

PERTAMBANGAN BAUKSIT

MANFAAT, STRATEGI, DAMPAK DAN TRANSFORMASI
MENUJU PERTAMBANGAN BERKELANJUTAN



Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta:

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/ atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

PERTAMBANGAN BAUKSIT

**MANFAAT, STRATEGI, DAMPAK, DAN TRANSFORMASI
MENUJU PERTAMBANGAN BERKELANJUTAN**

**A. Silvan Erusani, ST, M.Sc.
Prof. Dr. drh. Hasim, DEA.
Prof. Dr. Ir. Marimin, M.Sc.
Prof. Dr. Ir. Suwardi, M.Agr.**

Publica Indonesia Utama

2025

Perpustakaan Nasional RI. Katalog dalam Terbitan (KDT)

xiv + 173 Hlm; 15,5 X 23 cm

ISBN: 978-634-7386-09-0

Cetakan Pertama, September 2025

Pertambangan Bauksit:

Manfaat, Strategi, Dampak, dan Transformasi Menuju Pertambangan Berkelanjutan

Penulis : A. Silvan Erusani, ST, M.Sc.
Prof. Dr. drh. Hasim, DEA.
Prof. Dr. Ir. Marimin, M.Sc.
Prof. Dr. Ir. Suwardi, M.Agr.

Penyunting : Alfina Sintya Nuril Hidayati

Penata Halaman : Eka Tresna Setiawan

Desain Cover : Adji Azizurrachman

copyrights © 2025

Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang

All rights reserved

Diterbitkan oleh:

Publica Indonesia Utama, Anggota IKAPI DKI Jakarta 611/DKI/2022

18 Office Park 10th A Floor Jl. TB Simatupang No 18, Kel. Kebagusan, Kec. Pasar

Minggu Kota Adm. Jakarta Selatan, Prov. DKI Jakarta

publicaindonesiautama@gmail.com

Bekerja sama dengan

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M)

Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah Jakarta

Jl. Ir. H. Djuanda No. 95 Ciputat, Kota Tangerang Selatan 15412

lp2m@apps.uinjkt.ac.id

PRAKATA

Perubahan zaman yang ditandai oleh tekanan terhadap sumber daya alam, peningkatan kesadaran lingkungan, serta desakan untuk menciptakan pertumbuhan ekonomi yang adil dan lestari, telah menempatkan industri pertambangan dalam persimpangan yang menuntut transformasi. Dalam konteks ini, pertambangan bauksit menjadi sorotan penting, mengingat perannya yang krusial sebagai bahan baku utama aluminium yang menopang berbagai sektor strategis, dari konstruksi, energi terbarukan, hingga transportasi modern.

Buku *Pertambangan Bauksit: Manfaat, Strategi, Dampak, dan Transformasi Menuju Pertambangan Berkelanjutan* ini disusun sebagai respons terhadap kebutuhan akan pemahaman yang lebih menyeluruh dan mendalam mengenai pertambangan bauksit, tidak hanya dari sisi manfaat ekonominya, tetapi juga dari perspektif strategi pengelolaan, dampak yang ditimbulkan, serta peluang transformasi menuju praktik pertambangan yang lebih berkelanjutan. Buku ini berupaya mengangkat narasi yang mengintegrasikan antara pengalaman empiris, kerangka ilmiah, serta dinamika kebijakan yang berkembang, baik di tingkat nasional maupun global.

Penulisan buku ini dilandasi oleh keyakinan bahwa pertambangan tidak harus identik dengan kerusakan, tetapi justru dapat diarahkan menjadi motor penggerak pembangunan berwawasan lingkungan jika dikelola secara cerdas dan bertanggung jawab. Oleh karena itu, pendekatan buku ini tidak bersifat parsial, melainkan interdisipliner menggabungkan aspek teknis, sosial, lingkungan, hingga rantai pasok dan tata kelola kelembagaan.

