

BATUBARA: DAMPAK DAN TANTANGAN

Ketergantungan pada ekspor batubara sebagai sumber pendapatan devisa juga menciptakan risiko yang rentan terhadap fluktuasi harga internasional dan tren global yang semakin beralih ke energi terbarukan

Dodi Frianto, Eko Sutrisno, Agus Wahyudi

Pengendali Ekosistem Hutan Muda

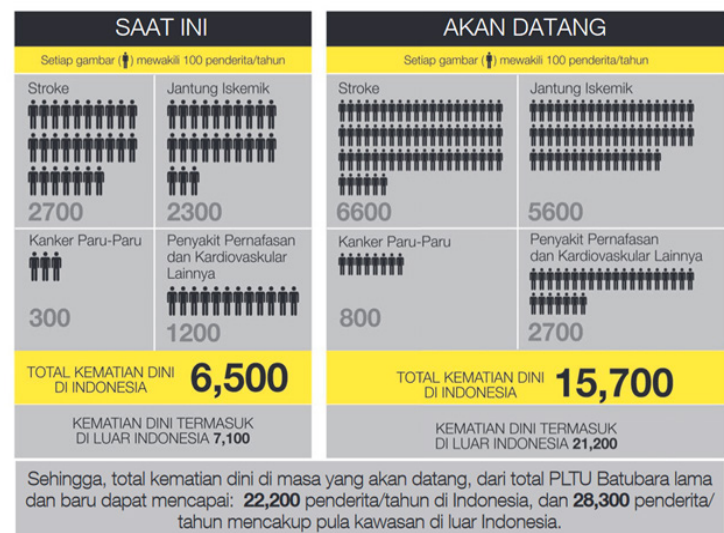
Balai Penerapan Standar Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kuok

Email: dfrianto@gmail.com

Indonesia memiliki cadangan batubara yang sangat besar dan merupakan salah satu negara penghasil serta pengekspor batubara terbesar di dunia. Menurut data dari Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), cadangan batubara Indonesia mencapai sekitar 38,84 miliar ton pada tahun 2020, yang tersebar di berbagai daerah, terutama di Kalimantan dan Sumatera. Dalam hal produksi, Indonesia mencatatkan jumlah produksi sekitar 614 juta ton pada tahun 2021, dengan sekitar 435 juta ton atau lebih dari 70% produksinya diekspor, terutama ke negara-negara Asia seperti Tiongkok, India, Jepang, dan Korea Selatan. Industri batubara berkontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) nasional, mencapai 4,5% dari total PDB, serta menghasilkan devisa lebih dari USD 20 miliar pada tahun 2021 (Kementerian ESDM, 2021).

Namun, di tengah besarnya kontribusi ekonomi tersebut, penggunaan batubara juga membawa dampak negatif yang sangat serius. Proses pembakaran batubara menghasilkan emisi gas rumah kaca, khususnya karbon dioksida (CO₂), yang menjadi salah satu penyebab utama perubahan iklim global. Menurut data Badan Energi Internasional (IEA) tahun 2021, pembangkit listrik berbahan bakar batubara di seluruh dunia menyumbang sekitar 35% dari total emisi CO₂ global. Di Indonesia sendiri, sektor energi menyumbang sekitar 60% dari total emisi gas rumah kaca nasional, dan batubara menjadi penyumbang utama karena dominasi penggunaannya dalam pembangkit listrik (IEA, 2021).

Selain itu, dampak negatif penggunaan batubara juga terlihat dalam hal kesehatan. Data dari *World Health Organization* (WHO) menunjukkan bahwa polusi udara akibat pembakaran batubara dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius, seperti penyakit pernapasan, penyakit kardiovaskular, dan kanker paru-paru. WHO memperkirakan bahwa sekitar 7 juta kematian dini di seluruh dunia setiap tahunnya terkait dengan polusi udara, dan pembakaran bahan bakar fosil, termasuk batubara, merupakan salah satu kontributor terbesar. Di Indonesia, studi dari Kementerian Kesehatan pada tahun 2019 menemukan bahwa lebih dari 34% masyarakat yang tinggal di sekitar PLTU berbahan bakar batubara menderita gangguan pernapasan, angka ini jauh lebih tinggi dibandingkan masyarakat yang tinggal di daerah tanpa PLTU.



