

ISBN 978-602-74702-2-4



OUTLOOK ENERGI INDONESIA 2017

INDONESIA ENERGY OUTLOOK 2017

Inisiatif Pengembangan Teknologi Energi Bersih
Clean Energy Technology Development Initiatives

PUSAT TEKNOLOGI SUMBERDAYA ENERGI DAN INDUSTRI KIMIA
CENTER OF TECHNOLOGY FOR ENERGY RESOURCES AND CHEMICAL INDUSTRY
BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI
AGENCY FOR THE ASSESSMENT AND APPLICATION OF TECHNOLOGY

ISBN 978-602-74702-2-4

OUTLOOK ENERGI INDONESIA 2017

INDONESIA ENERGY OUTLOOK 2017

Inisiatif Pengembangan Teknologi Energi Bersih

Clean Energy Technology Development Initiatives

Editor:

Ira Fitriana

Anindhita

Agus Sugiyono

Laode M.A. Wahid

Adiarso

This publication is available on the WEB at:

www.bppt.go.id

**PUSAT TEKNOLOGI SUMBER DAYA ENERGI DAN INDUSTRI KIMIA
*CENTER FOR TECHNOLOGY OF ENERGY RESOURCES AND CHEMICAL***

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

OUTLOOK ENERGI INDONESIA 2017

INDONESIA ENERGY OUTLOOK 2017

Inisiatif Pengembangan Teknologi Energi Bersih

Clean Energy Technology Development Initiatives

ISBN 978-602-74702-2-4

© 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 Sumber Daya Energi dan Industri Kimia (PTSEIK)

Center for Technology of Energy Resources and Chemical Industry

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 : ira.fitriana@bppt.go.id

Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Outlook energi indonesia 2017 : inisiatif
pengembangan teknologi energi bersih = Indonesia energy
outlook 2017 : clean energy technology development
initiatives / editor; Ira Fitriana ... [et al.]. -- Jakarta : Pusat
Teknologi Sumberdaya Energi dan Industri Kimia BPPT, 2017.
83 hlm. ; 29 cm.

ISBN 978-602-74702-2-4

1. Indonesia -- Politik energi. I. Ira Fitriana.

354.427

SAMBUTAN

Pemerintah terus berupaya untuk meningkatkan pemanfaatan energi bersih dalam rangka mendukung *Paris Agreement* serta untuk memenuhi komitmen yang tertuang dalam *Nationally Determined Contribution* (NDC). Sejalan dengan komitmen tersebut, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dalam penerbitan buku Outlook Energi Indonesia 2017 (BPPT-OEI 2017) tahun ini mengambil tema khusus "Inisiatif Pengembangan Teknologi Energi Bersih". Tema ini akan membahas peran sektor energi dalam turut serta menciptakan pembangunan rendah karbon di Indonesia melalui pemanfaatan energi bersih.

Buku Outlook Energi Indonesia setiap tahun secara rutin diterbitkan oleh BPPT dan tahun ini merupakan terbitan yang kesembilan. Buku ini tidak hanya berisi proyeksi kebutuhan dan penyediaan energi untuk jangka panjang, tetapi juga membahas berbagai opsi untuk pertumbuhan ekonomi dengan skenario dasar dan skenario tinggi dan opsi-opsi untuk pemanfaatan teknologi. Pembahasan dimulai dengan kondisi sektor energi saat ini serta tren ke depan. Berdasarkan kondisi tersebut diproyeksikan kebutuhan energi serta pasokan energi fosil dan energi baru terbarukan. Ketenagalistrikan dibahas dalam bab tersendiri karena merupakan sektor penting yang terkait dengan kualitas hidup yang lebih baik. Sesuai dengan tema tahun ini, juga dibahas analisis biaya dan manfaat pemanfaatan energi bersih seperti: pembangkit listrik energi terbarukan, bahan bakar nabati, mobil listrik, industri hijau dan bangunan hijau serta indikator-indikator penting mengenai pemanfaatan energi bersih.

Mudah-mudahan buku BPPT-OEI 2017 ini dapat menjadi bahan acuan bagi Pemerintah dan masyarakat luas dalam pengembangan dan pengelolaan energi di Indonesia. Saran dan kritik yang membangun dari para pembaca saya harapkan sebagai masukan untuk kesempurnaan pada penerbitan buku berikutnya. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Tim Penyusun dan semua pihak yang telah memberi bantuan sehingga buku ini dapat diterbitkan.

Jakarta, Oktober 2017

**Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Kepala**



Dr. Ir. Unggul Priyanto, M.Sc.

FOREWORD

The Government is continuously working to improve the utilization of clean energy in order to support the Paris Agreement and to fulfill the commitments set forth in the Nationally Determined Contribution (NDC). In line with the commitment, the Agency for the Assessment and Application of Technology (BPPT) in the publication of Outlook Energy Indonesia 2017 (BPPT-OEI 2017) took the special theme "Clean Energy Technology Development Initiatives". This theme discussed role of energy sector in low-carbon development in Indonesia through the utilization of clean energy.

The Indonesia Energy Outlook book is annually published by BPPT and this year is the ninth edition. This book not only consists of long term projection of energy demand and supply but also discusses various options for economic growth with base scenario and high scenario as well as options for technology utilization. The discussion begins with the current condition of energy sector and the future trend. Based on these conditions, the energy demand and supply are projected for both fossil and renewable energy. Electricity is discussed in a separate chapter as it is an important sector related to a better quality of life. In line with this year's theme, we also discussed cost and benefits analysis of clean energy utilization such as renewable energy power plant, biofuels, electric vehicles, green industry, green building and important indicators of clean energy utilization.

I am confident that BPPT-OEI 2017 can be a reference for the Government and the community in the area of energy development and management in Indonesia. Suggestions and constructive criticisms as input to enhance the publication would be greatly appreciated. I also would like to thank the drafting team and all parties who have provided assistance so that this book can be published.

Jakarta, October 2017

**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 Sumber Daya Energi dan Industri Kimia (PTSEIK)
Director of Center for Technology of Energy Resources and Chemical Industry
Dr. Adiarso

Kepala Bagian Program dan Anggaran / *Head of Program and Budget Division*
Dr. Edi Hilmawan, B.Eng., M.Eng.

Kepala Program Bioenergi / *Head of Bioenergy Program*
Dr. Sri Djangkung Sumbogo Murti, B.Eng.

KOORDINATOR / COORDINATOR

Ketua Kelompok Perencanaan Energi / *Group Leader of Energy Planning*
Ira Fitriana, S.Si, M.Sc.

TIM PENYUSUN / AUTHORS

<i>Kebijakan Energi :</i>	<i>Ir. Agus Sugiyono, M.Eng.</i>
<i>Energy Policy</i>	<i>Ratna Etie Puspita Dewi, S.T., M.Sc.</i>
<i>Kebutuhan dan Penyediaan Energi :</i>	<i>Ira Fitriana, S.Si, M.Sc.</i>
<i>Energy Demand and Supply</i>	<i>Dra. Nona Niode</i>
<i>Minyak dan Gas Bumi :</i>	<i>Ir. Erwin Siregar</i>
<i>Oil and Gas</i>	<i>Ari Kabul Paminto, S.T.</i>
<i>Batubara :</i>	<i>Ir. Irawan Rahardjo, M.Eng.</i>
<i>Coal</i>	<i>Ir. Endang Suarna, M.Sc.</i>
<i>Ketenagalistrikan :</i>	<i>Drs. Yudiantono, M.M.</i>
<i>Electricity</i>	<i>Prima Zuldian, S.T., M.T.</i>
<i>Energi Bersih :</i>	<i>Ir. La Ode M. Abdul Wahid</i>
<i>Clean Energy</i>	<i>Prima Trie Wijaya, S.Kom., M.Kom.</i>
	<i>Desy Septriana, S.T.</i>
<i>Database dan Pemodelan :</i>	<i>Anindhita, S.Si, M.S.</i>
<i>Database and Modelling</i>	<i>Ira Fitriana, S.Si, M.Sc.</i>
	<i>Drs. Yudiantono, M.M.</i>
<i>Grafik dan Layout :</i>	<i>Nini Gustriani, S.E.</i>
<i>Layout and Graphic</i>	

INFORMASI / INFORMATION

Program Perencanaan Energi
Pusat Teknologi Sumber Daya Energi dan Industri Kimia (PTSEIK)
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
Gedung 625, Klaster Energi, Kawasan Puspiptek, Kota Tangerang Selatan
Telp./Fax. (021) 7579-1357
Email: ira.fitriana@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. Agus Cahyono Adi, M.T., Kepala Biro Perencanaan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Ir. Susiani Juliati, Kepala Bidang Energi, Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral, Provinsi Kalimantan Barat.
- Bapak Gurit Bagaskoro, Kepala Sub-Divisi Perencanaan Sistem, PLN Wilayah Kalimantan Barat.
- Ir. Brahmantyo K. Gunawan, M.Eng., Manajer Senior Keteknikan Geologi dan Geofisika Minyak dan Gas Bumi Konvensional dan Non Konvensional, SKK Migas.
- Ir. Bayu Wahyudiono, M.M., Kepala Sub Direktorat Pengembangan Wilayah Kerja Migas Non Konvensional, Direktorat Jenderal Migas, Kementerian ESDM.
- Gema Wahyudi Purnama, M.T., PT Pertamina Hulu Energi.
- Dr. Djarot Tri Wardhono, ST. MT., Kepala Bidang Pengelolaan Lingkungan Hidup Transportasi, Pusat Pengelolaan Transportasi Berkelanjutan, Kementerian Perhubungan.
- Ir. Imran Rasyid, MBA, Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perhubungan Antarmoda, Kementerian Perhubungan.
- Bapak Arief Sugiyanto, System Planning Division, Deputy Manager, PT PLN (Persero).
- Ibu Erlyana Anggita Sari, Green Building Council Indonesia.
- Ir. Maritje Hutapea, Direktur Aneka Energi Baru dan Terbarukan, Kementerian ESDM.

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

- *Ir. Agus Cahyono Adi, M.T., Head of Planning Bureau, MEMR.*
- *Ir. Susiani Juliati, Head of Energy Division, Regional Office of Energy and Mineral Resources, West Kalimantan Province.*
- *Mr. Gurit Bagaskoro, Head of System Planning Sub-Division, PLN Region West Kalimantan.*
- *Ir. Brahmantyo K. Gunawan, M.Eng., Senior Manager for Engineering and Geophysics of Conventional and Non-Conventional Oil and Gas, SKK Migas.*
- *Ir. Bayu Wahyudiono, M.M., Head of Sub-Directorate of Working Areas Development for Non-Conventional Oil and Gas, Directorate General of Oil and Gas, MEMR.*
- *Gema Wahyudi Purnama, M.T., PT Pertamina Hulu Energi.*
- *Dr. Djarot Tri Wardhono, ST. MT., Head of Transportation Environmental Management Division, Center for Sustainable Transportation Management, Ministry of Transportation.*
- *Ir. Imran Rasyid, MBA, Head of Center for R&D of Inter-modal Transportation, Ministry of Transportation.*
- *Mr. Arief Sugiyanto, System Planning Division, Deputy Manager, PT PLN (Persero).*
- *Mrs. Erlyana Anggita Sari, Green Building Council Indonesia.*
- *Ir. Maritje Hutapea, Director of Various New and Renewable Energy, MEMR.*

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 Kebijakan Energi Saat Ini / <i>Current Energy Policies</i>	3
1.3 Model, Skenario, dan Kasus / <i>Model, Scenarios, and Cases</i>	5
1.3.1 Model Kebutuhan Energi / <i>Energy Demand Model</i>	5
1.3.2 Model Penyediaan Energi / <i>Energy Supply Model</i>	6
Bab 2 Kebutuhan Energi / <i>Energy Demand</i>	9
2.1 Kebutuhan Energi Per Jenis / <i>Energy Demand by Type</i>	10
2.2 Kebutuhan Energi Per Sektor / <i>Energy Demand by Sector</i>	12
Bab 3 Penyediaan Energi / <i>Energy Supply</i>	17
3.1 Potensi Sumber Daya Energi / <i>Energy Resource Potential</i>	18
3.1.1 Energi Fosil / <i>Fossil Energy</i>	18
3.1.2 Energi Baru dan Terbarukan / <i>New and Renewable Energy</i>	19
3.2 Minyak Bumi dan BBM / <i>Crude Oil and Oil Fuels</i>	21
3.2.1 Neraca Minyak Bumi / <i>Crude Oil Balance</i>	21
3.2.2 Neraca Bahan Bakar Minyak / <i>Oil Fuels Balance</i>	22
3.2.3 Pemanfaatan Bahan Bakar Minyak / <i>Oil Fuels Utilization</i>	24
3.3 Gas Bumi, LNG dan LPG / <i>Natural Gas, LNG and LPG</i>	25
3.3.1 Gas Bumi / <i>Natural Gas</i>	25
3.3.2 LPG	28
3.4 Batubara / <i>Coal</i>	29
3.4.1 Neraca Batubara / <i>Coal Balance</i>	29
3.4.2 Pemanfaatan Batubara / <i>Coal Utilization</i>	30
3.4.3 Kasus Pembatasan Ekspor Batubara / <i>Case of Coal Export Restrictions</i>	30
3.4.4 Kasus Pengurasan Cadangan Batubara / <i>Case of Coal Resource Depletion</i>	32
3.5 Energi Baru dan Terbarukan / <i>New and Renewable Energy</i>	33
3.6 Energi Primer / <i>Primary Energy</i>	35
3.6.1 Penyediaan Energi Primer / <i>Primary Energy Supply</i>	35
3.6.2 Rasio Impor Energi / <i>Energy Import Ratio</i>	36
3.6.3 Neraca Energi Primer / <i>Primary Energy Balance</i>	37
Bab 4 Ketenagalistrikan / <i>Electricity</i>	41
4.1 Total Produksi dan Kebutuhan Listrik Per Sektor / <i>Total Production and Demand of Electricity by Sector</i>	42
4.2 Kapasitas Pembangkit Listrik Jangka Pendek/ <i>Short Term Generating Capacity</i>	43
4.3 Kapasitas Pembangkit Listrik / <i>Power Plant Capacity</i>	44
4.4 Kebutuhan Bahan Bakar Pembangkit Listrik / <i>Power Plant Fuel Demand</i>	45

4.5	Tambahan Kapasitas Pembangkit Listrik / <i>Additional Capacity of Power Plant</i>	46
Bab 5	Inisiatif Pengembangan Teknologi Energi Bersih / <i>Clean Energy Technology Development Initiative</i>	47
5.1	Kebijakan Pengembangan Energi Bersih / <i>Clean Energy Development Policy</i>	48
5.2	Melacak Perkembangan Energi Bersih / <i>Tracking Clean Energy Progress</i>	50
5.3	Analisis Pemanfaatan Energi Bersih / <i>Analysis of Clean Energy Utilization</i>	51
5.3.1	Kasus Optimalisasi Pembangkit Listrik EBT / <i>Case of NRE Power Plant Optimization</i>	51
5.3.2	Kasus Peningkatan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati / <i>Case of Increasing Biofuel Utilization</i>	54
5.3.3	Kasus Penerapan Kendaraan Listrik / <i>Case of Electric Vehicles Application</i>	57
5.3.4	Kasus Penerapan Industri Hijau di Industri Pulp dan Kertas serta Industri Semen / <i>Case of Green Industry Implementation in Pulp and Paper Industry, and Cement Industry</i>	61
5.3.5	Kasus Penerapan Bangunan Hijau di Sektor Komersial / <i>Case of Green Building Implementation in Commercial Sector</i>	65
5.4	Emisi Gas Rumah Kaca / <i>Greenhouse Gas Emission</i>	70
5.4.1	Emisi GRK Skenario Dasar dan Skenario Tinggi / <i>Base Scenario High Scenario GHG Emission</i>	70
5.4.2	Emisi GRK dari Pemanfaatan Energi Bersih / <i>GHG Emission from Clean Energy Utilization</i>	72
5.5	Ketergantungan Impor Energi / <i>Energy Import Dependency</i>	74
5.6	Indeks Energi Bersih / <i>Clean Energy Index</i>	75
Bab 6	Penutup / <i>Closing</i>	77
	Daftar Pustaka / <i>References</i>	81

1

Pendahuluan

Introduction

1.1 Latar Belakang

Background

Konferensi Tingkat Tinggi Perubahan Iklim Dunia atau UNFCCC COP21 yang dilaksanakan tahun 2015 di Paris bertujuan untuk menjaga kenaikan suhu rata-rata dunia dibawah 2°C, dibandingkan suhu sebelum masa Revolusi Industri, dan mendorong upaya lebih lanjut hingga kenaikan suhu tidak lebih dari 1,5°C. Pada konferensi tersebut Indonesia berkomitmen untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) pada tahun 2020 sebesar 26% dengan upaya sendiri, dan hingga 41% dengan bantuan internasional yang dituangkan dalam NDC (Nationally Determined Contribution). Pemerintah sudah mengeluarkan berbagai kebijakan “transisi energi” dengan isu utama meningkatkan penggunaan teknologi energi rendah karbon atau yang sering disebut teknologi energi bersih. Namun seberapa besar dampak kebijakan ini terhadap target penurunan emisi GRK perlu dikaji mendalam. Lebih lanjut, jenis teknologi bersih apa saja yang layak diterapkan di Indonesia juga perlu dianalisis.

Selain emisi, ketergantungan Indonesia terhadap minyak bumi dan batubara yang masih sangat besar patut mendapat perhatian. Keterbatasan sumberdaya energi fosil menjadikan peralihan ke energi baru dan terbarukan suatu keharusan, bukan hanya sekedar pilihan. Gas non konvensional seperti *shale gas* dan CBM (*Coal Bed Methane*) adalah contoh energi baru yang mempunyai potensi untuk memperkuat diversifikasi dan ketahanan energi nasional.

Buku Outlook Energi Indonesia (BPPT-OEI) 2017 dengan tema “Inisiatif Pengembangan Teknologi Energi Bersih” berusaha menyajikan analisis yang komprehensif tentang upaya mitigasi emisi GRK dengan mengoptimalkan penerapan berbagai teknologi energi bersih di Indonesia. Penyusunan asumsi skenario dan kasus di model yang digunakan dalam BPPT-OEI 2017 menyediakan kerangka pikir untuk menjawab pertanyaan “*what-if*” tentang berbagai kemungkinan di masa depan. Walau tidak mungkin menggambarkan fenomena dunia nyata secara sempurna, model ini memungkinkan kita untuk memprediksi dan menemukan sesuatu yang baru. Mengutip ucapan ahli statistik ternama dari Inggris George E.P. Box, “*All models are wrong, but some are useful*”.

The United Nations Climate Change Conferences 2015 or UNFCCC COP21 that held in Paris aims to prevent 2°C increase in global average temperature and to pursue efforts to limit the temperature increase to 1.5°C above pre-industrial levels. Indonesia is pledged to reduce its greenhouse gas (GHG) emissions by 26% (41% with international support) by 2020 as outlined in the Nationally Determined Contribution. The Government has issued various “energy transition” policies to increase the use of low-carbon energy technology or so-called clean energy technology. However, impact of these policies on the target of GHG emission reduction needs an in-depth study. Furthermore, types of feasible clean technology to be applied in Indonesia are also needs to be analyzed.

In addition, Indonesia’s high dependency on oil and coal should be given attention. The limitation of fossil energy resources makes switching to new and renewable energy not just an option but a necessity. Non-conventional gases such as shale gas and CBM (Coal Bed Methane) are examples of new energies that have the potential to reinforce national energy diversification and energy resilience.

Outlook Energy Indonesia (BPPT-OEI) 2017 with the theme “Clean Energy Technology Development Initiatives” attempts to present a comprehensive analysis of GHG emission mitigation efforts by optimizing the implementation of clean energy technologies in Indonesia. The assumptions used in scenarios and cases in BPPT-OEI 2017 provide a framework for answering the “what-if” questions on future possibilities. While it is impossible to describe the real-world phenomena perfectly, the model allows us to predict and discover something new as quoting the famous British statistician George EP Box, “All models are wrong, but some are useful”.

1.2 Kebijakan Energi Saat Ini

Current Energy Policies

Terkait dengan penurunan emisi GRK, pemerintah Indonesia sudah mempunyai Rencana Aksi Nasional (RAN-GRK) yang tertuang dalam Perpres 61/2011. Namun rencana ini disusun berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2010 dan jauh sebelum ada Kesepakatan Paris 2015. Oleh karena itu pemerintah akan segera memperbaharui Perpres tersebut yang tidak hanya akan membahas penurunan emisi saja tapi secara komprehensif dengan target pembangunan yang sejalan dengan dinamika pengendalian perubahan iklim dunia.

Selain RAN-GRK, Pemerintah juga mengeluarkan Kebijakan Energi Nasional (KEN) dalam PP 79/2014. Di dalam KEN ditetapkan target optimal baruan energi baru dan terbarukan (EBT) yaitu 23% di 2025 dan 31% di 2050. Untuk menggenjot penetrasi EBT di sektor ketenagalistrikan, Kementerian ESDM mengeluarkan Permen 12/2017 yang mengatur *Feed-in Tariffs* (FiT) untuk pembangkit energi terbarukan. FiT yang sebelumnya berdasarkan biaya produksi investor berubah jadi tergantung pada perbandingan antara Biaya Pokok Penyediaan (BPP) setempat dan nasional dengan nilai maksimal 85% dari BPP setempat. Hal ini dilakukan untuk menjamin pembelian listrik oleh PLN. Namun melihat data bahwa di beberapa wilayah ada pembangkit energi terbarukan yang biaya investasinya diatas 85% dari BPP setempat, diperlukan kebijakan pendukung dan langkah-langkah strategis untuk mensukseskan kebijakan Permen ESDM 12/2017 ini.

Disisi migas, Pemerintah mengeluarkan PP 27/2017 yang merupakan revisi dari PP 79/2010 tentang biaya operasi yang dapat dikembalikan dan perlakuan pajak penghasilan di bidang usaha hulu minyak dan gas bumi. Dalam PP ini, kontraktor, pada tahap eksplorasi, diberikan fasilitas perpajakan seperti pembebasan pungutan bea masuk untuk impor barang terkait operasi perminyakan dan pembebasan PPN serta pajak penjualan atas barang mewah untuk objek pajak tertentu. Diharapkan kebijakan ini mampu meningkatkan penemuan cadangan migas nasional, menggerakkan iklim investasi serta lebih memberikan kepastian hukum pada kegiatan usaha hulu minyak dan gas bumi.

Indonesian Government already has a National Action Plan (RAN-GRK) as stipulated in Presidential Regulation 61/2011. However, the plan is based on the National Long-Term Development Plan (RPJMN) 2010, long before the COP21 Paris 2015. Therefore the Government will soon renew the Presidential Regulation which will not only focusses on emissions reductions but also comprehensively with infrastructure development in line with the dynamics of world climate change policy.

In addition to RAN-GRK, the Government also issued a National Energy Policy (KEN) in Government Regulation 79/2014. Within the KEN, the optimum target of new and renewable energy (NRE) is set at 23% in 2025 and 31% in 2050. To boost NRE penetration in electricity sector, the Ministry of Energy and Mineral Resources (MEMR) issues a Ministerial Regulation 12/2017 regulating Feed-in Tariffs (FiT) for renewable energy generation. FiT that previously based on the investor's cost of production is changed so it varies depending on the comparison of Basic Supply Cost for Electricity (BPP) between local and national with a maximum value of 85% of the local BPP. This is applied to guarantee the purchase of electricity by PLN. However in some areas, the investment cost of renewable energy generation is above 85% of local BPP. Hence the support from policies and strategic steps are needed to actualize the MEMR regulation 12/2017.

On the oil and gas side, the Government issued Government Regulation 27/2017, a revision of Government Regulation 79/2010, on operating costs and income tax in the upstream oil and gas business. In this regulation, the contractor, at exploration stage, is granted tax facilities such as exemption of import duty for the import related to petroleum operations and the exemption of VAT and sales tax on luxury goods for certain tax objects. This policy is expected to be able to improve the discovery of national oil and gas reserves, drive the investment climate as well as to provide legal certainty to the upstream oil and gas business activities.

Sejalan dengan PP 27/2017, Kementerian ESDM juga mengeluarkan Permen 52/2017 (revisi dari Permen 8/2017) yang mengatur mekanisme kontrak bagi hasil *gross split* untuk kegiatan usaha hulu minyak dan gas bumi nasional. *Gross split* yang sebelumnya hanya berlaku untuk pengembangan migas non konvensional sebagaimana tercantum dalam Permen ESDM 38/2015 kini juga sudah berlaku untuk migas konvensional. *Cost recovery* yang biasanya menjadi beban APBN dihapuskan dan seluruh biaya operasi ditanggung oleh kontraktor. Kepemilikan sumber daya alam tetap di tangan pemerintah dengan pengendalian operasi oleh SKK Migas

Kontrak bagi hasil *gross split* menggunakan mekanisme bagi hasil awal (*base split*) yang kemudian dapat disesuaikan berdasarkan komponen variabel dan komponen progresif. Besaran bagi hasil awal untuk minyak bumi adalah 57% negara dan 43% kontraktor. Sedangkan pembagian untuk gas bumi adalah 52% negara dan 48% kontraktor. Komponen variabel yang dapat merubah bagi hasil awal tersebut antara lain status wilayah kerja, lokasi lapangan, kedalaman reservoir, ketersediaan infrastruktur pendukung serta kandungan CO₂ dan H₂S. Sementara komponen progresif yang dimaksud adalah harga minyak bumi, harga gas bumi, dan jumlah kumulatif produksi migas.

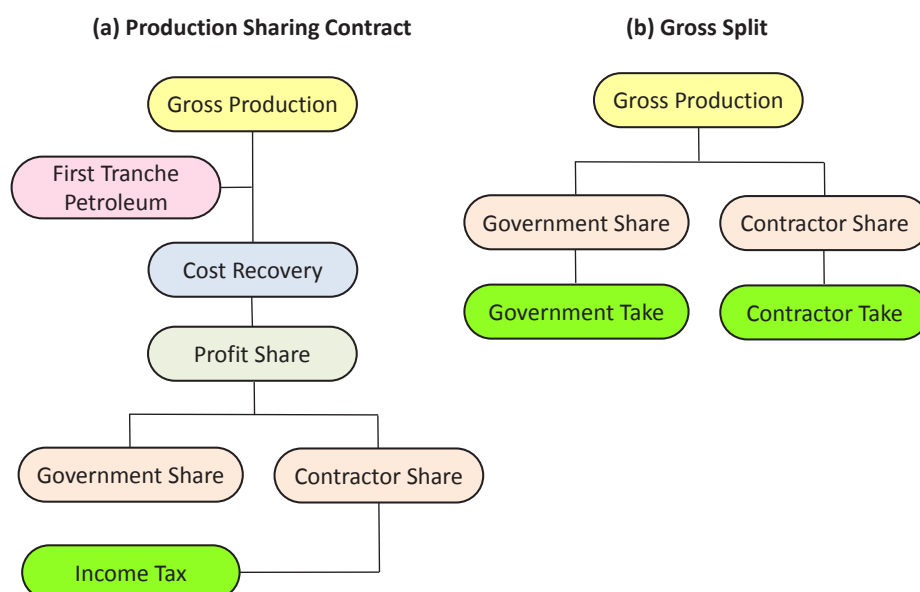
Mekanisme *gross split* mendorong efisiensi dan penyederhanaan administrasi dan manajemen kontraktor agar lebih baik. Namun di sisi lain, karena proses pengadaan barang dan jasa diserahkan kepada kontraktor maka skema ini berpotensi menurunkan pemenuhan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN).

In line with Government Regulation 27/2017, MEMR also issued Ministerial Regulation 52/2017 (revised from Ministerial Regulation 8/2017) governing the mechanism of gross split for national upstream oil and gas businesses. Gross splits that was only applicable to non-conventional oil and gas development as set forth in MEMR Regulation 38/2015 is now also applicable to conventional oil and gas. The cost recovery that usually becomes the burden of the state budget is eliminated and all operating costs are borne by the contractor. Ownership of natural resources remains in the hands of Government with SKK Migas as the operation regulatory control body.

Gross split uses a base split mechanism that can then be customized based on variable components and progressive components. The initial profit-sharing for petroleum is 57% Government and 43% contractors as for natural gas is 52% Government and 48% contractors. Variable components that can change the initial share includes work area status, field location, reservoir depth, availability of supporting infrastructure also CO₂ and H₂S content. While the progressive components in question is the price of petroleum, price of natural gas, and the cumulative amount of oil and gas production.

The gross split mechanism encourages the efficiency and simplification of contractor administration and management for better performance. On the other hand, since the procurement process of goods and services is left to the contractor, this scheme has the potential to reduce the fulfillment of Domestic Component Level (TKDN).

Gambar 1.1 Skema kontrak bagi hasil dan gross split
Figure 1.1 Scheme of production sharing contract and gross split



Sumber/Source: katadata.co.id

1.3 Model, Skenario dan Kasus

Model, Scenarios, and Cases

1.3.1 Model Kebutuhan Energi

Proyeksi kebutuhan energi dilakukan dengan menggunakan model BPPT-MEDI (*Model of Energy Demand for Indonesia*). Secara umum, kebutuhan energi dalam model BPPT-MEDI dihitung dengan mengalikan aktivitas dan intensitas energi. Jenis aktivitas dan intensitas energi bergantung pada sektor kebutuhan energi. Sektor kebutuhan dibagi dalam lima sektor, yaitu sektor industri, rumah tangga, transportasi, komersial, dan lainnya. Asumsi-asumsi yang dipakai dalam model adalah sebagai berikut:

- Tahun dasar yang dipakai adalah 2015 dan periode proyeksi adalah hingga 2050.
- Data konsumsi energi tahun dasar diperoleh dari *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2016*, Kementerian ESDM.
- Harga minyak bumi tahun 2017-2025 mengikuti proyeksi Bank Dunia sementara untuk tahun 2026-2050 disesuaikan dengan tren pertumbuhan sebelumnya.
- Harga batubara tahun 2017-2025 mengikuti proyeksi batubara Australia dari Bank Dunia sementara untuk tahun 2026-2050 disesuaikan dengan tren pertumbuhan harga minyak bumi.
- Harga LNG tahun 2017-2025 mengikuti proyeksi CIF Jepang dari Bank Dunia sementara untuk tahun 2026-2050 disesuaikan dengan tren pertumbuhan harga minyak bumi
- Pertumbuhan penduduk dan laju urbanisasi untuk periode 2015-2035 mengikuti proyeksi jangka panjang dari Bappenas-BPS-UNFPA, sedangkan pertumbuhan untuk periode 2036-2050 disesuaikan dengan tren pertumbuhan sebelumnya. Satu rumah tangga diasumsikan terdiri dari empat orang dan berlaku konstan hingga 2050.
- Rasio elektrifikasi dan elastisitas kebutuhan listrik untuk periode 2017-2026 mengikuti Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN (Persero). Rasio elektrifikasi pulau Jawa diasumsikan akan mencapai 100% tahun 2025 sedangkan untuk wilayah lainnya diasumsikan mencapai 100% tahun 2050.
- Kebutuhan kayu bakar di sektor rumah tangga tidak dipertimbangkan.

1.3.1 Energy Demand Model

Projection of energy demand is done by using model of BPPT-MEDI (Model of Energy Demand for Indonesia). In general, energy demand in the BPPT-MEDI model is calculated by multiplying the activity and energy intensity. Type of activity and energy intensity depend on the energy demand sectors. The demand sectors are divided into five sectors, namely industry, household, transportation, commercial, and others. The assumptions used in the model are as follows:

- *The base year is 2015 and projection period is up to 2050.*
- *Energy consumption data for base year is obtained from Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2016, MEMR.*
- *Crude oil price in 2017-2025 follows the projection of World Bank and for 2026-2050 it is adjusted to the previous growth trend.*
- *Coal price for 2017-2025 follows the projection of Australia's coal price from World Bank, while for 2026-2050 it is adjusted to the trend of crude oil price growth.*
- *LNG price in 2017-2025 follows the projection of CIF Japan from World Bank, while for 2026-2050 it is adjusted to the trend of crude oil price growth.*
- *Population growth and urbanization rates for period 2015-2035 follow the long-term projections of Bappenas-BPS-UNFPA, while growth for 2036-2050 is adjusted to previous growth trends. One household is assumed to consist of four people.*
- *Electrification ratio and elasticity of electricity demand for period 2016-2025 follow the Power Supply Business Plan (RUPTL) PT. PLN (Persero). Electrification ratio of Java is assumed to reach 100% in 2025 while for other regions it is assumed to reach 100% by 2050.*
- *Demand for firewood in household sector is not considered.*

- Proyeksi penambahan kereta api (baik kereta penumpang maupun barang) mengikuti rencana PT. KAI.
- Angkutan masal yang dipertimbangkan adalah *Mass Rapid Transit* (MRT) dengan asumsi mulai beroperasi tahun 2019. Proyeksi pertambahannya mengikuti rencana PT. MRT Jakarta.
- Kebutuhan BBM tidak dibedakan antara BBM subsidi dan non subsidi.
- Konservasi energi sudah dipertimbangkan.
- *Projected railway expansion (both passenger and freight train) follows the plan of PT. KAI.*
- *Mass transportation considered in the model is Mass Rapid Transit (MRT) that is assumed to start operating in 2019 and its addition follows the plan of PT. MRT Jakarta.*
- *Demand for petroleum fuel is not differentiated between subsidized and non-subsidized one.*
- *Energy conservation is considered.*

Skenario / Scenario

Skenario adalah satu set asumsi dalam model yang dampaknya dianalisis terhadap keseluruhan sistem energi. Untuk mempermudah analisis, biasanya perbedaan asumsi antara satu skenario dengan yang lain terletak hanya disatu variabel. Dalam BPPT-OEI 2017, dua skenario dijalankan untuk melihat dampak pertumbuhan ekonomi terhadap sistem energi Indonesia. Perbedaan kedua skenario ini terletak pada asumsi pertumbuhan PDB.

Scenario is a set of assumptions used in running the model whose effects are analyzed for the entire energy system. To simplify the analysis, the difference between scenarios usually lies only in one variable. In BPPT-OEI 2017, two scenarios are run to see the economic impacts on Indonesia's energy system. The difference between these two scenarios lies in GDP growth.

Skenario Dasar / Base Scenario

Pertumbuhan rata-rata PDB untuk kurun waktu 2015-2050 diasumsikan meningkat sebesar 6% per tahun dimana pertumbuhan pada periode 2016-2020 mengikuti batas bawah RAPBN 2017.

The average GDP growth for period 2015-2050 is assumed to increase by 6% per year where the growth in period 2016-2020 follows the lower limit of the Draft State Budget (RAPBN) of 2017.

Skenario Tinggi / High Scenario

Pertumbuhan rata-rata PDB untuk kurun waktu 2015-2050 diasumsikan meningkat sebesar 7% per tahun dimana pertumbuhan pada periode 2016-2020 mengikuti batas atas RAPBN 2017.

The average GDP growth for period 2015-2050 is assumed to increase by 7% per year where the growth in period 2016-2020 follows the upper limit of the Draft State Budget (RAPBN) of 2017.

1.3.2 Model Penyediaan Energi

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

- Data cadangan batubara diperoleh dari Laporan Kinerja Direktorat Jendral Minerba 2016. Sementara data minyak bumi mengikuti data Kementerian ESDM tahun 2016. Cadangan minyak yang dipertimbangkan adalah cadangan terbukti. Sedangkan cadangan batubara yang dipertimbangkan adalah cadangan tertambang dan cadangan terbukti.
- Pengembangan CBM berdasarkan data dari VICO Indonesia yang dipresentasikan dalam IndoGAS

1.3.2 Energy Supply Model

To meet energy demand, primary energy resources in Indonesia are optimized using energy supply model. Assumptions included in the model are:

- *Coal reserves data are obtained from Performance Report of Directorate General of Minerals 2016 and petroleum data follow the MEMR data of 2016. The oil reserves being considered are the proven reserves while the coal reserves being considered are the mineable and proven reserves.*
- *Development of CBM is based on data from VICO Indonesia presented at IndoGAS Conference 2015.*

Conference 2015.

- Penambahan kilang minyak baru mempertimbangkan rencana pengembangan kilang Pertamina 2017-2025. Setelah tahun 2025, penambahan kilang diasumsikan berlangsung setiap lima tahun dengan kapasitas 300 ribu barel/hari.
- Pengoperasian pembangkit listrik *ultra-supercritical* boiler untuk PLTU batubara 1000 MW di wilayah Jawa sesuai RUPTL 2017-2026.
- Penyediaan gas bumi mempertimbangkan neraca gas bumi 2016-2035 dan hasil FGD "Pemanfaatan Gas Konvensional untuk Memenuhi Kebutuhan Gas Nasional".
- Pengembangan *shale gas* mempertimbangkan masukan dari FGD "Pemanfaatan Gas Konvensional untuk Memenuhi Kebutuhan Gas Nasional".
- Penyediaan biodiesel mengikuti mandatori biodiesel dalam Permen ESDM 12/2015.
- Rencana pembangunan jaringan gas (jargas) untuk rumah tangga mempertimbangkan Rencana Induk Infrastruktur Gas Bumi Nasional 2016-2030 dari Kementerian ESDM.
- Konservasi energi sudah dipertimbangkan melalui pemanfaatan teknologi yang efisien.
- *The addition of new oil refineries considers the refinery plan development of Pertamina 2017-2025. After 2025, the refineries addition is assumed to take place every five years with a capacity of 300 thousand barrels/day.*
- *Operation of ultrasupercritical boiler power plant for 1000 MW coal-fired power plant in Java region is according to RUPTL 2017-2026.*
- *Natural gas supply considers the 2016-2035 gas balance sheet and result of FGD "Conventional Gas Utilization to Meet National Gas Needs".*
- *Shale gas development considers input from FGD "Conventional Gas Utilization to Meet National Gas Needs".*
- *Supply of biodiesel follows biodiesel mandatory in MEMR Regulation 12/2015.*
- *Natural gas network (jargas) development plans for households consider the National Gas Infrastructure Master Plan 2016-2030 from the MEMR.*
- *Energy conservation is considered through the efficient use of technology.*

Kasus / Cases

Kasus adalah satu set asumsi dalam model yang dampaknya dianalisis hanya terhadap bagian tertentu di sistem energi. Dibandingkan skenario, ruang lingkup dari kasus lebih terbatas sehingga hasilnya dapat dianalisis dengan lebih cepat. Berikut adalah kasus-kasus yang dianalisis dalam BPPT-OEI 2017:

A Case is a set of assumptions used in running the model whose effects are analyzed only on a particular part of energy system. Compared to scenario, the scope of a case is more limited so the results can be analyzed more quickly. The following are cases analyzed in BPPT-OEI 2017:

- Kasus Pembatasan Ekspor Batubara / *Case of Coal Export Restriction*
- Kasus Pengurangan Cadangan Batubara / *Case of Coal Resources Depletion*
- Kasus Inisiatif Pengembangan Teknologi Energi Bersih (Energi Bersih). Kasus ini merupakan gabungan dari lima kasus, yaitu: / *Case of Clean Energy Technology Development Initiatives (Clean Energy). This case is a combination of five cases, namely:*
 1. Kasus Optimalisasi Pembangkit Listrik EBT (Pembangkit EBT) / *Case of NRE Power Plant Optimization (NRE Power Plant)*
 2. Kasus Peningkatan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (BBN) / *Case of Increasing Biofuel Utilization (Biofuel)*
 3. Kasus Penerapan Kendaraan Listrik (Kendaraan Listrik) / *Case of Electric Vehicles Application (Electric Vehicles)*
 4. Kasus Penerapan Industri Hijau di Industri Pulp dan Kertas serta Industri Semen (Industri Hijau) / *Case of Green Industry Implementation in Pulp and Paper Industry, and Cement Industry (Green Industry)*
 5. Kasus Penerapan Bangunan Hijau di Sektor Komersial (Bangunan Hijau) / *Case of Green Building Implementation in Commercial Sector (Green Building).*

Halaman kosong / *blank page*

2

Kebutuhan Energi *Energy Demand*

2.1 Kebutuhan Energi per Jenis

Energy Demand by Type

Konsumsi energi final terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi, penduduk, harga energi, dan kebijakan yang ditetapkan oleh pemerintah. Konsumsi energi final selama tahun 2010-2015 meningkat relatif terbatas sekitar 1,3% per tahun.