Bagi kami, buku ini merupakan hasil perenungan panjang dan kerja akademik yang bertumpu pada semangat kolaboratif serta dedikasi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan yang bermanfaat secara praktis. Buku ini diharapkan dapat menjadi

referensi yang berguna bagi mahasiswa, dosen, peneliti, pengambil kebijakan, pelaku industri, maupun masyarakat umum yang peduli terhadap masa depan pertambangan Indonesia.

Buku ini dimulai dengan Bab 1 yang berfokus pada latar belakang mineral bauksit yang memiliki peran penting dalam kehidupan modern. Melalui Bab 1, pembaca juga akan diperkenalkan pada konsep pembangunan berkelanjutan sebuah transformasi dan tantangan di sektor pertambangan terhadap cita-cita di setiap negara akan percepatan pembangunan, program-program yang diimplementasikan untuk menyejahterakan dan memajukan seluruh rakyat dan negaranya. Laju pembangunan ini akan selalu bertentangan isu lingkungan yang seolah-olah kemajuan pembangunan dianggap tidak akan bisa tercapai tanpa mengorbankan lingkungan, hingga lahirnya sebuah gagasan tentang pandangan baru pembangunan, yaitu pembangunan yang mengusung prinsip pelestarian lingkungan dengan misi memberantas kemiskinan dan mencegah terjadinya kerusakan lingkungan. Gagasan ini dikenal dengan konsep pembangunan berkelanjutan dengan memiliki 3 (tiga) pilar pembangunan, yaitu ekologi, ekonomi, dan sosial.

Bab 2 fokus kepada komoditas pertambangan bauksit, bauksit adalah komoditas penting yang menopang kehidupan modern. Indonesia merupakan negara ke-4 yang memiliki cadangan bauksit terbesar di dunia, yaitu sebesar 2,8 miliar ton atau 9,6% dari total cadangan dunia sebesar 29 miliar ton (USGS, 2025). Namun untuk memaksimalkan potensi komoditas bauksit ini, berbagai tantangan pengelolaan sumber daya bauksit harus dihadapi, mulai dari pelarangan produksi bauksit untuk di ekspor, hingga hilirisasi untuk mendapatkan nilai tambah sekaligus menghidupkan sektor industri hilir pengolahan mineral bauksit, hilirisasi ini juga untuk memenuhi kebutuhan aluminium, sehingga Indonesia tidak perlu lagi impor logam aluminium sebesar 748.000 ton setiap tahunnya, total konsumsi logam aluminium ingot Indonesia pada tahun 2022 mencapai 1 juta ton per tahun, sedangkan produksinya saat ini baru mampu memenuhi 250.000 ton/tahun.

Bab 3 mengangkat tema penambangan bauksit di Indonesia, di sini pembaca akan dibawa untuk mengenal karakteristik usaha

pertambangan, metode, dan teknik penambangan bauksit, dimulai dari setiap tahapan penambangan bauksit yang tahapannya dimulai dari kegiatan eksplorasi, penambangan, reklamasi, hingga proses pengolahan bijih bauksit menjadi alumina. Kontribusi ekonomi dan pembangunan dari penambangan dan pengolahan bauksit juga dibahas dalam bab ini. Oleh karena itu, keberadaan perusahaan penambangan bauksit juga dapat membantu dalam pembangunan berkelanjutan di sekitar wilayah tambang.

Melangkah ke Bab 4, pembaca akan diajak untuk memahami lebih dalam tentang berbagai dampak lingkungan, sosial, dan ekonomi yang ditimbulkan. Proses penambangan bauksit melibatkan pembukaan lahan dalam skala besar, yang sering kali mengakibatkan kerusakan ekosistem hutan, hilangnya keanekaragaman hayati, dan perubahan fungsi lahan. Selain itu, penggunaan alat berat dan bahan kimia dalam aktivitas penambangan dapat mencemari tanah, air, dan udara. Salah satu dampak lingkungan yang paling menonjol dari aktivitas penambangan dan pengolahan bauksit adalah produksi hasil samping berupa limbah dalam jumlah besar, seperti *tailing* sisa pencucian bijih bauksit dan lumpur merah (*red mud*) dari proses *bayer* di *smelter*, yang mengandung bahan kimia dan logam berat berbahaya dan sulit diolah oleh tubuh manusia, akan tetapi hasil samping ini memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi apabila dimanfaatkan lebih lanjut (Tang, dkk., 2022).

