terjadi di tahun 2030. Mulai tahun ini produksi energi dalam negeri (fosil dan EBT) sudah tidak mampu lagi memenuhi konsumsi domestik dan Indonesia berubah status menjadi negara pengimpor energi.

In 2013, 78% of Indonesia's coal production is allocated for export. Along with the development of national energy demand, especially in the power sector, coal export is projected to decline until it reaches 51% in 2025 and 17% in 2050 to total coal production. The same assumption also applies to the export of oil and gas.

On the other hand, to meet the growing energy demand, import of fossil fuels continues to rise. Crude oil import amounted to 113 million BOE in 2013 will increase to 403 million BOE in 2025 and 953 million BOE in 2050. Import of gas will be open in 2019 and continue to increase to 375 BCF in 2025 and 4,911 BCF in 2050.

Imports grows at an average rate of 6.7% per year, while energy exports continue to decrease by 1.5% per year. The balance between production and domestic energy consumption will occur in 2030. Starting this year, domestic energy production (fossil and NRE) will no longer able to meet domestic consumption and Indonesia changed its status to a net energy importer country.

Gambar 4.14 Proyeksi impor energi
Figure 4.14 Projection of energy import



4.5.2 Neraca Energi

Neraca energi memuat informasi yang dapat digunakan untuk menganalisis kondisi pasokan dan permintaan energi suatu negara. Secara garis besar, neraca energi dibagi dalam tiga bagian yaitu pasokan, transformasi dan kebutuhan energi. Dari neraca energi juga dapat dilihat aliran energi mulai dari sumber daya energi hingga sektor pengguna. Sementara bagian transformasi pada neraca energi memberikan informasi tentang tingkat efisiensi dari suatu teknologi konversi dan bagaimana efisiensi ini berkembang selama periode tertentu.

Pada neraca tahun 2013, 2025, dan tahun 2050 dapat dilihat bahwa bahan bakar fosil masih mendominasi pasokan energi nasional. Kebutuhan domestik yang masih rendah menyebabkan sebagian besar produksi batubara ditujukan untuk ekspor (77,6%). Namun kebijakan DMO batubara dan program pembangunan pembangkit listrik mampu mengurangi ekspor batubara hingga tahun 2050 hanya tinggal 877.8 juta SBM atau 17% dari total produksi batubara.

Keterbatasan sumber daya energi fosil dan masih rendahnya pemanfaatan EBT menyebabkan impor energi fosil terus bertambah. Peran terbesar EBT dapat terlihat pada sektor pembangkitan listrik, yang pada tahun 2013 mencapai 42,43 juta SBM atau 11% dari total penggunaan energi di sektor pembangkit. Pangsa ini terus meningkat hingga 19% di tahun 2025 (222 juta SBM) dan 21% di tahun 2050 (873 juta SBM). Sementara efisiensi dari pembangkit secara umum hingga akhir tahun proyeksi tidak terlalu banyak berubah.

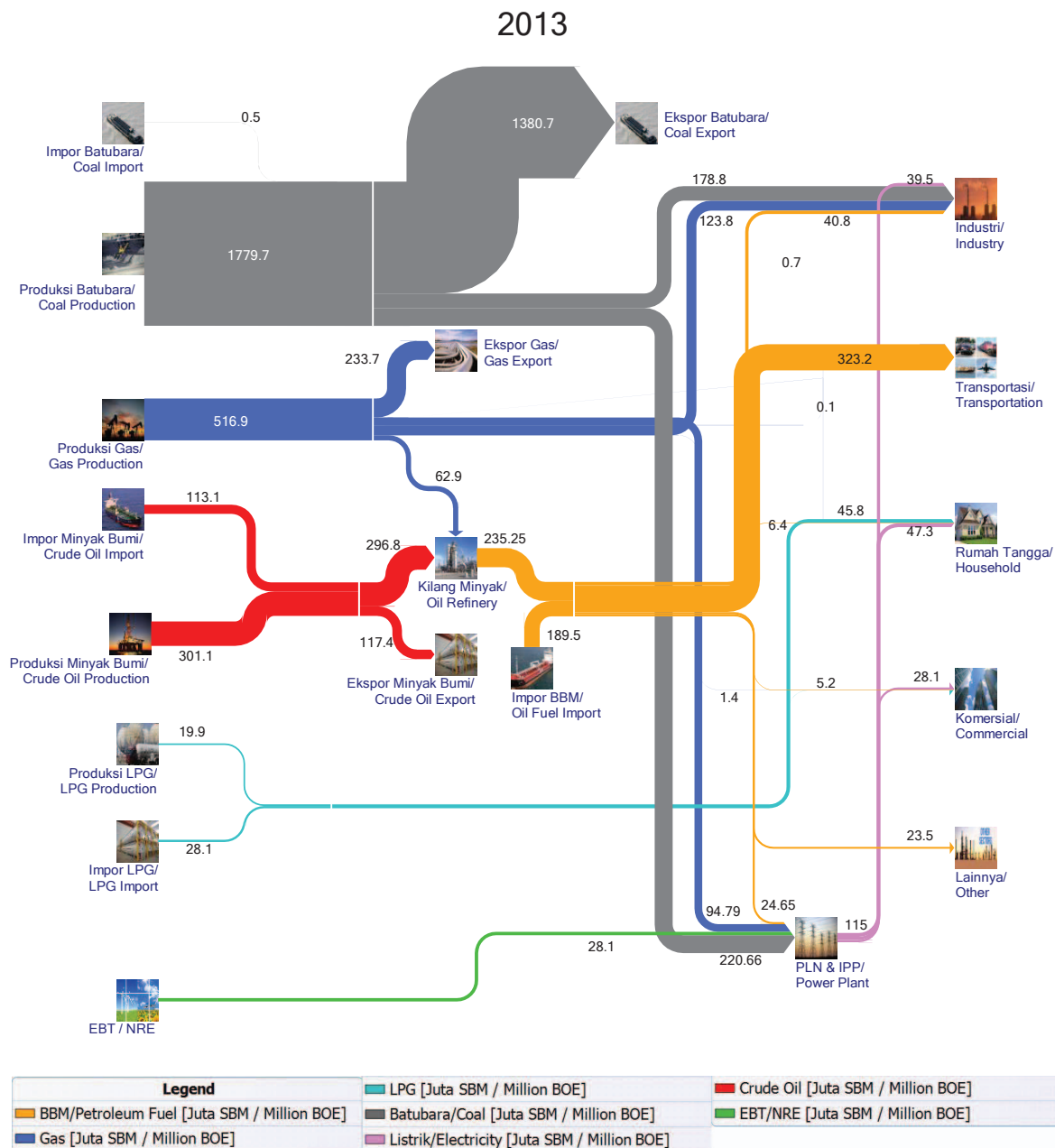
4.5.2 Energy Balance

Energy balance contains information that can be used to analyze energy supply and demand condition of a country. In general, energy balance is divided into three parts, namely energy supply, energy transformation and energy demand. The flow of energy from resources to consumer sectors can also be seen in energy balance. Furthermore, transformation of energy balance provides information about level of efficiency of a conversion technology and how it evolves over a certain period.

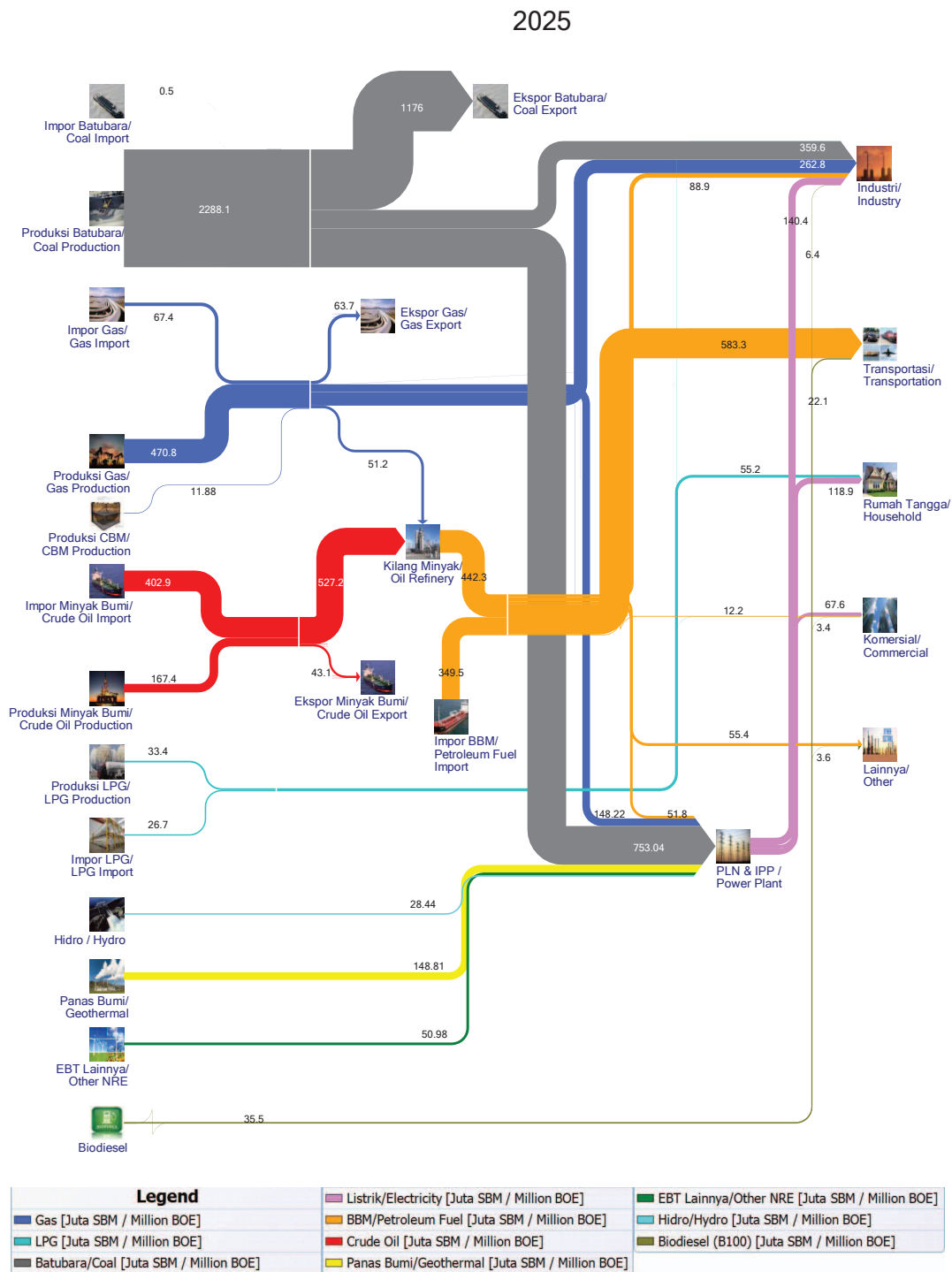
Energy balance in 2013, 2025 and 2050 shows that fossil fuels still dominate the national energy supply. The low domestic demand causes most coal production is destined for export (77.6%). However, the DMO policy and program of coal power plants development is estimated able to reduce coal export to 877.8 million BOE by 2050 or 17% of total coal production.

The limited resources of fossil energy and the low utilization of renewable energy will lead to increasing import of fossil energy. The largest role of renewable energy can be seen in power generation sector, which in 2013 reached 42.43 million BOE, or 11% of total energy use in the generation sector. This share will increase to 19% in 2025 (222 million BOE) and 21% in 2050 (873 million BOE). On the other hand, efficiency of power plants in general will not change much during the 37 years period.

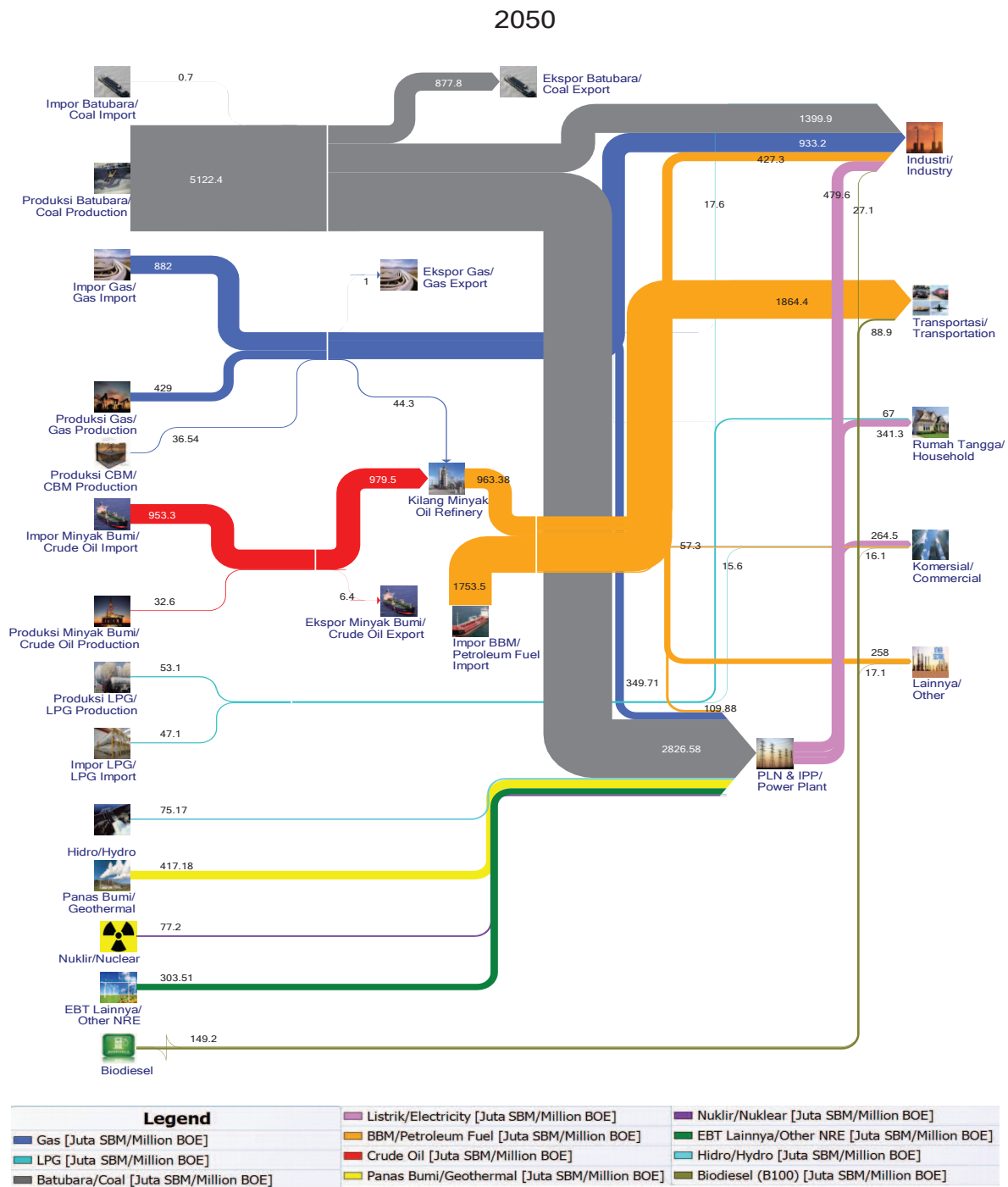
Gambar 4.15 Aliran energi (2013)
Figure 4.15 Energy flow (2013)