Sumber: Greenpeace, 2016

Gambar 1. Estimasi angka kematian dini akibat pembangunan Batubara

Dalam hal ekonomi, ketergantungan yang tinggi pada batubara menimbulkan risiko yang signifikan. Misalnya, fluktuasi harga batubara internasional sangat memengaruhi pendapatan ekspor Indonesia. Pada tahun 2020, ketika pandemi *COVID-19* menurunkan permintaan global untuk batubara, harga batubara turun hingga 20%, mengakibatkan penurunan devisa negara dan menyebabkan PHK di beberapa perusahaan tambang. Ketergantungan pada batubara juga berarti Indonesia rentan terhadap kebijakan perubahan iklim global. Banyak negara mulai mengurangi impor batubara untuk memenuhi target *net-zero emissions* mereka. Hal ini menimbulkan tantangan serius bagi Indonesia, yang selama ini mengandalkan ekspor batubara untuk menopang perekonomian.

Pemerintah Indonesia telah menyadari pentingnya transisi energi dan berkomitmen untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 29% pada tahun 2030 dan mencapai *net-zero emissions* pada tahun 2060. Namun, tantangan besar tetap ada, terutama dalam hal pendanaan, pembangunan infrastruktur energi terbarukan, serta pengelolaan dampak sosial dan ekonomi dari transisi ini.

Makalah ini bertujuan untuk mengupas secara mendalam dampak lingkungan, kesehatan, dan ekonomi dari penggunaan batubara di Indonesia, serta tantangan dan strategi dalam upaya mengurangi ketergantungan pada batubara. Dengan pemahaman yang komprehensif tentang dampak dan tantangan ini, diharapkan dapat dirumuskan solusi dan kebijakan yang mendukung transisi energi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan di Indonesia.

Dampak Penggunaan Batubara

Penggunaan batubara sebagai sumber energi memiliki sejumlah dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan, kesehatan, dan ekonomi. Berikut ini adalah uraian lebih rinci mengenai dampak-dampak tersebut..

1. Dampak Lingkungan

1.1 Emisi Gas Rumah Kaca

Proses pembakaran batubara untuk menghasilkan energi melepaskan sejumlah besar karbon dioksida (CO_2), yang merupakan gas rumah kaca utama yang berkontribusi pada pemanasan global. Menurut laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) 2021, pembangkit listrik berbahan

bakar fosil menyumbang sekitar 35% dari total emisi CO_2 global, dengan batubara sebagai kontributor utama. Di Indonesia, emisi CO_2 dari sektor energi, terutama dari PLTU berbahan bakar batubara, menyumbang sekitar 60% dari total emisi gas rumah kaca nasional.

1.2 Polusi Udara dan Partikulat

Selain CO_2 , pembakaran batubara juga menghasilkan partikel berbahaya seperti sulfur dioksida (SO_2), nitrogen oksida (NO_x), dan partikel halus ($\text{PM}_{2.5}$ dan PM_{10}). Partikel halus ($\text{PM}_{2.5}$), yang sangat kecil sehingga bisa terhirup ke dalam saluran pernapasan, menjadi penyebab utama penyakit pernapasan. Studi dari Badan Energi Internasional (IEA) menunjukkan bahwa polusi udara akibat pembakaran batubara merupakan kontributor utama penurunan kualitas udara di kota-kota besar, terutama di negara berkembang termasuk Indonesia.

1.3 Hujan Asam dan Kerusakan Ekosistem

Gas sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_x) yang dilepaskan ke atmosfer melalui pembakaran batubara dapat bereaksi dengan uap air dan menyebabkan hujan asam. Dampak hujan asam merusak tanah dan air, menyebabkan kerusakan pada tanaman, hewan, dan ekosistem secara keseluruhan. Hal ini sangat berdampak pada lahan pertanian, hutan, dan ekosistem perairan.

1.4 Deforestasi dan Kehilangan Keanekaragaman Hayati

Eksplorasi batubara sering dilakukan melalui metode tambang terbuka, yang memerlukan pembukaan lahan dalam skala besar. Kegiatan penambangan ini mengakibatkan deforestasi dan kerusakan habitat alami. Misalnya, tambang batubara di Kalimantan dan Sumatera telah menyebabkan hilangnya jutaan hektar hutan tropis, yang menjadi habitat bagi banyak spesies flora dan fauna endemik. Hilangnya keanekaragaman hayati akibat tambang batubara ini berisiko menyebabkan kepunahan spesies dan mengganggu keseimbangan ekosistem.