Bab 5 membahas pengelolaan limbah berbasis prinsip berkelanjutan lingkungan pengelolaan limbah ini tidak hanya menjadi tantangan teknis, tetapi juga sosial dan lingkungan. Secara umum, limbah tambang dapat dikategorikan sebagai limbah padat, cair, maupun gas yang dihasilkan selama kegiatan ekstraksi dan pemrosesan mineral. Pada bab ini, pembaca diperkenalkan mengenai pengelolaan limbah tambang yang kini telah memasuki era baru yang ditandai dengan pemanfaatan teknologi modern dan pendekatan inovatif. Berbeda dengan pendekatan konvensional yang hanya menampung limbah dalam kolam atau tumpukan terbuka, teknologi masa kini bertujuan untuk meminimalkan dampak lingkungan, mengolah limbah menjadi produk bernilai tambah, dan mendukung transisi menuju ekonomi sirkular.

Bab 6 membahas penambangan berkelanjutan (*sustainable mining*) dengan tujuan utama pengelolaan sumber daya alam di Indonesia. Pengelolaan sumber daya alam di Indonesia telah ditetapkan dalam konstitusi pada Pasal 33 ayat (3) UUD 1945 yaitu sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat. Penggunaan teknologi ramah lingkungan dalam eksplorasi dan penambangan seperti contoh penggunaan *drone* dalam eksplorasi tambang, sistem pemetaan digital untuk perencanaan tambang, rehabilitasi lahan pascatambang untuk pemulihan ekosistem, penggunaan bahan organik dan kompos guna meningkatkan kesuburan tanah yang telah terdegradasi.

Bab 7 memperkenalkan rantai pasok ramah lingkungan. Di sini, pembaca akan mempelajari struktur anggota rantai pasok aluminium secara garis besar terdiri dari 3 anggota, yaitu di penambangan, *smelter* alumina, dan *smelter* aluminium. Konsep rantai pasok ramah lingkungan dalam transformasi hilirisasi pertambangan bauksit tidak hanya mencakup peningkatan kapasitas produksi, tetapi juga implementasi teknologi, kebijakan yang mendukung, dan pendekatan berkelanjutan untuk mengelola dampak lingkungan (Livotov, dkk., 2019). Pada bagian ini akan menguraikan mengapa rantai pasok ramah lingkungan dalam transformasi hilirisasi penambangan bauksit menjadi hal yang sangat penting, serta manfaat dan tantangan yang menyertainya.

Buku ini ditutup dengan Bab 8 yang memberikan refleksi tentang kondisi pertambangan dan pengolahan bauksit. Meskipun Indonesia memiliki potensi besar cadangan bauksit, namun relevansi pengelolaan limbah dalam industri pertambangan dan pengolahan bauksit tidak dapat diabaikan, mengingat besarnya dampak lingkungan yang ditimbulkan serta potensi ekonomi yang terkandung dalam limbah tersebut. Dengan pendekatan yang tepat baik dari sisi teknologi, regulasi, maupun tata kelola limbah bauksit dapat diubah dari masalah menjadi solusi. Komitmen kuat dari seluruh pemangku kepentingan (*stakeholder*), mulai dari pemerintah, perusahaan, akademisi, hingga masyarakat, diperlukan untuk menciptakan model pengelolaan limbah yang berkelanjutan dan inklusif. Jika dilakukan dengan tepat, pengelolaan limbah bauksit tidak hanya mendukung keberlanjutan lingkungan, tetapi juga meningkatkan daya saing industri tambang Indonesia di kancah global.