Gambar 4.16 Aliran energi (2025)
Figure 4.16 Energy flow (2025)



Gambar 4.17 Aliran energi (2050)
Figure 4.17 Energy flow (2050)





Bab 5. Proyeksi Kebutuhan dan Penyediaan Energi di Sektor Ketenagalistrikan

Chapter 5. Projection of Energy Demand and Supply in Electricity Sector

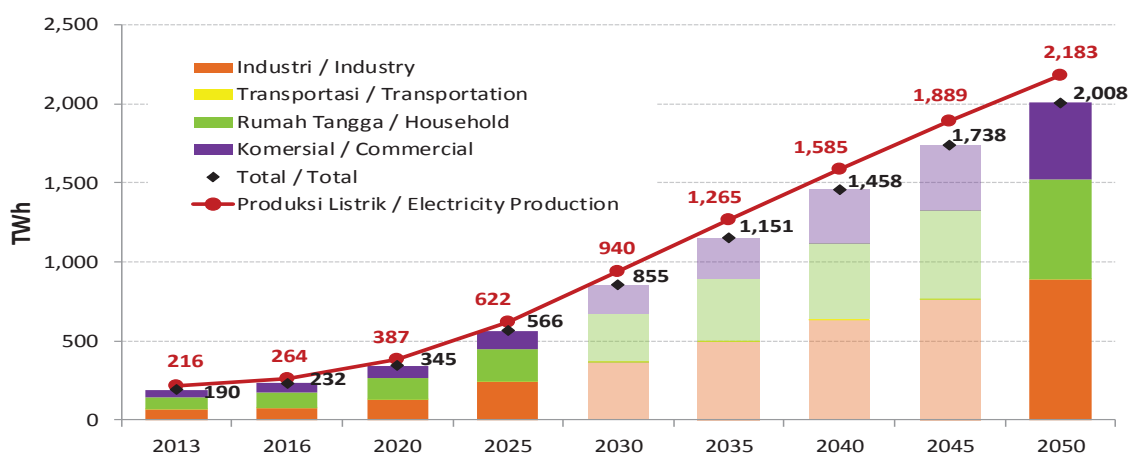
5.1 Proyeksi Kebutuhan Listrik Per Sektor

Projection of Electricity Demand by Sector

Pada tahun 2013 dan tahun 2016 kebutuhan tenaga listrik nasional berturut-turut adalah sebesar 190 TWh dan 232 TWh, dengan sektor rumah tangga pada kedua tahun tersebut masih mendominasi dengan pangsa lebih dari 41%. Sedangkan sektor industri mempunyai pangsa dikisaran 34%, diikuti oleh sektor komersial (24%), dan sektor transportasi (0,1%). Selama periode 2013 s.d. 2050, kebutuhan tenaga listrik total di semua sektor diperkirakan akan terus meningkat secara signifikan hingga lebih dari 10 kali, yaitu akan mencapai 2.008 TWh pada tahun 2050 atau tumbuh sebesar 6,6% per tahun. Disamping itu diprediksi pada kurun waktu tersebut akan terjadi pergeseran pola kebutuhan tenaga listrik, dari dominan sektor rumah tangga menjadi dominan sektor industri. Ini merupakan hal yang menggembirakan karena menunjukkan penggunaan energi listrik untuk keperluan konsumtif dapat dikendalikan, sebaliknya listrik didorong untuk memenuhi keperluan produktif. Selain itu, pergeseran pola tersebut terjadi karena adanya peningkatan jumlah industri, baik perluasan pabrik maupun pendirian industri-industri baru. Industri yang berkembang pesat utamanya adalah industri dengan kebutuhan listrik paling besar, seperti industri tekstil, kertas, pupuk, logam dasar besi dan baja, serta industri alat angkutan, mesin dan peralatannya.

In 2013 and 2016 the amount of national electricity demand are 190 TWh and 232 TWh respectively, in which household sector still dominant with a share of more than 41%. While industrial sector has a share of 34%, followed by commercial sector (24%), and transport sector (0.1%). During 2013 to 2050 period, total electricity demand in all sectors is expected to increase significantly by more than 10 times, which will reach 2,008 TWh in 2050, or at an average growth rate of 6.6% per year. It is predicted that there will be a shift in the pattern of electricity demand, from household sector dominant to become industrial sector dominant. This is a good thing because it shows that the use of electricity for consumptive purposes can be controlled and be driven to fulfill productive purposes. In addition, the pattern shift is occurred because of increased number of industries, both plant expansion and establishment of new industries. A rapidly growing industry is an industry with the greatest demand for electricity, such as textiles, paper, fertilizers, iron and steel base metals, as well as industrial transportation equipment, machinery and other equipment.

Gambar 5.1 Kebutuhan listrik per sektor dan produksi listrik
Figure 5.1 Electricity demand by sector and electricity production



Selanjutnya, tingginya pertumbuhan kebutuhan tenaga listrik, seperti telah disebutkan di atas, sejalan dengan pertumbuhan perekonomian yang cukup signifikan, perkembangan industri, kemajuan teknologi, peningkatan target rasio elektrifikasi hingga mencapai 100% pada tahun 2025, serta meningkatnya standar kenyamanan hidup masyarakat luas. Sementara itu, selama periode 37 tahun, sektor industri dan sektor transportasi mengalami laju pertumbuhan paling besar, yaitu berturut-turut sebesar 7,3% dan 7,1% per tahun. Sedangkan sektor rumah tangga dan sektor komersial mempunyai laju pertumbuhan sedikit lebih rendah, masing-masing sebesar 5,8% dan 6,6% per tahun. Pada tahun 2050 sektor industri diprediksi akan mendominasi kebutuhan listrik dengan pangsa mendekati 44%, diikuti kemudian oleh sektor rumah tangga dengan pangsa 33%. Adapun sektor transportasi adalah konsumen listrik terkecil dengan pangsa sekitar 0,1%. Masih kecilnya penggunaan listrik di sektor transportasi ini karena hanya digunakan pada angkutan kereta api, khususnya di wilayah Jabodetabek.

Kemudian, mengenai kebutuhan listrik per kapita, pada tahun 2013 hanya sebesar 764 kWh per kapita, dua belas tahun kemudian diprediksi naik hampir tiga kali lipat menjadi 1.987 kWh per kapita. Pada tahun 2050 diprediksi akan mencapai 6.112 kWh per kapita. Kebutuhan listrik per kapita tersebut lebih rendah dari target KEN (PP 79/2014), karena adanya perbedaan dari sisi asumsi makro seperti pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk, serta perbedaan asumsi teknis ketenagalistrikan, seperti faktor kapasitas pembangkit dan susut jaringan di transmisi dan distribusi listrik. Khusus mengenai susut jaringan diprediksi akan terjadi penurunan yang cukup signifikan, dimana pada awal periode studi (2013-2019) masih sebesar 12%, maka pada akhir periode studi (2045-2050) akan mencapai 8%.

Furthermore, high growth of electricity demand is in line with significant economic growth, industrial development, technological progress, the increase in electrification ratio target to reach 100% in 2025, and rising of public living standards. During the period of 37 years, industrial and transportation sector will experience the largest growth rates, which are respectively 7.3% and 7.1% per year. While household and commercial sector have a slightly lower growth rates, respectively by 5.8% and 6.6% per year. In 2050 industrial sector is expected to dominate the demand for electricity with a share of around 44%, followed by household sector with a share of 33%. The smallest electricity consumer is transportation sector for about 0.1%. Electricity demand in transportation sector is still low because it is only used in electric trains, especially in Jabodetabek.

Furthermore, the electricity demand per capita, which in 2013 only amounted to 764 kWh per capita, in twelve years will increase to almost three -fold to 1,987 kWh per capita and 6,112 kWh per capita in 2050. The electricity demand per capita is lower than KEN target (PP 79/2014) due to differences in macro assumptions such as economic growth and population growth, as well as technical assumptions of electricity like plant capacity factor and losses in transmission and distribution networks of electricity. Energy losses is predicted to decrease significantly, which at the beginning of the study period (2013-2019) still amounted to 12%, by the end of the study period (2045-2050) will reach 8%.

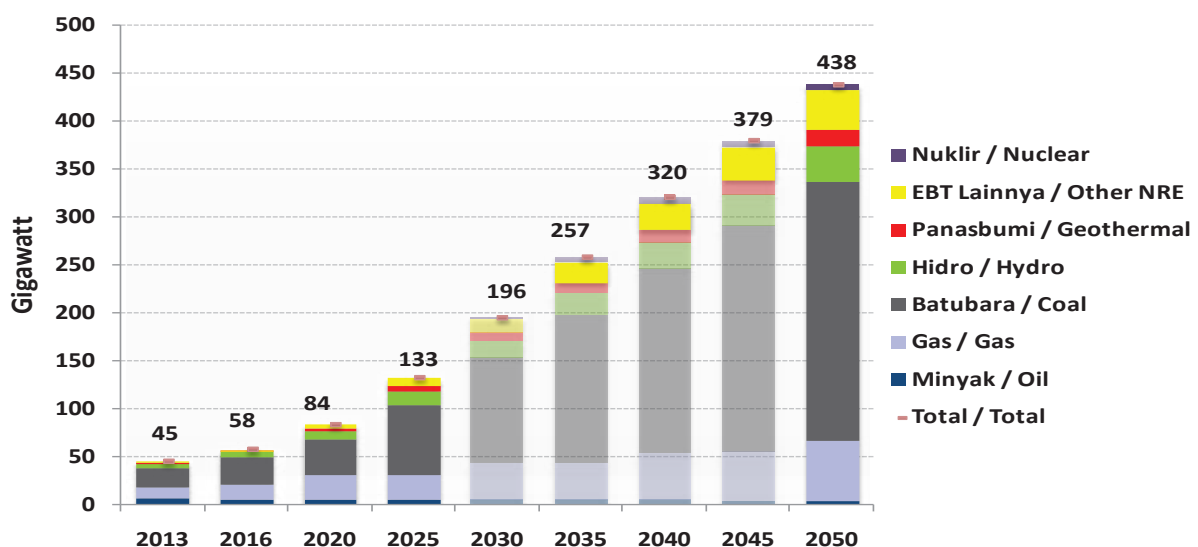
5.2 Proyeksi Kapasitas Pembangkit Listrik

Power Plant Capacity Projection

Pada tahun 2013 pembangkit listrik nasional berada dikisaran 45 GW, terdiri dari pembangkit PLN (76%), IPP (17%), IO dan PPU (7%). Tiga tahun kemudian diprediksi akan mencapai 57,6 GW, dengan pola kepemilikan yang hampir sama dengan kondisi tahun 2013. Selama kurun waktu 2013 s.d. 2050, pada skenario energi berkelanjutan ini, kapasitas pembangkit listrik nasional akan meningkat dari 45 GW menjadi 438 GW, atau tumbuh sebesar 6,3% per tahun. Pada tahun 2025 dan 2050, PLTU Batubara diprediksi akan tetap mendominasi dengan pangsa berturut-turut sebesar 54% (72 GW) dan 62% (271 GW). Hal ini dapat dimengerti mengingat Indonesia masih mempunyai sumber daya batubara yang besar, selain itu juga harga batubara saat ini cenderung turun akibat melemahnya demand batubara dunia. Faktor lain yang tak kalah penting adalah PLTU batubara dirancang untuk memikul beban dasar, karena dapat dioperasikan secara kontinyu dengan biaya operasi yang relative murah.

In 2013, national electricity generation capacity was around 45 GW, consisting of PLN (76%), IPP (17%), IO and PPU (7%). The capacity in the next three years is predicted to reach 57.6 GW with similar ownership patterns to those of 2013. During 2013 to 2050 period, on sustainable energy scenario, the national power generation capacity will increase from 45 GW to 438 GW, or grow by 6.3% per year. In 2025 and 2050, coal power plants are predicted to continue to dominate with a share of respectively 54% (72 GW) and 62% (271 GW). This is understandable considering that Indonesia still has large coal resources and the tendency of coal prices to fall due to the current weakened world coal demand. Coal-fired power plant is also designed to carry the base load considering its ability to be operated continuously at relatively low operating costs.

Gambar 5.2 Proyeksi kapasitas pembangkit listrik
Figure 5.2 Electricity generation capacity projection



Selanjutnya pembangkit EBT skala besar, seperti PLTP dan PLTA, diprediksi pada tahun 2025 akan mempunyai kapasitas terpasang berturut-turut sebesar 6 GW dan 13 GW. Pada akhir periode studi (2050) diprediksi kedua jenis pembangkit berbasis EBT tersebut naik signifikan, akan mencapai 18 GW untuk PLTP dan 36,3 GW untuk PLTA. Sedangkan untuk EBT skala kecil, seperti PLTB, PLTS, PLTSa, PLT biomassa, PLT kelautan, serta PLT biodiesel diproyeksikan akan terus berkembang, dimana pada tahun 2025 dan 2050 kapasitas total EBT skala kecil berturut turut akan mencapai 9 GW dan 40,4 GW, atau mempunyai pangsa dikisaran 6% dan 9%. Khusus PLTN diprediksi akan masuk ke sistem kelistrikan Jawa Bali pada tahun 2030 dengan kapasitas 2 GW, dan naik menjadi 6 GW pada tahun 2050.

Kemudian, proyeksi kapasitas pembangkit listrik total pada tahun 2025 dan 2050 berturut-turut sebesar 133 GW dan 438 GW, lebih tinggi dari yang tertera pada PP No 79 2014 tentang KEN. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan dalam asumsi makro, seperti pertumbuhan PDB dan penduduk, serta asumsi teknis, seperti factor kapasitas, pemakaian sendiri, dan susut jaringan.

Furthermore, large-scale NRE power plants, such as geothermal pp and hydropower pp, are predicted to have installed capacities respectively at 6 GW and 13 GW by 2025 . At the end of the period (2050) their capacities are projected to increase significantly to 18 GW and 36.3 GW. Small-scale NRE power plants, such as wind, solar, landfill, biomass, ocean, and biofuels pp are projected to continue growing, whereas in 2025 and 2050 the total capacity of small-scale renewable energy will reach 9 GW and 40.4 GW respectively, or has a 6% and 9% share. Nuclear pp is estimated to enter the Java-Bali electricity system in 2030 with a capacity of 2 GW, and will increase up to 6 GW in 2050.

Projections of total electricity generation capacity in 2025 and 2050 respectively amounting to 133 GW and 438 GW, higher than KEN target in Regulation No. 79 in 2014. This occurs because of differences in macro assumptions, such as GDP and population growth, as well as technical assumptions, such as capacity factor, own use and losses.