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, mandatori penggunaan bahan bakar nabati (BBN), subsidi listrik terbatas untuk konsumen tertentu, penghapusan subsidi premium, dan subsidi terbatas minyak solar.

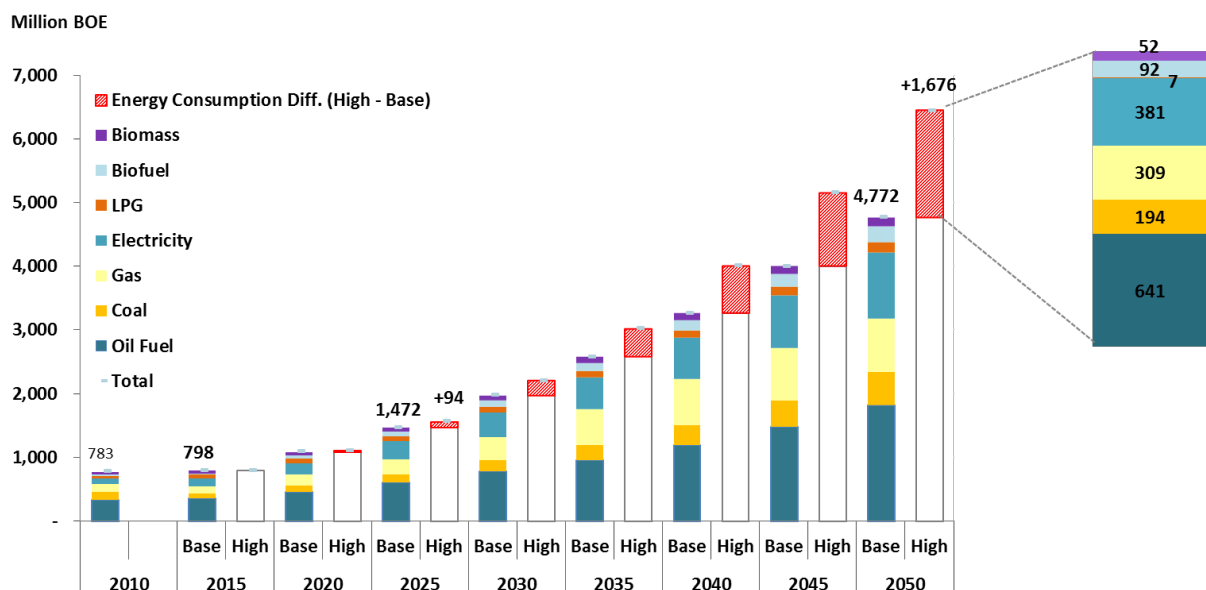
Pada tahun 2015 pangsa terbesar konsumsi energi final adalah sektor rumah tangga (35%) diikuti oleh sektor transportasi (31%), industri (29%), komersial (4,0%) dan lainnya (2,0%). Selama kurun waktu 2010-2015, sektor transportasi mengalami pertumbuhan terbesar yang mencapai 5,2% per tahun, diikuti sektor rumah tangga (3,8%), dan sektor komersial (2,9%). Adapun pertumbuhan sektor industri dan sektor lainnya mengalami penurunan sebesar 4,6% dan 10%.

Final energy consumption continues to increase in line with economic growth, population, energy prices, and policies set by the Government. Final energy consumption during 2010-2015 increased relatively small for about 1.3% per year.

Policies taken by the Government in energy sectors include the conversion of kerosene to LPG for household sector, the use of fuel gas (BBG) for transportation sector, mandatory use of biofuels (BBN), electricity subsidy for specified consumers, and a limited subsidy of diesel oil.

By 2015, the largest share of final energy consumption was household sector (35%) followed by transportation (31%), industry (29%), commercial (4.0%) and others (2.0%). During the period of 2010-2015, transportation sector had the largest growth of 5.2% per year, followed by household (3.8%), and commercial (2.9%). The growth of industrial and other sectors decreased to only 4.6% and 10% respectively.

Gambar 2.1 Kebutuhan energi final per jenis
Figure 2.1 Final energy demand by type



Konsumsi energi final menurut jenis selama tahun 2010-2015 masih didominasi oleh BBM (bensin, minyak solar, minyak diesel, minyak tanah, minyak bakar, avtur dan avgas) mencapai 25%, disusul gas bumi (11%), listrik (11%), batubara (6,2%), LPG (4,8%).

Energi final BBM masih akan mendominasi kebutuhan energi nasional dalam kurun waktu 2015-2050 akibat penggunaan teknologi saat ini yang masih berbasis BBM, terutama di sektor transportasi. Sektor-sektor pengguna lainnya pun tidak terlepas dari penggunaan BBM karena teknologinya cukup efisien. Pemanfaatan BBM meningkat dengan laju pertumbuhan 4,7% per tahun. Demikian juga dengan kebutuhan batubara pada tahun 2050, kebutuhannya meningkat tajam sebesar lebih dari 7 kali lipat (skenario dasar) atau lebih dari 10 kali lipat (skenario tinggi) terhadap tahun 2015. Hal ini terjadi karena harga batubara yang kompetitif dan pesatnya perkembangan industri berbasis batubara (semen, kertas, tekstil, dan lainnya).

Dalam kurun 2015–2050, kebutuhan energi final gas bumi diperkirakan akan naik lebih dari 6 kali lipat pada skenario dasar dan naik lebih dari 9 kali lipat pada skenario tinggi. Kebutuhan energi final LPG meningkat rata-rata 3,0% per tahun untuk skenario dasar dan 3,2% per tahun untuk skenario tinggi. Rendahnya peningkatan kebutuhan energi final LPG karena terkait dengan pertumbuhan penduduk dimana LPG sebagian besar digunakan di sektor rumah tangga. Adapun kebutuhan energi final biomassa sebagai bahan bakar, terutama di sektor industri, meningkat tipis sebesar 3,1% per tahun untuk skenario dasar dan 4,0% per tahun untuk skenario tinggi.

Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan energi final BBM, kebutuhan energi final BBN sebagai substitusi BBM terutama biodiesel juga meningkat mengikuti tren pertumbuhan minyak solar dan mandatori biodiesel. Mandatori biodiesel diatur dalam Permen ESDM No. 12/2015 dengan pemakaian biodiesel (B100) maksimum 30% pada tahun 2025. Dalam skenario dasar dan skenario tinggi tidak dipertimbangkan penggunaan bioetanol dan bioavtur karena harga, pasokan, dan dukungan regulasi yang terbatas. Dalam kurun 35 tahun diperkirakan kebutuhan biodiesel berkembang dengan laju pertumbuhan 8,4% per tahun untuk skenario dasar dan 9,4% per tahun untuk skenario tinggi.

Final energy consumption by type during 2010-2015 was still dominated by oil fuels (gasoline, diesel oil, diesel oil, kerosene, FO, avtur and avgas) reached 25%, followed by natural gas (11%), electricity (11%), coal (6.2%), and LPG (4.8%).

Oil fuels will still dominate the national energy demand in 2015-2050 period due to the use of oil fuels-based technology especially in transportation sector. Other sectors are also still not free from the use of oil fuels because the technology is quite efficient. Oil fuels utilization increases with the growth rate of 4.7% per year. Similarly, coal demand in 2050 will increase sharply by more than 7 times (base scenario) and more than 10 times (high scenario) compared to 2015. This happens because of the competitive price of coal and the rapid development of coal-based industries (cement, paper, textile, and others).

In 2015-2050 period, final energy demand for natural gas is expected to rise more than six folds in base scenario and more than nine folds in high scenario. Demand of LPG increases by an average of 3.0% per year for base scenario and 3.2% per year for high scenario. The low increase is due to population growth as LPG is mainly used in household sector. The final energy demand of biomass as fuel, especially in industrial sector, increases slightly by 3.1% per year for base scenario and 4.0% per year for high scenario.

In line with the increasing demand of oil fuels, the demand of biofuel as a substitution of oil fuels, especially biodiesel, will also increase following the growth trend in biodiesel mandatory. Biodiesel mandatory set out in MEMR Regulation 12/2015 with the use of biodiesel (B100) maximum 30% by 2025. Both base and high scenario are not considered the use of bioethanol and bioavtur due to the price competitiveness and the limited supply and regulatory support. Within 35 years, it is estimated that biodiesel demand will grow with an annual growth rate of 8.4% for base scenario and 9.4% for high scenario.

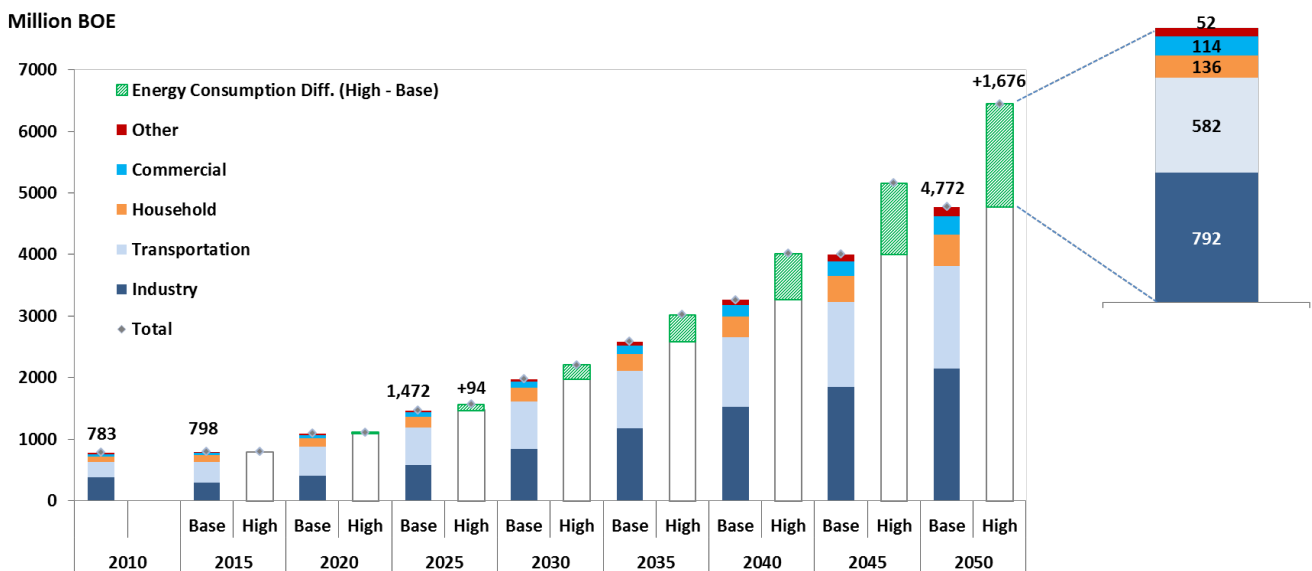
2.2 Kebutuhan Energi per Sektor

Energy Demand by Sector

Kebutuhan energi final sektor industri diperkirakan tetap dominan dalam jangka panjang. Sebagai negara berkembang, Indonesia akan mengarah menjadi negara maju yang diindikasikan dengan dominasi sektor industri dalam menunjang perekonomiannya. Pangsa kebutuhan energi final sektor industri meningkat dari 29% pada tahun 2015 menjadi 43% (skenario dasar) 44% (skenario tinggi) pada tahun 2050. Namun sektor transportasi sebagai penunjang pergerakan perekonomian nasional diproyeksikan mengalami pertumbuhan kebutuhan energi final sedikit lebih tinggi dari sektor industri, yaitu 4,7% per tahun untuk skenario dasar dan 5,6% per tahun untuk skenario tinggi. Kondisi ini membutuhkan energi 5 kali lipat (skenario dasar) dan 7 kali lipat (skenario tinggi) lebih banyak terhadap tahun dasar 2015.

The final energy demand of industrial sector is expected to remain dominant in long term. As a developing country, Indonesia leads its way to be a developed country which is indicated by the dominance of industrial sector as the main support of economy. The share of industry's final energy demand increases from 29% in 2015 to 43% (base scenario) and 44% (high scenario) by 2050. The demand of transport sector as a supporter of national economy is projected to grow slightly higher than industrial sector, i.e. 4.7% per year for base scenario and 5.6% per year for high scenario. This condition requires 5 times (base scenario) and 7 times (high scenario) more energy of 2015.

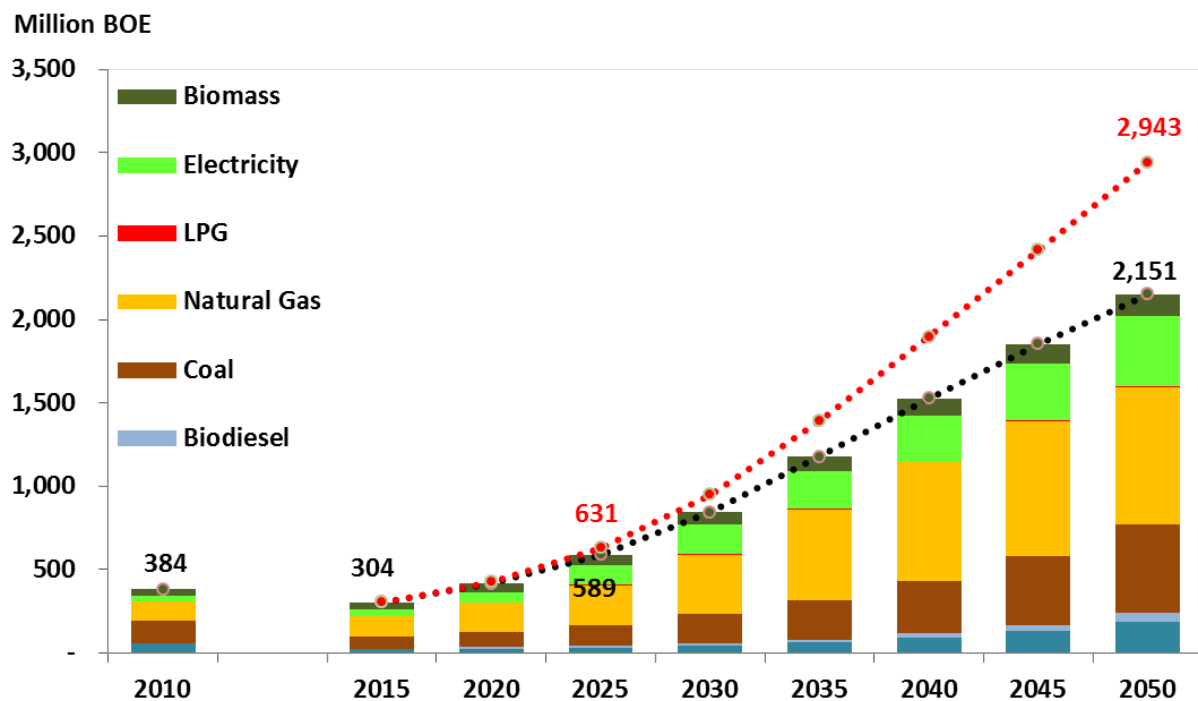
Gambar 2.2 Kebutuhan energi final menurut sektor
Figure 2.2 Final energy demand by sector



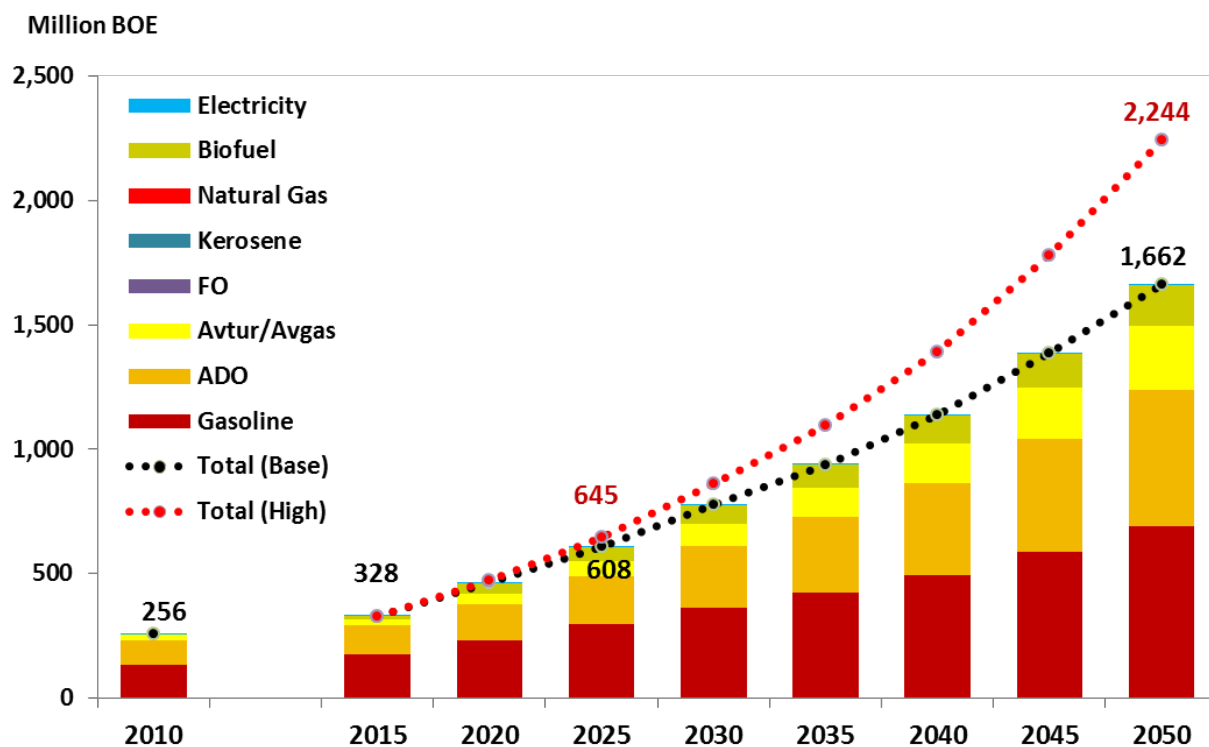
Dengan meningkatnya perekonomian dan penduduk diproyeksikan penggunaan energi final di sektor rumah tangga, sektor komersial, dan sektor lainnya (pertanian, konstruksi dan pertambangan) akan terus bertambah. Peranan sektor komersial terhadap total kebutuhan energi final diperkirakan akan meningkat dari 3,6% pada tahun 2015 menjadi menjadi 6,3% (skenario dasar) dan 6,4% (skenario tinggi) pada tahun 2050. Tingginya peningkatan kebutuhan energi final perlu diantisipasi dengan menerapkan upaya konservasi energi di sisi hulu yang didukung dengan penetapan kebijakan yang tepat dan dapat dilaksanakan.

Along with the increase in economy and population, the projected final energy demand in household sector, commercial sector, and other sector (agriculture, construction and mining) will continue to grow. The role of commercial sector in total final energy demand is expected to increase from 3.6% in 2015 to 6.3% (base scenario) and 6.4% (high scenario) by 2050. The high increase in final energy demand needs to be anticipated by implementing energy conservation efforts on upstream side and also supported by the appropriate and feasible policies.

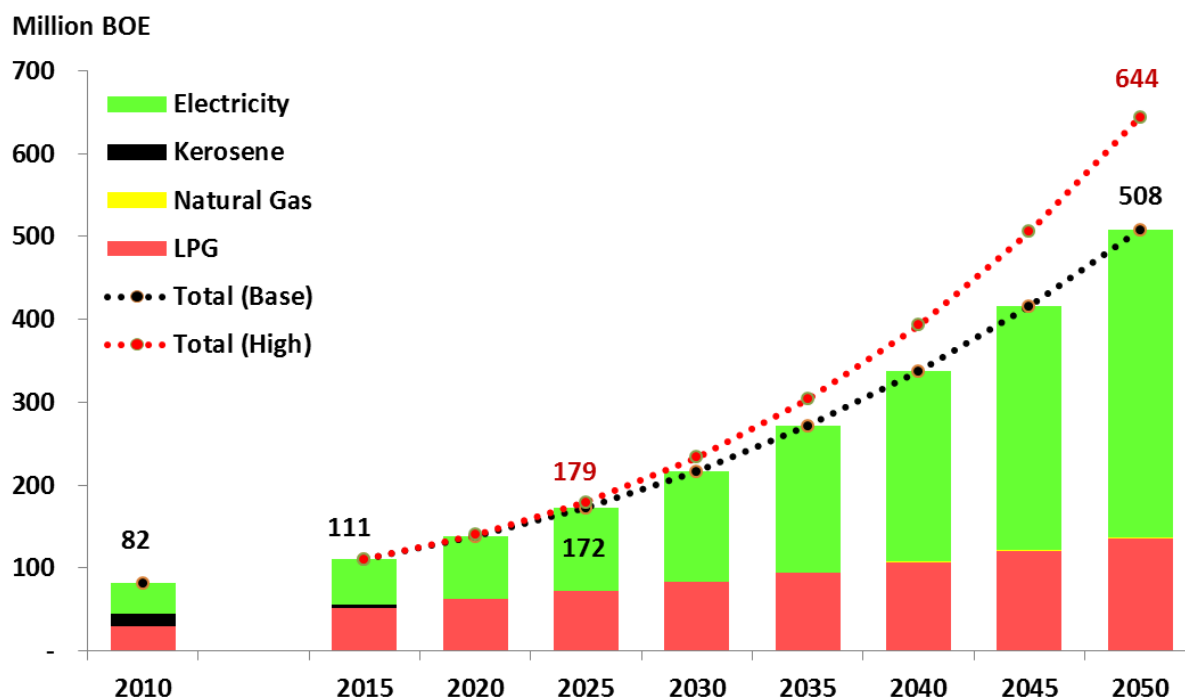
Gambar 2.3 Kebutuhan energi final di sektor industri
Figure 2.3 Final energy demand in industry sector



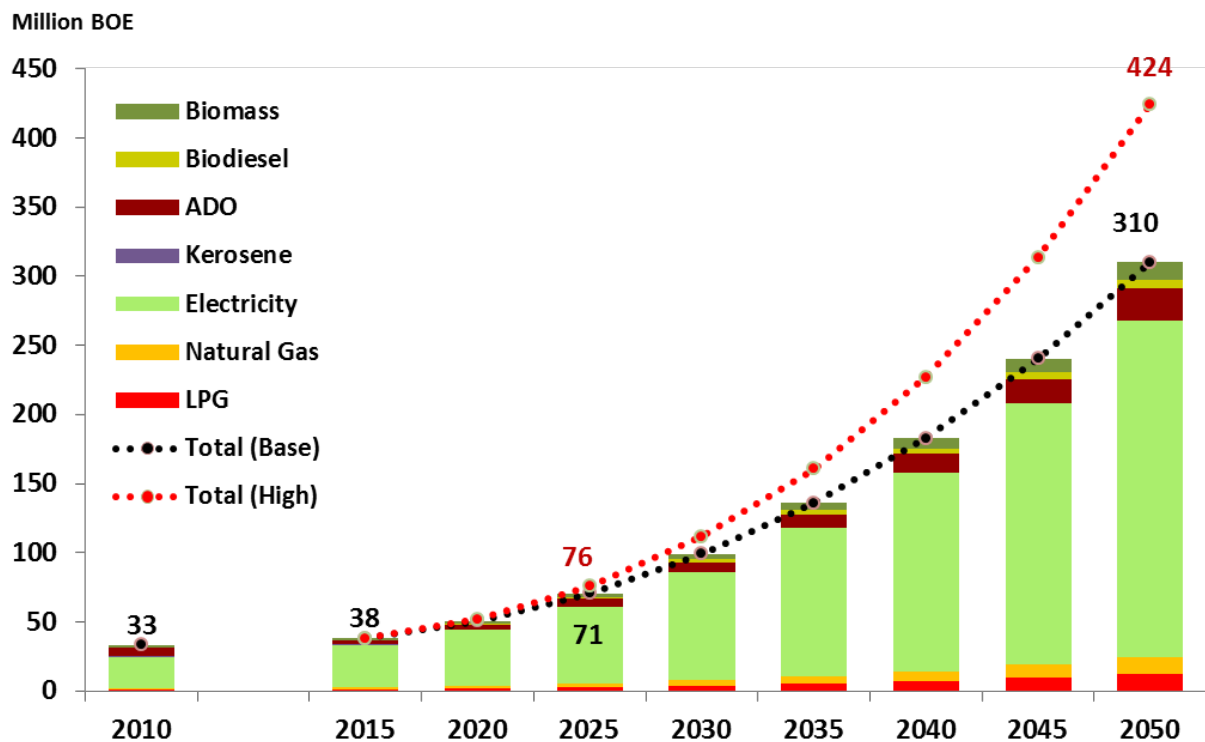
Gambar 2.4 Kebutuhan energi final di sektor transportasi
 Figure 2.4 Final energy demand in transportation sector



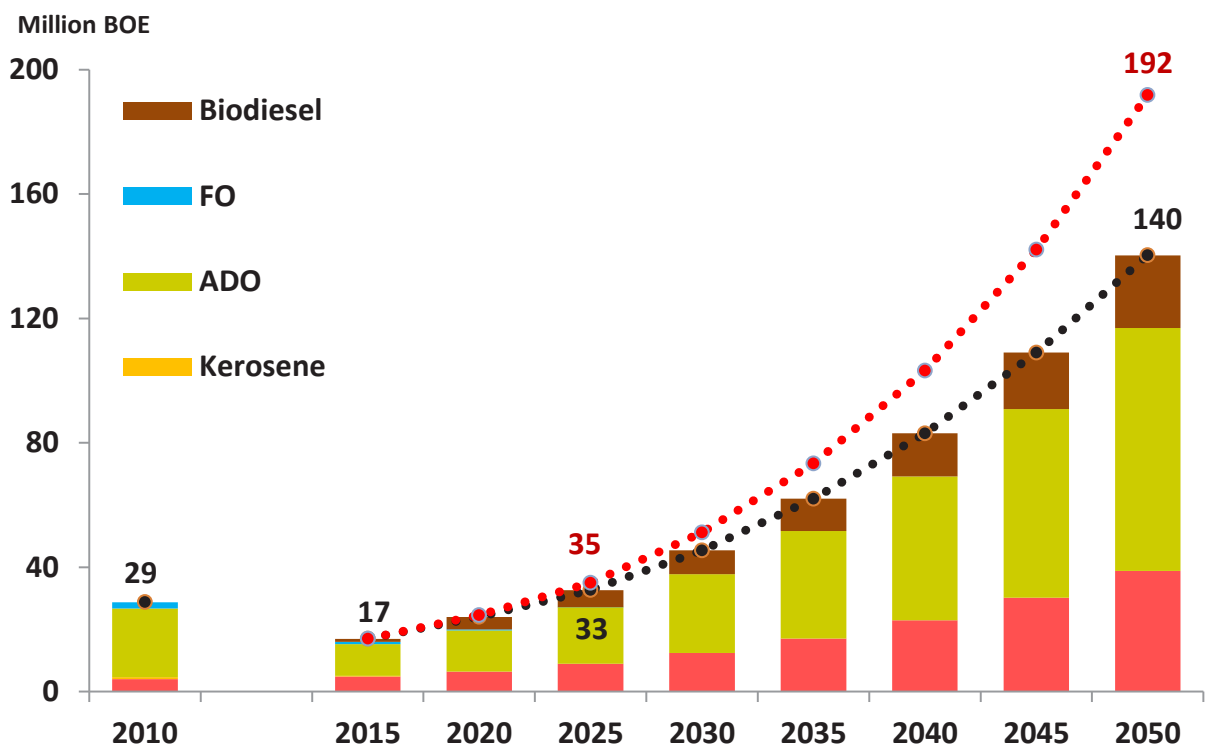
Gambar 2.5 Kebutuhan energi final di sektor rumah tangga
 Figure 2.5 Final energy demand in household sector



Gambar 2.6 Kebutuhan energi final di sektor komersial
 Figure 2.6 Final energy demand in commercial sector



Gambar 2.7 Kebutuhan energi final di sektor lainnya
 Figure 2.7 Final energy demand in other sector



Halaman kosong / *blank page*



Penyediaan Energi

Energy Supply

3.1 Potensi Sumber Daya Energi

Energy Resource Potential

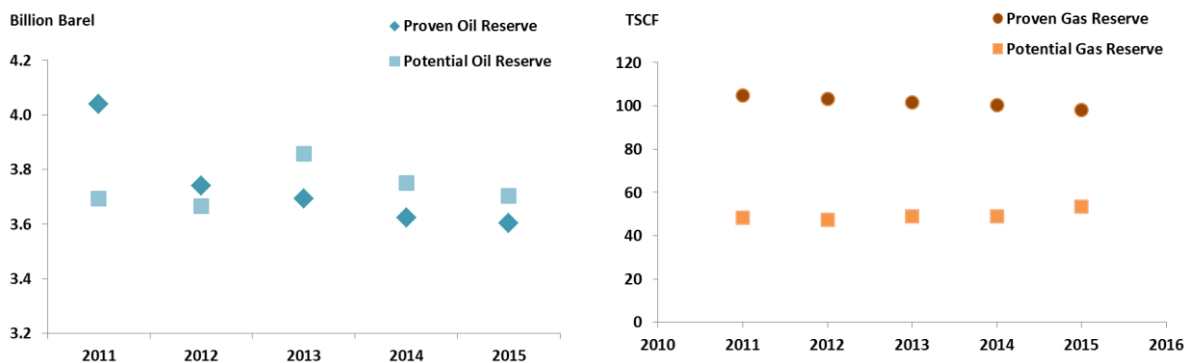
3.1.1 Energi Fosil

Cadangan terbukti minyak bumi Indonesia terus menurun dari 5,9 miliar barel pada tahun 1995 menjadi 3,7 miliar barel pada akhir 2015. Dengan tingkat produksi minyak bumi saat ini dan tidak ada penemuan cadangan minyak bumi baru, maka cadangan terbukti minyak bumi Indonesia akan habis dalam kurun waktu 11 tahun lagi. Cadangan potensial gas bumi mengalami sedikit peningkatan, namun cadangan terbuktinya terus menurun. Dengan kondisi cadangan dan produksi saat ini diperkirakan gas bumi akan habis dalam kurun waktu 36 tahun ke depan.

3.1.1 Fossil Energy

Indonesia's proven oil reserves continue to decline from 5.9 billion barrels in 1995 to 3.7 billion barrels by the end of 2015. With the current level of oil production and no new reserves, the proven oil reserves will be depleted in the next 11 years. On natural gas side, the potential reserves have increased slightly but the proven reserves continue to decline. With the current reserves and production conditions, it is estimated that natural gas will be exhausted within the next 36 years.

Gambar 3.1 Sumber daya minyak dan gas bumi
Figure 3.1 Oil and gas resources

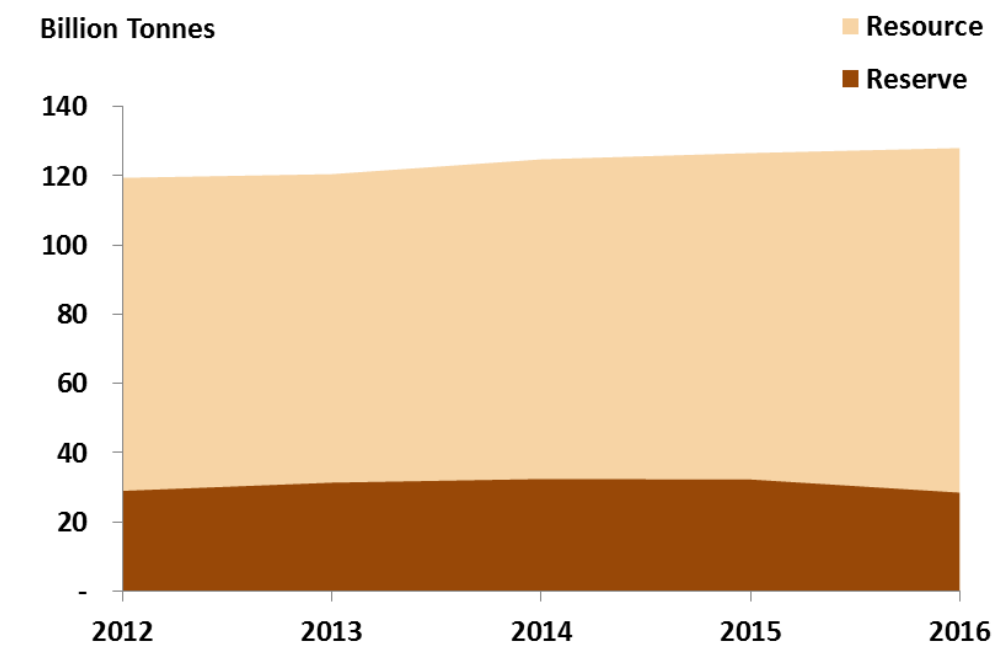


Sumber daya batubara selama kurun waktu 4 tahun terakhir mengalami sedikit peningkatan, sedangkan cadangan batubara mengalami penurunan akibat produksi batubara untuk pemenuhan konsumsi domestik dan komoditas ekspor. Diperkirakan dengan produksi saat ini, cadangan batubara akan habis dalam waktu 70 tahun jika tidak ditemukan cadangan baru. Kondisi cadangan energi fosil yang terus berkurang seyogyanya diantisipasi oleh Pemerintah Indonesia untuk meningkatkan upaya diversifikasi bahan bakar.

Coal resources over the last 4 years increased slightly, while coal reserves declined due to coal production to meet domestic consumption and export commodities. Estimated with current production and no new reserves, coal reserves will be exhausted within 70 years. The diminishing fossil reserves should be anticipated by the Government of Indonesia to promote diversification efforts.

Gambar 3.2 Sumber daya batubara

Figure 3.2 Coal resources



3.1.2 Energi Baru dan Terbarukan

Indonesia memiliki potensi sumber daya energi baru terbarukan (EBT) yang cukup besar dengan variasi yang cukup beragam. Potensi sumber daya energi terbarukan terbanyak adalah tenaga air disusul *Ocean Thermal Energy Conversion* (OTEC), dan biomassa. Adapun potensi energi baru terbanyak adalah *shale gas* dan gas metana batubara. Sumber daya EBT tersebut masih belum dimanfaatkan secara maksimal karena berbagai kendala, seperti biaya investasi yang relatif tinggi, lokasi potensi sumber daya yang terpencil serta regulasi yang belum mendukung.

3.1.2 New and Renewable Energy

Indonesia has a considerable amount of NRE potential resources with diverse variation. The most potential renewable energy resources are hydropower followed by Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC), and biomass. Whereas in new energy, shale gas and coal methane gas have the most potential. The NRE resources are still not fully utilized due to various obstacles such as high investment costs, remote location of the potential resources and no supporting regulation.

Tabel 3.1 Sumber energi baru dan terbarukan
Table 3.1 New and renewable energy resources

No	Jenis energi / Energy type	Sumber Daya / Resources	Cadangan / Reserves	Potensi / Potential	Kapasitas terpasang/ Installed capacity
1	Panas bumi/ Geothermal			29,544 MW	1,438.5MW
2	Hidro/ Hydro	75,091 MW		45,379 MW (Sumberdaya teridentifikasi / Identified resources)**	8,671 MW**
3	Mini-mikrohidro/ Mini- micro hydro			19.385 MW	2,600.76 KW*
4	Biomassa / Biomass	32,654 MWe*			1,626 MW (Off Grid)* 91.1 MW (On Grid)*
5	Energi surya/ Solar energy	4.80 kWh/m ² /day***			14,006.5 KW***
6	Energi angin/ Wind energy	970 MW**			1.96 MW***
7	Uranium/ Uranium	3,000 MW****			30 MW****
8	Shale gas	574 TSCF****			
9	Gas metana batubara / Coal bed methane	456.7 TSCF****			
10	Gelombang Laut Wave energy	17.989 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, 2016/ Directorate General of NRE&EC, 2016

*) Ditjen EBTKE, 2015/ Directorate General of NRE&EC, 2015

**) Ditjen EBTKE, 2014/ Directorate General of NRE&EC, 2014

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

****) KESDM, 2013/ MEMR, 2013

3.2 Minyak Bumi dan BBM

Crude Oil and Oil Fuels

3.2.1 Neraca Minyak Bumi

Kemampuan produksi minyak bumi Indonesia terus menurun akibat sumur yang sudah tua dan sumberdaya yang terletak di daerah *frontier*. Produksi minyak bumi Indonesia mengalami penurunan yang cukup signifikan. Selain itu, kebijakan yang berubah dan harga minyak yang cenderung rendah telah menurunkan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi migas nasional yang berdampak pada penurunan cadangan minyak bumi.

Revisi PP 79/2010 melalui PP 27/2017 dan adanya Permen ESDM 08/2017 tentang Kontrak Bagi Hasil *Gross Split* ikut menjadi faktor menurunnya kegiatan eksplorasi dan eksploitasi migas apalagi didukung oleh harga minyak bumi yang cenderung rendah beberapa tahun terakhir. Untuk dapat menarik investor berinvestasi, pemerintah perlu mengatur tentang kepastian hukum, fleksibilitas dalam menentukan besaran bagi hasil, dan pemberian insentif fiskal dan non fiskal dalam kegiatan industri hulu migas.

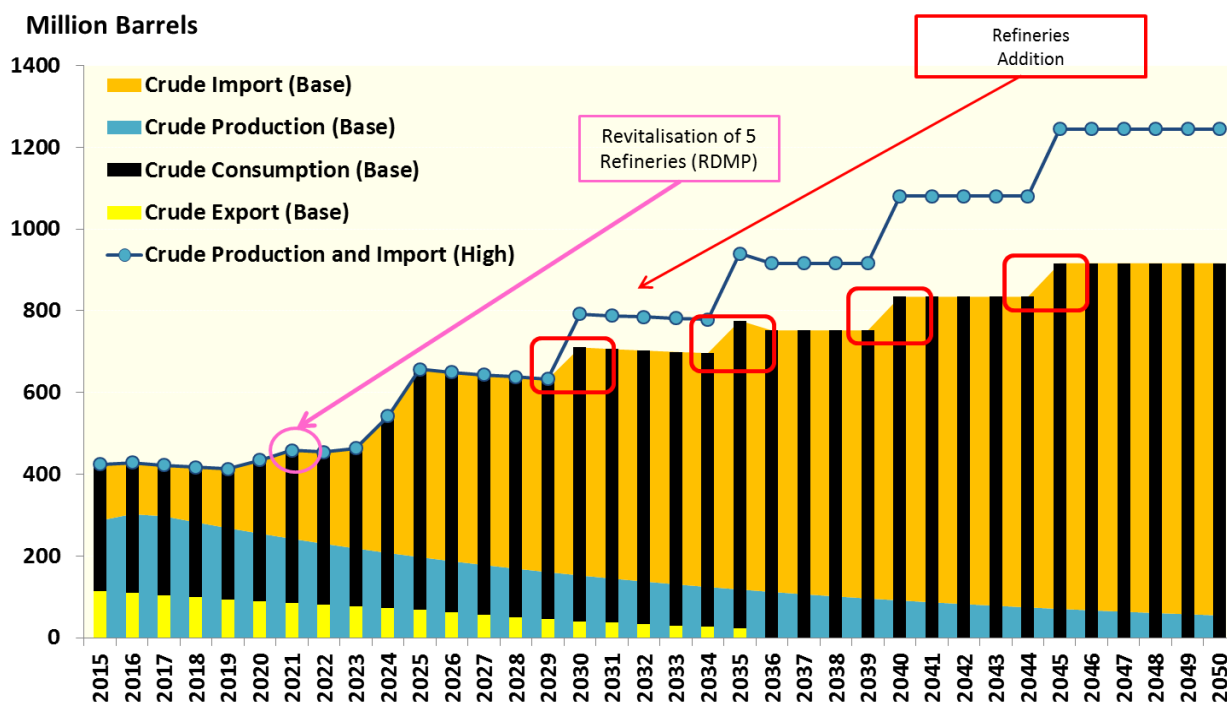
3.2.1 Crude Oil Balance

Indonesia's oil production capability continues to decline due to old wells and resources located in frontier areas. Indonesia's oil production has decreased significantly. In addition, policies changing and low oil prices have depressed national oil and gas exploration and exploitation activities that have an impact on the decline of oil reserves.

