

POTENSI EKSPOR BATUBARA INDONESIA DENGAN NILAI TAMBAH DALAM RANGKA PEMENUHAN KEBUTUHAN ENERGI INTERNASIONAL

POTENTIAL OF INDONESIAN COAL EXPORTS WITH VALUE ADDED TO MEET GLOBAL ENERGY DEMANDS

M. P. Utami*, E. N. Widodo, R. Raharja, F. Amroes, M. A. Fakhruddin, D. M. Sari dan F. J. Krisdianto

Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Jakarta, Jalan Cikini IV Nomor 15, Cikini, Kecamatan Menteng, Jakarta Pusat

*E-mail: putriutamimaulidina@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor batubara terbesar di dunia dengan cadangan sumber daya sebesar 38.84 miliar ton. Jumlah tersebut diproyeksikan mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri hingga 62 tahun ke depan. Di sisi lain, Indonesia mengambil bagian dalam komitmen *Net Zero Emission* untuk bisa meningkatkan penggunaan energi bersih dalam negeri. Terdapat 7 skema hilirisasi batubara yang diharapkan menjadi tulang punggung energi Indonesia maupun dunia. Cadangan batubara yang besar dengan peningkatan nilai tambah melalui skema hilirisasi tersebut dapat meningkatkan harga jual batubara ekspor. Salah satu proyek yang sudah berjalan adalah hilirisasi batubara menjadi *dimethyl ether* (DME) yang dapat mensubstitusi penggunaan LPG dengan dampak yang jauh lebih ramah lingkungan. Dengan demikian, ekspor batubara dengan nilai tambah ini dapat meningkatkan perekonomian nasional dengan tetap mempertimbangkan komitmen penerapan energi bersih. Selain itu, gejolak geopolitik yang terjadi saat ini akibat invasi Rusia terhadap Ukraina berdampak pada terhambatnya pasokan batubara dunia. Oleh karena itu, ekspor batubara Indonesia dengan nilai tambah juga berpotensi mengambil peran dalam pemenuhan kebutuhan energi internasional

Kata kunci: batubara, ekspor, perekonomian nasional, energi bersih

ABSTRACT

With 38.84 billion tons of mineral reserves, Indonesia is one of the top exporters of coal worldwide. It is anticipated that this amount will be sufficient to cover domestic demands for the next 62 years. Indonesia, on the other hand, is participating in the Net Zero Emission commitment in order to boost the usage of clean energy throughout the nation. Seven coal downstream projects are anticipated to become Indonesia's and the world's main sources of energy. The selling price of export coal can rise when there are significant coal reserves and increased added value through the downstream network. The downstreaming of coal into dimethyl ether (DME), which can replace the use of LPG with a much more environmentally friendly impact, is one of the ongoing projects. As a result, exporting coal with this additional value can boost the economy of a country while still taking the implementation of clean energy into account. Additionally, the current geopolitical unrest brought on by Russia's invasion of Ukraine affects the world coal supply. As a result, Indonesian coal exports with added value may potentially contribute to supplying the world's energy demands.

Keywords: coal, export, national economy, clean energy

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumber daya alam yang besar salah satunya adalah batubara. Indonesia sendiri menurut Siaran Pers Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 246.Pers/04/SJI/2021 memiliki cadangan batubara sebesar 38,84 miliar ton. Rata-rata

produksi tahunan Indonesia sekitar 600 juta ton per tahun [1]. Sehingga dalam laporan yang dibuat oleh Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) Energy Study Indonesia memiliki reserves to production ratio (R/P ratio) sebesar 62 [2]. Berdasarkan laporan tersebut maka Indonesia memiliki cadangan batubara untuk 62 tahun kedepan dengan catatan tidak ditemukan cadangan batubara yang baru.

