

ANALISIS PEMANFAATAN SUMBER DAYA ENERGI MINYAK DAN GAS BUMI DI INDONESIA

Lintang Rahmayanti¹, Dita Mey Rahmah², dan Larashati³

^{1,2,3}Program Studi S2 Pendidikan Sains FKIP Universitas Sebelas Maret
Jalan Ir. Sutami 36A Surakarta

E-mail : lintangrahma81@gmail.com¹, ditamey99@gmail.com², larashati@student.uns.ac.id³

Abstrak: Penulisan dari artikel ini bertujuan untuk memaparkan beberapa energi alternatif yang dapat digunakan sebagai solusi untuk permasalahan energi di Indonesia. Penelitian dilakukan dengan metode *literature review*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumber energi utama yang paling banyak digunakan untuk pemenuhan kebutuhan bahan bakar masyarakat Indonesia berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak dan gas bumi. Sementara itu, cadangan minyak bumi di Indonesia hanya tersedia untuk 9,5 tahun dan gas bumi untuk 19,9 tahun. Pemanfaatan sumber daya energi minyak bumi selain mendatangkan manfaat juga menyebabkan berbagai jenis kerusakan dan pencemaran lingkungan. Upaya pemulihan sumber daya energi dapat dilakukan melalui konservasi energi, diversifikasi energi, intensifikasi energi, dan rekomendasi lain. Salah satunya, yaitu dengan melakukan pengembangan dan penerapan potensi sumber daya energi alternatif berupa Energi Baru dan Terbarukan (EBT) di Indonesia. Kesimpulan dari penulisan artikel yaitu terdapat beberapa energi alternatif yang dapat digunakan sebagai solusi untuk permasalahan energi di Indonesia meliputi energi panas bumi, energi air, energi angin, energi nuklir, dan energi surya. Usaha yang serius dan sistematis untuk mengembangkan dan menerapkan sumber energi alternatif harus segera dilakukan. Kerjasama dan koordinasi antar lembaga atau pihak-pihak terkait serta dukungan dari berbagai sektor dan masyarakat harus terus ditingkatkan untuk mewujudkan implementasi sumber EBT.

Kata kunci : *energi alternatif, energi baru dan terbarukan, gas bumi, minyak bumi*

PENDAHULUAN

Energi memiliki peran penting dalam kehidupan manusia karena segala aktivitas manusia membutuhkan energi. Indonesia merupakan negara yang masih memanfaatkan energi minyak bumi sebagai sumber energi utama. Berbagai jenis aktivitas dalam kehidupan sehari-hari hampir selalu berkaitan dengan produk-produk yang berasal dari minyak bumi, seperti *Liquified Petroleum Gases* (LPG), bensin, *aviation turbine fuel* (avtur), bahan bakar diesel, minyak pelumas, aspal, kerosin, dan sebagainya.

Berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), cadangan minyak bumi Indonesia hanya tersedia untuk 9,5 tahun dan gas bumi untuk 19,9 tahun dengan asumsi tidak ada penemuan baru cadangan minyak dan gas bumi. Selain itu, ditinjau dari pencapaian produksi rata-rata minyak dan gas bumi dalam dua tahun terakhir menunjukkan terjadinya penurunan akibat adanya penurunan *performance reservoir* secara alami (*natural decline*) dan tidak ditemukannya cadangan besar yang dapat menggantikan cadangan yang terus diproduksi. Artinya,

terdapat penurunan dari segi kuantitas minyak bumi dan dalam jangka waktu tertentu dapat habis (Kementerian ESDM, 2019).

Minyak dan gas bumi termasuk dalam Sumber Daya Alam (SDA) tak terbarukan. Minyak dan gas bumi suatu saat dapat habis dan tidak mungkin lagi untuk diproduksi atau dibentuk ulang. Minyak dan gas bumi memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan memiliki kemampuan bekerja yang lebih efisien, namun mengandalkan SDA minyak dan gas bumi sebagai pendukung pembangunan untuk sepanjang masa jelas bukan pilihan yang tepat (Garg, et al., 2020).

Pemanfaatan minyak bumi secara terus-menerus tidak hanya membuat jumlahnya menjadi semakin berkurang, tetapi juga menimbulkan berbagai macam dampak negatif bagi makhluk hidup maupun lingkungan. Dampak negatif bagi lingkungan yaitu berupa pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan dapat terjadi karena energi dan bahan baku yang digunakan dalam pengolahan minyak bumi baik itu melalui proses fisika maupun proses kimia dapat menghasilkan gas karbonmonoksida,

karbondioksida, belerang, oksida, dan uap air (Jurdilla, et al., 2019).