Revision of Government Regulation 79/2010 through Government Regulation 27/2017 and the MEMR Regulation 08/2017 on Gross Split Production Sharing Contracts is a factor in the decline of oil and gas exploration and exploitation activities. In order to attract investors, the Government needs to regulate legal certainty, flexibility in determining the amount of profit sharing, and the provision of fiscal and non fiscal incentives in upstream oil and gas activities.

Gambar 3.3 Neraca minyak bumi

Figure 3.3 Crude oil balance

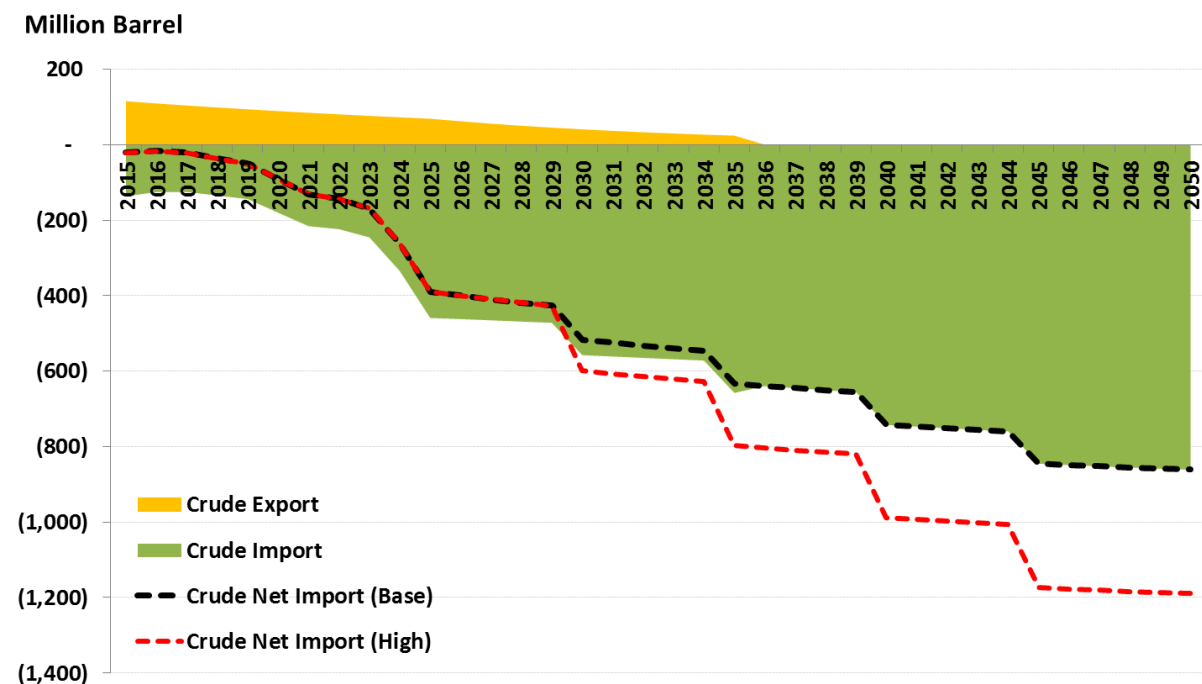


Sejalan dengan tambahan kilang minyak @ 300 MBCD (skenario dasar) dan @ 600 MBCD (skenario tinggi) dalam setiap 5 tahun guna mendukung peningkatan kebutuhan BBM domestik, impor minyak bumi sebagai *throughput* kilang minyak terus meningkat. Sebaliknya, produksi minyak bumi yang tidak sesuai dengan spesifikasi kilang minyak nasional harus diekspor meskipun dalam jumlah terbatas. Indonesia sudah menjadi negara net importir minyak bumi sejak tahun 2004, pada saat volume impor lebih besar dibanding dengan volume ekspor minyak bumi.

In line with the addition of an each 300 MBCD (base scenario) and each 600 MBCD (high scenario) refineries in every 5 years to support the increase in domestic oil fuel demand, oil imports as throughput of oil refineries continue to increase. In contrast, crude oil production which is not suitable with national oil refineries should be exported, even in limited quantities. Indonesia has been an oil net importer country since 2004, when the volume of oil imports is greater than the export.

Gambar 3.4 Ekspor dan impor minyak bumi

Figure 3.4 Export and import of crude



3.2.2 Neraca Bahan Bakar Minyak

Penambahan 5 unit kilang minyak bumi baru @ 300 MBCD (skenario dasar), @ 600 MBCD (skenario tinggi) dan revitalisasi kilang minyak bumi lama akan meningkatkan produksi BBM nasional. Namun, peningkatan produksi BBM tersebut tidak mampu mengimbangi kebutuhan BBM, sehingga impor BBM diproyeksikan akan terus meningkat.

Upgrading kilang minyak eksisting akan meningkatkan nilai tambah dari beberapa produk kilang. Produk LSWR dan Naptha yang selama ini harus diekspor dengan harga jual rendah, diolah menjadi produk HOMC (*High Octane Mogas Component*), minyak solar, dan propylene dengan nilai ekonomi jauh lebih tinggi. Disamping itu, dengan

3.2.2 Oil Fuels Balance

The addition of 5 new refinery units of each 300 MBCD (base scenario) and each 600 MBCD (high scenario) also the revitalization of old oil refineries will encourage the increase of national oil fuels production. Nevertheless, this increase will not be able to meet the demand so that oil fuels imports are projected to still continue to increase.

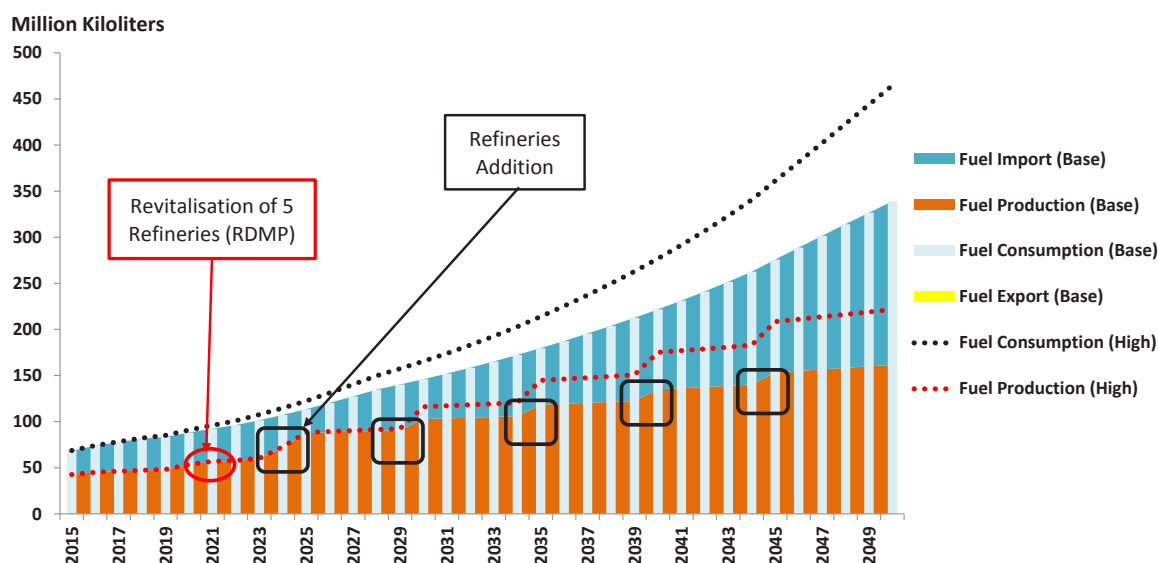
Upgrading the existing refineries will increase the added value of some refinery products. Low Sulphur Waxy Residue (LSWR) and naptha products that was exported at low prices are now processed into High Octane Mogas Component (HOMC), diesel oil and propylene with much higher economic value. In addition, by upgrading, the old refineries

melakukan *upgrade* kilang lama dapat menghasilkan pertalite, pertamax, dextrite, sekaligus mengurangi impor bensin dan minyak solar. Sebaliknya, ekspor minyak tanah yang meningkat selama beberapa tahun terakhir, menandakan keberhasilan pemerintah dalam melaksanakan program konversi minyak tanah ke elpiji. Meskipun ada penambahan kilang minyak bumi baru dan upgrading kilang minyak bumi lama, namun Indonesia tetap menjadi negara net importir BBM.

can produce pertalite, pertamax, dextrite, while reducing imports of gasoline and diesel oil. In contrast, kerosene exports have increased over the past few years, indicating the government's success in implementing kerosene to LPG conversion program. Despite the addition of new oil refineries and upgrading of old oil refineries, Indonesia will remain as an oil fuels net importer.

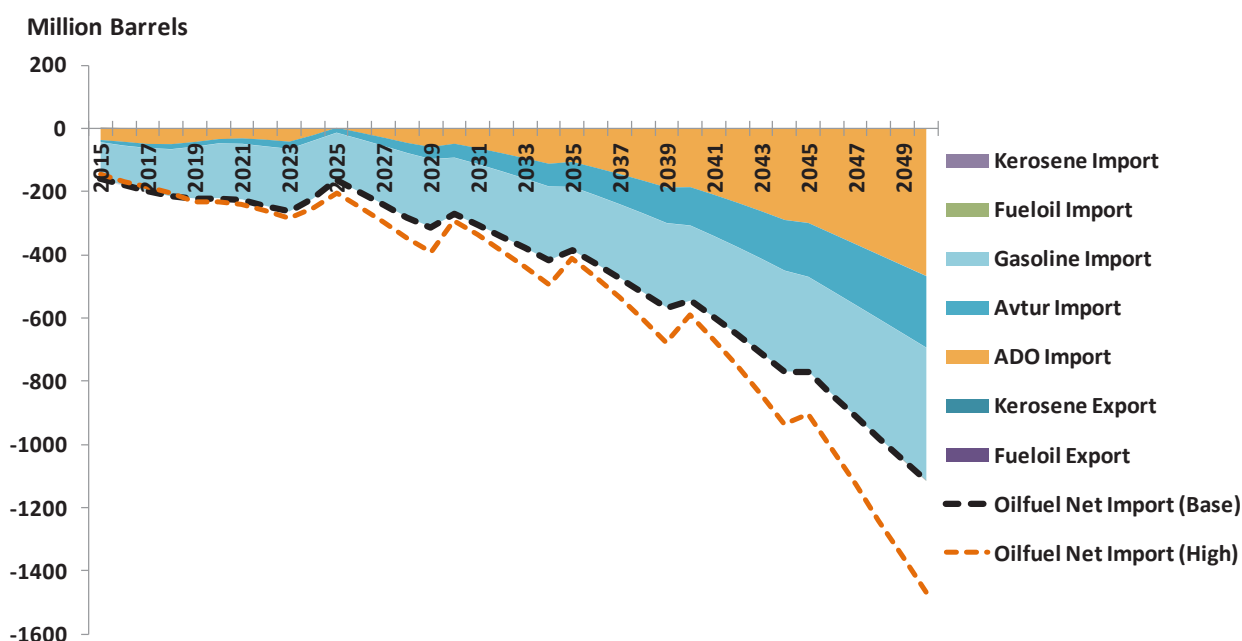
Gambar 3.5 Neraca BBM

Figure 3.5 Oil Fuels Balance



Gambar 3.6 Ekspor dan impor BBM

Figure 3.6 Export and import of oil fuels



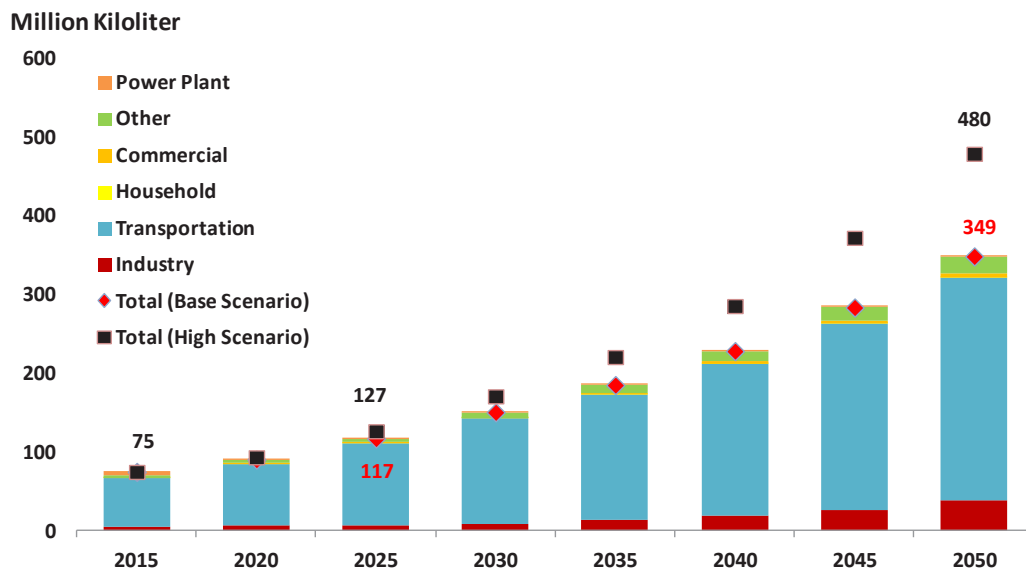
3.2.3 Pemanfaatan Bahan Bakar Minyak

Sebagian besar penyediaan BBM ditujukan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar di sektor transportasi (85%), selanjutnya sektor industri (7,2%), lainnya (5,0%), pembangkit listrik (1,2%) dan komersial (1,0%). Tingginya kebutuhan BBM di sektor transportasi karena penggunaan BBM untuk angkutan darat, laut dan udara belum dapat disubstitusi secara optimal dengan bahan bakar gas, BBN, dan listrik. Penggunaan BBM di sektor transportasi masih tetap didominasi oleh bensin dan minyak solar. Penggunaan BBM pada pembangkit listrik dalam jumlah terbatas masih diperlukan untuk PLTD di daerah terpencil.

3.2.3 Oil Fuels Utilization

Most of oil fuels supply is aimed to meet the demand in transportation sector (85%), followed by industry (7.2%), others (5.0%), power plants (1.2%) and commercial sector (1.0 %). The high demand in transportation sector in which still dominated by gasoline and diesel oil is due to the not optimal substitution of oil fuels with gas, biofuel, and electricity. The use of oil fuels in power plants is still needed in limited quantities for diesel power plants in remote areas.

Gambar 3.7 Pemanfaatan BBM
Figure 3.7 Oil fuels utilization



3.3 Gas Bumi dan LPG

Natural Gas and LPG

3.3.1 Gas Bumi

Produksi gas bumi diperkirakan terus menurun karena sebagian besar diperoleh dari lapangan yang sudah tua. Produksi dari lapangan gas baru, seperti lapangan Jangkrik, MDA-MBH Madura, proyek IDD Kutai Basin, Jambaran Tiung Biru, Tangguh Train 3, dan Abadi Masela belum mampu menghentikan laju penurunan produksi gas. Untuk meningkatkan pasokan gas perlu mempertimbangkan gas non konvensional, seperti *coal bed methane* (CBM) dan *shale gas*.

Pengembangan CBM di Indonesia menghadapi beberapa kendala teknis maupun finansial. Sementara itu, *shale gas* di Indonesia memiliki prospektivitas yang tinggi dengan sumberdaya mencapai 574 TCF. Dalam pengembangan *shale gas* diperlukan eksplorasi dan eksploitasi secara masif terutama di cekungan produktif untuk menekan biaya operasi. Produksi *shale gas* diasumsikan akan dimulai tahun 2027 dan meningkat tajam hingga memenuhi 9,9% (skenario dasar) dan 12,6% (skenario tinggi) dari total

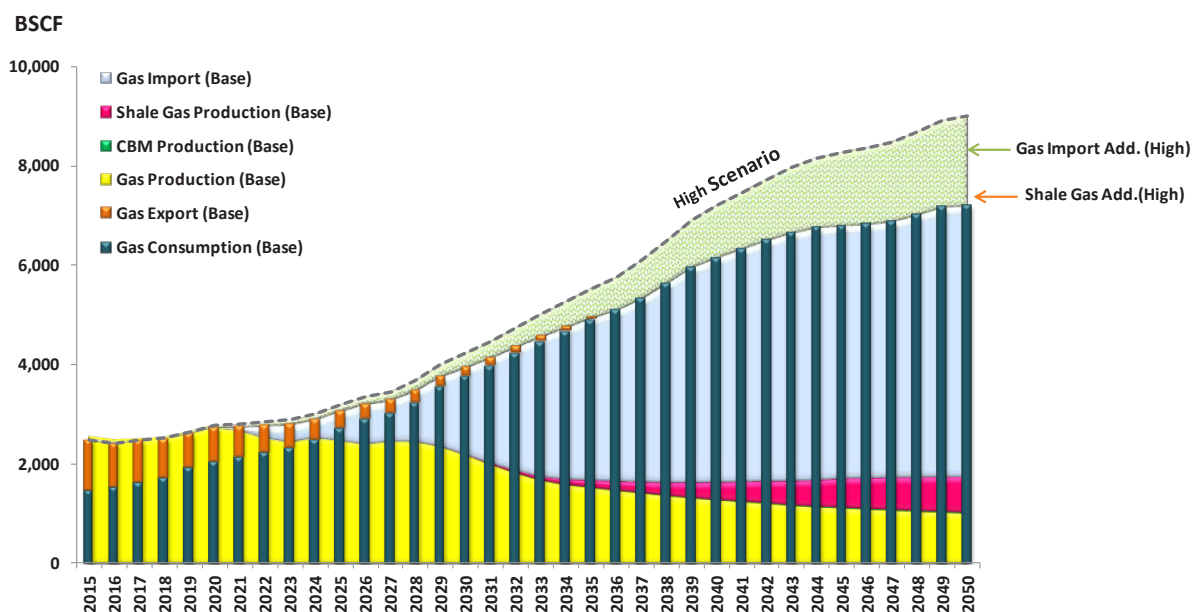
3.3.1 Natural Gas

Natural gas production is estimated to decline as most of the production is obtained from mature fields. Gas production from new gas fields such as Jangkrik field, MDA-MBH Madura, IDD Kutai Basin project, Jambaran Tiung Biru, Tangguh Train 3, and Abadi Masela are unable to inhibit the decline rate of gas production. Therefore, to increase gas supply, it is necessary to consider non-conventional gas such as coal bed methane (CBM) and shale gas.

The development of CBM in Indonesia faces several technical and financial constraints. Meanwhile, shale gas in Indonesia has high prospectivity with resources reaching 574 TCF. In shale gas development, massive exploration and exploitation is needed, especially in productive basins to reduce operating costs. Shale gas production is assumed to start in 2027 and will increase sharply to meet the 9.9% (base scenario) and 12.6% (high scenarios) of total gas demand by 2050. Larger production in the high scenario is stimulated by the higher

Gambar 3.8 Neraca gas

Figure 3.8 Gas balance



kebutuhan gas pada tahun 2050. Produksi yang lebih besar pada skenario tinggi tersebut distimulasi oleh pertumbuhan ekonomi yang lebih tinggi.

Ekspor gas bumi diperkirakan terus menurun dan berlangsung hanya sampai tahun 2035. Ekspor gas bumi tidak dapat dihentikan lebih awal karena terkait dengan kontrak jangka panjang. Tidak adanya ekspor gas bumi membuat seluruh produksi gas bumi dapat digunakan untuk kebutuhan domestik. Sementara itu, impor gas bumi diperkirakan terus meningkat dan akan mendominasi pasokan gas bumi dalam jangka panjang.

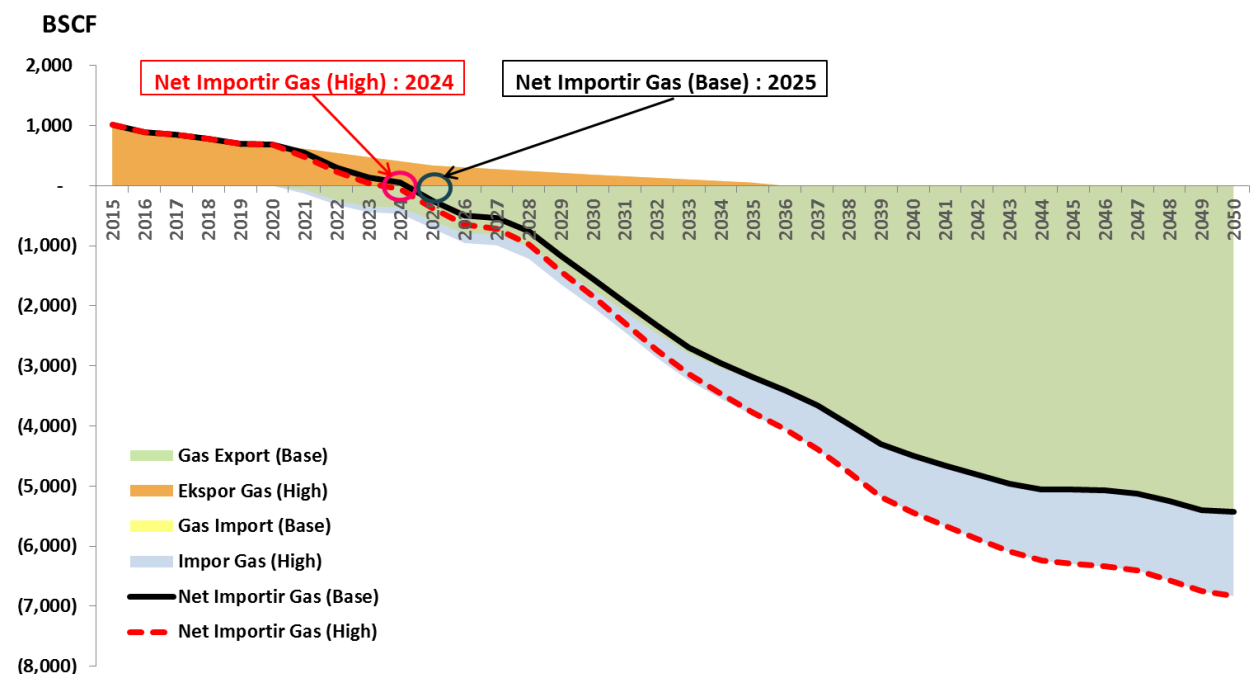
Impor gas bumi yang tinggi membutuhkan dukungan infrastruktur terutama *Floating Storage Regasification Unit* (FSRU). Dengan impor sebesar 5,43 TCF pada tahun 2050 (skenario dasar) dibutuhkan FSRU sekitar 37 unit dengan kapasitas 400 MMSCFD. Pada skenario tinggi, kebutuhan FSRU menjadi lebih banyak karena impor gas pada tahun 2050 mencapai 6,83 TCF.

economic growth.

Natural gas exports are expected to continue to decline and last only until 2035. Natural gas exports can not be stopped sooner due to the long-term contracts. The absence of natural gas exports will make the entire production of natural gas to be used for domestic demand. Meanwhile, the import of natural gas is expected to increase and will dominate the supply of natural gas in the long run.

High imports of natural gas require infrastructure support especially the Floating Storage Regasification Unit (FSRU). With 5.43 TCF of imported natural gas in 2050 (base scenario), it requires 37 units FSRU with capacity of 400 MMSCFD. In high scenario, it requires more FSRU as the imported gas will reach 6.83 TCF in 2050.

Gambar 3.9 Ekspor dan impor gas
Figure 3.9 Export and import of gas



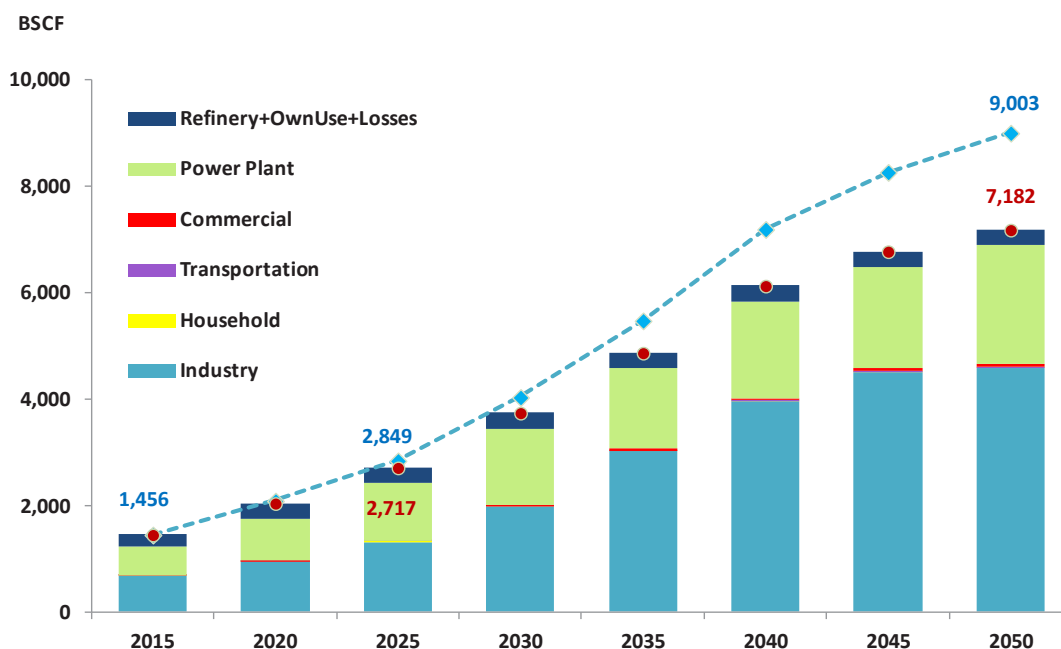
Pada skenario dasar, sekitar 65,1% penyediaan gas bumi pada tahun 2050 dipasok untuk memenuhi kebutuhan energi final, 30,9% disuplai ke pembangkit listrik, dan sisanya *own use* dan *losses*. Penyediaan gas bumi untuk skenario tinggi 25,3% lebih banyak dibanding skenario dasar pada tahun 2050.

Penyediaan gas bumi sebagai energi final sebagian besar ditujukan sebagai bahan bakar sektor produktif (sektor industri dan komersial) daripada sektor konsumtif (rumah tangga dan transportasi). Kebijakan ini secara nasional menguntungkan karena turut mendukung produktivitas sektor industri dan komersial. Penyediaan gas bumi ke pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pembangkit listrik beban dasar atau menengah (PLTGU dan PLTMG) dan pembangkit listrik beban puncak (PLTG). Adapun *own use* dan *losses* gas bumi dipasok untuk memenuhi kebutuhan hidrogen pada kilang minyak dan bahan baku pembuatan LPG pada kilang LPG.

In base scenario, approximately 65.1% of natural gas supply in 2050 is used to meet final energy demand, 30.9% is supplied to power plants, and the rest is for own use and losses. The supply of natural gas in high scenario is 25.3% higher than base scenario by 2050.

The supply of natural gas as a final energy is largely aimed to the productive sector (industrial and commercial sectors) rather than the consumptive (household and transportation sectors). This policy is nationally profitable because it supports the productivity of industrial and commercial sectors. Supply of natural gas to power plants is to meet the demand of base or medium load power plants (PLTGU and PLTMG) and peak load power plants (PLTG). As for own use and losses, natural gas are supplied to meet the hydrogen demand in oil refineries and as raw materials in LPG refineries.

Gambar 3.10 Pemanfaatan gas
Figure 3.10 Gas utilization



3.3.2 LPG

Permasalahan dalam pemanfaatan LPG adalah rasio impor yang sangat tinggi. Pada tahun dasar (2015), lebih dari 64% konsumsi LPG dipenuhi dari impor dan diperkirakan rasio impor akan terus meningkat. Produksi LPG dari kilang LPG terbatas karena menurunnya pasokan gas bumi sebagai bahan baku. Sementara itu, penambahan kapasitas kilang minyak akan menaikkan produksi LPG, tetapi belum dapat menurunkan rasio impor pada skenario dasar. Produksi LPG pada skenario tinggi lebih besar daripada skenario dasar karena penambahan kapasitas kilang minyak yang lebih besar membuat rasio impornya menjadi lebih rendah.

Semua penyediaan LPG dipasok untuk memenuhi kebutuhan energi final. Sebagian besar dari pasokan LPG tersebut diperuntukkan untuk memenuhi kebutuhan sektor rumah tangga dari 6,1 juta ton pada tahun 2015 menjadi 15,9 juta ton pada tahun 2050 (skenario dasar). Sisanya masing-masing 4,2% dan 8,0% masing-masing untuk sektor industri dan komersial pada tahun 2050 (skenario dasar). Total penyediaan LPG pada skenario tinggi tahun 2050 diperkirakan mencapai 18,9 juta ton.

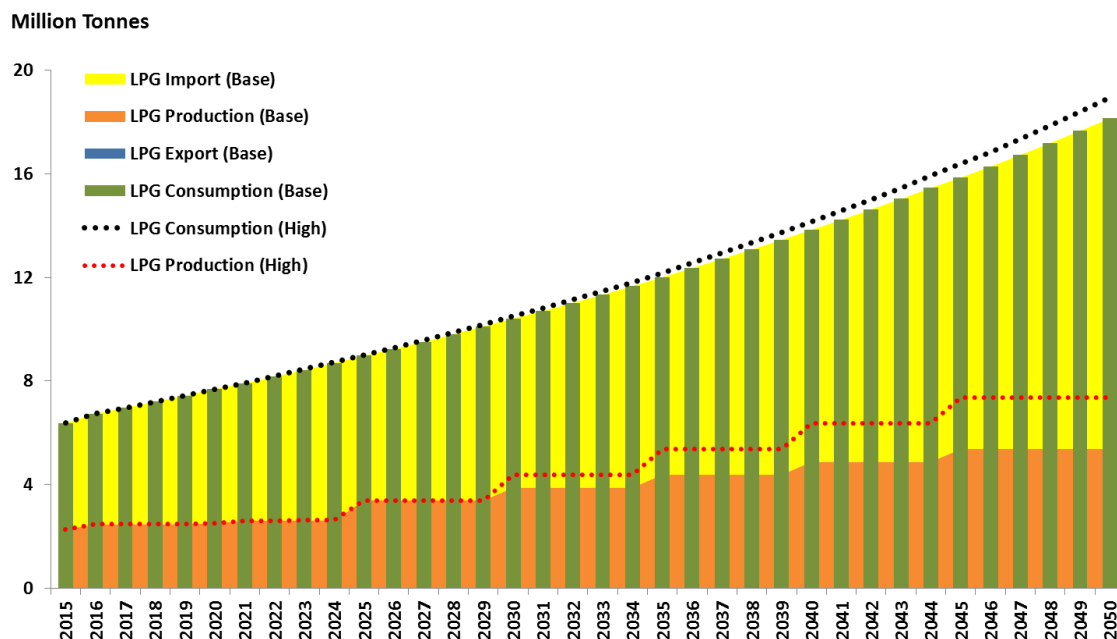
3.3.2 LPG

Main issue in LPG utilization is the very high ratio of import. In base year (2015), more than 64% of LPG consumption is met from import and it will continue to increase. Production from gas refineries is limited due to the decreasing gas supply. Although there will be additional oil refinery capacity, it is still unable to reduce the LPG import. LPG production in high scenario is higher than base scenario due to the larger capacity addition of oil refineries, hence the lower import ratio.

All LPG supplies are dedicated to meet final energy demand. Most of the supply (88%) is directed to meet the demand of household sector from 6.1 million tonnes in 2015 to 15.9 million tonnes in 2050 (base scenario). The remaining 4.2% and 8.0% respectively for industrial and commercial sectors in 2050 (base scenario). The total supply of LPG in high scenario by 2050 is estimated to reach 18.9 million tonnes.

Gambar 3.11 Neraca LPG

Figure 3.11 LPG balance



3.4 Batubara

Coal

3.4.1 Neraca Batubara

Produksi batubara diperkirakan akan meningkat dengan pertumbuhan rata-rata 1,7% per tahun untuk skenario dasar dan 2,7% per tahun untuk skenario tinggi. Produksi batubara pada awalnya mayoritas sebagai komoditas ekspor. Namun, sejalan dengan pertumbuhan kebutuhan batubara domestik yang meningkat 5,8% per tahun (skenario dasar) dan 7,1% per tahun (skenario tinggi), maka pangsa kebutuhan batubara domestik meningkat menjadi 75% untuk skenario dasar dan 83% skenario tinggi. Kondisi ini membuat pangsa volume ekspor batubara terhadap produksi menurun secara bertahap dari 81% pada tahun 2015 menjadi 28% tahun 2050 (skenario dasar).

Di sisi lain, sebagian kecil batubara masih diimpor untuk memenuhi kebutuhan industri tertentu, terutama sebagai reduktor dan katalis, yang pangsa mencapai 0,7% pada tahun 2015 menjadi 3,0% pada tahun 2050.

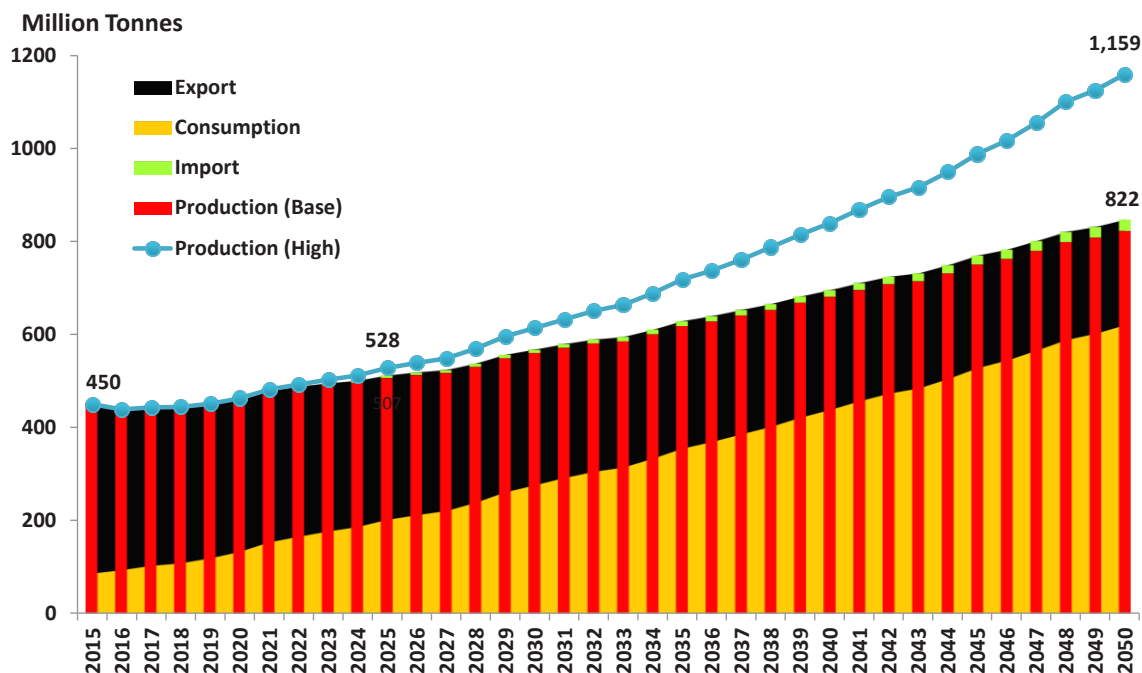
3.4.1 Coal Balance

Coal production is expected to increase with an average growth of 1.7% per year for base scenario and 2.7% per year for high scenario. Coal production was largely an export commodity but with the growing domestic demand of coal, 5.8% per year (base scenario) and 7.1% per year (high scenario), share of coal for domestic demand will increase to 75% for base scenarios and 83% for high scenario. This condition will make the share of coal export of total coal production decrease gradually from 81% in 2015 to 28% by 2050 (base scenario).

On the other hand, a small portion of coal will still be imported to meet the demand of certain industries, especially as reductor and catalyst, whose share reaches 0.7% in 2015 to 3.0% by 2050.

Gambar 3.12 Neraca batubara

Figure 3.12 Coal balance



3.4.2 Pemanfaatan Batubara

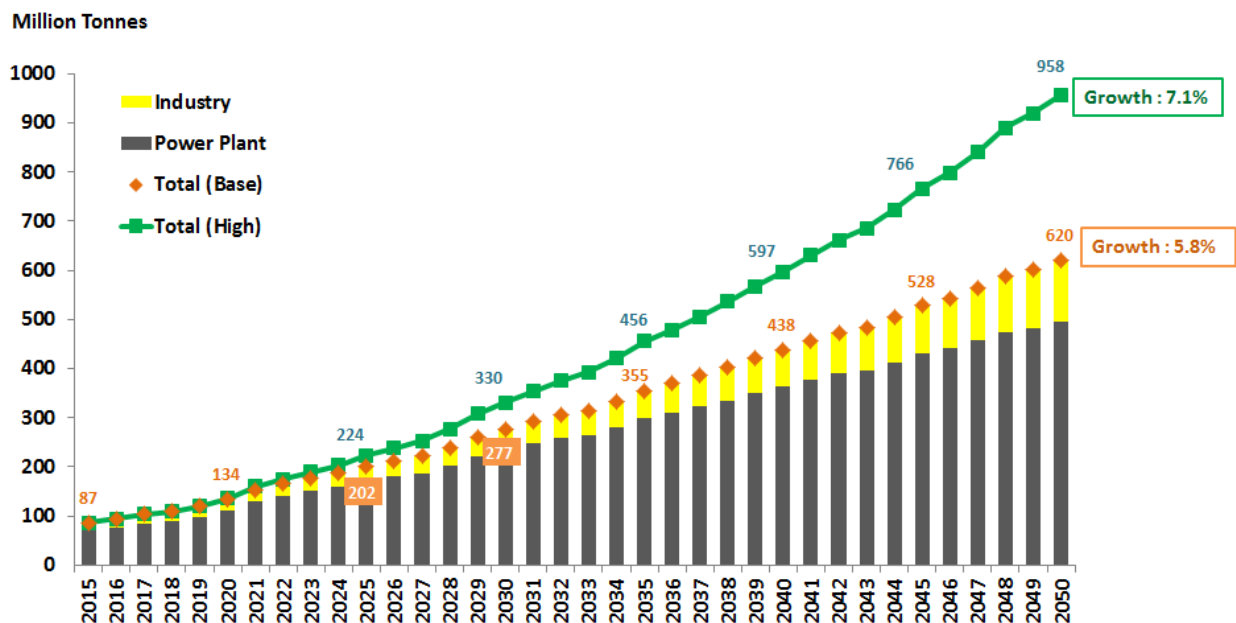
Penyediaan batubara domestik mayoritas dipasok untuk memenuhi kebutuhan pembangkit listrik dan sebagian kecil untuk memasok kebutuhan industri. Tingginya kebutuhan batubara untuk pembangkit listrik karena batubara merupakan bahan bakar fosil termurah dan banyak digunakan untuk pembangkit beban dasar. Pangsa kebutuhan batubara untuk pembangkit listrik pada tahun 2050 mencapai 79% untuk kedua skenario.