Secara umum di pasar batubara dunia, Indonesia memiliki andil sebesar 3.2% dari total cadangan batubara yang ada di dunia. Indonesia menduduki peringkat 4 untuk total cadangan batubara di Asia Pasifik di bawah Australia, China dan India [2]. Produksi batubara dalam negeri Indonesia pada tahun 2021 mencapai 614 juta ton dengan realisasi pemanfaatan untuk dalam negerinya sebesar 133 juta ton. Dengan kata lain sekitar 481 juta ton diekspor ke negara lain dan mampu menyumbang devisa bagi Indonesia. Selain menyumbang devisa, industri di subsektor minerba sendiri menyerap tenaga kerja sebanyak 244.945 pekerja [3]. Hal ini tentunya menjadi kabar baik untuk proses pemulihan ekonomi Indonesia setelah pandemi covid-19.

Pasar energi saat ini menghadapi gejolak yang cukup ekstrim sebagai akibat dari adanya ketegangan geopolitik serta peningkatan kebutuhan energi akibat pemulihan ekonomi pasca pandemi Covid-19. Walaupun konflik antara Ukraina dan Rusia berlangsung pada ribuan kilometer dari Indonesia, akan tetapi efeknya bisa dirasakan sampai di Indonesia. Dampak dari terjadinya konflik ini berupa efek secara ekonomi. Hal ini ditandai dengan kenaikan inflasi yang disebabkan kenaikan harga minyak dan makanan [4]. Dengan adanya kabar tersebut tentunya kebutuhan energi listrik dunia pun akan naik. Kebutuhan akan batubara sebagai salah satu raw material pembangkit listrik utama di Indonesia maupun di beberapa negara dunia lainnya pasti juga akan meningkat.

Melalui beberapa latar belakang yang telah disebutkan maka disusunlah laporan penelitian ini dalam bentuk kajian literatur yang membahas tentang potensi batubara di Indonesia dalam mengatasi krisis ekonomi dan energi di dunia. Selain itu juga perlu diidentifikasi peluang dan tantangan untuk meningkatkan nilai tambah batubara, khususnya di era penerapan energi bersih terkait komitmen *Net Zero Emission* melalui.

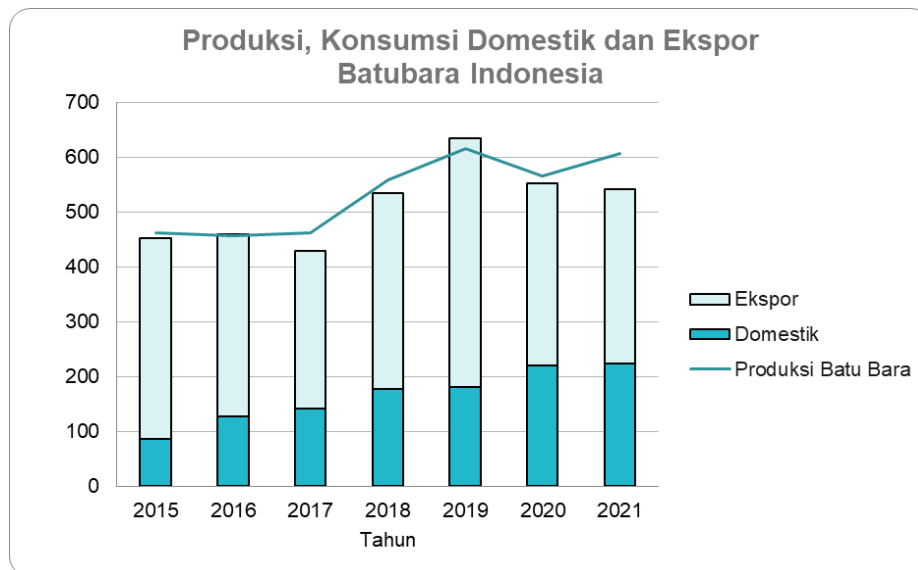
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 25 - 30 Juni 2022, yang dimulai dengan penetapan judul, pengumpulan literatur pendukung, pengolahan data hingga penyelesaian naskah karya tulis ilmiah. Seluruh tahapan dilakukan di Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Jakarta, Provinsi DKI Jakarta. Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan berbagai sumber internet yang bersifat data kuantitatif. Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh peneliti dari berbagai sumber yang telah ada (peneliti sebagai tangan kedua). Berdasarkan latar belakang yang disampaikan, maka perumusan masalah yang dibentuk adalah analisis kualitatif dengan berbagai data yang tersedia yang dapat dikembangkan lebih lanjut. Metodologi penelitian laporan ini meliputi tahap identifikasi masalah, pengumpulan dan pengolahan data, analisis, dan kesimpulan. Berdasarkan latar belakang yang disampaikan, maka perumusan masalah yang akan disampaikan berupa potensi yang dapat dimaksimalkan oleh Indonesia terhadap krisis energi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Batubara Indonesia