Untuk mengantisipasi habisnya SDA energi minyak dan gas bumi di Indonesia serta dampak negatif yang ditimbulkan, pemerintah harus terus mengembangkan EBT yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif yang lebih bersih dan berkelanjutan. Oleh karena itu, penulisan dari artikel ini bertujuan untuk memaparkan beberapa energi alternatif yang dapat digunakan sebagai solusi untuk permasalahan energi di Indonesia.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kepustakaan sehingga metode yang digunakan adalah *literature review*. Data sekunder yang digunakan berupa jurnal, laporan, dan buku terkait SDA energi yang dapat dipertanggungjawabkan. Data dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif kualitatif melalui studi kepustakaan. Miles & Huberman (1984) mengemukakan bahwa aktivitas dalam analisis data kualitatif dilakukan secara interaktif dan berlangsung secara terus-menerus sampai tuntas sehingga data bersifat jenuh. Ukuran kejenuhan data ditandai dengan tidak diperolehnya lagi data atau informasi baru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber energi utama yang paling banyak digunakan untuk pemenuhan kebutuhan bahan bakar masyarakat Indonesia berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan gas alam. Minyak bumi mentah (*crude oil*) merupakan campuran kompleks beberapa hidrokarbon yang berbeda serta masing-masing minyak bumi memiliki sifat fisika, kimia, dan kenampakan yang berbeda antar lokasinya. Secara fisik warna minyak bumi yaitu dari jernih hingga hitam. Secara kimia minyak bumi tersusun atas 84% C, 14% H, 1-3% S, serta kurang dari 1% N₂, O₂, logam, dan garam.

Penentuan kualitas dan kuantitas dari minyak bumi memerlukan adanya perhitungan nilai BS&W (*Basic Sediment and Water*) dan API (*American Petroleum Institute*) (Anshariah, 2016). Nilai BS&W dan API diperoleh melalui beberapa tahapan dan uji laboratorium. Kualitas minyak bumi diklasifikasikan ke dalam beberapa produk yang disesuaikan dengan kegunaan produk. Proses klasifikasi minyak bumi dapat menggunakan beberapa parameter (Wiyantoko, 2016), antara lain menurut:

1. Sumber hidrokarbon
2. Komponen komposisi kimia (jumlah dominan hidrokarbon)
3. *United States Bureau of Mines*
4. UOP "K faktor"
5. API *gravity* atau berat jenis
6. Distribusi karbon
7. *Viscosity-Gravity Constant (VGC)*
8. *Pour Point*

Produk minyak bumi yang berkualitas baik yaitu apabila hanya memiliki sedikit kandungan senyawa kontaminan seperti H₂S, karbondioksida, peroksida organik, karbonil sulfida, asam hidrosianida, dan senyawa kontaminan lainnya. Selain itu, ciri bahwa produk minyak bumi memiliki kualitas yang baik yaitu memiliki rantai karbon yang pendek dan bercabang sehingga nilai titik didihnya semakin kecil dan pembakaran dapat berlangsung lebih cepat.

Indonesia menempati peringkat ke-11 dalam hal produksi gas global dengan cadangan sebesar 96 triliun kaki kubik (TCF) pada tahun 2018 (PWC, 2019). Secara cadangan, Indonesia menempati peringkat ke-13 di dunia dan ke-2 di kawasan Asia-Pasifik (mengikuti China). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) terkait produksi dan konsumsi minyak bumi, pada tahun 2018-2020 kuantitas sumber daya minyak bumi di Indonesia seiring berjalannya waktu menjadi semakin berkurang dikarenakan kebutuhan atau konsumsi yang semakin meningkat, sedangkan produksi semakin menurun seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, produksi minyak dan gas bumi di Indonesia sejak tahun 1996-2020 mengalami fluktuasi, namun penurunan jumlah produksi cenderung terjadi dari tahun ke tahun. Penurunan jumlah produksi minyak bumi dari tahun 1996-2020 yaitu sebesar 289.401.000,5 barel, artinya terjadi lebih dari 50% penurunan jumlah produksi minyak bumi. Sementara itu, jumlah produksi gas bumi dari tahun 1996-2020 mengalami penurunan sebesar 721.185,5 MMscf. Eksploitasi dari minyak dan gas bumi yang tanpa dibarengi dengan penemuan sumber tambang baru dapat menyebabkan minyak dan gas bumi habis.

