



KAJIAN INVENTARISASI EMISI GAS RUMAH KACA SEKTOR ENERGI

PUSAT DATA DAN TEKNOLOGI INFORMASI
ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA
MINERAL
2013



KAJIAN INVENTARISASI EMISI GAS RUMAH KACA SEKTOR ENERGI



PUSAT DATA DAN TEKNOLOGI INFORMASI
ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL
KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL,
2013

Kata Pengantar

Dengan mengucap syukur ke hadirat Tuhan yang Maha Esa, Laporan Kajian Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi tahun 2013 ini dapat selesai.

Laporan Kajian Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi ini memberikan gambaran tentang Kondisi sektor Energi saat ini dan emisi Gas Rumah Kaca yang ditimbulkannya serta perkiraan Emisi Gas Rumah Kaca-nya hingga tahun 2025.

Sebagian besar data dan informasi dalam Laporan ini diperoleh dari Kementerian Perhubungan, Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Kementerian Perindustrian, Bappenas, Pusdatin KESDM, BPS, IPCC dan ADB.

Akhir kata, kami ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan membantu penyusunan Laporan ini. Diharapkan Laporan ini dapat menjadi referensi kepada Pimpinan Kementerian ESDM maupun BUMN dan pihak lain dalam pengembangan kebijakan dan memberikan rekomendasi dalam mengatasi emisi GRK khususnya sektor energi.

Jakarta, Desember 2013

Penyusun



Ringkasan Eksekutif

Pada skenario BAU (Business as Usual), pertumbuhan ekonomi yang dinyatakan dalam pertumbuhan produk domestik bruto (PDB) dalam periode 2011-2025 diasumsikan meningkat rata-rata sebesar 8,0% per tahun. PDB total Indonesia akan meningkat dari 2463 triliun Rupiah (harga konstan tahun 2000) pada tahun 2011 menjadi 7115 triliun Rupiah pada tahun 2025. Sedangkan pertumbuhan penduduk diasumsikan meningkat rata-rata sebesar 0,9% per tahun pada periode tersebut.

Skenario Kebijakan Energi Nasional (KEN) mempunyai asumsi dasarnya sama dengan skenario dasar untuk pertumbuhan ekonomi (PDB) dan penduduk. Perbedaan skenario KEN dengan skenario BAU adalah adanya kendala dalam produksi minyak bumi, gas bumi dan batubara. Disamping itu, dalam skenario KEN program konservasi juga dilaksanakan dengan mengacu pada potensinya di tiap-tiap sektor serta ada pengembangan BBN yang mengikuti kebijakan mandatori. Secara umum, skenario ini akan mempunyai proyeksi kebutuhan dan pasokan energi yang relatif lebih rendah dari pada skenario BAU karena adanya program konservasi.

Perkembangan permintaan energi dalam kurun waktu 2012-2025 menurut skenario BAU akan didominasi oleh sektor industri diikuti oleh transportasi dan rumah tangga. Pada periode 2012-2025 permintaan energi final secara keseluruhan (termasuk biomasa rumah tangga) diperkirakan meningkat dari 1116 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 3361 juta SBM pada tahun 2025 atau tumbuh rata-rata 8,8% per tahun. Menurut skenario KEN pada periode 2012-2030 permintaan energi final meningkat dari 1116 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 2795 juta SBM pada tahun 2025 atau diperkirakan tumbuh rata-rata 7,3% per tahun.

Emisi CO₂ yang dihasilkan dari berbagai sektor tidak berbanding lurus dengan total kebutuhan energi. Pada sektor tertentu (komersial, industri, dan transportasi) karena sebagian kebutuhan energi menggunakan premium dan minyak solar maka emisi CO₂ akan tinggi. Sedangkan pada sektor rumah tangga yang menggunakan biomassa yang dapat diperbarui maka emisi CO₂ akan rendah

karena biomassa tidak diperhitungkan emisinya karena total yang diemisikan sama dengan total yang diserap.

Indikator emisi yang penting dapat dirangkum menjadi tiga, yaitu emisi per penduduk, emisi per PDB dan emisi per energi. Untuk skenario BAU, emisi per penduduk masih cenderung meningkat dari 1,78 ton CO₂/kapita pada tahun 2012 menjadi 4,5 ton CO₂/kapita pada tahun 2025. Emisi per PDB relatif tetap dari 0,17 ton CO₂/juta Rp. pada tahun 2012 menjadi 0,18 ton CO₂/juta Rp. pada tahun 2025. Emisi per energi ada kecenderungan menurun dari 0,39 ton CO₂/SBM pada tahun 2012 menjadi 0,37 ton CO₂/SBM pada tahun 2025.

Untuk skenario KEN, emisi per penduduk masih cenderung meningkat dari 1,78 ton CO₂/kapita pada tahun 2012 menjadi 4,12 ton CO₂/kapita pada tahun 2025. Emisi per PDB sudah mengalami penurunan dari 0,17 ton CO₂/juta Rp. pada tahun 2012 menjadi 0,16 ton CO₂/juta Rp. pada tahun 2025. Emisi per energi terus meningkat dari 0,39 ton CO₂/SBM pada tahun 2012 menjadi 0,41 ton CO₂/SBM pada tahun 2025. Ini berarti penurunan penggunaan energi tidak cukup besar untuk menurunkan emisi.

Pada 2020, emisi CO₂ menurut skenario BAU mencapai sekitar 906 juta ton. Melalui upaya penggunaan energi terbarukan dan konservasi energi pada skenario KEN, pertumbuhan emisi CO₂ dapat ditekan menjadi sekitar 800 juta ton pada 2020. Dengan kata lain, pemanfaatan pada skenario KEN akan mengurangi emisi CO₂ sekitar 106 juta ton atau 8,5% dibandingkan skenario BAU pada tahun 2020. Dengan pencapaian pengurangan emisi CO₂ sebesar 106 juta ton maka target penurunan emisi di sektor energi sebesar 39 juta ton yang telah ditargetkan oleh pemerintah dapat tercapai bahkan melebihi target.

Dalam rangka menanggulangi dampak pemanasan global, perlu adanya inventori, mitigasi dan adaptasi. Inventori dilakukan untuk mengetahui sumber emisi gas rumah kaca serta besar emisi yang dihasilkan. Hasil inventori menunjukkan bahwa pembangkit listrik, sektor industri dan sektor transportasi merupakan kontributor emisi CO₂ untuk jangka panjang. Mitigasi dilakukan untuk memperoleh level emisi tertentu dengan mengganti teknologi yang sudah ada dengan teknologi yang baru. Mitigasi emisi merupakan upaya penting dalam membantu mengarahkan penentuan aktivitas kegiatan yang

menuju pada menurunnya emisi GRK. Teknologi untuk mitigasi gas rumah kaca dapat dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu: untuk sisi penawaran dan untuk sisi permintaan. Untuk sisi penawaran dapat dilakukan dengan menggunakan sistem konversi yang lebih efisien, mengubah bahan bakar dari energi yang mempunyai emisi tinggi menjadi energi yang mempunyai emisi rendah, dan meningkatkan penggunaan energi terbarukan. Untuk sisi permintaan dapat menggunakan demand side management, dan menggunakan peralatan yang lebih efisien.



Daftar Isi

Kata Pengantar	
Ringkasan Eksekutif	
Daftar Isi	1
Daftar Gambar	3
Daftar Tabel	5
Bab I Pendahuluan	6
Latar Belakang .	6
Bab II Metodologi Dan Model Energi	10
2.1. Metodologi	10
2.1.1. Pengumpulan Data	11
2.1.2. Studi Literatur	12
2.2. Model Energi	13
2.2.1. Model LEAP	14
2.2.2. Kerangka Perencanaan Energi dengan LEAP	17
Bab III Kondisi Sektor Energi Saat Ini	24
3.1. Permasalahan Sektor Energi	24
3.2. Kebutuhan Energi Per Jenis Bahan Bakar	25
3.3. Kebutuhan Energi Per Sektor	27
3.3.1. Sektor Industri	27
3.3.2. Sektor Transportasi	28
3.3.3. Sektor Rumah Tangga	29
3.3.4. Sektor Komersial	31
3.3.5. Sektor Lainnya	32
3.4. Bahan Bakar Pembangkit Listrik	32
3.5. Pasokan Energi	33
3.6. Kebijakan Energi	34
3.6.1. Feed-in Tariff	37
3.6.2. Mandatori BBM	41
3.6.3. RAD/RAN GRK	42
3.6.4. Konservasi dan Diversifikasi Energi	45

Bab IV Proyeksi Kebutuhan Dan Pasokan Energi	48
4.1. Perkembangan Penduduk dan PDB	48
4.1.1. Penduduk	48
4.1.2. PDB	49
4.2. Skenario Pengembangan Energi	50
4.2.1. Skenario Dasar (BAU)	51
4.2.2. Skenario Alternatif (KEN)	53
4.3. Proyeksi Kebutuhan Energi	54
4.3.1. Menurut Sektor	54
4.3.2. Menurut Jenis Energi Final	66
4.4. Proyeksi Pasokan Energi	68
Bab V Emisi GRK Sektor Energi	71
5.1. Koefisien Emisi	71
5.2. Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi Saat Ini	74
5.2.1. Emisi GRK Berdasarkan Energi Final	74
5.2.2. Emisi GRK Berdasarkan Energi Primer	75
5.3. Prakiraan Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi	76
5.3.1. Skenario Dasar (BAU)	77
5.3.2. Skenario Alternatif (KEN)	78
5.4. Inventori, Mitigasi dan Adaptasi	80
5.4.1. Inventori	80
5.4.2. Mitigasi	81
5.4.3. Adaptasi	87
5.5. MRV	87
Bab VI Kesimpulan Dan Saran	91
6.1. Kesimpulan	91
6.2. Saran	95
Daftar Pustaka	97
Lampiran	100
Tim Penyusun	

Daftar Gambar

Gambar 2.1	Tahapan Studi	7
Gambar 2.2	Tampilan Layar LEAP	11
Gambar 3.1	Perkembangan Kebutuhan Energi Final Per Jenis Bahan Bakar	18
Gambar 3.2	Perkembangan Kebutuhan Energi Sektoral	26
Gambar 3.3	Perkembangan Kebutuhan Energi Sektor Industri	27
Gambar 3.4	Perkembangan Kebutuhan Energi Sektor Transportasi	28
Gambar 3.5	Perkembangan Kebutuhan Energi Sektor Rumah Tangga	29
Gambar 3.6	Perkembangan Kebutuhan Energi Sektor Komersial	30
Gambar 3.7	Perkembangan Kebutuhan Energi Sektor Lainnya	31
Gambar 3.8	Kebutuhan Bahan Bakar untuk Pembangkit Listrik	32
Gambar 3.9	Perkembangan Pasokan Energi Primer	33
Gambar 3.10	Arah Kebijakan Bauran Energi Tahun 2025	34
Gambar 3.11	Pangsa Emisi CO ₂ , CH ₄ dan N ₂ O	36
Gambar 3.12	Arah Kebijakan Energi Nasional	46
Gambar 3.13	Kebijakan dan Peraturan Tentang Konservasi Energi	47
Gambar 4.1	Komposisi Persebaran Penduduk Indonesia 2011	49
Gambar 4.2	Perkembangan PDB Indonesia, 2000-2011	50
Gambar 4.3	Pertumbuhan PDB	52
Gambar 4.4	Pertumbuhan Penduduk	52
Gambar 4.5	Permintaan Energi Final Menurut Skenario BAU	54
Gambar 4.6	Permintaan Energi Final Menurut Skenario KEN	55
Gambar 4.7	Permintaan Energi Sektor Industri Menurut Jenis (Skenario BAU)	57
Gambar 4.8	Permintaan Energi Sektor Industri (Skenario KEN)	58
Gambar 4.9	Permintaan Energi Sektor Transportasi (Skenario BAU)	59
Gambar 4.10	Permintaan Energi Sektor Transportasi (Skenario KEN)	60
gambar 4.11	Permintaan Energi Sektor Rumah Tangga (Skenario BAU)	61

Gambar 4.12	Permintaan Energi Sektor Rumah Tangga (Skenario KEN)	63
Gambar 4.13	Permintaan Energi Sektor Komersial (Skenario BAU)	64
Gambar 4.14	Permintaan Energi Sektor Komersial (Skenario KEN)	64
Gambar 4.15	Permintaan energi Sektor Lainnya (Skenario BAU)	65
Gambar 4.16	Permintaan Energi Sektor Lainnya (Skenario KEN)	66
Gambar 4.17	Permintaan Energi Final Menurut Jenis (Skenario BAU)	66
Gambar 4.18	Permintaan Energi Final Menurut Jenis (Skenario KEN)	67
Gambar 4.19	Pasokan Energi Primer per Jenis Energi (Skenario BAU)	69
Gambar 4.20	Pasokan Energi Primer (Skenario KEN)	70
Gambar 5.1	Emisi GRK Berdasarkan Energi Final	75
Gambar 5.2	Emisi GRK Berdasarkan Energi Primer	75
Gambar 5.3	Perbandingan Proyeksi Emisi GRK untuk Jangka Panjang	76
Gambar 5.4	Proyeksi Emisi CO ₂ per Sektor (Skenario BAU)	77
Gambar 5.5	Proyeksi Emisi CO ₂ per Jenis (Skenario BAU)	78
Gambar 5.6	Proyeksi Emisi CO ₂ per Sektor (Skenario KEN)	79
Gambar 5.7	Proyeksi Emisi CO ₂ per Jenis (Skenario KEN)	80

Daftar Tabel

Tabel 2.1	Klasifikasi Model Energi	14
Tabel 3.1	Mandatori dan Realisasi Pemanfaatan Biodiesel dan Bioetanol	42
Tabel 4.1	Asumsi Skenario BAU	51
Tabel 4.2	Asumsi Skenario KEN	53
Tabel 5.1	Gas Rumah Kaca dan Potensi Pemanasan Global	72
Tabel 5.2	Koefisien Emisi Bahan Bakar	73
Tabel 5.3	Draf Faktor Emisi GRK BBM dari Lemigas	74

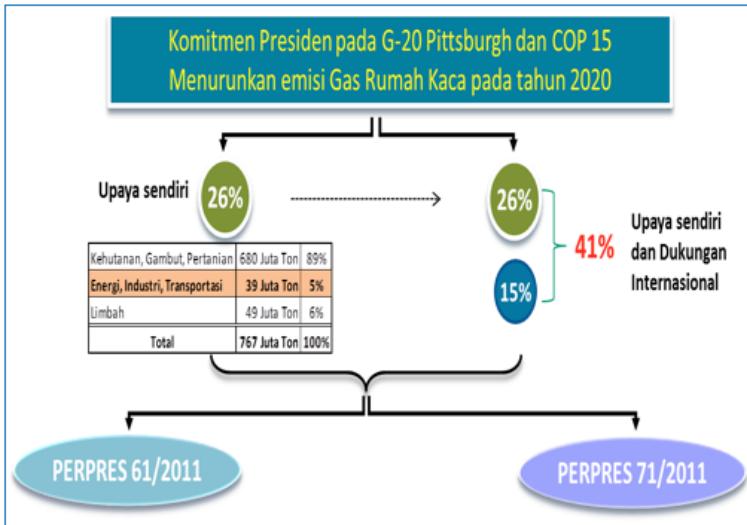
Bab I

Pendahuluan

Latar Belakang

World Meteorological Organization dan *United Nations Environment Programme* telah membentuk lembaga Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Lembaga ini bertugas untuk melakukan kajian ilmiah, teknis dan sosio-ekonomi yang relevan untuk memahami perubahan iklim, potensi dampaknya serta pilihan untuk kegiatan mitigasi dan adaptasi. Meski emisi global gas rumah kaca (GRK) di atmosfer dikhawatirkan akan meningkat 25-90 persen pada tahun 2030 jika tidak ada upaya pencegahan atau pengurangan dilakukan mulai saat ini, IPCC melihat banyak peluang untuk menguranginya.

Melalui Undang-Undang No. 6 tahun 1994 Indonesia telah meratifikasi konvensi perubahan iklim sehingga Indonesia wajib melakukan pelaporan tingkat emisi GRK nasional dan upaya-upaya mitigasi perubahan iklim pada dokumen komunikasi nasional dengan prinsip *common but differentiated responsibilities*. Dalam upaya berperan aktif dalam penurunan emisi GRK pada tanggal 25 September 2009 Presiden RI pada forum G-20 di Pittsburgh, USA telah secara suka rela menyampaikan bahwa Indonesia menargetkan penurunan emisi Gas Rumah Kaca sebesar 26% dari kondisi Business as Usual yang akan dicapai pada tahun 2020 atau 41% bila ada bantuan keuangan dari negara-negara maju. Dari target penurunan emisi tersebut sektor energi dan transportasi mendapat kewajiban menurunkan emisi GRK sebesar 39 Juta Ton. Berikut adalah tabel target penurunan emisi GRK per sektor yang telah ditetapkan oleh pemerintah:



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 1.1. Target Penurunan Emisi GRK

Untuk menindak lanjuti dalam pencapaian target penurunan emisi GRK tersebut pada tahun 2011 telah dikeluarkan Peraturan Presiden No. 61 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK dan Peraturan Presiden No. 71 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Dalam Peraturan Presiden No. 71 tahun 2011 tersebut pada pasal 3 ayat (1) dijelaskan bahwa Inventarisasi GRK dilakukan dengan cara pemantauan dan pengumpulan data aktivitas sumber emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon serta penetapan faktor emisi dan faktor serapan GRK. Inventarisasi GRK sebagaimana dimaksud dalam pasal (1) tersebut untuk sektor energi meliputi: Pembangkitan Energi; Industri; Transportasi; Rumah Tangga; Komersial dan Pertanian, Konstruksi dan Pertambangan.

Dasar hukum untuk melakukan pengurangan dan mitigasi gas rumah kaca adalah:

- Undang-Undang No. 6 Tahun 1994 tentang Ratifikasi Konvensi Perubahan Iklim yang wajibkan Indonesia untuk melakukan pelaporan tingkat emisi GRK nasional dan upaya-upaya mitigasi

perubahan iklim pada dokumen komunikasi nasional (National Communication; pasal 12 Konvensi);

- Ketentuan Pasal 21 ayat (1) Undang-undang Nomor: 30 tahun 2007 tentang Energi, menyatakan bahwa pemanfaatan energi dilakukan dengan mengoptimalkan seluruh potensi sumber daya energi dan mempertimbangkan aspek teknologi, sosial, ekonomi, konservasi dan lingkungan.
- Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Pasal (63) menyatakan bahwa Pemerintah, Pemerintah Propinsi, Kabupaten/Kota melakukan inventarisasi emisi GRK.
- Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, pasal 65 ayat (3) huruf a, bahwa untuk perumusan kebijakan perubahan iklim dilakukan inventarisasi emisi GRK.
- Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan emisi Gas Rumah Kaca Pasal 3 huruf (a) menyatakan RAN-GRK merupakan pedoman bagi Kementerian / Lembaga untuk melakukan perencanaan, pelaksanaan serta monitoring dan evaluasi rencana aksi penurunan emisi GRK.
- Peraturan Presiden No. 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Pasal 3 ayat 3 huruf (b) menyatakan Inventarisasi GRK sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan pada sumber emisi dan penyerapannya termasuk simpanan karbon yang meliputi Pengadaan dan Penggunaan Energi yang mencakup: Pembangkitan Energi; Industri; Transportasi; Rumah Tangga; Komersial dan Pertanian, Konstruksi dan Pertambangan.
- Peraturan Presiden No. 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Pasal 8 ayat 1 huruf (a) menyatakan Menteri terkait dan/atau Kepala Lembaga Pemerintah Non Kementerian yang terkait dengan ruang lingkup inventarisasi GRK sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (3), bertugas untuk menyelenggarakan inventarisasi GRK.

Berdasarkan pertimbangan hal-hal tersebut di atas, maka perlu dilakukan Kajian Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi. Kajian ini disusun untuk dapat mengetahui perkembangan emisi gas rumah kaca dari sektor energi di Indonesia.

Bab II

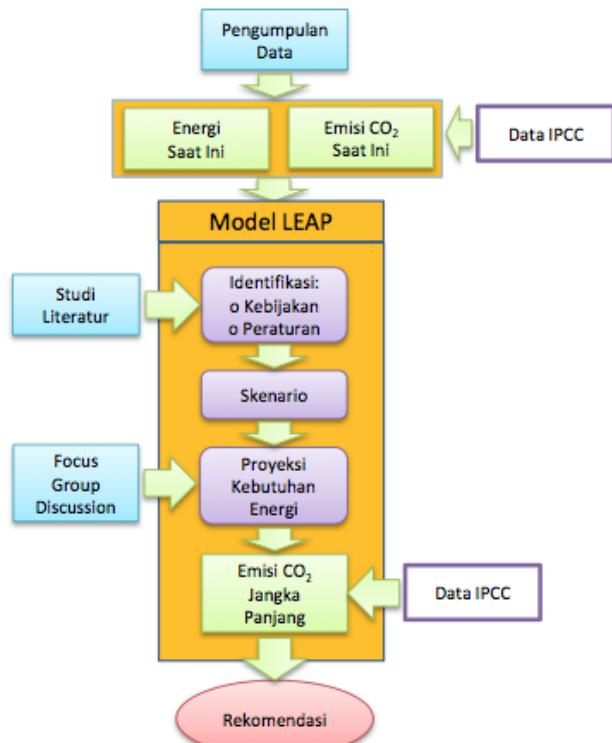
Metodologi Dan Model Energi

Pemerintah Indonesia menaruh perhatikan yang serius terkait permasalahan perubahan iklim, termasuk didalamnya emisi gas rumah kaca (GRK). Salah satu bentuk perhatian tersebut adalah melaksanakan inventori emisi GRK untuk semua sektor perekonomian. Emisi GRK terdiri atas enam jenis gas, yaitu: karbondioksida (CO₂), dinitro oksida (N₂O), metana (CH₄), sulfurheksaflorida (SF₆), perflorokarbon (PFCs), dan hidroflorokarbon (HFCs). Semua aktivitas perekonomian yang menghasilkan gas-gas tersebut akan digolongkan sebagai penghasil emisi-GRK. Secara umum menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) guidelines 2006 kegiatan yang menghasilkan emisi GRK terdiri dari empat bagian, yaitu emisi berbasis energi, emisi dari proses produksi dan penggunaan produk, emisi berbasis lahan, dan emisi dari limbah. Dalam studi ini akan dilakukan inventarisasi emisi GRK yang terkait dengan sektor energi. Untuk melakukan inventarisasi dan proyeksi emisi GRK digunakan model energi LEAP (*Long–Range Energy Alternatives Planning System*).

2.1. Metodologi

Dalam melaksanakan studi ini, dibagi menjadi beberapa tahapan dan dilakukan melalui metodologi kuantitatif. Tahapan studi ditunjukkan pada Gambar 2.1 yang meliputi pengumpulan data, studi literatur dan focus group discussion. Studi kuantitatif dilakukan dengan berdasarkan data sekunder yang digunakan sebagai masukan untuk perhitungan emisi gas rumah kaca dan untuk melihat prospek pengembangan sektor energi di masa depan. Studi literatur untuk melihat permasalahan serta kebijakan sektor energi saat ini. Studi literatur merupakan bahan dalam pembuatan rekomendasi untuk melakukan pengembangan sektor energi yang lebih rendah emisi gas rumah kacanya, khusus untuk emisi CO₂.

Untuk memperkuat basis analisis dan pengambilan keputusan dilakukan diskusi dengan para pakar dan pemangku kepentingan (*stakeholder*) di sektor energi melalui *focus group discussion*. Dari hasil pengolahan data, studi literatur, dan diskusi selanjutnya dilakukan perhitungan emisi gas rumah kaca dan menganalisis pengembangan sektor energi ke depan sehingga mampu memenuhi target yang diharapkan. Tahapan analisis dapat dilihat pada gambar 2.1. berikut ini:



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 2.1. Tahapan Studi

2.1.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang dikumpulkan dari lembaga pemerintah yang terkait, antara

lain: Kementerian ESDM, Kementerian Perindustrian, Kementerian Lingkungan Hidup, Bappenas, PT PLN, Pertamina, BPS dan lain-lain. Data yang dikumpulkan meliputi:

- Data penggunaan energi final per sektor pengguna seperti sektor industri, sektor transportasi, sektor rumah tangga, sektor komersial dan sektor lainnya;
- Data penggunaan energi final setiap sektor pengguna per jenis bahan bakar;
- Data penggunaan energi untuk pembangkit listrik per jenis bahan bakar;
- Kebijakan dan peraturan perundang-undangan yang terkait dengan sektor energi;
- Data perekonomian secara makro serta data pertumbuhan penduduk.

Data penting lainnya yang dikumpulkan adalah data koefisien emisi gas rumah kaca yang dikeluarkan oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Saat ini IPCC Guideline yang digunakan sebagai pegangan untuk perhitungan koefisien emisi adalah:

- *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*
- *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.*

2.1.2. Studi Literatur

Studi literatur dimaksudkan untuk memperoleh gambaran awal dari permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan sektor energi yang berwawasan lingkungan. Berdasarkan studi literatur ini dapat lebih berfokus pada penyelesaikan persoalan yang dihadapi tanpa membuat pengulangan dengan studi yang sudah ada. Beberapa instansi pemerintah, seperti: Kementerian ESDM, Kementerian Perindustrian, Kementerian Lingkungan Hidup, BPPT dan Kementerian

Keuangan; serta institusi internasional seperti Bank Dunia dan Asean Development Bank maupun para pakar yang telah melakukan studi tentang sektor industri manufaktur merupakan sumber informasi yang penting untuk pembuatan rekomendasi.

2.2. Model Energi

Berbagai model energi telah dikembangkan untuk membantu dalam perencanaan energi. Model yang berdasarkan ekonometrik banyak digunakan untuk membuat proyeksi kebutuhan energi, sedangkan untuk strategi penyediaan energi, digunakan teknik optimasi dengan fungsi obyektif tertentu. Disamping itu, juga telah dikembangkan model rekursif yang berdasarkan kesetimbangan permintaan dan penyediaan energi dengan mengatur parameter harga. Secara umum klasifikasi model energi ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Sistem energi dapat merupakan sistem yang kompleks yang terdiri atas hubungan antara aliran energi dan teknologi energi. Aliran energi menggambarkan jaringan sistem energi dari sumber sampai ke konsumen. Analisis dalam model harus dapat memilih beberapa alternatif yang sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Analisis dapat difokuskan pada sisi permintaan, misalnya: evaluasi permintaan energi sekunder yang berdasarkan pertumbuhan ekonomi, konservasi, demand side management, dan substitusi antar berbagai jenis energi sekunder. Alternatif lain yaitu analisis sisi penyediaan yang dapat memenuhi permintaan dengan mempertimbangkan sumber energi primer dan teknologi yang tersedia. Dalam perencanaan dan pengambilan keputusan, analisis sisi permintaan harus disesuaikan dengan proyeksi pertumbuhan energi yang konsisten dengan pertumbuhan perekonomian dan sosial serta asumsi kebijaksanaan yang akan diterapkan.

Table 2.1. Klasifikasi Model Energi

Model Energi	Tujuan	Metodologi
Model permintaan energi	Mengkaji dan menganalisis struktur dan variabel permintaan.	<ul style="list-style-type: none">• Ekonometri• <i>Engineering process</i>
Model penyediaan energi	Mengidentifikasi jenis energi dan teknologi mix.	<ul style="list-style-type: none">• Simulasi• Optimasi
Model ekonomi energi	Menganalisis hubungan timbal balik antara sektor energi dan ekonomi.	<ul style="list-style-type: none">• Simulasi dan optimasi• <i>Input output</i> dan ekonometri• <i>System dynamic</i>

Sumber: Reuter and Voss (1990)

2.2.1. Model LEAP

Model LEAP (*Long-Range Energy Alternatives Planning System*) merupakan model yang sudah banyak digunakan di Indonesia dan menggunakan pendekatan *bottom-up*. Model LEAP dapat memproyeksikan permintaan dan penyediaan energi jangka panjang. Model ini sudah berupa perangkat lunak komputer yang dapat secara interaktif digunakan untuk melakukan analisis dan evaluasi kebijakan dan perencanaan energi. LEAP dikembangkan oleh Stockholm Environment Institute, Boston, USA. LEAP telah digunakan dibanyak negara terutama negara-negara berkembang karena menyediakan simulasi untuk melihat pasokan energi mulai dari energi fosil sampai energi terbarukan, seperti: biomasa.

Dalam kajian ini dipilih menggunakan model LEAP karena merupakan model yang lebih sederhana untuk digunakan dan tidak membutuhkan lisensi yang berbayar. Model ini sudah banyak digunakan baik di negara maju maupun di negara berkembang. Di Indonesia LEAP sudah digunakan oleh berbagai institusi untuk membuat perencanaan energi nasional maupun daerah serta untuk pembuatan model dalam rangka rencana aksi nasional dan daerah dalam pengurangan emisi gas rumah kaca (RAN-GRK dan RAD-GRK).