1.5 Pencemaran Air dan Tanah

Pembuangan limbah dari proses penambangan dan pencucian batubara mengandung bahan-bahan beracun seperti merkuri, arsenik, dan logam berat lainnya yang dapat mencemari sumber air dan tanah di sekitar area penambangan. Di beberapa wilayah penambangan batubara di Kalimantan, misalnya, tingkat pencemaran

air yang mengandung logam berat ditemukan jauh di atas ambang batas yang diperbolehkan, yang mengancam kesehatan manusia dan keberlanjutan ekosistem perairan.

2. Dampak Kesehatan

2.1 Penyakit Pernafasan

Pembakaran batubara menghasilkan partikel-partikel halus ($PM_{2.5}$ dan PM_{10}) serta gas berbahaya seperti SO_2 dan NO_x , yang berdampak buruk pada kesehatan pernapasan manusia. Menurut data *World Health Organization* (WHO), paparan polusi udara dari pembakaran batubara meningkatkan risiko penyakit asma, bronkitis, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), dan bahkan kanker paru-paru. Di Indonesia, penelitian Kementerian Kesehatan RI pada 2019 menemukan bahwa sekitar 34% masyarakat yang tinggal di sekitar PLTU batubara mengalami gangguan pernapasan, lebih tinggi dibandingkan mereka yang tinggal di area tanpa PLTU.

2.2 Penyakit Jantung dan Stroke

Paparan jangka panjang terhadap polusi udara akibat pembakaran batubara juga dikaitkan dengan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular, seperti penyakit jantung dan stroke. Partikel halus $PM_{2.5}$ dapat masuk ke aliran darah dan menyebabkan peradangan kronis, yang merupakan faktor risiko utama bagi penyakit jantung dan *stroke*. Menurut studi kesehatan yang dipublikasikan dalam jurnal *Lancet*, peningkatan polusi udara di kota-kota besar yang menggunakan energi berbahan batubara berkontribusi pada peningkatan angka kematian akibat penyakit jantung dan *stroke*.

2.3 Dampak pada Perkembangan Anak

Anak-anak yang terpapar polusi udara akibat pembakaran batubara berisiko mengalami gangguan perkembangan paru-paru dan keterlambatan perkembangan kognitif. Studi yang dilakukan di China, salah satu pengguna batubara terbesar, menunjukkan bahwa anak-anak yang tinggal di daerah dengan tingkat polusi udara tinggi memiliki fungsi paru yang lebih rendah dibandingkan dengan anak-anak yang tinggal di daerah dengan udara bersih. Hal ini juga dapat terjadi di daerah sekitar PLTU batubara di Indonesia.

3. Dampak Ekonomi

3.1 Kontribusi Ekonomi Batubara

Industri batubara memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian



Gambar 2. Tambang Batubara ditengah tegakan hutan

Indonesia. Pada tahun 2021, sektor batubara berkontribusi sekitar 4,5% dari PDB nasional dan menghasilkan devisa negara sebesar lebih dari USD 20 miliar dari ekspor batubara. Selain itu, industri ini juga menyediakan lapangan kerja bagi sekitar 250 ribu pekerja langsung, serta jutaan orang lainnya yang bekerja di sektor pendukung, seperti transportasi, jasa, dan logistik (Kementerian ESDM, 2021).

3.2 Biaya Kesehatan dan Lingkungan

Meskipun memberikan kontribusi besar terhadap pendapatan negara, penggunaan batubara juga menimbulkan biaya sosial dan ekonomi yang signifikan. Studi dari Greenpeace pada tahun 2020 memperkirakan bahwa biaya kesehatan akibat dampak polusi udara dari PLTU batubara di Indonesia mencapai USD 3 miliar per tahun, termasuk biaya pengobatan dan hilangnya produktivitas akibat sakit. Selain itu, biaya untuk pemulihan lingkungan akibat kerusakan ekosistem di sekitar tambang batubara diperkirakan mencapai miliaran rupiah setiap tahunnya.