Sumber daya energi minyak bumi menghasilkan berbagai jenis produk yang beragam dan secara garis besar produk hasil pengilangan minyak bumi dapat digolongkan menurut batasan jumlah karbon dan titik didih seperti yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 1. Produksi Minyak dan Gas Bumi di Indonesia

Tahun	Minyak Mentah dan Kondensat	Gas Alam
	(000 barel)	(MMscf)
1996	548.648,30	3 164 016.20
1997	543.752,60	3 166 034.90
1998	534.892,00	2 978 851.90
1999	494.643,00	3 068 349.10
2000	484.393,30	2 845 532.90
2001	480.116,10	3 762 828.50
2002	397.308,50	2 279 373.90
2003	383.700,00	2 142 605.00
2004	404.992,90	3 026 069.30
2005	387.653,50	2 985 341.00
2006	357.477,40	2 948 021.60
2007	348.348,00	2 805 540.30
2008	358 718,70	2 790 988.00
2009	346 313,00	2 887 892.20
2010	344 888,00	3 407 592.30
2011	329 249,30	3 256 378,90
2012	314 665,90	2 982 753,50
2013	301 191,90	2 969 210,80
2014	287 902,20	2 999 524,40
2015	286 814,20	2 948 365,80
2017	292 373,80	2 781 154,00
2018	281 826,61	2 833 783,51
2019	273 494,80	2 647 985,90
2020 *	259 246,80	2442 830,70

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2021)

Tabel 2. Jenis Produk Minyak Bumi

Produk	Batas karbon		Titik dididih		Titik dididih	
	terendah	tertinggi	terendah (°C)	tertinggi (°C)	terendah (°F)	tertinggi (°F)
Refinery gas	C1	C4	-161	-1	-259	31
Liquefied petroleum gas	C3	C4	-42	-1	-44	31
Naptha	C15	C17	36	302	97	575
Gasoline	C4	C12	-1	216	31	421
Kerosin/bahan bakar diesel	C8	C18	126	258	302	575
Aviation turbine fuel	C8	C16	126	287	302	548
Fuel oil/minyak bakar	C12	>C20	216	421	>343	>649
Lubricating oil/minyak pelumas	>C20		>343		>649	
Wax	C17	>C20	302	>343	575	>649
Asphalt	>C20		>343		>649	
Coal	>C50		>1000		>1832	

(Sumber: Wiyantoko, 2016)

Berbagai jenis produk hasil pengilangan minyak bumi banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dan bahkan memiliki kontribusi yang sangat besar terhadap pembangunan nasional. Sektor industri merupakan salah satu sektor yang membutuhkan energi minyak dan gas bumi untuk memproduksi barang dan jasa. Selain itu, minyak dan gas bumi pada beberapa industri tidak hanya dimanfaatkan sebagai sumber energi saja, tetapi juga berperan sebagai bahan dasar dan bahan pendukung. Bahan bakar minyak dan gas bumi adalah sumber energi penggerak utama untuk transportasi dan

mobilisasi. Selanjutnya, terdapat pula pembangkit listrik yang tenaganya menggunakan bahan bakar minyak dan gas bumi.

Penerimaan Indonesia dari sektor minyak dan gas selalu mengalami peningkatan ekonomi dari tahun ke tahun. Tahun 2011 dan 2012 Indonesia memperoleh pendapatan sebesar USD 35,79 miliar dan USD 36,13 miliar, melebihi target APBN (Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara) yang telah ditetapkan yakni USD 32,40 miliar dan USD 33,48 miliar. Selanjutnya, 3 tahun berikutnya, meski secara persentase pencapaian target menurun, sumbangan minyak dan gas bumi terhadap perekonomian negara masih sangat besar. Dengan demikian, sektor minyak dan gas bumi selama ini telah memberikan peran penting dan strategis bagi pembangunan nasional.