Dalam neraca energi Indonesia, produksi energi di Indonesia didominasi oleh energi fosil yang mencakup batubara, gas dan minyak dengan total kontribusi sebesar 94.9% pada tahun 2020. Batubara merupakan penyumbang sumber energi terbesar dengan produksi sebesar 563,7 juta ton tahun 2020. Cadangan utama batubara di Indonesia terutama di Kalimantan dan Sumatera. Indonesia pada tahun 2021 tercatat memiliki sekitar 1.400 perusahaan yang memiliki izin usaha pertambangan dengan status operasi/produksi yang menyumbang pasokan batubara nasional. Produksi batubara di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 606.2 juta ton dengan pertumbuhan sebesar 7.2% dibandingkan tahun sebelumnya [1].



Gambar 1. Produksi, Komsumsi Domestik dan Ekspor Batubara Indonesia [1]

Batu bara sebagai sumber energi dalam kehidupan sehari-hari sebagian besar adalah untuk sumber tenaga listrik. Menurut APBI ICMA (tahun), 48% pasokan batubara di Indonesia dimanfaatkan untuk sumber penerangan. Harga batu bara sebagai bahan bakar lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar minyak, gas alam, dan panas bumi. Oleh karena itu, produksi batu bara masih sangat diminati. Hal ini juga berimplikasi pada kontribusi batubara sebesar 603.14 triliun atau sebesar 39.59% terhadap total PDB Indonesia sektor pertambangan dan penggalan tahun 2021. Pertumbuhannya mencapai 6.6% dibandingkan tahun 2020 dengan pengukuran atas dasar harga konstan (ADHK). Batubara merupakan salah satu penyumbang PNBP (Penerimaan Negara Bukan Pajak) terbesar dalam sektor PNBP Subsektor Minerba. Direktorat Jenderal Mineral Dan Batubara Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dalam catatan capaiannya tahun 2021 mencatatkan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) 192% dari target realisasi [3]. Kontribusi yang besar ini membuat batubara berpotensi untuk ditingkatkan penjualannya dan bisa memberikan nilai tambah PNBP Indonesia. Diharapkan hal ini dapat mempercepat pemulihan ekonomi di Indonesia.