3.4.2 Coal Utilization

Domestic coal supply is mostly used to meet the demand of power plants. Only a small portion is used for industrial demand. The high demand for power plants is because coal is the cheapest fossil fuel and is widely used in base load power plant. The share of coal demand for power plants in 2050 will reach 79% for both scenarios.

Gambar 3.13 Pemanfaatan batubara

Figure 3.13 Coal utilization



3.4.3 Kasus Pembatasan Ekspor Batubara

Dalam rangka mengurangi ekspor batubara secara bertahap dan menetapkan batas waktu penghentian ekspor batubara, sebagaimana diamanatkan dalam Pasal 10 PP KEN 79/2014, disusun kasus pembatasan ekspor batubara. Seperti diketahui bahwa kontrak produksi batubara PKP2B diperkirakan secara bertahap berakhir pada tahun 2030. Namun dengan adanya perizinan baru pertambangan

3.4.3 Case of Coal Export Restrictions

In order to gradually reduce coal exports and set a deadline for the termination of coal exports, as mandated in Article 10 of Government Regulation 79/2014 on KEN, the case of coal export restriction is prepared. It is known that the PKP2B coal production contract is expected to expire gradually by 2030. However, with the new licensing of coal mining issued by the local government, coal production will continue to increase.

batubara yang dikeluarkan oleh pemerintah daerah, produksi batubara akan terus meningkat. Kebutuhan batubara domestik yang masih relatif rendah belum mampu mengimbangi peningkatan produksi ini sehingga membuka peluang meningkatnya ekspor batubara.

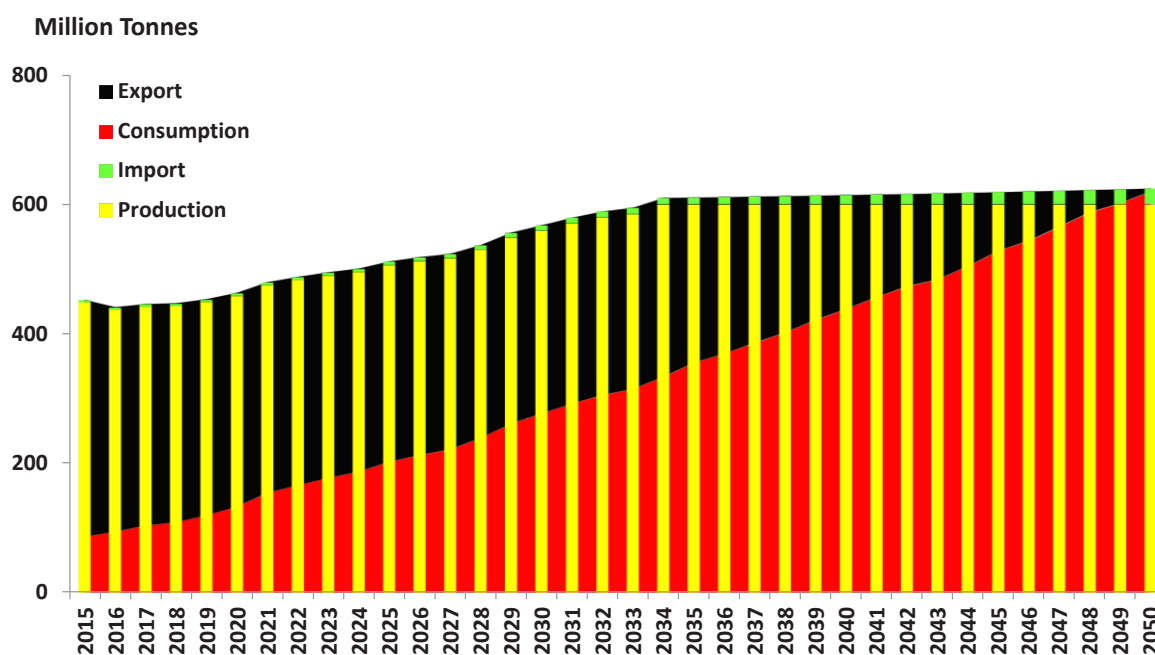
Berakhirnya status produksi batubara PKP2B secara bertahap akan mendorong perusahaan PKP2B menjadi IUPK. Dengan perubahan status kontrak ini membuat produsen batubara IUPK akan dikenakan berbagai ketentuan pajak sesuai peraturan perundangan pajak yang berlaku. Hal ini membuat ekspor batubara akan menurun, apalagi kebutuhan batubara domestik meningkat terus. Dengan kondisi ini, maka ekspor batubara Indonesia menjadi nol mulai tahun 2050.

The relatively low domestic demand for coal has not been able to balance this increase in production, thus opening up opportunities for coal exports.

The end of PKP2B coal production status will gradually push PKP2B company into IUPK. The IUPK coal producers then will be subjected to various tax provisions in accordance with applicable tax laws. This will decline the export of coal as the domestic demand of coal will continue to increase. With this condition, Indonesia's coal export is predicted to end by 2050.

Gambar 3.14 Pembatasan ekspor batubara

Figure 3.14 Coal export retrictions



3.4.4 Kasus Pengurasan Cadangan Batubara

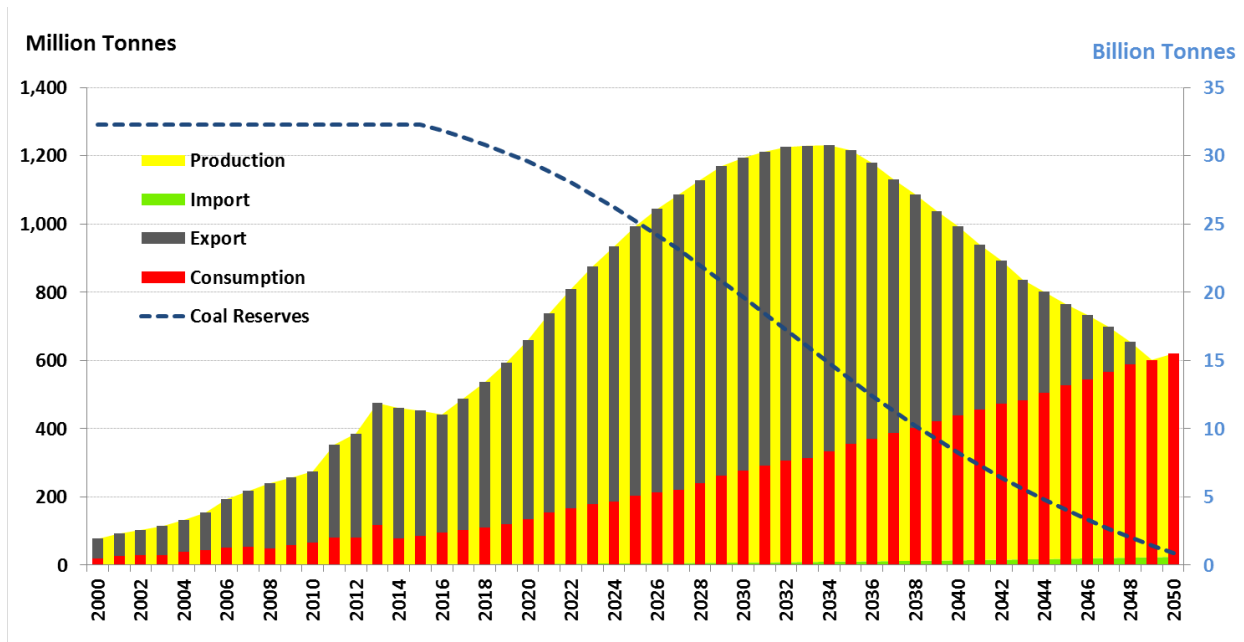
Kasus pengurasan cadangan batubara adalah kasus produksi batubara yang meningkat tajam dengan cadangan terbukti batubara yang tetap (sesuai kondisi tahun 2015). Pada kasus ini, produksi batubara diperkirakan akan terus meningkat sesuai pertumbuhan produksi batubara selama tahun 2000 sampai dengan 2015, lalu menurun sesuai dengan sisa cadangan terbukti batubara. Dengan asumsi tersebut, produksi batubara akan mencapai maksimal pada tahun 2034 yaitu 1.220 juta ton, ekspor batubara akan berakhir pada tahun 2049, dan impor batubara dalam jumlah terbatas (terutama batubara berkalori tinggi untuk industri baja dan mineral) tetap berlanjut hingga tahun 2050.

3.4.4 Case of Coal Resource Depletion

The case of coal resources depletion is a case where coal production is assumed to increase sharply as the coal proven reserves is assumed to be fixed at 2015 status. The production is expected to continue to increase following the production growth during 2000 s.d. 2015 and then decrease adjusting to the remaining proven reserves. With this assumption, coal production will reach its maximum in 2034 with 1,220 million tonnes, coal exports will end in 2049, and coal imports (especially coal with a high calorific value for steel and mineral industry) in limited quantity will continue until 2050.

Gambar 3.15 Pengurasan cadangan batubara

Figure 3.15 Coal resource depletion



3.5 Energi Baru dan Terbarukan

New and Renewable Energy

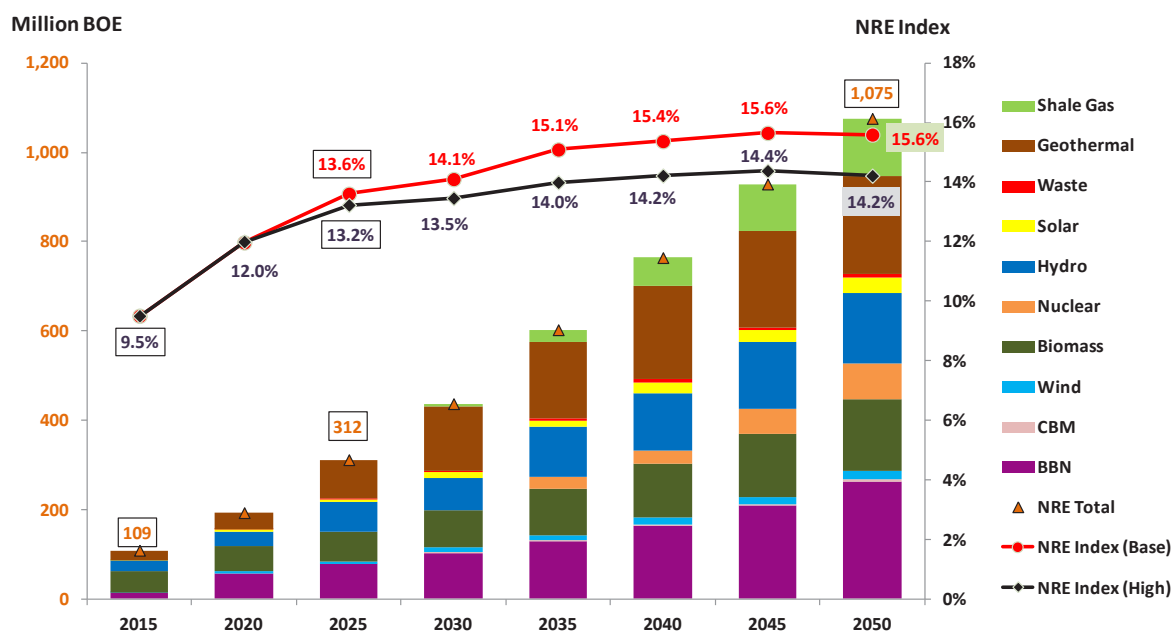
Biaya investasi penerapan teknologi berbasis energi baru dan terbarukan (EBT) masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan teknologi berbasis energi fosil. Hal ini menyebabkan pemanfaatan EBT secara nasional belum dapat maksimal. Saat ini, pangsa EBT terhadap penyediaan energi primer adalah sebesar 9,5% yang didominasi oleh biomassa, tenaga air (hidro) dan panas bumi. Meskipun hidro dan panas bumi merupakan sumberdaya EBT terbesar, namun tidak semua lokasi di Indonesia memiliki sumberdaya EBT ini.

Pada tahun 2015 pemanfaatan BBN yang berupa biodiesel masih rendah karena selisih harga biodiesel mencapai dua kali lipat dari harga acuan solar di *Mean Oil Platts Singapore* (MOPS). Namun pada tahun 2025, pangsa biodiesel mulai naik karena didukung adanya kebijakan mandatori BBN.

Investment cost in application of NRE-based technologies is still higher when compared to fossil-based. This causes the utilization of NRE can not yet be maximized. Currently, NRE's share in primary energy supply is 9.5%. It was dominated by biomass, hydro, and geothermal. Although hydro and geothermal are the largest sources of NRE, not all sites in Indonesia have the resources.

By 2015, biofuels utilization in form of biodiesel was still low because its price was twice of the Mean Oil Platts Singapore (MOPS) standard. But by the year 2025, share of biodiesel will begin to rise due to support of the mandatory policy of biofuel.

Gambar 3.16 Penyediaan EBT dan rasio kontribusi EBT
Figure 3.16 NRE supply and their contribution ratio



Penyediaan *shale gas* mulai dipertimbangkan tahun 2027, dan meningkat menjadi sekitar 1.950 MMCFD pada tahun 2050. Potensi penyediaan CBM masih sangat kecil, penambahan gas non konvensional akan lebih didominasi oleh *shale gas*. Adapun jenis EBT lain yang dipertimbangkan adalah tenaga surya, tenaga angin, dan tenaga nuklir. Hingga tahun 2050 EBT tumbuh dengan laju pertumbuhan sebesar 6,8% per tahun untuk skenario dasar, dan 7,5% untuk skenario tinggi. Pangsa EBT tersebut didominasi oleh BBN, panas bumi, biomassa, hidro dan *shale gas*.

Shale gas will start to take part in the national energy mix in 2027 and it is estimated to rise around 1,950 MMCFD by 2050. As for CBM, the potential is still very small so the addition of non-conventional gas will be dominated by shale gas. The other types of NRE being considered are solar, wind power and nuclear power. Until 2050, the NRE will grow at a rate of 6.8% per year for base scenario, and 7.5% for high scenario. Share of NRE will be dominated by biofuel, geothermal, biomass, hydro and shale gas.

3.6 Energi Primer

Primary Energy

3.6.1 Penyediaan Energi Primer

Untuk memenuhi kebutuhan energi final nasional, dibutuhkan pasokan energi primer yang masih didominasi oleh energi fosil (batubara, minyak, dan gas bumi). Batubara paling dominan dalam penyediaan energi primer, karena secara nasional batubara merupakan jenis bahan bakar termurah sehingga banyak digunakan di sektor industri dan pembangkit listrik. Peranan batubara akan terus meningkat seiring dengan pemenuhan target pemerintah dalam program pengembangan pembangkit listrik 35 GW.

Penyediaan energi primer berupa minyak bumi juga cukup dominan terutama untuk memenuhi kebutuhan energi final di sektor transportasi yang teknologinya belum tergantikan. Namun, pangsa penyediaan minyak bumi terus berkurang dengan berkembangnya teknologi yang lebih efisien dan meningkatnya pemanfaatan energi bersih.

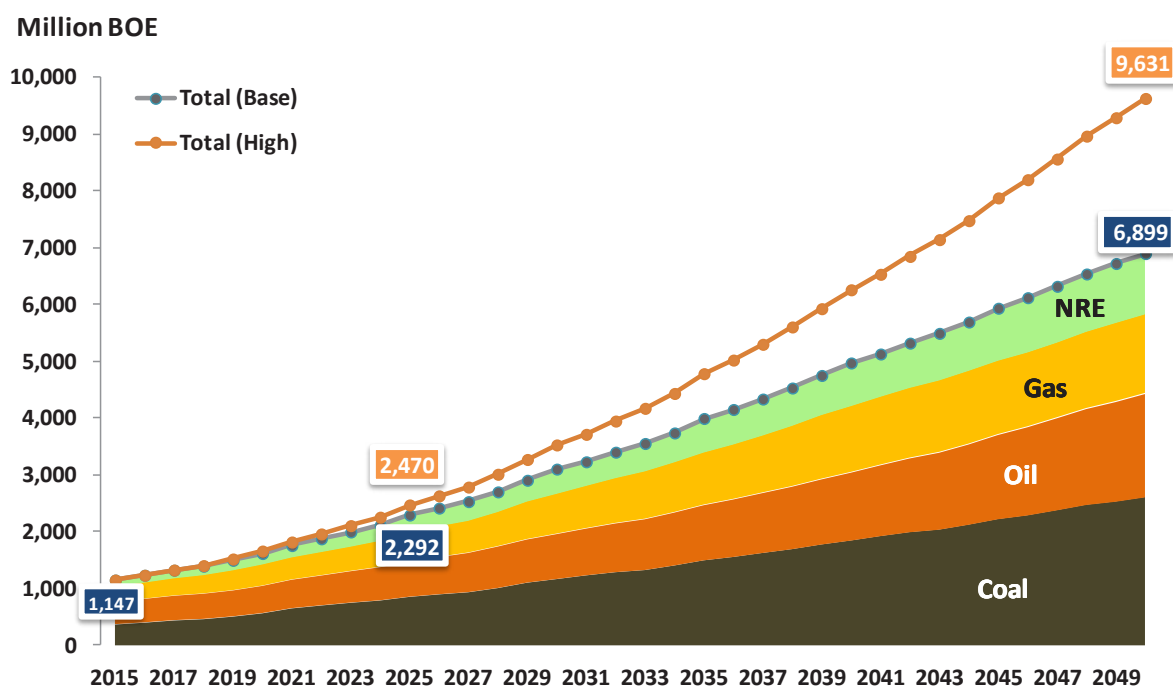
3.6.1 Primary Energy Supply

To meet the national final energy demand, primary energy supply is still dominated by fossil energy (coal, oil, and natural gas). Coal hold the highest share because of its low price that leads to wide usage in power plants and industrial sector. The role of coal will continue to increase along with the fulfillment of government targets in the 35 GW power plant program.

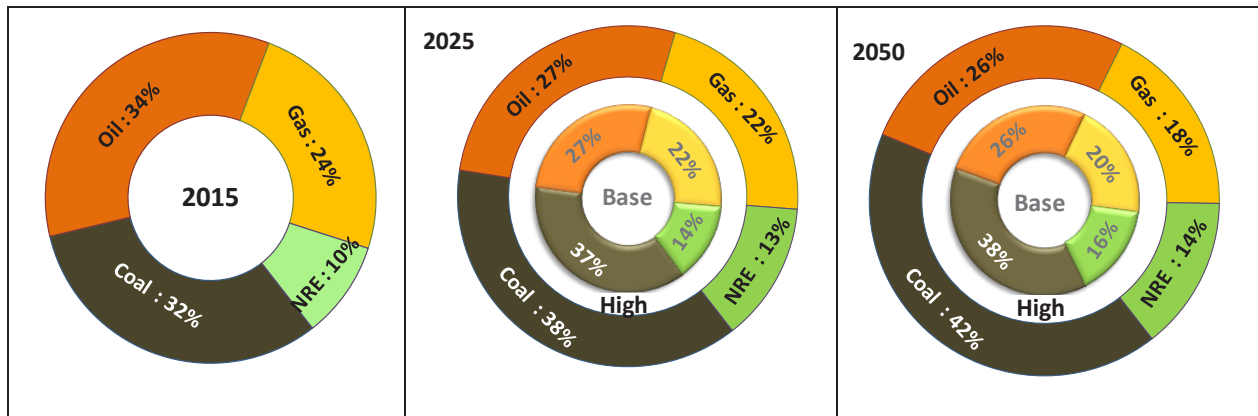
Role of oil in primary energy is also quite dominant, especially in transportation sector whose oil fuels-based technology has not yet been replaced. However, the share of oil supply will continue to decline with the development of efficient technologies and utilization of clean energy. As for natural gas, the supply will continue to increase though the

Gambar 3.17 Penyediaan energi primer

Figure 3.17 Primary energy supply



Gambar 3.18 Bauran energi primer
Figure 3.18 Primary energy mix



Penyediaan gas bumi masih akan terus meningkat ditengah kemampuan produksinya yang terus berkurang, sehingga akan meningkatkan impor gas bumi.

production will decrease inwhich increasing the import.

Semakin menipisnya sumberdaya energi fosil serta makin meningkatnya harga energi fosil di masa depan, maka penerapan EBT yang didukung oleh teknologi berbasis energi bersih secara bertahap akan meningkat, Peranan EBT dalam penyediaan energi primer akan terus meningkat cukup tinggi, namun hingga tahun 2050 belum bisa menggantikan peranan energi fosil.

Depletion of fossil energy resources and the increasing price of fossil energy will gradually increase the NRE implementation that is supported by clean energy-based technology. The role of NRE in primary energy supply will continue to increase but still can not replace the role fossil energy.

3.6.2 Rasio Impor Energi

Kondisi sumber daya energi terutama minyak bumi di Indonesia saat ini sudah cukup memprihatinkan, oleh karena itu impor energi tidak dapat dihindari. Sejak tahun 2004 Indonesia sudah mengimpor minyak bumi sebagai *intake* kilang minyak, demikian juga impor BBM untuk memenuhi konsumsi domestik. Dalam periode 2015 - 2020 belum ada peningkatan pangsa impor, kemudian dengan adanya penambahan kilang minyak mulai tahun 2025, maka pangsa impor minyak bumi terus mengalami peningkatan. Demikian juga dengan peningkatan kebutuhan gas domestik dan kebutuhan BBM terutama untuk sektor transportasi mendorong masuknya impor bahan bakar minyak dan LNG yang cukup tinggi. Saat ini kebutuhan LPG di sektor rumah tangga dipenuhi oleh komoditas impor lebih dari 60%. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan bahan bakar lain yang lebih ekonomis dan efisien sebagai substitusi LPG untuk memenuhi kebutuhan sektor rumah tangga.

3.6.2 Energy Import Ratio

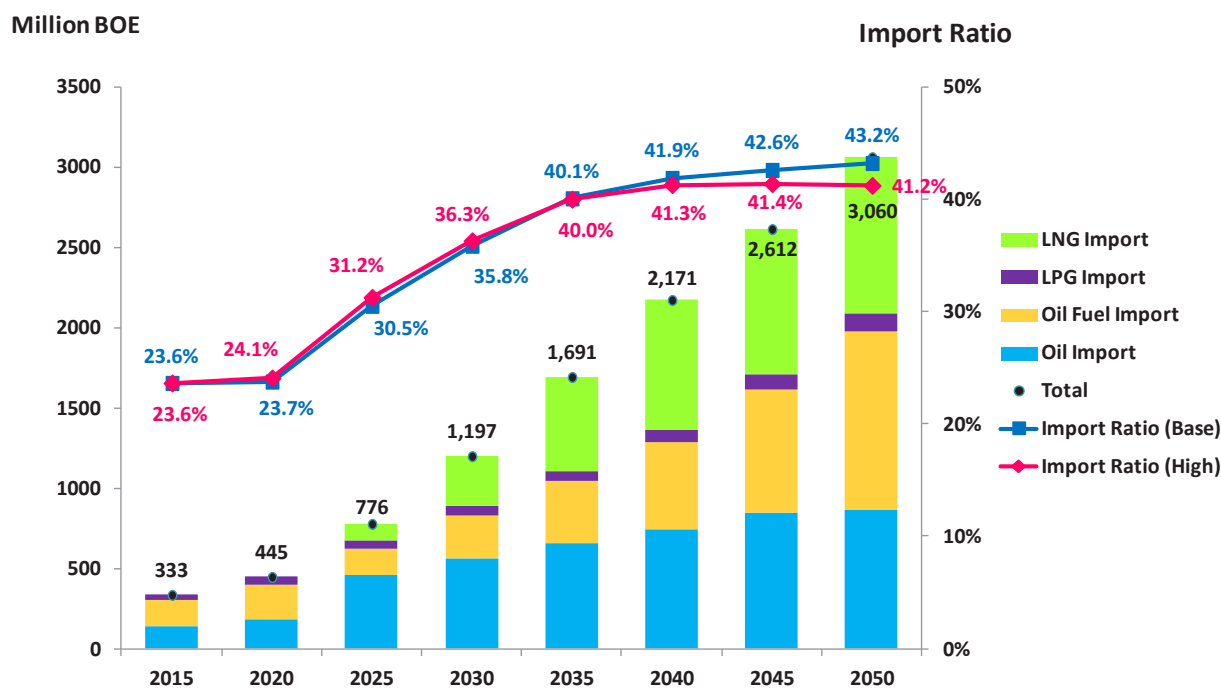
The condition of Indonesia's energy resources, especially oil, is quite concerning. Therefore, the import of energy can not be avoided. Since 2004, Indonesia had imported crude oil for refinery intake as well as oil fuels to meet domestic consumption. In the period 2015 – 2020, there will be no increase in oil imports. But with the addition of refineries, starting in 2025, the oil imports will increase. Similarly, the increase in domestic gas demand and oil fuels demand in transportation sector will encourage the rise in imports of oil fuels and LNG. Currently, more than 60% of LPG demand in household sector is met by imports. Therefore, it is necessary to consider other more economical and efficient fuels to substitute LPG in fulfilling the demand of household sector.

Mulai tahun 2040 pangsa impor energi untuk skenario tinggi lebih rendah dari skenario dasar. Hal ini disebabkan karena kebutuhan batubara meningkat lebih pesat, terutama untuk memenuhi kebutuhan batubara di sektor industri dan pembangkit listrik.

Starting 2040, share of imports in high scenario will be lower than base scenario. This is due to the increasing demand for coal for power plants and industrial sector.

Gambar 3.19 Rasio Impor energi

Figure 3.19 Energy import ratio



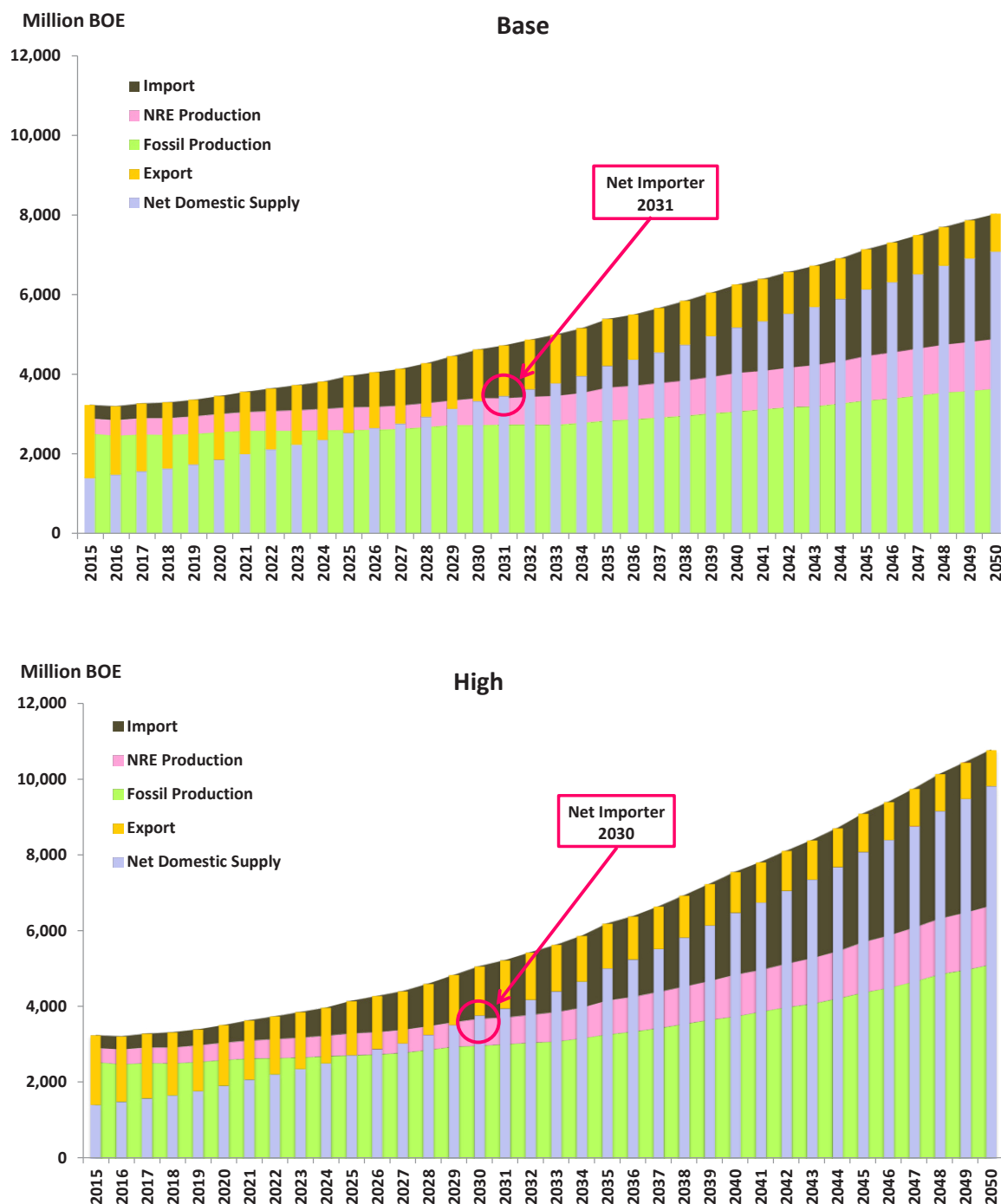
3.6.3 Neraca Energi Primer

Neraca energi merupakan keseluruhan sistem energi dalam suatu negara yang berisi informasi mengenai produksi energi dan pemenuhan kebutuhan energi baik dari dalam negeri maupun luar negeri. Pasokan energi fosil masih mendominasi pemenuhan kebutuhan energi domestik dan ekspor di Indonesia, kemudian diikuti oleh pasokan energi baru dan terbarukan serta impor energi. Untuk skenario dasar, pasokan energi fosil masih dapat memenuhi kebutuhan domestik dalam negeri hingga tahun 2026, kemudian peranan EBT masih dapat membantu pemenuhannya hingga tahun 2030. Namun sejak tahun 2031 terjadi peralihan dengan mulai dibutuhkan impor untuk memenuhi kebutuhan energi domestik, disinilah mulai terjadi net importir energi secara nasional. Pada skenario tinggi titik peralihan Indonesia menjadi net

3.6.3 Primary Energy Balance

The energy balance is a country's energy system that includes information on energy production and energy demand from domestic and abroad. Fossil energy supply still dominates the fulfillment of Indonesia's domestic energy demand and energy exports, followed by NRE and energy imports. For base scenario, fossil energy supply can still meet domestic demand until 2026 and, with the help of NRE, national energy demand can still be met by domestic supply until 2030. However strating 2031, import will required and Indonesia will become a net energy importer. In high scenario, Indonesia's switching point to a net energy importer is predicted to be one year faster, which is 2030. This is because the higher growth rate of energy demand.

Gambar 3.20 Neraca energi primer
Figure 3.20 Primary energy balance



importir diperkirakan lebih cepat yaitu pada tahun 2030, hal ini terjadi karena laju kenaikan kebutuhan energi domestik meningkat lebih cepat dari pertumbuhan pasokan energi dalam negeri.

Suatu negara yang telah menjadi *net importer country* akan membahayakan ketahanan dan keamanan energi nasional karena sangat tergantung atas impor energi. Kondisi ini perlu ditangani dengan bijak. Untuk itu, Pemerintah Indonesia perlu mendorong diversifikasi dan konservasi energi lebih dini guna memperlambat Indonesia menjadi net importir energi. Indonesia sudah mempunyai RUEN (yang tertuang dalam Perpres 22/2017) dan UU 30/2007 tetapi Permen ESDM tentang RIKEN (Rencana Induk Konservasi Energi Nasional) belum ditetapkan. Indonesia juga perlu mendorong perusahaan nasional untuk melakukan eksplorasi dan eksploitasi energi di luar negeri untuk memenuhi kebutuhan domestik.

A country that has become a net energy importer will endanger the national energy resilience and security due to high dependency on energy imports. This condition needs to be handled wisely. To that end, the Government of Indonesia needs to encourage the diversification and conservation of energy as soon as possible. Indonesia already has RUEN (General Plan of National Energy) as stipulated in Presidential Regulation 22/2017 and Law 30/2007, although the MEMR Regulation on RIKEN (National Energy Conservation Master Plan) has not been passed yet. Indonesia also needs to encourage national companies to conduct energy exploration and exploitation abroad to meet the domestic demand.

Halaman kosong / *blank page*

4

Ketenagalistrikan *Electricity*

4.1 Total Produksi dan Kebutuhan Listrik Per Sektor

Total Production and Demand of Electricity by Sector

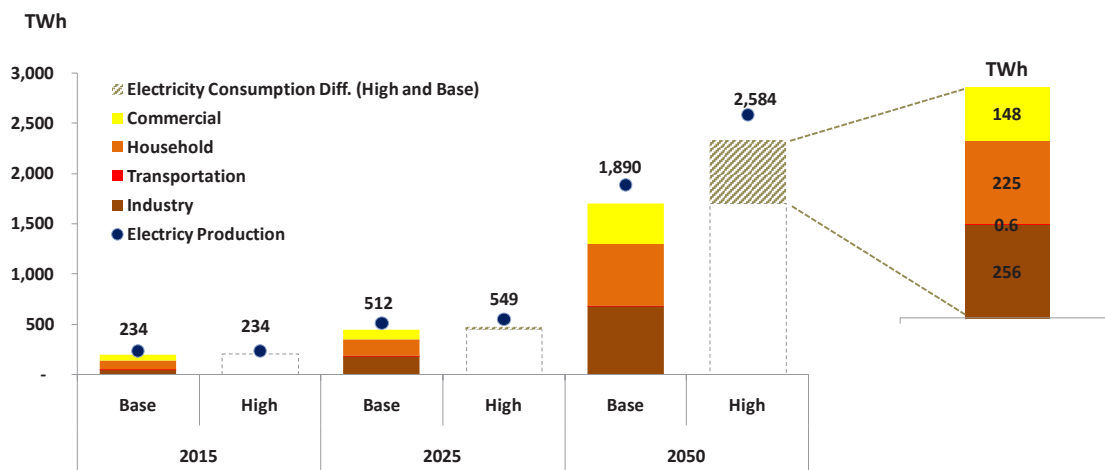
Pada kedua skenario diprediksi terjadi hal yang penting karena adanya pergeseran kontributor utama kebutuhan energi listrik, dari sektor rumah tangga menjadi sektor industri. Hal ini positif karena penggunaan energi listrik untuk keperluan konsumtif dapat dikendalikan, sebaliknya listrik didorong untuk memenuhi keperluan produktif. Pada tahun 2050, kebutuhan listrik sektor industri pada skenario tinggi lebih tinggi 37% (256 TWh) dibanding skenario dasar. Hal yang sama terjadi pada sektor rumah tangga. Adapun total produksi listrik pada skenario tinggi mencapai 2.584 TWh atau 37% lebih banyak dibanding skenario dasar (1.890 TWh).

Kebutuhan listrik per kapita pada tahun 2050 diprediksi akan mencapai 5.211 kWh per kapita untuk skenario dasar dan 7.129 kWh per kapita untuk skenario tinggi. Kebutuhan listrik per kapita pada skenario dasar, lebih rendah dari target KEN (PP 79/2014). Pada skenario tinggi kWh/kapita sedikit lebih banyak dari target KEN, karena adanya perbedaan dari sisi asumsi makro ekonomi, seperti pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk, serta perbedaan asumsi teknis ketenagalistrikan, seperti faktor kapasitas pembangkit dan susut jaringan di transmisi dan distribusi listrik.

It is predicted, for both scenarios, that there will be a shift in the pattern of electricity demand, from household sector dominance to industrial sector dominance. This is a positive outcome because the use of electrical energy for consumptive purposes can be controlled and is encouraged to meet productive sector demand. Furthermore, by 2050, the demand for electricity in industrial sector in high scenario is 37% higher (256 TWh) than the base scenario. The same thing happens in household sector. Total electricity production in the high scenario is 2,584 TWh, an increase of 37% compared to base scenario of 1,890 TWh.

The electricity demand per capita by 2050 is predicted to reach 5,211 kWh for base scenario and 7,129 kWh for high scenario. The electricity demand per capita in base scenario is lower than KEN target (Government Regulation 79/2014). In high scenario, kWh/capita is slightly higher than KEN target due to differences in macroeconomic assumptions, such as economic and population growth, as well as differences in electricity technical assumptions like plant capacity factor and losses in electricity transmission and distribution networks.

Gambar 4.1 Total produksi listrik dan kebutuhan listrik per sektor
Figure 4.1 Total production and demand of electricity by sector



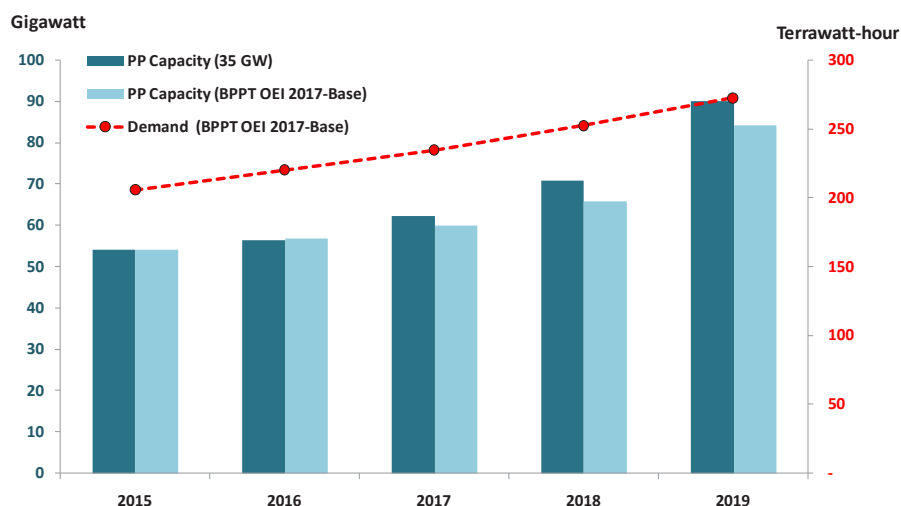
4.2 Kapasitas Pembangkit Listrik Jangka Pendek

Short Term Generating Capacity

Program 35 GW bertujuan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat Indonesia dari Sabang sampai Merauke. Hal ini tentu akan berdampak signifikan bagi pertumbuhan ekonomi di luar Jawa, yang sebelumnya kekurangan suplai listrik. Dengan proyeksi pertumbuhan ekonomi rata-rata 6,8 persen per tahun, penambahan kapasitas listrik di dalam negeri membutuhkan sedikitnya 7 gigawatt (GW) per tahun. Artinya, dalam periode 2015-2019, penambahan kapasitas sebesar 35 GW menjadi suatu keharusan. Kebutuhan sebesar 35 GW tersebut telah dikukuhkan dalam dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019. Namun ternyata realisasi pertumbuhan ekonomi sudah tidak sesuai dengan perkiraan. Pada tahun 2015, pertumbuhan PDB hanya mencapai 4,9%, tahun 2016 5,0%, dan tahun 2017 diperkirakan hanya mencapai 5,1%. Dengan demikian, terjadinya pelambatan pertumbuhan ekonomi tersebut akan berpengaruh pada penambahan kapasitas pembangkit listrik. Selama periode 2015-2019, diprediksi pertumbuhan ekonomi mencapai rata-rata 5,2% per tahun. Tambahan pembangkit listrik yang dibutuhkan adalah sebesar 30 GW, sedikit lebih rendah (5 GW) dibanding target pemerintah.