Pemanfaatan Sumber Daya Energi Minyak

Pemanfaatan minyak bumi pada kenyataannya selain mendatangkan dampak positif, di sisi lain juga menimbulkan dampak negatif. Dampak negatif yang ditimbulkan dari pemanfaatan minyak bumi yang sedang berlangsung saat ini yaitu berupa terjadinya berbagai jenis kerusakan. Kerusakan yang terjadi bahkan sudah berlangsung sejak tahap awal dari pemanfaatan minyak bumi itu sendiri. Pembukaan area pertambangan minyak bumi dilakukan dengan jalan melakukan penebangan hutan, pengeringan di Daerah Aliran Sungai (DAS), dan pengalihan arah aliran air sungai. Tindakan yang dilakukan dalam membuka area pertambangan minyak bumi pada akhirnya telah merenggut habitat bagi berbagai macam hewan dan tumbuhan.

Pemanfaatan minyak bumi dalam kehidupan sehari-hari juga dapat memberikan dampak buruk bagi lingkungan maupun kehidupan yaitu berupa polusi udara yang semakin bertambah parah (Nailufar, 2022). Polusi udara dapat timbul karena pembakaran dari minyak bumi menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) yang merupakan salah satu gas rumah kaca. Pembakaran minyak bumi menjadi penyumbang bertambahnya CO₂ di atmosfer. Jika jumlah CO₂ semakin meningkat dengan cepat di udara maka dapat menimbulkan terjadinya pemanasan global (Wiyati, 2019).

Jenis kerusakan lain yang timbul dari adanya pemanfaatan minyak bumi ialah *oil spill* atau tumpahan minyak. *Oil spill* yaitu pencemaran

laut yang diakibatkan oleh hasil operasi kapal tanker (*air ballast*), perbaikan dan perawatan kapal (*docking*), terminal bongkar muat tengah laut, air bilga (saluran buangan air, minyak, dan pelumas hasil proses mesin), *scrapping* kapal, serta yang paling sering terjadi adalah kecelakaan atau tabrakan kapal tanker. *Oil spill* menimbulkan beberapa dampak buruk berupa kematian organisme, perubahan reproduksi dan tingkah laku organisme, terganggunya daerah migrasi ikan, gangguan bau lantung (busuk), terganggunya kegiatan budidaya perikanan, serta kerusakan ekosistem.

Kematian organisme dapat terjadi karena kasus *oil spill* mengakibatkan tingginya risiko kematian massal pada ikan-ikan di tambak atau keramba serta kelas *Bivalvia* (kerang-kerangan) yang memiliki kemampuan migrasi sangat rendah. Selain itu, *oil spill* sebagai Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dapat menyebabkan kematian organisme plankton khususnya pada saat masih dalam fase telur dan larva. Jika *oil spill* bertepatan dengan periode pemijahan (*spawning*), daerah *nursery ground*, serta daerah tertutup atau semi tertutup seperti teluk maka dampak yang ditimbulkan bisa lebih buruk.

Perubahan reproduksi dan tingkah laku organisme dapat terjadi akibat adanya *oil spill* karena hasil penelitian menunjukkan bahwa *Crustacea* membangun sistem indra penciuman yang tajam untuk membantu berbagai aktivitasnya dan keefektifannya dipengaruhi oleh konsentrasi minyak di dalam air. Paparan terhadap B3 membuat sistem indra penciuman pada *Crustacea* terganggu sehingga menjadi kesulitan dalam hal mencari makanan dan proses kawin. *Oil spill* dapat menyebabkan terganggunya daerah migrasi ikan karena beberapa jenis ikan yang bersifat teritorial tidak dapat menghindari bahan pencemar termasuk *oil spill*. Ikan tetap harus kembali ke daerah asal untuk mencari makan dan berkembangbiak meskipun daerah asalnya telah tercemar. *Oil spill* dalam kegiatan budidaya perikanan dapat menyebabkan timbulnya bau lantung pada jenis ikan keramba dan tambang yang tidak memiliki kemampuan bergerak menjauhi *oil spill* sehingga menghasilkan bau dan rasa yang tidak enak pada jaringannya. Peralatan yang digunakan dalam budidaya perikanan seperti jaring dan temali juga tidak dapat digunakan lagi karena sudah tercemar. *Oil spill* sebagai limbah B3 dalam perairan pesisir laut dapat mengganggu ekosistem baik

mangrove, delta sungai, estuari, lamun, maupun terumbu karang yang memiliki fungsi dan peran penting secara ekologis yaitu sebagai habitat serta daerah berkembangbiak dan penyedia makanan untuk organisme dewasa Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (KKP RI, 2022).