LEAP mampu menganalisis secara rinci semua biaya yang terkait dengan rencana aksi mitigasi gas rumah kaca, termasuk modal, operasi dan pemeliharaan, dan biaya bahan bakar, dan biaya tidak

langsung seperti pajak atau izin perdagangan terkait dengan emisi. LEAP juga dapat digunakan untuk menghitung eksternalitas yang timbul dari emisi polutan yang dihasilkan dari pemanfaatan energi. LEAP memiliki banyak fitur sehingga ideal untuk digunakan sebagai model RAN/RAD-GRK:

Beberapa fitur LEAP yang membuat model ini banyak digunakan oleh berbagai institusi diantaranya adalah:

- Mudah digunakan dengan tampilan yang informatif

LEAP terkenal karena kemudahan penggunaan dan presentasi informasi secara intuitif. Sebagai contoh pada layar utama disusun sebagai satu set yang memberi pandangan ke sistem energi. Tata letak layar akan menjadi familiar bagi pengguna perangkat lunak standar Windows, seperti Outlook atau Internet Explorer. Struktur data disajikan dalam pohon hirarki standar di sebelah kiri, yang datanya dapat dimanipulasi dengan cara “drag and drop” dengan editing pohon. Grafik dibagian kanan bawah layar memberikan umpan balik langsung pada data yang dimasukkan dibagian kanan atas. Perangkat lunak ini memiliki banyak fitur untuk menjelaskan dan menyederhanakan analisis, termasuk unit konversi otomatis, sistem bantuan secara online, dan dibangun dalam dokumentasi dan referensi yang mencukupi.

- Struktur model yang fleksibel

LEAP bukan merupakan model sistem energi yang bersifat tetap, melainkan alat untuk membangun model sistem energi yang dinamis. Model dan struktur data dapat disesuaikan untuk memenuhi setiap sistem energi baik untuk level kota-kota, wilayah, maupun negara.

- Sistem manajemen skenario yang fleksibel

Dalam LEAP dikenal proses analisis dengan menggunakan skenario. Skenario adalah alur model yang konsisten tentang sistem energi yang mungkin berkembang dari waktu ke waktu dalam kondisi sosial-ekonomi tertentu dan di bawah satu set kondisi kebijakan tertentu. Skenario dapat mewakili langkah-langkah atau tindakan individual atau yang dikombinasikan untuk mencerminkan rencana aksi secara

keseluruhan. Scenario manager yang digunakan dapat membuat tiga langkah kebijakan, sebagai contoh misalnya: skenario dasar, skenario penggunaan alat yang efisien, dan skenario penggunaan kendaraan yang rendah emisi dan kemudian digabungkan ke dalam rencana aksi mitigasi gas rumah kaca secara keseluruhan. Skenario dapat disusun untuk mencerminkan berbagai isu. Dalam simulasi untuk multi-stakeholder, rencana aksi mungkin mencerminkan berbagai tujuan yang berbeda dan kadang-kadang bertentangan seperti kriteria target pengurangan polutan tanpa melebihi tingkat biaya tertentu. Kriteria lain yang dapat didefinisikan dengan baik misalnya perencanaan kota dan implikasi penggunaan lahan dari berbagai pilihan kebijakan yang berbeda, dapat disimulasi melalui skenario tersebut.

- Sangat transparan

Pendekatan pemodelan dalam LEAP sangat sederhana dalam kerangka sistem akuntansi. Pendekatan yang digunakan untuk setiap sektor dan sub-sektor yang mengkonsumsi energi maupun memproduksi dihitung berdasarkan prinsip akuntansi energi. Hal ini membuat mudah bagi pemangku kepentingan untuk memahami prinsip-prinsip dan perhitungan yang digunakan dalam sistem. Emisi polutan dicatat dengan hanya menghubungkan faktor emisi yang terkait dengan teknologi.

- Kemampuan melakukan simulasi

Meskipun perhitungan akuntansi sederhana, LEAP memungkinkan pengguna untuk membangun model yang terkait dalam sistem yang terhubung satu sama lain dan dapat berkembang dari waktu ke waktu. LEAP menggunakan pendekatan yang sudah populer dalam bentuk *spreadsheet*. Pengguna dapat memasukkan data dan menentukan model menggunakan ekspresi matematika standar yang menentukan perubahan variabel dari waktu ke waktu dan variabel yang terkait satu sama lain. Salah satu fitur yang dapat digunakan adalah melakukan simulasi. Misalnya untuk pengembangan produksi besi dan baja perlu mengevaluasi perubahan campuran produk, teknologi proses, sumber energi, daur ulang, dan limbah. Ekspresi LEAP dapat digunakan untuk keperluan simulasi tersebut secara dinamis dan menghubungkan LEAP dengan *spreadsheet Excel* secara eksternal sehingga pengguna lebih fleksibel dalam memodelkan sistem.

- Pelaporan mudah dilakukan

Fitur utama dari LEAP adalah sistem pelaporan yang baik dan intuitif. Laporan dibuat sederhana dengan visualisasi yang mampu menampilkan berbagai jenis laporan. Jenis-jenis hasil yang dapat dicetak meliputi: permintaan energi, emisi gas rumah kaca (dinyatakan dalam satuan fisik masing-masing gas atau digabungkan dalam ekivalen pemanasan global), emisi polutan, biaya (termasuk modal, operasi dan pemeliharaan, bahan bakar, dan biaya eksternalitas), kapasitas, utilisasi kapasitas, dan lain-lain. Laporan dapat ditampilkan sebagai grafik atau tabel, atau diekspor ke aplikasi *Microsoft Office* dengan satu klik tombol. LEAP mempunyai opsi untuk memformat grafik dan tabel termasuk pilihan untuk membandingkan hasil dari skenario yang berbeda, untuk memilih unit laporan, dan untuk melihat hasil untuk setiap tahun dan untuk setiap bagian dari sistem energi yang dianalisis.

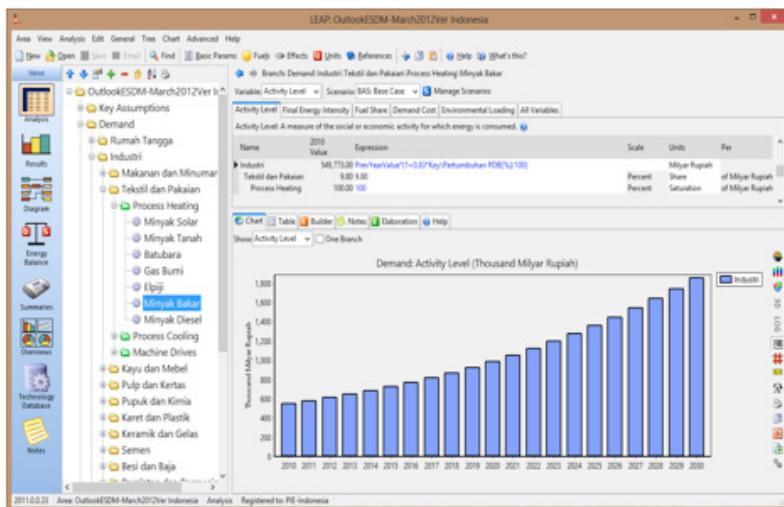
2.2.2. Kerangka Perencanaan Energi dengan LEAP

Prakiraan energi dihitung berdasarkan besarnya aktifitas pemakaian energi dan besarnya pemakaian energi per aktifitas (intensitas pemakaian energi). Aktifitas energi dicerminkan oleh pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk. Sedangkan intensitas energi merupakan tingkat konsumsi energi per pendapatan (Produk Domestik Bruto - PDB) atau jumlah penduduk dalam waktu tertentu. Intensitas energi dapat dianggap tetap selama periode simulasi atau mengalami penurunan untuk menunjukkan skenario meningkatnya efisiensi pada sisi permintaan.

Jenis-jenis energi final yang digunakan pada saat ini adalah bahan bakar minyak (BBM), gas bumi, bahan bakar gas (BBG), LPG, batubara, briket batubara, listrik, kayu, dan arang. Penyediaan energi final pada saat ini hampir semuanya dapat dipasok oleh industri energi di dalam negeri. Meskipun demikian impor energi khususnya BBM mulai meningkat karena peningkatan konsumsi dalam negeri yang cukup tajam namun kapasitas kilang yang ada tidak mengalami pertumbuhan. Dalam LEAP dapat dimodelkan kondisi penyediaan energi untuk masing-masing jenis energi yang menyangkut ketersediaan cadangan/potensi energi, kapasitas industri energi,

ekspor dan impor energi, serta kesetimbangan permintaan dan penyediaan energi (energy balance).

LEAP mempunyai 4 modul utama yaitu Modul Variabel Penggerak (Driver Variable), Modul Permintaan (Demand), Modul Transformasi (Transformation) dan Modul Sumber Daya Energi (Resources). Proses proyeksi penyediaan energi dilakukan pada Modul Transformasi dan Modul Sumber Daya Energi. Sebelum memasukkan data ke dalam Modul Transformasi untuk diproses, terlebih dahulu dimasukkan data cadangan sumber energi primer dan sekunder ke Modul Sumber Daya Energi yang akan diakseskan ke Modul Transformasi. Demikian juga data permintaan dengan beberapa skenario yang telah dimasukkan ke dalam Modul Permintaan, diakseskan ke Modul Transformasi. Berikut adalah contoh tampilan layar LEAP:



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 2.2. Tampilan Layar LEAP

LEAP adalah perangkat lunak berbasis Windows. Pertama kali menjalankan program LEAP, layar yang akan muncul seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.2. Layar LEAP terdiri atas beberapa bagian, yaitu:

- Baris teratas terdapat tulisan LEAP dan nama file yang sedang dibuka.
- Baris kedua adalah menu-menu utama (*main menu*): *Area*, *Edit*, *View*, *General*, *tree*, dan *Help*.
- Baris ketiga adalah main toolbar: *New*, *Save*, *Fuels*, *Effects*, *Units*, *References*, dan sebagainya.
- View bar adalah menu vertikal di sisi kiri layar, yang terdiri atas: *Analysis*, *Detailed Result*, *Energy Balance*, *Summaries*, *Overviews*, *Technology Database*, dan *Notes*.
- Kolom di sebelah *view bar* adalah tempat untuk menuliskan diagram pohon (*Tree*). Pada baris paling atas dari kolom ini terdapat *toolbar* untuk membuat/mengedit *Tree*.
- Kolom berikutnya terdiri atas tiga bagian, yaitu: (a) *toolbar* untuk membuat/meng-edit skenario, (b) bagian untuk memasukkan data, dan (c) tampilan input data.
- Baris terbawah adalah status bar, yang berisi: nama file yang sedang dibuka, view yang sedang dibuka, dan status registrasi.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, bahwa dalam LEAP terdapat 4 modul utama yaitu Modul Variabel Penggerak (*Driver Variable*), Modul Permintaan (*Demand*), Modul Transformasi (*Transformation*) dan Modul Sumber Daya Energi (*Resources*). Masing-masing modul mempunyai fungsi khusus seperti akan dijelaskan di bawah ini.

A. Modul Variabel Penggerak

Modul ini digunakan untuk menampung parameter-parameter umum yang dapat digunakan pada Modul Permintaan maupun Modul Transformasi. Parameter umum ini misalnya adalah jumlah penduduk, PDRB (Produk Domestik Regional Bruto), jumlah rumah tangga, dan sebagainya. Modul Variabel Penggerak bersifat komplemen terhadap modul lainnya. Pada model yang sederhana dapat saja modul ini tidak digunakan.

B. Modul Permintaan

Modul ini digunakan untuk menghitung permintaan energi. Metode analisis yang digunakan dalam model ini didasarkan pada pendekatan end-use (pemakai akhir) secara terpisah untuk masing-masing sektor pemakai sehingga diperoleh jumlah permintaan energi per sektor pemakai dalam suatu wilayah pada rentang waktu tertentu. Informasi mengenai variabel ekonomi, demografi dan karakteristik pemakai energi dapat digunakan untuk membuat alternatif skenario kondisi masa depan sehingga dapat diketahui hasil proyeksi dan pola perubahan permintaan energi berdasarkan skenario-skenario tersebut.

Metodologi yang digunakan dalam melakukan analisis permintaan energi dalam penelitian ini adalah analisis aktifitas dan intensitas. Pada metode ini jumlah permintaan energi dihitung sebagai hasil perkalian antara aktifitas energi dengan intensitas energi (jumlah energi yang digunakan per unit aktifitas). Metode ini terdiri atas dua model analisis yaitu: Analisis Permintaan Energi Final (*Final Energy Demand Analysis*) dan Analisis Permintaan Energi Terpakai (*Useful Energy Demand Analysis*).

C. Modul Transformasi

Modul ini digunakan untuk menghitung pasokan energi. Pasokan energi dapat terdiri atas produksi energi primer (misalnya gas bumi, minyak bumi dan batubara) dan energi sekunder (misalnya listrik, bahan bakar minyak, LPG, briket batubara dan arang). Susunan cabang dalam Modul Transformasi sudah ditentukan strukturnya, yang masing-masing kegiatan transformasi energi terdiri atas *processes* dan *output*.

Data teknis proses transformasi (pembangkit, transmisi dan distribusi listrik) dan sistem yang diperlukan dalam studi ini adalah :

- **Jenis Teknologi dan Sifat Pembebanan**

Teknologi proses transformasi secara umum harus memperhatikan kesesuaian dengan karakteristik daerah dan kemampuan pendanaannya. Khusus untuk pembangkit listrik, perlu ditambahkan

sifat pembebanan dari setiap jenis pembangkit yang ditentukan berdasarkan karakteristik teknis dan ekonomis dengan tujuan untuk meminimalkan biaya pembangkitan. Jenis pembangkit sebagai penyanga beban dasar (*base load*) diarahkan untuk pembangkit yang mempunyai biaya variabel dan biaya bahan bakar yang murah. Pembangkit penyanga beban dasar setiap harinya dioperasikan pada kapasitas maksimum secara kontinyu. Sedangkan jenis pembangkit sebagai penyanga beban puncak (*peak load*) lebih diutamakan pada jenis pembangkit yang lebih fleksibel terhadap perubahan pembebanannya. Pembangkit untuk jenis penyanga beban puncak lebih efisien untuk jenis pembangkit yang mempunyai biaya tetap (investasi dan O&M) rendah, karena jam operasinya hanya pada beban puncak dan biaya variabelnya tidak terlalu berpengaruh. Jadwal pengoperasian pembangkit penyanga beban puncak sangat ditentukan oleh perilaku pemakai tenaga listrik pada waktu beban puncak. Faktor kapasitas pembangkit yang melayani beban puncak akan jauh lebih rendah dari pada faktor kapasitas teknisnya.

- **Daya Mampu dan Produksi**

Daya mampu dan produksi setiap jenis pembangkit yang sudah ada (*existing*) untuk tahun dasar studi disajikan sebagai titik awal proyeksi. Proyeksi daya mampu dari kapasitas pembangkit yang telah terpasang dan terjadwal pembangunannya dalam periode tahun studi merupakan koreksi dari kapasitas terpasang dengan memperhatikan faktor derating-nya. Besarnya daya mampu yang sudah terjadwal sampai tahun terakhir proyeksi digunakan untuk menghitung kebutuhan kapasitas tambahan dalam rangka memenuhi kebutuhan tenaga listrik yang diperkirakan.

- **Derating**

Derating adalah faktor penurunan daya mampu kapasitas teknologi proses yang disebabkan oleh keausan karena umur pembangkit. Makin tua umur pembangkit, maka kemampuan untuk membangkitkan listrik semakin menurun. Derating untuk setiap teknologi proses atau prosentase penurunan dayanya bervariasi bergantung dari karakteristiknya. Faktor derating akan mempengaruhi daya mampu dari kapasitas proses transformasi.

- **Faktor Kapasitas Maksimum (MCF)**

Faktor Kapasitas Maksimum adalah perbandingan antara kemampuan produksi maksimum suatu pembangkit per-tahun terhadap total kemampuan produksi pada operasi kapasitas penuh per tahun kalender. MCF dipengaruhi oleh jadwal perawatan rutin (*schedule maintenance ratio*) dan rasio kemungkinan gangguannya (*force outage ratio*).

- **Efisiensi**

Efisiensi adalah perbandingan antara output energi yang dihasilkan oleh suatu pembangkit terhadap input energi (bahan bakar) yang digunakan. Jenis pembangkit yang memiliki efisiensi yang lebih rendah, untuk membangkitkan setiap satuan tenaga listrik akan memerlukan bahan bakar yang lebih banyak. Semakin canggih teknologi yang digunakan, efisiensinya juga semakin tinggi, akan tetapi biaya investasinya lebih besar.

- **Faktor Beban (*load factor*)**

Faktor beban adalah perbandingan antara beban rata-rata yang harus dipasok oleh pembangkit listrik dalam suatu sistem terhadap beban puncak. Faktor beban tergantung pada karakteristik konsumen. Faktor beban dapat dihitung dari urutan gabungan kurva beban harian dalam setahun. Untuk merencanakan pasokan energi secara komprehensif faktor-faktor teknis lainnya yang mempengaruhi adalah rugi-rugi (*losses*) pada jaringan transmisi dan distribusi, jenis dan kualitas bahan bakar yang digunakan, cadangan sumber energi yang tersedia dan reserved margin (yaitu kapasitas yang dicadangkan untuk mengantisipasi terputusnya suplai daya akibat adanya gangguan atau tidak beroperasinya suatu mesin pembangkit pada saat perawatan berkala atau terjadinya kerusakan tak terduga, sehingga dapat menjamin kontinuitas pelayanan) yang dikehendaki.

Selain faktor teknis, perhitungan pasokan energi juga harus memperhitungkan faktor keekonomiannya. Data keekonomian yang diperlukan untuk dimasukkan dan diproses oleh program LEAP adalah biaya investasi (*capital cost*), biaya operasi dan perawatan (*operation and maintenance cost*), biaya bahan bakar (*fuel cost*)

dan faktor bunga (*discount rate*) dari setiap jenis pembangkit yang dioperasikan. Data teknis dan data keekonomian akan dijadikan dasar dalam perhitungan kebutuhan tambahan kapasitas, bauran kapasitas (*capacity mix*), penentuan faktor kapasitas, energi primer yang digunakan dan cadangan sumber energi primer yang masih tersedia. Proyeksi kapasitas dan energi yang dihasilkan dibandingkan dengan kebutuhan yang diperkirakan untuk dilakukan analisis guna mendapatkan penyediaan tenaga listrik yang optimal dengan memperhatikan gabungan penambahan daya secara exogenous dan endogenous.

Analisis optimasi penyediaan tenaga listrik dengan perhitungan penambahan kapasitas per jenis pembangkit listrik secara endogenous, penetapan bauran kapasitas dari setiap jenis teknologi pembangkit listrik disimulasikan dalam model LEAP dengan mempertimbangkan unit size (kapasitas per-unit pembangkit) dan prioritas jenis pembangkitnya. Model LEAP akan memunculkan kapasitas (jumlah unit) per jenis pembangkit, jenis pembangkit dan jadwal penambahan kapasitasnya untuk mengimbangi kebutuhan (demand).

D. Modul Sumber Daya Energi

Modul ini terdiri atas *Primary* dan *Secondary Resources*. Kedua cabang ini sudah menjadi default dari software LEAP. Cabang-cabang dalam Modul *Resources* akan muncul dengan sendirinya sesuai dengan jenis-jenis energi yang dimodelkan dalam Modul Transformation. Beberapa parameter perlu diisikan, seperti jumlah cadangan (misalnya minyak bumi, gas bumi, batubara) dan potensi energi (misalnya tenaga air, biomasa).

Bab III

Kondisi Sektor Energi Saat Ini

3.1. Permasalahan Sektor Energi

Secara umum sektor energi saat ini menghadapi tantangan baik secara global maupun dalam lingkup nasional. Permasalahan utama adalah disparitas penggunaan energi antar wilayah. Sekitar 57% penduduk tinggal di pulau Jawa dengan luas wilayah yang hanya sekitar 6,7% wilayah daratan Indonesia. Pulau Jawa membutuhkan pasokan energi yang sangat tinggi melebihi wilayah lain di Indonesia, sementara potensi sumber energi yang dimiliki sangat terbatas. Tantangan yang ada adalah dalam penyediaan infrastruktur energi baik untuk memenuhi kebutuhan energi di Jawa maupun untuk pengembangan dan pengiriman energi dari luar Jawa.

Penggunaan bahan bakar minyak (BBM) yang terus meningkat juga menjadi persoalan karena adanya subsidi harga BBM. Produksi minyak mentah yang terus menurun sementara permintaan kebutuhan yang terus bertambah akan menyebabkan adanya peningkatan impor minyak mentah serta BBM. Hal ini memberikan tantangan serta peluang untuk mengembangkan sumber energi lain sebagai substitusi BBM.

Potensi gas yang besar ternyata belum menghasilkan peningkatan kebutuhan dalam negeri yang memadai yang disebabkan oleh belum tersedianya infrastruktur yang memadai. Penyiapan infrastruktur gas seperti pipa gas, fasilitas regasifikasi, CNG plant maupun kendaraan berbahan bakar gas perlu dikembangkan.

Ekspor batubara terus meningkat sementara kebutuhan batubara domestik pada tahun 2011 hanya dapat menyerap 23% produksi batubara. Hal ini membuktikan bahwa peraturan tentang DMO batubara masih berpatokan dalam pemenuhan kebutuhan domestik saja dan belum berorientasi pada ketahanan energi jangka panjang. Peningkatan kebutuhan batubara baik untuk pembangkitan

listrik, gasifikasi maupun pencairan batubara untuk mengurangi ketergantungan akan minyak bumi dan gas alam merupakan tantangan di masa mendatang.

Pemanfaatan energi terbarukan (EBT) masih relatif kecil. Beberapa hal yang menghambat pengembangan EBT antara lain ialah tingginya biaya investasi, minimalnya insentif dan masih adanya subsidi harga untuk BBM. Sistem pembiayaan untuk mendorong pengembangan sumber energi terbarukan seperti penurunan subsidi, feed-in tariff perlu dikembangkan dan diterapkan.

Pada tahun 2011 sekitar 71% dari konsumsi energi primer di Indonesia berasal dari energi fosil. Dengan masih adanya kendala pemanfaatan EBT maka diprakirakan energi fosil akan masih mendominasi pasokan energi untuk jangka panjang. Penggunaan energi fosil pada level konsumsi saat ini akan mengakibatkan sumber-sumber daya dapat segera habis. Dengan penggunaan energi fosil yang mempunyai intensitas karbon tinggi seperti ini tidak hanya menyebabkan ketergantungan pada minyak, namun juga kekhawatiran akan polusi berlebihan dan emisi gas rumah kaca. Secara domestik, ketergantungan pada penggunaan bahan bakar fosil akan memperburuk polusi di kota-kota besar dengan konsumsi energi yang besar.

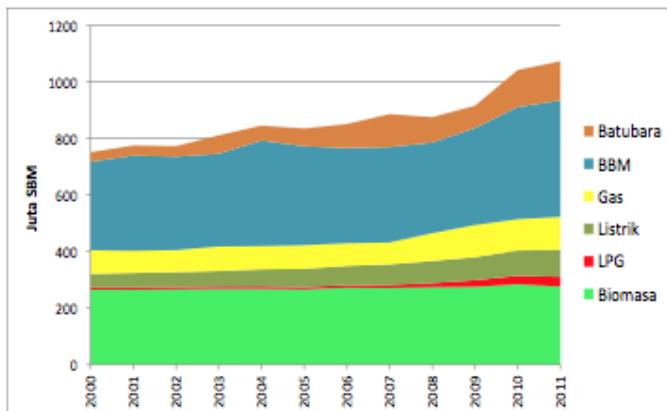
Oleh karena itu, energy mix seperti ini harus diubah untuk jangka panjang. Perlu dilakukan program diversifikasi sehingga *energy mix* untuk jangka panjang dapat mengurangi konsumsi bahan bakar berbasis fosil. Generasi masa depan tidak seharusnya menanggung akibat dari ketidak adanya tindakan yang optimal pada saat ini.

3.2. Kebutuhan Energi Per Jenis Bahan Bakar

Perkembangan kebutuhan energi final secara nasional per jenis bahan bakar untuk kurun waktu 2000-2011 ditunjukkan pada Gambar 3.1. Kebutuhan energi final meningkat dari 751,9 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 1073,8 juta SBM pada tahun 2011 atau meningkat rata-rata sebesar 3,3% per tahun. Dari total kebutuhan energi final tersebut, BBM (Bahan Bakar Minyak, termasuk produk kilang lainnya) merupakan jenis energi final yang paling banyak dikonsumsi dengan laju pertumbuhan kebutuhan BBM rata-rata sebesar 2,6% per tahun,

sehingga total kebutuhan BBM pada tahun 2011 mencapai sekitar 412,3 juta SBM.

Kebutuhan LPG selama kurun waktu tersebut mengalami pertumbuhan paling besar yaitu sebesar 14,6% per tahun. Diikuti dengan pertumbuhan kebutuhan batubara yaitu dengan pertumbuhan 13,4% per tahun. Besarnya peningkatan kebutuhan LPG terutama disebabkan adanya konversi penggunaan minyak tanah ke LPG. Pertumbuhan rata-rata kebutuhan gas lebih rendah dibanding laju pertumbuhan kebutuhan LPG yakni sebesar 3,0% per tahun. Dengan laju pertumbuhan tersebut mengakibatkan kebutuhan LPG pada tahun 2011 mengalami peningkatan 4 kali lipat lebih dibanding kebutuhan pada tahun 2000. Gas sangat dibutuhkan di sektor industri, khususnya untuk industri pupuk, baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan bakar, selain itu juga sebagai bahan bakar pada pembangkit listrik.



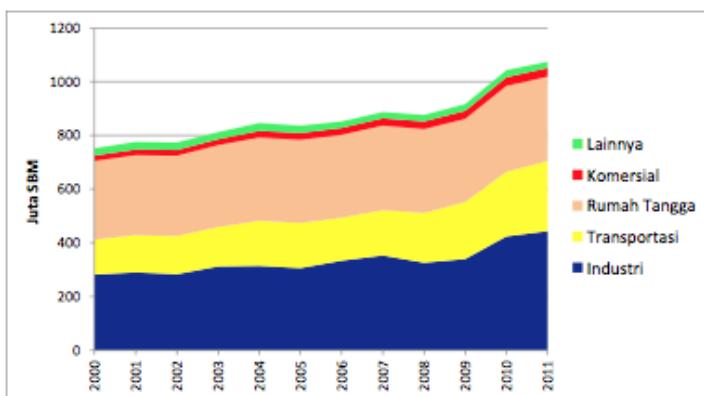
Sumber: Pusdatin ESDM, 2012

Gambar 3.1. Perkembangan Kebutuhan Energi Final Per Jenis Bahan Bakar

Kebutuhan listrik selama kurun waktu tersebut mengalami peningkatan dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 6,5% per tahun. Tingginya kebutuhan listrik ini sejalan dengan program peningkatan rasio elektrifikasi dan peningkatan pendapatan masyarakat. Sedangkan biomasa juga relatif tidak berkembang karena penggunaannya mulai digantikan dengan energi komersial yang lebih nyaman untuk digunakan.

3.3. Kebutuhan Energi Per Sektor

Kebutuhan energi menurut sektor ditunjukkan pada Gambar 3.2. Pangsa terbesar pada tahun 2011 adalah kebutuhan sektor industri (41%) dan rumah tangga (29%) diikuti oleh transportasi (24%), komersial (3%), dan lainnya (2%). Secara pertumbuhan kebutuhan energi di sektor transportasi dan komersial meningkat pesat yang masing-masing sebesar 6,5% dan 4,5% per tahun. Diikuti oleh sektor industri yang meningkat dengan pertumbuhan 4,2% per tahun dan rumah tangga sebesar 0,6%. Sedangkan kebutuhan energi di sektor lainnya cenderung mengalami penurunan. Ini menunjukkan mulai ada perubahan dasar dalam industrialisasi dan pelayanan sektor publik yang makin membaik.

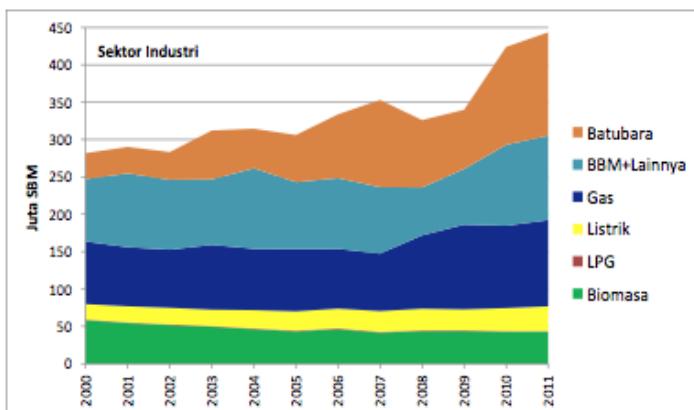


Sumber: Pusdatin ESDM, 2012

Gambar 3.2. Perkembangan Kebutuhan Energi Sektoral

3.3.1. Sektor Industri

Dalam 11 tahun terakhir kebutuhan energi final di sektor industri tumbuh rata-rata 4,2% per tahun dari 281 juta SBM di tahun 2000 menjadi 443 juta SBM pada tahun 2011 (Gambar 3.3). Jenis energi final yang laju pertumbuhan kebutuhannya tinggi adalah batubara sebesar 13,4% per tahun, listrik sebesar 4,4% per tahun, gas sebesar 3,0% per tahun dan BBM (termasuk BBM Lainnya) sebesar 2,8% per tahun. Sedangkan penggunaan biomasa dan LPG cenderung menurun.