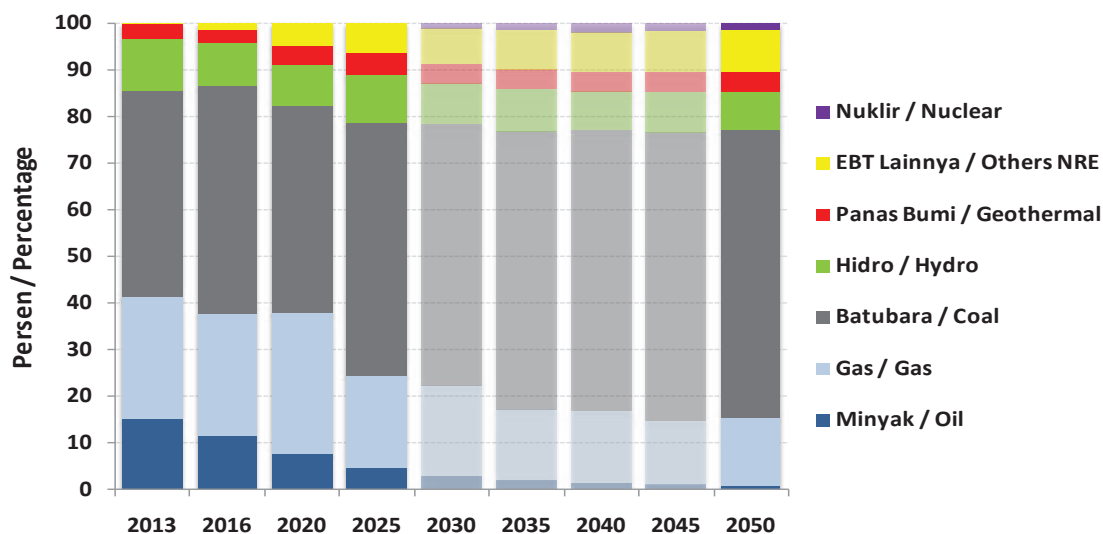
Pada tahun 2013 total kapasitas terpasang pembangkit berbasis EBT (PLTP, PLTA, PLTM, PLTU biomassa, PLTN, PLTB, PLTS, PLTSa, PLT kelautan, dan PLT biodiesel) adalah sebesar 6,6 GW. Tiga tahun kemudian diprediksi naik 17% menjadi 7,7 GW. Selanjutnya, pada tahun 2025 total kapasitas pembangkit EBT tersebut diprediksi meningkat lebih dari 4 kali, menjadi 28,4 GW. Sedangkan pada tahun 2050 diprediksi naik signifikan mendekati 100,7 GW. Kapasitas pembangkit EBT ini, tumbuh dikisaran 8% per tahun. Peningkatan pembangkit berbasis EBT ini cukup signifikan, dan hal ini sesuai dengan kebijakan pemerintah untuk mendorong diversifikasi energi untuk pembangkitan tenaga listrik. Selanjutnya, dilihat dari sisi pangsa, kapasitas total pembangkit EBT apabila dibandingkan dengan kapasitas pembangkit nasional mempunyai pangsa lebih dari 14% tahun 2013 dan meningkat menjadi 23% untuk kondisi tahun 2050. Nampaknya, selama kurun waktu 37 tahun tersebut, PLTU batubara lebih banyak diandalkan dibanding PLTP, PLTA, maupun EBT lainnya, mengingat Indonesia masih mempunyai cadangan batubara yang besar. Sedangkan penerapan PLTP, PLTA, serta EBT lainnya pada kenyataannya masih menemui banyak kendala dalam pengembangannya. Pengembangan PLTP misalnya, sangat ditentukan oleh besarnya kapasitas produksi dari sumur. Padahal, menurut Kementerian ESDM, tingkat keberhasilan untuk mendapatkan sumur dengan kapasitas besar (diatas 20 MW) adalah kurang dari 10%. Begitu juga dengan pengembangan PLTA. Lokasi pembangunan PLTA seringkali bersinggungan dengan kawasan hutan lindung atau hutan konservasi, sehingga dalam pembangunannya diperlukan proses perizinan lintas sektor.

In 2013, total installed capacity of NRE power plant (geothermal, hydro, microhydro, biomass, nuclear, wind, solar, landfill, ocean, and biofuel) amounted to 6.6 GW. In the next three years, it is predicted to rise 17% up to 7.7 GW. Furthermore, in 2025 the total NRE pp capacity is predicted to increase more than four times, to 28.4 GW. While in 2050, it is predicted to rise significantly closer to 100.7 GW. Total NRE pp capacity grows by 8% per year. The increase in NRE power plant capacity is very significant, and this is in accordance with the government policy to encourage diversification of power generation, from fossil energy to new and renewable energy resources. Compared to the national generation capacity, total NRE pp capacity have a share of more than 14% in 2013, and will increase to 23% in 2050. Coal-fired power plant will be more reliable than geothermal power plants, hydropower, or other renewable energy, considering that Indonesia still has large coal reserves. In addition, application of geothermal, hydropower, and other renewable power plant are in fact still encountered many obstacles. Development of geothermal pp, for example, is largely determined by the size of production capacity of the well. In fact, according to MEMR, success rate for getting a well with large capacity (above 20 MW) is less than 10%. Similarly, hydro pp construction site often intersect with protected forests or forest conservation area so that the construction permit is processed across sectors.

Pada kenyataannya, izin lintas sektor tersebut membutuhkan waktu yang sangat lama. Selain itu, keberlangsungan pembangkit listrik tenaga air baik yang berskala kecil maupun besar salah satunya ditentukan oleh kondisi daerah tangkapan air. Dengan demikian konservasi menjadi hal yang penting guna menjaga keberlangsungan pembangkit listrik dari air. Sementara itu, teknologi dalam pembangkit listrik EBT lainnya hingga saat ini sebagian besar masih impor. Hal ini berdampak pada tingginya nilai investasi pada pengembangan pembangkit listrik berbasis EBT lainnya. Kemudian, tingkat kontinuitas bahan baku/ feedstock masih belum terjaga dengan baik, khususnya untuk pengembangan PLTU Biomassa dan PLT Bioenergi. Terkait dengan teknologi kelautan, seperti teknologi gelombang laut, panas laut, dan pasang surut, saat ini, khususnya di Indonesia, dianggap masih sulit untuk diterapkan. Perlu upaya lebih keras agar Indonesia mampu mengelola potensi kelautan yang ada dengan kemajuan teknologi yang telah tersedia. Khusus PLTN diperkirakan masuk dalam sistem ketenagalistrikan Jawa-Bali pada tahun 2030 sebesar 2 GW dan bertambah menjadi 6 GW pada tahun 2050.

In fact, this cross-sectors permit requires a long amount of time. In addition, the sustainability of hydro pp, both small and large scale, is determined by the condition of water catchment area. Thus, conservation becomes important in order to maintain the continuity of hydro pp. Meanwhile, technologies in other NRE power plants are still largely imported. This has an impact on the high value of investment in developing other NRE power plants. Moreover, the degree of continuity of raw materials / feedstock has not been properly maintained, particularly for biomass and bioenergy pp. Ocean energy technology, such as wave energy, ocean thermal energy, and tidal power energy, particularly in Indonesia, is still difficult to implement. Greater efforts are needed for Indonesia to be able to manage existing marine potentials with technological advances that have been available. Nuclear power plant is estimated to enter Java-Bali electricity system in 2030 with a capacity of 2 GW, and will increase up to 6 GW by 2050.

Gambar 5.3 Pangsa kapasitas pembangkit listrik dari EBT dan energi fosil
Figure 5.3 Share of power plant capacity from NRE and fossil energy



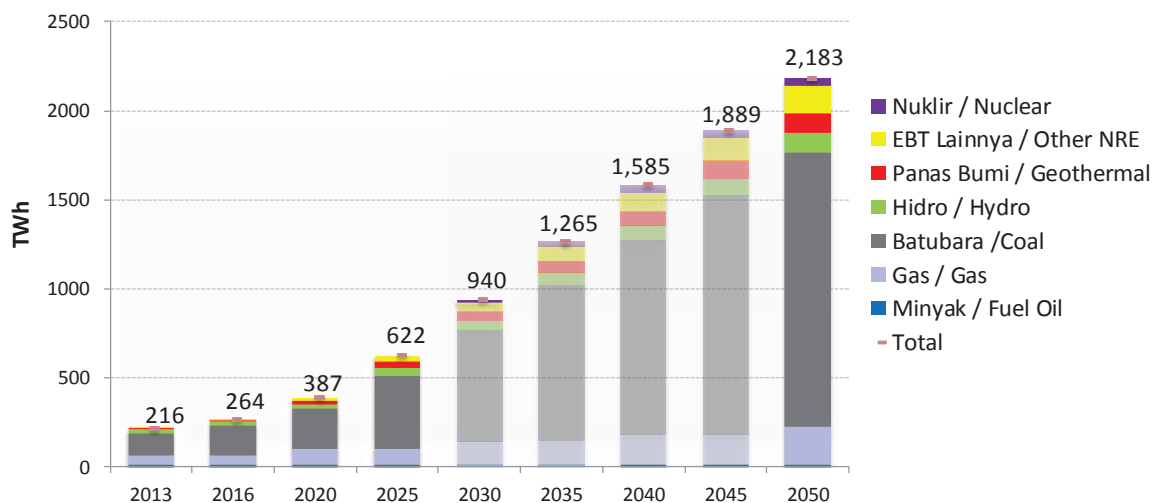
5.3 Proyeksi Produksi Listrik

Projection of Electricity Production

Pada tahun 2016 produksi listrik nasional diprediksi mencapai 264 TWh, naik 20% disbanding tahun 2013 yang sebesar 216 TWh. Produksi listrik nasional tersebut, selama kurun waktu 37 tahun (2013-2050), diperkirakan mengalami kenaikan lebih dari 10 kali atau terjadi pertumbuhan rata-rata sebesar 6,5% per tahun, dari 216 TWh pada tahun 2013 menjadi 2.183 TWh pada tahun 2050. Sepanjang rentang waktu 37 tahun, produksi listrik dari pembangkit berbahan bakar batubara makin mendominasi, tumbuh mendekati 7% per tahun, atau mencapai 1.542 TWh pada tahun 2050. Sedangkan produksi listrik dari pembangkit berbahan bakar minyak turun sangat signifikan, dengan laju penurunan lebih dari 1% per tahun. Pembangkit berbahan bakar minyak ini umumnya berada di wilayah timur Indonesia. Sementara pembangkit listrik berbahan bakar gas dapat menghasilkan listrik sebesar 214 TWh pada tahun 2050, naik lebih dari 4 kali lipat dibanding tahun 2013 yang sebesar 50 TWh. Adapun produksi listrik total dari pembangkit berbasis EBT diprediksi tumbuh cukup baik, mendekati 8% per tahun, dari 25 TWh tahun 2013 menjadi 418 TWh tahun 2050. Sebagian besar produksi listrik tersebut disumbang dari pembangkit EBT skala besar, seperti PLTP dan PLTA.

By 2016, national electricity production is predicted to reach 264 TWh, or up 20 % compared to the year 2013, which amounted to 216 TWh. National electricity production during the period of 37 years (2013 to 2050) is estimated to increase by more than 10 times, or at an average growth rate of 6.5% per year, from 216 TWh (2013) to 2,183 TWh (2050). During that period, production of electricity from coal-fired pp will dominate and grow at 7% per year to 1,542 TWh in 2050. While production of electricity from oil-fired plants will drop significantly, with rate of decline of more than 1% per year. Oil-fired plants are generally located in eastern Indonesia. On the other hand, gas-fired power plants can produce electricity up to 214 TWh in 2050, more than 4 times higher than in 2013, which amounted to 50 TWh. Production of electricity from NRE power plant is projected to grow quite well, approximately 8% per year, from 25 TWh in 2013 to 418 TWh in 2050. It mostly comes from large scale NRE power plants, such as geothermal and hydropower pp.

Gambar 5.4 Produksi listrik berdasarkan jenis pembangkit
Figure 5.4 Electricity production by type of plant



Pada tahun 2013 dan 2016, persentase produksi listrik total pembangkit EBT adalah dikisaran 11%, atau berturut-turut sebesar 25 TWh dan 28 TWh. Kemudian, pada tahun 2025 diprediksi pangsaanya meningkat menjadi 17% atau mencapai 108 TWh. Sedangkan pada akhir periode studi (2050) diprediksi pangsa produksi listrik dari EBT tersebut akan lebih dari 19%, atau mencapai 418 TWh. Laju pertumbuhan produksi listrik berbasis EBT ini adalah mendekati 8% per tahun. Khusus kontribusi produksi listrik dari EBT lainnya (skala kecil), seperti PLTS, PLTB, PLT kelautan, PLT biomassa, dan PLTSa, pada tahun 2013 hanya sekitar 0,3% atau sebesar 0,7 TWh, dan pada tahun 2016 pangsaanya naik menjadi 1% atau sekitar 2,8 TWh. Pada tahun 2025 dan 2050 pangsa EBT lainnya ini diprediksi akan naik signifikan, masing-masing sebesar 5% (28TWh) dan 7% (151 TWh). Sedangkan PLTN diprediksi mulai menghasilkan listrik tahun 2030 sebesar 15 TWh, dan naik 3 kali lipat pada tahun 2050 menjadi 45 TWh.

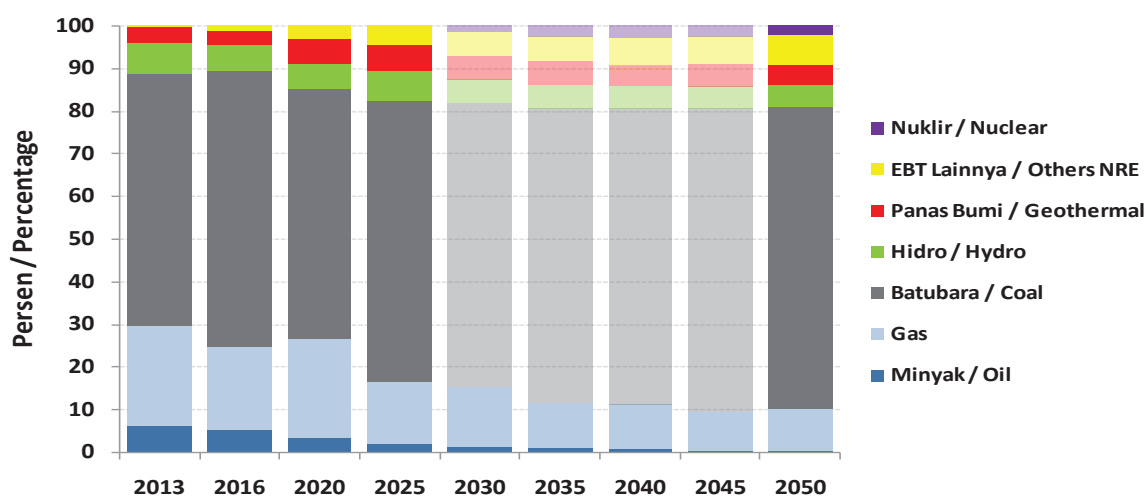
In 2013 and 2016, percentage of total electricity production of NRE pp is about 11%, or 25 TWh and 28 TWh respectively. Then in 2025, its share is predicted to increase to 17% or 108 TWh. Whereas at the end of the study period (2050) it is predicted to be more than 19%, or reach 418 TWh. The growth rate of this NRE-based electricity production is nearly 8% per year. Contribution of electricity production from other NRE (small scale), as solar, wind, ocean, biomass, and landfill pp, is still very small, only 0.3% or 0.7 TWh, and in 2016 its share rise to 1% or about 2.8 TWh. In 2025 and 2050 the share of other NRE is expected to rise significantly, respectively by 5% (28 TWh) and 7% (151 TWh). Nuclear pp is predicted to begin generating electricity in 2030 up to 15 TWh, and increased 3-fold by 2050 to 45 TWh.

Selanjutnya, produksi listrik dari PLTU batubara selama rentang waktu 37 tahun ini diperkirakan tetap mendominasi dengan persentase 59% s.d. 71%. Sisanya diisi oleh pembangkit berbahan bakar gas (23%-10%) serta minyak (6,4%-0,4%).