The 35 GW program aims to meet electricity demand of the people of Indonesia from Sabang to Merauke. This will certainly have a significant impact on economic growth outside Java which previously lacked electricity supplies. With an average economic growth projection of 6.8 percent per year, it requires the addition of domestic electricity capacity of at least 7 gigawatts (GW) per year. This means, in the period 2015-2019, the addition capacity of 35 GW is a necessity. The requirement of 35 GW has been affirmed in National Medium Term Development Plan (RPJMN) 2015-2019. However, the realization of economic growth is differ from the forecast. By 2015, GDP growth only reached 4.9% and in 2017 it is estimated to reach only 5.1%. The slowdown will affect the addition of power generation capacity. During the period 2015-2019, economic growth is predicted to reach an average of 5.2% per year. Additional power generation capacity needed are 30 GW, slightly lower (5 GW) than the Government target.

Gambar 4.2 Kapasitas Pembangkit Listrik Jangka Pendek (2015-2019)
Figure 4.2 Short Term Generating Capacity (2015-2019)



4.3 Kapasitas Pembangkit Listrik

Power Plant Capacity

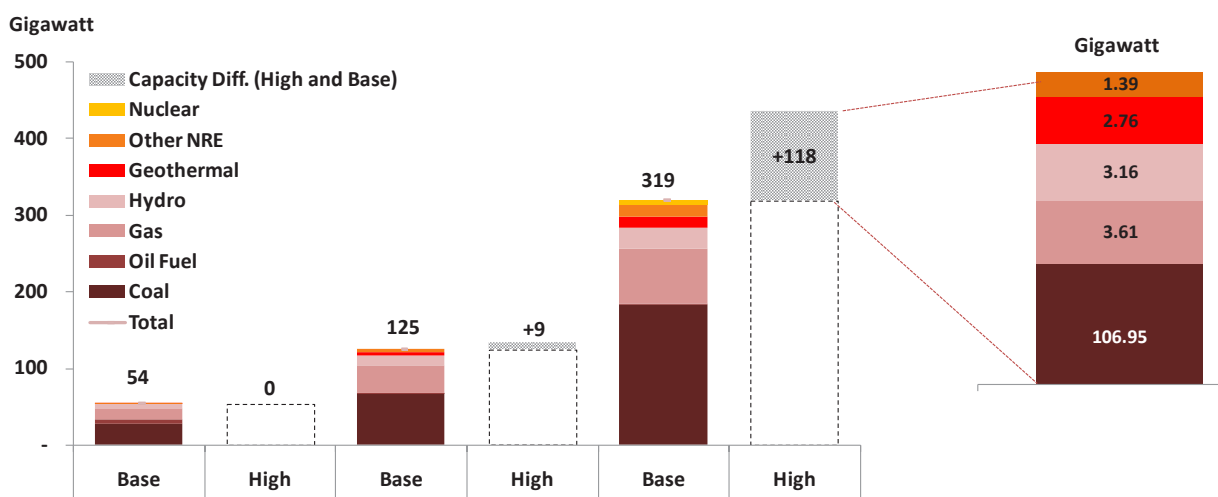
Total kapasitas pembangkit listrik pada tahun 2015 mencapai 53,97 GW, terdiri dari pembangkit PLN (75%), IPP (16%), IO, dan PPU (9%). Total kapasitas pembangkit listrik pada tahun 2050 akan mencapai 437 GW untuk skenario tinggi, atau 37% lebih banyak dibanding skenario dasar (319 GW). Khusus PLTU batubara akan meningkat tajam sebesar 59%, yaitu dari 182,7 GW (skenario dasar) menjadi 289,7 GW (skenario tinggi). Hal ini terjadi karena Indonesia mempunyai sumber daya batubara yang banyak, dan PLTU batubara merupakan pembangkit listrik beban dasar termurah (selain PLTA).

Selanjutnya, pembangkit listrik berbasis EBT mengalami kenaikan lebih dari 7,3 GW (13%) pada skenario tinggi dibandingkan dengan skenario dasar. Jenis pembangkit EBT yang dipertimbangkan adalah PLTP, PLTA, PLTB, PLTS, PLTSa, PLT biomassa, PLTM, dan PLT biodiesel. Khusus PLTN diprediksi akan masuk ke sistem kelistrikan Jawa-Bali pada tahun 2035 dengan kapasitas 2 GW, dan naik menjadi 6 GW pada tahun 2050. Ini berlaku untuk kedua skenario.

The total capacity of power plants by 2015 reached 54 GW, consists of PLN power plants (75%), IPP (16%), IO and PPU (9%). Total power plants capacity by 2050 will reach 437 GW for high scenarios, or 37% more than base scenario (319 GW). Coal-fired power plants will increase sharply by 59%, i.e. from 182.7 GW (base scenario) to 289.7 GW (high scenario). This is because Indonesia still has a lot of coal resources and coal-fired power plant is the cheapest base load power plant (aside from hydro power plant).

Furthermore, the NRE power plant will increase more than 7.3 GW (13%) in high scenario compared to base scenario. Types of NRE power plants being considered are geothermal, hydro, wind, solar, landfill, biomass, minihydro, and biodiesel. Nuclear power plant is estimated to enter the Java-Bali electricity system in 2035 with a capacity of 2 GW, and will increase up to 6 GW in 2050. This applies to both scenarios.

Gambar 4.3 Kapasitas pembangkit listrik
Figure 4.3 Electricity generation capacity



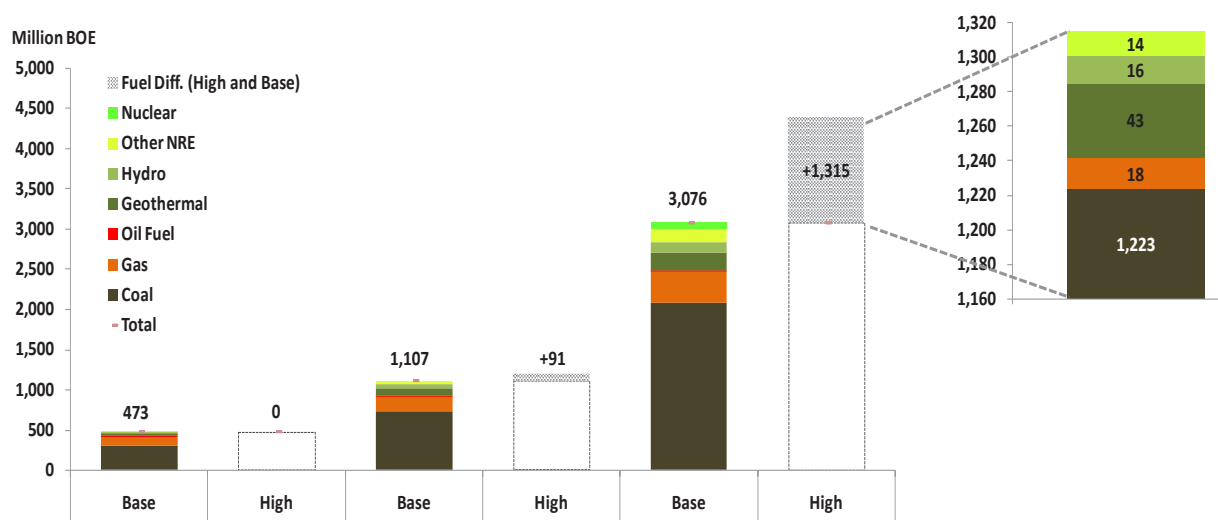
4.4 Kebutuhan Bahan Bakar Pembangkit Listrik

Power Plant Fuel Demand

Pada skenario tinggi, kebutuhan bahan bakar batubara akan bertambah secara signifikan. Tahun 2050 misalnya, kebutuhan batubara tersebut naik 59% dibanding skenario dasar, dari 2,078 juta SBM (495 juta ton) menjadi 3,301 juta SBM (786 juta ton). Hal ini disebabkan karena sekitar 75% dari total tambahan pasokan listrik yang akan dibangun diprediksi berupa PLTU batubara. Sementara sisanya merupakan pembangkit listrik berbasis gas bumi, BBM, dan EBT, dengan pangsa masing-masing sebanyak 9% (gas bumi), 1% (BBM), dan 15% (EBT).

In high scenario, the demand for coal will increase significantly. In 2050 for example, demand for coal increases 59% compared to base scenario, from 2.078 million BOE (495 million tonnes) to 3.301 million BOE (786 million tonnes). This is because 75% of the total additional electricity is predicted coming from coal-fired power plant and the remaining will be fulfilled by natural gas, oil fuels, and NRE-based power generation, with share of 9%, 1%, and 15% respectively.

Gambar 4.4 Kebutuhan bahan bakar pembangkit listrik
Figure 4.4 Power plant fuel demand



4.5 Tambahan Kapasitas Pembangkit Listrik

Additional Capacity of Power Plant

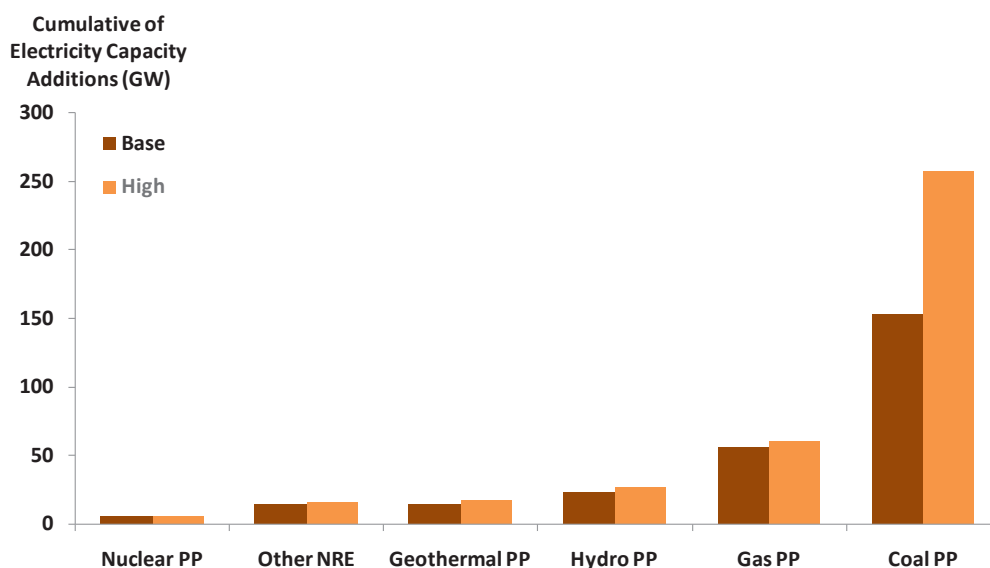
PLTU batubara akan mendominasi tambahan kapasitas pembangkit listrik yang dibutuhkan selama rentang waktu 2015–2050 pada kedua skenario. Pangsa tambahan PLTU batubara adalah 58% s.d. 68% dari total penambahan kapasitas sebesar 155 GW (skenario dasar) dan 262 GW (skenario tinggi).

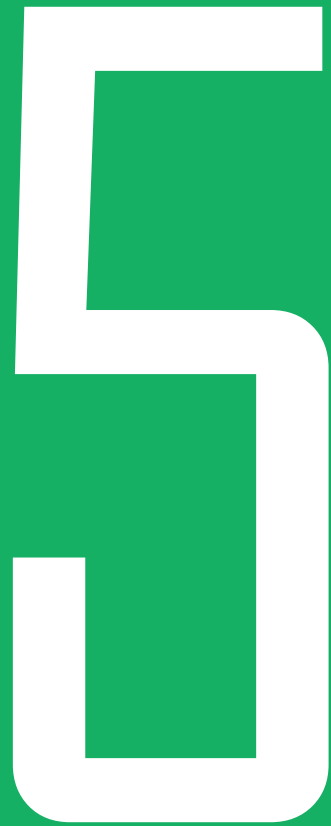
The coal-fired power plant will dominate the additional power generation capacity during 2015–2050 period in both scenarios. The share of additional coal-fired power plant is ranging from 58% to 68% of total additional capacity of 155 GW (base scenario) and 262 GW (high scenario).

Pembangkit berbahan bakar gas bumi (PLTGU, PLTMG, dan PLTG) memerlukan tambahan kapasitas sebanyak 58 GW (skenario dasar) dan 61 GW (skenario tinggi). Selanjutnya, pembangkit listrik berbasis EBT, berturut-turut diprediksi akan mempunyai tambahan kapasitas sebanyak 51 GW (skenario dasar) dan 58 GW (skenario tinggi), termasuk PLTN sebanyak 6 GW. Kemudian, beberapa PLTD berbahan bakar biodiesel B20 diproyeksikan masih dibangun di daerah terpencil, khususnya Indonesia bagian timur. Tambahan total kapasitas PLTD untuk kedua skenario tersebut sekitar 2,5 GW.

Gas-fired power plants (PLTGU, PLTMG, and PLTG) require additional capacity of 58 GW (base scenario) and 61 GW (high scenario). Furthermore, NRE-based power plants are predicted to have additional capacity of 51 GW (base scenario) and 58 GW (high scenarios), including 6 GW of nuclear power plants. In addition, several B20 biodiesel fuel plants are projected to be built in remote areas, especially eastern Indonesia. Total addition capacity of diesel power plant for both scenarios is about 2.5 GW.

Gambar 4.5 Tambahan kapasitas pembangkit listrik
Figure 4.5 Additional capacity of power plant





Inisiatif Pengembangan Teknologi Energi Bersih

*Clean Energy Technology
Development Initiative*

5.1 Kebijakan Pengembangan Energi Bersih

Clean Energy Development Policy

Sepuluh tahun yang lalu, Bank Dunia sudah memprakirakan bahwa pasokan energi primer secara global akan meningkat dengan faktor 1,6 sampai 3,5 saat itu hingga tahun 2050 dan untuk negara berkembang faktor tersebut berkisar antara 2,3 sampai 5,2. Dalam proyeksi BPPT-OEI 2016 untuk rentang waktu 2015-2050 faktor peningkatan pasokan energi primer tersebut lebih besar lagi, yakni berkisar antara 5,3 sampai 6,8. Selama periode tersebut bila tidak ada perubahan kebijakan dan program untuk meningkatkan investasi untuk teknologi energi bersih, maka negara berkembang akan mengikuti arah masa lalu negara industri yang menggunakan teknologi intensif karbon. Negara-negara maju saat ini sudah mengeluarkan berbagai kebijakan dan perubahan struktur perekonomian dalam rangka untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) secara drastis yang sering disebut "transisi energi". Transisi energi merupakan program dan kebijakan jangka panjang dengan isu utama adalah peningkatan penggunaan energi yang efisien, penerapan teknologi rendah karbon, dan elektrifikasi di sisi pengguna akhir.

Pemerintah Indonesia juga terus berusaha untuk meningkatkan penggunaan energi yang ramah lingkungan. Meskipun demikian, pengembangan energi terbarukan di Indonesia masih banyak kendala. Pemerintah perlu mendukung dan mendorong tumbuhnya industri nasional yang terkait dengan pengembangan teknologi energi bersih. Pemerintah melalui berbagai kebijakan harus memastikan bahwa pengembangan dan integrasi energi terbarukan yang efisien merupakan bagian penting dari sistem energi Indonesia di masa depan. Berbagai kebijakan yang sudah dikeluarkan pemerintah terkait dengan pengembangan energi bersih, antara adalah:

- Undang-Undang 6/1994 tentang Pengesahan Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim
- Undang-Undang 32/2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Peraturan Presiden 61/2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca
- Peraturan Presiden 71/2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional

Ten years ago, the World Bank had predicted that the global primary energy supply would increase by a factor of 1.6 to 3.5 then by 2050 and for developing countries it ranged from 2.3 to 5.2. In the BPPT-OEI 2016- for 2015-2050 periods projection of primary energy supply increase factor is even greater, ranging from 5.3 to 6.8. During that period if there is no change in policies and programs to increase investment for clean energy technology, the developing countries will follow the past direction as industrial countries using carbon-intensive technology. Developed countries are now issuing various policies and changes in the economic structure in order to dramatically reduce greenhouse gas (GHG) emissions often called "energy transitions". The energy transition is a long-term program and policy with major issues being increased energy use, implementation of low-carbon technologies and electrification on the end-user side.

The Government of Indonesia also continues to strive to increase the use of environmentally friendly energy. Nevertheless, the development of renewable energy in Indonesia is still a lot of obstacles. National industries committed to developing the industry have not grown. The government needs to support and encourage the growth of national industries related to the development of clean energy technologies. Governments through various policies should ensure that the development and integration of efficient renewable energy is an important part of Indonesia's energy system in the future. Various government policies that have been issued related to clean energy development are:

- *Law 6/1994 on Ratification of the United Nations Framework Convention on Climate Change*
- *Law 32/2009 on Environmental Protection and Management*
- *Presidential Regulation 61/2011 on National Action Plan for Green House Gas Emission Reduction;*
- *Presidential Regulation 71/2011 on the Implementation of National Greenhouse Gas Inventory*

- Peraturan Pemerintah 79/2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN)
- Undang-Undang 16/2016 tentang Pengesahan Persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim
- Peraturan Presiden 22/2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).

Sejalan dengan Persetujuan Paris, pemerintah terus melakukan mitigasi emisi GRK untuk memenuhi komitmen yang tertuang dalam *Nationally Determined Contribution* (NDC). Dalam hal mitigasi, komitmen penurunan emisi GRK Indonesia dinyatakan dalam persen reduksi terhadap tingkat emisi baseline di tahun 2030. Pada dokumen NDC, komitmen penurunan emisi GRK Indonesia dinyatakan dalam dua kategori komitmen, yaitu tanpa syarat dan bersyarat. Target reduksi untuk komitmen tanpa syarat sebesar 29% dan untuk bersyarat sebesar 41%. Tambahan target reduksi 12% pada komitmen bersyarat diharapkan dapat dicapai apabila terdapat bantuan internasional dalam bentuk kerjasama yang meliputi alih teknologi, pengembangan kapasitas, bantuan teknis, dan pendanaan.

- *Government Regulation 79/2014 on National Energy Policy (KEN)*
- *Law 16/2016 on the Ratification of the Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change*
- *Presidential Regulation 22/2017 on the General Plan of National Energy (RUEN).*

In line with the Paris Agreement, the government continues to mitigate GHG emissions to meet the commitments set forth in the Nationally Determined Contribution (NDC). In terms of mitigation, Indonesia's GHG emission reduction commitment is expressed in a reduction percentage of the baseline emissions level by 2030. In the NDC document, Indonesia's GHG emission reduction commitment is expressed in two commitment categories, namely unconditional and conditional. The reduction target for unconditional commitment is 29% and conditional is 41%. Additional 12% reduction target on conditional commitment is expected to be achieved if there is international assistance in the form of cooperation covering technology transfer, capacity building, technical assistance, and funding.

5.2 Melacak Perkembangan Energi Bersih

Tracking Clean Energy Progress

IEA telah menerbitkan *Energy Technology Perspectives 2017* yang berisi arah pengembangan sistem energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Laporan ini menampilkan inovasi 26 teknologi energi bersih berdasarkan data investasi penelitian dan pengembangan dari publik dan swasta. Arah pengembangan teknologi dikelompokkan menjadi 3 kategori yaitu: sesuai jalur, ada perbaikan tetapi memerlukan usaha tambahan, dan tidak sesuai jalur. Berikut ini pengelompokan teknologi untuk ketiga kategori tersebut:

- Sesuai jalur: PLTS, PLTB di darat, penyimpang energi, dan kendaraan listrik
- Ada perbaikan tetapi memerlukan usaha tambahan: PLTN, kendaraan ringan berbahan bakar ekonomis, proses di industri intensif energi, penerangan, peralatan listrik dan bangunan
- Tidak sesuai jalur: PLTU batubara yang efisien, penangkapan dan penyimpanan karbon, pembangunan gedung, dan BBN untuk transportasi.

Penyebaran PLTS, PLTB di darat dan kendaraan listrik meningkat dengan cepat, namun tingkat pertumbuhannya melambat. Pertumbuhan PLTU batubara paling tinggi dibandingkan dengan total pembangkit berbahan bakar fosil lainnya, sedangkan PLTN mengalami stagnasi serta penangkapan dan penyimpanan karbon sangat lambat pertumbuhannya. Perkembangan teknologi energi bersih saat ini menunjukkan bahwa meskipun upaya untuk percepatan masih terus dilakukan tetapi komitmen politik dan finansial belum memadai untuk mendukung keberlanjutan sistem energi global jangka panjang.

Pengembangan teknologi energi bersih yang prospektif untuk setiap negara tentunya cukup bervariasi. Namun demikian, hasil pemetaan dari IEA tersebut dapat menjadi panduan dalam pemilihan prioritas pengembangan teknologi di Indonesia. Dalam buku ini akan dievaluasi beberapa teknologi energi bersih yang prospektif yaitu: pembangkit listrik energi terbarukan, bahan bakar nabati, mobil listrik, industri hijau, dan bangunan hijau.

The IEA has published Energy Technology Perspectives 2017 which contains the direction of developing cleaner and more sustainable energy systems. This report features innovations on 26 clean energy technologies based on data from public and private investment in research and development. The direction of technological development is grouped into 3 categories, namely: on track, improvement, but more effort needed, and not on track. Here are the technological breakdowns for these three categories:

- *On track: solar PV, onshore wind, energy storage, and electric vehicle*
- *Improvement, but more effort needed: nuclear power plant (NPP), fuel economy of light-duty vehicle, energy-intensive industrial process, lighting, appliance and building equipment*
- *Not on track: more efficient coal-fired power plant, carbon capture and storage, building construction, and transport biofuels.*

The spread of solar PV, onshore wind and electric vehicles increased rapidly, but the growth rate slowed. The growth of coal-fired power plants is the highest compared to the total other fossil fuel power plants, while the NPP is stagnant and carbon capture and storage is very slow growth. The current development of clean energy technology shows that although efforts to accelerate are still ongoing but political and financial commitments are inadequate to support the long-term sustainability of the global energy system.

The development of prospective clean energy technologies for each country is of course quite varied. However, the mapping outcome of the IEA can be a guide in the selection of technology development priorities in Indonesia. In this book we will evaluate some of the prospective clean energy technologies: renewable energy for power plants, biofuels, electric cars, green industry, and green buildings.

5.3 Analisis Pemanfaatan Energi Bersih

Analysis of Clean Energy Utilization

5.3.1 Kasus Optimalisasi Pembangkit Listrik EBT

LCOE (*Levelized Cost of Electricity*) adalah parameter penting pada industri utilitas untuk mengetahui besarnya biaya listrik yang dihasilkan oleh sebuah pembangkit. LCOE ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya biaya investasi awal, biaya operasional dan perawatan, biaya bahan bakar, dan tingkat diskonto (*discount rate*). Untuk menghitung LCOE tersebut digunakan data-data tekno-ekonomi seperti pada tabel di bawah. Sedangkan rumusan LCOE yang dipakai adalah dari NREL (*National Renewable Energy Laboratory- USA*). Untuk asumsi harga bahan bakar diambil dari dokumen RUPTL PT PLN (Persero) 2017-2026.

Selanjutnya, dengan memperhitungkan asumsi harga bahan bakar diatas dan data tekno-ekonomi, serta tingkat diskonto sebesar 10% per tahun, maka diperoleh LCOE untuk teknologi pembangkit listrik berbasis fosil maupun EBT.

5.3.1 Case of NRE Power Plant Optimization

LCOE (*Levelized Cost of Electricity*) is an important parameter in the utility industry to know the amount of electricity cost generated by a power plant. The LCOE is influenced by several factors, including initial investment costs, operational and maintenance costs, fuel costs, and discount rate. To calculate the LCOE is used techno-economic data as shown in table below. While the LCOE formula used is from NREL (*National Renewable Energy Laboratory-USA*). For assumption of fuel price taken from RUPTL documents PT PLN (Persero) 2017-2026.

Furthermore, taking into account the above fuel price assumptions and techno-economic data, as well as the discount rate of 10% per year, the LCOE is obtained for fossil-based and EBT-based power generation technologies.

Tabel 5.1 Data tekno-ekonomi pembangkit
Table 5.1 Techno-economic data of power plant

Jenis Pembangkit / Type of Power Plant	Overnight Capital Cost (\$/kW)	Fix. O&M Cost (\$/kW)	Variabel O&M Cost (\$/MWh)
Coal Steam (Min) China *	813.00	24.42	3.37
Coal Steam (Max) Portugal*	3,067.00	92.12	12.70
Coal Steam (Median)*	2,264.00	34.54	3.40
Natural Gas CCGT (Min) China*	627.00	14.67	0.20
Natural Gas CCGT (Max) New Zealand*	1,289.00	48.17	4.30
Natural Gas CCGT (Median)*	1,014.00	29.44	2.70
Natural Gas CCGT (Median) LNG*	1,014.00	29.44	2.70
Geothermal (Min) Turkey*	1,493.00		100.00
Geothermal (Max) United Kingdom*	6,625.00		37.09
Geothermal (Median)*	5,823.00		45.00
Large Solar-PV (Min) China*	937.00	1.82	11.30
Large Solar-PV (Max) Japan*	2,563.00	59.99	30.90
Large Solar-PV (Median)*	1,436.00	26.67	4.70
Large Hydro (Min) China*	598.00		10.57
Large Hydro (Max) Japan*	8,687.00		22.57
Large Hydro (Median)*	2,493.00		16.57
Small Hydro (Min)(10MW or less) United States*	1,369.00		5.19
Small Hydro (Max) Germany*	9,400.00		41.10
Small Hydro (Median)*	5,281.00		23.15
On-Shore Wind Generation (Max)*	2,999.00	69.72	34.70
On-Shore Wind Generation (Min)*	1,200.00	27.90	13.88
On-Shore Wind Generation (Median)*	1,804.00	45.48	5.90
Biomass & Biogas (Min) Netherland-cofiring of wood pellets*	587.00		4.00
Biomass & Biogas (Max) Italy-Biogas Engine*	8,667.00		63.36
Biomass Bubbling Fluidized Bed-USA (Wood)**	4,922.89	108.63	4.15
Stand Alone Biomass ***	3,830.00	95.00	15.00
Nuclear (Min) China -LWR Advanced Versions*	1,807.00	43.18	0.90
Nuclear (Max) Hungary - LWR Advanced Versions*	6,215.00	204.26	14.60
Nuclear (Median)*	4,896.00	68.80	6.90
PLTMG-Reciprocating Internal Combustion Engine (Min)-US****	635.12	3.27	2.77
PLTMG-Reciprocating Internal Combustion Engine (Max)-US**	1,325.28	6.81	5.78
PLTMG-Reciprocating Internal Combustion Engine (Median)-US	980.20	5.04	4.27
PLTMG-Reciprocating Internal Combustion Engine (Median)-US-LNG	980.20	5.04	4.27
Gas Turbine (Max)***	651.00	5.26	29.90
Gas Turbine (Min)*****	587.91	9.99	4.70
Gas Turbine **	669.55	6.72	10.57
Reciprocating Engine > 1MW (Diesel PP)*****	587.91	17.64	5.88

Sumber/source: * IEA (2015), ** EIA (2016), *** NREL (2012), **** EPRI (2003), ***** EC (2010)
Harga konstan 2015 / Constant price 2015

Nilai LCOE yang relatif rendah menunjukkan bahwa listrik atau energi yang dihasilkan dari pembangkit tersebut memiliki biaya yang rendah, sehingga dapat menghasilkan keuntungan yang tinggi untuk investor. Nilai median LCOE terendah adalah untuk pembangkit berbahan bakar batubara, sebesar 67,13 \$/MWh (893 Rp/kWh), pada harga batubara 70 \$/ton. Perhitungan tersebut menguatkan kita bahwa pembangkit batu bara merupakan pembangkit yang murah. Namun perlu diperhatikan dampak lingkungan dari pemanfaatan batubara, mulai dari penambangan batu bara sampai pasca penggunaannya di pembangkit. Selain PLTU batubara, sumber listrik termurah lainnya adalah PLTGU pada harga gas alam 7 \$/MMBTU, serta PLTA.

Salah satu tren utama yang muncul di dunia saat ini adalah penurunan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir dalam kaitannya dengan biaya EBT, sebagai hasil dari penggunaan teknologi yang lebih baik dan dukungan pemerintah yang terus berlanjut. Hal ini dapat dilihat untuk teknologi PLTS, PLTB dan PLTN.

Untuk PLTS tipe *large ground mounted solar PV*, nilai median LCOE adalah 88,73 \$/MWh (1.180 Rp/kWh). Sedangkan untuk PLTB dan PLTN, nilai median line LCOE-nya berturut turut sebesar 128 \$/MWh (1.703 Rp/kWh) dan 87,12 \$/MWh (1.159 Rp/kWh). Apabila diperhatikan, biaya pembangkitan PLTN tidak terpaut jauh bila dibandingkan dengan teknologi beban dasar lainnya seperti PLTU batubara, PLTA, dan PLTGU. Dengan demikian pembangunan PLTN ini sangat layak untuk dipertimbangkan, tentunya bila kondisi sosial politik masyarakat memungkinkan. Adapun teknologi PLTN yang dipertimbangkan adalah reaktor generasi III yaitu *Light Water Reactors* (LWR).

Pada kasus energi bersih ini penerapan pembangkit listrik berbasis EBT dimaksimalkan. Tentunya hal ini berdampak pada kebutuhan biaya investasi serta biaya pembangkitan listrik yang akan ditanggung PLN. Namun di sisi lain akan terjadi penurunan emisi CO₂ secara signifikan, sebesar 22% dibanding skenario dasar, dan penghematan konsumsi bahan bakar fosil. Total penurunan emisi CO₂ yang terjadi selama periode 35 tahun adalah sebesar 6.150 juta ton CO₂. Sedangkan penghematan pemakaian bahan bakar fosil jenis batubara, untuk periode yang sama, adalah total sebesar 2.231 juta ton, atau terjadi penghematan sebesar 23% dibanding skenario dasar. Untuk bahan bakar gas alam dan BBM terjadi penghematan berturut-turut sebesar 25.126 MMSCFD (18%) dan 3.946 juta liter (10%).

Pada kasus energi bersih ini, peranan pembangkit listrik EBT jauh lebih tinggi dibanding skenario dasar, dengan tambahan kapasitas total pembangkit EBT mempunyai

The relatively low LCOE value indicates that the electricity or energy generated from the plant has a low cost, which can generate high returns for investors. The lowest LCOE median value is for coal-fired pp, amounting to 67.13 \$/MWh (893 Rp/kWh), at a coal price of 70 \$/ton. The calculations reinforce us that coal-fired plants are cheap generators. However, it is important to note the environmental impacts of coal utilization, from coal mining to post-use in power plants. In addition to coal power plant, the other cheapest electricity source is combine cycle pp at natural gas price of 7 \$/MMBTU, and hydro pp.

One of the main trends emerging in the world today is the significant decline of NRE pp costs as a result of better use of technology and ongoing government support. This can be seen in the technology of solar PV, wind pp and NPP.

For large ground mounted solar PV, the median LCOE value is 88.73 \$/MWh (1,180 Rp/kWh). While for wind pp and NPP, the median value of LCOE is consecutively 128 \$/MWh (1,703 Rp/kWh) and 87.12 \$/MWh (1,159 Rp/kWh). The cost of NPP is not far from other base-load power plants such as coal power plant, hydro power plant, and combine cycle pp. Thus the construction of NPP is very feasible, if the socio-political conditions of society allows. The nuclear technology considered is the third generation reactor or Light Water Reactors (LWR).

In the case of clean energy, the implementation of NRE-based power plants is maximized. Surely this has an impact on the investment costs and the cost of electricity generation that will be borne by PLN. But on the other hand, there will be a significant reduction of CO₂ emissions, by 22% if compared to base scenario, and saving in fossil fuel consumption. Total CO₂ emission reduction that occurred during the 35 year period is 6,150 million tonnes of CO₂. While the total saving of fossil fuel consumption for coal, for the same period, is 2,231 million tonnes or 23% compared to base scenario. For natural gas and oil fuels, there were saving of 25,126 MMSCFD (18%) and 3.946 million liters (10%) respectively.

In the case of clean energy, role of NRE power plant is much higher than base scenario, with the share of total additional capacity of 49% as in base scenario only reaches 21%.

pangsa sebesar 49%. Sedangkan pada skenario dasar hanya mencapai 21%.

scenario only reached 21%.

Tabel 5.2 Asumsi harga bahan bakar

Table 5.2 Fuel price assumption

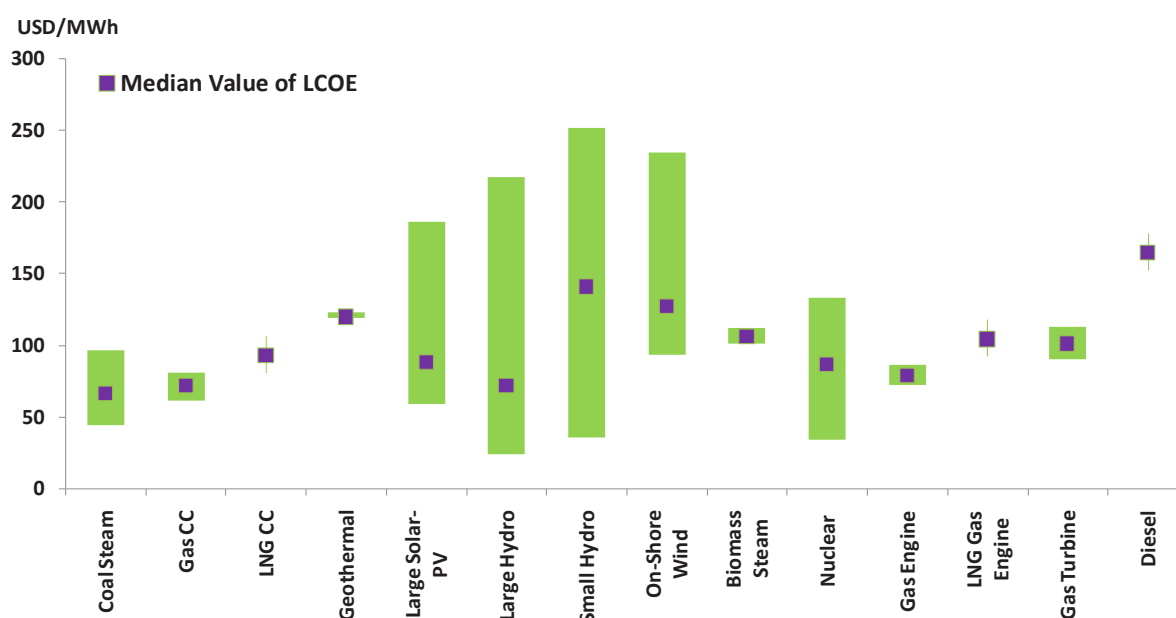
Energi Primer / <i>Primary Energy</i>	Harga / <i>Price</i>	Nilai Kalor / <i>Calorific Value</i>
Batubara / Coal - <i>Sub Bituminous</i>	70 \$/ton	5200 kcal/kg
Gas Alam / <i>Natural Gas</i>	7 \$/MMBTU	252000 kcal/MSCF
LNG	10 \$/MMBTU	252000 kcal/MSCF
HSD	0.5 \$/liter	9100 kcal/liter

Sumber / *source* : PLN, RUPTL 2017- 2026

Harga minyak mentah 60 US\$/barel / *Crude oil price* : 60 US\$/barrel

Gambar 5.1 Nilai LCOE untuk tiap jenis pembangkit listrik

Figure 5.1 LCOE value for each type of power plant



Kemudian, dari sisi kebutuhan investasi, dengan mempertimbangkan nilai median *overnight capital cost* untuk masing-masing jenis pembangkit, maka akan diperoleh kebutuhan investasi untuk kasus energi bersih adalah sebesar 19,2 miliar \$/tahun, hanya lebih tinggi 9% dibanding skenario dasar yang sebesar 17,7 miliar \$/tahun.

Then, in terms of investment needs, taking into account the median value of overnight capital cost, it will get the investment requirement for case of clean energy is 19.3 billion \$/year, just 9% higher than the base scenario of 17.7 billion \$/year.

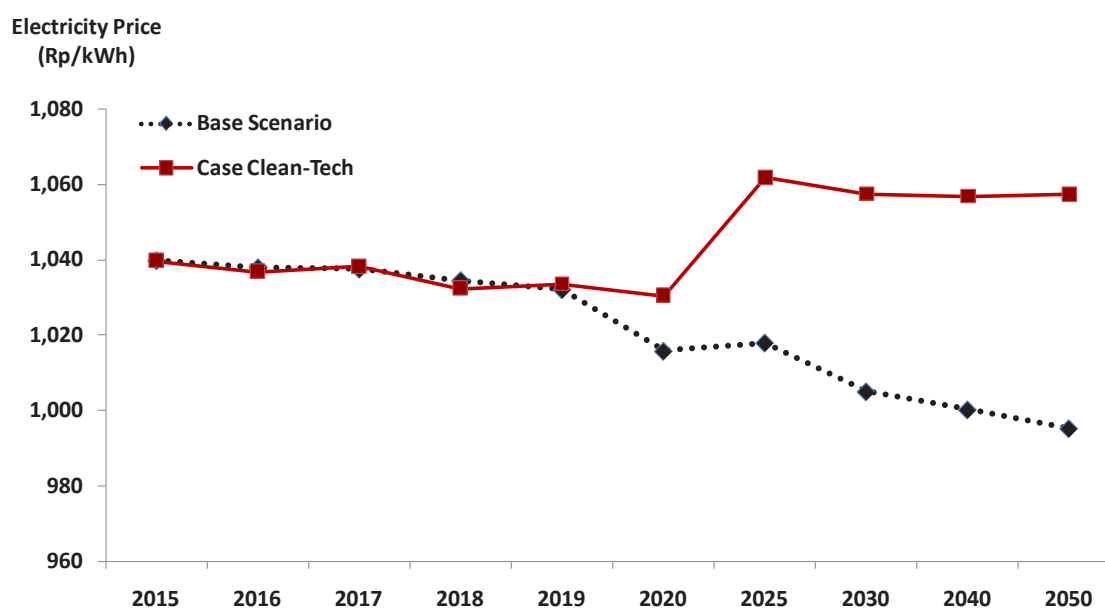
Selanjutnya, pada kasus energi bersih juga akan terjadi peningkatan biaya pembangkitan bila dibandingkan dengan skenario dasar. Pada skenario dasar, sampai dengan tahun 2050 diprediksi biaya pembangkitan akan cenderung menurun, mengingat pangsa pembangkit berbahan bakar fosil (sebagian besar PLTU batubara) adalah sebesar 79%, dan pembangkit berbasis EBT hanya 21%. Untuk kasus energi bersih, porsi pembangkit EBT naik signifikan menjadi 49%. Hal inilah yang akan menyebabkan biaya pembangkitan mengalami sedikit kenaikan.

Furthermore, in the case of clean energy, there will be an increase in generation costs when compared to the base scenario. In base scenario, up to 2050, it is predicted that the cost of generation will tend to decrease, considering that the share of fossil fuel generation (mostly coal-fired power plant) is 79%, and 21% based on NRE plant. In the case of clean energy, the NRE portion will increase significantly to 49%. This will cause the cost of generation to increase slightly.