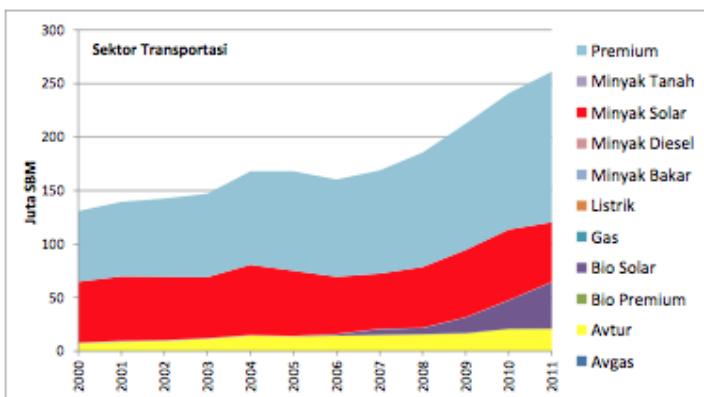
Sumber: Pusdatin ESDM, 2012

Gambar 3.3. Perkembangan Kebutuhan Energi Sektor Industri

Dengan pertumbuhan tersebut, dalam 11 tahun terakhir terjadi pergeseran pangsa jenis energi di sektor industri yang cukup signifikan yaitu pangsa batubara meningkat dari hanya 12% pada tahun 2000 menjadi 31% pada tahun 2011 dan pangsa listrik tetap sekitar 7%. Sedangkan pangsa biomassa turun dari 21% pada tahun 2000 menjadi 10% pada tahun 2011. Sementara itu pangsa BBM turun dari 30% pada tahun 2000 menjadi 25% pada tahun 2011. Pergeseran dari penggunaan BBM ke penggunaan batubara terkait dengan terus meningkatnya harga BBM. Harga BBM mengikuti perkembangan harga minyak mentah dunia yang terus meningkat dalam 10 tahun terakhir ini.

3.3.2. Sektor Transportasi

Kebutuhan energi disektor transportasi hampir seluruhnya (99%) berupa BBM. Hal tersebut dapat dimengerti karena bahan bakar cair sangat mudah untuk disimpan dan didistribusikan sehingga pemakaian sangat mudah dan nyaman. Pemakaian gas bumi disektor transportasi sangat sedikit karena masih terbatas pada kota-kota besar yang sudah memiliki jaringan pipa gas saja. Sedangkan pemakaian listrik hanya terbatas pada kereta rel listrik (KRL) yang beroperasi di wilayah Jabodetabek (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi).



Sumber: Pusdatin ESDM, 2012

Gambar 3.4. Perkembangan Kebutuhan Energi Sektor Transportasi

Dalam 11 tahun terakhir kebutuhan energi sektor transportasi meningkat rata-rata 6,5% per tahun dari 131 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 261 juta SBM pada tahun 2011 (Gambar 3.4). Jenis BBM yang dominan digunakan dalam sektor transportasi adalah jenis bensin atau premium (pertamax, pertamax plus, dan bio premium) dan solar (ADO dan bio solar). Dalam hal pertumbuhan, kebutuhan avtur tumbuh cepat dalam 11 tahun terakhir yaitu rata-rata 10,4% per tahun sedangkan BBM jenis bensin atau premium tumbuh 7,1% per tahun. BBM jenis solar mengalami penurunan yaitu sekitar 0,2% per tahun. Penurunan kebutuhan BBM tahun 2006 (Gambar 3.4) kemungkinan sebagai akibat adanya kenaikan harga BBM yang cukup drastis di tahun 2005. Berdasarkan Perpres No. 55/2005, harga jual BBM untuk non industri dibedakan dengan BBM untuk industri seperti premium, minyak tanah, minyak solar. Jenis BBM untuk industri lainnya adalah minyak diesel dan minyak bakar.

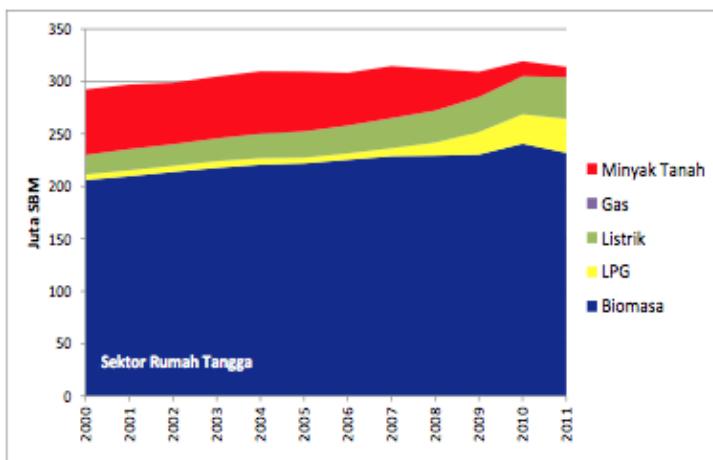
3.3.3. Sektor Rumah Tangga

Selama kurun waktu 11 tahun terakhir kebutuhan energi disektor rumah tangga tumbuh rata-rata 0,6% pertahun dari 292 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 314 juta SBM pada tahun 2011. Pertumbuhan kebutuhan tersebut relatif kecil yang kurang berkorelasi dengan pertumbuhan penduduk dan peningkatan yang kecil ini mencerminkan

daya beli masyarakat yang masih relatif kecil serta akses terhadap energi yang masih kurang.

Dari segi jenisnya, kebutuhan energi rumah tangga masih didominasi oleh penggunaan biomasa (Gambar 3.5) karena sebagian besar rumah tangga Indonesia berada di pedesaan dengan daya beli yang masih rendah. Komsumsi energi rumah tangga, selain minyak tanah dan di luar biomasa dalam 11 tahun terakhir mengalami peningkatan tiap tahunnya.

Dalam hal pertumbuhan, jenis energi rumah tangga yang mengalami pertumbuhan cepat adalah LPG, listrik dan gas yang tumbuh dengan rata-rata tahunan 17%, 7% dan 3%. Jenis energi yang mengalami penurunan kebutuhan adalah minyak tanah (turun rata-rata 15% pertahun). Peningkatan cepat kebutuhan LPG dan penurunan minyak tanah terjadi pada tahun 2007 dan 2008 sebagai hasil program subsitusi minyak tanah dengan LPG. Dari tahun 2007 ke 2008 kebutuhan LPG meningkat sekitar 62% sementara kebutuhan minyak tanah turun 20%.



Sumber: Pusdatin ESDM, 2012

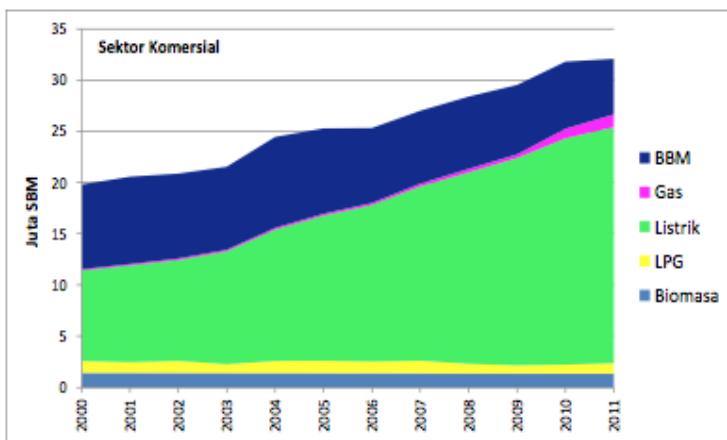
Gambar 3.5. Perkembangan Kebutuhan Energi Sektor Rumah Tangga

Perkembangan kosumsi LPG dan minyak tanah tersebut mengakibatkan terjadinya peningkatan pangsa LPG dalam kebutuhan

energi rumah tangga dari 1,9% tahun 2000 menjadi 10,4% tahun 2011 dan penurunan pangsa minyak tanah dari 21,3% pada tahun 2000 menjadi 3,2% pada tahun 2011. Permintaan LPG rumah tangga di masa datang diperkirakan akan terus meningkat dengan terus dilaksanakan program pengalihan minyak tanah ke LPG.

3.3.4. Sektor Komersial

Kebutuhan energi di sektor komersial dalam 11 tahun terakhir meningkat rata-rata 4,5% per tahun dari 19,8 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 32,1 juta SBM pada tahun 2011 (Gambar 3.6). Sebagian besar kebutuhan energi di sektor komersial berupa energi listrik (72% pada tahun 2011), disusul oleh BBM (17%), biomasa (4%), gas (4%) dan LPG (3%). Dalam 11 tahun terakhir kebutuhan energi listrik tumbuh rata-rata 9,1% per tahun sementara BBM menurun 3,8% per tahun, LPG menurun 1,1% per tahun dan gas tumbuh 22,9% per tahun.



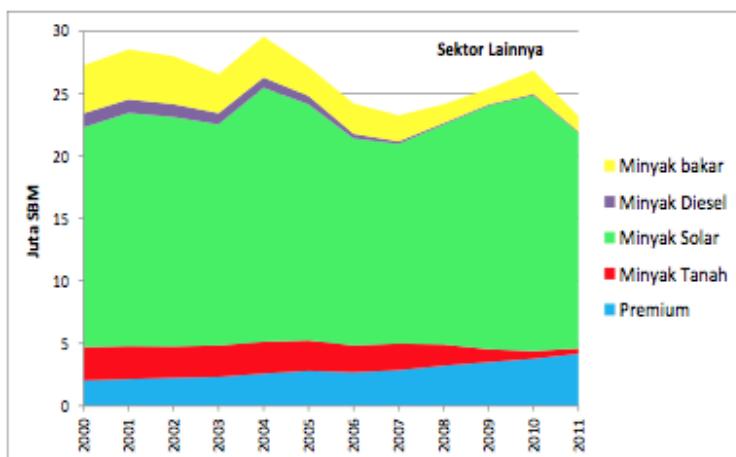
Sumber: Pusdatin ESDM, 2012

Gambar 3.6. Perkembangan Kebutuhan Energi Sektor Komersial

Pergeseran kebutuhan energi sektor komersial ke arah listrik dan gas kemungkinan akan terus berlangsung dimasa mendatang dengan makin meningkatnya harga BBM, meningkatnya kemampuan pasokan listrik dan meningkatnya infrastruktur gas bumi.

3.3.5. Sektor Lainnya

Sektor lainnya di sini terdiri atas sektor pertanian, konstruksi, dan pertambangan (PKP) yang hanya mengkonsumsi energi dalam bentuk BBM. Kebutuhan energi di sektor ini mengalami penurunan selama 2000-2011 dari 27,2 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 23,1 juta SBM pada tahun 2011. Atau menurun rata-rata sebesar 1,5% per tahun. Jenis BBM yang dikonsumsi sektor PKP didominasi oleh minyak solar. (Gambar 3.7). Premium merupakan satu-satunya bahan bakar yang konsumsinya terus meningkat dari 2,03 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 4,17 juta SBM pada tahun 2011.



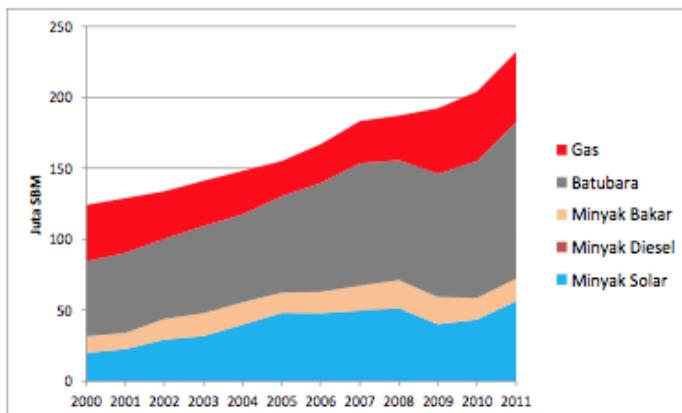
Sumber: Pusdatin ESDM, 2012

Gambar 3.7. Perkembangan Kebutuhan Energi Sektor Lainnya

3.4. Bahan Bakar Pembangkit Listrik

Pembangkit listrik merupakan salah satu produsen energi yang menghasilkan emisi gas rumah kaca yang cukup besar karena penggunaan bahan bakar fosil. Penggunaan energi terbarukan seperti tenaga air dan panas bumi diasumsikan tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dibutuhkan berbagai jenis pembangkit. Pada Gambar 3.8 ditunjukkan perkembangan kebutuhan bahan bakar untuk pembangkit listrik.

Kebutuhan bahan bakar untuk pembangkit meningkat dari 124 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 231 juta SBM pada tahun atau meningkat rata-rata sebesar 6,5% per tahun. Batubara merupakan bahan bakar terbesar yang digunakan dengan pangsa sebesar 48%. Pangsa penggunaan BBM (minyak solar, minyak diesel dan minyak bakar) mencapai 31%, sedangkan penggunaan gas mencapai 21%. PT PLN sebagai produsen listrik terbesar terus berusaha untuk mengurangi penggunaan BBM untuk jangka panjang.



Sumber: Pusatdatin ESDM, 2012

Gambar 3.8 Kebutuhan Bahan Bakar untuk Pembangkit Listrik

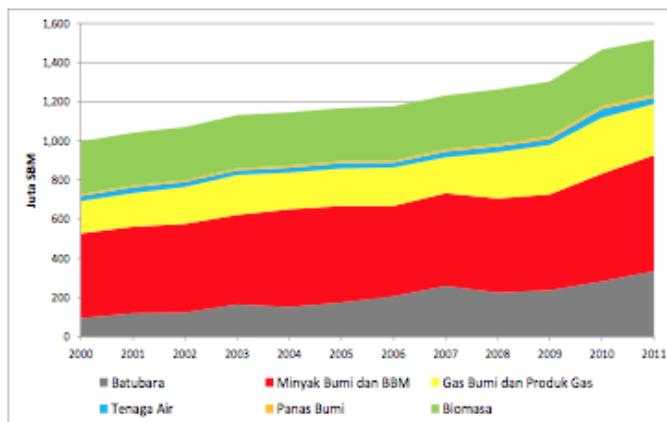
3.5. Pasokan Energi

Selama kurun waktu 2000-2011, pasokan energi primer di Indonesia mengalami peningkatan dari sekitar 995 juta SBM pada tahun 2000 menjadi sekitar 1516 juta SBM pada tahun 2011 atau meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata sekitar 3,9% per tahun (Lihat Gambar 3.9). Sampai dengan tahun 2011, pemakaian energi primer di Indonesia masih didominasi oleh minyak bumi dan bahan bakar minyak (BBM).

Sejalan dengan perkembangan energi dunia dan semakin menipisnya cadangan minyak bumi nasional, pertumbuhan pemakaian minyak bumi tidak setinggi energi jenis lain, seperti batubara serta gas bumi dan produk gas. Pertumbuhan pemakaian minyak bumi dan BBM

sekitar 3,2% per tahun, sedangkan pertumbuhan batubara serta gas bumi dan produk gas mengalami kenaikan masing-masing sebesar 13,5% per tahun untuk batubara dan 4,7% per tahun untuk gas bumi dan produk gas.

Adapun pemanfaatan energi baru dan terbarukan belum optimal disebabkan energi baru dan terbarukan belum kompetitif dibandingkan dengan energi konvensional minyak bumi dan gas bumi. Salah satu sebab kurang berkembangnya pemanfaatan energi baru dan terbarukan adalah harga listrik yang dibangkitkan dari energi baru dan terbarukan (PLTS, PLTB, PLTMH dan pembangkit listrik dari energi terbarukan lainnya) masih lebih tinggi dari pada yang dibangkitkan dengan BBM. Hal tersebut disebabkan BBM masih disubsidi dan diharapkan dengan adanya penghapusan subsidi secara bertahap akan berdampak pada berkembangnya pemanfaatan energi baru dan terbarukan. Selain upaya pengurangan subsidi, penggunaan energi terbarukan di atas akan lebih menarik lagi bilamana kegiatan yang bersangkutan itu mampu menjanjikan pengurangan gas rumah kaca.



Sumber: Pusdatin ESDM, 2012

Gambar 3.9. Perkembangan Pasokan Energi Primer

3.6. Kebijakan Energi

Kebijakan energi di Indonesia dimulai pertama kali pada tahun 1976 dengan tujuan untuk memaksimalkan pemanfaatan sumber daya

energi. Selanjutnya pemerintah melalui Keputusan Presiden No 46/1980 mendirikan badan setingkat departemen yang diberi nama Badan Koordinasi Energi Nasional (BAKOREN). Badan ini bertanggung jawab menyusun kebijakan energi dan mengkoordinasikan penerapan kebijakan ini. Pada tahun 1981 BAKOREN untuk pertama kalinya membuat Kebijaksanaan Umum Bidang Energi (KUBE) yang menjadi dasar pengelolaan energi di Indonesia. Melalui Kebijakan Umum Bidang Energi yang dikeluarkan tahun 1981, pengelolaan energi Indonesia telah mulai ditata. KUBE kemudian mengalami penyempurnaan sebanyak tiga kali yaitu tahun 1987, 1991 dan tahun 1998. Pada tahun 2003 KUBE berganti nama menjadi Kebijakan Energi Nasional (KEN).

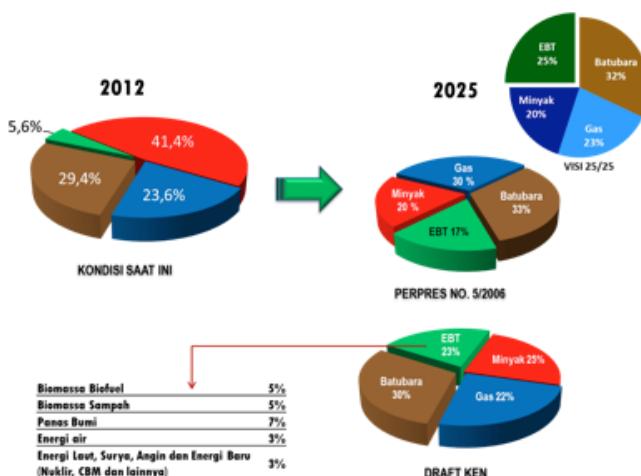
Pada tahun 2006, pemerintah menetapkan Perpres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Ada dua sasaran yang ingin dicapai melalui kebijakan ini yaitu:

1. tercapainya elastisitas energi lebih kecil dari (satu) pada tahun 2025, dan
2. terwujudnya energy (primer) mix yang optimal pada tahun 2025 (minyak bumi < 20%, gas bumi > 30%, batubara > 33%, biofuel > 5%, panas bumi > 5%, EBT Lainnya > 5% dan batubara yang dicairkan > 2%).

Selanjutnya Pemerintah mengeluarkan UU No.30 Tahun 2007 tentang Energi. UU ini kemudian menjadi dasar dari pengelolaan energi selanjutnya. Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 pasal 2 menyatakan bahwa energi dikelola berdasarkan asas kemanfaatan, rasionalitas, efisiensi berkeadilan, peningkatan nilai tambah, keberlanjutan, kesejahteraan masyarakat, pelestarian fungsi lingkungan hidup, ketahanan nasional, dan keterpaduan dengan mengutamakan kemampuan nasional. Sementara pasal 3 menyatakan bahwa dalam rangka mendukung pembangunan nasional secara berkelanjutan dan meningkatkan ketahanan energi nasional, tujuan pengelolaan energi antara lain kemandirian, penyediaan, pengelolaan, pemanfaatan energi, akses masyarakat, industri energi dan lingkungan hidup.

Hal penting yang dicatat dari penerbitan UU ini adalah amanat pembentukan Dewan Energi Nasional (DEN) pada pasal 12. DEN diberi mandat untuk merumuskan Kebijakan Energi Nasional yang kemudian akan ditetapkan oleh pemerintah setelah mendapat persetujuan DPR. KEN ini akan menjadi pedoman bagi Rencana Umum Energi Nasional serta Rencana Umum Energi Daerah. Ada tiga sasaran yang ingin dicapai oleh UU No.30 Tahun 2007, yaitu akses yang seluas luasnya terhadap energi, kemandirian energi dengan penggunaan sumber energi baru terbarukan dan konservasi energi.

Telah berkembang wacana untuk mencapai target pangsa energi baru terbarukan yang lebih tinggi lagi dalam bauran energi nasional, yaitu sebesar 25% pada tahun 2025, atau yang dikenal dengan “Visi Energi 25/25” yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. Saat ini DEN telah mengeluarkan rancangan Kebijakan Energi Nasional dimana target pangsa energi baru terbarukan sebesar 23%. Target dalam pencapaian pangsa energi baru terbarukan dari kedua draft kebijakan ini menekankan pada upaya diversifikasi energi di sisi penyediaan dengan mengutamakan energi terbarukan. Target bauran energi tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Sumber: DEN & Ditjen EBTKE

Gambar 3.10. Arah Kebijakan Bauran Energi Tahun 2025

Namun demikian sampai sekarang, kebijakan energi nasional yang telah dikeluarkan belum menghasilkan perubahan yang berarti dalam mencapai kondisi keenergian yang diinginkan. Setelah lebih dari lima tahun sejak UU No.30/2007 diterbitkan, Rancangan Kebijakan Energi Nasional 2010-2050 saat ini masih dalam proses finalisasi sehingga belum bisa ditetapkan oleh Pemerintah. Hal ini semakin menimbulkan ketidakpastian dalam permasalahan implementasi, koordinasi dan payung regulasi yang masih menjadi kendala utamanya.

Pemanfaatan EBT sampai saat ini masih banyak mengalami kendala. Agar pemanfaatan EBT dapat maksimal diperlukan perlakuan khusus dalam hal harga, memberikan kemudahan dalam perizinan pembebasan lahan dan proses jual beli energi terbarukan, dan memberikan insentif terhadap EBT. Disamping itu, perlu ditetapkan pengembangan energi terbarukan per daerah, memperkuat organisasi di tingkat pusat dan daerah dan memberikan dukungan pengembangan teknologi dan produksi peralatan energi terbarukan dalam negeri. Tidak kalah pentingnya adalah menyempurnakan regulasi energi terbarukan seperti penerapan Feed-in Tariff (FIT), kewajiban pengembangan secara mandatory, menyiapkan undang-undang energi terbarukan dan kebijakan RAN/RAD GRK.

3.6.1. Feed-in Tariff

Feed-in Tariff disingkat menjadi FIT sering disebut juga *feed-in law*, *feed-in advance* energi terbarukan atau pembayaran energi terbarukan. Pada dasarnya FIT dibuat untuk memantapkan kebijakan energi yang telah disusun dan menurunkan biaya teknologi EBT. FIT diinspirasi dari kepercayaan investor terhadap keandalan teknologi pembangkit energi terbarukan, kualitas sumber energi terbarukan, skala proyek, lokasi, jaminan kontrak jangka panjang, dan jaminan akses ke grid.

FIT merupakan mekanisme kebijakan penentuan tarif yang dirancang untuk mendorong pemanfaatan sumber energi terbarukan, mempercepat pembangunan grid ke seluruh wilayah pedesaan, dan menciptakan lingkungan bersih. FIT adalah tarif pembayaran dan penjaminan harga listrik pada pembangkit tenaga listrik energi terbarukan. Harga listrik yang dibayarkan merupakan biaya produksi ditambah keuntungan yang layak untuk penyaluran listrik energi

terbarukan ke grid. Penentuan harga didasarkan pada biaya pokok penyediaan (BPP) sehingga memungkinkan untuk dikembangkannya keanekaragaman sumber energi terbarukan (angin, surya, panas bumi, dll). Sementara itu, dengan dibuatnya FIT menyebabkan para investor dapat memperoleh imbalan hasil yang wajar atas biaya investasi pembangkit listrik energi terbarukan yang telah dikeluarkannya.

FIT dapat berlaku secara umum maupun khusus. Secara umum FIT menetapkan tarif pembayaran listrik yang dihasilkan dari pembangkit listrik energi terbarukan skala kecil yang terdistribusi melalui jaringan listrik, seperti PLTS, PLTMH, PLTB, dan PLTP. Secara khusus, FIT merupakan harga per unit listrik yang diperlukan sebagai pembayaran untuk listrik energi terbarukan dari pembangkit listrik pribadi, misalnya instalasi PLTS di atap gedung. Tarif khusus tersebut ditetapkan berbeda untuk setiap jenis teknologi dan skalanya.

Sejauh ini, harga EBT belum mencerminkan keekonomiannya, sehingga pemanfaatan potensi EBT yang cukup berlimpah belum optimal. Dalam Undang Undang No. 30 Tahun 2007, Pasal 20 Ayat 5 menyebutkan bahwa "Penyediaan energi dari sumber energi baru dan sumber energi terbarukan yang dilakukan oleh badan usaha bentuk usaha tetap dan perseorangan memperoleh kemudahan dan/ atau insentif dari pemerintah dan/atau pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya untuk jangka waktu tertentu hingga tercapai nilai keekonomiannya". Oleh karena itu dibutuhkan implementasi kebijakan FIT.

Sesuai dengan Pasal 7 Ayat 1 Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 disebutkan bahwa harga energi ditetapkan berdasarkan nilai keekonomian berkeadilan. Nilai keekonomian berkeadilan adalah suatu nilai/biaya yang merefleksikan biaya produksi energi, termasuk biaya lingkungan dan biaya konservasi serta keuntungan berdasarkan kemampuan masyarakat dan ditetapkan oleh pemerintah.

Secara umum, skala keekonomian dari berbagai jenis EBT menunjukkan bahwa minihidro merupakan jenis EBT termurah dan likuifaksi batubara merupakan jenis EBT termahal. Skala keekonomian EBT tersebut ditinjau terhadap ketersediaan bahan baku, proses pengolahan (konversi), transmisi atau transportasi energi, dan pengguna akhir.

Likuifaksi batubara, gasifikasi batubara, panas bumi, BBN, dan CBM merupakan jenis EBT yang memerlukan biaya yang lebih mahal sewaktu proses pengadaan bahan baku, sedangkan surya, angin, minihidro, arus, dan biomasa memerlukan biaya pengadaan bahan baku yang lebih murah (gratis). Selanjutnya, proses tenaga surya, arus, dan batubara cair dianggap merupakan jenis EBT yang memerlukan keekonomian yang lebih mahal dibanding dengan EBT lainnya. Adapun tenaga arus (samudera) adalah jenis EBT yang memerlukan biaya transportasi energi (transmisi) termahal, dan harga listrik lebih mahal daripada non listrik.

Dengan gambaran ini, sebaiknya perlakuan terhadap berbagai jenis EBT harus berbeda antara satu dengan lainnya dan pengembangan EBT diprioritaskan untuk EBT yang tingkat keekonomiannya lebih murah dari pada yang mahal. Proses pengolahan dan distribusi merupakan 2 komponen ekonomi yang memegang peranan penting. Kedua komponen ini terkait dengan kemampuan teknologi, sehingga pemanfaatan teknologi EBT yang efisien akan dapat mengurangi besar komponen biaya pokok penyediaan EBT. Berikut akan dibahas pelaksanaan kebijakan FIT.

Pemerintah telah mengeluarkan berbagai regulasi untuk mendorong pemanfaatan EBT. Secara spesifik, penetapan tarif EBT (selain panas bumi) diatur dalam Permen ESDM No. 31 Tahun 2009 tentang Harga Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN dari Pembangkit Tenaga Listrik yang menggunakan Energi Terbarukan skala kecil dan menengah atau kelebihan tenaga listrik. Harga pembelian tenaga listrik sesuai Permen ESDM 31/2009 dianggap masih murah sehingga harga pembelian tenaga listrik untuk pembangkit tenaga listrik biomasa, *zero waste*, dan *sanitary landfill* dinaikkan sebagaimana diatur dalam Permen ESDM 04/2012. Adapun kebijakan harga pembelian tenaga listrik untuk tenaga surya dan angin akan dinaikkan dan diatur dalam Permen tersendiri.

Selain Permen tersebut, juga telah diterbitkan Perpres No. 4/2010 tentang harga listrik (*ceiling price*) panas bumi sebesar 9,7 sen US\$/kWh dan diperkuat dengan Permen ESDM No. 2/2011 tentang Penugasan Pemerintah (khusus untuk PLTP FTP II) dimana jika hasil lelang lebih besar dari 9,7 sen US\$/kWh, dapat dilakukan negosiasi dengan pengembang PLTP. Harga jual listrik PLTP tersebut belum

menarik investor karena tidak mencerminkan kondisi setempat. Untuk itu, harga patokan listrik PLTP direvisi, sebagaimana diatur dalam Permen ESDM 22/2012. Dalam hal ini, harga patokan listrik PLTP pada tegangan menengah bervariasi minimal 11,5 sen US\$/kWh (Sumatera) dan maksimal 18,5 sen US\$/kWh (Maluku dan Papua). Dengan Permen ini diharapkan pengembangan PLTP dapat lebih pesat.