Furthermore, production of electricity from coal power plant over a span of 37 years is expected to continue to dominate with a percentage of 59% to 71%. The rest is filled by gas-fired plants (23%-10%) and oil (6,4%-0,4%).

Gambar 5.5 Pangsa produksi listrik dari EBT dan energi fosil

Figure 5.5 Share of electricity production from NRE and fossil energy



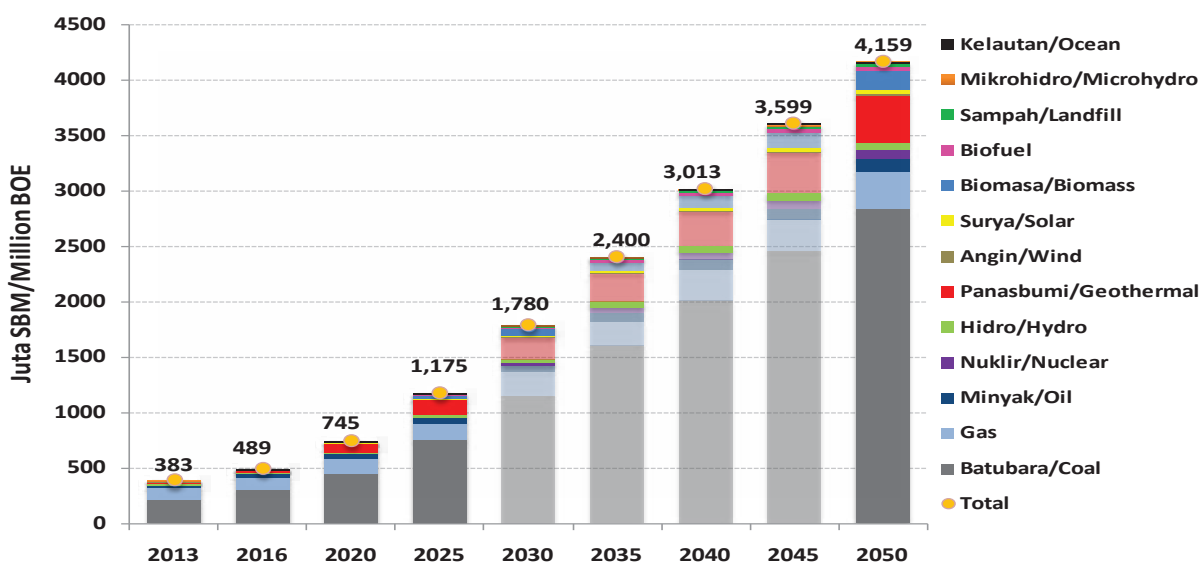
5.4 Proyeksi Kebutuhan Bahan Bakar Pembangkit Listrik

Projection of Power Plant Fuel Demand

Pada tahun 2016 penggunaan batubara mendominasi bahan bakar untuk pembangkit, dengan persentase lebih dari 64%, yaitu sekitar 312 juta SBM (84 juta ton), kemudian diikuti oleh bahan bakar gas dan minyak dengan pangsa masing-masing sebesar 20% (98 juta SBM) dan 6% (28 juta SBM), sedangkan sisanya diisi oleh hydro (2%), panas bumi (7%), serta EBT lainnya (PLTS, PLTB, PLTU biomassa, PLTSa, dan PLT biodiesel) sebesar 1%. Pada tahun 2025 diprediksi penggunaan batubara akan mencapai 753 juta SBM (202 juta ton), atau mempunyai pangsa 64%. Adapun kebutuhan bahan bakar gas akan mendekati 148 juta SBM (13%), dan kebutuhan BBM akan mencapai 52 juta SBM (4%). Disisi lain, kebutuhan EBT untuk ketenagalistrikan akan mencapai 222 juta SBM (19%). Selanjutnya, pada tahun 2050 diproyeksikan penggunaan batubara akan makin mendominasi bahan bakar untuk pembangkit, dengan pangsa lebih dari 68% atau sebesar 2.827 juta SBM (758 juta ton). Untuk bahan bakar fosil lain, seperti gas, penggunaannya akan mencapai 350 juta SBM. Sedangkan penggunaan BBM hanya sepertiga dari penggunaan gas. Sisanya diisi oleh bahan bakar berbasis EBT, seperti panas bumi, air, matahari, angin, sampah, kelautan, biodiesel dan biomassa. Pada tahun 2050 tersebut, pembangkit nuklir sudah beroperasi dengan pangsa dikisaran 2% atau sebesar 77 juta SBM.

By 2016, coal still dominates the fuel for power plant with a percentage of more than 64%, which is about 312 million BOE (84 million tonnes), followed by gas and oil with a share of respectively 20% (98 million BOE) and 6% (28 million BOE), while the rest is filled by hydro (2%), geothermal (7%), as well as other renewable energy (solar, wind, biomass, landfill, and biodiesel pp) by 1%. In the year 2025, coal use will reach 753 million BOE (202 million tonnes), or have a share of 64% as for gas and oil use will approach 148 million BOE (13%) and 52 million BOE (4%) respectively. On the other hand, the use of NRE for electricity will reach 222 million BOE (19%). Furthermore, projected coal use will still dominate the fuel for power plant in 2050, with a share of more than 68% or a total of 2,827 million BOE (758 million tonnes). Other fossil fuels, such as gas, its use will reach 350 million BOE and the use of fuel oil will only be one-third of gas. The rest is filled by renewable energy, such as geothermal, hydro, solar, wind, landfill, ocean, biofuels and biomass pp. In 2050, nuclear power plant will operate with a share of 2% or around 77 million BOE.

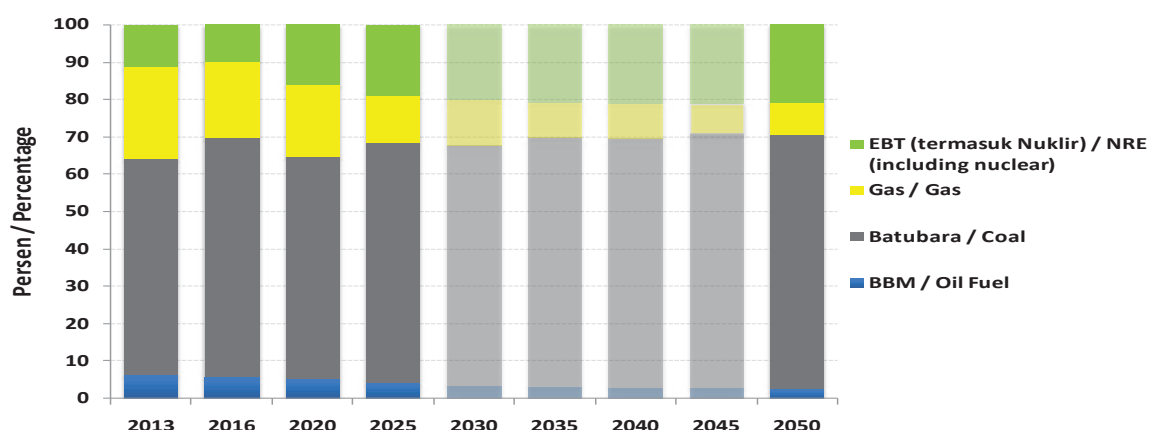
Gambar 5.6 Kebutuhan bahan bakar pembangkit listrik
Figure 5.6 Power plant fuel demand



Pada proyeksi bauran bahan bakar pembangkit nasional selama rentang waktu 2013-2050 terlihat bahwa kebutuhan batubara sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik akan tetap mendominasi dengan pangsa antara 58%-68%. Sebaliknya kebutuhan bahan bakar minyak akan turun drastis, dari 6% tahun 2013 menjadi kurang dari 3% tahun 2050. Sisanya diisi bahan bakar gas maupun bahan bakar berbasis EBT. Untuk kebutuhan bahan bakar gas tersebut, baik di PLTGU, PLTG maupun PLTMG, terlihat bahwa pangasanya diprediksi menurun cukup besar, dari 25% tahun 2013 menjadi hanya 8% tahun 2050. Ini menunjukkan pasokan gas bumi pada pembangkit listrik kurang optimal. Sedangkan kebutuhan EBT untuk pembangkit listrik diprediksi naik dua kali lipat, dari 11% menjadi 21% pada akhir periode studi. Pada tahun 2050 juga diharapkan kebutuhan EBT lainnya (EBT skala kecil) untuk pembangkit listrik, seperti matahari, sampah, biomassa, angin, serta kelautan sudah diterapkan, dan dapat memberikan kontribusi yang sangat signifikan.

Projection of fuel mix for national power plant during 2013-2050 periods shows that coal utilization as a fuel for power plants will continue to dominate with a share between 58%-68%. On the other hand, the use of oil fuel will decrease significantly, from 6% in 2013 to become less than 3% in 2050. Utilization of gas, both in gas combine cycle pp, gas engine pp and gas steam pp, will decline quite large, from 25% in 2013 to only 8% in 2050. This shows the supply of natural gas in power generation is less than optimal. While the use of NRE for electricity generation is predicted to double, from 11% to 21% at the end of study period. By 2050, it is also expected that other NRE such as solar, landfill, biomass, wind, and ocean power will be applied for power generation and can provide a very significant contribution.

Gambar 5.7 Bauran bahan bakar pembangkit PLN dan IPP
Figure 5.7 Fuel mix for PLN and IPPs

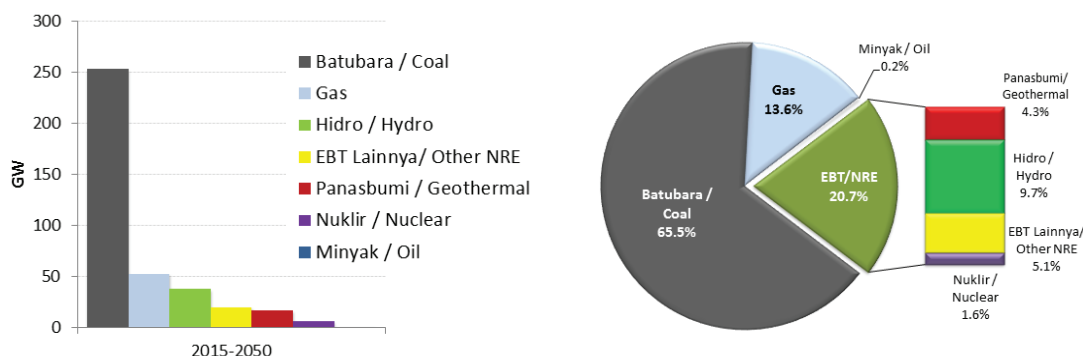


5.5 Tambahan Kapasitas Additional Capacity

PLTU batubara akan mendominasi tambahan kapasitas pembangkit listrik yang dibutuhkan selama rentang waktu 2015–2050, dengan pangsa sekitar 66% atau total penambahan kapasitas sebesar 253 GW. Sedangkan pembangkit berbahan bakar gas (baik PLTGU, PLTMG maupun PLTG) akan memerlukan tambahan kapasitas total dikisaran 53 GW. Selanjutnya, pembangkit listrik berbasis EBT, seperti PLTP dan PLTA, selama kurun waktu 37 tahun tersebut berturut-turut diprediksi akan mempunyai tambahan kapasitas total sebesar 16,7 GW (4,3%) dan 37,5 GW (9,7%). Adapun pembangkit berbasis nuklir diperhitungkan akan masuk ke sistem ketenagalistrikan wilayah Jawa Bali, dengan tambahan kapasitas total mencapai 6 GW pada tahun 2050. Untuk pembangkit EBT lainnya, seperti PLTS, PLT biodiesel, PLTB, PLTSa, PLTU biomassa, serta PLT kelautan, prakiraan tambahan kapasitas total adalah dikisaran 19,7 GW. Kemudian, beberapa PLTD diproyeksikan masih dibangun di daerah terpencil, khususnya Indonesia bagian timur. Tambahan total kapasitas PLTD untuk kedua skenario tersebut sekitar 0,7 GW. Khusus periode 2015-2019, akan ada tambahan kapasitas pembangkit listrik total sebesar 31 GW, lebih rendah dibanding rencana Pemerintah yang sebesar 35 GW. Pada tahun 2015 dan 2016 diprediksi terjadi pelambatan ekonomi di Indonesia, dengan pertumbuhan ekonomi hanya dikisaran 5% dan 5,7%. Hal ini tentunya akan sangat mempengaruhi proyeksi kebutuhan listrik nasional, dan pada akhirnya berpengaruh terhadap tambahan kapasitas pembangkit listrik yang dibutuhkan.

Coal power plant will dominate the additional capacity power plant during 2015-2050, with a share of 66% or total additional capacity of 253 GW. While gas power plants (combine cycle pp, gas steam pp and gas engine pp) will require a total additional capacity of 53 GW. Furthermore, NRE power plant, such as geothermal and hydropower, for a period of 37 years is predicted to have a total additional capacity of 16.7 GW (4.3%) and 37.5 GW (9.7%). On the other hand, nuclear pp is estimated to enter the Java Bali electricity system with additional capacity up to 6 GW by 2050. Other NRE power plants, e.g. solar, biofuel, wind, landfill, biomassa, and ocean pp, will require a total additional capacity up to 19.7 GW. Diesel power plants will still be needed in some remote areas, especially in the eastern part of Indonesia. Total additional capacity of diesel will reach approximately 0.7 GW. Specifically for the period 2015-2019, the total additional power plant capacity will be amounted to 31 GW, lower than the government's plan of 35 GW. Economic slowdown is predicted to occur in Indonesia by the year 2015 and 2016 with economic growth of only 5% and 5.7%. This course will greatly affect the national electricity demand projections, and ultimately affect the additional power plant capacity.

Gambar 5.8 Tambahan kapasitas pembangkit listrik
Figure 5.8 Additional power generation capacity





Bab 6. Pengembangan Energi untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan

Chapter 6. Energy Development in Supporting Sustainable Development

6.1 Ruang Lingkup Frame Work

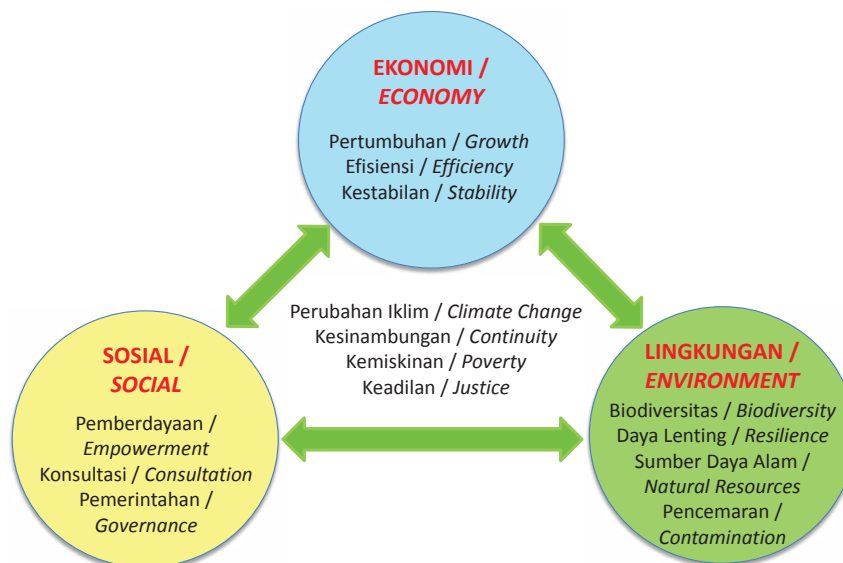
Pembangunan berkelanjutan adalah upaya sadar dan terencana, yang memadukan lingkungan hidup, termasuk sumber daya, ke dalam proses pembangunan untuk menjamin kemampuan, kesejahteraan, dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa datang. Pembangunan berkelanjutan setidaknya mencakup prinsip keterkaitan (wilayah, sektor, pemangku kepentingan), keseimbangan (ekonomi, sosial, budaya, lingkungan), dan keadilan (kelompok masyarakat dan generasi).