Konsumsi Batubara Indonesia

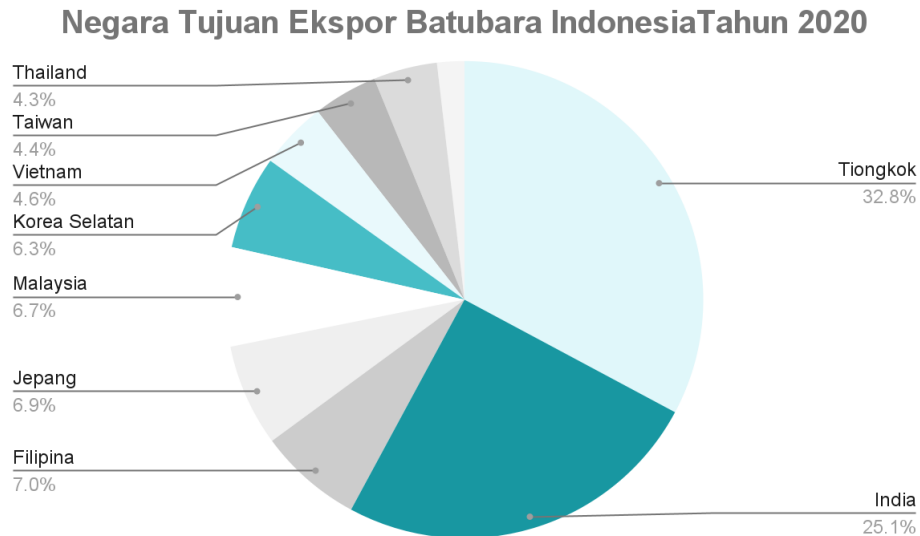
Konsumsi batubara di Indonesia dalam satu dekade tahun 2008-2017 mengalami pertumbuhan sebesar 7.8% dan merupakan pertumbuhan tertinggi di antara 10 negara konsumsi batubara terbesar di dunia. Tercatat hingga 82% konsumsi batubara Indonesia adalah untuk kebutuhan pembangkit listrik. Kontribusinya terhadap produksi listrik on grid dan off grid untuk keperluan pembangkit listrik mencapai 62,0% pada tahun 2020. Sebagian besar PLT batubara ini terdapat di Pulau Jawa [5]. Sedangkan konsumsi batubara terbesar kedua adalah untuk produksi semen dan diikuti dengan kebutuhan industri logam, pupuk, tekstil, dan kertas. Batubara juga dapat dimanfaatkan dalam produksi briket batubara sebagai bahan bakar di sektor rumah tangga ataupun komersial. Namun penggunaannya kurang berkembang karena dinilai kurang praktis dibandingkan LPG. Oleh karena itu, briket batubara saat ini hanya ditemukan digunakan untuk industri kecil. Pada tahun 2020 hanya sebanyak 26.357 TOE batubara yang diolah menjadi briket [5].

Ekspor Batubara Indonesia

Ekspor batubara merupakan salah satu andalan negara dari sektor energi. Saat ini Indonesia masih banyak mengekspor batubara mentah sementara batubara kalori tinggi masih perlu banyak diimpor untuk pemenuhan dalam negeri, khususnya untuk industri besi baja. Pada tahun 2020, tercatat sebesar 71.9% batubara yang diproduksi dimanfaatkan untuk keperluan ekspor. Nilai ini membuat Indonesia menjadi eksportir batubara terbesar kedua di dunia. Negara tujuan ekspor batubara Indonesia terbesar adalah Tiongkok dengan jumlah mencapai 32% dari total volume ekspor batubara Indonesia pada tahun 2020. Pada kuartal 1 tahun 2022, ekspor batubara tercatat menyumbang 4,5% terhadap Produk Domestik Bruto Indonesia [5]. Hal ini menunjukkan besarnya kontribusi batubara sebagai salah satu komoditas unggulan ekspor terhadap perekonomian di Indonesia serta. Harga batubara pada kuartal tersebut juga meningkat cukup signifikan dibandingkan kuartal sebelumnya yaitu sebesar 40.24%.