Lembaga Pengelola Sumber Daya Energi Minyak Bumi

Pengelolaan minyak bumi diatur dalam Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi, sedangkan lembaga yang mengatur pengelolaan minyak bumi adalah Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi yang berada di bawah dan bertanggungjawab kepada Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi dipimpin oleh Direktur Jenderal. Struktur organisasi dari Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi terdiri atas:

1. Sekretariat Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi;
2. Direktur Pembinaan Program Minyak dan Gas Bumi;
3. Direktur Pembinaan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi;
4. Direktur Pembinaan Usaha Hilir Minyak dan Gas Bumi;
5. Direktur Perencanaan dan Pembangunan Infrastruktur Minyak dan Gas Bumi;
6. Direktur Teknik dan Lingkungan Minyak dan Gas Bumi;
7. Kepala Balai Besar Pengujian Minyak dan Gas Bumi.

Struktur organisasi dari Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi untuk lebih detailnya dapat dilihat melalui laman Kementerian ESDM

yaitu <https://www.esdm.go.id/id/profil/tugas-fungsi/direktorat-jenderal-minyak-dan-gas-bumi> atau melalui lampiran dari artikel.

Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi mempunyai tugas menyelenggarakan perumusan dan pelaksanaan kebijakan di bidang pembinaan, pengendalian, dan pengawasan kegiatan minyak dan gas bumi. Dalam melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud, Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi menyelenggarakan fungsi:

1. Perumusan kebijakan di bidang pembinaan, pengendalian, dan pengawasan kegiatan perusahaan, keteknikan, keselamatan kerja, lingkungan, dan pembangunan sarana dan

prasarana tertentu, serta pengelolaan Penerimaan Negara Bukan Pajak sektor minyak dan gas bumi sesuai dengan peraturan perundang-undangan;

2. Pelaksanaan kebijakan di bidang pembinaan, pengendalian, dan pengawasan kegiatan perusahaan, keteknikan, keselamatan kerja, lingkungan, dan pembangunan sarana dan prasarana tertentu, pengelolaan Penerimaan Negara Bukan Pajak sektor minyak dan gas bumi sesuai dengan peraturan perundang-undangan;
3. Penyusunan norma, standar, prosedur, dan kriteria di bidang pembinaan, pengendalian, dan pengawasan kegiatan perusahaan, keteknikan, keselamatan kerja, lingkungan, dan pembangunan sarana dan prasarana tertentu, serta pengelolaan Penerimaan Negara Bukan Pajak sektor minyak dan gas bumi sesuai dengan peraturan perundang-undangan;
4. Pelaksanaan pemberian bimbingan teknis dan supervisi di bidang pembinaan, pengendalian, dan pengawasan kegiatan perusahaan, keteknikan, keselamatan kerja, lingkungan, dan pembangunan sarana dan prasarana tertentu, serta pengelolaan Penerimaan Negara Bukan Pajak sektor minyak dan gas bumi sesuai dengan peraturan perundang-undangan;
5. Pelaksanaan evaluasi dan pelaporan di bidang pembinaan, pengendalian, dan pengawasan kegiatan perusahaan, keteknikan, keselamatan kerja, lingkungan, dan pembangunan sarana dan prasarana tertentu, serta pengelolaan Penerimaan Negara Bukan Pajak sektor minyak dan gas bumi sesuai dengan peraturan perundang-undangan;
6. Pelaksanaan administrasi Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi; dan
7. Pelaksanaan fungsi lain yang diberikan oleh Menteri.

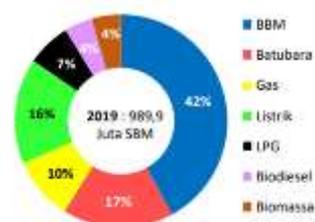
Konsumsi Sumber Daya Energi

Total kebutuhan energi nasional tahun 2019-2050 berdasarkan skenario *Business As Usual* (BAU) diprediksi semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, ekonomi, dan harga energi, serta kebijakan pemerintah. Total kebutuhan energi final diproyeksikan meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 3,5% per tahun. Berdasarkan skenario *Electric Vehicle* (EV) pada tahun 2050 pangsa kebutuhan energi listrik mengalami

Lintang Rahmayanti

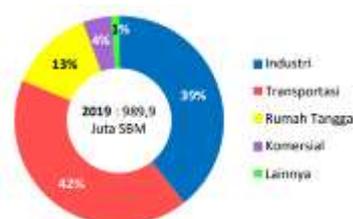
peningkatan menjadi 10% (100,8 juta SBM), sedangkan pangsa kebutuhan bensin mengalami penurunan menjadi 20% (200,3 juta SBM) Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT, 2021).