Tabel 5.3 Perbandingan tambahan kapasitas antara skenario dasar dengan kasus energi bersih
Table 5.3 Comparison of additional capacity between base scenario and case of clean energy

Jenis Pembangkit <i>Type of Power Plant</i>	Tambahan Kapasitas / <i>Additional Capacity (GW)</i>	
	Kasus Energi Bersih / <i>Case of Clean Energy</i>	Skenario Dasar / <i>Base Scenario</i>
Coal Steam	99.74	155.53
Natural Gas CCGT	29.63	45.13
Geothermal	18.82	14.07
Large Solar-PV	32.39	3.13
Hydro Large	29.02	21.81
Hydro Small	5.04	4.55
On-Shore Wind	20.16	2.54
Biomass	8.91	2.27
Nuclear	16.00	6.00
Gas Engine	6.88	9.79
Gas Turbine	1.00	2.79
Biodiesel (B20)	2.53	2.53
Total	270.14	270.14

Gambar 5.2 Perbandingan biaya pembangkitan antara skenario dasar dengan kasus energi bersih
Figure 5.2 Generating cost comparison between base scenario and case of clean energy



5.3.2 Kasus Peningkatan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati

Pemanfaatan bahan bakar nabati (BBN) sudah dimulai sejak tahun 2006, sejalan dengan Instruksi Presiden 1/2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati sebagai Bahan Bakar Lain. Pada tahun 2008 dikeluarkan mandatori BBN dalam Permen ESDM 32/2008 tentang penyediaan, pemanfaatan, dan tata niaga bahan bakar nabati sebagai bahan bakar lain. Permen ini sudah berubah tiga kali dan yang berlaku sekarang adalah Permen ESDM 12/2015.

5.3.2 Case of Increasing Biofuel Utilization

Utilization of biofuels has been started since 2006, in line with Presidential Instruction 1/2006 on the Provision and Utilization of Biofuels as Other Fuel. In 2008, mandatory biofuels was issued in MEMR Regulation 32/2008 on the supply, utilization, and trade of biofuels as other fuels. This regulation has changed three times and the current is the MEMR Regulation 12/2015.

Supaya BBN bisa bersaing dengan BBM maka pemerintah memberikan subsidi yang diatur dalam Permenkeu 157/PMK.02/2016 tentang tata cara penyediaan anggaran, penghitungan, pembayaran, dan pertanggungjawaban dana subsidi jenis bahan bakar minyak tertentu. Pemerintah juga menetapkan harga indeks pasar BBN dalam Kepmen ESDM 3239K/12/MEM/2015. Untuk mengatasi masalah perbedaan harga minyak solar dan biodiesel, maka dikeluarkanlah Permen ESDM 29/2015 tentang penyediaan dan pemanfaatan BBN jenis biodiesel dalam kerangka pembiayaan oleh Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS).

Penggunaan BBN juga mendukung upaya untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) sesuai Perpres 61/2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK. Untuk bidang transportasi udara Kepmen Perhubungan KP.201/2013 mengatur Penetapan Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK Sektor Perhubungan (RAN-GRK Perhubungan) dan Inventarisasi GRK Tahun 2010-2020.

Pemanfaatan BBN yang berkembang hanya untuk biodiesel dengan realisasi mandatori untuk sektor transportasi pada tahun 2016 baru mencapai 16,7%. Produksi biodiesel saat ini sudah mampu memenuhi konsumsi biodiesel dalam negeri dan sisanya sudah bisa diekspor, walaupun produksinya belum sesuai dengan kapasitas terpasang.

Konsumsi biodiesel di Indonesia sudah mencapai 2,3 juta kiloliter pada tahun 2015, sedangkan produksinya pada tahun 2016 sudah mencapai 11,5 juta kiloliter menurut data APROBI (Asosiasi Produsen Biofuels Indonesia). Produksi ini mampu memenuhi kebutuhan biodiesel B35.

Penggunaan bioetanol pernah terealisasi pada periode tahun 2006-2009. Namun, saat ini tidak berjalan sesuai kebijakan mandatori BBN. Kapasitas terpasang dan terencana pabrik bioetanol saat ini belum mampu untuk memenuhi kebutuhan bioetanol dalam negeri, bila diterapkan bioetanol sesuai mandatori. Pengaturan harga bahan baku bioetanol belum ada sehingga harganya sering mengalami fluktuasi dan subsidi pemerintah yang minim menyebabkan industri bioetanol sulit berkembang. Sedangkan penggunaan bioavtur saat ini masih dalam wacana dan diperkirakan tahun 2020 baru mulai berkembang.

In order for biofuels to be able to compete with oil fuels, the government provides subsidies as regulated in the Ministry of Finance Regulation 157/PMK.02/2016 on the procedures for the provision of budgets, calculations, payments, and accountability of certain oil fuel oil subsidy funds. The Government also set the market price index of biofuels in the MEMR Decree 3239K/12/MEM/2015. To solve the price difference problem of diesel oil and biodiesel, MEMR Regulation 29/2015 was issued on the provision and utilization of biodiesel in the financing framework by the Agency for Oil Palm Plantation Fund (BPDPKS).

The use of biofuels also supports efforts to reduce greenhouse gas (GHG) emissions according to Presidential Regulation 61/2011 on the National Action Plan for GHG Emission Reduction. For the air transportation sector, the Ministry of Transportation Regulation KP.201/2013 regulates the Stipulation of the National Action Plan for GHG Emission Reduction in Transportation Sector and Inventory of GHG in 2010-2020.

Utilization of biofuels that developed only for biodiesel with mandatory realization for the transportation sector in 2016 only reached 16.7%. Biodiesel production is now able to meet domestic biodiesel consumption and the rest can be exported, although the production has not been in accordance with the installed capacity.

Biodiesel consumption in Indonesia reached 2.3 million kiloliters by 2015, while its production in 2016 has reached 11.5 million kiloliters, according to APROBI (Indonesian Biofuels Producers Association) data. This production is able to meet demand of biodiesel B35.

Use of bioethanol was realized in the period 2006-2009. However, it is not currently running as planned mandatory biofuels policy. The current installed and planned capacity of the bioethanol plant will not be able to meet the mandatory bioethanol demand. The price of bioethanol raw materials has not yet been regulated so the price often fluctuates. Coupled with the lack of government subsidies, the bioethanol industry is difficult to develop. Meanwhile, the use of bioavtur is currently still in draft and is forecasted to start in 2020.

Teknologi BBN dapat dibedakan berdasarkan bakunya, yaitu:

- Generasi satu: bahan baku berasal dari tanaman pangan
- Generasi dua: bahan baku berasal dari bahan non pangan atau biomassa padat yang berupa lignoselulosa
- Generasi tiga: bahan baku berasal dari hasil panen budi daya alga

Pemakaian BBN di dunia diperkirakan akan meningkat terus seiring dengan perkembangan teknologi produksinya.

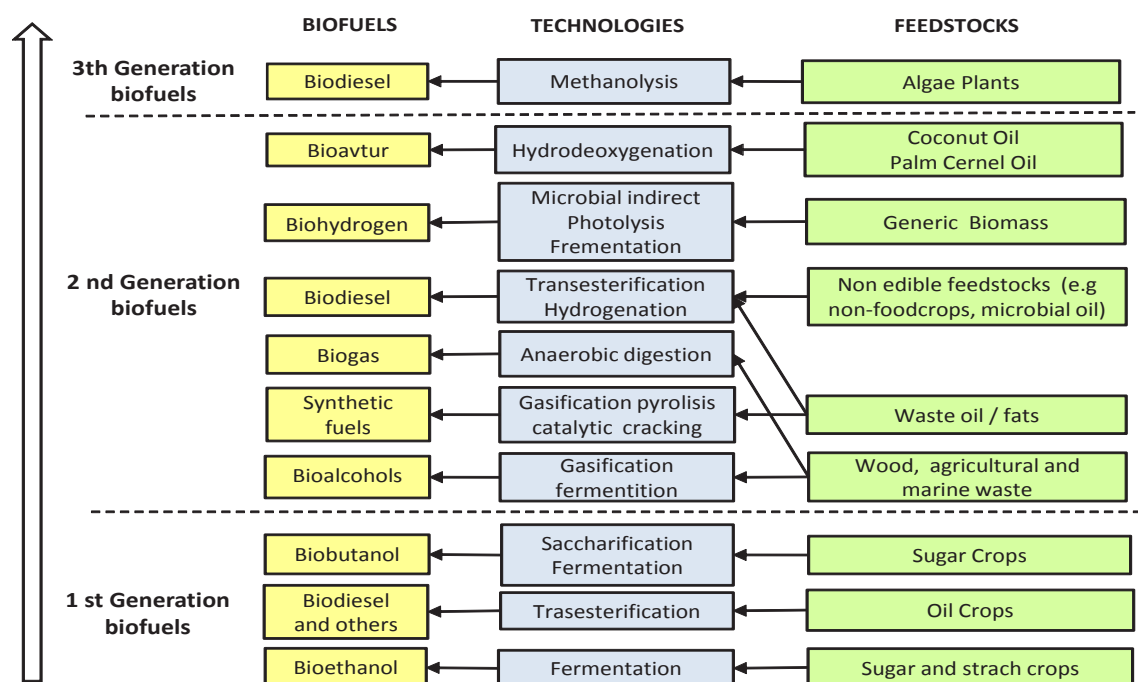
Biofuels technology can be distinguished based on the original:

- *Generation one: raw materials come from food crops*
- *Generation two: raw materials derived from non-food ingredients or solid biomass in the form of lignocellulose*
- *Generation three: the raw material comes from algae cultivation*

Use of biofuel in the world is predicted to increase steadily along with the development of production technology.

Gambar 5.3 Tangga BBN: road map teknologi dan produksi

Figure 5.3 Biofuels ladder: road map of technology and production



Sumber/Source: Luque dkk. (2008)

Pada kasus peningkatan pemanfaatan BBN menggunakan asumsi sebagai berikut:

- untuk periode 2015-2029 digunakan blending biodiesel sesuai dengan mandatori dan untuk periode 2030-2050 ditargetkan menggunakan blending biodiesel sebesar 35%.
- bioetanol dimanfaatkan sesuai mandatori, yaitu 10% pada tahun 2020 dan menjadi 20% untuk tahun 2025, kemudian diasumsikan tetap 20% sampai tahun 2050.
- pemanfaatan bending bioavtur 3% pada tahun 2020 dan menjadi 5% untuk periode tahun 2025-2050.

Pada kasus ini, tahun 2050 akan terjadi penurunan kebutuhan minyak solar sebanyak 3,73 juta kiloliter, bensin 23,76 juta kiloliter, dan avtur sebanyak 2,2 juta kiloliter. Penurunan kebutuhan ketiga jenis BBM tersebut juga berkontribusi terhadap penurunan impor BBM dengan volume yang sama. Dari sisi emisi GRK, juga akan menurunkan emisi sebanyak 68,28 juta ton CO₂e pada tahun 2050 (1.247 juta ton CO₂e selama 35 tahun),

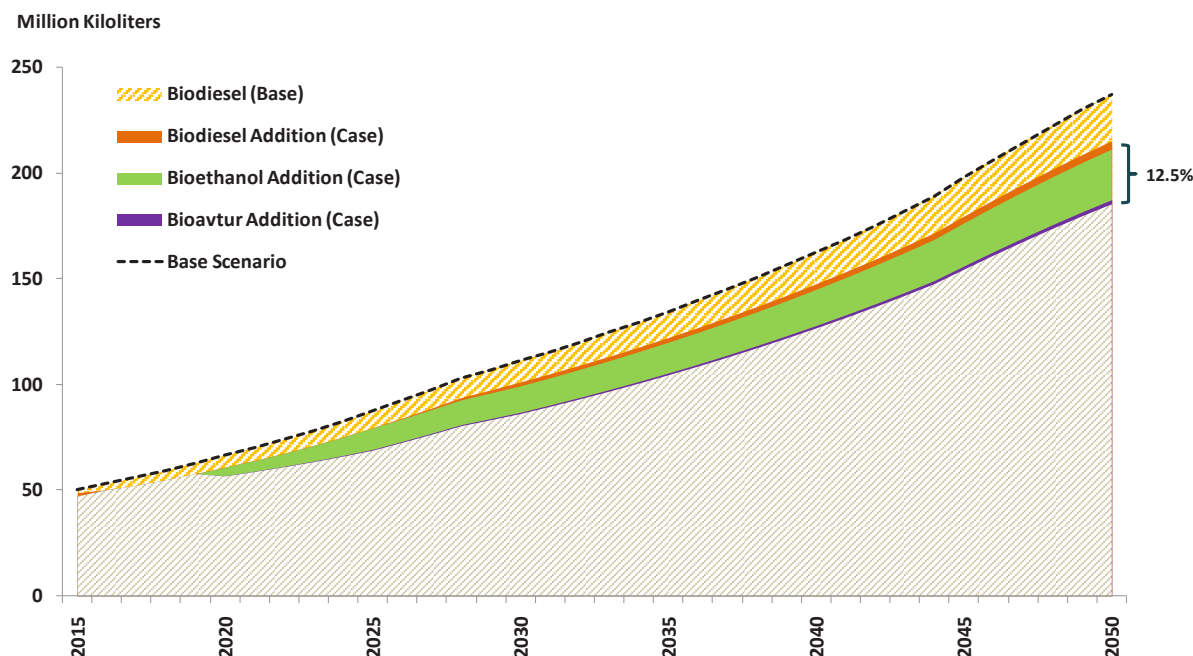
In the case of increasing biofuel utilization use the following assumptions:

- *Blending ratio for biodiesel in the period 2015-2029 is following the mandatory and then increase to 35% in the period 2030-2050.*
- *Blending ratio for bioethanol is following the mandatory, i.e., 10% by 2020 and 20% for 2025. For period 2026-2050, the blending ratio is assumed to remain at 20%.*
- *Blending ratio for bioavtur is 3% by 2020 and increase to 5% for 2025-2050.*

In this case, there will be a demand decrease by 3.73 million kiloliters of diesel oil, 23.76 million kiloliters of gasoline, and 2.2 million kiloliters of avtur. The decline in demand for these three types of fuel also contributed to the decrease in fuel imports with the same volume. In terms of GHG emissions, it will also reduce emissions by 68.28 million tonnes of CO₂e by 2050 (1,247 million tonnes of CO₂e over 35 years), each contributed by the use of bioethanol (77%), biodiesel (15%),

masing-masing disumbang oleh penggunaan bioethanol (77%), biodiesel (15%), dan bioavtur (8%). and bioavtur (8%).

Gambar 5.4 Peningkatan pemanfaatan BBN
Figure 5.4 Increasing of biofuels utilization



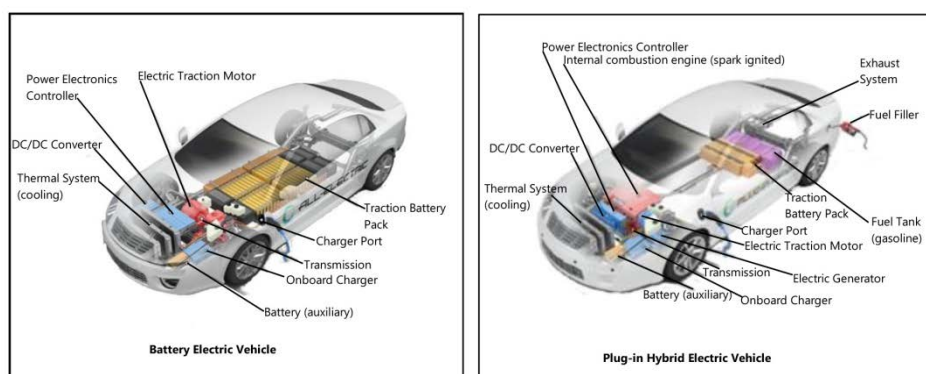
5.3.3 Kasus Penerapan Kendaraan Listrik

Tingkat emisi GRK serta harga minyak bumi dunia yang tinggi pada periode 2000-2010 mendorong perkembangan kendaraan ramah lingkungan seperti *hydrogen fuel cell vehicle*, mobil *hybrid*, mobil listrik maupun sepeda motor listrik. Adanya Kesepakatan Paris yang dihasilkan pada pertemuan COP21 pada tahun 2015 untuk mengurangi emisi GRK dunia juga memacu pengembangan mobil ramah lingkungan tersebut

5.3.3 Case of Electric Vehicles Application

GHG emission levels and high world oil prices in the period 2000-2010 encourage the development of environmentally friendly vehicles such as *hydrogen fuel cell vehicle*, *hybrid cars*, *electric cars* and *electric motorcycles*. The existence of the Paris Agreement produced at the COP21 meeting in 2015 to reduce global GHG emissions also spurred the development of environmentally friendly cars.

Gambar 5.5 Jenis mobil listrik
Figure 5.5 Type of electric vehicles



Sumber/Source: www.afdc.energy.gov

Dibandingkan mobil konvensional, mobil listrik memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah suara lebih senyap, dapat diisi ulang di rumah, biaya pemakaian dan perawatan lebih murah, dan lebih ramah lingkungan. Namun mobil listrik juga memiliki beberapa kekurangan yaitu daya jangkauan lebih terbatas, pengisian baterai memakan waktu yang cukup lama, serta harga baterai dan mobil yang cukup mahal. Secara umum, mobil listrik dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *Battery Electric Vehicles (BEV)* dan *Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV)* yang menggunakan baterai dan BBM.

Baterai adalah salah satu komponen utama dalam perkembangan mobil listrik. Jenis-jenis baterai yang digunakan dalam mobil listrik diantaranya adalah *lead/acid*, *nickel metal hydride*, *lithium-ion*, *metal-air*, *sodium nickel chloride*, dan *ultra capacitors*. Saat ini, baterai yang banyak digunakan adalah baterai lithium. Adapun perkembangan teknologi pengisian daya dari mobil listrik terdiri dari beberapa jenis:

- *Level 1 charging*, waktu pengisian 12-18 jam.
- *Level 2 charging*, waktu pengisian 4-8 jam.
- *Fast charging*, waktu pengisian 10-30 menit.

Berbeda dengan mobil listrik, sepeda motor listrik sudah dimanfaatkan dan diproduksi di dalam negeri, meskipun belum mendapat dukungan dari pemerintah. Teknologi yang digunakan dalam sepeda motor listrik adalah BEV. Sementara untuk jenis baterai, tidak ada perbedaan mendasar antara mobil dan sepeda motor listrik. Lebih lanjut, karena penelitian di negara-negara Eropa lebih fokus pada pengembangan mobil listrik, teknologi pengisian daya untuk sepeda motor listrik baru sampai level 2 dengan waktu pengisian 4-8 jam dengan umur ekonomis baterai 2-5 tahun.

Dalam kasus kendaraan listrik, pemanfaatan mobil listrik dan sepeda motor listrik diasumsikan mulai tahun 2025. Jumlah mobil listrik dan sepeda motor listrik tahun 2025 adalah 1% terhadap penjualan mobil dan sepeda motor baru, dan meningkat bertahap menjadi 100% pada tahun 2050. Untuk itu, total kebutuhan mobil listrik dan sepeda motor listrik masing-masing adalah 18 ribu dan 14 ribu unit pada tahun 2025 serta meningkat menjadi 5,8 juta dan 2,3 juta unit pada tahun 2050. Umur ekonomis mobil dan sepeda motor listrik adalah 20 tahun. Konsumsi BBM untuk mobil penumpang adalah 8,3 liter/100 km dan mobil listrik adalah 14 kWh/100 km, sedangkan konsumsi bensin sepeda motor 2 liter/60 km dan konsumsi listrik sebesar 3 kWh/60 km.

Compared to conventional cars, electric cars have several advantages such as quieter voice, rechargeable at home, cheaper and cheaper usage and maintenance, and more environmentally friendly. But electric cars also have some drawbacks that the coverage is more limited, charging the battery takes a long time, and the price of batteries and cars are quite expensive. In general, electric cars can be divided into two types, namely Battery Electric Vehicles (BEV) and Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV) using batteries and oil fuels.

Batteries are one of the main components in the development of electric cars. The types of batteries used in electric cars include lead/acid, nickel metal hydride, lithium-ion, metal-water, sodium nickel chloride, and ultra capacitors. Currently, a widely used battery is a lithium battery. The development of charging technology of electric cars consists of several types:

- *Level 1 charging*, charging time 12-18 hours.
- *Level 2 charging*, charging time 4-8 hours.
- *Fast charging*, charging time 10-30 minutes.

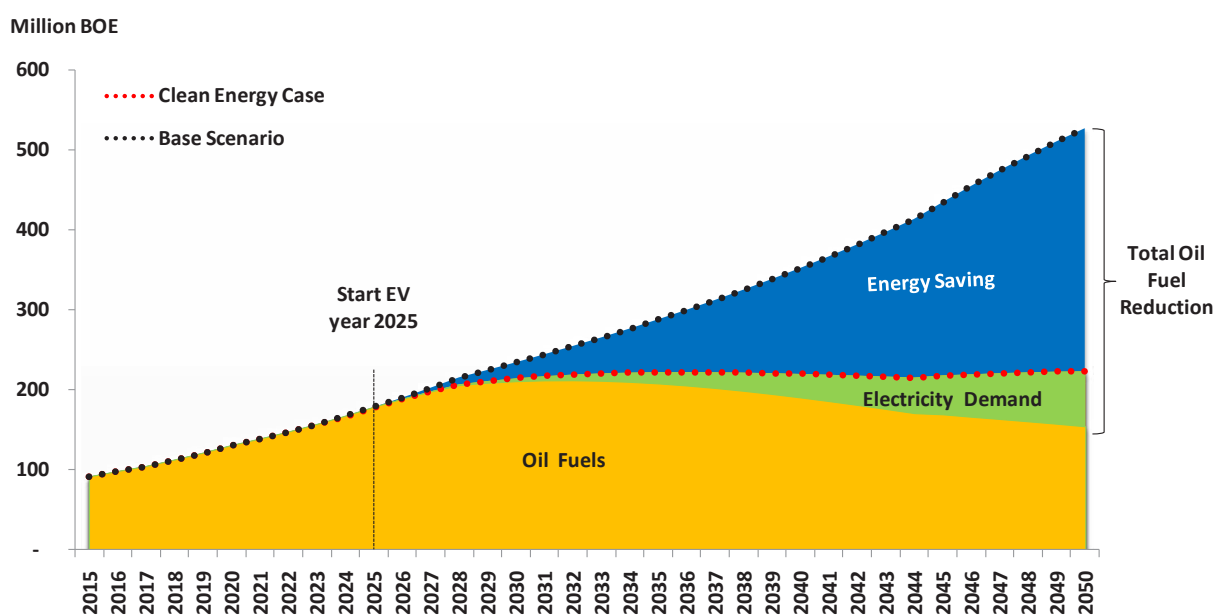
In contrast to electric cars, electric motorcycles have been utilized and produced domestically, although not yet received support from the government. The technology used in electric motorcycle is BEV. As for the type of battery, there is no fundamental difference between a car and an electric motorcycle. Furthermore, as research in European countries focuses more on developing electric cars, charging technology for new electric motorcycles up to level 2 with a 4-8 hour charging time with an economical battery life of 2-5 years.

In the case of electric vehicles, the utilization of electric cars and electric motorcycles is assumed to begin in 2025. The number of electric cars and electric motorcycles in 2025 is 1% of new car and motorcycle sales, and gradually increase to 100% by 2050. Therefore, the total demand for electric cars and electric motorcycles are 18 thousand and 14 thousand units respectively by 2025 and increase to 5.8 million and 2.3 million units by 2050. The lifetime for both electric cars and electric motorcycles is 20 years. Oil fuel consumption for passenger cars is 8.3 liters/100 km and electric cars is 14 kWh/100 km, while gasoline consumption is 2 liters/60 km and electricity consumption is 3 kWh/60 km.

Dalam skenario dasar diketahui bahwa kebutuhan energi (bensin dan minyak solar) mobil penumpang meningkat rata-rata 5,1% per tahun. Adapun kebutuhan minyak solar mengalami pertumbuhan rata-rata 1,8% per tahun. Rendahnya pertumbuhan kebutuhan energi untuk sepeda motor karena adanya pergeseran posisi Indonesia dari negara semi berkembang menjadi negara maju.

In the basic scenario it is known that the energy needs (petrol and diesel fuel) passenger cars increased an average of 5.1% per year. The diesel fuel needs an average growth of 1.8% per year. The low growth of energy needs for motorcycles due to the shift of Indonesia's position from semi-developed countries into developed countries.

Gambar 5.6 Proyeksi kebutuhan energi untuk kasus penerapan mobil listrik
Figure 5.6 Energy demand projection for case of electric car application



Total penurunan kebutuhan BBM pada tahun 2050 mencapai 4,7 juta kiloliter dengan kumulatif penurunan selama tahun 2025 sampai dengan 2050 sebanyak 70,3 juta kiloliter dengan 94% berupa bensin. Potensi konservasi ini cukup tinggi karena kendaraan listrik jauh lebih efisien dari pada kendaraan konvensional dengan mobil dan motor listrik masing-masing 5,4 kali dan 4,2 kali lebih efisien. Penurunan kebutuhan BBM tersebut berdampak terhadap penurunan impor BBM.

The total decrease of oil fuels demand in 2050 will reach 4.7 million kiloliters with a cumulative decline during the year 2025 to 2050 of 70.3 million kiloliters with 94% is gasoline. The conservation potential is quite high due to higher efficiency of 5.4 times for electric car and 4.2 times for electric motorcycle, compared to the conventional ones. The decline in oil fuels demand has an impact on the reduction of oil fuels imports.

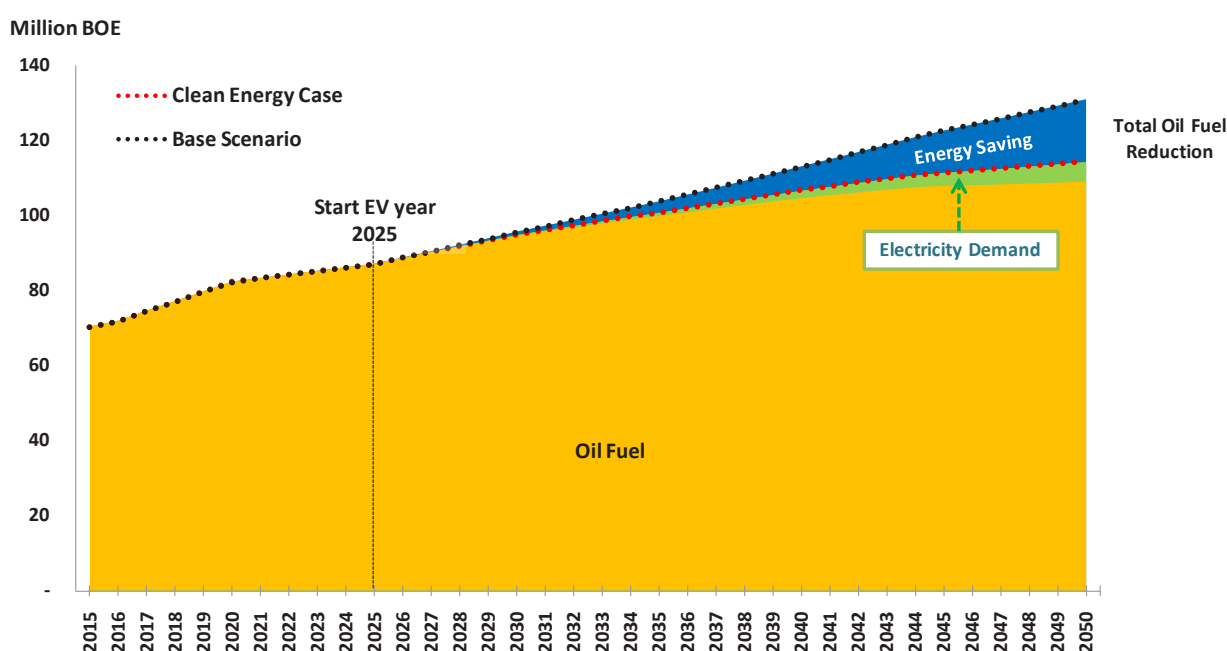
Di sisi lain, pemanfaatan mobil listrik dan sepeda motor listrik memerlukan penyediaan listrik sebanyak 47 GWh pada tahun 2025 dan 123,8 TWh pada tahun 2050. Sekitar 93% kebutuhan listrik (untuk kasus ini) pada tahun 2050 tersebut merupakan kebutuhan mobil listrik. Pemanfaatan mobil dan sepeda motor listrik memerlukan tambahan kapasitas pembangkit listrik sebanyak 12,7 MW pada tahun 2025 dan 22,9 GW pada tahun 2050. Penambahan kapasitas pembangkit listrik tersebut memerlukan investasi

On the other hand, the utilization of electric cars and electric motorcycles requires electricity supply of 47 GWh in 2025 and 123.8 TWh in 2050. About 93% of the electricity demand (for this case) in 2050 is for electric car. Utilization of electric cars and motorcycles requires an additional 12.7 MW of power plant capacity by 2025 and 22.9 GW by 2050. The additional capacity requires an investment of approximately 18.28 million USD in 2025 and up to 32.9 billion USD in 2050. In addition, the utilization of electric cars and electric

sekitar 18,28 juta USD pada tahun 2025 menjadi 32,9 miliar USD pada tahun 2050. Selain itu, pemanfaatan mobil listrik dan motor listrik akan menambah emisi GRK sebanyak 325 juta ton CO₂e pada tahun 2025 dan mengurangi emisi GRK sebanyak 25 juta ton pada tahun 2050. Penambahan atau pengurangan emisi GRK merupakan selisih antara penurunan emisi GRK dari penghematan BBM dengan kenaikan emisi GRK akibat penambahan pembangkit listrik. Penambahan emisi GRK tahun 2025 diakibatkan emisi pembangkit yang pada tahun tersebut didominasi oleh batubara.

motorcycles will add to GHG emissions of 325 million tonnes CO₂e in 2025 and reduce GHG emissions by 25 million tonnes in 2050. This GHG emission is coming from the difference between GHG emission from oil fuels saving and GHG emission from the power plants addition. The addition of GHG emissions in 2025 is due to the power plant emission which is dominated by coal.

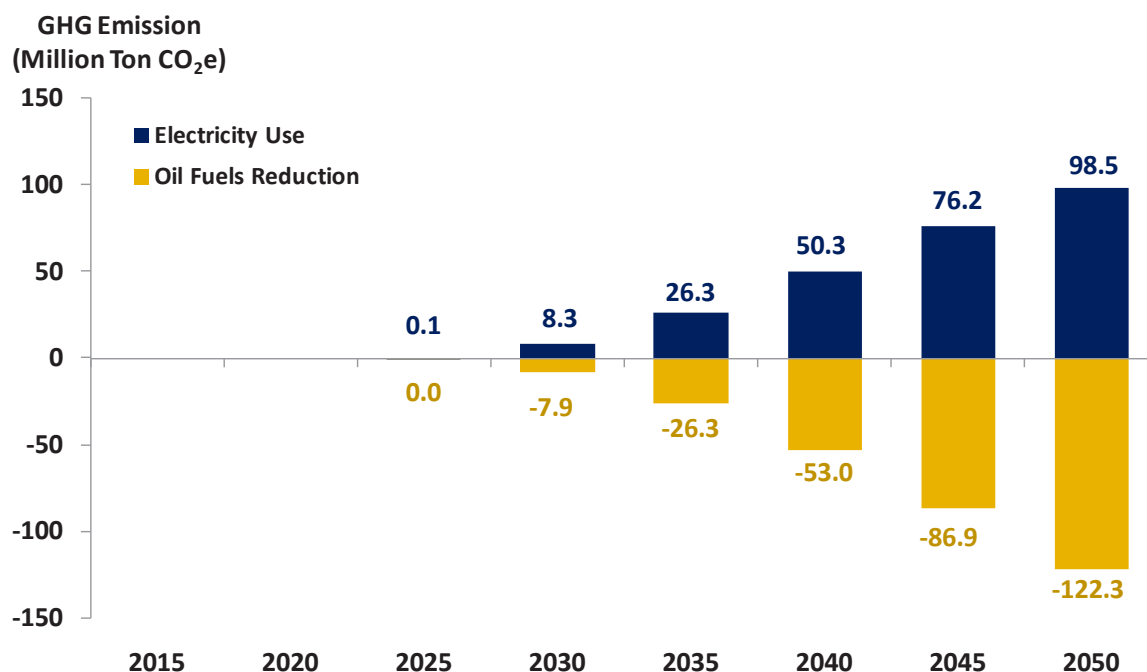
Gambar 5.7 Proyeksi kebutuhan energi untuk kasus penerapan motor listrik
Figure 5.7 Energy demand projection for case of electric motorcycle application



Pemanfaatan mobil listrik dan sepeda motor listrik perlu ditunjang dengan Stasiun Pengisian Listrik Umum (SPLU) yang dapat menjangkau seluruh pengguna. Kebutuhan SPLU juga perlu dimasukkan dalam RUPTL. Selain itu, perlu disusun regulasi tambahan yang memperkuat Peraturan Menteri Perindustrian 59/2010 tentang industri kendaraan bermotor. Pemerintah juga harus melakukan pengendalian harga jual serta standarisasi dari baterai yang akan digunakan pada mobil listrik dengan membuat regulasi yang mendukung Permen Perindustrian 33/M-IND/PER/7/2013. Pemerintah juga dapat mengambil contoh beberapa kebijakan yang digunakan oleh negara lain dalam pengembangan mobil listrik seperti pembebasan pajak untuk kendaraan listrik dan jalur khusus bagi pengguna mobil listrik.

Utilization of electric cars and electric motorcycles needs to be supported with the development of General Electricity Filling Station (SPLU) that can be reached by all electric vehicles user. Therefore, SPLU development needs to be included in the RUPTL. Additional regulations should also be prepared to strengthen the Regulation of Ministry of Industry 59/2010 on the motor vehicle industry. The Government should also control the price and standardization of batteries of electric cars by making regulation to back the Regulation of Ministry of Industry 33/M-IND/PER/7/2013. The Government can also take examples of some policies used by other countries in the development of electric cars such as tax exemptions and dedicated lines for electric car.

Gambar 5.8 Emisi GRK untuk kasus kendaraan listrik
Figure 5.8 GHG Emission for case of electric vehicles



5.3.4 Kasus Penerapan Industri Hijau di Industri Pulp dan Kertas serta Industri Semen

Industri Pulp dan Kertas

Industri pulp dan kertas merupakan salah satu industri prioritas yang telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah 14/2015 tentang Rencana Induk Pengembangan Industri Nasional (RIPIN). Oleh karena itu, untuk memacu pengembangan industri ini, Pemerintah telah mengusulkan industri pulp dan kertas untuk dimasukkan dalam kelompok bidang industri pengguna gas bumi harga tertentu pada revisi Perpres 40/2016 tentang penetapan harga gas bumi.

Peningkatan penggunaan teknologi media *online* tidak menghambat perkembangan industri pulp dan kertas Indonesia. Hal tersebut dikarenakan permintaan masyarakat dunia terhadap kertas masih tinggi, dimana 60%-70% penggunaan kertas berada di pasar Asia. Pada tahun 2016, kapasitas terpasang industri pulp dan kertas nasional masing-masing sebesar 7,9 juta ton/tahun pulp dan 13 juta ton/tahun kertas dengan jumlah industri sebanyak 81 industri. Ekspor pulp Indonesia tahun 2016 mencapai 3,8 juta ton (1,9 miliar dolar AS) dan ekspor kertas sebesar 4,3 juta ton (3,8 miliar dolar AS). Tujuan ekspor terbesar adalah Uni Eropa, Amerika Serikat, dan Tiongkok.

Kebutuhan kertas dunia saat ini mencapai 394 juta ton dan diperkirakan akan meningkat menjadi 490 juta ton pada

5.3.4 Case of Green Industry Implementation in Pulp and Paper Industry, and Cement Industry

Pulp and Paper Industry

The pulp and paper industry is one of the priority industries set forth in Government Regulation 14/2015 on the National Industrial Development Master Plan. Therefore, to spur the development of this industry, the Government has proposed to include the pulp and paper industry in a group of industrial users of special prices natural gas as stated in the revised Presidential Regulation 40/2016 on the determination of natural gas prices.

Increasing use of online media does not hamper the development of pulp and paper industry in the country. This is because world demand for paper is still high, where 60%-70% of it is in Asian market. In 2016, the installed capacity of the national pulp and paper industry is 7.93 million tonnes/year and 12.98 million tonnes/year of pulp and paper respectively from a total of 81 industries. Indonesia was able to export 3.8 million tonnes of pulp (1.85 billion USD) and 4.3 million tonnes of paper (3.8 billion USD) in 2016. The largest export destination countries are the European Union, the United States, and China.

The current paper demand in the world reaches 394 million tonnes and is expected to increase to 490 million tonnes by

2020. Sementara itu konsumsi kertas/kapita di dalam negeri masih sangat jauh dari rata-rata konsumsi negara lainnya, sehingga masih berpotensi untuk berkembang. Pertumbuhan industri pulp dan kertas nasional tumbuh sebesar 3-4%. Untuk mendukung pertumbuhan investasi industri pulp dan kertas, diharapkan pemerintah memberikan fasilitas berupa kemudahan impor barang modal dan pemberian penghapusan pajak badan dalam waktu tertentu (*tax holiday*).

Kasus energi bersih pada industri pulp dan kertas dilakukan melalui upaya konservasi energi. Jenis implementasi teknologi yang mungkin untuk diterapkan di industri pulp dan kertas berdasar pada laporan Kementerian Perindustrian dan PT EMI. Teknologi yang dipertimbangkan mencakup teknologi pengeringan, insinerator, proses pembakaran di *boiler*, kebocoran uap, pemanfaatan gas kondensasi, sistem bag digester, dan lainnya.

Kebutuhan energi industri pulp, industri pulp dan kertas, serta industri kertas dihitung dengan mengalikan potensi produksi ketiga jenis industri tersebut dengan intensitas energinya. Tingkat pertumbuhan produksi pulp dan kertas diasumsi sebesar 3,8% per tahun. Intensitas energi industri pulp, industri pulp terintegrasi kertas, dan industri kertas sebelum dan setelah konservasi energi ditentukan berdasarkan berbagai referensi dari PT EMI, APRIL Group, dan lainnya. Perbaikan intensitas energi ketiga sub sektor industri ini diasumsikan berlangsung mulai tahun 2017 sebanyak 5% dan menjadi 100% pada tahun 2025.

Berdasarkan asumsi tersebut maka kebutuhan energi ketiga sub sektor industri ini akan meningkat rata-rata 3,7% per tahun dari 70 juta SBM pada tahun 2015 menjadi 246 juta SBM pada tahun 2050 di skenario dasar. Dengan kasus energi bersih, kebutuhan energi industri pulp dan kertas akan menurun 22% pada tahun 2050. Penurunan kebutuhan energi tersebut juga berdampak terhadap penurunan kebutuhan energi fosil. Penggunaan EBT pada industri pulp terintegrasi kertas mencapai 62% dan seluruh kebutuhan energi industri kertas merupakan energi yang dipasok dari luar industri. Adapun di industri pulp hampir 100% menggunakan EBT yang dihasilkan sendiri oleh industri tersebut. Dengan demikian potensi konservasi energi fosil hanya berlangsung pada industri pulp terintegrasi kertas, serta industri kertas.

2020. As for domestic paper consumption per capita, it is still very far from the average consumption of other countries. So it still has a big potential to develop. It is estimated that the national pulp and paper industry grow by 3-4 percent. To support the investment in pulp and paper industry, the Government is expected to provide facilities in the form of flexibility in import of capital goods and corporate tax relief at a certain time (tax holiday).

The case of clean energy in pulp and paper industry is done through energy conservation efforts. This type of technology implementation is possible to be applied in the pulp and paper industry based on the Ministry of Industry and PT EMI report. Technologies considered include drying technology, incinerator, boiler combustion process, steam leakage, condensation gas utilization, bag digester system, and others.