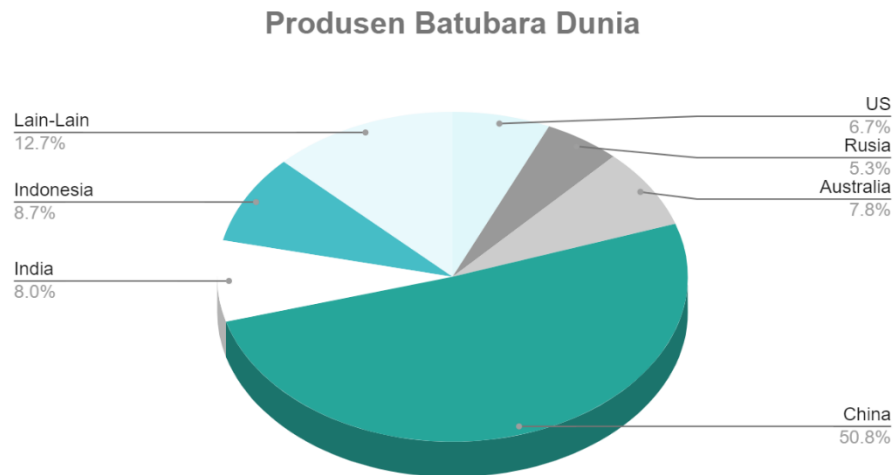
Kebutuhan Batubara Dunia

Sepanjang tahun 2021, permintaan energi global meningkat 5% dibandingkan tahun sebelumnya dimana angka ini hampir mencapai tingkatan sebelum pandemi Covid-19. Konsumsi energi pada tahun 2050 diproyeksikan meningkat 3 kali lipat dibanding tahun 2022 sejalan dengan pertumbuhan elektrifikasi serta standar hidup yang semakin tinggi. Salah satunya dengan pergeseran transportasi ke arah bahan bakar listrik serta peralatan rumah tangga elektronik yang semakin bervariasi. Pemulihan ekonomi terdampak Pandemi Covid-19 telah mengembalikan permintaan pasokan energi. Hal ini juga ditambah dengan adanya hambatan dari sisi suplai sehingga harga juga meningkat cukup signifikan, khususnya untuk gas alam dan listrik [6]. Sementara itu, kebutuhan energi menurut data IEA (International Energy Agency), hingga tahun 2030, diproyeksikan meningkat 45% atau rata-rata sekitar 1.6% per tahun. Batubara masih menjadi sumber energi terbesar yang digunakan untuk kebutuhan pembangkit listrik. Produsen batubara terbesar saat ini adalah China dengan kontribusi sebesar 50.7% sepanjang tahun 2010-2020 [2]. Sedangkan Indonesia sendiri merupakan produsen batubara dengan kontribusi sebesar 8.7% sepanjang tahun 2010-2020 [2].

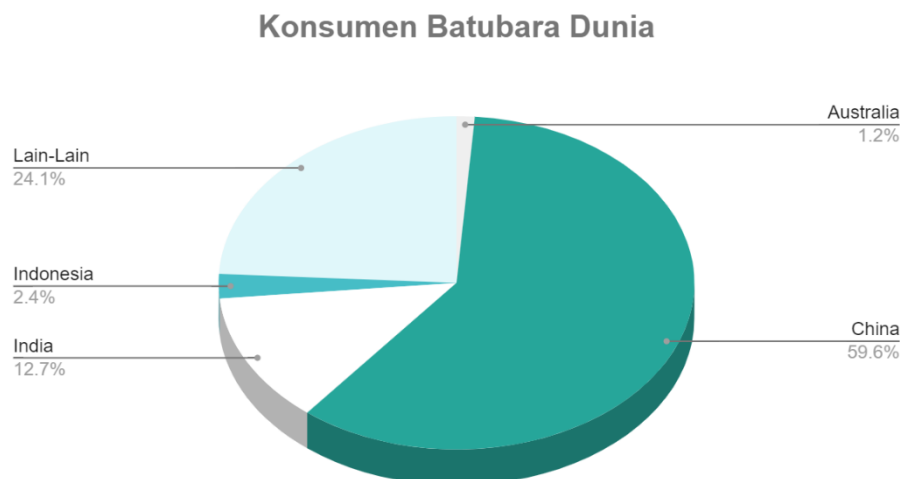


Gambar 2. Negara Tujuan Ekspor Batubara Indonesia Tahun 2020 (Kementerian ESDM 2022)