3.3 Risiko Ekonomi Jangka Panjang

Ketergantungan pada batubara juga berisiko dari segi ketidakstabilan harga dan permintaan global. Ketika harga batubara global turun, seperti yang terjadi pada tahun 2020 akibat pandemi *COVID-19*, pendapatan dari ekspor batubara Indonesia menurun drastis. Ketergantungan ini juga menghambat upaya transisi energi karena investasi besar yang telah ditanamkan di sektor ini. Selain itu, dengan meningkatnya kesadaran global terhadap perubahan iklim, negara-negara besar seperti Uni Eropa dan Amerika Serikat beralih dari energi batubara menuju energi terbarukan, sehingga permintaan ekspor batubara diproyeksikan akan menurun dalam beberapa dekade ke depan. Hal ini menciptakan

ketidakpastian ekonomi bagi negara-negara pengekspor batubara seperti Indonesia.

3.4 Ketidakstabilan Lapangan Kerja

Perubahan kebijakan energi global yang semakin berfokus pada energi terbarukan akan mengurangi permintaan batubara dan berdampak pada stabilitas pekerjaan di sektor ini. Ratusan ribu pekerja yang bergantung pada industri batubara di Indonesia berisiko kehilangan pekerjaan jika negara-negara tujuan ekspor utama mengurangi impor batubara mereka. Menghadapi risiko ini, Indonesia harus mempersiapkan kebijakan transisi yang adil (*just transition*), yaitu upaya menciptakan pekerjaan baru di sektor energi terbarukan serta memberikan pelatihan ulang kepada para pekerja yang terdampak.

Tantangan dalam Penggunaan Batubara

Indonesia menghadapi berbagai tantangan besar dalam penggunaan batubara, mulai dari dampak lingkungan hingga tantangan ekonomi dan sosial dalam transisi energi. Beberapa tantangan utama dalam penggunaan batubara di Indonesia antara lain adalah

1. Tantangan Lingkungan

1.1 Emisi Gas Rumah Kaca

Batubara merupakan bahan bakar fosil yang memiliki kandungan karbon tinggi, sehingga proses pembakarannya menghasilkan emisi karbon dioksida (CO₂) dalam jumlah besar. Di tengah krisis iklim global, penggunaan batubara menimbulkan tantangan besar karena Indonesia harus mencapai target pengurangan emisi gas rumah kaca sebesar 29% pada tahun 2030 dan mencapai net-zero emissions pada tahun 2060 (Pemerintah Indonesia, 2021). Dengan kontribusi sektor energi, terutama batubara, sebesar 60% terhadap emisi nasional, target tersebut sulit dicapai tanpa adanya pengurangan drastis dalam penggunaan batubara.

1.2 Kerusakan Ekosistem dan Deforestasi

Penambangan batubara, khususnya tambang terbuka, membutuhkan lahan yang luas dan seringkali dilakukan di wilayah yang kaya akan keanekaragaman hayati, seperti hutan tropis di Kalimantan dan Sumatera. Pembukaan lahan tambang menyebabkan deforestasi dan kehilangan habitat satwa liar. Dampak ini semakin parah dengan tercemarnya sungai dan sumber air akibat limbah tambang yang mengandung bahan beracun seperti merkuri

dan arsenik, yang merusak ekosistem perairan dan membahayakan kehidupan masyarakat di sekitar tambang. Tantangan ini memerlukan regulasi dan pengawasan yang ketat untuk memastikan pengelolaan tambang yang ramah lingkungan.

2. Tantangan Kesehatan Masyarakat

2.1 Polusi Udara dan Penyakit Pernapasan

PLTU batubara menghasilkan polusi udara berupa gas sulfur dioksida (SO₂), nitrogen oksida (NO_x), dan partikel halus (PM_{2.5} dan PM₁₀) yang berdampak pada kesehatan masyarakat, terutama mereka yang tinggal di sekitar area PLTU. Partikel-partikel ini dapat menyebabkan gangguan pernapasan, penyakit kardiovaskular, bahkan kanker paru-paru. Data dari Kementerian Kesehatan pada 2019 menunjukkan bahwa tingkat gangguan pernapasan di sekitar PLTU batubara sekitar 34% lebih tinggi dibandingkan dengan daerah tanpa PLTU. Tantangan ini membutuhkan solusi yang dapat menekan emisi polusi udara, seperti penerapan teknologi pengendalian emisi dan penurunan intensitas pembakaran batubara.