Dalam rangka mendorong pemanfaatan BBN, selain telah diterbitkan mandatori BBN melalui Permen ESDM No. 32 tahun 2008, juga telah ditetapkan Perpres No. 45 tahun 2009 tentang subsidi BBN sebesar Rp. 2.000 per liter. Besaran subsidi BBN tersebut belum menarik terutama untuk bioethanol, sehingga tidak terjadi konsumsi bioethanol. Pemerintah juga telah mengatur pengelolaan CBM sesuai Permen ESDM No. 35/2008 tentang tata cara penawaran WK migas. Dalam pengusahaan CBM, kontraktor mendapatkan split yang relatif besar, yakni sebesar 45%. Masih diperlukan petunjuk pelaksanaan (Juklak) teknis, komersial dan legal dari Permen 35/2008 tersebut agar pemanfaatan CBM akan berkembang pesat.

Untuk mendorong penyediaan dan pemanfaatan batubara yang dicairkan telah diterbitkan Inpres 2/2006. Inpres 2/2006 pada umumnya hanya mengatur wewenang masing-masing institusi terkait. Selain kendala regulasi dan finansial yang paling dominan dalam menghambat peningkatan konsumsi EBT, juga pengusahaan EBT belum didukung oleh tingkat investasi yang memadai akibat ketidakpastian aturan hukum, lambannya penyelesaian sejumlah peraturan, kondisi politik, rendahnya dukungan pendanaan dalam kegiatan litbang, tumpang tindih kegiatan penelitian.

Kebijakan *feed-in tariff* yang baru ditetapkan oleh pemerintah melalui Permen ESDM No. 9 Tahun 2013 tentang Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN (Persero) dari Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota dan Permen ESDM No. 17 Tahun 2013 tentang Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN (Persero) dari PLTS fotovoltaik.

Permen ESDM No. 19 Tahun 2013 tentang Pembelian Tenaga Listrik oleh PT PLN (Persero) dari Pembangkit Listrik Berbasis Sampah Kota merupakan revisi harga jual listrik yang diatur dalam Permen ESDM No. 04 tahun 2012 tentang harga jual listrik ke PT PLN (Persero)

dari energi terbarukan skala kecil dan menengah. Harga jual listrik menggunakan teknologi *zero waste* ditetapkan sebesar Rp. 1.450/kWh jika terinterkoneksi dengan tegangan menengah (TM) dan Rp. 1.798/kWh jika terinterkoneksi dengan tegangan rendah (TR). Sebelumnya, harga jual listrik adalah Rp. 1.050/kWh (TM) dan Rp. 1.398/kWh (TR). Harga jual listrik menggunakan teknologi sanitary *landfill* ditetapkan sebesar Rp. 1.250/kWh (TM) dan Rp. 1.598/kWh (TR). Sebelumnya, harga jual listrik adalah Rp. 805/kWh (TM) dan Rp. 1.198/kWh (TR). Perubahan ini dilakukan karena harga jual listrik sebelumnya belum mampu mendorong investor untuk berinvestasi.

Permen ESDM No. 17 tahun 2013 merupakan jawaban atas perlunya diatur feed-in tariff per jenis energi terbarukan, tidak seperti Permen No. 04 Tahun 2012 yang merupakan gabungan dari beberapa jenis energi terbarukan. Permen ESDM No. 17 Tahun 2013 merupakan harga jual listrik PLTS fotovoltaik ke PT PLN (Persero) maksimum 25 sen USD/kWh dan dapat meningkat menjadi maksimum 30 sen USD/kWh jika TKDN sekurang-kurangnya 40%. Kebijakan ini dianggap tidak akan mampu mendorong tumbuhnya industri sel surya dalam negeri apabila industri cel surya dan investor PLTS tidak memperoleh insentif (suku bunga rendah, penundaan pembayaran pajak, dan lainnya).

3.6.2. Mandatori BBM

Realisasi pemanfaatan biodiesel pada tahun 2012 sebesar 669.398 kl, meningkat dari tahun sebelumnya sebesar 358.812 kl. Sementara itu, tidak ada realisasi pemanfaatan bioetanol sejak tahun 2010. Berdasarkan Permen ESDM No. 25 tahun 2013, pada tahun 2013 pemanfaatan biodiesel ditargetkan meningkat menjadi 10% untuk sektor transportasi mulai September 2013 (dari sebelumnya 7,5%), sedangkan untuk sektor industri pertambangan, pemanfaatan biodiesel ditargetkan sebesar 2% dalam campuran.

Tabel 3.1. Mandatori dan Realisasi Pemanfaatan Biodiesel dan Bioetanol

Biodiesel	2011 (kl)	2012 (kl)*	2013 (kl)**	2014 (kl)
Mandatori	1.297.000	1.641.000	2.017.000	2.734.000
Mandatori pada Transportasi PSO	590.650	694.440	1.202.250	1.644.000
Realisasi	358.812	669.398	604.188	-
Persentase	60,75%	96,39%	50,25%	-
Bioetanol ***	2011 (kl)	2012 (kl)	2013 (kl)	2014 (kl)
Mandatori	694.000	968.000	1.167.000	1.334.000
Mandatori pada Transportasi PSO	229.600	244.110	146.000	164.800
Realisasi	-	-	-	-
Persentase	-	-	-	-

Sumber: Olah Data Tim

Keterangan:

*: Persentase pencampuran biodiesel pada solar sebesar 7,5% sejak tanggal 15 Februari 2012

**: Realisasi sampai dengan 30 September 2013. Sejak 1 September 2013, persentase pencampuran biodiesel pada solar ditingkatkan menjadi 10%.

***: Sejak tahun 2010 tidak ada realisasi bioetanol karena tidak disetujuinya revisi harga indeks pasar BBN.

3.6.3. RAN/RAD GRK

Menurut laporan resmi *Second National Communication*, total emisi gas rumah kaca (GRK) Indonesia pada tahun 2000 sebesar 1.415,9 juta ton CO₂ ekuivalen dan meningkat pada tahun 2005 menjadi sebesar 1.711,4 juta ton CO₂ ekuivalen. Emisi GRK terbesar pada tahun 2000-2005 dihasilkan oleh sektor perubahan tata guna lahan dan kehutanan (*Land Use Change and Forestry* - LUCF). Sektor energi menyumbang lebih dari 20% dari total emisi GRK. Emisi GRK di sektor energi meningkat dari 333,5 juta ton CO₂ ekuivalen pada tahun 2000 menjadi 395,9 juta ton CO₂ ekuivalen pada tahun 2005 atau meningkat rata-rata sebesar 3,5% per tahun. Pada sektor energi, emisi GRK terjadi sebagian besar karena pembakaran bahan bakar fosil untuk mendorong pertumbuhan perekonomian nasional.

Ada tiga macam emisi GRK yang utama, yaitu CO₂, CH₄ dan N₂O. Berdasarkan laporan *Second National Communication*, dari total emisi GRK sebesar 1.415,9 juta ton CO₂ ekuivalen pada tahun 2000, emisi CO₂, mempunyai pangsa terbesar yaitu 82%, diikuti oleh emisi CH₄ (16%) dan N₂O (2%) seperti ditunjukkan pada Gambar 3.11.

Emisi GRK akan menyebabkan pemanasan global yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan iklim global. Hal ini membutuhkan penanganan secara terpadu dan konsisten baik dari produsen maupun konsumen energi. Untuk dapat melakukan penanganan secara tepat dan efektif maka diperlukan ketersediaan data emisi gas rumah kaca dari sektor energi yang lebih rinci berdasarkan berbagai tipe energi yang digunakan. Peningkatan emisi GRK dapat ditekan apabila penggunaan energi baru terbarukan (EBT) dapat dimaksimalkan.

Pemerintah Indonesia telah mentargetkan penurunan emisi GRK sebesar 26% dari kondisi business as usual yang akan dicapai pada tahun 2020 dengan kemampuan sendiri atau sebesar 41% bila ada bantuan keuangan dari negara-negara maju. Target ini tentu perlu didukung oleh seluruh sektor, salah satunya adalah sektor energi.

Untuk merealisasikan komitmen tersebut, presiden telah menerbitkan dua Peraturan Presiden yang pertama adalah Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca yang selanjutnya disebut RAN-GRK. Kegiatan RAN-GRK meliputi 6 bidang, yaitu: pertanian; kehutanan dan lahan gambut; energi dan transportasi; industri; pengelolaan limbah; serta kegiatan pendukung lain. Kemudian yang kedua adalah Peraturan Presiden No. 71 Tahun 2011 tentang inventarisasi Gas Rumah Kaca nasional.

Untuk bidang energi, transportasi dan industri, target penurunan emisi (dengan kemampuan sendiri) adalah sebesar 38 juta ton CO₂ ekuivalen dan target penurunan emisi (bila ada bantuan keuangan dari negara-negara maju) adalah sebesar 56 juta ton CO₂ ekuivalen. Penurunan emisi GRK di bidang energi dan transportasi dapat dilakukan melalui berbagai kebijakan seperti berikut:

- Peningkatan penghematan energi;
- Penggunaan bahan bakar yang lebih bersih (*fuel switching*);
- Peningkatan penggunaan energi baru dan terbarukan (EBT);
- Pemanfaatan teknologi bersih baik untuk pembangkit listrik, dan sarana transportasi;

- Pengembangan transportasi masal nasional yang rendah emisi, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Strategi aksi yang mungkin diterapkan dapat dibagi menjadi tiga yaitu: *avoid*, *shift*, dan *improve*. *Avoid* atau *reduce* berarti menghindari atau mengurangi kebutuhan energi. *Shift* berarti beralih ke penggunaan energi yang lebih ramah lingkungan. *Improve* berarti meningkatkan efisiensi penggunaan energi dengan menggunakan teknologi yang lebih efisien. Pada dokumen RAN-GRK telah dipilih beberapa aksi mitigasi bidang energi dan transportasi secara nasional, yaitu:

- Menghemat penggunaan energi final baik melalui penggunaan teknologi yang lebih bersih dan efisien maupun pengurangan konsumsi energi tak terbarukan (fosil);
- Mendorong pemanfaatan energi baru terbarukan skala kecil dan menengah;
- *Avoid* atau mengurangi kebutuhan akan perjalanan terutama daerah perkotaan (*trip demand management*) melalui penata-gunaan lahan mengurangi perjalanan dan jarak perjalanan yang tidak perlu;
- *Shift* atau menggeser pola penggunaan kendaraan pribadi (sarana transportasi dengan konsumsi energi yang tinggi) ke pola transportasi rendah karbon seperti sarana transportasi tidak bermotor, transportasi publik, dan transportasi air;
- *Improve* atau meningkatkan efisiensi energi dan pengurangan pengeluaran karbon pada kendaraan bermotor pada sarana transportasi.

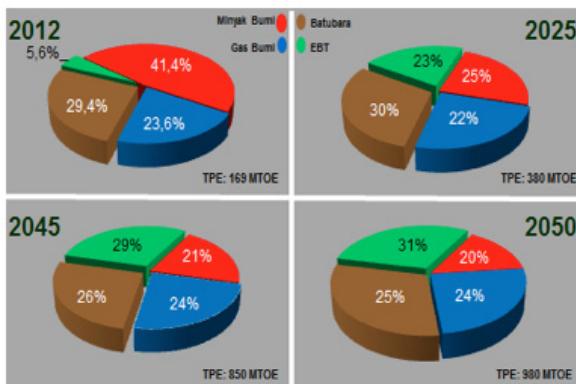
Sejalan dengan kegiatan RAN-GRK tersebut, salah satu kegiatan yang perlu dilakukan adalah melakukan inventarisasi emisi GRK. Peraturan yang mengatur hal ini adalah Peraturan Presiden No. 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca. Dalam rangka implementasi Peraturan Presiden tersebut sudah dikeluarkan juga Surat Edaran Bersama Menteri Dalam Negeri RI Nomor 660/95/SJ/2012, Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional Nomor 0005/ M.PPN/01/2012 dan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 01/

MenLH/01/2012 perihal Penyusunan Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAD-GRK) tanggal 11 Januari 2012. Terkait RAD-GRK ini maka diharapkan para Gubernur menyusun RAD-GRK yang berpedoman pada RAN-GRK dan kebijakan perencanaan pembangunan daerah yang ditetapkan melalui Peraturan Gubernur paling lambat akhir September 2012 yang dilakukan secara partisipatif sesuai dengan karakteristik, potensi dan kewenangan daerah serta terintegrasi dengan rencana pembangunan daerah seperti RPJPD, RPJMD, Renstra SKPD dan APBD.

3.6.4. Konservasi dan Diversifikasi Energi

Ketahanan energi adalah ketersediaan energi secara terus-menerus dalam berbagai bentuk dengan jumlah yang cukup dan harga yang terjangkau. Guna mencapai ketahanan energi, konservasi energi menjadi salah satu pilar kebijakan energi utama yang dapat ditempuh. Hal ini sejalan dengan Visi 25/25 dan Rancangan Kebijakan Energi Nasional dimana konservasi energi akan berperan dalam menurunkan jumlah pemakaian energi primer.

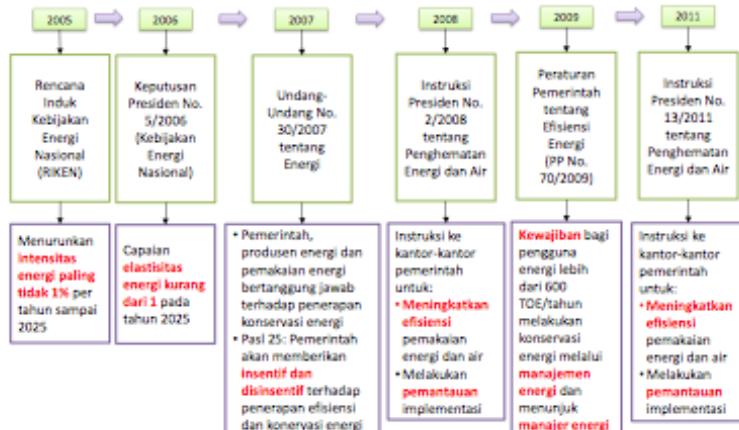
Konservasi energi adalah penggunaan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan. Konservasi energi sebagai pilar manajemen energi nasional masih kurang mendapat perhatian yang memadai di tanah air. Potensi untuk melakukan konservasi energi sesungguhnya masih sangat terbuka di tanah air. Berikut adalah arah kebijakan energi nasional hingga tahun 2050:



Sumber: DEN, 2012

Gambar 3.12. Arah Kebijakan Energi Nasional

Dalam kaitannya dengan konservasi energi, sudah banyak kebijakan pemerintah untuk mendorong baik sektor industri maupun masyarakat untuk lebih efisien dalam memanfaatkan energi. Skematis kebijakan yang sudah dikeluarkan hingga saat ini ditunjukkan pada Gambar 3.13 di bawah ini. Dari berbagai studi yang telah dilakukan teridentifikasi potensi penghematan energi di kelompok pengguna energi berkisar 10 hingga 35% untuk masing-masing sektor. Sektor industri dan transportasi merupakan pengguna energi terbesar di kelompok pengguna energi, yang ditargetkan masing-masing dapat menurunkan 6,9% dan 7,4% dari kebutuhan energi nasional. Target tersebut akan dicapai secara bertahap melalui langkah-langkah konservasi energi tertentu.



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 3.13. Kebijakan dan Peraturan Tentang Konservasi Energi

Ketergantungan konsumsi energi nasional yang sangat besar terhadap BBM yaitu berkisar 60-70 persen merupakan masalah utama yang dihadapi oleh negara ini. Indonesia yang dikenal dengan beraneka sumber energi, mulai dari energi baru terbarukan (EBT), gas bumi dan batubara yang cadangannya lebih besar dari pada minyak bumi; harga mereka pun lebih murah. Namun pemanfaatannya lebih rendah dibanding BBM.

Diversifikasi energi adalah penganekaragaman penyediaan dan pemanfaatan berbagai sumber energi dalam rangka optimasi penyediaan energi. Diversifikasi energi secara konsisten harus dilakukan untuk menurunkan ketergantungan konsumsi energi nasional terhadap BBM. Substitusi terhadap BBM perlu diupayakan di berbagai pemakaian, misalnya untuk pembangkitan listrik. Pangsa penggunaan sumber-sumber energi non-BBM seperti gas bumi, batubara dan panas bumi (geothermal) perlu diperbesar.

Bab IV

Proyeksi Kebutuhan Dan Pasokan Energi

Proyeksi kebutuhan energi dihitung berdasarkan besarnya aktivitas pemakaian energi dan besarnya pemakaian energi per aktivitas (intensitas pemakaian energi). Aktivitas energi dicerminkan oleh pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk. Sedangkan intensitas energi merupakan tingkat konsumsi energi per Produk Domestik Bruto (PDB) atau per jumlah penduduk dalam waktu tertentu. Intensitas energi dapat dianggap tetap selama periode simulasi atau mengalami penurunan untuk menunjukkan skenario meningkatnya efisiensi pada sisi permintaan.

4.1. Perkembangan Penduduk dan PDB

Perkembangan penduduk dan PDB merupakan indikator penting dalam membuat proyeksi kebutuhan energi. Untuk mengetahui kecenderungan perkembangan kedua indikator tersebut perlu diketahui data historisnya.

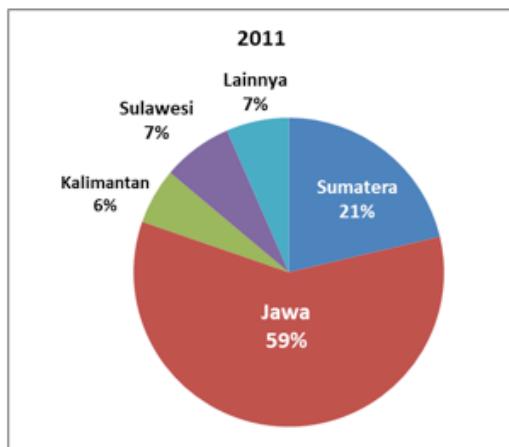
4.1.1. Penduduk

Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2000 sampai dengan 2011 bertambah dari 206 juta jiwa (2000) menjadi 241 juta jiwa (2011) dengan laju pertumbuhan rata-rata 1,44% per tahun. Komposisi penduduk tahun 2000 untuk ratio laki-laki dan perempuan hampir sama, begitu juga untuk tahun 2011.

Salah satu ciri penduduk Indonesia adalah persebaran antara pulau dan provinsi yang tidak merata. Data BPS menunjukan bahwa tahun 2011 sebagian besar penduduk Indonesia tinggal di pulau Jawa dengan pangsa sebesar 59% dan sisanya sebesar 21% di Sumatera, 7% di Sulawesi, 6% di Kalimantan, 7% di pulau lainnya. Penduduk Indonesia yang tinggal di Pulau Jawa terlihat meningkat bila dibandingkan tahun-tahun sebelumnya, yaitu dari 135 juta jiwa pada tahun 2004 menjadi 138 juta jiwa pada tahun 2011.

Dari tingkat pertumbuhan selama rentang waktu tahun 2000-2011, maka pertumbuhan terbesar 5,39% per tahun di Provinsi Papua.

Sedangkan pertumbuhan terendah di Provinsi Jawa Tengah dengan pertumbuhan sebesar 0,37% per tahun.

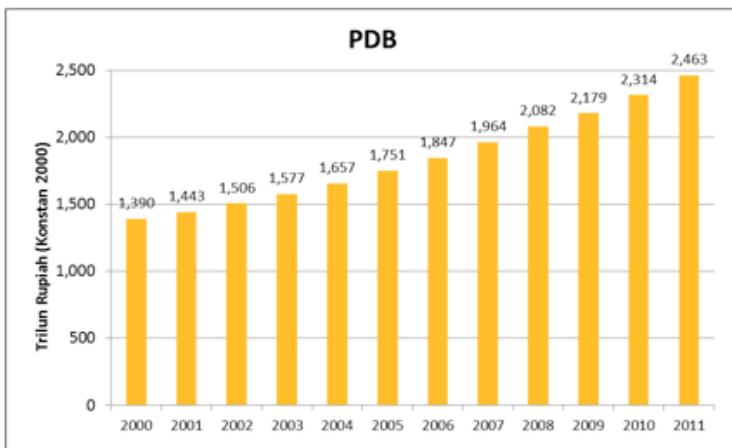


Sumber: BPS, 2012

Gambar 4.1. Komposisi Persebaran Penduduk Indonesia 2011

4.1.2. Produk Domestik Bruto (PDB)

Pertumbuhan ekonomi di Indonesia dalam 11 tahun terakhir ini menunjukkan adanya peningkatan. Pada tahun 2011 pertumbuhan produk domestik bruto (PDB) sebesar 6,4% per tahun. PDB tumbuh dari 1.390 triliun Rupiah (harga konstan tahun 2000) pada tahun 2000 menjadi 2.463 triliun Rupiah (harga konstan tahun 2000) pada tahun 2011. Selama kurun waktu 2000-2011, perkembangan PDB Indonesia disampaikan pada Gambar 4.2.



Sumber: BPS, 2012

Gambar 4.2. Perkembangan PDB Indonesia, 2000-2011

4.2. Skenario Pengembangan Energi

Pembangunan ekonomi jangka panjang memiliki sejumlah ketidakpastian. Untuk menangkap dinamika tersebut maka perlu dibuat beberapa skenario pengembangan. Informasi mengenai variabel ekonomi, demografi dan karakteristik pemakai energi dapat digunakan untuk membuat berbagai alternatif skenario tersebut. Kondisi masa depan dapat diprakirakan berdasarkan skenario-skenario tersebut. Skenario dapat berdasarkan asumsi pertumbuhan ekonomi dimasa depan yang mengarah pada pertumbuhan yang optimis atau yang pesimis. Disamping skenario pertumbuhan ekonomi dapat disertai juga skenario perkembangan teknologi dan skenario ketersediaan cadangan sumber daya energi.

Proyeksi permintaan dan penyediaan energi berdasarkan skenario pertumbuhan ekonomi dan penduduk serta perkembangan teknologi dan ketersediaan cadangan sumber daya energi merupakan proses perencanaan yang harus dilakukan. Supaya lebih terpadu perlu dilakukan perhitungan investasi dan penetapan kebijakan baik itu di sisi permintaan maupun penawaran sehingga kesetimbangan antara permintaan dan penawaran dapat tercapai secara optimal. Dalam menganalisis berbagai kemungkinan pengembangan sosial ekonomi

dan teknologi ke depan, dalam studi ini dibuat dua buah skenario, yaitu: skenario dasar (BAU) dan skenario alternatif (KEN).

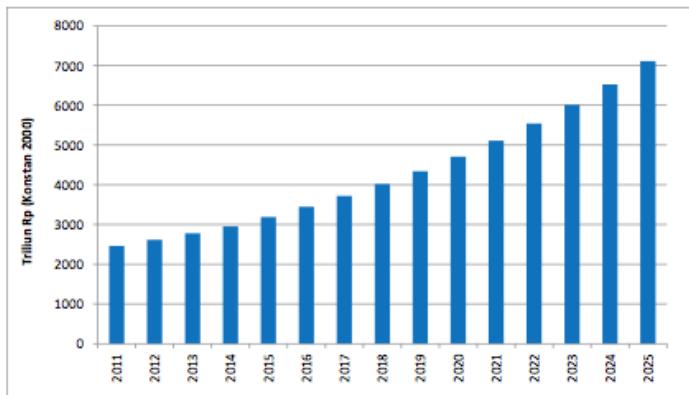
4.2.1. Skenario Dasar (BAU)

Skenario dasar atau dapat juga disebut skenario *Business as Usual* (BAU) mengasumsikan bahwa pertumbuhan sosial ekonomi untuk jangka panjang tumbuh sesuai dengan kondisi yang ada saat ini. Pertumbuhan ekonomi yang dinyatakan dalam pertumbuhan produk domestik bruto (PDB) dalam periode 2011-2025 diasumsikan meningkat rata-rata sebesar 8,0% per tahun. Peningkatan secara gradual dari 6,3% pada tahun 2011 dan menjadi 9,0% pada tahun 2025 seperti ditunjukkan pada Tabel 4.1. PDB total Indonesia akan meningkat dari 2463 triliun Rupiah (harga konstan tahun 2000) pada tahun 2011 menjadi 7115 triliun Rupiah pada tahun 2025 seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3.

Tabel 4.1. Asumsi Skenario BAU

Parameter	Asumsi
Pertumbuhan PDB	2011: 6.3%; 2012: 6.25%; 2015: 8%; 2020: 8.5%; 2025: 9%
Pertumbuhan penduduk	2011: 1.18%; 2012: 1.71%; 2015: 1.06%; 2020: 0.92%; 2025: 0.8%
Struktur ekonomi (PDB)	Mengikuti struktur tahun dasar
Ukuran rumah tangga	2012: 3.80 interpolasi pada tahun 2025: 3.225 orang per rumah tangga
Tingkat urbanisasi	68% pada 2025
Pertumbuhan sektor transportasi	Pertumbuhan sektor transportasi : <ul style="list-style-type: none">• Kepemilikan kendaraan per kapita pada 2025:• Kendaraan penumpang 100.6 vehicle/000 kapita• Motor 484.6 vehicle/000 kapita• Barang 53.3 vehicle/000 kapita• Bus 52.6 vehicle/000 kapita• Pertumbuhan penumpang dan barang kereta api sebesar 7.9% per tahun dan 21.85% per tahun• Pertumbuhan penumpang kendaraan udara 2009-2014: 10%; 2015-2020: 8%; 2021-2030: 9%• Pertumbuhan barang kendaraan udara 2009-2014: Wo: 2015-2020: 10%; 2021-2030: 10%

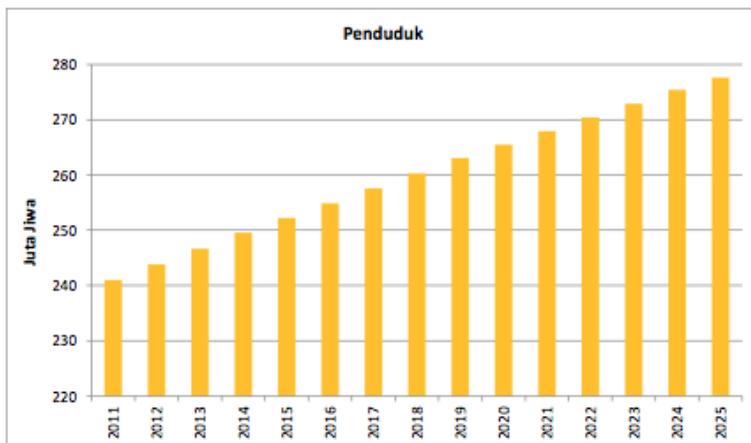
Sumber: Olah Data Tim



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.3. Pertumbuhan PDB

Pada skenario BAU ini pertumbuhan penduduk diasumsikan meningkat rata-rata sebesar 1,0% per tahun pada periode tersebut. Penduduk meningkat dari 241 juta jiwa pada tahun 2011 menjadi sebesar 277 juta jiwa pada tahun 2025 seperti ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.4. Pertumbuhan Penduduk

4.2.2. Skenario Alternatif (KEN)

Skenario alternatif dalam hal ini adalah skenario Kebijakan Energi Nasional (KEN) mempunyai asumsi dasarnya sama dengan skenario dasar (Business as Usual) untuk pertumbuhan ekonomi (PDB) dan penduduk. Perbedaan skenario KEN dengan skenario BAU adalah adanya kendala dalam produksi minyak bumi, gas bumi dan batubara. Disamping itu, dalam skenario KEN program konservasi juga dilaksanakan dengan mengacu pada potensinya di tiap-tiap sektor serta ada pengembangan BBN yang mengikuti kebijakan mandatori seperti ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Asumsi Skenario KEN

Parameter	Asumsi
Produksi Minyak Bumi	Pada tahun 2014 tercapai target produksi migas sebesar 1.01 juta bopd kemudian dיאsumsikan turun 3% per tahun;
Pasokan Gas Bumi	Berdasarkan lapangan minyak dan gas bumi yang sedang berproduksi, rencana pengembangan lapangan yang sudah disetujui, rencana pengembangan lapangan yang sedang diproses usulannya, kapasitas Unit Penyimpanan dan Regasifikasi serta dari cadangan minyak dan gas bumi dari sumur eksplorasi sesuai Neraca Gas Bumi 2011-2025;
Produksi Batubara	Berdasarkan prakiraan rencana produksi DJMB skenario optimis;
Penyediaan Tenaga Listrik	Berdasarkan pengembangan pembangkit listrik dalam RUPTL PIN 2011-2020;
Konservasi Energi	Mengacupada potensi konservasi di masing masing sektor(rumah tangga, transportasi, industri, komersial, pembangkit, transmisi distribusi, dan kilang minyak) sesuai DJEBTKE;
Pengembangan BBN	Mengikuti mandatori pemanfaatan BBN sesuai Penmen ESDM no 32 tahun 2008;
Pengembangan EBT	Berdasarkan <i>draft road map</i> pengembangan EBT Ditjen EBTKE.