Dalam BPPT-OEI 2015, isu pembangunan berkelanjutan hanya mencakup isu lingkungan khususnya emisi GRK, generasi, dan ekonomi. Dengan pendekatan ini, akan diperoleh gambaran tentang mitigasi GRK yang terjadi dalam memenuhi penyediaan energi nasional hingga tahun 2050, emisi GRK per penduduk dan emisi GRK per PDB. Hasil mitigasi GRK ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan dalam penyusunan mitigasi GRK pasca 2020 yang akan disusun Indonesia sebagai bahan dalam pertemuan *Conference of Parties* ke 21 di Paris pada 30 November – 11 Desember 2015.

Sustainable development is a conscious and planned effort, which integrates the environment, including resources, to the development process to ensure the ability, welfare, and quality of life of the present and future generations. Sustainable development, at least, includes the principle of interconnection (region, sector, stakeholders), equity (economic, social, cultural, environmental), and justice (community groups and generations).

In BPPT-OEI 2015, the issue of sustainable development only covers environmental issues, especially GHG emissions, generation, and economics. With this approach, we will get a picture of GHG mitigation that occurred in fulfilling the national energy supply by 2050, GHG emissions per capita, and GHG emissions per GDP. GHG mitigation outcome is expected to be an input in the preparation of Indonesia GHG mitigation post-2020 as part discussion in the 21st Conference of Parties in Paris on 30 November-11 December 2015.

Gambar 6.1 Perubahan iklim dan pembangunan berkelanjutan
Figure 6.1 Climate change and sustainable development



6.2 Sektor Penghasil Emisi , Jenis Emisi GRK, dan Faktor Emisi

Emission Producing Sector, GHG Emissions Type, and Emission Factor

Emisi GRK yang dapat terjadi dari pemanfaatan energi adalah akibat pembakaran energi fosil, produksi dan pengangkutan bahan bakar fosil, akibat penggunaan gas bumi sebagai bahan baku, dan akibat perubahan lahan untuk pembangunan infrastruktur energi (tambang, proses, dan konversi energi). Emisi GRK akibat pembakaran serta pengangkutan bahan bakar termasuk dalam kelompok penghasil emisi sektor energi. Emisi GRK akibat penggunaan gas bumi sebagai bahan baku termasuk dalam kelompok penghasil emisi sektor IPPU (*Industrial Process and Product Use*). Emisi GRK akibat perubahan lahan untuk pembangunan infrastruktur energi termasuk dalam kelompok penghasil emisi sektor AFOLU (*Agriculture, Forestry, and Others Land Use*). Emisi GRK di sektor energi dan sektor IPPU merupakan topik bahasan dalam BPPT-OEI 2015 karena adanya data aktivitas, sedangkan emisi GRK sub-sektor *land-use* tidak dibahas dalam BPPT-OEI 2015 karena tidak tersedianya data tentang kelompok tutupan lahan sebelum dilakukan pembangunan infrastruktur energi. Adapun jenis emisi GRK yang dijabarkan dalam BPPT-OEI 2015 adalah CO₂ (energi dan IPPU), CH₄ (energi), dan N₂O (energi). *Global warming potential* untuk emisi CH₄ adalah 23 dan untuk N₂O adalah 296. Adapun metodologi yang digunakan dalam menghitung emisi GKK adalah metodologi IPCC-2006.

Faktor emisi (FE) yang digunakan dalam menghitung emisi GRK dibedakan atas 3 kelompok, yaitu:

- Tier-1 untuk pembakaran batubara dan gas bumi, emisi fugitif, serta emisi CH₄ dan N₂O untuk pembakaran BBM.
- Tier-2 untuk pembakaran BBM khususnya emisi CO₂.
- Tier-3 untuk emisi CO₂ dari penggunaan gas bumi sebagai bahan baku industri pupuk.

GHG emissions which can occur from energy utilization is caused by fossil fuel combustion, production and transportation of fossil fuels, the use of natural gas as a raw material, and changes in land for energy infrastructure construction (mining, processes, and energy conversion). GHG emissions from fuel combustion and transportation are included in the group emitters of energy sector. GHG emissions due to the use of natural gas as a raw material are included in the group emitters of IPPU (Industrial Process and Product Use) sector. GHG emissions due to changes in land for the construction of energy infrastructure are included in the group emitters of AFOLU (Agriculture, Forestry, and Others Land Use) sector. GHG emissions in energy sector and IPPU Sector are included as part of discussion in the BPPT-OEI 2015 whereas GHG emissions of land-use sub-sector are excluded due to the unavailability of activity data. The types of GHG emissions described in BPPT-OEI 2015 is CO₂ (energy and IPPU), CH₄ (energy) and N₂O (energy). Global warming potential for CH₄ and N₂O emissions are 23 and 296 respectively. The methodology used in calculating GHG emission is the IPCC-2006 methodology.

Emission factors (EF) used in calculating the GHG emissions are distinguished into 3 groups, namely:

- *Tier-1 for the combustion of coal and natural gas, fugitive emissions, also CH₄ and N₂O emissions from oil fuel combustion.*
- *Tier-2 for oil fuel combustion, especially CO₂ emissions.*
- *Tier-3 for the CO₂ emissions from the use of natural gas as raw material in fertilizer industry*

6.3 Emisi Baseline

Baseline Emission

Emisi baseline menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 15 tahun 2013 tentang Pengukuran, Pelaporan, dan Verifikasi Aksi Mitigasi Perubahan Iklim adalah besaran emisi GRK yang dihasilkan pada kondisi tidak adanya aksi mitigasi perubahan iklim. Aksi mitigasi perubahan iklim adalah usaha pengendalian untuk mengurangi risiko akibat perubahan iklim melalui kegiatan yang dapat menurunkan emisi atau meningkatkan penyerapan GRK dari berbagai sumber emisi. Untuk itu, mulai tahun 2014 dianggap tidak ada penambahan program konservasi energi, substitusi LPG untuk rumah tangga, jaringan gas bumi untuk rumah tangga, pemanfaatan teknologi efisien, dan pemanfaatan energi terbarukan.

Total emisi baseline didominasi oleh pembakaran bahan bakar fosil. Emisi GRK pada tahun 2013 sebesar 536,2 juta ton CO₂e dan meningkat menjadi 4.528,4 juta ton CO₂e pada tahun 2050. Penghasil emisi GRK terbesar adalah pembangkit listrik dari 169,5 juta ton CO₂e (tahun 2013) menjadi 2.223,4 juta ton CO₂e (tahun 2050), disusul sektor industri, lainnya, rumah tangga, kilang minyak, dan komersial. Pangsa emisi GRK dari pembakaran batubara mencapai 49% pada tahun 2050 karena banyaknya kebutuhan batubara di pembangkit listrik dan industri. Emisi *fugitive* dari produksi dan distribusi energi fosil menurun dari 30,2 juta ton CO₂e pada tahun 2013 menjadi 71,7 juta ton CO₂e tahun 2050. Pangsa emisi GRK dari pemanfaatan batubara paling tinggi terutama karena pertumbuhan kebutuhan batubara di sektor pembangkit listrik yang sangat tinggi. Kontribusi emisi GRK akibat pemanfaatan dan produksi batubara terhadap total pada tahun 2050 mencapai 49,6%.

Emisi baseline tahun 2013 dalam BPPT-OEI 2015 sedikit berbeda dibanding BPPT-OEI 2014 disebabkan karena FE BBM menggunakan FE Tier-2 dan konsumsi gas bumi sebagai energi dan sebagai *feedstock* dibedakan dalam BPPT-OEI 2015. Perbedaan ini dilakukan karena pemanfaatan gas bumi sebagai *feedstock* dikategorikan sebagai emisi sektor IPPU.

Baseline emission according to the Minister of Environment Regulation No. 15 of 2013 about the Measurement, Reporting and Verification of Climate Change Mitigation Action is the amount of GHG emission in the absence of action on climate change mitigation. Climate change mitigation action is a controlling effort to reduce the risks of climate change through activities that can reduce GHG emissions or increase the absorption of various sources of emissions. Therefore, starting in 2014 it is assumed that no additional energy conservation programs, no LPG substitution program and natural gas pipeline for household, no efficient technology use, and no utilization of renewable energy.

Total baseline emission is dominated by fossil fuels combustion. GHG emissions in 2013 are amounted to 536.2 million tonnes of CO₂e and increased to 4,528.4 million tonnes of CO₂e in 2050. The biggest emitter of GHG is the power generation sector which reaches 169.5 million tonnes of CO₂e (2013) and will become 2,223.4 million tonnes of CO₂e (2050), followed by industrial sector, other sector, household, oil refineries, and commercial sector. The share of GHG emissions from coal combustion accounted for 49% by 2050 because of the large demand of coal in power plants and industry. Fugitive emissions from the production and distribution of fossil fuel increased from 30.2 million tonnes of CO₂e in 2013 to become 71.7 million tonnes of CO₂e in 2050. The share of GHG emissions from coal utilization mainly due to rapid growth of coal demand in the power generation sector. The contribution of GHG emissions due to the use and production of coal in 2050 will reach 49.6%.

Baseline emission in 2013 in the BPPT-OEI 2015 and BPPT-OEI 2014 is slightly different because of the usage of Tier-2 as EF of oil fuel and the utilization of natural gas as energy and feedstock is differentiated in OEI-BPPT 2015. This distinction is made due to natural gas utilization as feedstock is categorized as IPPU sector emissions.

6.4 Emisi Mitigasi Mitigation Emission

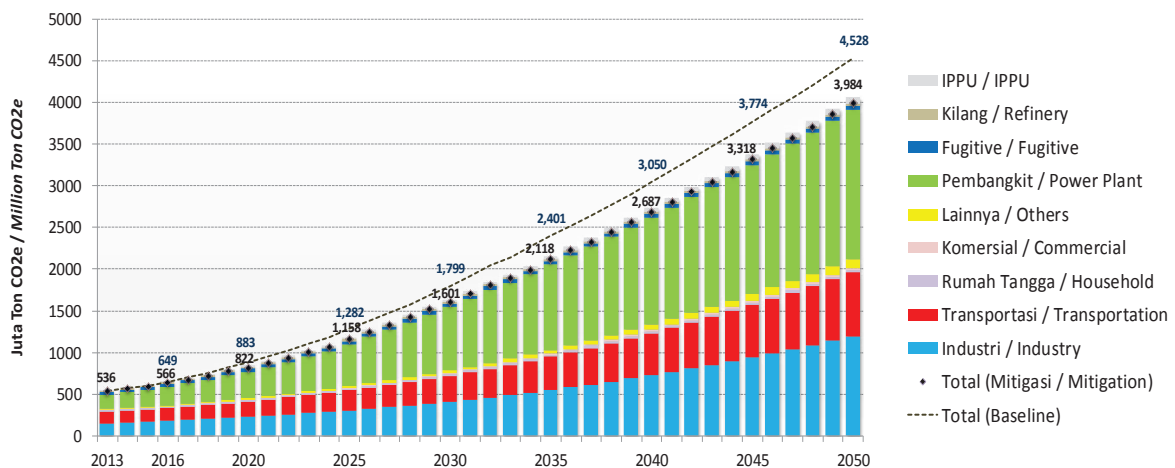
Proyeksi mitigasi emisi GRK dihitung berdasarkan proyeksi kebutuhan dan penyediaan energi yang diuraikan pada Bab 3 s.d. Bab 5. Proyeksi ini sudah mempertimbangkan pemanfaatan teknologi efisien dan pemanfaatan teknologi energi terbarukan. Pemanfaatan teknologi mitigasi tersebut mengakibatkan terjadinya penurunan emisi GRK sebanyak 544 juta ton CO₂e pada tahun 2050 atau sekitar 12% terhadap *baseline*. Sekitar 80% dari penurunan emisi GRK pada tahun 2050 disumbang oleh pembangkit listrik, sisanya dari pemanfaatan teknologi efisien. Sebagian besar dari mitigasi GRK pembangkit listrik berasal dari penambahan kapasitas PLTP, PLTA, PLTN, PLTU biomassa, PLT biofuel, PLTS, PLTB, PLTSa, dan PLT kelautan sebanyak 87,9 GW. Kontribusi mitigasi terbesar kedua adalah sektor transportasi sebanyak 11% disusul sektor industri sebesar 7%, keduanya akibat pemanfaatan biodiesel dan teknologi efisien.

Projected GHG mitigation emissions calculated based on energy demand and supply projection that are described in Chapter 3 till Chapter 5. These projections are already considering the use of efficient technologies and utilization of renewable energy technologies. Utilization of mitigation technologies results in a reduction in GHG emissions as much as 544 million tonnes of CO₂e in 2050, or about 12% of the baseline. Approximately 80% of GHG emission reduction in 2050 contributed by power plants, and the rest caused by using efficient technologies. Most of the GHG mitigation electricity generation comes from the additional renewable power plant of 87.9 GW. The second largest mitigation contributions is the transportation sector as much 11% followed by industrial sector amounted to 7%, in which both due to the use of biodiesel and efficient technology.

Emisi fugitif akibat produksi dan pengangkutan bahan bakar fosil mencapai 53,8 juta ton CO₂e pada tahun 2050 atau 1,35% terhadap total emisi GRK. Emisi GRK akibat penggunaan gas bumi sebagai *feedstock* tahun 2050 mencapai 71,7 juta ton atau 1,80% terhadap total emisi GRK. Kilang minyak bumi menghasilkan emisi GRK dari pembakaran minyak residue sebanyak 0,61% terhadap total GRK tahun 2050.

Fugitive emission as a result from production and transportation of fossil fuels reaches 53.8 million tonnes of CO₂e in 2050 or 1.35% to total GHG emissions. GHG emissions due to the use of natural gas as a feedstock in 2050 reached 71.7 million tonnes or 1.80% of total GHG emissions. Oil refineries produce GHG emissions from burning of oil residue as much as 0.61% of total GHG emissions in 2050.