2.2 Beban Biaya Kesehatan

Kesehatan masyarakat yang terpengaruh polusi dari pembakaran batubara juga menimbulkan beban biaya kesehatan yang tinggi. Studi Greenpeace memperkirakan bahwa biaya kesehatan akibat dampak polusi udara dari PLTU batubara di Indonesia mencapai sekitar USD 3 miliar per tahun. Biaya ini tidak hanya mencakup perawatan kesehatan, tetapi juga hilangnya produktivitas tenaga kerja karena meningkatnya angka sakit. Tantangan ini memerlukan kebijakan yang dapat mengintegrasikan biaya sosial dan kesehatan dalam perhitungan penggunaan energi berbasis batubara.



Gambar 3. Kegiatan Pengecekan Kualitas Udara pada tambang batubara

3. Tantangan Ekonomi

3.1 Ketergantungan pada Ekspor Batubara

Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor batubara terbesar di dunia, dengan lebih dari 70% produksinya ditujukan untuk ekspor, terutama ke negara-negara Asia seperti Tiongkok dan India. Ketergantungan pada ekspor ini menimbulkan risiko ekonomi, karena fluktuasi harga batubara internasional sangat berpengaruh pada pendapatan negara. Misalnya, pada tahun 2020 saat pandemi COVID-19 menurunkan permintaan global, harga batubara turun hingga 20%, yang berdampak pada pendapatan devisa dan memicu penurunan produksi di sektor ini. Ketergantungan ini menjadi tantangan karena pasar internasional kini mulai beralih ke energi terbarukan, sehingga menurunkan permintaan akan batubara.

3.2 Investasi di Sektor Energi Terbarukan

Ketergantungan pada batubara juga menghambat investasi di sektor energi terbarukan. Dengan infrastruktur dan teknologi yang didominasi oleh PLTU batubara, upaya diversifikasi energi menjadi energi terbarukan seperti tenaga surya dan angin membutuhkan investasi besar, baik untuk pembangunan infrastruktur maupun untuk pelatihan tenaga kerja. Menurut Kementerian ESDM, Indonesia memerlukan investasi sekitar USD 150 miliar hingga 2030 untuk mencapai target bauran energi terbarukan sebesar 23%. Tantangan dalam mengalihkan investasi ini melibatkan insentif yang mendukung investor, serta strategi kebijakan yang bisa menarik modal ke sektor energi hijau.

4. Tantangan Sosial dan Tenaga Kerja

4.1 Dampak Sosial dan PHK

Peralihan dari energi batubara ke energi terbarukan dapat menimbulkan dampak sosial yang signifikan, termasuk risiko kehilangan pekerjaan bagi ratusan ribu pekerja yang terlibat langsung dan tidak langsung dalam industri batubara. Data dari Asosiasi Pertambangan Batubara Indonesia (APBI) menunjukkan bahwa lebih dari 250 ribu tenaga kerja dipekerjakan langsung di sektor batubara, serta jutaan lainnya bekerja di sektor terkait. Transisi energi ini menimbulkan tantangan besar dalam menyediakan alternatif pekerjaan dan keterampilan baru untuk tenaga kerja yang terdampak.

4.2 Resistensi dari Masyarakat dan Pemangku Kepentingan

Banyak masyarakat dan pemangku kepentingan di daerah penghasil batubara yang bergantung pada sektor ini sebagai sumber pendapatan utama. Akibatnya, ada resistensi atau penolakan terhadap kebijakan transisi energi yang dapat mengancam mata pencaharian mereka. Tantangan ini mengharuskan pemerintah untuk melibatkan masyarakat lokal dan pemangku kepentingan dalam merumuskan kebijakan transisi energi yang inklusif. Program-program pelatihan ulang (*reskilling*) dan pemberdayaan ekonomi di sektor energi terbarukan dapat menjadi solusi untuk mengurangi resistensi dan mendukung adaptasi ekonomi masyarakat yang terdampak.