The energy demand of pulp industry, pulp and paper industry, and paper industry are calculated by multiplying the production potential of these three types of industries with their energy intensity. The growth rate of pulp and paper production is assumed at 3.8% per annum. The energy intensity of the pulp industry, the integrated pulp and paper industry, and the paper industry, before and after energy conservation, are determined by reference from PT EMI, APRIL Group, and others. The improvement of energy intensity of these three industrial sectors is assumed to start from 5% in 2017 and increase to 100% by 2025.

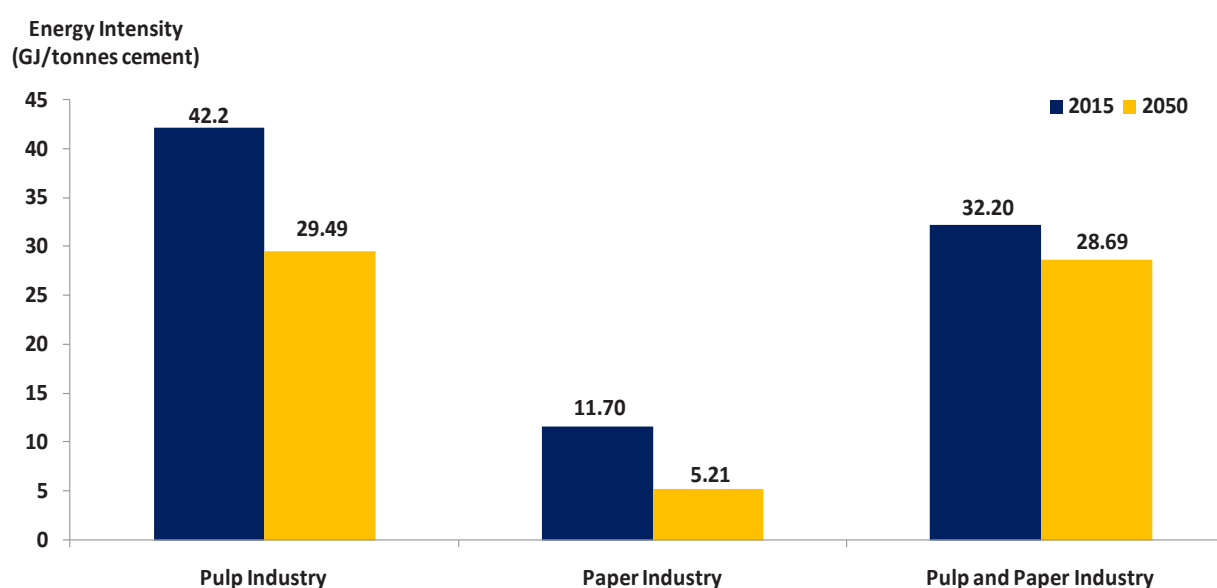
Based on these assumptions, energy demand of these three industrial sectors will increase by an average of 3.7% per year from 70 million BOE in 2015 to 246 million BOE by 2050 in base scenario. With the case of clean energy, the energy demand of pulp and paper industry will decrease by 22% by 2050. The decline in energy demand also affects the decrease in fossil energy demand. The use of NRE in the integrated pulp and paper industry reaches 62% and the entire energy demand of the paper industry is supplied from outside the industry. In the pulp industry, almost 100% of the NRE used comes from within the industry. Thus the potential for fossil energy conservation only takes place in the integrated pulp and paper industry, as well as the paper industry.

Potensi penurunan kebutuhan energi fosil di industri pulp dan kertas pada tahun 2050 mencapai 3,1 juta SBM untuk industri pulp terintegrasi kertas, dan 26,2 juta SBM untuk industri kertas. Jenis energi fosil tersebut meliputi batubara, gas bumi, minyak solar, minyak diesel, dan minyak bakar. Penurunan kebutuhan energi fosil tersebut ekuivalen dengan penurunan emisi GRK sebanyak 17,2 juta ton CO₂e pada tahun 2050. Penurunan kebutuhan gas bumi dan BBM juga akan menurunkan impor gas bumi dan BBM.

The potential of fossil energy demand decrease by 2050 reaches 3.1 million BOE for the integrated pulp and paper industry, and 26.2 million BOE for the paper industry. These types of fossil energy include coal, natural gas, diesel oil, and fuel oil. The decline in fossil energy demand is equivalent to the reduction of GHG emissions by 17.2 million tonnes CO₂e by 2050. The decline in demand for natural gas and oil fuels will also reduce their import.

Gambar 5.9 Intensitas energi di industri pulp dan kertas

Figure 5.9 Energy intensity in pulp and paper industry



• Industri Semen

Energi merupakan aspek yang penting bagi industri semen karena proses produksinya membutuhkan bahan bakar, seperti batubara, gas bumi, dan BBM. Batubara dan gas bumi digunakan untuk proses produksi di pabrik seperti memanaskan dan menggiling material dalam *kiln*, sedangkan BBM untuk mendukung kegiatan penambangan bahan baku. Kebutuhan energi yang besar ini menyebabkan industri semen dikategorikan sebagai industri intensif energi.

Penggunaan energi terbesar dalam proses produksi semen terjadi pada tahap pengolahan klinker. Untuk itu diperlukan upaya efisiensi energi, seperti pemanfaatan gas panas dari kiln untuk pembangkit listrik atau sering disebut *Waste Heat Recovery Power Generator (WHRPG)*.

• Cement Industry

Energy is an important aspect for the cement industry because its production processes require coal, natural gas and oil fuels. Coal and natural gas are used for production processes in factories such as heating and grinding materials in kilns, while oil fuels is used to support raw material mining activities. This huge energy demand causes the cement industry to be categorized as an energy-intensive industry.

*The greatest energy use in the cement production process occurs at the clinker processing stage. Therefore, energy efficiency efforts, such as the utilization of hot gas from kilns for power generation or often called *Waste Heat Recovery Power Generator (WHRPG)*.*

Inovasi WHRPG sudah diterapkan di PT Semen Padang, sedangkan PT Semen Gresik masih dalam tahap penyelesaian. Pemanfaatan WHRPG dapat menghemat pemakaian listrik PLN sebesar 10%. Tidak kalah pentingnya adalah penurunan klinker rasio dengan mengganti *limestone* dengan bahan *pozzolanic*. Selain itu, untuk mendukung daya saing industri semen, perlu peningkatan penggunaan biomassa dan bahan bakar alternatif sebagai pengganti batubara. Penggunaan biomassa dan bahan bakar alternatif di industri semen nasional rata-rata sebesar 3-4% terhadap konsumsi energinya.

Kasus industri hijau pada industri semen mencakup konservasi energi dan pemanfaatan biomassa. Rata-rata intensitas energi industri semen sebesar 3,20 GJ/ton semen untuk skenario dasar turun menjadi 2,80 GJ/ton untuk kasus industri hijau. Penurunan intensitas energi berlangsung melalui upaya konservasi energi dan upaya penurunan *clinker ratio*. Selain itu, konsumsi biomassa pada skenario dasar diasumsikan mencapai 3% hingga tahun 2050. Pada kasus industri hijau, konsumsi biomassa akan meningkat bertahap menjadi 15% pada tahun 2030 dan 30% pada tahun 2050. Target peningkatan penggunaan biomassa pada industri semen tersebut sesuai dengan potensi pemanfaatannya pada negara berkembang yang diprediksi oleh *International Energy Agency* (IEA) dan *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD).

Dengan asumsi tersebut, kebutuhan energi di industri semen diproyeksikan akan meningkat dengan laju pertumbuhan 6,0% per tahun atau meningkat 346 juta SBM pada tahun 2050 (skenario dasar) dan akan menurun menjadi 303 juta SBM atau mengalami penurunan kebutuhan energi sebesar 12,5%. Penurunan kebutuhan energi industri semen pada tahun 2050 mencakup penurunan kebutuhan batubara sebanyak 9,2 juta ton dan listrik sebesar 6,5 TWh. Total penurunan kebutuhan batubara dan listrik selama tahun 2017 sd. 2050 mencapai masing-masing 155 juta ton dan 111 TWh. Adapun kumulatif penurunan BBM relatif terbatas hanya mencapai 31 ribu kiloliter selama 33 tahun karena penggunaan BBM umumnya sebagai sarana penunjang transportasi dari tambang batukapur ke pabrik semen. Total kebutuhan energi dengan upaya konservasi energi pada tahun 2050 yang mencapai 303 juta SBM dengan 30% diantaranya berupa biomassa (93 juta SBM).

WHRPG innovation has been implemented in PT Semen Padang, while PT Semen Gresik is still in the process of completion. Utilization of WHRPG can save PLN electricity usage by 10%. No less important is the decrease in clinker ratio by replacing the limestone with pozzolanic ingredients. In addition, to support the competitiveness of the cement industry, it is necessary to increase the use of biomass and alternative fuels in lieu of coal. The use of biomass and alternative fuels in the national cement industry averages 3-4% of its energy consumption.

Case of green industry in the cement industry include energy conservation and biomass utilization. The average energy intensity of the cement industry of 3.20 GJ/ton of cement for the underlying scenario drops to 2.80 GJ/ton for case of green industry. The decrease in energy intensity takes place through energy conservation efforts and decreased clinker ratio. In addition, the consumption of biomass in the underlying scenario is assumed to reach 3% by 2050. In the case of green industry, biomass consumption will increase gradually to 15% by 2030 and 30% by 2050. The target of increasing the use of biomass in the cement industry is in accordance with its potential utilization in developing countries predicted by the International Energy Agency (IEA) and the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).

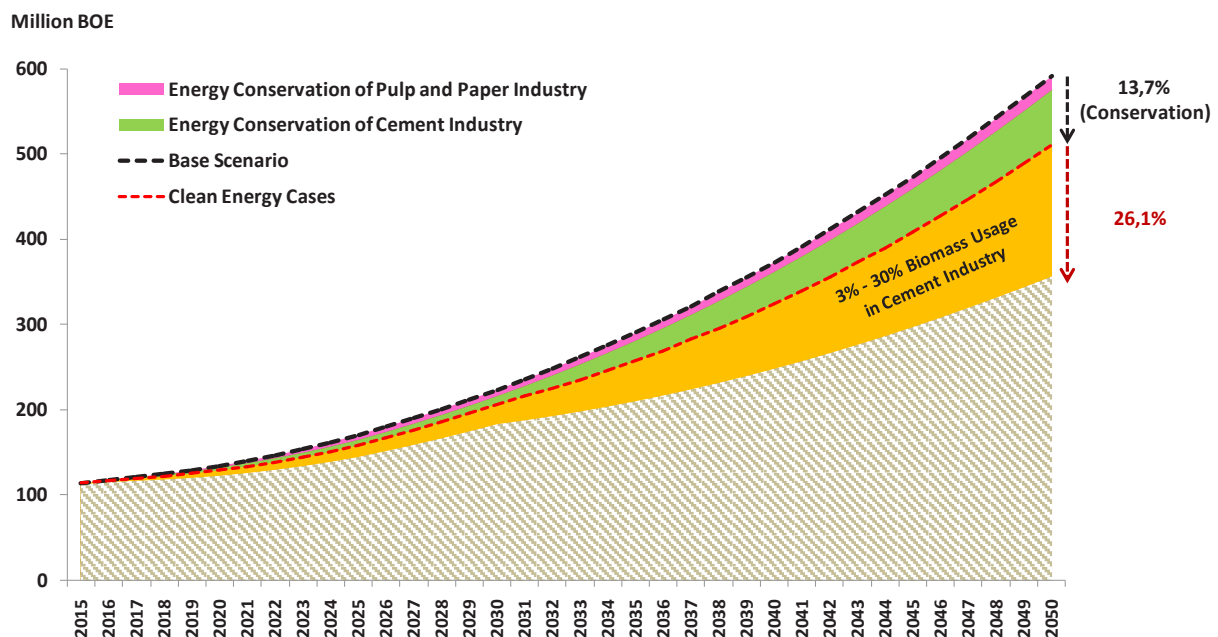
With this assumption, energy demand in the cement industry is projected to increase with a 6.0% annual growth rate or an increase of 346 million BOE by 2050 (the base scenario) and will decrease to 303 million BOE or decrease energy demand by 12.5%. The decline in the energy needs of the cement industry by 2050 includes a decline in coal demand of 9.2 million tons and electricity by 6.5 TWh. Total decrease of coal and electricity demand during 2017 sd. 2050 reached respectively 155 million tons and 111 TWh. The cumulative decline in fuel is relatively limited to only 31 thousand kiloliters for 33 years due to the use of fuel generally as a means of supporting transportation from the mine to the cement plant batukapur. Total energy demand with energy conservation in 2050 reaches 303 million BOE with 30% of which is biomass (93 million BOE).

Upaya konservasi energi di industri semen dapat menurunkan emisi GRK pada tahun 2050 sebanyak 30 juta ton CO₂e atau secara kumulatif selama tahun 2017 sd. 2050 sebanyak 501 juta ton CO₂e. Adapun upaya peningkatan pemanfaatan biomassa menjadi 30% pada tahun 2050 dapat menurunkan emisi GRK sebanyak 64 juta ton CO₂e atau kumulatif selama tahun 2017 sd. 2050 sebanyak 843 juta ton CO₂e.

Energy conservation efforts in cement industry can reduce GHG emissions of 30 million tonnes CO₂e by 2050 or cumulatively as much as 501 million tonnes of CO₂e from 2017 until 2050. The efforts to increase the utilization of biomass to 30% by 2050 can reduce GHG emissions as much as 64 million tonnes CO₂e or a cumulative of 843 million tonnes of CO₂e in 2017-2050.

Gambar 5.10 Konsumsi energi dan efisiensi di industri pulp dan kertas serta semen

Figure 5.10 Energy consumption and energy efficiency in pulp and paper and also cement industry



5.3.5 Kasus Penerapan Bangunan Hijau di Sektor Komersial

Legislasi dan regulasi bangunan gedung diatur dalam UU 28/2002, Peraturan Pemerintah 36/2005 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 02/PRT/M/2005. Bangunan hijau adalah bangunan gedung yang memenuhi persyaratan bangunan gedung dan memiliki kinerja terukur secara signifikan dalam penghematan energi, air, dan sumber daya lainnya melalui penerapan prinsip bangunan gedung hijau sesuai dengan fungsi dan klasifikasi dalam setiap tahapan penyelenggaraannya.

UU 28/2002 menegaskan bahwa bangunan gedung harus memenuhi persyaratan pencahayaan (alami dan buatan), menjamin keandalan teknis dari segi keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan. Bangunan gedung mencakup fungsi hunian, fungsi keagamaan, fungsi usaha, fungsi sosial dan budaya, dan fungsi khusus

5.3.5 Case of Green Building Implementation in Commercial Sector

Building legislation and regulation arranged in Law 28/2002, Government Regulation 36/2005, and Ministry of Public Works & Housing regulation no 02/PRT/M/2005. Green building is a building that meets the requirements of buildings and has significant measurable performance in saving energy, water and other resources through the application of green building principles in accordance with the function and classification in every stage of its operation.

Law 28/2002 confirms that buildings must meet lighting requirements (natural and artificial), ensure technical reliability in terms of safety, health, comfort, and convenience. Buildings include residential functions, religious functions, business functions, social and cultural functions, and special functions (nuclear reactors, defense installations). Government Regulation 36/2005 insists that each

(reaktor nuklir, instalasi pertahanan). PP 36/2005 menandakan bahwa setiap gedung harus dilengkapi dengan sistem ventilasi, sistem udara, sistem pencahayaan, dan penggunaan bahan bangunan yang mempertimbangkan prinsip konservasi energi. Adapun Permen PUPR 02/PRT/M/2015 tentang Bangunan Gedung Hijau ditetapkan dalam rangka mewujudkan penyelenggaraan bangunan gedung berkelanjutan yang efisien dalam penggunaan sumber daya dan berkontribusi terhadap pengurangan emisi GRK.

Bangunan gedung baru dan lama akan dikenakan persyaratan bangunan gedung hijau, baik wajib (*mandatory*), disarankan (*recommended*), maupun sukarela (*voluntary*). Sebagai pelaksanaan UU 28/2002 dan PP 36/2005, Gubernur Provinsi DKI Jakarta menetapkan Pergub 38/2012 tentang Bangunan Gedung Hijau, diantaranya mengatur tentang indeks konsumsi energi (IKE) dalam kWh/m²/tahun.

Pengembangan bangunan hijau merupakan kebutuhan karena akan meningkatkan daya saing gedung dan penghematan biaya operasional gedung. Untuk itu, bangunan eksisting maupun bangunan baru perlu dilakukan sertifikasi guna mengetahui tingkat penghematan energi yang terjadi.

Lembaga Konsil Bangunan Hijau Indonesia (*Green Building Council Indonesia*, GBC Indonesia) adalah lembaga mandiri yang memfasilitasi transformasi industri bangunan global yang berkelanjutan. GBC Indonesia bertujuan untuk melakukan transformasi pasar serta diseminasi kepada masyarakat dan pelaku bangunan untuk menerapkan prinsip-prinsip bangunan hijau di Indonesia. Kegiatan utama GBC Indonesia adalah transformasi pasar, pelatihan, sertifikasi bangunan hijau berdasarkan perangkat penilaian khas Indonesia yang disebut GREENSHIP, serta program kerjasama dengan *stakeholder*.

GREENSHIP terbagi atas enam kategori, yaitu tepat guna lahan, efisiensi dan konservasi energi, konservasi air, sumber dan siklus material, kualitas udara dan kenyamanan udara dalam ruang, serta manajemen lingkungan bangunan. Sampai dengan Juni 2017, GBC Indonesia telah mengeluarkan 25 sertifikat *greenship* (berlaku 3 tahun) terhadap 15 bangunan baru, 8 bangunan eksisting, 2 *interior space* perusahaan, dan 26 pengakuan desain gedung baru. Rata-rata penghematan listrik dari bangunan baru, bangunan eksisting, dan pengakuan desain masing-masing adalah 28,84%, 43,16%, dan 36,16%.

building must be equipped with a ventilation system, air system, lighting system, and the use of building materials that considers the principles of energy conservation. While Regulation of Minister of Public Works and Housing 02/PRT/M/2015 on Green Building is set in order to realize the implementation of efficient sustainable building in the use of resources and contribute to the reduction of GHG emissions.

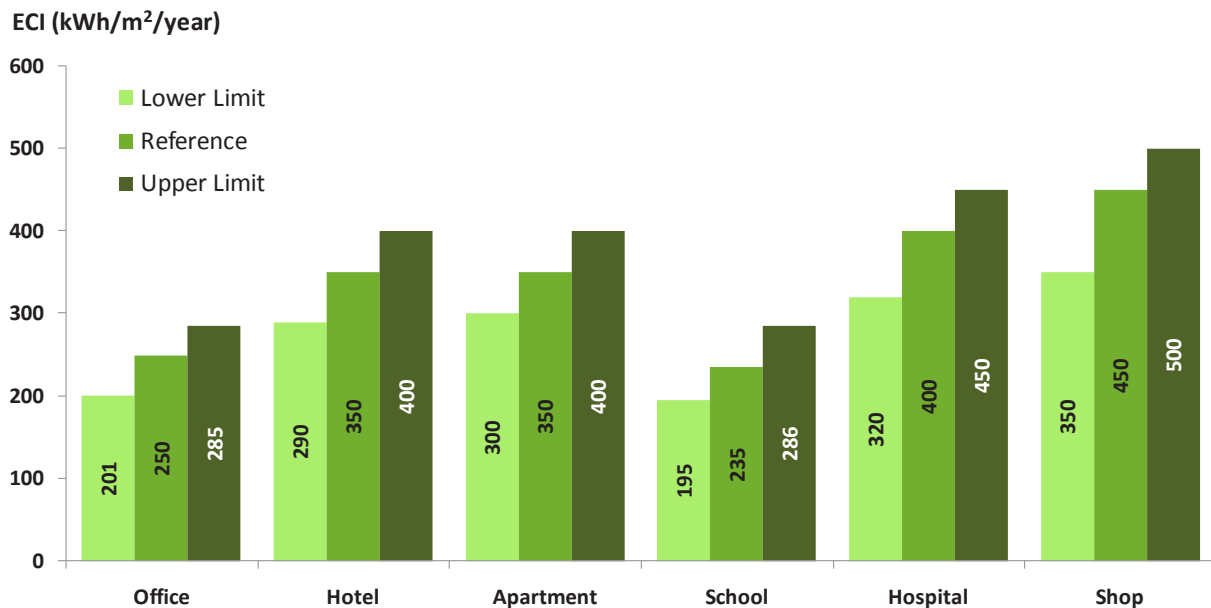
New and old buildings will be subject to green building requirements, mandatory, recommended (recommended) or voluntary. As the implementation of Law No. 28/2002 and Government Regulation No. 36/2005, the Governor of DKI Jakarta declared Governor Regulation 38/2012 on the Green Building, among which the energy consumption index (ECI) in kWh/m²/year

Development of green building is a necessity because it will improve the competitiveness of buildings and save the operational cost of building. For that reason, existing and new buildings need to be certified to determine their level of energy savings.

The Green Building Council Indonesia (GBC Indonesia) is an independent institution that facilitates the transformation of a sustainable global building industry. GBC Indonesia aims to conduct market transformation and dissemination to the community and building actors to apply the principles of green building in Indonesia. The main activities of GBC Indonesia are market transformation, training, green building certification based on a typical Indonesian assessment tool called GREENSHIP, as well as cooperation programs with stakeholders.

GREENSHIP is divided into six categories, land use, energy efficiency and conservation, water conservation, source and material cycle, air quality and indoor air comfort, and building environment management. As of June 2017, GBC Indonesia has issued 26 greenhip certificates (valid only for 3 years) on 15 new buildings, 8 existing buildings, 2 corporate interior spaces, and 26 design recognition for new buildings. The average electricity savings from new buildings, existing buildings, and design recognition are 43.16%, 28.84%, and 36.16%, respectively.

Gambar 5.11 Indeks konsumsi energi bangunan gedung di DKI Jakarta
Figure 5.11 Energy consumption index for building in DKI Jakarta



Menurut data BPS, nilai konstruksi gedung per provinsi tahun 2012 s.d. 2015 meningkat rata-rata 7% pertahun (tidak termasuk inflasi) dari Rp. 128,5 triliun pada tahun 2012 menjadi Rp. 157,6 triliun. Sekitar 63% dari nilai konstruksi disumbang oleh provinsi DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Timur, Jawa Tengah).

According to BPS data, the value of building construction per province in 2012 s.d. 2015 increased by an average of 7% per year (excluding inflation) from Rp. 128.5 trillion in 2012 to Rp. 157.6 trillion. Approximately 63% of the value donated by provinces DKI Jakarta, West Java, East Java, and Central Java).

Berdasarkan studi yang dilaksanakan oleh *Indian Institute of Technology*, indeks konsumsi energi (IKE) suatu bangunan mencapai 240 kWh/m²/tahun dan akan menurun menjadi 208 kWh/m²/tahun dengan menggunakan dinding rongga berisolasi, atap terisolasi dan teduh, serta jendela berlapis ganda dan berbayang. IKE masih dapat diturunkan menjadi 168 kWh/m²/tahun dengan menggunakan lampu efisien, lampu terintegrasi dengan cahaya matahari, dan *efficients fixtures*. Dengan optimisasi HVAC, IKE gedung masih dapat diturunkan menjadi 98 kWh/m²/tahun apabila memperbaiki sistem kontrol (*chiller*, sistem kondensasi, sistem beban, dan penggunaan pendingin) yang efisien.

Based on a study conducted by the *Indian Institute of Technology*, the energy consumption index (ECI) of a building that reaches 240 kWh/m²/year and will decrease to 208 kWh/m²/yr by using insulated cavity walls, isolated & shaded roofs, and double glazed & shaded windows. The ECI can still be reduced to 168 kWh/m²/yr by using efficient lamps, daylight integration, and efficient fixtures. With HVAC optimization, the building ECI can still be reduced to 98 kWh/m²/yr if improving the efficient control system (*chiller*, condensation system, load system, and cooling).

Kasus bangunan hijau adalah kasus konservasi konsumsi listrik di gedung. Dalam skenario dasar, kebutuhan listrik bangunan gedung tahun 2015 mencapai 50,54 TWh dan meningkat menjadi 402,35 TWh pada tahun 2050. Pada kasus bangunan hijau, konsumsi listrik bangunan eksisting sebanyak 50,54 TWh pada tahun 2015 dan diasumsikan selama 20 tahun ke depan sudah mengadopsi konsep bangunan hijau. Di sisi lain, kebutuhan listrik bangunan baru yang meningkat dari 2,43 TWh pada tahun 2016

The case of green buildings is a case of conservation of electricity consumption in the building. According to the base scenario, the electricity demand for building in 2015 reaches 50.54 TWh and increases to 402.35 TWh by 2050. In case of green building, electricity consumption for existing buildings are 50.54 TWh in 2015 and assumed during 20 years into the future have adopted the concept of green building. On the other hand, the need for new building electricity increased from 2.43 TWh in 2016 to 351.81 TWh by 2050 is assumed

menjadi 351,81 TWh pada tahun 2050 diasumsikan dibangun dengan konsep bangunan hijau mencapai 5% per tahun. Dengan demikian, semua gedung baru pada tahun 2035 sudah dibangun menggunakan konsep bangunan hijau. Dengan asumsi tersebut, maka total kebutuhan listrik sektor komersial menurun 13,25 TWh menjadi 78,88 TWh pada tahun 2025 dan menurun 154,11 TWh menjadi 248,24 TWh pada tahun 2050, atau terjadi efisiensi sebesar 38%. Potensi konservasi energi sektor komersial tersebut mayoritas berlangsung untuk bangunan gedung di Pulau Jawa.

Penurunan kebutuhan listrik tersebut juga akan mengurangi emisi GRK sektor pembangkit listrik sebanyak 14,3 juta ton CO₂e pada tahun 2025 dan 122 juta ton CO₂e pada tahun 2050. Penurunan kebutuhan listrik tersebut juga berimplikasi terhadap penurunan kapasitas pembangkit listrik sebanyak 3,6 GW pada tahun 2025 dan 28,5 GW pada tahun 2050, serta penurunan investasi yang diperlukan untuk membangun pembangkit listrik sebanyak 5.159 juta USD pada tahun 2025 dan 41.029 juta USD pada tahun 2050.

Untuk mendorong pelaksanaan UU 28/2002, PP 36/2005, Permen PUPR 02/PRT/M/2015, dan Pergub DKI Jakarta 38/2012, masih diperlukan berbagai upaya agar pelaksanaan kebijakan tersebut dapat berlangsung secara optimal. Seperti diketahui bahwa regulator untuk pelaksanaan bangunan hijau ada ditingkat kabupaten maupun provinsi karena erat terkait dengan perizinan, misalnya Izin Mendirikan Bangunan. Untuk itu, semua gubernur perlu menetapkan peraturan gubernur tentang bangunan hijau terutama semua provinsi yang jumlah bangunan gedung banyak, misalnya semua provinsi di Jawa, Provinsi Sumatera Utara, Provinsi Sulawesi Selatan, dan Provinsi Sumatera Selatan dan mengawasi pelaksanaannya.

Selain itu, pemerintah juga perlu mendorong penetapan SNI tentang bangunan gedung yang terkait dengan bangunan hijau. Sebagai informasi bahwa *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, INC (ASHRAE)* telah menetapkan bahwa target IKE tahun 2004 adalah 161 kWh/m²/tahun (ASHRAE 90.1-2004) dan menjadi 0 kWh/m²/tahun (ASHRAE 90.1/189). IKE sama dengan 0 karena semua kebutuhan listrik dipasok oleh gedung itu sendiri, misalnya dengan pemanfaatan energi angin, energi surya, energi yang dapat dibangkitkan dari pengoperasian lift, dan lainnya.

Pihak masyarakat yang diwakili oleh GBC Indonesia juga perlu meningkatkan aktivitasnya yang terkait dengan transformasi pasar, pelatihan, sertifikasi bangunan hijau.

to be built with the concept of green building reaching 5% per year. Thus, all new buildings in 2035 have been built using the concept of green buildings. With this assumption, the total electricity needs of the Commercial Sector decreased 13.25 TWh to 78.88 TWh in 2025 and decreased 154.11 TWh to 248.24 TWh by 2050, or an efficiency of 38%. The energy conservation potential of the commercial sector is the majority for the building in Java.

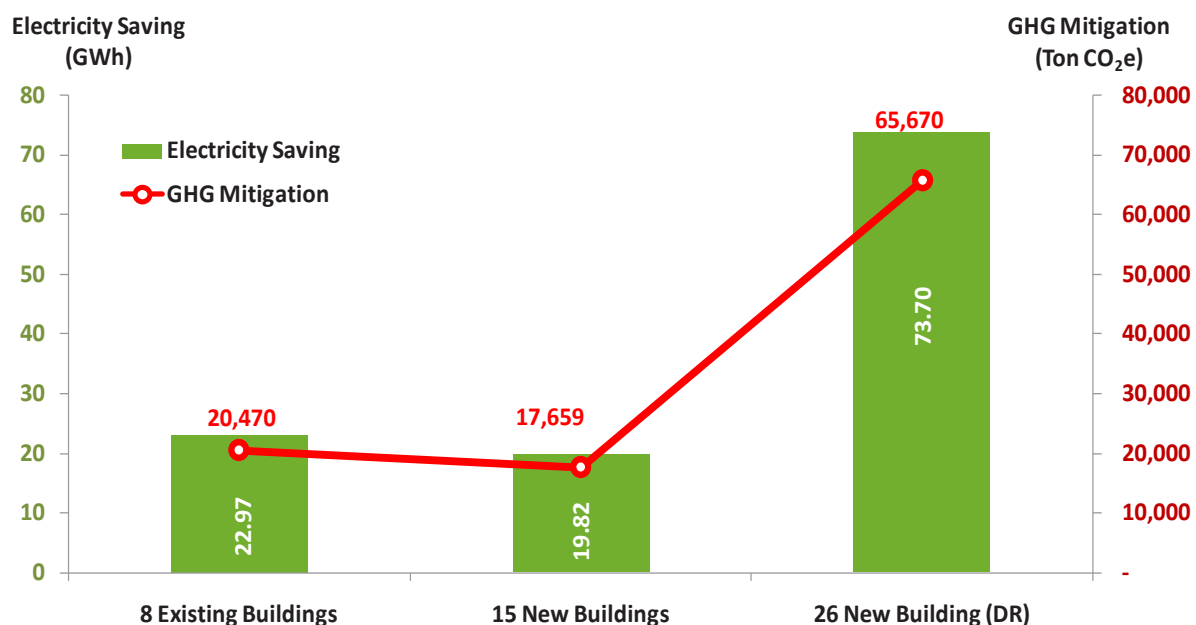
The decline in electricity demand will also reduce GHG emissions in the power generation sector by 14.3 million tons of CO₂e by 2025 and 122 million tons of CO₂e by 2050. The decline in electricity demand also has implications for the decline in power generation capacity of 3.6 GW at in 2025 and 28.5 GW by 2050, and decline investment required to build a national electricity system 5,159 USD by 2025 and 41,029 USD by 2050.

To encourage the implementation of Law 28/2002, Government Regulation 36/2005, Regulation of Minister of Public Works and Housing 02/PRT/M/2015, and Governor Jakarta Regulation 38/2012, efforts are needed to ensure implementation of the policy can take place optimally. As it is known, regulator for green buildings implementation exist at the district and provincial level as it is related to licensing such as building permit. Therefore, all governors need to enact regulations on green building and oversee its implementation especially for provinces with large number of buildings such as all provinces in Java, North Sumatra, South Sulawesi and South Sumatera.

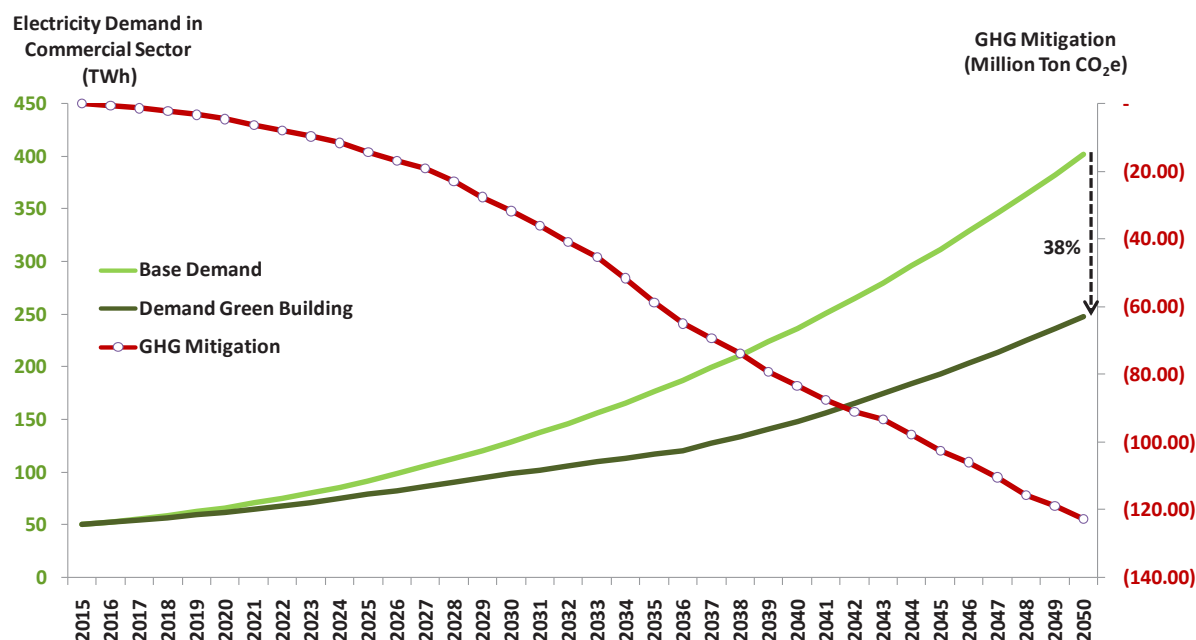
In addition, the Government also needs to encourage the stipulation of Indonesian National Standard (SNI) on building structures that related to green building. For information, the American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, INC (ASHRAE) in 2004 determined that the ECI target of 161 kWh/m²/year (ASHRAE 90.1-2004) to become 0 kWh/m²/year (ASHRAE 90.1/189) by 2030. This zero ECI means that all electricity demand is self supplied by the building using, for example, wind energy and solar energy for the operation of elevator, and others.

The community represented by GBC Indonesia also needs to increase its activities related to market transformation, training, green building certification.

Gambar 5.12 Gedung bersertifikat *greenships*
Figure 5.12 *Greenships* certified building



Gambar 5.13 Proyeksi kebutuhan listrik di sektor komersial dan mitigasi GRK
Figure 5.13 Projection of electricity demand in commercial sector and GHG mitigation



5.4 Emisi Gas Rumah Kaca

Greenhouse Gas Emission

5.4.1 Emisi GRK Skenario Dasar dan Tinggi

Emisi gas rumah kaca (GRK) yang dibahas dalam BPPT-OEI 2017 meliputi emisi yang dihasilkan dari pembakaran energi fosil, emisi *fugitive* dari produksi dan distribusi energi fosil, emisi dari proses kilang minyak dan gas, serta emisi akibat penggunaan gas bumi sebagai bahan baku (sektor IPPU/*Industrial Process and Product Use*). Sementara itu, emisi akibat penggunaan batubara sebagai reduktor pada industri baja (sektor IPPU) serta emisi akibat perubahan lahan untuk pembangunan infrastruktur energi (sektor AFOLU/*Agriculture, Forestry, and Others Land Use*) tidak dibahas karena keterbatasan data.

Emisi GRK didominasi oleh sektor pembangkit, industri, dan transportasi. Emisi dari kelima sektor pengguna energi diperkirakan terus meningkat seiring dengan peningkatan konsumsi energi final. Pangsa energi terbarukan masih rendah sehingga penurunan emisi belum optimal. Pada skenario tinggi, pertumbuhan emisi lebih tinggi dari pertumbuhan konsumsi energi final karena pangsa energi terbarukan yang lebih rendah.

Intensitas emisi GRK per kapita terus meningkat karena Indonesia masih dalam tahap pembangunan untuk menjadi negara maju yang membutuhkan banyak energi dalam kegiatan ekonominya. Selain itu, peningkatan pendapatan masyarakat akan mendorong peningkatan konsumsi energi komersial dan selanjutnya akan meningkatkan emisi GRK.

Sebaliknya, intensitas emisi GRK per PDB terus mengalami penurunan sejalan dengan penurunan intensitas energi final per PDB. Laju pertumbuhan konsumsi energi lebih rendah dari pertumbuhan ekonomi yang menunjukkan pemanfaatan energi yang lebih efisien.

5.4.1 GHG Emission Base and High Scenario

*Greenhouse gas (GHG) emissions discussed in BPPT-OEI 2017 include emissions from fossil fuel combustion, fugitive emissions (production and distribution of fossil energy), oil and gas refinery processes, and emissions due to natural gas use as feed stock (IPPU/*Industrial Process and Product Use* sector). Meanwhile, emissions from coal use as reductor in steel industry (IPPU sector) and emissions due to land conversion for construction of energy infrastructure (AFOLU/*Agriculture, Forestry and Others Land Use* sector) are not discussed due to data limitations.*

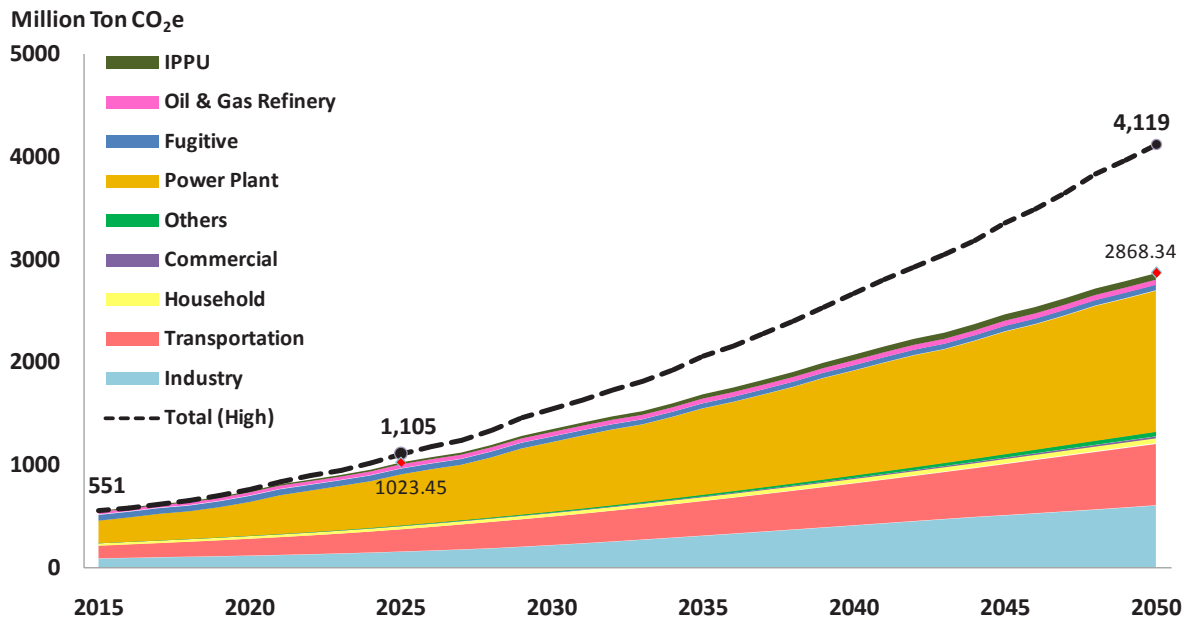
GHG emissions are dominated by power generation, industry, and transportation sectors. Emissions generated from five energy sectors will increase in line with final energy consumption increase. Share of renewable energy is still low that the emission reduction not optimal. In High scenario emissions growth is higher than final energy consumption growth due to lower share of renewable energy.