Sumber: Olah Data Tim

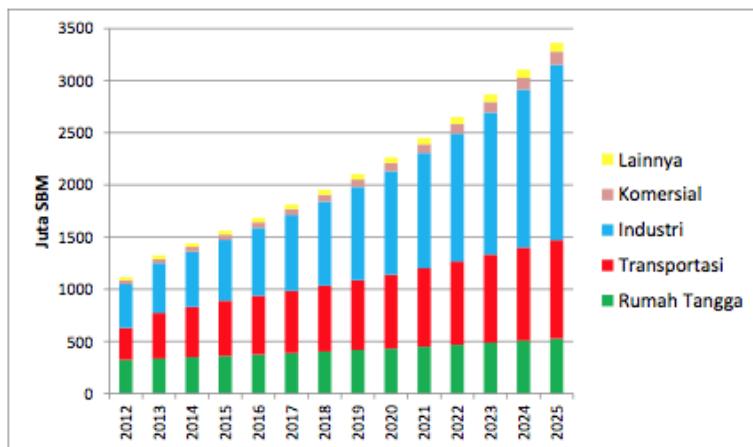
Dengan skenario ini, diharapkan Indonesia mampu mempercepat pengembangan berbagai program pembangunan yang ada, terutama dalam mendorong peningkatan pemanfaatan BBN dan konservasi. Secara umum, skenario ini akan mempunyai proyeksi kebutuhan dan pasokan energi yang relatif lebih rendah dari pada skenario BAU karena adanya program konservasi.

4.3. Proyeksi Kebutuhan Energi

Pembahasan proyeksi permintaan energi dikelompokkan menurut sektor pengguna energi dan menurut jenis energi. Perkembangan permintaan energi menurut sektor pengguna dikelompokkan dalam 5 sektor, yaitu: sektor rumah tangga, sektor industri, sektor komersial, sektor transportasi dan sektor lainnya. Sedangkan perkembangan permintaan energi final menurut jenis dikelompokkan dalam 5 jenis energi yaitu listrik, BBM, BBN, gas, batubara dan biomasa.

4.3.1. Menurut Sektor

Perkembangan permintaan energi dalam kurun waktu 2012-2025 menurut skenario BAU diperlihatkan pada Gambar 4.5. Dalam gambar tersebut diperlihatkan permintaan energi final masa mendatang akan didominasi oleh sektor industri diikuti oleh transportasi dan rumah tangga. Pada periode 2012-2025 permintaan energi final secara keseluruhan (termasuk biomassa rumah tangga) diperkirakan meningkat dari 1116 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 3361 juta SBM pada tahun 2025 atau tumbuh rata-rata 8,8% per tahun.

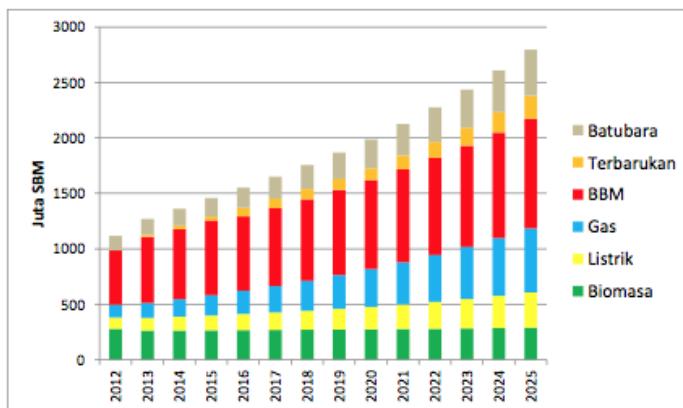


Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.5. Permintaan Energi Final Menurut Skenario BAU

Pada periode tersebut pertumbuhan permintaan energi rata-rata tahunan menurut sektor adalah sebagai berikut: industri 11,3%, transportasi 9,0%, rumah tangga 3,9%, komersial 9,5%, lainnya 8,4%. Dengan pertumbuhan tersebut, pada 2025 pangsa permintaan energi final akan didominasi oleh sektor industri (50%), diikuti oleh transportasi (28%), rumah tangga (16%), komersial (4%), dan lainnya (3%).

Pada Gambar 4.6 diperlihatkan permintaan energi final menurut skenario KEN. Dalam gambar diperlihatkan pula perkembangan permintaan energi final secara keseluruhan lebih rendah dibandingkan pertumbuhan permintaan energi menurut skenario BAU.



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.6. Permintaan Energi Final Menurut Skenario KEN

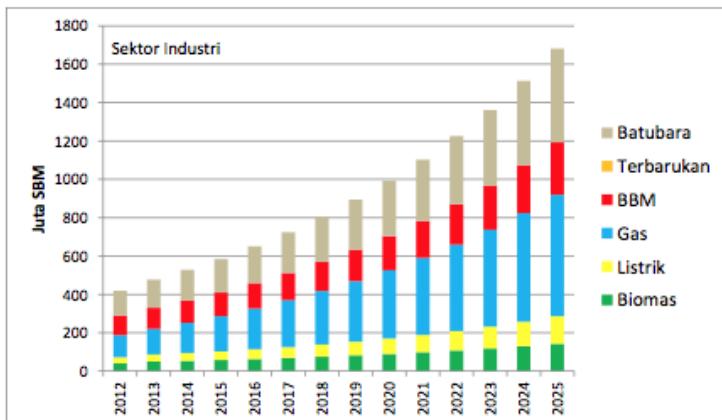
Menurut skenario KEN pada periode 2012-2030 permintaan energi final meningkat dari 1116 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 2795 juta SBM pada tahun 2025 atau diperkirakan tumbuh rata-rata 7,3% per tahun. Pada periode tersebut pertumbuhan permintaan energi rata-rata tahunan menurut sektor adalah sebagai berikut: industri 10,1%, transportasi 7,7%, rumah tangga 0,6%, komersial 8,6%, dan lainnya (7,0%). Dengan pertumbuhan tersebut, pada 2025 pangsa permintaan energi final menurut skenario KEN akan didominasi oleh sektor industri (52%), diikuti oleh transportasi (29%), rumah tangga (12%), komersial (4%), dan lainnya (3%).

Permintaan energi menurut skenario KEN lebih rendah bila dibandingkan dengan permintaan menurut skenario BAU, hal ini terjadi karena pada skenario KEN telah memasukkan upaya-upaya konservasi energi. Sebagaimana dikemukakan terdahulu pada kedua skenario ini, sektor permintaan energi yang dominan adalah sektor industri. Hal ini terjadi karena faktor pendorong tumbuhnya permintaan energi adalah perkembangan PDB sedangkan sektor yang berpengaruh besar dalam pembentukan PDB adalah sektor industri. Disisi lain industri Indonesia tergolong industri yang cukup intensif energi. Sebagai akibatnya sampai dengan 2030 sektor industri diperkirakan akan tetap dominan dalam pangsa permintaan energi nasional.

Sebagai perbandingan, di negara-negara maju sektor yang menunjang dalam pembentukan PDB adalah industri tersier yang pada umumnya tidak intensif energi. Faktor lain yang mendorong pertumbuhan adalah jumlah penduduk. Faktor ini bersama dengan perkembangan PDB akan mendorong permintaan akan transportasi yang pada giliranya akan meningkatkan permintaan energi di sektor transportasi. Faktor penduduk mendorong pertumbuhan jumlah rumah tangga dan bersama dengan faktor PDB akan mendorong permintaan energi disektor rumah tangga dan dengan naiknya PDB per kapita, maka makin tinggi pula permintaan energi per kapita seiring dengan meningkatnya gaya hidup masyarakat.

a. Sektor Industri

Permintaan energi di sektor industri terkait dengan penggunaan energi untuk keperluan sistem produksi meliputi: penggerak peralatan (mekanikal), pemindahan material (mekanikal), pemanasan dan pengeringan (termal), dan pengkondisian ruangan. Jenis energi yang umumnya digunakan untuk keperluan mekanikal dan pengkondisian ruangan adalah tenaga listrik. Permintaan tenaga listrik dipenuhi dari PT PLN (Persero) atau pembangkit sendiri (*captive*) dengan bahan bakar minyak (BBM), gas, LPG atau batubara. Sebagian industri menggunakan limbah biomasa untuk pembangkit tenaga listrik. Kebutuhan energi termal dapat dipenuhi melalui pembakaran batubara, biomassa, BBM dan gas.



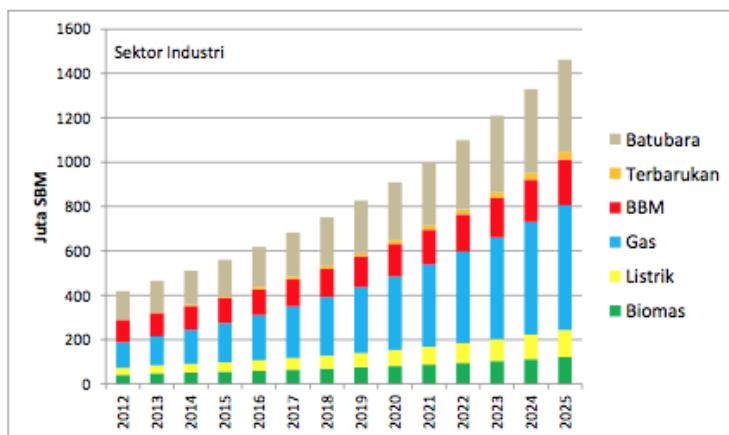
Sumber: Olah Data Tim

**Gambar 4.7. Permintaan Energi Sektor Industri Menurut Jenis
(Skenario BAU)**

Perkembangan permintaan energi sektor industri 2012-2030 menurut jenis energi final berdasarkan skenario BAU diperlihatkan pada Gambar 4.7. Berdasarkan skenario tersebut permintaan energi sektor industri meningkat dari 419 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 1681 juta SBM pada tahun 2025 atau rata-rata tahunan pertumbuhan adalah 11,3% pada periode tersebut. Pertumbuhan permintaan energi sektor industri menurut jenis energi finalnya adalah sebagai berikut; batubara 10,8%, listrik 12,4%, gas (termasuk LPG) 14,0%, biomasa 10,0%, dan BBM 7,9%. Dengan pertumbuhan tersebut jenis energi final disektor industri pada tahun 2025 akan didominasi oleh gas 38% diikuti oleh batubara 29%, BBM 16%, listrik 9% sedangkan sisanya adalah biomasa 8%. Pangsa jenis energi disektor industri tahun 2025 tersebut berbeda cukup signifikan dibandingkan kondisi saat ini, khususnya pangsa penggunaan BBM yang cukup besar. Pergeseran kearah penggunaan gas dan batubara ini terkait dengan upaya mengurangi ketergantungan terhadap BBM yang harganya semakin mahal.

Perkembangan permintaan energi final sektor industri 2012-2025 untuk skenario KEN diperlihatkan oleh Gambar 4.8. Pada skenario alternatif permintaan energi final meningkat dari 419 juta SBM pada

tahun 2012 menjadi 1461 juta SBM pada tahun 2025, atau meningkat rata-rata tahunan sebesar 10,1%. Dapat dilihat permintaan energi sektor industri untuk skenario KEN akan lebih rendah dari pada skenario dasar. Dalam hal ini pangsa jenis energi yang digunakan untuk skenario BAU maupun skenario KEN ada perbedaan yaitu makin untuk skenario KEN mulai dimanfaatkan energi terbarukan seperti penggunaan bioenergi dan limbah industri. Penggunaan energi terbarukan meningkat dari 2,4 juta SBM pada tahun 2013 menjadi 35 juta SBM pada tahun 2025, atau meningkat rata-rata 25% per tahun.



Sumber: Olah Data Tim

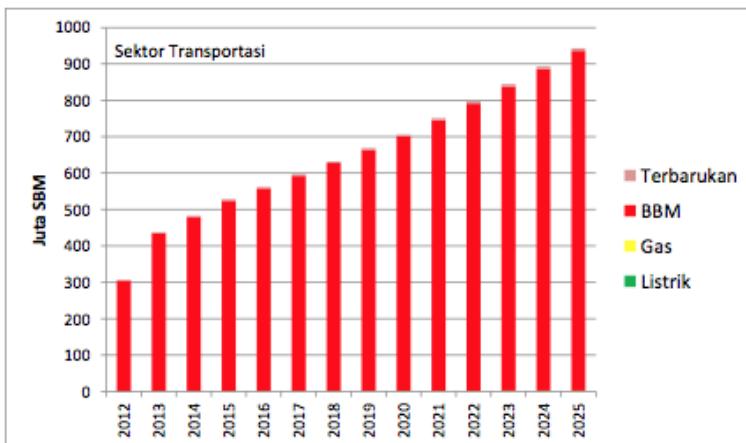
Gambar 4.8. Permintaan Energi Sektor Industri (Skenario KEN)

b. Sektor Transportasi

Sektor transportasi merupakan sektor yang permintaan energinya terbesar kedua setelah sektor industri. Faktor pendorong permintaan pertumbuhan energi sektor ini adalah pertumbuhan ekonomi (PDB) dan perkembangan populasi. Perkembangan PDB dan populasi menentukan permintaan transportasi dan daya beli kendaraan yang selanjutnya akan berpengaruh pada tingkat permintaan energi.

Saat ini jenis energi yang digunakan oleh sektor ini hampir seluruhnya berupa BBM. Penggunaan sumber daya listrik dan gas sebagai sumber energi transportasi masih sangat kecil (hanya 1% dari total penggunaan

energi di sektor transportasi) dan masih terbatas di beberapa kota besar (Jakarta dan Surabaya) untuk mengurangi ketergantungan terhadap BBM yang makin mahal. Beberapa upaya telah dilakukan untuk mengantikan BBM dengan bahan bakar nabati (BBN) dan gas bumi (BBG) dan upaya peningkatan efisiensi sektor transportasi melalui perbaikan infrastruktur transportasi dan manajemen lalu lintas.



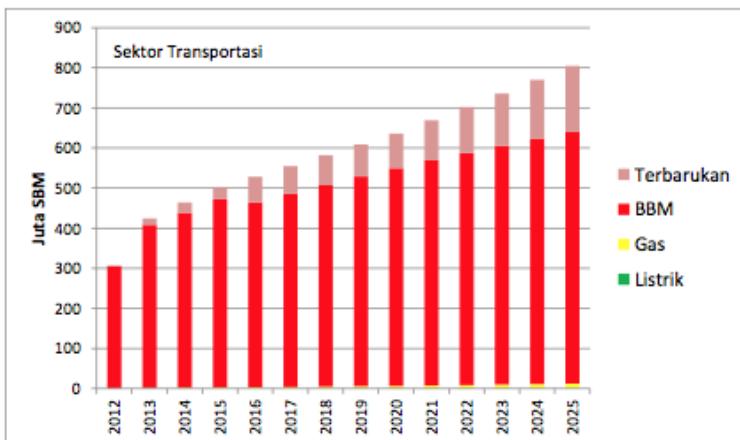
Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.9. Permintaan Energi Sektor Transportasi (Skenario BAU)

Berdasarkan skenario BAU rata-rata tahunan pertumbuhan permintaan energi di sektor transportasi pada 2012-2025 adalah sekitar 9,0%. Perkembangan permintaan energi sektor transportasi 2012-2025 diperlihatkan pada Gambar 4.9. Permintaan energi di sektor transportasi meningkat dari 307 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 943 juta SBM pada tahun 2025. Menurut pangsa jenis bahan bakar maka selama periode tersebut belum banyak bergeser dari kondisi saat yang hampir keseluruhan kebutuhan energinya adalah BBM. Meskipun demikian, penggunaan listrik, gas dan energi terbarukan (BBN) meningkat cukup pesat yaitu masing-masing sebesar 15,2%, 14,0% dan 11,6% per tahun.

Perkembangan permintaan energi sektor transportasi 2012-2025 untuk skenario KEN diperlihatkan pada Gambar 4.10. Pada gambar tersebut permintaan energi di sektor transportasi meningkat dari 307

juta SBM pada tahun 2012 menjadi 804 juta SBM pada tahun 2025 atau meningkat rata-rata sebesar 7,7% per tahun. Lebih rendahnya pertumbuhan permintaan energi pada skenario KEN ini terkait dengan upaya peningkatan efisiensi penggunaan moda transportasi



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.10. Permintaan Energi Sektor Transportasi (Skenario KEN)

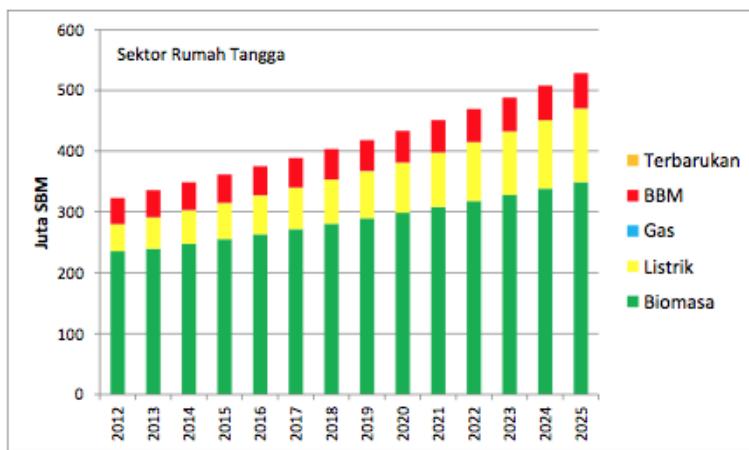
Dari segi bahan bakar, pada skenario KEN diproyeksikan bahwa melalui penerapan kebijakan yang kondusif dan pembangunan infrastruktur yang memadai pemanfaatan BBN dan gas bumi akan lebih berkembang dibandingkan dengan skenario BAU. Dengan asumsi tersebut maka pangsa BBN dan gas bumi untuk transportasi pada skenario KEN tersebut akan lebih besar dibandingkan pangsa pada skenario dasar. Meskipun demikian, sebagaimana diperlihatkan pada gambar, permintaan energi sektor transportasi menurut kedua skenario tersebut, perkembangannya sampai tahun 2025 masih tetap akan didominasi oleh penggunaan BBM.

c. Sektor Rumah Tangga

Sektor rumah tangga merupakan sektor pengguna energi terbesar ketiga setelah industri dan transportasi. Saat ini pangsa permintaan sektor ini (tanpa biomassa) mencapai 8% dari total penggunaan energi. Pemanfaatan energi sektor rumah tangga terkait dengan kebutuhan

akan tenaga listrik (untuk penerangan, pengkondisian ruangan, peralatan elektronik lainnya) dan energi panas untuk memasak. Kebutuhan energi panas dipenuhi dengan pembakaran BBM (minyak tanah), LPG dan gas (untuk beberapa wilayah kota besar) dan biomassa berupa kayu bakar (untuk beberapa wilayah pinggiran kota dan pedesaan). Di beberapa daerah yang belum memiliki akses ke tenaga listrik, kebutuhan akan penerangan dipenuhi dengan lampu minyak tanah.

Saat ini permintaan energi rumah tangga (di luar biomassa) didominasi oleh minyak tanah, disusul oleh listrik dan LPG. Dengan kebijakan subsitusi minyak tanah dengan LPG, permintaan energi rumah tangga masa mendatang diperkirakan akan sangat berbeda dengan kondisi saat ini. Berdasarkan skenario BAU, pada periode 2012-2025 permintaan energi sektor rumah tangga akan tumbuh rata-rata 3,9% per tahun (Gambar 4.11). Meningkat dari 332 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 528 juta SBM pada tahun 2025. Faktor pendorong pertumbuhan permintaan energi sektor rumah tangga adalah pertumbuhan populasi (jumlah rumah tangga) dan daya beli (PDB/kapita).

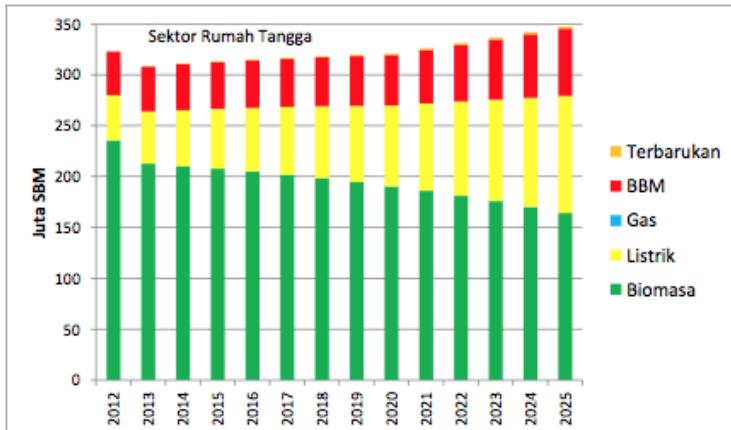


Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.11. Permintaan Energi Sektor Rumah Tangga (Skenario BAU)

Permintaan energi per rumah tangga akan meningkat sejalan dengan pertumbuhan PDB per kapita dan akses terhadap energi. Semakin tinggi daya beli suatu keluarga maka semakin tinggi pula kebutuhan eneginya. Namun pada level tertentu, kebutuhan energi per rumah tangga akan relatif konstan, tidak lagi dipengaruhi oleh peningkatan daya belinya. Peningkatan daya beli juga akan berpengaruh pada jenis energi yang digunakan. Makin mampu suatu keluarga, jenis energinya akan bergeser ke jenis energi yang lebih modern seperti listrik, LPG atau gas. Permintaan minyak tanah akan terus menurun sebagai hasil dari upaya subsitusi minyak tanah oleh LPG. Pemanfaatan BBM (minyak tanah) di rumah tangga hanya terbatas untuk daerah-daerah di luar Jawa dan yang terpencil jauh dari program konversi minyak tanah ke gas. Perkembangan yang sangat menonjol pada 2012-2025 adalah permintaan tenaga listrik yang diperkirakan akan meningkat rata-rata 8,0% per tahun sejalan dengan peningkatan populasi, daya beli dan meningkatnya akses terhadap tenaga kerja.

Pada skenario KEN, pertumbuhan permintaan energi di sektor rumah tangga diperkirakan tidak jauh berbeda bila dibanding skenario dasar. Hal ini mengindikasikan bahwa program konservasi cukup berpengaruh terhadap permintaan energi di sektor rumah tangga. Perkembangan permintaan energi di sektor rumah tangga untuk skenario KEN diperlihatkan pada Gambar 3.10. Pada gambar terlihat bahwa pada skenario KEN berlainan sedikit dengan skenario BAU dalam hal penggunaan energi terbarukan seperti biogas. Pada skenario KEN, penggunaan energi terbarukan sudah dibutuhkan pada tahun 2013 dan mencapai 1% pangannya pada tahun 2025.

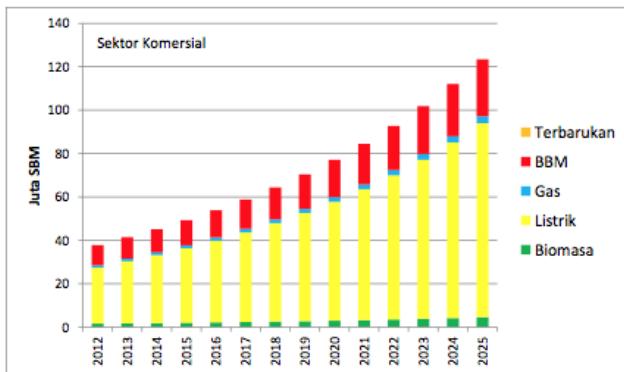


Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.12. Permintaan Energi Sektor Rumah Tangga (Skenario KEN)

d. Sektor Komersial

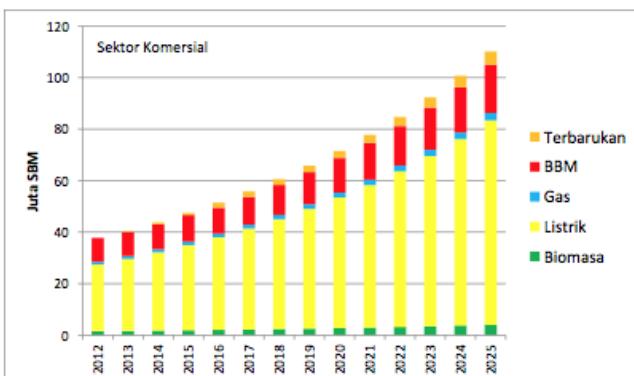
Sektor komersial yang dipertimbangkan meliputi hotel, toko, gedung perkantoran, rumah sakit dan retoran. Jenis energi yang banyak digunakan di sektor ini adalah tenaga listrik untuk pengkondisian ruangan, penerangan dan peralatan listrik lainnya. Permintaan energi sektor ini diperkirakan akan terus tumbuh seiring dengan berkembangnya sektor komersial di masa mendatang. Pertumbuhan permintaan energi di sektor komersial periode 2012-2025 menurut skenario BAU diperlihatkan pada Gambar 4.13. Dapat dilihat dari gambar tersebut bahwa permintaan energi sektor komersial akan tumbuh dari 38 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 123 juta SBM pada tahun 2025, atau meningkat sekitar 9,5% per tahun. Jenis energi yang dominan disektor ini adalah penggunaan energi listrik. Pada tahun 2025 pangsa penggunaan listrik diperkirakan mencapai sekitar 72% dari total penggunaan energi di sektor komersial.



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.13. Permintaan Energi Sektor Komersial (Skenario BAU)

Pada skenario KEN pertumbuhan permitaan energi sektor komersial diperkirakan akan sedikit lebih rendah dibandingkan skenario dasar. Pada skenario KEN diproyeksikan akan meningkat dari 38 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 110 juta SBM pada tahun 2025 atau meningkat dengan pertumbuhan rata-rata 8,6% per tahun. Perkembangan permintaan energi di sektor komersial skenario KEN diperlihatkan pada Gambar 4.14. Pola penggunaan jenis energi baik untuk skenario BAU maupun skenario KEN relatif sama pada periode 2012-2025, hanya berbeda dalam hal pertumbuhannya dan penggunaan energi terbarukan.



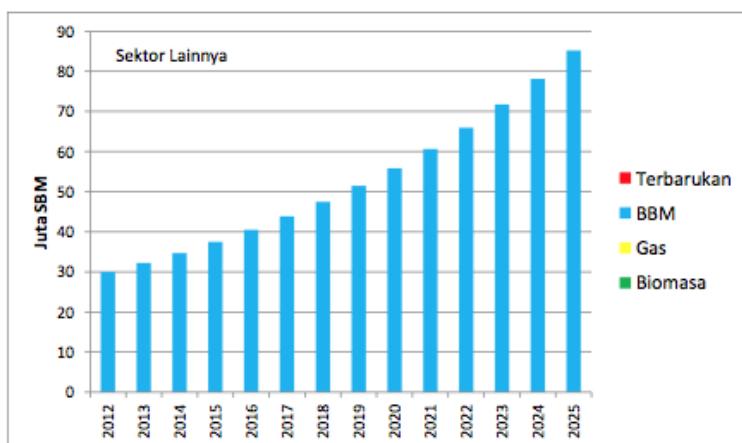
Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.14. Permintaan Energi Sektor Komersial (Skenario KEN)

e. Sektor Lainnya

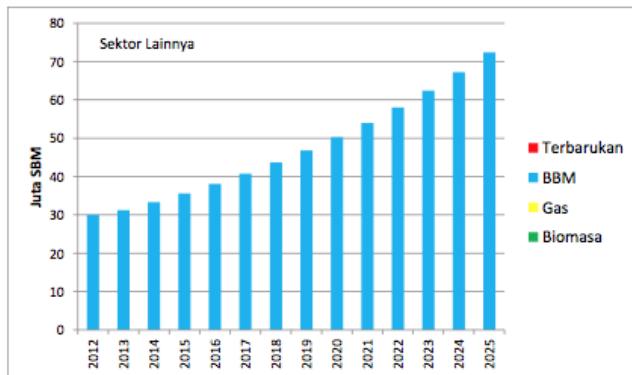
Permintaan energi sektor lain merupakan yang terendah diantara sektor-sektor lainnya. Jenis energi yang digunakan di sektor ini adalah BBM yang digunakan untuk penggerak alat-alat pertanian (traktor, pompa air, dan jukung), peralatan pertambangan, dan lainnya. Menurut skenario dasar pada periode 2012–2025 permintaan energi di sektor lainnya diperkirakan akan tumbuh dari 30 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 85 juta SBM pada tahun 2025 atau tumbuh rata-rata sebesar 8,4% per tahun (Gambar 4.15). Permintaan energi di sektor ini didominasi penggunaan BBM yang berupa minyak solar, premium, minyak bakar, minyak tanah, dan minyak diesel.

Pada skenario KEN permintaan energinya diprakirakan akan lebih rendah dari pada skenario BAU yaitu sebesar 7,0%. Permintaan energi meningkat dari 30 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 72 juta SBM pada tahun 2025. Pola penggunaan jenis energi untuk kedua skenario tersebut relatif sama dengan pangsa terbesar adalah penggunaan BBM (Gambar 4.16).