5. Tantangan Kebijakan dan Regulasi

5.1 Kebijakan yang Tidak Konsisten

Tantangan terbesar dalam transisi energi di Indonesia adalah kebijakan yang sering kali kurang konsisten antara pemerintah pusat dan daerah. Di satu sisi, pemerintah pusat memiliki komitmen untuk mengurangi emisi dan mempercepat penggunaan energi terbarukan, tetapi di sisi lain, pemerintah daerah sering kali masih mengandalkan industri batubara sebagai sumber utama pendapatan daerah. Konflik kebijakan ini memperlambat implementasi program transisi energi, termasuk pembatasan izin tambang dan pengembangan PLTU baru yang masih terjadi di beberapa daerah penghasil batubara.

5.2 Lemahnya Pengawasan dan Penegakan Hukum

Pengawasan terhadap dampak lingkungan dari industri batubara sering kali lemah, terutama terkait pelanggaran yang merusak lingkungan di sekitar area tambang. Penegakan hukum yang kurang tegas terhadap perusahaan-perusahaan yang mencemari lingkungan memperparah dampak negatif dari penggunaan batubara. Lemahnya pengawasan juga berkontribusi pada meningkatnya kasus pencemaran air dan tanah, serta rusaknya ekosistem di sekitar lokasi tambang. Tantangan ini memerlukan penguatan regulasi serta penegakan hukum yang ketat untuk meminimalkan dampak lingkungan dan kesehatan dari kegiatan tambang dan PLTU batubara.

5. Tantangan Teknologi

Teknologi berperan penting dalam mengurangi dampak negatif penggunaan batubara. Namun, penerapan teknologi ramah lingkungan menghadapi berbagai kendala, mulai dari biaya tinggi hingga kurangnya infrastruktur yang memadai.

6.1 Teknologi Pembersih Emisi

Teknologi pembersih emisi bertujuan untuk mengurangi gas-gas berbahaya yang dihasilkan dari pembakaran batubara.

- **Carbon Capture and Storage (CCS)**

CCS adalah teknologi yang dirancang untuk menangkap karbon dioksida (CO₂) dari emisi pembakaran batubara dan menyimpannya di bawah tanah. Teknologi ini memiliki potensi besar untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.

- **Flue Gas Desulfurization (FGD)**

Teknologi ini digunakan untuk menghilangkan sulfur dioksida (SO₂) dari asap hasil pembakaran batubara

6.2 Teknologi Peningkatan Efisiensi Pembangkit Listrik

Teknologi pembersih emisi bertujuan untuk mengurangi gas-gas berbahaya yang dihasilkan dari pembakaran batubara.

- **Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Superkritikal dan Ultra-Superkritikal**

Teknologi ini menggunakan tekanan dan suhu lebih tinggi daripada PLTU konvensional untuk menghasilkan uap, sehingga meningkatkan efisiensi pembangkit.

- **Teknologi Gasifikasi Batubara**

Proses gasifikasi mengubah batubara menjadi gas sintetis (*syngas*) yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi atau bahan bakar kimia

6.3 Teknologi Pengelolaan Limbah Batubara

Pengelolaan limbah dari pembakaran batubara, seperti abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*), menjadi salah satu tantangan besar.

- **Penggunaan Kembali Limbah**

Abu batubara dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri konstruksi, seperti pembuatan beton dan semen.

- **Pengelolaan Aman**

Limbah beracun seperti logam berat yang terkandung dalam abu batubara memerlukan pengelolaan khusus agar tidak mencemari lingkungan.

6.4 Integrasi Teknologi dengan Energi Terbarukan

Transisi energi yang berkelanjutan menuntut adanya integrasi antara pembangkit listrik berbahan bakar batubara dengan energi terbarukan, seperti tenaga surya atau angin.

6.5 Penelitian dan Pengembangan (R&D)

Penelitian tentang teknologi bersih batubara dan energi alternatif memerlukan dukungan dana dan kolaborasi yang kuat antara pemerintah, industri, dan akademisi.