The intensity of GHG emissions per capita continues to increase as Indonesia is still in the developing country stage that needs much energy in the economic activities. Furthermore, the increase in people's incomes will encourage the increase of commercial energy consumption in which will encourages higher increase of GHG emissions.

Meanwhile, intensity of GHG emission per GDP tends to decline in line with the intensity declining of final energy per GDP. Energy consumption growth is slower than economic growth which shows a more efficient energy utilization.

Gambar 5.14 Emisi GRK skenario tinggi

Figure 5.14 GHG emission base scenario and high scenario



Intensitas emisi GRK per energi cenderung meningkat pada kedua skenario. Hal ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan emisi lebih tinggi dibandingkan laju pertumbuhan penyediaan energi primer. Sementara itu, faktor emisi listrik mengalami penurunan pada kedua skenario seiring dengan peningkatan produksi listrik dari pembangkit EBT.

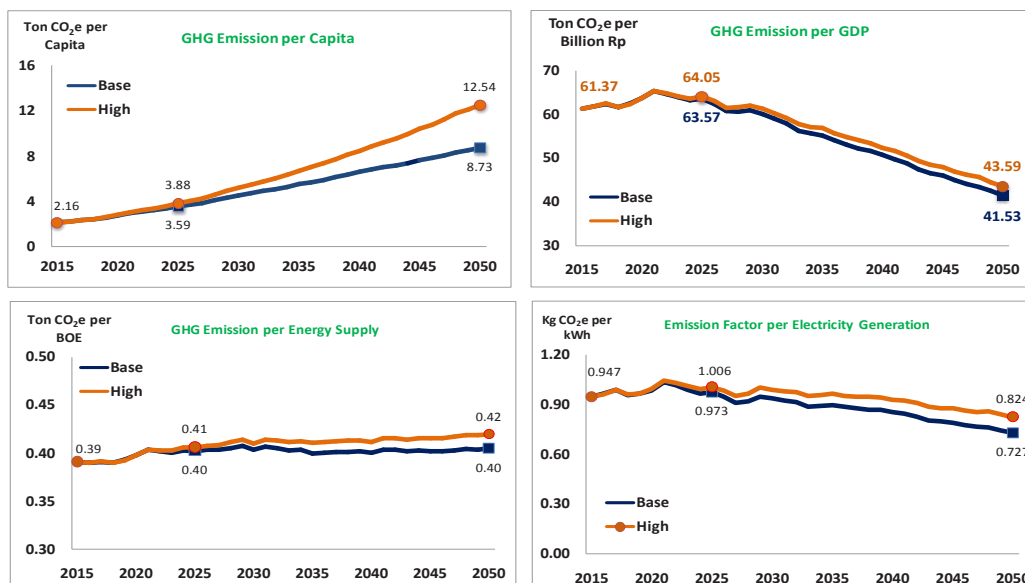
The intensity of GHG emission per energy supply tends to increase in both scenarios. This reflects the higher emission growth compared to primary energy supply growth. Meanwhile, the emission factor of electricity generation will decline in both scenarios in line with the increase of electricity production from NRE power plant.

Pada skenario tinggi, nilai keempat indikator emisi lebih tinggi dari pada skenario dasar. Hal ini karena pada skenario tinggi pertumbuhan konsumsi energi dan pangsa batubara lebih tinggi, sedangkan pangsa energi terbarukan lebih rendah dari skenario dasar.

All emission indicators in high scenario are higher than those in Base scenario because of the higher energy consumption growth, the higher coal share, and the lower renewable energy share.

Gambar 5.15 Intensitas emisi GRK

Figure 5.15 GHG emission intensity



5.4.2 Emisi GRK untuk Kasus Energi Bersih

Sesuai volume penyediaan dan kebutuhan energi fosil pada skenario dasar dihasilkan emisi GRK yang meningkat dari 551 juta ton CO₂e pada tahun 2015 menjadi 2.868 pada tahun 2050. Jumlah emisi GRK tersebut sekitar 1.251 lebih rendah pada tahun 2050 terhadap skenario tinggi. Emisi GRK CO₂e tersebut dihitung dengan GWP sebesar 23 untuk CH₄ dan 296 untuk N₂O. Faktor Emisi CO₂ menggunakan Tier-2 hanya untuk BBM dan Batubara, sedangkan Faktor Emisi CO₂ gas bumi dan LPG serta CH₄ dan N₂O masih menggunakan Tier-1 default IPCC-2006.

Sekitar 47,9% emisi GRK tahun 2050 disumbang oleh pembangkit listrik, disusul industri (21,1%), transportasi (20,9%), dan sisanya terdistribusi tidak merata. Tingginya kontribusi emisi GRK sektor pembangkit karena lebih tingginya pertumbuhan sektor pembangkit dibanding sektor kebutuhan dan banyaknya penggunaan batubara. Kontribusi sektor transportasi relatif menurun dibanding tahun 2015 karena dipertimbangkannya biodiesel sebagai bahan bakar.

Laju pertumbuhan emisi GRK pada skenario dasar dan tinggi masing-masing adalah 4,81% dan 5,91% per tahun. Hal ini membuat nilai emisi GRK per GDP mengalami penurunan dari 61,37 kg CO₂e/juta Rp pada tahun 2015 menjadi 41,53 CO₂e/juta Rp untuk skenario dasar dan 43,59 CO₂e/juta Rp untuk skenario tinggi. Selain itu, emisi GRK per kapita naik dari 2,16 ton CO₂e/kapita pada tahun 2015 menjadi 8,73 ton CO₂e/kapita untuk skenario dasar dan 12,54 CO₂e/kapita untuk skenario tinggi pada tahun 2050.

Pertimbangan penggunaan teknologi energi bersih pada skenario dasar menyebabkan terjadinya penurunan emisi GRK sebanyak 711,68 juta ton CO₂e pada tahun 2050 atau 1,3 kali lebih banyak dibanding jumlah emisi GRK tahun 2015. Sekitar 58,3% penurunan emisi GRK tersebut disumbang dari peningkatan pemanfaatan energi baru dan terbarukan pada pembangkit listrik, disusul oleh pemanfaatan bangunan hijau (12,2%), pemanfaatan teknologi dan energi bersih pada industri (11,4%), pemanfaatan biofuel (9,6%), pemanfaatan mobil dan sepeda motor listrik (3,5%). Rendahnya kontribusi penurunan emisi GRK dari pemanfaatan mobil dan sepeda motor listrik karena terjadinya peningkatan emisi GRK di pembangkit listrik akibat penggunaan listrik.

5.4.2 GHG Emission for Case of Clean Energy

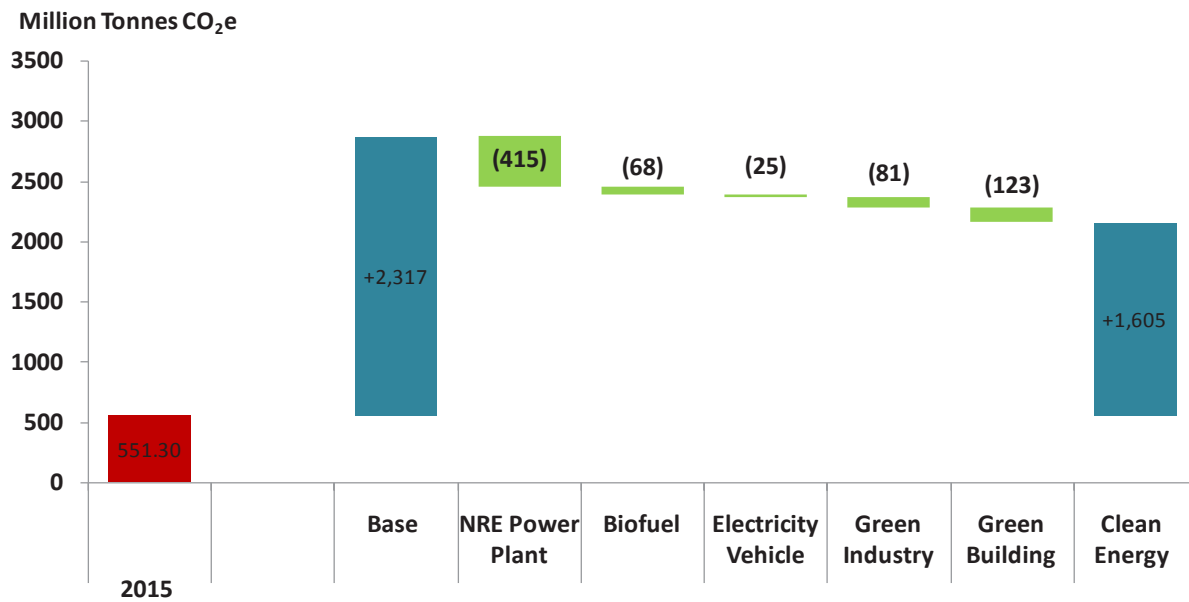
According to the volume of supply and demand of fossil energy in the base scenario, GHG emissions are generated from 551 million tonnes of CO₂e by 2015 to 2,868 by 2050. The amount of GHG emission is about 1,251 lower by 2050 compare to high scenario. CO₂e GHG emissions are calculated with GWP of 23 for CH₄ and 296 for N₂O. CO₂ emission factor uses Tier-2 only for oil fuel and coal, while natural gas and LPG CO₂ Emission Factor and CH₄ and N₂O still use Tier-1 default IPCC-2006.

Approximately 47.9% of GHG emissions by 2050 are contributed by power plants, followed by industry (21.1%) and transportation (20.9%). The high contribution of power plants in GHG emissions is due to the higher growth power plant sector compared to five demand sectors and also the large utilization of coal. Contribution of transportation sector is declining relative to 2015 due to biodiesel usage as fuel

GHG emission growth rates in the base and high scenarios are respectively 4.81% and 5.91% per year. This makes the value of GHG emissions per GDP decrease from 61.37 kg CO₂e/million Rp in 2015 to 41.53 CO₂e/million Rp for base scenario and 43.59 CO₂e/million USD for high scenario. In addition, GHG emissions per capita increase from 2.16 tons CO₂e/capita in 2015 to 8.73 tons CO₂e/capita for base scenario and 12.54 tons CO₂e/capita for high scenario in 2050.

Consideration of clean energy technology utilization in base scenario causes the GHG emission reduction as much as 711.68 million tonnes of CO₂e in 2050 or 1.3 times higher than 2015. Approximately 58.3% of GHG emissions reduction is contributed from the utilization of green building (12.2%), utilization of clean technology and clean energy in industry (11.4%), biofuel utilization (9.6%), and the utilization of electric vehicles (3.5%). The low contribution of electric vehicles is due to the increase of GHG emissions in power plants to supply its electricity demand.

Gambar 5.16 Emisi GRK untuk skenario dasar dan tinggi serta kasus energi bersih
Figure 5.16 GHG emission for base and high scenario and also case of clean energy



5.5 Ketergantungan Impor Energi

Energy Import Dependency

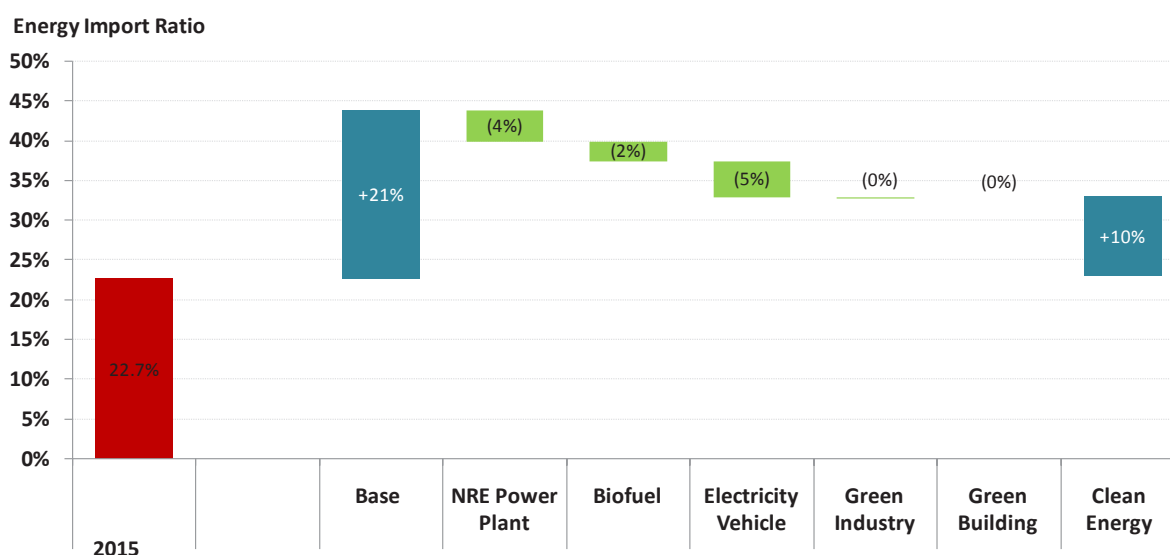
Indonesia akan menjadi negara net impor energi pada tahun 2031 untuk skenario dasar dan tahun 2030 untuk skenario tinggi. Hal ini mendorong tingginya ketergantungan Indonesia akan impor energi yang mencapai 44% pada tahun 2050 pada skenario dasar. Impor BBM sudah berlangsung lama sebelum tahun 2015, dan impor gas bumi diprediksi akan menyusul mulai tahun 2025.

Adanya upaya pemanfaatan teknologi energi bersih sesuai kasus ini akan menurunkan kebutuhan energi dan meningkatkan pemanfaatan energi yang bersumber dari dalam negeri, seperti BBN untuk transportasi dan energi terbarukan untuk pembangkit listrik. Hal ini jelas akan meningkatkan ketahanan energi domestik sekaligus menurunkan ketergantungan akan impor energi. Penurunan impor energi dalam kasus ini terutama disumbang oleh pemanfaatan mobil dan motor listrik (41%), disusul peningkatan pemanfaatan EBT pada pembangkit listrik (35%), dan peningkatan pemanfaatan BBN (23%).

Indonesia will become a net import country of energy in the year 2031 for the base scenario and years 2030 for the high scenario. This prompted Indonesia's high dependence on energy imports that reached 44% by 2050 on the base scenario. Oil fuels import have been long before 2015, and natural gas imports are predicted to follow from 2025.

The use of clean energy technology in this case will reduce energy demand and increase the utilization of energy sourced from domestic, such as biofuel for transportation and renewable energy in power plants. This will obviously increase domestic energy security while reducing dependence on energy imports. The decrease in energy imports in this case was mainly contributed by the utilization of electric cars and electric motors (41%), followed by increased utilization of NRE in power plants (35%), and increased use of biofuels (23%).

Gambar 5.17 Rasio impor energi untuk skenario dasar dan kasus energi bersih
Figure 5.17 Energy import ratio for base scenario and case of clean energy



5.6 Indeks Energi Bersih

Clean Energy Index

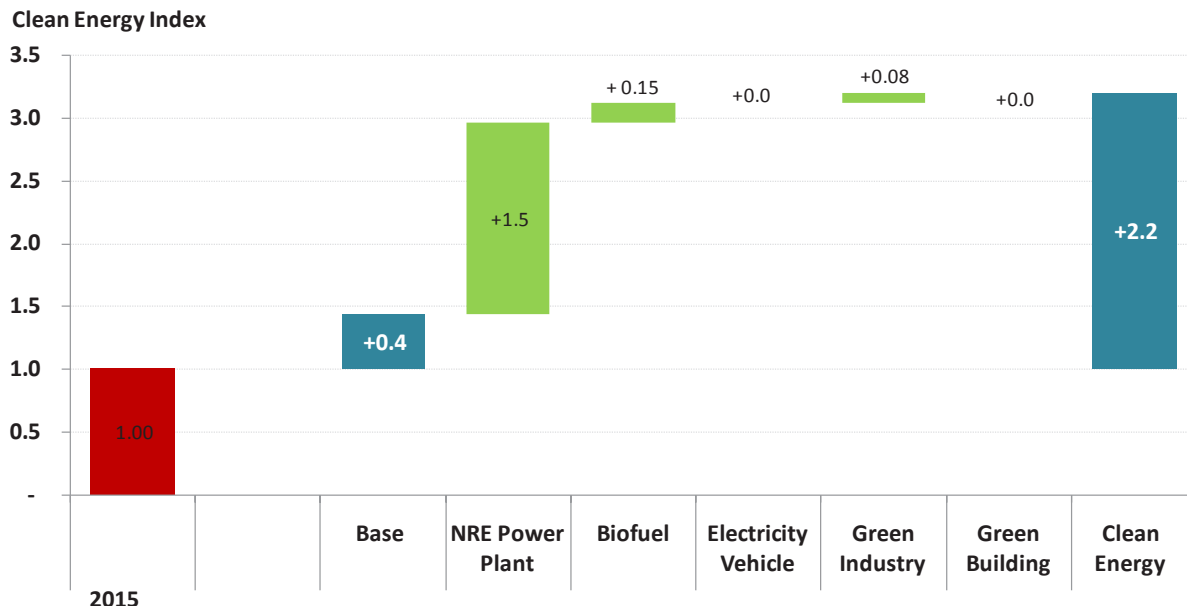
Dalam kasus ini, pemanfaatan energi bersih mendorong peningkatan sumbangsih energi bersih dalam sistem energi nasional, sekaligus mendukung pencapaian sasaran mitigasi GRK nasional yang disampaikan dalam *Nationally Determined Contribution*. Tingginya indeks energi bersih juga berkontribusi terhadap tingginya ketahanan energi nasional.

Total penambahan kebutuhan energi bersih mencapai 2003 juta SBM pada tahun 2050, padahal dalam skenario dasar kebutuhan energi bersih hanya mencapai 942 juta SBM. Sekitar 87% penggunaan energi bersih berlangsung di sektor pembangkit listrik, disusul 8% oleh sektor transportasi, dan 5% bersumber dari pemanfaatan biomassa di sektor industri.

In this case, the utilization of clean energy encourages the increase of net energy contribution in the national autonomous system, while supporting the achievement of national GHG mitigation targets delivered in Nationally Determined Contribution. The high net energy index also contributes to the high national energy security.

The total increase of clean energy demand reaches 2003 million BOE by 2050, whereas in base scenario the demand of clean energy only reaches 942 million BOE. Approximately 87% of net energy consumption takes place in power plants sector, followed by transportation sector (8%), and industry sector by biomass utilization (5%).

Gambar 5.18 Index Energi Bersih untuk skenario dasar dan kasus energi bersih
Figure 5.18 Clean Energy Index for base scenario and case of clean energy



Melihat dampak penggunaan teknologi energi bersih yang positif terhadap peningkatan mitigasi emisi GRK, pengurangan ketergantungan atas impor energi, peningkatan penggunaan energi terbarukan dan peningkatan suplai energi yang bersumber dari dalam negeri, maka pemerintah seyogyanya mendorong upaya pemanfaatannya. Untuk itu, diperlukan dukungan insentif dan regulasi agar pemanfaatannya dapat berlangsung tanpa merugikan masyarakat.

Given the positive impacts of clean energy technology in GHG emissions reduction and in reducing energy imports dependency as well as increasing renewable energy utilization and domestic energy resources, the Government should encourage its utilization efforts. Therefore, incentives and regulatory support are needed to ensure that its utilization can take place without harming the community.

Halaman kosong / *blank page*



Penutup

Closing

Indonesia berkomitmen untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) pada tahun 2020 sebesar 26% dengan upaya sendiri, dan hingga 41% dengan bantuan internasional yang dituangkan dalam NDC (*Nationally Determined Contribution*). Pengembangan energi bersih untuk jangka panjang menjadi opsi dalam memenuhi komitmen tersebut.

BBM masih akan mendominasi kebutuhan energi final nasional dalam kurun waktu 2015-2050 akibat penggunaan teknologi saat ini yang masih berbasis BBM, terutama di sektor transportasi. Dari sisi sektoral, kebutuhan energi di sektor industri diperkirakan tetap dominan untuk jangka panjang. Sebagai negara berkembang, Indonesia akan mengarah menjadi negara maju yang diindikasikan dengan dominasi sektor industri dalam menunjang perekonomiannya. Peningkatan kebutuhan energi perlu diantisipasi dengan menerapkan upaya konservasi energi di sisi hulu yang didukung dengan penetapan kebijakan yang tepat dan dapat dilaksanakan.

Indonesia sudah menjadi negara net importir minyak bumi sejak tahun 2004. Kemampuan produksi minyak bumi Indonesia terus menurun akibat sumur yang sudah tua dan sumberdaya yang terletak di daerah *frontier*. Untuk gas bumi diperkirakan juga akan menjadi net importir pada tahun 2025 untuk skenario dasar dan tahun 2024 untuk skenario tinggi. Untuk batubara akan terjadi pengurangan cadangan pada tahun 2049 bila pertumbuhan produksi batubara tetap tinggi mengikuti kondisi historis. Sedangkan dari sisi energi primer, diperkirakan akan menjadi net importir energi pada tahun 2031 untuk skenario dasar dan tahun 2030 untuk skenario tinggi.

Dengan kondisi tersebut diperlukan segera peningkatan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi migas non konvensional seperti *shale gas* prospektif dengan sumberdaya mencapai 574 TCF. Kunci keberhasilan pengembangan migas non konvensional adalah eksplorasi dan eksploitasi yang masif sehingga biaya operasionalnya akan lebih murah. Dukungan pemerintah diperlukan untuk melaksanakan eksplorasi dan eksploitasi yang dapat melalui penugasan ke BUMN atau dengan mekanisme *petroleum fund*.

Dari sisi penggunaan energi listrik diprediksi terjadi hal yang penting yakni pergeseran kontributor utama kebutuhan energi listrik dari sektor rumah tangga menjadi sektor industri. Hal ini dipandang positif karena penggunaan energi listrik untuk keperluan konsumtif dapat dikendalikan dan sebaliknya listrik didorong untuk memenuhi keperluan

Indonesia is pledged to reduce GHG emissions by 26% (41% with international support) by 2020 as outlined in the NDC (Nationally Determined Contribution). Development of clean energy in long term becomes an option in fulfilling that commitment.

Oil fuels will still dominate the national final energy demand in the period 2015-2050 due to the high use of oil fuels-based technology, especially in transportation sector. From the sectoral perspective, energy demand in industrial sector is expected to remain dominant. As a developing country, Indonesia leads its way to be a developed country which is indicated by the dominance of industrial sector as the main support of economy. The high increase in final energy demand needs to be anticipated by implementing energy conservation efforts on upstream side and also supported by the appropriate and feasible policies.

Indonesia has been a net importer of crude oil since 2004. Indonesia's oil production continues to decline due to old aged wells and resources location in frontier areas. Indonesia is also expected to become net importer of natural gas by 2025 in base scenario and by 2024 in high scenario. For coal, there will be a reserve depletion in 2049 if the production growth remains high as historical conditions. While from the primary energy side, Indonesia is predicted to be a net energy importer in 2031 for base scenario and 2030 for high scenario.

With such condition, it is necessary to immediately increasing exploration and exploitation of the prospective non-conventional oil and gas such as shale gas with resources of 574 TCF. The key to success of non-conventional oil and gas development is massive exploration and exploitation so that the operational costs will be lower. Government support is required to carry out the exploration and exploitation through assignment to a state-owned enterprise or by a petroleum fund mechanism.

In electrical demand, it is predicted that there will be an important shift of the main electrical user from household sector to industrial sector. This is a positive outcome because the use of electrical energy for consumptive purposes can be controlled and is encouraged to meet productive sector demand. Whereas, the additional capacity of power plants

produktif. Sedangkan penambahan kapasitas pembangkit listrik diprediksi masih akan didominasi penggunaan PLTU batubara dengan pangsa mencapai 75% pada tahun 2050. Pembangkit listrik berbasis EBT hanya mencapai pangsa 15% sedangkan sisanya berbasis gas bumi dan BBM.

Disamping pengembangan migas non konvensional, perlu mulai melaksanakan program "transisi energi" melalui peningkatan penggunaan energi yang efisien, penerapan teknologi energi bersih yang rendah karbon, dan elektrifikasi di sisi pengguna akhir. Beberapa teknologi energi bersih yang prospektif yaitu: pembangkit listrik energi terbarukan, bahan bakar nabati (BBN), kendaraan listrik, industri hijau, dan bangunan hijau.

Pada kasus pembangkit EBT, peningkatan EBT akan meningkatkan biaya pembangkitan sebesar 9%, namun akan menurunkan emisi CO₂ secara signifikan sebesar 22% dibanding skenario dasar, dan juga akan menghemat konsumsi bahan bakar fosil. Pada kasus BBN akan terjadi peningkatan penggunaan BBN selama periode tahun 2017-2050 sebesar 545 juta kiloliter. Penurunan kebutuhan BBM tersebut akan menurunkan impor BBM dengan volume yang sama. Dari sisi emisi GRK, akan menurunkan emisi sebesar 1.247 juta ton CO₂e selama 35 tahun. Penggunaan kendaraan listrik akan menurunkan kebutuhan BBM kumulatif penurunan selama tahun 2025-2050 sebanyak 70,3 juta kiloliter. Tambahan kapasitas pembangkit untuk kasus ini sebanyak 12,7 MW pada tahun 2025 dan 22,9 GW pada tahun 2050. Pada kasus industri hijau, potensi penurunan kebutuhan energi fosil di industri pulp dan kertas pada tahun 2050 mencapai 3,1 juta SBM (pulp terintegrasi kertas) dan 26,2 juta SBM (industri kertas). Sedangkan penurunan emisi GRK sebanyak 17,2 juta ton CO₂e pada tahun 2050. Untuk industri semen pemanfaatan energi bersih melalui konservasi akan menurunkan emisi GRK secara kumulatif 2017-2050 sebanyak 501 juta ton CO₂e, sedangkan melalui pemanfaatan biomassa dapat menurunkan emisi sebanyak 843 juta ton CO₂e. Pada kasus bangunan hijau diperkirakan akan menurunkan kebutuhan listrik sebesar 38%. Potensi konservasi energi sektor komersial tersebut mayoritas untuk bangunan gedung di Pulau Jawa. Pangsa terbesar penggunaan energi bersih adalah untuk pembangkit listrik yakni sebesar 87%, disusul untuk sektor transportasi (8%) dan 5% bersumber dari pemanfaatan biomassa di sektor industri.

Penggunaan teknologi energi bersih mempunyai dampak yang positif, yaitu:

is predicted to be dominated by coal-fired power plants with a share of 75% in 2050. NRE based power plants only reach 15% share while the rest is still based on natural gas and oil fuels.

In addition to the development of non-conventional oil and gas, it is necessary to begin implementing the "energy transition" program through increased use of efficient energy, adoption of low-carbon clean energy technologies, and electrification on the end-user side. Some clean energy technologies that are prospective to be developed include renewable energy power plants, biofuels, electric vehicles, green industry, and green buildings.

In the case of NRE Power Plant, an increase in NRE will increase the generation cost by 9% but will reduce CO₂ emissions significantly by 22% compared to the base scenario and will also save fossil fuel consumption. In the case of biofuels there will be an increase in the use of biofuels during the period 2017-2050 of 545 million kiloliters. This will reduce oil fuels imports by the same volume and also will reduce the GHG emissions of 1.247 million tons of CO₂e in span of 35 years. The use of electric vehicles will decrease the cumulative oil fuels demand as much as 70.3 million kiloliters by 2050. The additional power plants capacity for the case of electric vehicles is 12.7 MW by 2025 and 22.9 GW by 2050. In the case of green industry, potential reduction in fossil energy demand for the pulp and paper industry in 2050 reaches 3.1 million BOE (paper integrated pulp) and 26.2 million BOE (paper industry). Meanwhile, GHG emissions reduction will reach 17.2 million tonnes CO₂e by 2050. For cement industry, clean energy utilization through conservation will reduce GHG emissions cumulatively from 2017-2050 as much as 501 million tonnes CO₂e, whereas through the biomass utilization can reduce the emission by 843 million tonnes CO₂e. In the case of green building, it is estimated that it will reduce electricity demand by 38%. The energy conservation potential of the commercial sector is mostly for buildings in Java Island. The largest share of clean energy usage is in power plants which is 87%, followed by transportation sector (8%) and industrial sector (5%) with biomass utilization.

The use of clean energy technology has positive impacts as the following:

- mengurangi emisi GRK sehingga dapat mendukung pencapaian sasaran mitigasi GRK nasional yang disampaikan dalam NDC.
- Meningkatkan penggunaan energi terbarukan sehingga akan menurunkan ketergantungan impor energi.
- secara tidak langsung dapat meningkatkan ketahanan energi domestik.

Oleh karena itu, pengembangan energi bersih diperlukan dukungan regulasi dan insentif agar pemanfaatannya dapat meningkat lebih pesat tanpa merugikan masyarakat.

- *reducing greenhouse gas (GHG) emissions as to support the achievement of national GHG mitigation target stated in Nationally Determined Contribution (NDC).*
- *increasing the use of renewable energy in which will reduce the dependence on energy imports.*
- *indirectly improving national energy security.*

Therefore, the development of clean energy requires incentives and regulation support so that it can advance rapidly without hampering the society.

DAFTAR PUSTAKA

REFERENCES

- Amelia, A.R. (2016) *Hitung-Hitungan Skema Baru Kontrak Migas Gross Split*, Katadata News and Research, katadata.co.id, Diakses tanggal 27 September 2017.
- APP (2014) *Sustainability Report 2014*, Asia Pulp and Paper, Jakarta.
- APRIL (2014) *Sustainability Report 2013-2014*, APRIL Group, Jakarta.
- B2TKE (2016) *Perekayasaan Teknologi Baterai untuk Mobil Listrik*, Balai Besar Teknologi Konversi Energi, BPPT, Jakarta.
- Bakker, D. (2010) *Battery Electric Vehicles: Performance, CO2 Emissions, Lifecycle Cost and Advanced Battery Technology Development*, Master Thesis, University of Utrecht.
- Bappenas (2013) *Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035*, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional bekerja sama dengan Badan Pusat Statistik dan United Nations Population Fund, Jakarta.
- BPS (2016) *Statistik Konstruksi (Edisi 2013-2016)*, Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- BPS (2016a) *Statistik Transportasi Darat 2015*, Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- CDIEMR (2016) *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2016*, Center for Data and Information on Energy and Mineral Resources, Ministry of Energy and Mineral Resources, Jakarta.
- CEC (2017) *Renewable Energy Transmission Initiative 2.0*, California Energy Commission.
- Ciarcia, D. (2011) *Charging ahead GE EV Solutions*, Presented at IEEE NYC Chapter.
- Ditjen EBTKE (2016) *Buku Informasi Bioenergi*, Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Kementerian ESDM, Jakarta.
- Ditjen EBTKE (2016a) *Buku Profil Sukses Penerapan Bioenergi di Indonesia*, Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Kementerian ESDM, Jakarta.
- Ditjen EBTKE (2016b) *Statistik Energi Baru dan Terbarukan (Edisi 2013-2016)*, Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Kementerian ESDM, Jakarta.
- Ditjen Migas (2015) *Statistik Minyak dan Gas Bumi 2015*, Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Kementerian ESDM, Jakarta.
- Ditjen Migas (2017) *Neraca Gas Bumi Indonesia Tahun 2016-2035*, Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Kementerian ESDM, Jakarta.
- Ditjen Minerba (2015) *Indonesia Mineral and Coal Information 2015*, Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara, Kementerian ESDM, Jakarta.
- DJK (2016) *Statistik Ketenagalistrikan 2015*, Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, Kementerian ESDM, Jakarta.
- Dwivedi, G., Jain, S. and Sharma, M.P. (2013) *Diesel Engine Performance and Emission Analysis Using Biodiesel From Various Oil Sources-Review*, J. Mater. Environ. Sci., 4 (4), p.434-447, Singapore.
- EC (2010) *Program for the Determination of the Capital Costs of Generator Systems*, European Commission, Brussels.
- EIA (2016) *Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants*, Energy Information Administration, Washington, D.C.
- Elango, T. and Senthilkumar, T. (2011) *Performance and Emission Characteristics of CI Engine Fuelled with Non Edible Vegetable Oil and Diesel Blends*, Journal of Engineering Science and Technology, Vol.6, No.2, p.240-250, Taylor's University, Selangor.
- EPRI (2003) *Costs of Utility Distributed Generators, 1-10 MW: Twenty-Four Case Studies*, Electric Power Research

- Institute, Palo Alto.
- ExxonMobil (2017) *2017 Outlook for Energy: A View to 2040*, Exxon Mobil, Texas.
- GAPKI (2017) *Perkembangan Mandatori Biodiesel dan Prospek Indonesia dalam Pasar Biodiesel Dunia*, gapki.id, Diakses 9 Agustus 2017, Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia, Jakarta.
- GBCI (2017) *Gedung Bersertifikat Greenships*, Green Building Council Indonesia, gbcindonesia.org, Diakses 8 Agustus 2017.
- GBCI (2017a) *Transformasi Bangunan Hijau*, Green Building Council Indonesia, Jakarta.
- Gol (2016) *First Nationally Determined Contribution Republic of Indonesia*, Government of Indonesia.
- Gona, Y. (2012) *Perkembangan dan Tantangan Penerapan dan Produksi Bioavtur di Indonesia*, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Gunawan, B.K. (2017) *Prospek dan Pencapaian Eksplorasi Migas Nonkonvensional Indonesia*, Dipresentasikan pada FGD Pemanfaatan Gas Nonkonvensional untuk Memenuhi Kebutuhan Gas Nasional, BPPT, 14 Juni 2017, Jakarta.
- Hendrawati, T.Y., Siswahu, A., and Ramadhan, A.I. (2017) *Pre-Feasibility Study of Bioavtur Production with HEFA Process In Indonesia*, International Journal of Scientific & Technology Research, Vol.6 (04).
- IEA (2010) *Energy Technology Perspectives 2010: Scenario & Strategies to 2050*, International Energy Agency, Paris.
- IEA (2015) *Projected Costs of Generating Electricity*, International Energy Agency, Paris.
- IEA (2016) *Global EV Outlook 2016: Beyond One Million Electric Cars*, International Energy Agency, Paris.
- IEA (2017) *Energy Technology Perspective 2017: Catalysing Energy Technology Transformations*, International Energy Agency, Paris.
- IEA (2017a) *Global EV Outlook 2017: Two Million and Counting*, International Energy Agency, Paris.
- IEA (2017b) *Tracking Clean Energy Progress 2017*, International Energy Agency, Paris.
- IEA-WBSCD (2009) *Cement Technology Roadmap 2009: Carbon Emission Reduction up to 2050*, International Energy Agency-World Bussines Council for Sustainable Development, Paris.
- Indocement (2017) *Keeping a Blue Sky: Being Different to Shape the Future*, Laporan Keberlanjutan 2016, PT Indocement Tunggal Prakarsa, Jakarta.
- IPCC (2006) *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Intergovernmental Panel on Climate Change, Kanagawa.
- IRENA (2017) *Electric Vehicles Technology Brief*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Kemenhub (2016) *Outlook Kementerian Perhubungan Tahun 2017*, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, Jakarta.
- Kemenhub (2016a) *Statistik Perhubungan 2015*, Buku I, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Kemenkeu (2017) *Nota Keuangan RAPBN 2017*, Kementerian Keuangan, Jakarta.
- Kemenperin & PT EMI (2011) *Implementation of Energy Conservation and CO2 Emission Reduction in Industrial Sector*, Kementerian Perindustrian dan PT Energy Management Indonesia, Jakarta.
- Kemenperin (2012) *Peta Panduan (Road Map) Pengurangan Emisi CO2 Industri Semen di Indonesia*, Kementerian Perindustrian, Jakarta.
- Kemenperin (2016) *Resource Efficiency in Pulp and Paper Technology*, Proceeding International Symposium on REPTech 2th, Kementerian Perindustrian, Bandung.
- KESDM (2015) *Rencana Strategis 2015 – 2019*, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- KLHK (2016) *Perubahan Iklim, Perjanjian Paris dan Nationally Determined Contribution*, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta.

- Kompas (2017) *Asosiasi Biofuel Protes Petisi Antidumping dan Antisubsidi oleh AS*, bisniskeuangan.kompas.com, Diakses 3 Agustus 2017.
- Lambert, F. (2017) *Tesla model S 100D officially takes top spot for longest range EV with EPA 335-mile rating*, electrek.co, Diakses 27 Juli 2017.
- Lima, P. (2017) *Electric car range and efficiency table (NEDC)*, pushevs.com, Diakses 27 Juli 2017.
- Luque, R., Herrero-Davila, L., Campelo, J.M., Clark, J.H., Hidalgo, J.M., Luna, D., Marinas, J.M., and Romero, A.A. (2008) *Biofuels: a Technological Perspective*, *Energy Environmental Science*, No.1, p.542-564.
- MEMR (2017) *Information on Energy and Mineral Resources*, Ministry of Energy and Mineral Resources, Jakarta.
- MoEF (2015) *Intended Nationally Determined Contribution Republic of Indonesia*, Submission to UNFCCC Secretariat, Ministry of Environment and Forestry, Jakarta.
- NREL (2012) *Cost and Performance Data for Power Generation Technologies*, National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO.
- PLN (2015) *Statistik PLN 2015*, PT PLN (Persero), Jakarta.
- PLN (2016) *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT PLN (Persero) 2016-2025*, PT PLN (Persero), Jakarta.
- PLN (2017) *PLN siap sambut era kendaraan listrik, 875 SPLU terpasang disejumlah kota*, pln.co.id, Diakses 28 Agustus 2017.
- PLN (2017a) *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT PLN (Persero) 2017-2026*, PT PLN (Persero), Jakarta.
- PT KAI (2016) *Laporan Tahunan 2015: Transformasi dan Inovasi Pelayanan Berkelanjutan*, PT Kereta Api Indonesia, Jakarta.
- Semen Indonesia (2017) *2016 Sustainability Report: Transformation for Sustainability*, PT Semen Indonesia, Gresik.
- Semen Padang (2017) *Laporan Keberlanjutan 2016*, PT Semen Padang, Padang.
- Siagian, U.W.R., Dewi, R.G., Boer, R., Hendrawan, I., Yuwono, B.B. and Ginting, G.E. (2015) *Pathways to deep decarbonization in Indonesia*, Sustainable Development Solutions Network (SDSN) and Institute for Sustainable Development and International Relations (IDDRI).
- Soerawidjaja, T.H. (2013) *Evaluasi Cepat Perkembangan Industri Bahan Bakar Nabati Cair dan Kebijakan Pembinaannya*, Laporan Akhir, Kemenkeu, Jakarta.
- Sugiyono, A., Anindhita, Wahid, L.O.M.A., dan Adiarso (Ed.) (2016) *Outlook Energi Indonesia 2016*, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- Sulistiyanto, T. (2012) *Energy Efficiency in Commercial Building, FGD Rancangan Roadmap Rencana Aksi Konservasi Energi Sektor Komersial*, Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Juli 2012, Purwakarta.
- WB (2007) *An Investment Framework for Clean Energy and Development*, World Bank, Washington, DC.
- WB (2017) *World Bank Commodities Price Forecast*, Released January 24, 2017, World Bank, Washington, DC.
- Widayatno, R.L., Datumaya, A., Abidin, Z. (2016) *Analysis Bioavtur for Energy Security*, *Jurnal Pertahanan*, Vol.2., No.3, Universitas Pertahanan Indonesia, Jakarta.
- Widiyanto, S. (2017) *Indonesian Aviation Biofuels and Renewable Energy Initiatives*, Presented at ICAO Seminar on Alternative Fuels 2017, 8-9 February 2017, Montreal.

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

ISBN 978-602-74702-2-4



9

786027

470224