Pasar energi saat ini menghadapi volatilitas yang cukup ekstrim sebagai akibat dari adanya ketegangan geopolitik serta peningkatan kebutuhan energi akibat pemulihan ekonomi pasca pandemi Covid-19. Konflik di Ukraina dan faktor-faktor lainnya memicu peningkatan harga energi yang sangat signifikan karena adanya ketidakpastian pada keamanan dan affordability pasokan energi. Invasi Rusia terhadap Ukraina mengakibatkan krisis kemanusiaan terbesar sejak perang dunia kedua. Rusia merupakan eksportir terbesar di dunia untuk komoditas gandum. Negara-negara Eropa dan Amerika merupakan beberapa negara tujuan ekspor gandum dari Rusia. Selain itu ketergantungan negara-negara Eropa terhadap pasokan minyak dan gas dari Rusia juga menyebabkan inflasi harga minyak dunia termasuk Indonesia. Terbukti tanggal 1 April 2022, Pertamina yang merupakan perusahaan minyak dan gas negara milik Indonesia menaikkan harga pertalite mengikuti kenaikan harga minyak dunia. Dengan kenaikan harga minyak ini tentunya punya efek baik dalam proses transformasi kendaraan berbahan bakar minyak ke kendaraan berpenggerak motor listrik. Negara dan kawasan seperti China, Uni Eropa dan Amerika telah mengalami kemajuan yang sangat signifikan dalam hal produk dan penjualan kendaraan berpenggerak motor listrik. Kebijakan energi pun berputar di antara mengamankan akses serta diversifikasi sumber energi. Hal ini dikarenakan Rusia memiliki peran besar dalam pasokan energi gas alam dan minyak. Oleh karena itu, permintaan sumber energi substitusi akan meningkat, salah satunya adalah batubara [6].



Gambar 3. Produsen Batubara Dunia (British Petroleum 2022)



Gambar 4. Konsumen Batubara Dunia (British Petroleum 2022)

Tantangan Industri Batubara di Era Energi Bersih

Pasokan energi di Indonesia ikut bertransisi ke arah ekonomi rendah karbon. Hal ini berkaitan dengan *Conference of the Parties* (COP) dimana terdapat 64 negara yang berkomitmen untuk mencapai penurunan emisi dalam beberapa tahun ke depan, termasuk Indonesia. Indonesia telah berkomitmen dalam *Nationally Determined Contribution* (NDC) dan *Long-term Strategy on Low Carbon and Climate Resilience 2050* (LTS-LCCR 2050) yang disampaikan kepada UNFCCC pada Juli 2021 sebagai mandat Perjanjian Paris. Komitmen ini telah diratifikasi dalam UU No. 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement to The United Nations Framework Convention on Climate Change*. Presiden telah menginstruksikan pemanfaatan energi baru terbarukan serta pengembangan industri berbasis energi bersih. Sektor industri yang menyumbang 60% emisi di Indonesia diharapkan mencapai carbon net sink selambatnya pada tahun 2030. Komitmen ini tentunya akan mempengaruhi penggunaan bahan bakar batubara khususnya dalam sektor industri.

Tren energi bersih dalam *energy mix* diproyeksikan mengalami pergeseran dimana pada tahun 2050 diproyeksikan bahwa listrik serta hidrogen dan syngas dapat mencapai 50% dari neraca energi [6]. Dalam NDC, komponen terbesar komitmen Indonesia dalam perubahan iklim adalah sektor energi dan land use pada pembakaran bahan bakar pembangkitan listrik yang menyumbang 35% pembakaran. NDC sektor energi memiliki target reduksi emisi sebesar 314 juta ton pada tahun 2030. Target ini terdiri dari pemanfaatan EBT sebesar 170 juta ton sedangkan sisanya bersumber dari efisiensi energi, penggunaan bahan bakar rendah karbon, serta penggunaan teknologi pembangkit bersih. Menurut Dewan Energi Nasional (DEN), energi fosil, termasuk batubara, masih akan tetap ada tetapi diganti dengan teknologi bersih sehingga emisi dapat tereduksi [7]. Melihat tren ini, maka industri tambang batubara perlu merespon perkembangan yang terkait dengan isu lingkungan serta perubahan iklim.