Total konsumsi energi final di Indonesia pada tahun 2019 yaitu sebesar 989,9 juta SBM (Setara Barel Minyak). Konsumsi energi final per jenis pada tahun 2019 didominasi oleh Bahan Bakar Minyak (BBM) yang meliputi avgas, avtur, bensin, minyak tanah, minyak solar, minyak diesel, dan minyak bakar yaitu sebanyak 42% (meningkat 3% dari tahun 2018). Konsumsi BBM yang tinggi disebabkan karena penggunaan teknologi peralatan BBM dinilai lebih efisien terutama di sektor transportasi (BPPT, 2021). Konsumsi energi per jenis pada tahun 2019 secara lebih rinci dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Konsumsi Energi per Jenis (2019)
(Sumber: BPPT, 2021)

Konsumsi energi terbesar terdapat di sektor transportasi yaitu sebanyak 42% (meningkat 2% dari tahun 2018). Sektor transportasi menggunakan energi yang hampir seluruhnya adalah BBM, terutama bensin. Selain itu, implementasi kebijakan pemerintah berupa konversi minyak tanah ke LPG sebagai konsekuensinya juga membuat konsumsi LPG di sektor rumah tangga menjadi cukup besar. Sektor pertanian, konstruksi, dan pertambangan merupakan sektor yang paling banyak dalam konsumsi minyak solar. Konsumsi energi per sektor pada tahun 2019 secara lebih rinci dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsumsi Energi per Sektor (2019)
(Sumber: BPPT, 2021)

Penyediaan Sumber Daya Energi

Proyeksi penyediaan energi primer periode 2019-2050 disusun berdasarkan asumsi dan data yang terdapat dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). Penyediaan energi primer pada skenario BAU pada tahun 2025 dan 2050 diproyeksikan menjadi 314 MTOE (*Million Tone of Oil Equivalent*) dan 943 MTOE.

1. Gas

Total cadangan gas bumi pada tahun 2019 adalah 50 triliun standar kaki kubik (TCF), menurun 0,019% dibandingkan dengan tahun 2018. Penyediaan gas bumi hingga tahun 2050 diproyeksikan mencapai 167,4 MTOE pada skenario BAU (meningkat 3 kali lipat dari tahun 2018). Sementara itu, berdasarkan skenario Pembangunan Berkelanjutan (PB) dan Rendah Karbon (RK), penyediaan gas bumi menjadi 154,2 MTOE dan 140,3 MTOE. Pemerintah berupaya mengoptimalkan pemanfaatan gas bumi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dengan cara menghentikan ekspor gas setelah semua kontrak ekspor berakhir. Dengan demikian, pada tahun 2040 Indonesia sudah tidak menjadi eksportir gas. Peningkatan kebutuhan gas yang semakin tinggi membuat Indonesia membutuhkan adanya impor gas. Impor gas pada tahun 2050 diproyeksikan mencapai 101,1 MTOE (skenario BAU), 87,8 MTOE (skenario PB), dan 74 MTOE (skenario RK).

2. Minyak

Total cadangan minyak bumi pada tahun 2019 adalah 2,5 miliar standar barel tangki (BSTB), menurun 0,21% dibandingkan dengan tahun 2018. Penyediaan minyak bumi hingga tahun 2050 diproyeksikan mencapai 146,6 MTOE pada skenario BAU (meningkat hampir 3 kali lipat dari tahun 2018). Sementara itu, berdasarkan skenario Pembangunan Berkelanjutan (PB) dan Rendah Karbon (RK), penyediaan gas bumi menjadi 127,1 MTOE dan 106,4 MTOE. Produksi minyak bumi untuk skenario BAU, PB, dan RK di sisi lain pada tahun 2050 menunjukkan tren penurunan akibat rendahnya kegiatan eksplorasi dan tingkat keberhasilan eksplorasi yang dilakukan oleh perusahaan minyak bumi.