Kami menyadari bahwa ruang perbaikan selalu terbuka. Oleh karena itu, kritik dan masukan yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan edisi-edisi berikutnya. Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan inspirasi, semangat, dan dukungan selama proses penyusunan buku ini. Dengan harapan besar, semoga buku ini dapat memberikan manfaat dan menginspirasi lebih banyak inovasi di masa depan yang dapat mendorong lahirnya praktik pertambangan bauksit Indonesia ke level yang lebih tinggi yang berkeadilan, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

Bogor, Mei 2025

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Balik Judul	iii
Prakata.....	v
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar.....	xiii
Bab 1	
Pendahuluan	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Keberlanjutan Pertambangan Bauksit	2
C. Tujuan dan Ruang Lingkup.....	4
Bab 2	
Manfaat Pertambangan Bauksit	7
A. Apa Itu Bauksit?.....	7
B. Sebaran Sumber Daya Bauksit di Indonesia	10
C. Manfaat Aluminium dan Hubungannya dengan Bauksit	16
D. Peran Indonesia dalam Pasar Bauksit	19
E. Hilirisasi Bauksit Indonesia	21
Bab 3	
Penambangan Bauksit di Indonesia	25
A. Karakteristik Usaha Pertambangan	25
B. Metode dan Teknik Penambangan Bauksit	26
C. Tahapan Penambangan Bauksit	39
D. Proses Pengolahan Bijih Bauksit Menjadi Alumina	58
E. Kontribusi Ekonomi dari Penambangan Bauksit	61
Bab 4	
Dampak Degradasi Lingkungan Akibat Aktivitas Pertambangan Bauksit	65
A. Dampak Lingkungan dari Operasi Pertambangan Bauksit	67
B. Dampak terhadap Ekosistem dan Keanekaragaman Hayati	70
C. Dampak Sosial pada Masyarakat Lokal.....	72

D. Toksisitas Logam Berat pada Kesehatan Manusia dan Pencegahannya	75
Bab 5	
Pengelolaan Limbah dan Keberlanjutan Lingkungan	81
A. Pengelolaan Limbah Berbasis Prinsip Berkelanjutan Lingkungan	81
B. Inovasi dan Teknologi dalam Pengolahan Limbah Tambang	88
C. Tantangan dalam Implementasi Pengelolaan Limbah yang Berkelanjutan	106
D. Strategi dan Rekomendasi Pengelolaan Limbah yang Berkelanjutan	112
Bab 6	
Penambangan Berkelanjutan (<i>Sustainable Mining</i>)	119
A. Pengelolaan Sumber Daya Mineral	119
B. Penambangan Berkelanjutan (<i>Sustainable Mining</i>)	119
C. Keberlanjutan Tahap Hulu: Penambangan dan Rehabilitasi Lahan	120
D. Keberlanjutan Tahap Hilir Pengolahan Bauksit: Tantangan dan Solusi	128
Bab 7	
Rantai Pasok Ramah Lingkungan	133
A. Tantangan dalam Hilirisasi Bauksit	133
B. Rantai Pasok Global Bauksit-Aluminium	137
C. Risiko dan Ketergantungan Rantai Pasok	141
D. Tantangan dan Arah Masa Depan Rantai Pasok Aluminium	145
Bab 8	
Penutup	151
A. Strategi Partisipatif dan Sosial	152
B. Studi Kasus Penerapan Strategi Pengelolaan Limbah	152
C. Rekomendasi dan Strategi Masa Depan	153
D. Kesimpulan	154
Daftar Pustaka	155
Glosarium	162
Indeks	165
Biografi Penulis	170