Gambar 6.2 Emisi GRK menurut skenario baseline dan skenario mitigasi
Figure 6.2 GHG emission based on baseline scenario and mitigation scenario



6.5 Intensitas Emisi GRK

GHG Emission Intensity

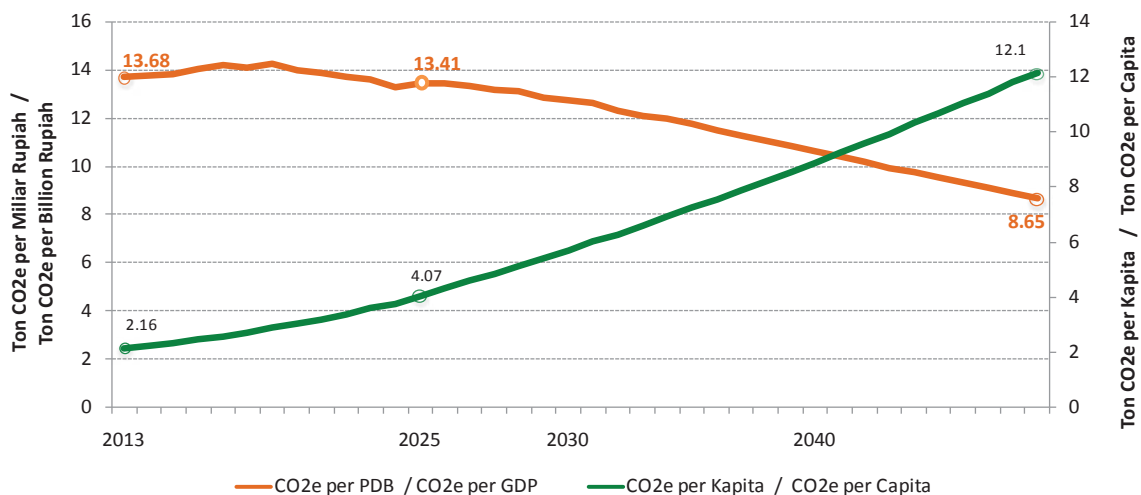
Intensitas emisi GRK per kapita Indonesia pada skenario pembangunan berkelanjutan (mitigasi) tahun 2013 mencapai 2,16 ton CO₂e per kapita dan meningkat 5,62 kali lipat menjadi 12,1 ton CO₂e per kapita pada tahun 2050. Peningkatan emisi CO₂e per kapita tidak dapat dihindari karena Indonesia sebagai negara berkembang masih memerlukan banyak energi untuk menjadi negara maju. Saat ini, konsumsi energi final Indonesia masih rendah dan masih banyak rumah tangga yang menggunakan energi non komersil biomassa. Peningkatan pendapatan masyarakat akan mendorong peningkatan penggunaan energi komersial yang menyebabkan naiknya konsumsi energi final per kapita.

Sebaliknya, intensitas emisi GRK per miliar rupiah mengalami penurunan dari 13,68 ton CO₂e per miliar rupiah pada tahun 2013 menjadi 8,65 ton CO₂e per miliar rupiah pada tahun 2050. Hal ini mencerminkan bahwa laju pertumbuhan konsumsi energi lebih lambat dibanding laju pertumbuhan ekonomi. Dengan kata lain, peningkatan ekonomi nasional diimbangi oleh pemanfaatan energi yang lebih efisien. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) disebutkan bahwa sasaran pemanfaatan energi nasional adalah tercapainya penurunan intensitas energi final sebesar 1% per tahun.

Indonesian GHG emissions intensity per capita in the sustainable development scenario (mitigation) in 2013 reached 2.16 tonnes CO₂e per capita and increasing 5.62 fold to 12.1 tonnes CO₂e per capita in 2050. The increase in CO₂e emissions per capita can not be avoided because Indonesia as a developing country still requires a lot of energy to become a developed country. Currently, Indonesia final energy consumption is still low and large number of household still using non-commercial biomass energy. Improve in household incomes will encourage the use of commercial energy which resulted in higher final energy consumption per capita.

In contrast, the intensity of GHG emissions per billion rupiah will decrease from 13.68 tonnes CO₂e per billion rupiah in 2013 to become 8.65 tonnes CO₂e per billion in 2050. This reflects the slower rate of growth energy consumption compared to the rate of economic growth. In other words, the increase in the national economy is balanced by more efficient utilization of energy. Government Regulation No. 79 Year 2014 on National Energy Policy (KEN) stated that the goal of national energy utilization is achieving reduction in final energy intensity of 1% per year.

Gambar 6.3 Intensitas emisi GRK
Figure 6.3 GHG emission intensity



6.6 Optimalisasi Mitigasi GRK

Optimization of GHG Mitigation

Mitigasi GRK dapat dilakukan melalui pemanfaatan teknologi efisien dan pemanfaatan energi terbarukan. Namun demikian, optimalisasi penggunaan energi terbarukan masih dapat dilakukan sepanjang keekonomiannya bersaing dengan energi fosil dan didukung oleh kebijakan yang sesuai. Seperti diuraikan sebelumnya bahwa pemanfaatan energi terbarukan dalam BPPT-OEI 2015 relatif terbatas. Selama tahun 2013 s.d. 2050 pemanfaatan energi terbarukan untuk pembangkit listrik mencapai PLTP (18,0 GW), PLTA (36,33 GW), PLTS (5,01 GW), PLTB (3,00 GW), PLTSa (2,03 GW), PLTU biomassa (12,63 GW), PLT kelautan (0,13 GW), PLT biofuel (11,29 GW), dan PLTN (6,00 GW). Kapasitas pembangkit listrik energi terbarukan dan permintaan pemanfaatan EBT hanya menghasilkan bauran EBT sebesar 12,69% terhadap total penyediaan energi pada tahun 2050, masih jauh dari sasaran KEN yang mencapai minimal 31% (sepanjang keekonomiannya terpenuhi).

Teknologi energi terbarukan seperti tenaga matahari dan angin menggunakan sumberdaya yang 'gratis' dan tidak menghasilkan emisi GRK, tetapi membutuhkan lahan yang signifikan dan tidak selalu tersedia bila diperlukan. Teknologi batubara dan nuklir menghasilkan listrik dalam jumlah yang besar dan tersedia setiap saat, tetapi menghasilkan emisi GRK yang banyak (batubara) dan memerlukan pembuangan limbah jangka panjang (nuklir). Pengkajian relatif manfaat/dampak dalam memilih bahan bakar pembangkit listrik ditunjukkan pada Tabel 6.1 (EPRI, 2012).

Dari pemanfaatan EBT tersebut, masih terbuka peluang untuk meningkatkan kapasitas pembangkit listrik EBT, sehingga kita perlu "belajar dari masa depan". Seperti diketahui kesepakatan global tentang sasaran peningkatan suhu sebagai batas konsekuensi risiko "berbahaya" dari pemanasan global adalah sebesar 3,6°F (sering disebut dalam negosiasi internasional dengan target 2°C). Namun saat ini dunia berada di jalur emisi GRK yang akan melebihi target tersebut. Seperti disepakati dunia, IPCC untuk pertama kalinya mendukung pandangan aktivis iklim dan ilmuwan yang telah memperingatkan bahwa negara tidak dapat membakar cadangan bahan bakar fosil karena akan mengakibatkan peningkatan suhu melebihi kesepakatan.

GHG mitigation can be done through the use of efficient technologies and renewable energy utilization. However, optimizing the use of renewable energy is viable as long as its economical can compete with fossil energy and supported by valid policies. As noted earlier that the utilization of renewable energy in BPPT-OEI 2015 is relatively limited. During the period 2013-2050 utilizations of renewable energy for electricity generation reach geothermal p.p (18.0 GW), hydropower (36.33 GW), Solar p.p (5.01 GW), wind p.p (3.00 GW), landfill gas p.p (2.03 GW), biomass p.p (12.63 GW), ocean p.p (0.13 GW), biofuel p.p (11.29 GW), and a nuclear p.p (6.00 GW). Renewable energy power generation capacity and the utilization of renewable energy only amounted to 12.69% of the total energy mix in 2050, which is still far from KEN target of minimum 31% (as long as the economics are met).

Renewable energy technologies such as solar and wind use 'free' resources and do not produce GHG emissions but require significant amount of land and not available all the time. Coal and nuclear technology are producing electricity in large quantities and available at any time, but they produce a lot of GHG (coal) and require long-term waste disposal (nuclear). Realtive benefit/impact assessment for selecting power plants' fuel is shown in Table 6.1 (EPRI, 2012).

There are still opportunities to increase the capacity of NRE power generation, so we need to "Learn From the Future". The global agreement on target of temperature increase as known as "dangerous limit" of global warming is by 3.6° F (often called in international negotiations with the target of 2° C). But right now the world is on track which GHG emissions will exceed that target. The IPCC, for the first time, supports climate activists and scientists' view that have warned countries for not burning their fossil fuel reserves as it would lead to an increase in temperature and exceeds the target.

Jika perubahan iklim melebihi target kenaikan suhu yang disepakati, para ilmuwan memperingatkan akan adanya risiko besar mencairnya es di kutub. Kutub es yang mencair akan menyebabkan kenaikan drastis air laut, meningkatnya iklim ekstrim (kekeringan, gelombang panas dan banjir) yang dapat menimbulkan tantangan yang menakutkan bagi ketersediaan makanan dan air untuk kehidupan.

If climate change exceeds the agreed target of temperature rise, scientists warn that there will be a big risk of polar ice melting. Polar ice melting will cause a drastic rise in sea level, extreme climate (droughts, heat waves and floods) which could pose a daunting challenge to the availability of food and water for life support.

Tabel 6.1 Keuntungan/dampak relatif dari pilihan bahan bakar untuk pembangkit listrik
Table 6.1 Relative benefit/impacts fuels choice for power plant

Atribut / Attribute	Lebih Menguntungkan / More Favorable ←					→ Kurang Menguntungkan / Less Favorable			
	Batubara / Coal	Batubara / Coal w/CCS*	Gas Alam / Natural Gas	Nuklir / Nuclear	Hidro / Hydro	Angin / Wind	Biomassa / Biomass	Panas Bumi / Geothermal	Surya / Solar
Biaya Kontruksi / Construction Cost	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Biaya Listrik / Electricity Cost	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Penggunaan Tanah / Land Use	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Kebutuhan Air / Water Requirements	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Emisi CO2 / CO2 Emissions	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Emisi Non-CO2 / Non-CO2 Emissions	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Produksi Limbah / Waste Products	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ketersediaan / Availability	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Fleksibilitas / Flexibility	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Catatan / Note: * w/CCS: with carbon capture and storage
 Sumber / Source: EPRI (2012)

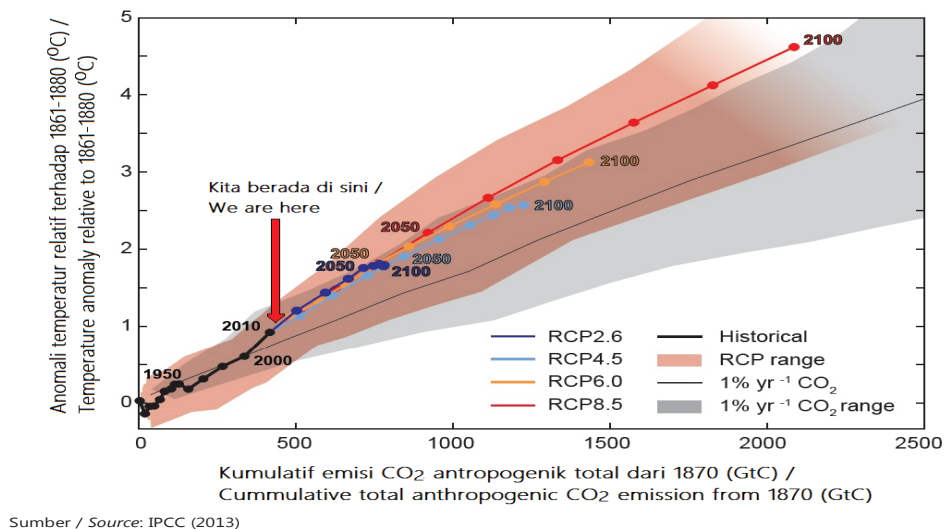
Berdasarkan penelitian yang diterbitkan dalam beberapa tahun terakhir, IPCC menemukan bahwa untuk mencapai minimal 66% kesepakatan peningkatan suhu sebagai batas perubahan iklim, peningkatan temperatur sebesar 3,6°F bila dibandingkan dengan era pra-industri (1861-1880) terjadi karena pelepasan karbon sekitar 1 triliun ton ke atmosfer (akumulatif dari awal era industri sampai akhir abad 21). Menurut IPCC, total pelepasan karbon hingga tahun 2011 sekitar 531 miliar ton akibat pembakaran bahan bakar fosil, penebangan hutan untuk pertanian, dan isu lainnya. Berdasarkan hasil studi pada jurnal Nature pada tahun 2009, membakar semua cadangan terbukti dari bahan bakar fosil dan secara ekonomis (tidak termasuk penemuan dari cadangan terbukti yang baru ditemukan) akan menghasilkan 763 miliar ton karbon ke atmosfer.

According to researches published in recent years, the IPCC found that to achieve at least 66% of the agreed temperature increase target as climate change limit, an increase in temperature of 3.6° F compared to the pre-industrial era (1861-1880) occurs due to the release of carbon about 1 trillion tonnes into the atmosphere (cumulative from the beginning of the industrial era to the end of the 21st century). According to the IPCC, the total carbon emitted until the year 2011 was approximately 531 billion tonnes as a result of burning fossil fuels, deforestation for agriculture and other issues. According to a 2009 study published in the Nature journal, burning all the proven and economical reserves of fossil fuels (not including the potential discovery of new proven reserves) will produce 763 billion tonnes of carbon into the atmosphere.

Hal ini cukup untuk melebihi target peningkatan suhu dunia sebesar 3,6°F, belum lagi mempertimbangkan sumber penghasil emisi karbon lainnya. Peningkatan produksi minyak dan gas ditambah dengan kurangnya momentum politik global untuk mengurangi emisi GRK akan membawa kita melebihi target peningkatan suhu dunia. Emisi CO₂ tinggal berabad-abad sampai ribuan tahun di atmosfer, dan target peningkatan suhu dalam laporan IPCC didasarkan pada emisi karbon kumulatif. Terdapat hubungan linear antara emisi karbon kumulatif dan suhu rata-rata global. Ini berarti bahwa membatasi emisi kumulatif merupakan kunci untuk mencegah peningkatan suhu rata-rata global. Untuk itu, emisi GRK dunia perlu dibuat konstan mulai tahun 2050 dan menurun setelah itu.

It is enough to exceed the 3.6°F target, not to mention other sources of carbon emitters. The increased in oil and gas production coupled with a lack of global political momentum to reduce GHG emissions will take us well beyond the target at the end of the 21st century. CO₂ emissions stay for centuries to millennia in the atmosphere and the target of an increase in temperature in the IPCC report is based on the cumulative carbon emissions. There is a linear relationship between cumulative carbon emissions and global average temperature. This means that limiting cumulative emissions are keys to preventing an increase in global average temperatures. To that end, world's GHG emissions need to be made constant started in 2050 and decline thereafter.

Gambar 6.4 Kumulatif total emisi CO₂ antropogenik dari 1870
Figure 6.4 Cumulative total anthropogenic CO₂ emissions from 1870



Proyeksi anomali suhu rata-rata global selama abad ke-21 relatif terhadap tahun 1861 - 2005 dari kombinasi model komputer dengan model- berbasis proses, untuk skenario konsentrasi GRK ditampilkan pada Gambar 6.4. Kisaran kemungkinan ditampilkan sebagai sebuah band berbayang. Hasil kajian terjadi selama periode 2081-2100 untuk semua skenario yang diberikan sebagai garis vertikal berwarna, dengan nilai median yang sesuai diberikan sebagai garis horisontal.

Projections of global average temperature anomalies over the 21st century relative to 1861–2005 from the combination of computer models with process-based models, for greenhouse gas concentration scenarios is shown in Figure 6.4. The assessed likely range is shown as a shaded band. The assessed likely ranges for the mean over the period 2081–2100 for all scenarios are given as coloured vertical bars, with the corresponding median value given as a horizontal line.