Potensi Pasokan Batubara Indonesia dengan Nilai Tambah

Cadangan batubara Indonesia banyak diekspor untuk pemenuhan kebutuhan energi di luar negeri. Saat ini Indonesia menjadi salah satu negara pengekspor batubara terbesar di dunia dengan negara tujuan ekspor terbesar adalah Tiongkok, India dan Filipina. Namun dengan potensi cadangan batubara untuk 62 tahun ditambah dengan komitmen transisi energi menuju Net Zero Emission, Indonesia memiliki peluang meningkatkan ekspor batubara untuk kebutuhan di negara lain dengan cadangan yang menipis karena konsumsinya yang tinggi namun produksi rendah. Berdasarkan laporan Reviu Statistik Energi Dunia 2021 yang dibuat oleh British Petroleum, terdapat beberapa negara dengan cadangan batubara yang menipis karena diproyeksikan hanya memiliki cadangan batubara untuk kurang dari 20 tahun yaitu Serbia dan Inggris. Serbia diproyeksikan memiliki cadangan batubara untuk 19 tahun sedangkan Inggris untuk 16 tahun ke depan. Dengan demikian, kedua negara ini juga berpotensi menjadi negara tujuan ekspor batubara dari Indonesia.

Dalam Kebijakan Energi Nasional, terdapat amanat perubahan paradigma kebijakan pengelolaan energi agar mengutamakan pemanfaatannya untuk meningkatkan nilai tambah di dalam negeri. Untuk meningkatkan minat negara tujuan ekspor batubara, maka Indonesia juga perlu meningkatkan nilai tambah batubara di dalam negeri. Dalam rangka penerapan energi bersih melalui *Clean Coal Technology* (CCT), pemerintah telah menyusun tujuh skema hilirisasi batubara (lihat Tabel 1)

Tabel 1. Skema Hilirisasi Batubara [8]

No	Skema Hilirisasi Batubara
1	Gasifikasi batubara
2	Pembuatan kokas (<i>cokes making</i>)
3	<i>Underground coal gasification</i>
4	Pencairan batubara
5	Pembuatan briket
6	Peningkatan mutu batubara
7	<i>Coal slurry/coal water mixture</i>

Salah satu skema gasifikasi batubara Indonesia adalah melalui substitusi LPG dengan *Dimethyl Ether* (DME) yang diproses dari batubara untuk mengurangi ketergantungan impor LPG. Pada 24 Januari 2022, Presiden RI Joko Widodo didampingi Menteri ESDM Arifin Tasrif

telah melakukan peletakan batu pertama pembangunan proyek hilirisasi batubara menjadi DME di Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Adanya proyek ini diharapkan mampu menciptakan nilai tambah produk batubara dalam negeri. DME sebagai bahan bakar energi diprediksi lebih ramah lingkungan karena mudah terurai di udara, nyala api lebih stabil, serta tidak menghasilkan *polutan particulate matter* (PM) dan *nitrogen oksida* (NOX), juga tidak mengandung sulfur serta pembakaran yang lebih cepat dibandingkan LPG [8].

Skema hilirisasi batubara diharapkan dapat menjadi tulang punggung energi baik di Indonesia maupun dunia mengingat kontribusi Indonesia yang besar dalam penggunaan batubara dunia. Harga batubara di Indonesia saat ini juga masih sangat ekonomis sebagai tulang punggung pembangkitan listrik di Indonesia [9]. Proyek hilirisasi batubara menjadi DME merupakan salah satu contoh peningkatan nilai tambah batubara yang dapat dilakukan terhadap cadangan batubara Indonesia. Untuk itu, ekspor cadangan batubara Indonesia dapat mempertimbangkan pengolahan batubara dengan nilai tambah ini sehingga sejalan dengan komitmen penerapan energi bersih dunia. Selain itu, batubara dengan nilai tambah tentunya juga dapat meningkatkan harga jual batubara ekspor sehingga dapat meningkatkan pendapatan negara serta kontribusi batubara terhadap perekonomian Indonesia dengan tetap mempertimbangkan energi bersih.