Upaya Pemulihan Sumber Daya Energi

1. Konservasi Energi

Konservasi energi dilakukan dengan cara mendorong pemanfaatan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi pemanfaatan energi yang krusial. Konservasi energi dapat dilakukan dengan cara yaitu:

- Konservasi di sisi pembangkit yang didahului audit energi
- Mengurangi pemanfaatan energi yang bersifat konsumtif, keindahan, kenyamanan
- Mengatur waktu pemakaian peralatan
- Menggunakan peralatan yang efisien

2. Diversifikasi Energi

Diversifikasi energi merupakan upaya penganeekaragaman penyediaan dan pemanfaatan energi dalam rangka optimasi penyediaan energi. Diversifikasi energi dilakukan dapat dengan cara mengganti pemanfaatan *non-renewable energy resources* menjadi *renewable energy resources*, misalnya:

- Mengganti BBM dengan Biodiesel (Biosolar) dan Bioetanol
- Mendorong pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di pedesaan
- Mengurangi peran pembangkit BBM dan mengganti dengan pembangkit non-BBM (campuran 10% biodiesel dan 90% solar)

3. Intensifikasi Energi

Intensifikasi energi merupakan upaya pencarian sumber energi baru sehingga dapat meningkatkan cadangan energi.

4. Rekomendasi Lain

Terobosan lain perlu dilakukan dalam rangka mendukung tercapainya target bauran energi primer, antara lain:

- Mendorong peningkatan pemanfaatan mobil listrik disertai pembatasan umur kendaraan maksimal 25 tahun (skenario BAU), 15 tahun (skenario PB), dan 10 tahun (skenario RK)
- Substitusi LPG mulai tahun 2025 menjadi DME (20%), jaringan gas bumi untuk rumah tangga (4,7 juta Sambungan Rumah atau SR), dan kompor listrik induksi (0,5%).

Potensi Sumber Daya EBT

1. Energi Panas Bumi

Wilayah Indonesia sebagian besar merupakan daerah vulkanik yang kaya sumber energi panas bumi. Jalur gunung berapi di Indonesia membentang dari ujung Pulau Sumatera sepanjang Pulau Jawa, Bali, NTT, NTB menuju

Kepulauan Banda, Halmahera, dan Pulau Sulawesi. Jumlah gunung berapi baik yang aktif maupun yang sudah tidak aktif mencapai 150 buah dengan panjang jalur lebih dari 7.500 km dan lebar 50-200 km. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat 217 daerah prospek panas bumi. Total potensi energi panas bumi adalah 19.658 Megawatt (MW) dengan rincian Pulau Jawa sebanyak 8.100 MW, Sumatera sebanyak 4.885 MW, dan sisanya tersebar di Sulawesi dan kepulauan lain. Sumber panas bumi yang sudah dimanfaatkan hingga saat ini sebanyak 803 MW.

2. Energi Air

Indonesia memiliki kondisi topografi berupa pegunungan dan perbukitan serta dialiri oleh banyak sungai dan berbagai daerah tertentu memiliki danau atau waduk yang cukup potensial sebagai sumber energi air. Total potensi energi air di Indonesia adalah 74.976 MW dan sebanyak 70.776 MW berada di luar Pulau Jawa serta 3.105,76 MW sudah dimanfaatkan dan sebagian besar berada di Pulau Jawa. Dengan demikian, Indonesia memiliki potensi besar dalam hal pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). PLTA merupakan teknologi yang ramah lingkungan, menunjang diversifikasi energi, dan mengurangi pemanfaatan BBM.

3. Energi Angin

Beberapa wilayah di Indonesia seperti NTT, NTB, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Pantai Utara Jawa, Pantai Selatan Jawa, dan Karimun Jawa memiliki sumber energi angin yang layak untuk dikembangkan menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Total potensi energi angin di Indonesia adalah 60.647 MW.

4. Energi Nuklir

Energi nuklir merupakan energi baru yang perlu dipertimbangkan karena energi nuklir dapat menghasilkan energi dalam jumlah sangat besar yang dapat mencapai ribuan megawatt, dengan catatan pemanfaatan energi nuklir harus memperhatikan beberapa aspek. Aspek yang perlu diperhatikan antara lain terkait aspek keselamatan, sosial, ekonomi, teknis, Sumber Daya Manusia (SDM), dan teknologi.

5. Energi Surya

Penyediaan minyak bumi di Indonesia seiring dengan bertambahnya waktu terus mengalami peningkatan dan berbanding terbalik dengan total cadangan minyak bumi. Sementara itu, sektor transportasi mayoritas menggunakan konsumsi energi minyak bumi berupa BBM

sebagai energi utama. Oleh sebab itu, perlu dilakukan substitusi BBM ke energi alternatif lain. Pemanfaatan energi surya dapat digunakan sebagai sumber energi listrik untuk moda transportasi seperti mobil listrik dan sepeda motor listrik yang saat ini mulai berkembang. Total potensi energi surya di Indonesia adalah 207.898 MW yaitu sebesar 48,2% dari total potensi energi terbarukan yang ada di Indonesia (Tampubolon & Adiatma, 2019).