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan Bauksit (Ken, dkk., 2000).....	8
Tabel 2. Peringkat <i>Negara Cadangan, Produksi Bauksit Tahun 2024</i> (sumber: United States Geological Survei/USGS, 2025)	12
Tabel 3. Jumlah dan Kapasitas Produksi <i>Smelter</i> Bauksit Indonesia (sumber: https://momi.minerba.esdm.go.id)	18
Tabel 4. Peringkat Negara Cadangan, Produksi Bauksit dan Alumina Tahun 2024 (sumber: United States Geological Survey (USGS) 2025).....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sebaran Sumber Daya dan Cadangan Bauksit Indonesia	11
Gambar 2. Distribusi Sumber Daya dan Cadangan Bauksit/ Alumina. (a) Sumber Daya dan Cadangan Bauksit/Aluminium per Provinsi Tahun 2023; (b) Sumber Daya dan Cadangan Bauksit (<i>Crude Bauxite</i>) Tahun 2019–2023; (c) Sumber Daya dan Cadangan Aluminium (Al_2O_3) Tahun 2019–2023	14
Gambar 3. <i>Lateric Belt</i> yang terbentuk di Provinsi Kalimantan Barat...	15
Gambar 4. Peta Geologi Regional Lembar Sanggau	16
Gambar 5. <i>Stockyard</i> EFO di Lokasi Penambangan Bauksit PT ANTAM UBPB Tayan	20
Gambar 6. Rencana Kapasitas Terpasang 12 <i>Smelter</i> Alumina	23
Gambar 7. <i>Bulldozer</i> Komatsu D85E-SS	28
Gambar 8. <i>Excavator</i> Hitachi Zx 350	29
Gambar 9. <i>Excavator</i> Liugong 933E	30
Gambar 10. <i>Dump Truck</i> Hino 500	31
Gambar 11. <i>Grader</i> Liugong 4140D	31
Gambar 12. <i>Grader</i> Hidromek 330	32
Gambar 13. <i>Compactor Vibro</i> Sakai 1 SV 525D	32
Gambar 14. <i>Fuel Truck</i>	33
Gambar 15. <i>Water Truck</i>	33
Gambar 16. <i>Water Pump</i>	34
Gambar 17. <i>Tower Lamp</i>	35
Gambar 18. Diagram Alir Penambangan Bauksit.....	43
Gambar 19. Proses Pengupasan Tanah Pucuk (<i>Stripping Top Soil</i>) ..	44
Gambar 20. Proses Penggalian Material (<i>Ore Getting</i>)	45
Gambar 21. Proses <i>Dumping Ore</i>	48
Gambar 22. <i>Washing Plan</i>	49
Gambar 23. Proses Penirisan Bauksit	49
Gambar 24. <i>Stockyard</i> EFO	50
Gambar 25. Kolam Pengendapan (<i>Settling Pond</i>)	52

Gambar 26. Proses <i>Backfilling</i>	52
Gambar 27. Proses <i>Regrading</i>	53
Gambar 28. Proses Reklamasi	54
Gambar 29. Proses Pengambilan Sampel di <i>Front</i>	56
Gambar 30. <i>Stockyard</i> EFO	57
Gambar 31. Pohon Industri Bauksit	61

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bauksit merupakan salah satu sumber daya mineral yang memiliki peran penting dalam kehidupan modern. Mineral ini menjadi bahan baku utama dalam pembuatan aluminium, yang digunakan dalam berbagai industri. Penggunaan aluminium pada tahun 2021 secara global dipergunakan untuk industri otomotif dan transportasi (29%), konstruksi (23%), foil dan kemasan (16%), teknologi canggih dan kelistrikan (11%), mesin dan peralatan (7%), barang konsumsi (4%), serta aplikasi lainnya (10%) ((Djurdjevic, dkk., 2023). Dengan meningkatnya permintaan terhadap aluminium, aktivitas penambangan bauksit pun mengalami lonjakan yang signifikan di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia yang memiliki cadangan bauksit yang melimpah.

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan sumber daya alam, termasuk bauksit. Sebagai salah satu penghasil utama bauksit di dunia, Indonesia memiliki potensi besar untuk mengembangkan sektor ini sebagai pendorong pertumbuhan ekonomi nasional. Aktivitas penambangan bauksit memberikan kontribusi yang signifikan terhadap devisa negara, penciptaan lapangan kerja, dan pembangunan infrastruktur di daerah penghasil bauksit. Namun, di balik manfaat ekonominya, aktivitas ini juga menimbulkan berbagai tantangan, terutama dalam hal pencemaran lingkungan.

Proses penambangan bauksit dapat menyebabkan kerusakan ekosistem, pencemaran air, udara, dan tanah, serta dampak sosial terhadap masyarakat sekitar. Limbah dari proses penambangan dan pengolahan bauksit, seperti lumpur merah (*red mud*), mengandung zat-zat kimia berbahaya yang dapat mencemari sumber air dan merusak kualitas tanah. Selain itu, alih fungsi lahan hutan menjadi area tambang sering kali mengakibatkan deforestasi yang berdampak

pada kehilangan habitat satwa liar dan perubahan iklim (Tang, dkk., 2022).