Tantangan dalam Menyusun Standar Teknis untuk Mitigasi Dampak

Menyusun standar teknis untuk mitigasi dampak emisi memerlukan pendekatan multidimensional yang sering kali menghadapi tantangan kompleks. Salah satu tantangan utama adalah keragaman sektor industri yang memiliki karakteristik teknologi dan operasional yang berbeda-beda. Standar teknis yang terlalu universal dapat gagal menangkap kebutuhan spesifik masing-masing sektor, sementara pendekatan yang terlalu spesifik berisiko menciptakan fragmentasi kebijakan. Selain itu, kesenjangan akses terhadap teknologi bersih di berbagai wilayah, terutama di negara berkembang, memperparah ketimpangan implementasi. Industri kecil dan menengah sering kali kesulitan menanggung biaya adopsi teknologi baru, menciptakan dilema antara keberlanjutan lingkungan dan kelangsungan ekonomi mereka.

Tantangan lain yang signifikan adalah konflik kepentingan antara pertumbuhan ekonomi jangka pendek dan tujuan keberlanjutan jangka panjang. Proses harmonisasi dengan standar internasional juga tidak mudah, mengingat perbedaan prioritas dan kondisi lokal. Di tingkat nasional, koordinasi lintas-lembaga yang belum optimal sering menyebabkan kebijakan yang tumpang tindih atau saling bertentangan. Kurangnya kesadaran dan kapasitas industri dalam memahami dampak emisi serta pentingnya mitigasi menjadi hambatan tambahan. Untuk mengatasi tantangan-tantangan ini, diperlukan pendekatan inovatif yang melibatkan kolaborasi lintas sektor, penguatan kapasitas lokal, serta pengembangan kebijakan yang fleksibel namun tetap berbasis data ilmiah dan sesuai dengan kebutuhan global.

Kesimpulan

Penggunaan batubara di Indonesia telah memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional, terutama dalam menciptakan lapangan kerja dan memenuhi kebutuhan energi untuk pembangunan. Namun, manfaat ini tidak terlepas dari dampak serius terhadap lingkungan dan masyarakat. Emisi gas rumah kaca dari pembakaran batubara memperburuk perubahan iklim global, sementara kerusakan ekosistem, polusi udara, dan pencemaran air menimbulkan risiko besar bagi kesehatan dan keberlanjutan hidup masyarakat lokal. Ketergantungan pada ekspor batubara juga menjadikan perekonomian Indonesia rentan terhadap dinamika pasar global yang kini cenderung beralih ke energi terbarukan.

Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan langkah strategis dalam memulai transisi energi yang berkelanjutan. Upaya ini melibatkan pengembangan teknologi bersih, adopsi energi terbarukan seperti tenaga surya dan geotermal, serta kebijakan sosial-ekonomi yang mendukung masyarakat terdampak. Sinergi antara pemerintah, pelaku industri, masyarakat, dan komunitas internasional menjadi kunci dalam memastikan transisi ini berjalan adil dan inklusif. Dengan komitmen yang kuat, Indonesia dapat membangun ekonomi yang tangguh sekaligus menjaga keberlanjutan lingkungan. Masa depan yang lebih bersih, sehat, dan makmur tidak hanya menjadi harapan, tetapi juga tanggung jawab bersama yang harus diwujudkan.

Daftar Pustaka

- Asosiasi Pertambangan Batubara Indonesia (APBI). (2020). Laporan Tahunan APBI 2020. Jakarta: APBI.
- Badan Energi Internasional (IEA). (2021). World Energy Outlook 2021. Diakses dari: <https://www.iea.org>.
- Greenpeace. (2020). Estimasi Dampak Kesehatan Akibat Polusi Udara dari PLTU Batubara di Indonesia. Greenpeace Indonesia.
- Greenpeace. 2016. Kita, Batubara & Polusi Udara. Greenpeace Indonesia.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2021). Statistik Batubara Indonesia 2021. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). Dampak Polusi Udara terhadap Kesehatan Masyarakat di Sekitar PLTU Batubara. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Pemerintah Indonesia. (2021). Strategi Nasional Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca. Diakses dari: <https://www.bappenas.go.id>.
- Syaifudin, A., et al. (2021). "Pemanfaatan Teknologi Bersih pada Industri Batubara di Indonesia: Tantangan dan Prospek." *Jurnal Teknologi dan Lingkungan*, 22(1), 15-28.
- The Lancet. (2020). Air Pollution and Its Impact on Cardiovascular Health. *The Lancet Planetary Health*, 4(3), e113-e125.
- World Health Organization (WHO). (2018). Ambient Air Pollution: Health Impacts. Diakses dari: <https://www.who.int>.