Kondisi ini menuntut kita untuk berkontribusi terhadap penurunan emisi GRK, apalagi Indonesia sebagai negara kepulauan akan menerima dampak yang serius dari peningkatan air laut dengan hilangnya beberapa pulau yang mungkin berpengaruh terhadap batas teritorial serta terendamnya berbagai pesisir pantai Indonesia. Saat ini, berbagai negara sedang membuat sasaran penurunan emisi GRK pasca 2020. Pemanfaatan energi terbarukan dapat menjadi salah satu aksi mitigasi yang dapat diusulkan karena Indonesia banyak terdapat potensi energi terbarukan. Tapi perlu diingat bahwa kebijakan pemanfaatan energi terbarukan tidak harus membuat negara dan atau masyarakat menanggung beban dari kebijakan yang ditetapkan. Untuk itu, PP 79/2014 tentang KEN sudah mengatur pemanfaatan energi terbarukan harus sesuai dengan keekonomiannya.

Seperti diketahui bahwa Pemerintah telah menetapkan *feed-in tariff* (FiT) energi terbarukan. Pemanfaatan energi terbarukan justru akan meningkatkan biaya operasi pembangkitan sistem setempat, dengan biaya operasi sistem pembangkitan nasional tahun 2014 mencapai 1.297 rupiah per kWh. Rata-rata biaya sistem operasi PLTD tahun 2014 mencapai 3.064 rupiah per kWh dan beberapa pembangkit energi terbarukan yang dihitung dengan kurs 1 dollar tahun 2014 sebesar 11.879 rupiah akan lebih mahal dari penggunaan PLTD. Untuk itu, pemerintah seyogyanya mempertimbangkan biaya operasi sistem setempat dalam menetapkan regulasi FiT energi terbarukan agar mampu menurunkan biaya operasi sistem setempat dan justru tidak menjadi temuan 'pelanggaran' atas pemanfaatan pembangkit listrik yang lebih mahal, sebagaimana diamanatkan dalam regulasi tentang pengadaan barang dan jasa.

PLTS merupakan jenis pembangkit dengan biaya operasi 3.574 rupiah per kWh yang 88,84% merupakan biaya penyusutan. Itu sebabnya, pemanfaatan PLTS dalam BPPT-OEI 2015 cukup terbatas karena diajukan sebagai pembangkit *ground-mounted* pada daerah-daerah terpencil dan terluar sebagai pengganti kesulitan pengadaan minyak solar sebagai bahan bakar PLTD pada wilayah tersebut.

This condition requires us to contribute to the reduction of GHG emissions, especially Indonesia as an archipelagic country will suffer serious impact of the increase in sea level with the loss of some islands that might affect the territorial limits. Currently, many countries are making GHG emission reduction targets post 2020. The utilization of renewable energy can be one of the mitigation actions to be proposed as Indonesia has many renewable energy potential. But keep in mind that the policy of utilization of renewable energy is must not be a burden to the country or its people. Therefore, the government regulation 79/2014 about KEN regulates that the use of renewable energy must comply with the economics.

The government has set the feed-in tariff (FiT) for renewables. Utilization of renewable energy will increase the operating costs of electricity generation of the local system, where the national generation system operating costs in 2014 reached 1,297 rupiah per kWh. The average cost of diesel operating system in 2014 reached 3,064 rupiah per kWh and several renewable energy generation will be more expensive than the use of diesel when calculated at the exchange rate in 2014 (11,879 rupiah per dollar). Therefore, the government should consider the operating costs of the local system in the FiT regulation of renewable energy to lower the operating cost of the local system so it does not become the 'infringement' on the use of more expensive power plants, as stipulated in the regulations of the procurement of goods and services.

Solar power plant is type of plant with operating costs of 3,574 rupiah per kWh in which 88.84% is the cost of depreciation. This is why the use of solar power plant in BPPT-OEI 2015 is quite limited due its use as ground-mounted power plants in remote and outer areas that have difficulties in diesel oil as fuel for diesel power plant.

Untuk kondisi ini, 'subsidi' atas pemanfaatan PLTS merupakan keniscayaan yang harus dilakukan oleh Pemerintah untuk menyalurkan listrik ke seluruh wilayah tanah air. Berbeda halnya untuk pemanfaatan PLTS yang diaplikasikan di atap gedung yang akan berlangsung pada kota-kota besar, tanpa insentif rasanya akan sulit bagi pengelola gedung untuk menggunakan PLTS karena akan berdampak terhadap peningkatan biaya operasi gedung yang akan dibebankan ke konsumen. Selain itu, beban puncak di Indonesia terjadi antara pukul 18.00 – 22.00, sementara produksi PLTS berlangsung di siang hari dengan intensitas radiasi matahari rata-rata 4,8 jam sehari. Jika pemanfaatan PLTS dipaksakan akan berimbas ke PLN sebagai pengelola sistem pembangkitan listrik nasional karena justru akan menambah daftar pembangkit 'yang mengganggu' di siang hari. Belum lagi mempertimbangkan aspek teknis dari pemanfaatan PLTS yang maksimum hanya 20% agar tidak mengganggu kestabilan sistem pembangkitan setempat.

Pemanfaatan PLT biomassa dalam BPPT-OEI 2015 cukup besar mencapai 12,63 GW pada tahun 2050. Hal ini sejalan dengan program mandatori pemanfaatan biodiesel yang mencapai 30% pada tahun 2025 dan dianggap konstan hingga tahun 2050. Seperti diketahui bahwa setiap pemanfaatan 1 ton tandan buah segar dari kelapa sawit akan menghasilkan sekitar 170 kg *Crude Palm Oil* (CPO), dan menghasilkan limbah biomassa sekitar 190 kg serat dan cangkang, 230 kg tandan kosong kelapa sawit, 650 kg POME yang dapat diolah menjadi biogas sekitar 20 m³. Limbah biomassa seperti serat, cangkang, dan tandan kosong dapat dijadikan sebagai bahan bakar boiler dan POME sebagai bahan bakar PLTG. Banyak industri CPO yang sudah swadaya bahan bakar dan listrik, bahkan mereka mempunyai kemampuan untuk menjual listrik ke PLN dari pemanfaatan biomassa dan biogas. Sayangnya, regulasi menetapkan bahwa harga beli listrik oleh PLN ditetapkan pada titik serah tegangan rendah atau tegangan menengah yang jaraknya jauh dari lokasi industri sehingga tidak ekonomis. Semestinya, jaringan listrik ditanggung oleh pemerintah sebagai penyertaan modal ke PLN karena pemanfaatan PLTU biomassa akan menurunkan biaya operasi pembangkit listrik sistem setempat yang berdampak terhadap penurunan subsidi listrik.

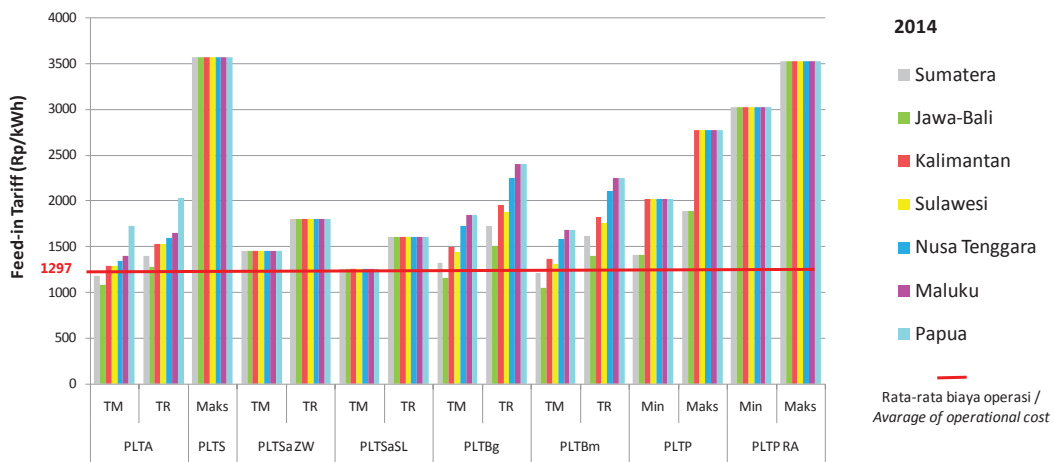
Therefore, 'subsidies' for the utilization of solar power plant is a necessity that must be done by the Government to provide electricity throughout the country. For the utilization of solar pp on the roof top which will take place in big cities, it will be difficult to be done without incentives because it will increasing the operating costs of the building which will eventually be charged to the consumer. In addition, the peak load in Indonesia occurred between the hours of 18:00 to 22:00, while production of solar pp takes place in the daytime with the intensity of solar radiation on average 4.8 hours a day. If solar pp is forced to be utilized nation wide, it will impact PLN as manager of the national electricity generation system as it will add to the list of unused plants during the daytime. Not to mention the technical aspects of the utilization of solar pp of a maximum of 20% in order not to destabilize the local generation system.

Utilization of biomass pp in the BPPT-OEI 2015 is quite large that will reach 12.63 GW in 2050. This is in line with the mandatory program of biodiesel, which reached 30% in 2025 and to be constant until 2050. One tonne of fresh fruit bunches of oil palm will produce approximately 170 kg of Crude Palm Oil, and produce biomass waste about 190 kg of fiber and shells, 230 kg of empty fruit bunches, 650 kg POME which can be processed into 20 m³ biogas. Waste biomass such as fiber, shells, and empty fruit bunches can be used as fuel for boilers whereas POME as fuel for power plant. Many CPO industries are already self-sufficient in fuel and electricity; they even have the ability to sell electricity to PLN from the utilization of biomass and biogas. Unfortunately, the regulations stipulate that the price of electricity purchased by PLN is set at the handover point or a Low Voltage Medium Voltage distant from the location of industries that is uneconomic. Supposedly, the electricity network is borne by the government as equity into the PLN considering the utilization of biomass power plant will lower the operating costs of local power generation system that will lead to electricity subsidies reduction.

Berbeda halnya dengan pemanfaatan PLT kelautan yang dalam BPPT-OEI 2015 sangat terbatas. Seperti diketahui bahwa potensi kelautan umumnya terletak di daerah yang jauh dari lokasi permintaan listrik dan atau terletak pada wilayah dengan permintaan listrik yang terbatas. Selain itu, PLT kelautan memerlukan komponen atau material yang tidak mudah korosif yang berakibat terhadap mahalnya biaya investasi dan operasi. PLTKelautan bahkan dapat mencapai sekitar 3 kali lipat terhadap biaya pembangkitan PLTD tahun 2014. Dengan demikian, keekonomian PLT kelautan tidak kompetitif dan bertentangan dengan PP 79/2014 jika dimanfaatkan secara maksimal.

On the other hand, the use of ocean pp in BPPT-OEI 2015 is very limited. Ocean energy potentials are generally located in areas far from the location of electricity demand or located in areas with limited electricity demand. Additionally, ocean pp requires components or materials that are not corrosive which generates high investment and high operating cost. Ocean pp cost can reach approximately 3-fold against the cost of diesel generation by 2014. Thus, the economic ocean pp is not competitive and will contradict with government regulation 79/2014 if utilized maximum.

Gambar 6.5 Feed-in tariff pembangkit energi terbarukan dan rata-rata biaya operasi pembangkit
Figure 6.5 Feed-in tariff of renewable power plant and average operation cost of power plant



Keterangan / Note: TM = Tegangan Menengah / Medium Voltage TR = Tegangan Rendah / Low Voltage
 Maks = Maximum Min - Minimum
 PLTA = Pembangkit Listrik Tenaga Air / Hydro Power Plant
 PLTS = Pembangkit Listrik Tenaga Surya / Solar Power Plant
 PLTSa ZW = Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Zero Waste / Waste Power Plant using Zero Waste Technology
 PLTSaSL = Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Sanitary Landfill / Sanitary Landfill Power Plant
 PLTBg = Pembangkit Listrik Tenaga Biogas / Biogas Power Plant
 PLTBm = Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa / Biomass Power Plant
 PLTP = Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi / Geothermal Power Plant
 PLTP RA = Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Remote Area/ Geothermal Power Plant in Remote Area

Pemanfaatan PLTN bagi Indonesia sampai saat ini masih merupakan pilihan terakhir. Biaya investasi PLTN yang sangat tinggi menyebabkan biaya pembangkitan PLTN lebih mahal dari PLTU batubara. PLTN hanya akan kompetitif apabila biaya secara eksternal atas pemanfaatan PLTU batubara dipertimbangkan sebagai biaya investasi agar resiko penyakit dan kerusakan lingkungan akibat polusi udara yang timbul dari pengoperasian PLTU batubara dapat ditekan. Kebutuhan batubara diperkirakan akan terus meningkat mencapai 1 miliar ton pada tahun 2050. Diperlukan penelitian yang mendalam atas dampak yang ditimbulkan oleh pemanfaatan batubara dan kapan PLTN dapat masuk ke sistem pembangkitan listrik nasional. Pemanfaatan PLTN bukan hanya berdampak terhadap keamanan dan ketahanan energi nasional tetapi lebih luas mencakup keamanan dan ketahanan negara. Untuk itu, pemanfaatan PLTN seyogyanya bukan semata sebagai masalah ekonomi tetapi sudah menjadi persoalan bangsa. Dan perlu diingat bahwa untuk mencapai sasaran bauran EBT sebesar 31% pada tahun 2050 tidak ada alternatif lain selain memaksimalkan pemanfaatan PLTN. Kapasitas PLTN dalam BPPT-OEI 2015 terbatas hanya mencapai 6 GW pada tahun 2050, yang diperkirakan mulai beroperasi pada tahun 2030.

Memaksimalkan pemanfaatan energi baru dan terbarukan bukanlah hal yang mudah. Untuk itu, dalam BPPT-OEI 2015 ini, penambahan kapasitas energi baru dan terbarukan diproyeksikan bertambah secara moderat dengan mempertimbangkan data dan informasi yang tersedia. Data dan informasi tersebut perlu dipahami secara mendalam agar lebih bijak dalam memperkirakan besaran EBT tersebut. Kesemua pertimbangan ini diambil agar proyeksi EBT dapat tercapai.

Nuclear pp in Indonesia is still considered a last option. The investment costs of nuclear power plants is very high resulting in high generating cost compared to coal power. Nuclear pp will only be competitive if the externality costs of coal power plant are considered in the investment costs in order to suppress the disease risk and environmental damages caused by air pollutants arising from the operation of the coal power plant. Coal demand is expected to continue to increase to 1 billion tonnes in 2050. In-depth research is needed on the impact caused by the use of coal and on when nuclear pp can be integrated into the national power generation system. Utilization of nuclear power plants will affect not only in the resilience and national security of energy but also of the country. To that end, the utilization of nuclear pp should not merely be considered as an economic problem but as the nation's problems. Keep in mind that in order to achieve the target of 31% renewable energy mix by 2050 there is no other alternative than to maximize the utilization of nuclear pp. Nuclear pp capacity in BPPT-OEI 2015 is limited to only reach 6 GW by 2050, which is expected to start operating in 2030.

Maximizing the utilization of new and renewable energy is not easy. To that end, in BPPT-OEI 2015, the addition of new and renewable energy capacity is projected to increase moderately considering the available data and information. The data and information need to be understood in depth in order to wisely assess the renewable energy measurement. These considerations are taken so that the projection of renewable energy can be achieved.