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.15. Permintaan energi Sektor Lainnya (Skenario BAU)

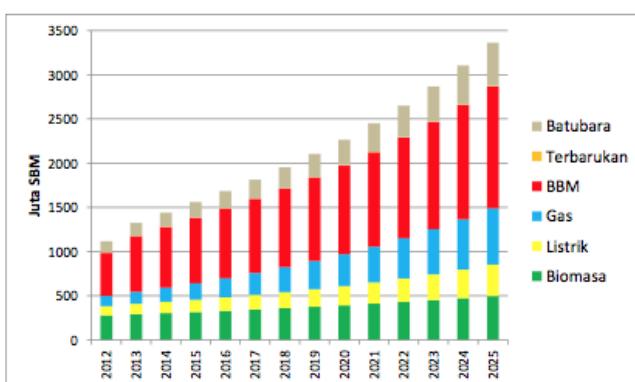


Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.16. Permintaan Energi Sektor Lainnya (Skenario KEN)

4.3.2. Menurut Jenis Energi Final

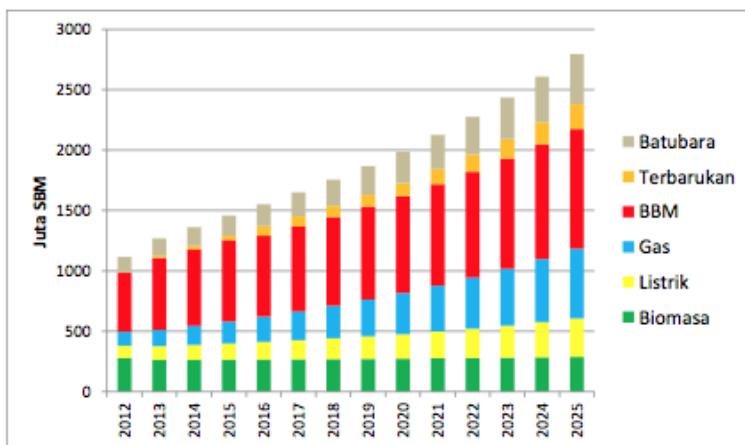
Menurut jenis energinya, permintaan energi saat ini masih didominasi oleh BBM (44%) diikuti oleh biomasa (25%), batubara (12%), gas dan LPG (10%), dan listrik (9%). Dimasa mendatang jenis energi yang permintaannya akan tumbuh cepat adalah gas, energi terbarukan, listrik, dan batubara. Perkembangan permintaan energi 2012-2025 berdasarkan skenario BAU menurut jenis energinya diperlihatkan pada Gambar 4.17.



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.17. Permintaan Energi Final Menurut Jenis (Skenario BAU)

Permintaan energi akan tumbuh dari 1164 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 3361 juta SBM pada tahun 20w5 atau tumbuh rata-rata sebesar 8,8% per tahun. Pertumbuhan tahunan rata-rata permintaan energi final menurut jenisnya adalah sebagai berikut: gas 13,9%, energi terbarukan 11,6%, listrik 10,1%, batubara 10,8%, BBM 8,3%, dan biomasa 4,5%. Penggunaan biomassa diprakirakan paling kecil pertumbuhannya karena masyarakat dengan tingkat hidup yang lebih baik akan lebih menyukai penggunaan energi yang nyaman, seperti gas dan listrik. Dengan pertumbuhan tersebut pangsa permintaan energi pada tahun 2025 menjadi BBM 41%, gas 19%, batubara 15%, biomasa 15%, listrik 11%, dan sedikit penggunaan energi terbarukan.



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.18. Permintaan Energi Final Menurut Jenis (Skenario KEN)

Perkembangan permintaan energi final 2012-2025 menurut jenis energinya berdasarkan skenario KEN diperlihatkan Gambar 4.18. Dari segi jenis energinya, skenario KEN tidak banyak berbeda dengan skenario BAU, kecuali pada skenario KEN mulai dipertimbangkan konservasi energi dan peningkatan penggunaan energi baru terbarukan. Namun dari segi laju pertumbuhan permintaan skenario KEN sedikit lebih rendah dibandingkan dengan skenario BAU yaitu sebesar 7,3% per tahun. Pada skenario KEN pertumbuhan permintaan masing-masing jenis energi adalah sebagai berikut: energi terbarukan 44,9%, gas 13,1%, batubara 9,4%, listrik 9,2%, BBM 5,6%, biomasa

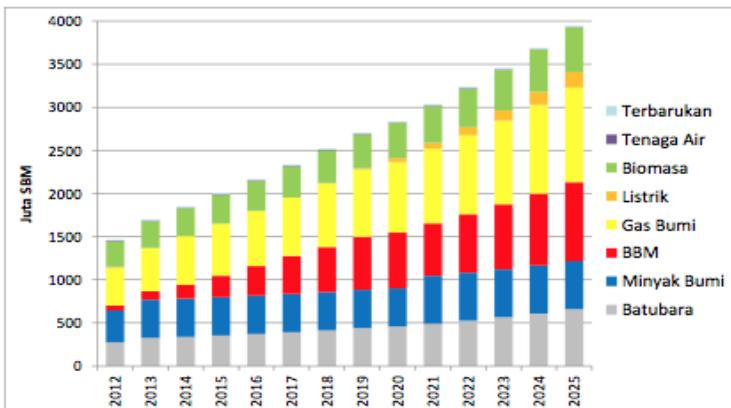
0,3%. Dengan pertumbuhan tersebut pangsa permintaan energi final menurut jenis pada 2025 menjadi: BBM 35%, gas 21%, batubara 15%, listrik 11%, biomasa 10%, dan energi terbarukan 7%. Nampak bahwa pada skenario ini pangsa energi terbarukan lebih besar dibandingkan pangasanya di skenario BAU.

Beberapa hal penting yang dapat dikemukakan mengenai prakiraan pangsa energi final per jenis energi untuk tahun 2025 dibandingkan kondisi saat ini (2012) adalah sebagai berikut (i) BBM turun sedikit pangasanya dari sekitar 44% menjadi sekitar 35%, (ii) energi terbarukan meningkat dari 0% menjadi 7%, (iii) gas meningkat dari 10% menjadi 21%, dan (iv) batubara meningkat dari 12% menjadi 15%. Penurunan pangsa kebutuhan BBM tersebut terutama disebabkan oleh adanya program subsitusi minyak tanah rumah tangga dan komersial ke LPG, program pengembangan BBN, dan subsitusi penggunaan BBM dengan gas dan batubara di sektor industri.

4.4. Proyeksi Pasokan Energi

Selama periode 2012-2025, pasokan total energi primer (termasuk biomasa rumah tangga) untuk skenario BAU diperkirakan meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 7,9% per tahun, dari 1464 juta SBM pada 2012 menjadi sekitar 3947 juta SBM pada 2030. Pasokan energi primer komersial diperkirakan akan meningkat dari 1172 juta SBM pada tahun 2012 menjadi sekitar 3435 juta SBM pada tahun 2030 atau tumbuh rata-rata sebesar 8,6% per tahun.

Perkembangan pasokan energi primer per jenis energi menurut skenario BAU diperlihatkan pada Gambar 4.19. Jenis energi primer yang diprakirakan akan dominan pada bauran pasokan energi di masa mendatang adalah minyak bumi (termasuk produk bahan bakar minyak) diikuti oleh gas bumi, batubara dan biomasa. Pangsa pasokan minyak bumi (termasuk BBM) akan meningkat dari 29% pada 2012 menjadi 37% pada 2025. Sedangkan pangsa penggunaan energi lainnya cenderung turun. Pangsa penggunaan batubara akan menurun dari 19% pada tahun 2012 menjadi 17% pada tahun 2025. Pangsa penggunaan gas bumi akan menurun dari 30% pada tahun 2012 menjadi 28 pada tahun 2025, begitu pula untuk biomasa turun dari 20% (2012) menjadi 13% (2025).

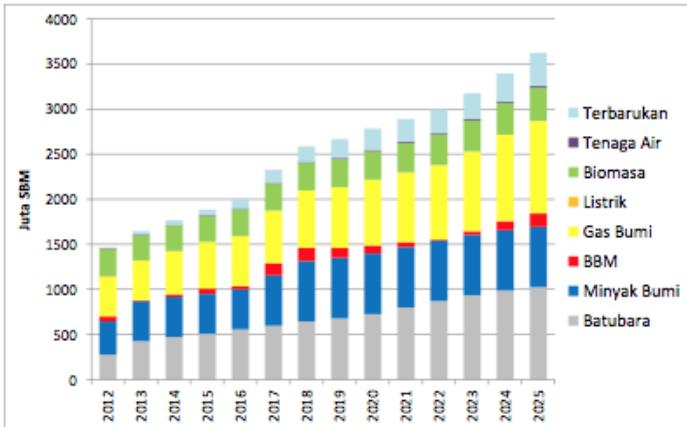


Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.19. Pasokan Energi Primer per Jenis Energi (Skenario BAU)

Perkembangan pasokan energi primer per jenis energi pada skenario KEN diperlihatkan pada Gambar 4.20. Berdasarkan skenario KEN, pasokan total energi primer (termasuk biomassa rumah tangga) akan meningkat dari 1464 juta SBM pada tahun 2012 menjadi sekitar 3621 juta SBM pada 2025 atau tumbuh rata-rata sebesar 7,2% per tahun. Pasokan energi primer komersial (tidak termasuk biomassa) pada skenario alternatif diperkirakan akan meningkat dari 1172 juta SBM pada tahun 2012 menjadi sekitar 3257 juta SBM pada tahun 2025 atau tumbuh rata-rata sebesar 8,2% per tahun.

Jenis energi primer yang diperkirakan akan dominan pada bauran pasokan energi masa mendatang adalah gas bumi, batubara, minyak bumi (termasuk bahan bakar minyak), dan energi terbarukan. Pangsa batubara akan meningkat dari 19% pada 2012 menjadi 26% pada 2030. Batubara tersebut termasuk batubara yang digunakan untuk memproduksi bahan bakar cair dari batubara yang diperkirakan akan dimulai produksi pada 2020.



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 4.20. Pasokan Energi Primer (Skenario KEN)

Pangsa minyak bumi (termasuk bahan bakar minyak) akan turun dari 29% pada 2012 menjadi 21% pada 2025. Pangsa gas bumi akan sedikit menurun dari 30% tahun 2012 menjadi 26% pada tahun 2025. Energi terbarukan yang akan tumbuh cukup pesat adalah BBN dan energi baru terbarukan lainnya (yaitu panas bumi). Pangsa energi terbarukan di tahun 2025 akan mencapai 9% naik dari 1% pada tahun 2012. Jika dibandingkan bauran energi saat ini yang masih didominasi oleh minyak bumi (termasuk produk minyak) yakni sekitar 29%, maka bauran energi tahun 2025 menurut skenario KEN mengalami pergeseran cukup signifikan yaitu dari dominasi minyak (termasuk produk minyak) ke batubara dan energi baru terbarukan lainnya.

Bab V

Emisi GRK Sektor Energi

Dalam penyusunan inventarisasi emisi GRK, IPCC mendorong penggunaan data yang bersumber pada publikasi dari lembaga resmi pemerintah atau badan nasional, misalnya *Energy Balance Table* dan *Handbook Statistik Energi & Ekonomi Indonesia*. Sedangkan metodologi yang digunakan berdasarkan panduan dari IPCC tahun 2006.

Ada dua pendekatan dalam penghitungan emisi GRK pada sektor energi yaitu Pendekatan Sektoral (*Sectoral Approach*) dan Pendekatan Referensi (*Reference Approach*). Pendekatan Sektoral dikenal juga sebagai Pendekatan “Bottom-Up” sedangkan Pendekatan Referensi dikenal juga sebagai Pendekatan “Top-Down”. Untuk data historis dihitung emisi GRK dengan Pendekatan Sektoral yaitu berdasarkan kebutuhan energi final dan Pendekatan Referensi yang ditentukan berdasarkan pasokan energi primer. Sedangkan untuk proyeksi hanya dihitung dengan Pendekatan Sektoral. Hasil estimasi emisi GRK berdasarkan Pendekatan Referensi akan sedikit berbeda dengan hasil estimasi menurut Pendekatan Sektoral karena basis data yang digunakan berbeda. Adalah hal yang wajar bila perbedaan hasil estimasi pada kedua pendekatan kurang dari 5%.

Jenis GRK yang diemisikan oleh sektor energi adalah karbon dioksida (CO₂), metan (CH₄) dan dinitro oksida (N₂O). Emisi CH₄ dan N₂O dari pembakaran bahan bakar fosil biasanya sangat kecil dibandingkan terhadap emisi CO₂. Emisi CH₄ dan (N₂O) dari pembakaran bahan bakar fosil kurang signifikan bila dibandingkan dengan emisi CO₂.

5.1. Koefisien Emisi

Seperti telah dijelaskan sebelumnya emisi GRK dapat berupa gas karbon dioksida (CO₂), metan (CH₄), dinitro oksida (N₂O), perfluorocarbon (PFC), hydrofluorocarbon (HFC) dan sulphur hexafluoride (SF₆). Setiap gas mempunyai potensi pemanasan

global (*Global Warming Potential* - GWP) yang diukur secara relatif berdasarkan emisi CO₂ dengan nilai 1. Makin besar nilai GWP, maka akan semakin bersifat merusak. Pada Tabel 5.1 ditunjukkan jenis emisi GRK serta potensi pemansan globalnya terhadap emisi CO₂.

Tabel 5.1. Gas Rumah Kaca dan Potensi Pemanasan Global

Nama	Rumus Kimia	GWP untuk 100 tahun
Carbon Dioxide	CO ₂	1
Methane	CH ₄	21
Nitrous Oxide	N ₂ O	310
Perflouromethane	CF ₄	6500
Perflouroethane	C ₂ F ₆	9200
Perflourobutane	C ₄ F ₁₀	7000
Sulphur Hexaflouride	SF ₆	23900
HFC-23	CHF ₃	11700
HFC-32	CH ₂ F ₂	650
HFC-43-10	C ₅ H ₂ F ₁₀	1300
HFC-125	C ₂ HF ₅	2800
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1300
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃	3800
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	140
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	2900
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	6300
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	560

Sumber: UNFCCC

Dasar untuk menghitungan emisi CO₂ adalah buku pedoman yang dikeluarkan oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) tahun 2006. Dalam penghitungan emisi GRK, IPCC telah menyusun metodologi standar untuk menghitung emisi di berbagai sektor. Metode tersebut terus diperbaharui dan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu: Tier-1, Tier-2 dan Tier-3.

Tier-1 adalah metode penghitungan yang dapat diterapkan untuk negara atau wilayah yang tidak memiliki data/parameter dan hampir semua parameter adalah default dari IPCC *guideline* dalam Tier-1. Tier-1 ini merupakan penghitungan dengan menggunakan kedalaman data yang paling rendah.

Pada Tier-2, data atau parameter yang digunakan lebih dalam lagi dari pada Tier-1. Dengan metode ini data-data yang digunakan harus

lebih spesifik dan terinci sesuai dengan bidang dan kebutuhan. Tidak semua negara/daerah memiliki data yang lengkap untuk mengisi penghitungan dalam Tier-2 ini.

Tier-3 menggunakan data yang semakin lengkap dan teliti. Keakuratan data untuk Tier-3 harus lebih dari besar dari 90%. Tidak banyak negara di dunia ini yang mampu melakukan pengolahan data menggunakan metode Tier-3 ini.

Tabel 5.2. Koefisien Emisi Bahan Bakar

Energi	CO ₂ (ton/GJ)	C (ton/GJ)
ADO	0.0741	0.0202
Avgas	0.0700	0.0191
Avtur	0.0715	0.0195
Bensin	0.0693	0.0189
Biodiesel	0.0667	0.0182
Bioethanol	0.0624	0.0170
Biogas	0.0546	0.0149
Biomasa	0.0000	0.0000
Coal	0.0961	0.0262
Fuel Oil	0.0774	0.0211
Gas	0.0561	0.0153
IDO	0.0741	0.0202
Listrik	0.0000	0.0000
LNG	0.0642	0.0175
LPG	0.0631	0.0172
M. Tanah	0.0719	0.0196
Nuklir	0.0000	0.0000
Syngas	0.1070	0.0292

Sumber: Diolah dari IPCC (2006)

Dalam studi ini selanjutnya emisi GRK yang dipertimbangkan adalah CO₂ dan menggunakan metode Tier-1. Dalam menghitung emisi CO₂, formula yang digunakan adalah konsumsi bahan bakar fosil yang dikalikan dengan faktor emisi. Untuk penghitungan konsumsi bahan bakar fosil dinyatakan dalam NCV (*Net Calorie Value*). Faktor emisi yang digunakan adalah faktor emisi Tier-1 default dari IPCC guideline tahun 2006.

Badan penelitian dan pengembangan minyak dan gas KESDM (Lemigas) juga sudah mengeluarkan draf faktor emisi GRK untuk BBM berdasarkan analisis laboratorium dari produk BBM berdasarkan

NCV (Net Caloric Value) (ASTM D-240) dan Carbon Content (ASTM D-5291). Pengambilan sampling BBM berdasarkan Wilayah Distribusi Nasional (WDN) dan jumlah konsumsi BBM terbesar. Draf faktor emisi GRK yang dikeluarkan Lemigas ditunjukkan pada Tabel 5.3. Namun demikian, faktor emisi yang dari Lemigas belum resmi dipublikasi, sehingga EF yang digunakan saat ini masih mengacu pada IPCC.

Table 5.3. Draf Faktor Emisi GRK BBM dari Lemigas

No	BahanBakar	Faktor Emisi Nasional (kg/GJ)	Faktor Emisi IPCC (kg/GJ)
1	Pertamax	19,8	18,4 -19,9
2	Premium	19,9	18,4 -19,9
3	Avtur	20,0	19,0 -20,3
4	Kerosine	20,1	19,3 -20,1
5	MinyakDiesel/IDO	20,1	19,8 -20,4
6	Solar/ADO	20,3	19,8 -20,4
7	MinyakBakar/FO	20,5	20,6 -21,5

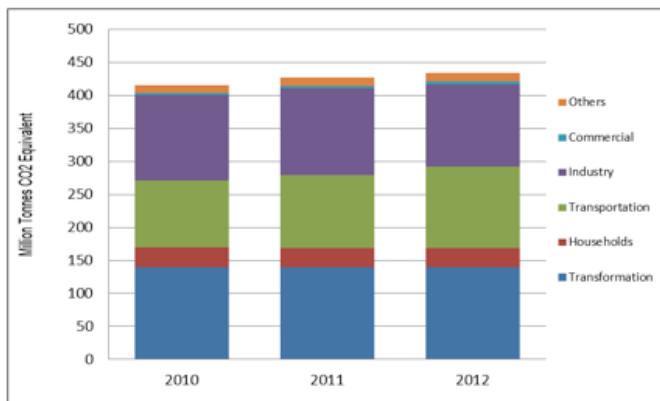
Sumber: Lemigas, Juni 2013

5.2. Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi Saat Ini

Berdasarkan data historis dapat dihitung emisi gas rumah kaca berdasarkan energi final maupun energi primer.

5.2.1. Emisi GRK Berdasarkan Energi Final

Emisi gas rumah kaca berdasarkan energi final ditunjukkan pada Gambar 5.1. Emisi GRK meningkat dari 415,8 juta ton CO₂ pada tahun 2010 menjadi 433,8 juta ton CO₂ pada tahun 2012 atau meningkat rata-rata 2,1% per tahun. Pangsa terbesar emisi GRK pada tahun 2012 berasal dari sektor pembangkit listrik (32%), industri (29%) yang diikuti oleh sektor transportasi (28%), rumah tangga (7%), komersial (3%) dan lainnya (1%). Emisi dari pembangkit listrik paling besar karena pembangkit yang ada saat ini banyak yang menggunakan batubara sebagai sumber energinya.

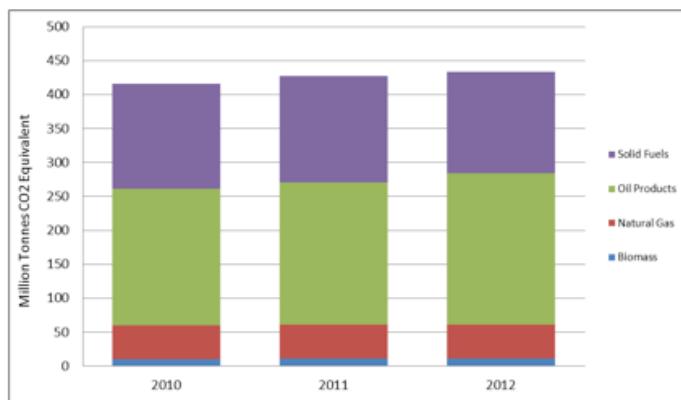


Sumber: Olah Data Tim

Gambar 5.1. Emisi GRK Berdasarkan Energi Final

5.2.2. Emisi GRK Berdasarkan Energi Primer

Emisi gas rumah kaca berdasarkan energi primer ditunjukkan pada Gambar 5.2. Emisi GRK meningkat dari 415.8 juta ton CO₂ pada tahun 2010 menjadi 433.8 juta ton CO₂ pada tahun 2012 atau meningkat rata-rata sebesar 2.1% per tahun. Dari pertumbuhan penggunaan batubara saat ini diprakirakan untuk jangka panjang batubara akan mempunyai yang paling besar dalam menyumbang emisi CO₂.



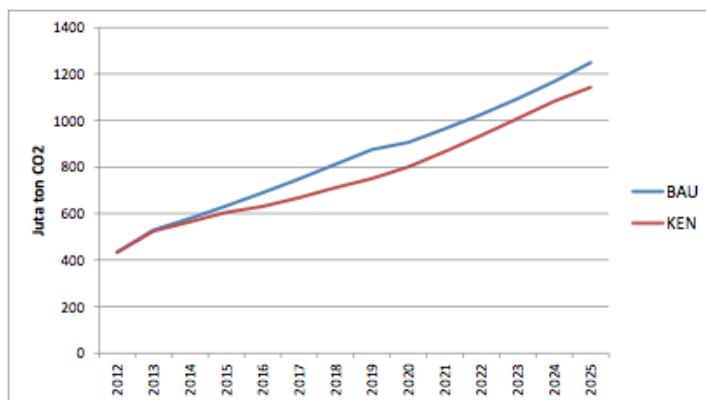
Sumber: Olah Data Tim

Gambar 5.2. Emisi GRK Berdasarkan Energi Primer

5.3. Prakiraan Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Energi

Emisi CO₂ yang dihasilkan dari berbagai sektor tidak berbanding lurus dengan total kebutuhan energi. Pada sektor tertentu (komersial, industri, dan transportasi) karena sebagian kebutuhan energi menggunakan premium dan minyak solar maka emisi CO₂ akan tinggi. Sedangkan pada sektor rumah tangga yang menggunakan biomassa yang dapat diperbarui maka emisi CO₂ akan rendah karena biomassa tidak diperhitungkan emisinya karena total yang diemisikan sama dengan total yang diserap.

Pada Gambar 5.3 ditunjukkan proyeksi emisi GRK untuk jangka panjang. Emisi GRK meningkat dari 434 juta ton CO₂ pada tahun 2012 menjadi 1248 juta ton CO₂ (skenario BAU) dan 11143 juta ton CO₂ (skenario KEN). Untuk kedua skenario, rata-rata pertumbuhan emisi CO₂ masing-masing sekitar 8,5% dan 7,7% per tahun atau meningkat 2,9 kali dalam 13 tahun. Kedua skenario ini berbeda dalam hal energi yang digunakan sehingga jumlah emisi CO₂ ada sedikit perbedaan karena perbedaan komposisi jenis energi yang digunakan. Untuk skenario BAU kebanyakan menggunakan energi fosil sedangkan untuk skenario KEN sudah banyak melakukan mitigasi dengan memanfaatkan energi terbarukan yang mempunyai emisi CO₂ lebih rendah.

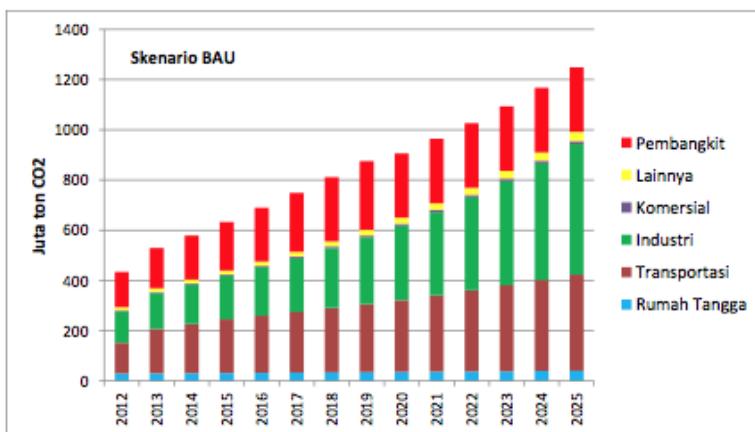


Sumber: Olah Data Tim

Gambar 5.3. Perbandingan Proyeksi Emisi GRK untuk Jangka Panjang

5.3.1. Skenario Dasar (BAU)

Berdasarkan tingkat kebutuhan energi pada masing-masing sektor, penyumbang emisi CO₂ terbesar adalah sektor pembangkit listrik disebabkan sebagian besar bahan bakar yang dimanfaatkan di sektor pembangkit listrik adalah bahan bakar yang kandungan karbonnya tinggi seperti batubara, BBM, dan gas, serta tingginya laju kebutuhan listrik dibanding dengan non listrik. Pangsa emisi CO₂ sektor pembangkit listrik pada tahun 2012 mencapai 32% dan turun menjadi 21% pada tahun 2025 untuk skenario BAU. Peranan sektor industri dalam emisi CO₂ pada tahun 2012 adalah sebagai penyumbang emisi CO₂ terbesar kedua disusul oleh sektor transportasi, masing-masing 29% dan 28%. Pangsa emisi CO₂ untuk sektor industri pada tahun 2025 naik hingga mencapai 42% pada tahun 2025. Pangsa emisi CO₂ untuk sektor transportasi pada tahun 2025 meningkat hingga mencapai 31% untuk skenario BAU. Tingginya emisi CO₂ yang dihasilkan sektor industri akibat tingginya pemanfaatan batubara dibanding pemanfaatan gas bumi dan BBM. Emisi CO₂ yang dihasilkan oleh ke-tiga sektor lainnya (rumah tangga, komersial dan lainnya) pada tahun 2012 pangssanya bervariasi pada kisaran 1% (sektor komersial), 7% (sektor rumah tangga), dan 3% (sektor lainnya) terhadap total emisi CO₂ untuk skenario BAU.

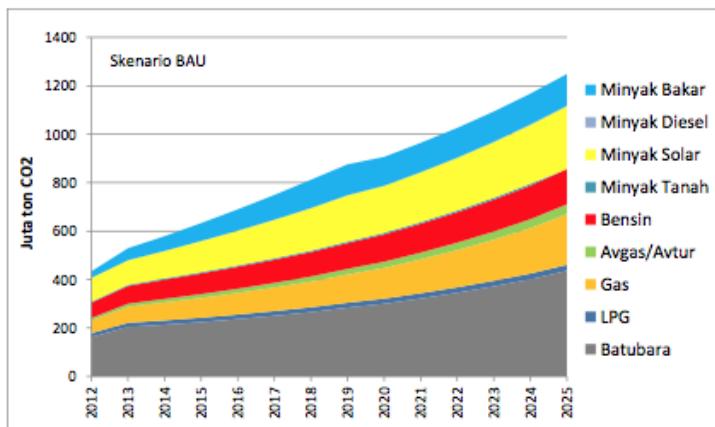


Sumber: Olah Data Tim

Gambar 5.4. Proyeksi Emisi CO₂ per Sektor (Skenario BAU)

Pada Gambar 5.4 ditunjukkan bahwa berdasarkan skenario BAU dalam 13 tahun mendatang emisi CO₂ akan meningkat hampir tiga kali lipat dari 434 juta ton di tahun 2012 menjadi sekitar 1248 juta ton tahun 2025. Bila dilihat dari sumber emisinya maka pangsa terbesar emisi berasal dari penggunaan BBM (total penggunaan dari berbagai jenis) dan batubara. Emisi CO₂ berdasarkan jenis energinya ditunjukkan pada Gambar 5.5. Pada tahun 2025 pangsa emisi CO₂ secara berturut-turut didominasi dari penggunaan BBM (46%), batubara (35%), dan gas (19%)

Indikator emisi yang penting dapat dirangkum menjadi tiga, yaitu emisi per penduduk, emisi per PDB dan emisi per energi. Untuk skenario BAU, emisi per penduduk masih cenderung meningkat dari 1,78 ton CO₂/kapita pada tahun 2012 menjadi 4,5 ton CO₂/kapita pada tahun 2025. Emisi per PDB relatif tetap dari 0,17 ton CO₂/juta Rp. pada tahun 2012 menjadi 0,18 ton CO₂/juta Rp. pada tahun 2025. Emisi per energi ada kecenderungan menurun dari 0,39 ton CO₂/SBM pada tahun 2012 menjadi 0,37 ton CO₂/SBM pada tahun 2025.



Sumber: Olah Data Tim

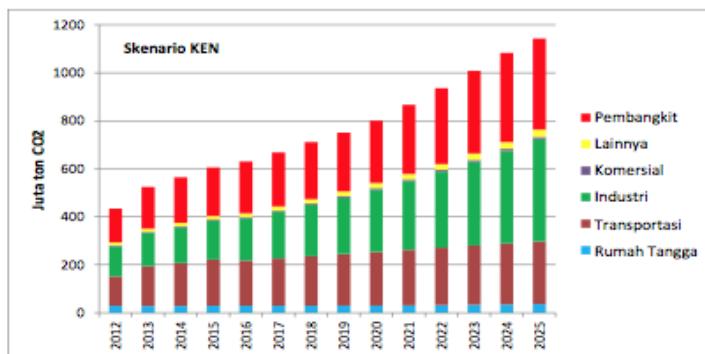
Gambar 5.5. Proyeksi Emisi CO₂ per Jenis (Skenario BAU)

5.3.2. Skenario Alternatif (KEN)

Pada skenario alternatif (KEN), upaya penggunaan energi alternatif seperti energi baru terbarukan memberikan dampak terhadap emisi

CO₂. Dengan laju PDB yang sama dari pada skenario BAU namun dengan melakukan konservasi dan penggunaan energi terbarukan, emisi CO₂ pada skenario KEN dapat ditekan hingga hanya 1143 juta ton pada 2025.