KESIMPULAN

Indonesia sebagai salah satu produsen batubara terbesar dunia memiliki cadangan batubara yang dapat memenuhi proyeksi kebutuhan dalam negeri hingga 62 tahun ke depan. Cadangan batubara memungkinkan untuk diekspor untuk memenuhi kebutuhan internasional yang saat ini mengalami hambatan sejak terjadinya gejolak geopolitik, khususnya invasi Rusia terhadap Ukraina. Indonesia sendiri saat ini telah menjadi salah satu eksportir batubara terbesar di dunia namun dengan adanya faktor-faktor tersebut di atas, maka potensi ekspor batubara akan dapat ditingkatkan. Namun potensi energi terbarukan diproyeksi akan semakin meningkat dengan adanya komitmen Indonesia dalam *Net Zero Emission* yang menggeser paradigma penggunaan sumber energi sehingga diproyeksi mengurangi konsumsi batubara. Beberapa skema hilirisasi batubara di Indonesia diharapkan dapat memenuhi kebutuhan energi internasional di era penerapan energi bersih dalam memenuhi komitmen penurunan emisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Jakarta atas sarana dan prasarana yang disediakan. Penulis juga berterima kasih kepada semua pihak yang terkait yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini termasuk kepada BSPJI Jakarta yang telah mengadakan kegiatan publikasi jurnal. Penulis berharap artikel ini bermanfaat untuk para pembaca dan peneliti selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian ESDM, "Cadangan Batubara Masih 38,84 Miliar Ton, Teknologi Bersih Pengelolaannya Terus Didorong," *NOMOR: 246.Pers/04/SJI/2021*, Indonesia, p. 1, Jul. 20, 2021. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/cadangan-batubara-masih-3884-miliar-ton-teknologi-bersih-pengelolaannya-terus-didorong>
- [2] British Petroleum, "Statistical Review of World Energy," *Reviewing World Energy Data for 70 Years*, England, 2021. [Online]. Available: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business->

- sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-coal.pdf
- [3] Kementerian ESDM, "Tahun 2021, PNB dan Investasi Subsektor Minerba Lebih Target," *NOMOR: 32.Pers/04/SJI/2022*, Indonesia, Jul. 20, 2022. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/tahun-2021-pnbp-dan-investasi-subsektor-minerba-lebih-target>
- [4] R. E. Mbah and D. Wasum, "Russian-Ukraine 2022 War: A Review of the Economic Impact of Russian-Ukraine Crisis on the USA, UK, Canada, and Europe," *Adv. Soc. Sci. Res. J.*, vol. 9, no. 3, pp. 144–153, 2022, doi: 10.14738/assrj.93.12005.
- [5] Badan Pusat Statistik, *Neraca Energi Indonesia 2016-2020*, 1st ed. Indonesia: Badan Pusat Statistik Indonesia, 2020.
- [6] Mc Kinsey & Company, "Global energy perspective 2022," 2022.
- [7] Dewan Energi Nasional, "Laporan Hasil Analisis Neraca Energi Nasional 2021," Indonesia, 2021.
- [8] Kementerian ESDM, "Jadi Tumpuan Energi Nasional, Pemerintah Kembangkan Tujuh Skema Hilirisasi Batubara," *NOMOR: 303.Pers/04/SJI/2020*, Indonesia, Oct. 15, 2020. [Online]. Available: [esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/jadi-tumpuan-energi-nasional-pemerintah-kembangkan-tujuh-skema-hilirisasi-batubara](https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/jadi-tumpuan-energi-nasional-pemerintah-kembangkan-tujuh-skema-hilirisasi-batubara)
- [9] Dewan Energi Nasional, "Tantangan Masa Depan Batubara Dalam Menghadapi Transisi Clean Energy," Indonesia, Jan. 22, 2022. [Online]. Available: <https://den.go.id/index.php/dinamispage/index/1192-tantangan-masa-depan-batubara-dalam-menghadapi-transisi-clean-energy.html>