Halaman kosong / *blank page*



Bab 7. Penutup

Chapter 7. Closing

BPPT-OEI 2015 memuat kebutuhan dan penyediaan energi jangka panjang untuk kurun waktu 2013-2050, dengan mengangkat topik bahasan "Pengembangan Energi untuk Mendukung Pembangunan yang Berkelanjutan". BPPT-OEI 2015 tidak berisi tentang kebijakan pemerintah di masa depan namun berisi analisis untuk melihat berbagai opsi jangka panjang dan upaya-upaya yang perlu dilakukan untuk mencapai target yang ditetapkan.

Pertumbuhan PDB dalam BPPT-OEI 2015 diasumsikan rata-rata sebesar 6,9% per tahun selama kurun waktu 2013-2050 dengan mempertimbangkan skenario *progressive reform* dari Bappenas. Pertumbuhan ekonomi ini dapat dicapai dengan adanya dukungan pertumbuhan energi final sebesar 4,7% per tahun yang meningkat dari 1.151 juta SBM pada tahun 2013 menjadi 1.988 juta SBM pada tahun 2025 dan 6.401 juta SBM pada tahun 2050. Pangsa kebutuhan energi final didominasi oleh sektor industri yang terus meningkat dari 37% pada tahun 2013 menjadi 52% pada tahun 2050, disusul oleh sektor transportasi yang secara konsisten tetap berada pada 29%, sementara pangsa sektor rumah tangga menurun tajam dari 29% (2013) menjadi 6% (2050).

Sejalan dengan pertumbuhan kebutuhan energi, maka penyediaan energi primer pada tahun 2013-2050 meningkat hampir 8 kali lipat dengan laju pertumbuhan rata-rata 5,7% per tahun, dari 1.179 juta SBM menjadi 9.255 juta SBM. Penyediaan energi akan tetap didominasi oleh energi fosil sampai dengan tahun 2050. Pangsa terbesar adalah batubara, sedangkan peran EBT masih sangat kecil yang kurang dari seperlima dari total penyediaan energi. Pemanfaatan EBT terbesar adalah untuk pembangkitan listrik yang mencapai 42,43 juta SBM pada tahun 2013 atau 11% dari total penggunaan energi di pembangkitan listrik dan terus meningkat sehingga mencapai 19% pada tahun 2025 (222 juta SBM) dan 21% pada tahun 2050 (873 juta SBM).

Kebutuhan energi yang terus meningkat akan dipenuhi dari impor energi berupa minyak mentah, BBM dan gas karena keterbatasan sumber daya energi. Pada tahun 2030 dicapai keseimbangan antara kapasitas impor energi dan kemampuan ekspor energi sehingga dapat dikatakan

BPPT-OEI 2015 discusses energy demand and supply for long-term projection from 2013 to 2050, with topic "Energy Development in Supporting Sustainable Development". BPPT-OEI 2015 does not contain government policy in the future, but provides an analysis of various options regarding sustainable energy in the long-term and efforts needed to achieve the target set.

Average GDP growth in BPPT-OEI 2015 is assumed 6.9% per year during the period 2013-2050, taking into account the progressive reform scenario of Bappenas. The economic growth can be achieved with the support of final energy growth of 4.7% per year, which increase from 1,151 million BOE in 2013 to 1,988 million BOE in 2025 and 6401 million BOE in 2050. Share of final energy demand will be dominated by industrial sector, increasing from 37% in 2013 to 52% in 2050, followed by transportation sector in which will remain steady at 29%, while share of household sector will decline sharply from 29% (2013) to 6% (2050).

In line with growing energy demand, supply of primary energy in period 2013-2050 increases almost 8-fold with an average growth rate of 5.7% per year, from 1,179 million BOE to be 9,255 million BOE. Energy supply will continue to be dominated by fossil fuels until 2050. The largest share is held by coal, while the role of renewable energy will still be small with less than a fifth of total energy supply. The largest use of renewable energy is electricity generation, which reached 42.43 million BOE in 2013 or 11% of total energy use in electricity generation and will continue to increase to reach 19% by 2025 (222 million BOE) and 21% in 2050 (873 million BOE).

Increasing energy demand will be met by import of energy in form of crude oil, oil fuel and gas due to limited energy resources. A balance between energy import capacity and energy export capability will occur in 2030 so since then Indonesia will become a net importer of energy. Net importer

sejak tahun 2030 Indonesia menjadi net importer energi. Sedangkan net importer gas diperkirakan akan terjadi mulai tahun 2026. Gas impor dalam bentuk LNG dan produksi CBM akan menjadi penopang kebutuhan gas di masa depan jika produksi gas domestik tidak dapat ditingkatkan.

Impor minyak mentah dan BBM yang makin meningkat ini menyebabkan subsidi BBM yang diberikan mulai dari tahun 1998 makin membesar setiap tahunnya dan mendorong dilaksanakan pengendalian subsidi dan volume BBM untuk beberapa tahun belakangan ini. Bila pada tahun 2015 besaran subsidi energi pada APBN 2014 mencapai 16% maka pada APBN-P 2015 turun menjadi 7% sehingga diperoleh anggaran yang lebih besar untuk pembangunan infrastruktur dan lain-lain.

Pengendalian volume BBM dapat dilakukan dengan berbagai kebijakan seperti konservasi dan diversifikasi energi. Kebijakan tersebut dapat diimplementasikan melalui program seperti peningkatan pemanfaatan BBN dan bahan bakar gas di sektor transportasi, sektor industri, dan pembangkitan listrik. Dalam pengembangan pemanfaatan gas bumi akan diperlukan pembangunan *Floating Storage Regasification Unit (FSRU)* diberbagai wilayah di Indonesia. FSRU diharapkan dapat berperan dalam pengembangan infrastruktur gas bumi di Indonesia.

Dalam BPPT-OEI 2015, isu pembangunan berkelanjutan hanya dikaitkan dengan isu lingkungan khususnya emisi GRK. Emisi GRK meningkat dari 536 juta ton CO_{2e} (2013) menjadi 4.528 juta ton CO_{2e} (2050) untuk skenario emisi baseline atau rata-rata meningkat 5,9% per tahun selama kurun waktu 37 tahun. Sedangkan untuk skenario emisi mitigasi, pemanfaatan teknologi mitigasi akan menurunkan emisi GRK sebesar 544 juta ton CO_{2e} pada tahun 2050 atau sekitar 12% terhadap emisi baseline. Sekitar 80% dari penurunan emisi GRK pada tahun 2050 disumbang oleh pembangkit listrik dan sisanya dari pemanfaatan teknologi efisien.

gas is expected to begin in 2026. Gas import in the form of LNG and CBM production will be supporting the future gas demand if domestic gas production can not be increased.

Increasing import of crude and oil fuel caused fuel subsidy granted from 1998 escalate each year and thus encourage the implementation on control of subsidies and volume of oil fuel for the past few years. Total energy subsidies in the national budget 2014 reached 16% while on the revise national buget 2015 it dropped to 7% in order to secure a larger budget for infrastructure development and others.

Fuel volume control can be done with various policies such as energy conservation and diversification. The policy can be implemented through programs such as increasing use of biofuels and gas for transportation sector, industrial sector, and power generation. In the development of natural gas utilization, construction of Floating Storage Regasification Unit (FSRU) will be required in various regions in Indonesia. FSRU is expected to play a role in the development of natural gas infrastructure in Indonesia.

In BPPT-OEI 2015, issue of sustainable development is only associated with environmental issues particularly GHG emissions. GHG emissions will increase from 536 million tonnes CO_{2e} (2013) to 4,528 million tonnes of CO_{2e} (2050) for the baseline emission scenario, or will increase with an average of 5.9% per year during the 37 years period. As for mitigation emission scenario, the use of mitigation technologies will reduce GHG emissions by 544 million tonnes CO_{2e} in 2050, or approximately 12% of baseline emissions. Approximately 80% of reduction in greenhouse gas emissions in 2050 will be contributed by power plants and the rest is by the use of efficient technology.

Halaman kosong / *blank page*

DAFTAR PUSTAKA

REFERENCES

- Ana Rita Neves and Vitor Leal (2011) *Energy sustainability indicators for local energy planning: Review of current practices and derivation of a new framework*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 14, Elsevier.
- Bank Mandiri (2015) *Pertambangan Batubara, Industry Update*, Office of Chief Economist, PT Bank Mandiri (Persero), Vol. 6, Maret 2015.
- Bappenas (2013) *Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035*, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional bekerja sama dengan Badan Pusat Statistik dan United Nations Population Fund, Jakarta.
- BP (2015a) *BP Energy Outlook 2035: February 2015*, BP p.l.c., London.
- BP (2015b) *BP Statistical Review of World Energy June 2015*, BP p.l.c., London.
- BPPT (2014) *Outlook Energi Indonesia 2014*, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- BPS (2014) *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1987-2013*, Badan Pusat Statistik, www.bps.go.id, Diakses 21-09-2015.
- CDIEMR (2014) *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2014*, Center for Data and Information on Energy and Mineral Resources, Ministry of Energy and Mineral Resources, Jakarta.
- DEN (2014) *Outlook Energi Indonesia*, Dewan Energi Nasional, Jakarta.
- Ditjen Ketenagalistrikan (2013) *Statistik Ketenagalistrikan 2013*, Dirjen Ketenagalistrikan, Kementerian ESDM, Jakarta.
- Ditjen Ketenagalistrikan (2014) *Statistik Ketenagalistrikan 2014*, Dirjen Ketenagalistrikan, Kementerian ESDM, Jakarta.
- EPRI (2015) *Assessment of Relative Benefit/Impact*, Electric Power Research Institute, sites.epri.com, Diakses 9 September 2015.
- ExxonMobil (2015) *The Outlook for Energy: A View to 2040*, Exxon Mobil, Texas.
- FSFM (2015) *Global Trends in Renewable Energy Investment 2015*, Frankfurt School of Finance & Management, Frankfurt am Main.
- IEA (2014) *Energy Technology Perspectives 2014: Harnessing Electricity's Potential*, International Energy Agency, Paris.
- IMF (2015) *IMF Commodity Price Forecast, March 2015*, International Monetary Fund, www.imf.org, Diakses 8 Juni 2015.
- IPCC (2006) *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Intergovernmental Panel on Climate Change, Kanagawa.
- IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, Intergovernmental Panel on Climate Change, www.ipcc.ch.
- IRENA (2012) *IRENA Handbook on Renewable Energy NAMAs for Policy Makers and Project Developers*, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- IRENA (2013) *Renewable Power Generation Costs in 2012: An Overview*, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- IRENA (2014) *REmap 2030: A Renewable Energy Roadmap*, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Kable (2015) *Coal Giants: the world's biggest coal producing countries*, Kable Intelligence Limited., www.miningtechnology.com, Diakses 12 September 2015.

- Katadata (2014) *Ancaman Krisis Minyak Bagi Pemerintah Baru*, Business Insights, Katadata, Jakarta.
- Kemenperin (2015) *Peran Sektor Industri dalam Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Nasional*, Kementerian Perindustrian, www.kemenperin.go.id, Diakses 25 September 2015.
- Kemenperin (2015) *Tantangan Pemanfaatan Gas Bumi Nasional: Optimasi dan Nilai Tambah untuk Industri*, Dipresentasikan dalam FGD Hasil Kajian Pusat Studi Energi UGM, Jakarta.
- KESDM (2015) *Renstra KESDM 2015-2019*, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- Knoema (2015) *Coal Prices: Long Term Forecast to 2020*, knoema.com. Diakses 8 Juni 2015.
- Knoema (2015a) *Crude Oil Price Forecast: Long Term 2015 to 2025*, knoema.com. Diakses 14 September 2015.
- KPPN/Bappenas (2014) *Rancangan Teknokratik: Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2015-2019, Buku I*, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional / Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Jakarta.
- LSE (2014) *A Global Apollo Programme to Combat Climate Change*, The London School of Economics and Political Science.
- ODA (2015) *Bantuan terhadap Pembenahan Sistem Transportasi dan Jaringan Distribusi di Indonesia*, Official Development Assistance Japan, www.id.emb-japan.go.jp, Diakses 25 September 2015.
- Oxford Economics (2010) *Oil Price Outlook to 2030*, Oxford Economics.
- PLN (2014) *Statistik PLN 2013*, PT PLN (Persero), Jakarta.
- PLN (2015) *35.000 MW untuk Indonesia*, Leaflet, PT PLN (Persero), Jakarta.
- PLN (2015a) *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT PLN (Persero) 2015-2024*, PT PLN (Persero), Jakarta.
- PLN (2015b) *Statistik PLN 2014*, PT PLN (Persero), Jakarta.
- PT IP (2012) *Laporan Statistik 2012*, PT Indonesia Power, Jakarta.
- Robert J. Lempert, Steven W. Popper, Steven C. Bankes (2003) *Shaping the Next One Hundred Years: New Methods for Quantitative, Long-Term Policy Analysis*, RAND's Publications, Santa Monica.
- Safrezi Fitra (2015) *Dilema Bisnis Bioenergi di Tengah Rendahnya Harga Minyak*, Katadata News and Research, katadata.co.id, Diakses 31 September 2015.
- Setjen DPR (2015) *Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Tahun 2015 dan Kinerja Tahun 2014*, Biro Analisa Anggaran dan Pelaksanaan APBN-Setjen DPR RI, Jakarta.
- Sidqi L.P. Suyitno (2015) *Permasalahan dan Tantangan Ekonomi Indonesia Kedepan*, FGD Penyusunan Buku Outlook Energi Indonesia 2015, 19 Mei 2015, BPPT.
- UP3KN (2015) *Program Pembangunan 35.000 MW*, Unit Pelaksana Program Pembangunan Ketenagalistrikan Nasional, Kementerian ESDM, Mei 2015.
- Vicka, P. (2015) *Produksi Batubara Selama 2014 Turun 39 Juta Ton*, MetroTVnews.com, Diakses 7 Januari 2015.
- WCA (2015) *Coal Facts 2014*, World Coal Association, London, www.worldcoal.org, Diakses 12 September 2015.
- World Bank (2014) *Electric Power Consumption*, The World Bank, www.worldbank.org, Diakses 21-09-2015.
- World Bank (2015) *Commodities Price Forecast*, Released: July 20, 2015, The World Bank, www.worldbank.org, Diakses 12-08-2015.
- Yariato S.B. Susilo (2014) *Nuclear Power Plants to Support a Long Term Energy Security*, Presented at ATOMEX Asia 2014, 19 November 2014, Vietnam.

PHOTO CREDITS

"Cropped Human Hand Holding a City" by biopact.com
"Decreasing Price of Oil" by Krishna Arts /FreeDigitalPhotos.net
"Commute" by planetizen.com
"A Small House On A White Background" by Jscreationzs /FreeDigitalPhotos.net
"Industry" by 0.s3.envato.com
"Construction" by cloudfront.net
"RoundBuildings" by everbluetraining.com
"Coal" by breakingenergy.com
"Renewable Energy" by howitworksdaily.com
"LNG" by asaintl.com
"Petroleum Drills" by offshoreenergytoday.com
"Electricity" by fs-unep-centre.org
"Electricity Pylons" by consumersresearch.org
"Wind Power Renewable Energy" by jhens.jhu.edu
"Nuclear and Green Even" by assets.inhabitat.com
"Sustainable" by eaei.lbl.gov
"Green-3" by blackquillandink.com

This publication is available on the WEB at:
www.bppt.go.id