Pada 2020, emisi CO₂ menurut skenario BAU mencapai sekitar 906 juta ton. Melalui upaya penggunaan energi terbarukan dan konservasi energi pada skenario KEN, pertumbuhan emisi CO₂ dapat ditekan menjadi sekitar 800 juta ton pada 2020. Dengan kata lain, pemanfaatan pada skenario KEN akan mengurangi emisi CO₂ sekitar 106 juta ton atau 8,5% dibandingkan skenario BAU pada tahun 2020. Dengan pencapaian pengurangan emisi CO₂ sebesar 106 juta ton maka target penurunan emisi di sektor energi sebesar 39 juta ton yang telah ditargetkan oleh pemerintah dapat tercapai bahkan melebihi target. Pada tahun 2025, emisi CO₂ untuk skenario BAU dan skenario KEN pada setiap sektor masih terus mengalami kenaikan meskipun dengan pertumbuhan yang berbeda. Pada Gambar 5.6 ditunjukkan emisi CO₂ untuk setiap sektor pada skenario KEN.



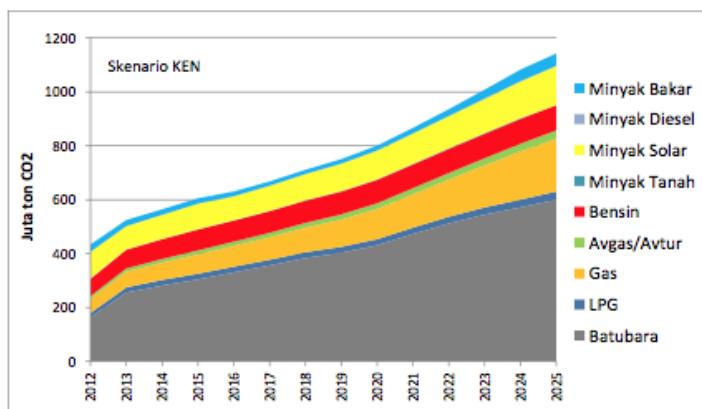
Sumber: Olah Data Tim

Gambar 5.6. Proyeksi Emisi CO₂ per Sektor (Skenario KEN)

Berdasarkan skenario BAU dalam 13 tahun mendatang emisi CO₂ akan meningkat sekitar 2,6 kali dari 434 juta ton di tahun 2012 menjadi sekitar 1143 juta ton tahun 2025. Bila dilihat dari sumber emisinya maka pangsa terbesar emisi berasal dari penggunaan batubara dan BBM (total penggunaan dari berbagai jenis). Emisi CO₂ berdasarkan jenis energinya ditunjukkan pada Gambar 5.7. Pada tahun 2025

pangsa emisi CO₂ secara berturut-turut didominasi dari penggunaan batubara (52%), (BBM 28%), dan gas (20%)

Untuk skenario KEN, emisi per penduduk masih cenderung meningkat dari 1,78 ton CO₂/kapita pada tahun 2012 menjadi 4,12 ton CO₂/kapita pada tahun 2025. Emisi per PDB sudah mengalami penurunan dari 0,17 ton CO₂/juta Rp. pada tahun 2012 menjadi 0,16 ton CO₂/juta Rp. pada tahun 2025. Emisi per energi terus meningkat dari 0,39 ton CO₂/SBM pada tahun 2012 menjadi 0,41 ton CO₂/SBM pada tahun 2025. Ini berarti penurunan penggunaan energi tidak cukup besar untuk menurunkan emisi.



Sumber: Olah Data Tim

Gambar 5.7. Proyeksi Emisi CO₂ per Jenis (Skenario KEN)

5.4. Inventori, Mitigasi dan Adaptasi

Dalam rangka menanggulangi dampak pemanasan global, perlu adanya inventori, mitigasi dan adaptasi.

5.4.1. Inventori

Inventori dilakukan untuk mengetahui sumber emisi gas rumah kaca serta besar emisi yang dihasilkan. Hasil inventori menunjukkan bahwa pembangkit listrik, sektor industri dan sektor transportasi merupakan kontributor emisi CO₂ untuk jangka panjang. Oleh karena

itu opsi teknologi efisien energi yang dapat digunakan untuk ketiga sektor tersebut dievaluasi baik teknis maupun keekonomiannya untuk diaplikasikan. Untuk pembangkit listrik dapat digunakan energi terbarukan seperti panas bumi dan tenaga air yang masih masih besar potensinya untuk dikembangkan. Disisi lain penggunaan batubara untuk pembangkit tidak bisa dihindarkan, sehingga ke depan pemanfaatan boiler yang mempunyai efisiensi tinggi perlu dipertimbangkan.

5.4.2. Mitigasi

Mitigasi dilakukan untuk memperoleh level emisi tertentu dengan mengganti teknologi yang sudah ada dengan teknologi yang baru. Mitigasi emisi merupakan upaya penting dalam membantu mengarahkan penentuan aktivitas kegiatan yang menuju pada menurunnya emisi GRK. Teknologi untuk mitigasi gas rumah kaca dapat dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu: untuk sisi penawaran dan untuk sisi permintaan. Untuk sisi penawaran dapat dilakukan dengan menggunakan sistem konversi yang lebih efisien, mengubah bahan bakar dari energi yang mempunyai emisi tinggi menjadi energi yang mempunyai emisi rendah dan meningkatkan penggunaan energi terbarukan. Untuk sisi permintaan dapat menggunakan demand side management, dan menggunakan peralatan yang lebih efisien.

Dalam mengimplementasi pengurangan emisi GRK maka perlu diperhatikan bahwa program yang akan dikembangkan dapat memenuhi 7 kriteria berikut ini:

- Mendukung implementasi program diversifikasi dan konservasi energi, misalnya: meningkatkan penggunaan sumber daya non minyak dan mengurangi penggunaan energi per unit produksi;
- Mendukung pengembangan energi alternatif dan penggunaan teknologi energi bersih: konsentrasi NOx dan SOx dan emisi GRK yang lebih rendah;
- Mendukung konservasi lingkungan: kepatuhan terhadap peraturan-perundangan lingkungan;

- Mendukung pertumbuhan ekonomi lokal: meningkatkan pendapatan masyarakat lokal/ kegiatan ekonomi lokal terdekat dengan lokasi proyek;
- Menjaga tingkat penyerapan tenaga kerja tanpa pemberhentian : tidak ada PHK karena adanya proyek;
- Mendukung alih teknologi: meningkatkan penggunaan SDM lokal dalam kuantitas dan kualitas, memberikan peran baru bagi tenaga kerja lokal, rencana pengembangan karir bagi tenaga kerja;
- Membuat program pembangunan masyarakat: proyek harus memiliki program pembangunan masyarakat yang pasti dan jelas.

a. Sektor Industri

Rencana aksi untuk sektor industri dapat dilakukan dengan menyusun sistem manajemen energi di perusahaan industri intensif energi seperti industri baja, gelas dan keramik, pupuk, tekstil, petrokimia, makanan dan minuman. Rencana aksi tersebut dapat berupa:

- Penggantian bahan bakar dari yang emiter besar ke bahan bakar dengan emiter lebih rendah;
- Mengganti bahan bakar yang menghasilkan emisi dengan bahan bakar yang rendah atau tidak menghasilkan emisi;
- Melakukan konservasi energi pada semua komponen industri dan komersial yang menggunakan listrik sebagai sumber energinya;
- Menggunakan teknik heat recovery, dengan memanfaatkan panas buangan sebagai sumber energi baru.

b. Sektor Rumah Tangga

Strategi aksi yang dapat dilakukan di sektor rumah tangga mengarah ke penggunaan teknologi baru yang lebih efisien dan lebih ramah lingkungan. Rencana aksi yang dapat dilakukan diantaranya adalah:

- Penggunaan kompor yang mempunyai efisiensi tinggi baik untuk kompor minyak tanah, LPG, maupun gas;
- Penggunaan lampu hemat energi untuk penerangan seperti CFL (*Compact Fluorescent Lamps*) dan LED;
- Penggunaan TV yang hemat energi seperti LCD dan LED.

c. Sektor Transportasi

Strategi aksi yang akan diterapkan di sektor transportasi dapat dibagi atas *avoid, shift, and improve*. *Avoid/reduce* berarti menghindari atau mengurangi perjalanan atau kebutuhan untuk perjalanan (terutama di perkotaan) melalui penata-gunaan lahan, regulasi, dan lain-lain. *Shift* berarti beralih ke moda transportasi yang lebih ramah lingkungan (dari penggunaan pribadi ke transportasi umum dan transportasi tidak bermotor). *Improve* berarti meningkatkan efisiensi energi dari moda transportasi dan teknologi kendaraan. Berikut akan dibahas secara ringkas rencana aksi yang dapat diimplementasikan untuk sektor transportasi.

- Pembangunan ITS (Intelligent Transport System)

ITS adalah teknologi komunikasi dan informasi yang diterapkan pada sarana dan prasarana transportasi untuk meningkatkan kualitas pelayanan transportasi. Penggunaan ITS berpengaruh pada: (1) efisiensi kendaraan yang makin meningkat, (2) efisiensi berlalu lintas yang makin meningkat, (3) tingkah laku pengemudi yang makin tertib, dan (4) pengurangan emisi GRK karena panjang perjalanan yang tidak perlu dan waktu terjebak kemacetan yang makin berkurang.

- Pengembangan Pengendalian Analisis Dampak Lalu Lintas (Andalin)

Andalin adalah serangkaian kegiatan kajian mengenai dampak lalu lintas dari pembangunan pusat kegiatan, pemukiman, dan infrastruktur. Hasil analisis dampak lalu lintas akan dijadikan salah satu syarat pengembang atau pembangun untuk memperoleh izin lokasi, izin mendirikan bangunan, dan izin pembangunan bangunan gedung dengan fungsi khusus sesuai dengan ketentuan peraturan

perundang-undangan di bidang bangunan. Penerapan Andalin yang baik dapat memberikan pengurangan emisi dari BAU. Pengurangan emisi didapat dengan mengurangkan emisi pembangunan tanpa adanya TIC (*Traffic Impact Control*) dan pembangunan setelah dilaksanakan TIC.

- Penerapan Manajemen Parkir

Strategi Manajemen Perparkiran mempengaruhi kenyamanan dan kemudahan untuk mencapai tujuan (aksesibilitas secara keseluruhan) serta bagaimana parkir dapat membantu mencapai tujuan-tujuan pembangunan yang lebih luas, strategi manajemen perparkiran perlu diikutsertakan dengan elemenelemen lain dari Manajemen Kebutuhan Transportasi. Kebijakan manajemen perparkiran dapat berperan sebagai faktor TOLAK (*PUSH*) untuk mendorong perpindahan moda ke angkutan umum dan menghindari perjalanan yang tidak terlalu penting yang membentuk strategi Manajemen Kebutuhan Transportasi (Transport Demand Management - TDM) seutuhnya.

- Penerapan *Congestion Charging* dan *Road Pricing*

Road pricing adalah pengenaan biaya secara langsung terhadap pengguna jalan karena melewati ruas jalan atau wilayah (area) tertentu yang bertujuan untuk mengurangi kemacetan dan atau, menjadi sumber pendapatan daerah dan mengurangi dampak lingkungan. Sebagai sarana untuk pengendalian lalu lintas, yang “memaksa” pengguna kendaraan pribadi untuk beralih ke angkutan umum, sehingga beban lalu lintas menjadi berkurang. *Road pricing* ini lebih efektif diterapkan di suatu kawasan (*area bases*), bukan hanya pada ruas jalan tertentu. Dana yang terkumpul, bisa dijadikan sebagai salah satu sumber pembiayaan untuk mendukung beroperasinya moda transportasi yang lebih efektif, sehat, dan ramah lingkungan seperti *Bus Rapid Transit* (BRT), *Mass Rapid Transit*, dan lain-lain.

- Pengadaan Sistem BRT/semi BRT

Pengadaan sistem ini terkait dengan pendanaan dari *road pricing* yang sudah dibahas sebelumnya.

- Peremajaan Armada Angkutan Umum

Peremajaan armada angkutan umum adalah pergantian kendaraan angkutan umum yang lama, yang sudah tidak laik jalan digantikan dengan kendaraan yang baru, bisa dengan jenis kendaraan yang sama untuk dioperasikan pada rute yang sama dengan kendaraan angkutan umum yang digantikannya. Kendaraan yang lama yang tidak laik jalan digantikan dengan kendaraan yang baru dan laik jalan, baik dengan teknologi dan penggunaan bahan bakar yang ramah lingkungan. Rute pengoperasian oleh kendaraan baru dan laik jalan sama dengan rute trayek kendaraan lama yang digantikannya.

- Pemasangan *Converter Kit* pada Angkutan Umum

Salah satu alternatif dalam mengatasi ketergantungan pada BBM, dengan memasang alat konversi (*Converter Kit*) dari bahan bakar bensin ke bahan bakar gas alam. Pengalihan bahan bakar bensin ke bahan bakar gas akan mengurangi emisi GRK, ekonomis dan ramah lingkungan. Terpasangnya *converter kit* pada angkutan kota menggunakan bensin dapat menurunkan emisi-GRK hingga 20%.

- Pelatihan dan Sosialisasi Smart Driving

Smart Driving adalah metode berkendaraan yang hemat energi, ramah lingkungan, selamat dan nyaman. Metode *smart driving* menggunakan strategi perilaku pengemudi dalam berkendaraan agar dicapai konsumsi bahan bakar yang paling efisien. Penerapan metode berkendaraan ini berpotensi untuk dapat menghemat bahan bakar antara 10%-40% dan menurunkan emisi gas buang kendaraan hingga 20%. Beberapa teknik yang umum digunakan untuk menghemat bahan bakar antara lain mematikan mesin saat berhenti lebih dari 30 detik, menggunakan AC dengan bijak, hindari penggunaan rak diatap, turunkan muatan yang tidak perlu, periksa tekanan ban secara berkala, gunakan peralatan pemantau pemakaian bahan bakar di dalam kendaraan, saat berhenti ditanjakan gunakan rem tangan untuk menahan agar kendaraan tidak meluncur mundur, saat menaiki tanjakan gunakan gigi setinggi mungkin dengan menekan pedal gas hampir penuh, saat jalan menurun gunakan gigi tinggi dan injak kopling dan biarkan kendaraan meluncur.

- Membangun *Non Motorized Transport*/NMT (*Pedestrian* dan *Jalur Sepeda*)

NMT adalah moda dasar yang dapat mengintegrasikan suatu pelayanan transportasi dengan pelayanan transportasi lainnya dan merupakan bagian dari link untuk terhubung ke asal dan tujuan perjalanan. Misalnya, pengguna transportasi umum biasanya memanfaatkan NMT untuk mengakses perjalanan dari simpul transportasi umum dan tujuan akhir mereka. Fasilitas NMT digunakan untuk menghubungkan dari fasilitas parkir ke tujuan akhir perjalanan. NMT juga merupakan suatu pilihan untuk mewujudkan mobilitas *zero emission*. Keberhasilan dalam penerapan NMT dapat meningkatkan kualitas udara, meningkatkan kesehatan dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

- Menaikkan Uang Muka Kredit Sepeda Motor dan Pajak Progresif Kendaraan Pribadi

Dua penyumbang emisi terbesar subsektor transportasi darat adalah sepeda motor dan kendaraan penumpang. Perkembangan jumlah kepemilikan sepeda motor dan kendaraan penumpang dalam 10 tahun terakhir sangatlah besar, secara rata-rata tumbuh 15,53% pertahun untuk sepeda motor dan 7,52% pertahun untuk kendaraan penumpang.

d. Sektor Komersial

Sektor komersial merupakan sektor yang sebagian besar berupa industri jasa dan pemerintahan. Oleh sebab itu sebagian besar konsumsi energi yang diperlukan terkait dengan konsumsi energi di bangunan yang didominasi oleh energi listrik. Rencana aksi untuk mitigasi GRK hampir sama dengan sektor rumah tangga yaitu penggunaan peralatan listrik yang lebih efisien.

e. Sektor Lainnya

Sektor lainnya terdiri atas sektor pertanian, konstruksi dan pertambahan. Renacana aksi yang dapat diimplementasikan selain menggunakan teknologi yang lebih efisien juga dapat melakukan substitusi energi yang mempunyai intensitas karbon yang lebih rendah.

5.4.3. Adaptasi

Dampak perubahan iklim di Indonesia diperkirakan akan sangat besar, namun masih sulit untuk diperhitungkan. Perhitungan kerugian bagi perekonomian Indonesia jangka panjang baik akibat dampak langsung dan tidak langsung, menunjukkan angka yang signifikan. Dalam beradaptasi pada perubahan iklim melibatkan gabungan intervensi reaktif dan proaktif dalam berbagai sektor. Pemerintah Indonesia telah memasukkan beberapa pilihan adaptasi ke dalam Rencana Aksi Nasional Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim Indonesia. Sebuah panduan untuk memprioritaskan opsi-opsi adaptasi dalam lingkungan, dituangkan dalam Laporan Pembangunan Bank Dunia 2010. Hal ini mencakup empat-langkah untuk:

- Memprioritaskan pilihan investasi dan kebijakan yang dapat memberikan keuntungan ekonomi dan sosial, selain untuk beradaptasi pada perubahan iklim;
- Meningkatkan kelenturan iklim dengan menambahkan ‘marjin keamanan’ pada investasi baru;
- Memilih opsi yang dapat dibalik dan fleksibel, dan
- Merencanakan kegiatan berdasarkan analisa skenario; mengkaji dan menyesuaikan skenario berdasarkan informasi terbaru.

5.5. Measurable, Reportable, Verifiable (MRV)

Indonesia telah menyampaikan informasi mengenai Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMAs) Indonesia ke Sekretariat UNFCCC oleh Ketua Harian Dewan Nasional Perubahan Iklim (DNPI) pada tanggal 30 Januari 2010. Untuk mencapai tujuan dan target tersebut perlu disusun berbagai intervensi dan rencana aksi yang disesuaikan dengan kebijakan program mitigasi perubahan iklim yang dilaksanakan dan didukung oleh berbagai Kementerian/Lembaga serta Pemerintah Daerah. Rencana aksi penurunan gas rumah kaca disusun berdasarkan prinsip terukur, dapat dilaporkan dan dapat diverifikasi (*Measurable, Reportable, Verifiable*), agar dapat dipertanggung jawabkan hasilnya secara nasional dan sesuai dengan prinsip yang akan diterapkan oleh *United Nations Framework*

Convention on Climate Change (UNFCCC) untuk aksi mitigasi yang dilakukan oleh negara para pihak.

Konsep MRV pertama kali diperkenalkan didalam Bali *Action Plan*/Rencana Aksi Bali (BAP), sebuah dokumen yang digunakan pada 2007 di Konferensi Para Pihak 13 (COP-13) oleh negara-negara penandatangan Konvensi Kerangka Kerja PBB mengenai Perubahan Iklim (UNFCCC). BAP menetapkan negara-negara berupaya meningkatkan aksi nasional dan internasional untuk mitigasi perubahan iklim dengan mempertimbangkan:

- Komitmen atau aksi mitigasi yang sesuai secara nasional, terukur, dilaporkan dan dapat diverifikasi termasuk pembatasan emisi yang terkuantifikasi dan sasaran pengurangan, oleh semua pihak negara maju, sambil menjamin komparabilitas upaya-upaya diantara mereka, dengan mempertimbangkan perbedaan dalam lingkungan negara masing-masing;
- Aksi mitigasi yang sesuai secara nasional oleh Pihak negara berkembang dalam konteks pembangunan berkelanjutan, yang didukung dan dimungkinkan oleh teknologi, pendanaan dan peningkatan kapasitas, secara terukur, dilaporkan dan dapat diverifikasi.

Antara tahun 2007 dan 2009 negara-negara membahas dan berbagi pandangan terkait konsep MRV, arti dan penerapannya, dan ketentuan-ketentuan dimana Para Pihak negara untuk UNFCCC akan meningkatkan aksi untuk mengatasi perubahan iklim. Konsep MRV kemudian diajukan pada COP-15 di Copenhagen dimana negara-negara sepakat bahwa:

- Aksi mitigasi yang diambil oleh Pihak *Non-Annex 1* akan dikenakan pengukuran, pelaporan dan verifikasi dalam negeri, hasilnya akan dilaporkan melalui bagian *National Communication* setiap dua tahun.
- Aksi mitigasi yang sesuai secara nasional yang mencari dukungan internasional akan dikenakan pengukuran, pelaporan dan verifikasi internasional sesuai dengan pedoman yang digunakan oleh Konferensi Para Pihak.

Pada tahun 2010, pada COP-16 di Meksiko, Para Pihak lebih lanjut memutuskan bahwa “aksi mitigasi yang didukung secara internasional akan diukur, dilaporkan dan diverifikasi di dalam negeri dan akan dikenakan pengukuran, pelaporan dan verifikasi secara internasional” sementara “aksi mitigasi yang didukung didalam negeri akan diukur, dilaporkan dan diverifikasi didalam negeri”, dalam kedua kasus ini, “sesuai dengan pedoman yang akan dibuat sesuai dengan Konvensi”. Sebagai bagian dari keputusan COP-16, negara-negara berkembang juga sepakat menambah pelaporan didalam National Communication, termasuk inventarisasi, mengenai aksi mitigasi dan efeknya, dan dukungan yang diterima. Negara-negara berkembang harus menyerahkan sebuah *National Communication* setiap empat tahun dan memutakhirkankan laporan inventarisasi GRK nasional setiap dua tahun.

Pada tahun 2011 di COP-17, Para Pihak membahas masalah terkait Kesepakatan Cancun dan sepakat mengenai: (a) penambahan aksi mitigasi baik oleh negara maju dan berkembang; (b) mengurangi emisi dari deforestasi dan degradasi hutan (REDD) di negara berkembang; (c) pembiayaan jangka panjang; (d) pengembangan dan alih teknologi; dan (e) peningkatan kapasitas, diantara masalah lainnya.

Sebagai bagian dari penambahan aksi mitigasi oleh negara berkembang, konferensi ini mengadopsi pedoman persiapan laporan perkembangan dua tahunan (BUR) oleh Pihak *Non-Annex 1*, sebagaimana termasuk didalam Annex III dari dokumen draft keputusan tentang keluaran kerja AWG-LCA. Para Pihak memutuskan bahwa Para Pihak *Non-Annex 1* harus menyerahkan laporan perkembangan dua tahunan pertama mereka sebelum Desember 2014, dan setiap dua tahun setelah itu. Laporan perkembangan dua tahunan menjadi ringkasan bagian-bagian dari *National Communication* negara-negara didalam tahun tersebut ketika dokumen itu diserahkan atau sebagai laporan perkembangan yang berdiri sendiri.

Para Pihak *Non-Annex 1* untuk UNFCCC masih menggali pengalaman dalam menyusun skema implementasi dan pelaporan informasi terkait MRV dalam negeri atas inventarisasi GRK, aksi mitigasi, dan bantuan yang diterima. Memang sudah ada pengalaman dan sistem di negara-negara maju (*negara Annex 1*) yang dapat digunakan untuk menyesuaikan kebutuhan negara berkembang.

Pedoman untuk MRV ini belum ditetapkan sesuai dengan Konvensi. Pada COP-17 negara-negara memutuskan bahwa Badan Subsider untuk Saran Ilmiah dan Teknologi (SBSTA) akan menyusun pedoman umum untuk MRV dalam negeri atas NAMAs yang didukung didalam negeri. Diharapkan agar pedoman ini dapat mencakup jenis lembaga, fungsi dan tanggungjawab dan metode-metode yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan kegiatan MRV secara efektif. Bagian ini berupaya untuk mendefinisikan dan menetapkan rujukan atau persyaratan baseline untuk MRV yang dapat dipertimbangkan oleh negara-negara berkembang dengan mengingat tanggungjawab yang sama tetapi dibedakan dan situasi negara. Bagian ini mengkaji persyaratan untuk koordinasi dan konsolidasi upaya-upaya untuk melaksanakan MRV di semua tingkat, sektor dan lembaga yang berbeda.

Bab VI

Kesimpulan Dan Saran

6.1. Kesimpulan

Pertumbuhan ekonomi di Indonesia dalam 11 tahun terakhir ini menunjukkan adanya peningkatan. Pada tahun 2011 pertumbuhan produk domestik bruto (PDB) sebesar 6,4% per tahun. PDB tumbuh dari 1.390 triliun Rupiah (harga konstan tahun 2000) pada tahun 2000 menjadi 2.463 triliun Rupiah (harga konstan tahun 2000) pada tahun 2011.

Kondisi historis menunjukkan bahwa emisi gas rumah (GRK) meningkat dari 415,8 juta ton CO₂ pada tahun 2010 menjadi 433,8 juta ton CO₂ pada tahun 2012 atau meningkat rata-rata 2,1% per tahun. Pangsa terbesar emisi GRK pada tahun 2012 berasal dari sektor pembangkit listrik (32%), industri (29%) yang diikuti oleh sektor transportasi (28%), rumah tangga (7%), komersial (3%) dan lainnya (1%). Emisi dari pembangkit listrik paling besar karena pembangkit yang ada saat ini banyak yang menggunakan batubara sebagai sumber energinya.

Pembangunan ekonomi jangka panjang memiliki sejumlah ketidakpastian. Untuk menangkap dinamika tersebut maka perlu dibuat beberapa skenario pengembangan. Dalam menganalisis berbagai kemungkinan pengembangan sosial ekonomi dan teknologi ke depan, dalam studi ini dibuat dua buah skenario, yaitu: skenario dasar dan skenario alternatif. Skenario dasar atau dapat juga disebut skenario Business as Usual (BAU) mengasumsikan bahwa pertumbuhan sosial ekonomi untuk jangka panjang tumbuh sesuai dengan kondisi yang ada saat ini. Pertumbuhan ekonomi yang dinyatakan dalam pertumbuhan produk domestik bruto (PDB) dalam periode 2011-2025 diasumsikan meningkat rata-rata sebesar 8,0% per tahun. Peningkatan secara gradual dari 6,3% pada tahun 2011 dan menjadi 9,0% pada tahun 2025. PDB total Indonesia akan meningkat dari 2463 triliun Rupiah (harga konstan tahun 2000) pada tahun 2011 menjadi 7115 triliun Rupiah pada tahun 2025 Pada skenario BAU ini

pertumbuhan penduduk diasumsikan meningkat rata-rata sebesar 0,9% per tahun pada periode tersebut.

Skenario alternatif dalam hal ini adalah skenario Kebijakan Energi Nasional (KEN) mempunyai asumsi dasarnya sama dengan skenario dasar (Business as Usual) untuk pertumbuhan ekonomi (PDB) dan penduduk. Perbedaan skenario KEN dengan skenario BAU adalah adanya kendala dalam produksi minyak bumi, gas bumi dan batubara. Disamping itu, dalam skenario KEN program konservasi juga dilaksanakan dengan mengacu pada potensinya di tiap-tiap sektor serta ada pengembangan BBN yang mengikuti kebijakan mandatori. Dengan skenario ini, diharapkan Indonesia mampu mempercepat pengembangan berbagai program pembangunan yang ada, terutama dalam mendorong peningkatan pemanfaatan BBN dan konservasi. Secara umum, skenario ini akan mempunyai proyeksi kebutuhan dan pasokan energi yang relatif lebih rendah dari pada skenario BAU karena adanya program konservasi.

Perkembangan permintaan energi dalam kurun waktu 2012-2025 menurut skenario BAU akan didominasi oleh sektor industri yang diikuti oleh transportasi dan rumah tangga. Pada periode 2012-2025 permintaan energi final secara keseluruhan (termasuk biomassa rumah tangga) diperkirakan meningkat dari 1116 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 3361 juta SBM pada tahun 2025 atau tumbuh rata-rata 8,8% per tahun. Pada periode tersebut pertumbuhan permintaan energi rata-rata tahunan menurut sektor adalah sebagai berikut: industri 11,3%, transportasi 9,0%, rumah tangga 3,9%, komersial 9,5%, lainnya 8,4%. Dengan pertumbuhan tersebut, pada 2025 pangsa permintaan energi final akan didominasi oleh sektor industri (50%), diikuti oleh transportasi (28%), rumah tangga (16%), komersial (4%), dan lainnya (3%).

Menurut skenario KEN pada periode 2012-2030 permintaan energi final meningkat dari 1116 juta SBM pada tahun 2012 menjadi 2795 juta SBM pada tahun 2025 atau diperkirakan tumbuh rata-rata 7,3% per tahun. Pada periode tersebut pertumbuhan permintaan energi rata-rata tahunan menurut sektor adalah sebagai berikut: industri 10,1%, transportasi 7,7%, rumah tangga 0,6%, komersial 8,6%, dan lainnya (7,0%). Dengan pertumbuhan tersebut, pada 2025 pangsa permintaan energi final menurut skenario KEN akan didominasi oleh

sektor industri (52%), diikuti oleh transportasi (29%), rumah tangga (12%), komersial (4%), dan lainnya (3%).