SIMPULAN

Berdasarkan pemaparan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa energi alternatif yang dapat digunakan sebagai solusi untuk permasalahan energi di Indonesia terutama energi minyak bumi. Beberapa energi alternatif yang dimaksudkan meliputi energi panas bumi, energi air, energi angin, energi nuklir, dan energi surya. Kenyataan yang ada terkait ketersediaan sumber energi di Indonesia saat ini mengajarkan kepada kita bahwa usaha yang serius dan sistematis untuk mengembangkan dan menerapkan sumber energi alternatif berupa EBT guna mengurangi ketergantungan terhadap energi tak terbarukan terutama minyak bumi harus segera dilakukan. Kerjasama dan koordinasi antar lembaga atau pihak-pihak terkait serta dukungan dari berbagai sektor dan masyarakat harus terus ditingkatkan untuk mewujudkan implementasi sumber EBT.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwar, A., Hotimah, B., Martono, W., Kurniawan, M., & Away, Y. (2010). Crude Oil Grading sebagai Second Reference dalam Penetapan Harga Minyak Bumi Indonesia. *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi*, 44(1), 63-69.
- Anshariah, A. (2016). Studi Penentuan Kualitas dan Kuantitas Minyak Bumi pada Lapangan Minyak Tiaka. *Jurnal Geomine*, 4(2), 274135.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). (2021). *Outlook Energi Indonesia 2021*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2021). *Produksi Minyak Bumi dan Gas Alam Tahun 1996-2020*. Diperoleh 28 September 2022, dari <https://www.bps.go.id/statistictable/2009/06/15/1092/produksi-minyak-bumi-dan-gas-alam-1996-2020.html>.

- Badan Pusat Statistik (BPS). (2019). Oil Production and Consumption 2018: DGOG, *BP Statistical Review of World Energy* 2019.
- Bakhri, S. (2021). *Minyak Bumi di Indonesia*. Diperoleh 13 September 2022, dari <https://osf.io/cpd5z>.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2019). *Statistik Minyak dan Gas Bumi 2019*. Diperoleh 14 September 2022, dari <https://migas.esdm.go.id/uploads/uploads/Statistik-Migas-2019---spread.pdf>.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2021). Menteri ESDM: Cadangan Minyak Indonesia Tersedia untuk 9,5 Tahun dan Cadangan Gas 19,9 Tahun. *Siaran Pers Nomor 028.Pers/04/SJI/2021*. Diperoleh 14 September 2022, dari <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/menteri-esdm-cadangan-minyak-indonesia-tersedia-untuk-95-tahun-dan-cadangan-gas-199-tahun>.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2022). *Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi*. Diperoleh 14 September 2022, dari <https://www.esdm.go.id/id/profil/tugas-fungsi/direktorat-jenderal-minyak-dan-gas-bumi>.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). (2022). *Tumpahan Minyak (Oil Spill)*. Diperoleh 13 September 2022, dari <https://kkp.go.id/djprl/p4k/page/2626-tumpahan-minyak-oil-spill>.
- Nailufar, N.N. (2022, Januari 2022). Minyak Bumi: Asal Usul, Jenis, dan Dampaknya. *Kompas.com*. Diperoleh 13 September 2022, dari <https://www.kompas.com/skola/read/2020/05/03/060000069/minyak-bumi-asal-usul-jenis-dan-dampaknya?page=all>.
- PwC (PricewaterhouseCoopers). (2019). *Oil and Gas in Indonesia: Investment and Taxation Guide*. 10th Edition. Surabaya: PricewaterhouseCoopers.
- Wati, A.F., Erwan, E.Y., Azizah, N., & Jurdilla, P. (2019). *Industri Pengolahan Minyak Bumi di Indonesia*. Diperoleh 13 September 2022, dari <https://osf.io/preprints/inarxiv/2bvm5/>.
- Wiyati, R. (2019). *Teknologi Ramah Lingkungan*. Diperoleh 13 September 2022, dari <https://sumber.belajar.kemdikbud.go.id/r-epos/FileUpload/Teknologi%20Ramah%20Lingkungan%20SMP/topik3.html>.
- Wiyantoko, B. (2016). *Modul Kuliah Kimia Petroleum Program D3 Analisis Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.