Emisi CO₂ yang dihasilkan dari berbagai sektor tidak berbanding lurus dengan total kebutuhan energi. Pada sektor tertentu (komersial, industri, dan transportasi) karena sebagian kebutuhan energi menggunakan premium dan minyak solar maka emisi CO₂ akan tinggi. Sedangkan pada sektor rumah tangga yang menggunakan biomassa yang dapat diperbarui maka emisi CO₂ akan rendah karena biomassa tidak diperhitungkan emisinya karena total yang diemisikan sama dengan total yang diserap.

Berdasarkan skenario BAU dalam 13 tahun mendatang emisi CO₂ akan meningkat hampir tiga kali lipat dari 434 juta ton di tahun 2012 menjadi sekitar 1248 juta ton tahun 2025. Bila dilihat dari sumber emisinya maka pangsa terbesar emisi berasal dari penggunaan BBM (total penggunaan dari berbagai jenis) dan batubara. Pada tahun 2025 pangsa emisi CO₂ secara berturut-turut didominasi dari penggunaan BBM (46%), batubara (35%), dan gas (19%)

Indikator emisi yang penting dapat dirangkum menjadi tiga, yaitu emisi per penduduk, emisi per PDB dan emisi per energi. Untuk skenario BAU, emisi per penduduk masih cenderung meningkat dari 1,78 ton CO₂/kapita pada tahun 2012 menjadi 4,5 ton CO₂/kapita pada tahun 2025. Emisi per PDB relatif tetap dari 0,17 ton CO₂/juta Rp. pada tahun 2012 menjadi 0,18 ton CO₂/juta Rp. pada tahun 2025. Emisi per energi ada kecenderungan menurun dari 0,39 ton CO₂/SBM pada tahun 2012 menjadi 0,37 ton CO₂/SBM pada tahun 2025.

Berdasarkan skenario BAU dalam 13 tahun mendatang emisi CO₂ akan meningkat sekitar 2,6 kali dari 434 juta ton di tahun 2012 menjadi sekitar 1143 juta ton tahun 2025. Bila dilihat dari sumber emisinya maka pangsa terbesar emisi berasal dari penggunaan batubara dan BBM (total penggunaan dari berbagai jenis). Pada tahun 2025 pangsa emisi CO₂ secara berturut-turut didominasi dari penggunaan batubara (52%), (BBM 28%), dan gas (20%)

Untuk skenario KEN, emisi per penduduk masih cenderung meningkat dari 1,78 ton CO₂/kapita pada tahun 2012 menjadi 4,12 ton CO₂/kapita pada tahun 2025. Emisi per PDB sudah mengalami penurunan

dari 0,17 ton CO₂/juta Rp. pada tahun 2012 menjadi 0,16 ton CO₂/juta Rp. pada tahun 2025. Emisi per energi terus meningkat dari 0,39 ton CO₂/SBM pada tahun 2012 menjadi 0,41 ton CO₂/SBM pada tahun 2025. Ini berarti penurunan penggunaan energi tidak cukup besar untuk menurunkan emisi.

Pada 2020, emisi CO₂ menurut skenario BAU mencapai sekitar 906 juta ton. Melalui upaya penggunaan energi terbarukan dan konservasi energi pada skenario KEN, pertumbuhan emisi CO₂ dapat ditekan menjadi sekitar 800 juta ton pada 2020. Dengan kata lain, pemanfaatan pada skenario KEN akan mengurangi emisi CO₂ sekitar 106 juta ton atau 8,5% dibandingkan skenario BAU pada tahun 2020. Dengan pencapaian pengurangan emisi CO₂ sebesar 106 juta ton maka target penurunan emisi di sektor energi sebesar 39 juta ton yang telah ditargetkan oleh pemerintah dapat tercapai bahkan melebihi target.

Dalam rangka menanggulangi dampak pemanasan global, perlu adanya inventori, mitigasi dan adaptasi. Inventori dilakukan untuk mengetahui sumber emisi gas rumah kaca serta besar emisi yang dihasilkan. Hasil inventori menunjukkan bahwa pembangkit listrik, sektor industri dan sektor transportasi merupakan kontributor emisi CO₂ untuk jangka panjang. Mitigasi dilakukan untuk memperoleh level emisi tertentu dengan mengganti teknologi yang sudah ada dengan teknologi yang baru. Mitigasi emisi merupakan upaya penting dalam membantu mengarahkan penentuan aktivitas kegiatan yang menuju pada menurunnya emisi GRK. Teknologi untuk mitigasi gas rumah kaca dapat dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu: untuk sisi penawaran dan untuk sisi permintaan. Untuk sisi penawaran dapat dilakukan dengan menggunakan sistem konversi yang lebih efisien, mengubah bahan bakar dari energi yang mempunyai emisi tinggi menjadi energi yang mempunyai emisi rendah, dan meningkatkan penggunaan energi terbarukan. Untuk sisi permintaan dapat menggunakan *demand side management*, dan menggunakan peralatan yang lebih efisien.

Indonesia telah menyampaikan informasi mengenai *Nationally Appropriate Mitigation Actions* (NAMAs) Indonesia ke Sekretariat UNFCCC oleh Ketua Harian Dewan Nasional Perubahan Iklim (DNPI) pada tanggal 30 Januari 2010. Untuk mencapai tujuan dan target tersebut perlu disusun berbagai intervensi dan rencana aksi

yang disesuaikan dengan kebijakan program mitigasi perubahan iklim yang dilaksanakan dan didukung oleh berbagai Kementerian/Lembaga serta Pemerintah Daerah. Rencana aksi penurunan gas rumah kaca disusun berdasarkan prinsip terukur, dapat dilaporkan dan dapat diverifikasi (*Measurable, Reportable, Verifiable*), agar dapat dipertanggung jawabkan hasilnya secara nasional dan sesuai dengan prinsip yang akan diterapkan oleh *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) untuk aksi mitigasi yang dilakukan oleh negara para pihak.

6.2. Saran

Berbagai opsi untuk menurunkan emisi CO₂ di sektor energi secara sekilas sudah dibahas. Opsi tersebut dapat berupa penggunaan teknologi yang hemat energi maupun melakukan substitusi jenis energi yang digunakan. Kedua opsi ini sering kali memerlukan biaya investasi yang cukup besar sehingga perlu analis yang lebih rinci, baik dari sisi manfaat maupun biayanya. Dengan analisis manfaat dan biaya maka dapat dirumuskan secara akurat kebijakan yang perlu diambil dalam rangka mengurangi emisi di sektor industri.

Konsep MRV yang pertama kali diperkenalkan didalam Bali *Action Plan* / Rencana Aksi Bali (BAP) sampai saat ini belum dapat diimplementasikan. Perlu pembahasan lebih lanjut terkait konsep MRV, arti dan penerapannya, dan ketentuan-ketentuan dimana Para Pihak negara untuk UNFCCC akan meningkatkan aksi untuk mengatasi perubahan iklim.

Daftar Pustaka

ALGAS

(1998), Final Report of the Asia Least-Cost Greenhouse Gas Abatement Strategy Project, Asian Development Bank, Global Environment Facility-UNDP, Manila.

Bappenas

(2010) Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap (ICCSR), National Development Planning Agency, Jakarta.

Bappenas

(2011) Pedoman Pelaksanaan Rencana Aksi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Jakarta.

CDIEMR

(2012) Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2012, Center for Data and Information on Energy and Mineral Resources, Ministry Energy and Mineral Resources, Jakarta.

Houghton,

J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linder, P.J., Dai, X., Maskell, K., and Johnson, C.A., (2001) Climate Change 2001: Scientific Basic, Cambridge University Press.

IEA

(2010) Energy Technology Perspectives 2010: Scenarios & Strategies to 2050, International Energy Agency, Paris.

IGES

(2006) CDM Country Guide for Indonesia 2nd Edition, IGES, Ministry of the Environment Japan, Ministry of Environment Indonesia, and CER Indonesia, Kanagawa, Japan.

IPCC

(1996) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual, Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC

(2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 2 - Energy, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (Eds.), Published: IGES, Japan.

IPCC

(2008) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – A primer, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Miwa K., Srivastava N. and Tanabe K.(eds). IGES, Japan.

KNLH

(2009) Indonesia Second National Communication Under The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.

KNLH

(2009a) Summary for Policy Makers: Indonesia Second National Communication Under The United Nations Framework Convention on Climate Change, State Ministry of Environment, Jakarta.

KNLH

(2009b) Technology Needs Assessment on Climate Change Mitigation: Synthesis Report, Update Version, State Ministry of Environment, Jakarta.

KNLH

(2009c) Status Lingkungan Hidup Indonesia 2008, Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.

KNLH

(2010) Status Lingkungan Hidup Indonesia 2009, Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.

KNLH

(2011) Pedoman Pelaksanaan Rencana Aksi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca, Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.

Mimuroto,

Y. and Koizumi, K. (2003) Global Warming Abatement and Coal Supply and Demand, Institute of Energy Economics Japan (IEEJ), January 2003.

Nordhaus,

W.D. (1991) Economic Approaches to Greenhouse Warming, in Dornbusch, R. and Poterba, J.M. (Editors) Global Warming: Economic Policy Responses, The MIT Press.

Reuter,

A. and Voss, A. (1990) Tools for energy planning in developing countries, Energy - The International Journal, Vol. 15, No. 7/8, hal. 705-714.

Lampiran

1. Pertumbuhan PDB (Triliun Rupiah Harga Konstan Tahun 2000)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
PDB	2463	2617	2780	2954	3191	3446	3722	4019
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
PDB	4341	4710	5110	5544	6016	6527	7115	

2. Pertumbuhan Penduduk (Juta Jiwa)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Penduduk	241.0	243.8	246.7	249.6	252.2	254.9	257.6	260.3
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Penduduk	263.1	265.5	267.9	270.4	272.9	275.4	277.6	

3. Proyeksi Energi Final Sektor Industri (Skenario BAU, Juta SBM)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Biomas	41.51	50.16	53.94	58.16	63.44	69.23	75.58
Listrik	31.58	36.9	40.77	45.17	50.61	56.73	63.6
Gas	115.18	133.4	157.6	183.57	212.85	244.43	278.64
BBM	101.39	110.01	116.16	123.13	131.76	141.38	152.1
Terbarukan	0	0	0	0	0	0	0
Batubara	129.37	146.46	159.47	174.17	192.42	212.69	235.23
Total	419.03	476.93	527.94	584.2	651.08	724.46	805.15
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Biomas	82.55	90.21	98.81	108.27	118.69	130.18	142.85
Listrik	71.32	80.02	89.96	101.17	113.82	128.1	144.22
Gas	315.84	356.42	401.33	450.71	505.19	565.47	632.36
BBM	164.08	177.44	192.64	209.65	228.69	250.04	273.98
Terbarukan	0	0	0	0	0	0	0
Batubara	260.32	288.26	319.94	355.3	394.8	438.95	488.31
Total	894.11	992.35	1102.68	1225.1	1361.19	1512.74	1681.72

4. Proyeksi Energi Final Sektor Industri (Skenario KEN, Juta SBM)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Biomas	41.51	48.66	51.78	55.26	59.63	64.38	69.53
Listrik	31.58	35.79	39.14	42.92	47.58	52.76	58.51
Gas	115.18	130.3	152.97	177.07	203.99	232.7	263.44
BBM	101.39	105.65	108.14	113.61	114.36	121.28	128.91
Terbarukan	0	2.37	5.12	5.53	12.11	13.25	14.51
Batubara	129.37	142.07	153.1	165.47	180.87	197.8	216.42
Total	419.03	464.84	510.25	559.86	618.54	682.17	751.32
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Biomas	75.12	81.19	87.94	95.28	103.26	111.95	121.42
Listrik	64.91	72.02	80.07	89.03	99.02	110.16	122.59
Gas	296.45	332	370.81	412.9	458.67	508.58	563.13
BBM	137.33	146.63	156.14	166.58	178.04	190.62	204.44
Terbarukan	15.9	17.42	20.09	23.13	26.59	30.51	34.97
Batubara	236.89	259.43	284.75	312.67	343.48	377.49	415.07
Total	826.6	908.69	999.8	1099.59	1209.06	1329.31	1461.62

5. Proyeksi Energi Final Sektor Transportasi (Skenario BAU, Juta SBM)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Listrik	0.07	0.08	0.09	0.1	0.12	0.15	0.17
Gas	0.37	0.97	1.08	1.19	1.26	1.33	1.41
BBM	304.69	433.36	478.52	523.01	556.51	590.86	626.08
Terbarukan	1.66	3.29	3.67	4.05	4.29	4.54	4.79
Total	306.78	437.7	483.35	528.35	562.19	596.88	632.45
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Listrik	0.2	0.23	0.26	0.3	0.34	0.39	0.44
Gas	1.48	1.56	1.65	1.74	1.84	1.93	2.03
BBM	662.23	699.27	743.62	789.18	836.01	884.19	933.83
Terbarukan	5.05	5.31	5.62	5.94	6.27	6.59	6.9
Total	668.96	706.37	751.16	797.17	844.45	893.11	943.22

6. Proyeksi Energi Final Sektor Transportasi (Skenario KEN, Juta SBM)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Listrik	0.07	0.08	0.09	0.1	0.13	0.17	0.21
Gas	0.37	1.85	2.41	3.05	3.66	4.31	5.02
BBM	304.69	406.26	436.03	469.14	460.85	481.47	502.01
Terbarukan	1.66	16.17	25.21	29.34	63.32	68.7	74.26
Total	306.79	424.36	463.74	501.63	527.96	554.65	581.5
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Listrik	0.26	0.31	0.36	0.43	0.5	0.58	0.66
Gas	5.78	6.59	7.53	8.54	9.61	10.75	11.96
BBM	522.48	542.86	560.94	578.34	595.11	611.29	626.95
Terbarukan	80.01	85.95	99.95	114.83	130.59	147.23	164.78
Total	608.53	635.71	668.78	702.14	735.81	769.85	804.35

7. Proyeksi Energi Final Sektor Rumah Tangga (Skenario BAU, Juta SBM)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Biomasa	235.58	239.67	247.37	255.35	263.56	272	280.69
Listrik	44.22	51.51	55.63	59.63	63.82	68.18	72.74
Gas	0.17	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19	0.2
BBM	42.87	44.37	45.43	46.47	47.52	48.59	49.68
Terbarukan	0	0	0	0	0	0	0
Total	322.83	335.71	348.6	361.63	375.08	388.97	403.31
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Biomasa	289.63	298.83	308.31	318.08	328.14	338.52	349.21
Listrik	77.49	82.45	89.45	96.76	104.4	112.38	120.79
Gas	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27
BBM	50.78	51.9	53.05	54.22	55.4	56.61	57.84
Terbarukan	0	0	0	0	0	0	0
Total	418.12	433.41	451.04	469.29	488.19	507.76	528.11

8. Proyeksi Energi Final Sektor Rumah Tangga (Skenario KEN, Juta SBM)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Biomasa	235.58	212.79	210.41	207.88	205.04	201.88	198.4
Listrik	44.22	50.91	54.76	58.47	62.32	66.31	70.45
Gas	0.17	0.15	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19
BBM	42.87	44.24	45.18	45.91	46.64	47.36	48.09
Terbarukan	0	0.44	0.59	0.74	0.88	1.02	1.16
Total	322.84	308.53	311.1	313.17	315.05	316.75	318.29
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Biomasa	194.58	190.42	185.91	181.05	175.82	170.21	164.22
Listrik	74.75	79.2	85.72	92.52	99.59	106.94	114.66
Gas	0.2	0.2	0.21	0.22	0.23	0.23	0.24
BBM	48.8	49.51	52.49	55.62	58.92	62.39	66.02
Terbarukan	1.3	1.43	1.56	1.69	1.81	1.93	2.04
Total	319.63	320.76	325.89	331.1	336.37	341.7	347.18

9. Proyeksi Energi Final Sektor Komersial (Skenario BAU, Juta SBM)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Biomasa	1.60	1.72	1.85	2.00	2.16	2.34	2.53
Listrik	25.78	28.56	31.28	34.32	37.66	41.33	45.37
Gas	1.12	1.20	1.29	1.39	1.51	1.63	1.77
BBM	9.26	9.93	10.70	11.55	12.49	13.51	14.63
Terbarukan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	37.76	41.42	45.11	49.26	53.81	58.81	64.30
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Biomasa	2.75	2.98	3.23	3.52	3.83	4.17	4.54
Listrik	49.84	54.80	60.30	66.42	73.25	80.90	89.47
Gas	1.91	2.08	2.26	2.45	2.67	2.91	3.17
BBM	15.86	17.21	18.69	20.31	22.10	24.07	26.24
Terbarukan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	70.36	77.06	84.47	92.70	101.85	112.04	123.41

10. Proyeksi Energi Final Sektor Komersial (Skenario KEN, Juta SBM)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Biomasa	1.60	1.68	1.80	1.92	2.06	2.22	2.38
Listrik	25.78	27.92	30.34	33.03	35.96	39.16	42.65
Gas	1.12	1.17	1.25	1.34	1.44	1.54	1.66
BBM	9.26	9.33	9.57	10.25	10.06	10.80	11.61
Terbarukan	0.00	0.39	0.83	0.90	1.95	2.11	2.28
Total	37.76	40.49	43.79	47.44	51.47	55.83	60.58
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Biomasa	2.56	2.76	2.97	3.20	3.45	3.73	4.03
Listrik	46.48	50.69	55.32	60.44	66.11	72.40	79.41
Gas	1.79	1.92	2.07	2.23	2.41	2.60	2.81
BBM	12.48	13.43	14.34	15.31	16.37	17.51	18.74
Terbarukan	2.47	2.68	3.06	3.49	3.97	4.51	5.12
Total	65.78	71.48	77.76	84.67	92.31	100.75	110.11

11. Proyeksi Energi Final Sektor Lainnya (Skenario BAU, Juta SBM)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Biomasa	0	0	0	0	0	0	0
Gas	0	0	0	0	0	0	0
BBM	30.01	32.21	34.68	37.46	40.5	43.83	47.47
Terbarukan	0	0	0	0	0	0	0
Total	30.01	32.21	34.68	37.46	40.5	43.83	47.47

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Biomasa	0	0	0	0	0	0	0
Gas	0	0	0	0	0	0	0
BBM	51.46	55.84	60.64	65.93	71.73	78.12	85.16
Terbarukan	0	0	0	0	0	0	0
Total	51.46	55.84	60.64	65.93	71.73	78.12	85.16

12. Proyeksi Energi Final Sektor Lainnya (Skenario KEN, Juta SBM)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Biomasa	0	0	0	0	0	0	0
Gas	0	0	0	0	0	0	0
BBM	30.01	31.25	33.3	35.59	38.07	40.76	43.67
Terbarukan	0	0	0	0	0	0	0
Total	30.01	31.25	33.3	35.59	38.07	40.76	43.67
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Biomasa	0	0	0	0	0	0	0
Gas	0	0	0	0	0	0	0
BBM	46.83	50.25	53.97	58.01	62.41	67.18	72.38
Terbarukan	0	0	0	0	0	0	0
Total	46.83	50.25	53.97	58.01	62.41	67.18	72.38

13. Proyeksi Energi Primer (Skenario BAU, Juta SBM)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Biomasa	292.9	307.7	319.3	331.6	345.3	359.7	374.9
Minyak Bumi	371.0	443.4	443.4	443.4	443.4	443.4	443.4
Listrik	13.2	0.0	0.0	0.0	0.9	3.2	6.9
Tenaga Air	10.8	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Gas Bumi	436.6	502.6	567.7	603.8	639.3	675.8	739.5
BBM	55.9	97.7	158.4	250.9	344.2	440.8	519.9
Terbarukan	10.2	13.6	13.9	14.3	14.6	14.8	15.1
Batubara	274.1	325.9	339.0	353.7	372.0	392.2	414.8
Total	1464.8	1699.0	1849.7	2005.8	2167.6	2337.9	2522.6
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Biomasa	391.0	408.0	426.3	445.9	466.7	488.9	512.6
Minyak Bumi	443.4	443.4	556.8	556.8	556.8	556.8	556.8
Listrik	13.7	45.2	67.0	91.7	118.9	148.8	181.9
Tenaga Air	8.0	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
Gas Bumi	779.9	818.2	865.6	916.0	970.9	1031.1	1097.2
BBM	616.2	644.8	607.8	678.7	753.5	832.7	916.7

Terbarukan	15.3	14.4	14.7	15.0	15.3	15.6	16.0
Batubara	439.9	458.8	490.5	525.9	565.4	609.5	658.9
Total	2707.4	2840.4	3036.4	3237.6	3455.1	3691.1	3947.7

14. Proyeksi Energi Primer (Skenario KEN, Juta SBM)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Biomasa	292.9	279.4	283.1	285.9	291.8	297.8	303.9
Minyak Bumi	371.0	442.8	442.6	442.3	442.1	556.5	670.7
Listrik	13.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
Tenaga Air	10.8	8.4	8.6	8.8	9.8	10.7	11.1
Gas Bumi	436.6	441.7	479.1	518.9	555.7	583.5	639.3
BBM	55.9	10.2	30.5	57.8	36.1	136.8	143.9
Terbarukan	10.2	34.6	49.2	59.9	112.3	143.5	172.7
Batubara	274.1	426.8	472.9	509.6	557.9	597.0	644.4
Total	1464.8	1644.1	1766.2	1883.8	2006.1	2326.2	2298.6
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Biomasa	310.2	316.6	326.1	335.0	344.3	353.8	363.8
Minyak Bumi	670.4	670.0	669.7	669.4	669.0	668.7	668.4
Listrik	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.1
Tenaga Air	12.7	13.8	15.0	16.1	17.0	17.6	21.4
Gas Bumi	674.5	730.3	774.4	826.1	886.5	959.9	1025.4
BBM	110.5	89.5	52.8	11.3	38.8	99.1	149.2
Terbarukan	210.7	236.1	249.8	265.1	283.8	306.0	366.9
Batubara	678.0	727.2	800.5	871.5	935.6	987.7	1025.2
Total	2446.2	2604.7	2782.7	2972.1	3175.2	3392.9	3621.5

15. Proyeksi Emisi GRK per Sektor (Skenario BAU, Juta ton CO₂)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Rumah Tangga	28.9	29.8	30.6	31.4	32.2	33.0	33.9
Transportasi	123.1	177.3	195.8	214.0	227.8	241.9	256.3
Industri	124.6	143.2	157.1	172.8	192.3	214.1	238.5
Komersial	4.4	4.7	5.1	5.5	5.9	6.4	7.0
Lainnya	12.8	13.8	14.8	16.0	17.3	18.7	20.3
Pembangkit	140.0	160.6	175.5	193.3	214.1	234.9	255.9
Total	433.8	529.3	578.8	633.0	689.6	749.1	811.8
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Rumah Tangga	34.7	35.6	36.6	37.5	38.5	39.4	40.4
Transportasi	271.2	286.4	304.6	323.3	342.6	362.5	382.9
Industri	265.8	296.4	331.2	370.3	414.3	463.7	519.2

Komersial	7.6	8.2	8.9	9.7	10.5	11.5	12.5
Lainnya	22.0	23.9	25.9	28.2	30.7	33.4	36.4
Pembangkit	274.1	255.6	256.9	257.0	257.1	257.2	257.2
Total	875.3	906.1	964.1	1026.0	1093.6	1167.5	1248.6

16. Proyeksi Emisi GRK per Sektor (Skenario KEN, Juta ton CO₂)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Rumah Tangga	28.9	28.5	28.8	29.0	29.2	29.4	29.6
Transportasi	123.1	166.3	178.6	192.5	188.9	197.7	206.4
Industri	124.6	137.9	148.6	161.8	175.6	193.5	213.2
Komersial	4.4	4.5	4.6	4.9	4.9	5.2	5.6
Lainnya	12.8	13.4	14.2	15.2	16.3	17.4	18.7
Pembangkit	140.0	174.0	189.6	201.7	215.7	224.7	237.6
Total	433.8	524.5	564.5	605.2	630.5	667.9	711.1
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Rumah Tangga	29.7	29.8	30.9	32.0	33.2	34.5	35.8
Transportasi	215.2	224.0	231.9	239.5	246.9	254.1	261.2
Industri	235.1	259.3	286.2	316.0	349.1	385.7	426.4
Komersial	6.1	6.5	7.0	7.4	8.0	8.5	9.1
Lainnya	20.0	21.5	23.1	24.8	26.7	28.7	31.0
Pembangkit	244.6	259.5	287.5	316.1	344.4	371.3	379.4
Total	750.7	800.6	866.5	935.9	1008.3	1082.8	1142.8

17. Proyeksi Emisi GRK per Jenis Energi (Skenario BAU, Juta ton CO₂)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Biomasa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LPG	15.9	17.1	17.7	18.2	18.7	19.2	19.8
Gas	52.6	66.6	74.4	81.8	89.3	97.5	106.3
Avgas/Avtur	10.1	12.5	14.6	16.0	17.6	19.3	21.1
Bensin	63.1	72.9	79.0	85.2	90.2	95.4	100.4
Minyak Tanah	4.7	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1
Minyak Solar	98.0	101.0	113.2	128.1	143.0	158.7	175.0
Minyak Diesel	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0
Minyak Bakar	26.7	49.5	60.7	73.7	87.8	102.0	116.8
Batubara	162.3	203.9	213.4	223.9	236.4	250.2	265.3
Total	433.8	529.3	578.8	633.0	689.6	749.1	811.8
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Biomasa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LPG	20.4	21.2	21.8	22.4	23.1	23.7	24.6

Gas	116.7	127.1	139.8	153.9	169.9	187.8	209.5
Avgas/Avtur	23.3	25.7	28.2	30.8	33.7	36.9	40.6
Bensin	106.2	112.3	118.8	125.2	131.7	138.1	145.5
Minyak Tanah	6.4	6.7	7.0	7.3	7.7	8.0	0.0
Minyak Solar	190.5	193.6	205.0	216.7	229.3	242.9	259.2
Minyak Diesel	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.2
Minyak Bakar	127.2	118.8	120.9	122.9	125.1	127.5	131.1
Batubara	283.6	299.6	321.4	345.2	371.5	400.7	435.9
Total	875.3	906.1	964.1	1026.0	1093.6	1167.5	1248.6

18. Proyeksi Emisi GRK per Jenis Energi (Skenario KEN, Juta ton CO₂)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Biomasa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LPG	16.0	19.4	20.6	21.0	21.1	21.4	21.7
Gas	52.9	58.4	64.2	72.0	77.5	83.3	90.9
Avgas/Avtur	10.1	11.9	13.7	14.8	15.6	16.8	18.1
Bensin	63.4	69.0	73.0	76.9	77.9	80.0	82.1
Minyak Tanah	2.1	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0
Minyak Solar	98.6	86.3	88.8	94.4	88.3	92.2	96.5
Minyak Diesel	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9
Minyak Bakar	26.8	22.3	20.5	19.5	17.5	16.0	15.5
Batubara	163.3	255.2	281.6	304.2	330.2	355.8	383.4
Total	433.8	524.5	564.5	605.2	630.5	667.9	711.1
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Biomasa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LPG	22.0	22.3	23.7	25.2	26.7	28.4	30.5
Gas	101.0	112.5	123.9	137.8	156.1	178.8	195.6
Avgas/Avtur	19.5	21.0	22.7	24.5	26.5	28.8	31.4
Bensin	84.2	86.1	87.8	89.2	90.4	91.8	93.6
Minyak Tanah	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.2	0.0
Minyak Solar	101.2	106.3	111.9	118.5	126.4	135.6	144.5
Minyak Diesel	1.0	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8
Minyak Bakar	16.6	17.9	20.4	25.2	33.1	43.0	45.6
Batubara	403.1	431.1	472.5	511.6	544.6	571.7	599.8
Total	750.7	800.6	866.5	935.9	1008.3	1082.8	1142.8

TIM PENYUSUN

Pengarah

Sekretaris Jenderal KESDM

Penanggungjawab

Kepala Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM

Atena Falahti

Kepala Bidang Kajian Strategis

Ketua

Arifin Togar Napitupulu

Kepala Sub Bidang Kajian Strategis Mineral

Wakil Ketua

Aang Darmawan

Kepala Sub Bidang Kajian Strategis Energi

Koordinator

Aries Kusumawanto

Anggota

Tri Nia Kurniasih

Golfritz Sahat Sihotang

Agus Supriadi

Catur Budi Kurniadi

Ameri Isra

Narasumber

Agus Sugiono

BPPT

Sidik Budoyo

BPPT



Dalam rangka menanggulangi dampak pemanasan global, perlu adanya inventori, mitigasi dan adaptasi. Inventori dilakukan untuk mengetahui sumber emisi gas rumah kaca serta besar emisi yang dihasilkan. Hasil inventori menunjukkan bahwa pembangkit listrik, sektor industri dan sektor transportasi merupakan kontributor emisi CO₂ untuk jangka panjang. Mitigasi dilakukan untuk memperoleh level emisi tertentu dengan mengganti teknologi yang sudah ada dengan teknologi yang baru. Mitigasi emisi merupakan upaya penting dalam membantu mengarahkan penentuan aktivitas kegiatan yang menuju pada menurunnya emisi GRK.

www.esdm.go.id

**PUSAT DATA DAN TEKNOLOGI INFORMASI ENERGI
DAN SUMBER DAYA MINERAL
KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL**

2013