Masalah pencemaran lingkungan akibat penambangan bauksit memerlukan perhatian serius dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, perusahaan tambang, masyarakat, dan organisasi lingkungan. Upaya pencegahan dan pengelolaan yang baik harus dilakukan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar (Australian Aluminium Council LTD dan Associacao Brasileira Do Alumínio, 2022). Beberapa langkah yang dapat dilakukan meliputi penerapan teknologi ramah lingkungan, rehabilitasi lahan pascatambang, pengelolaan limbah yang baik, serta penegakan hukum terhadap perusahaan yang tidak mematuhi standar lingkungan (Jovanović, dkk., 2023).

Selain itu, peran masyarakat dalam mengawasi aktivitas tambang dan mendukung upaya pelestarian lingkungan sangat penting. Kesadaran kolektif akan pentingnya menjaga keseimbangan antara eksploitasi sumber daya alam dan pelestarian lingkungan harus terus ditingkatkan. Solusi yang holistik dan berkelanjutan menjadi kunci untuk memastikan bahwa manfaat ekonomi dari penambangan bauksit tidak mengorbankan kelestarian lingkungan dan kesejahteraan masyarakat.

Dengan latar belakang ini, pembahasan mengenai manfaat, pencemaran, upaya pencegahan, dan solusi terkait penambangan bauksit menjadi sangat relevan. Kajian yang komprehensif dan mendalam diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai isu ini serta mendorong implementasi kebijakan yang mendukung keberlanjutan di sektor pertambangan.

B. Keberlanjutan Pertambangan Bauksit

Semua negara bercita-cita ingin menjadi negara yang maju dan berdikari dengan berbagai kebijakan serta program-program yang diimplementasikan untuk menyejahterakan dan memajukan seluruh rakyat dan negaranya. Pemimpin-pemimpin di setiap negara akan terus mendorong terjadinya perubahan yang tujuannya terciptanya percepatan pembangunan yang diharapkan. Laju pembangunan ini akan selalu bertentangan dengan isu lingkungan, yang seolah-olah kemajuan pembangunan dianggap tidak akan bisa tercapai tanpa

mengorbankan lingkungan (Madan & Suri, 2023). Polemik demikian pernah mengemuka di salah satu konferensi lingkungan hidup tingkat dunia tepatnya pada Juni 1972 di Stockholm, Swedia. Pada saat itu Indonesia hadir bersama dengan negara-negara berkembang lainnya, Indonesia keberatan melihat kampanye lingkungan seakan-akan mengesampingkan kesulitan ekonomi yang sedang dialami oleh negara-negara berkembang.

Dari forum di Stockholm dengan melalui pemikiran yang panjang dari kondisi masing-masing ekonomi di setiap negara yang berbeda-beda, muncul sebuah solusi. Lahir sebuah gagasan tentang pandangan baru pembangunan, yaitu pembangunan yang mengusung prinsip pelestarian lingkungan dengan misi memberantas kemiskinan dan mencegah terjadinya kerusakan lingkungan. Gagasan ini dikenal dengan konsep pembangunan berkelanjutan dengan memiliki 3 (tiga) pilar pembangunan, yaitu ekologi, ekonomi, dan sosial.

Tambang menjadi salah satu sektor yang menjadi sasaran konsep pembangunan berkelanjutan, mengingat kegiatan pertambangan yang langsung bersinggungan dengan lingkungan. Tertuang dalam Peraturan Presiden Nomor 59 Tahun 2017 tentang Pembangunan Berkelanjutan yang menyebutkan bahwa pelaku usaha, termasuk sektor pertambangan merupakan elemen yang dapat berperan dalam melaksanakan *sustainable development goals* atau SDGs.

Dalam menjalankan operasi penambangan bauksit, perusahaan berkewajiban untuk melaksanakan kaidah-kaidah pertambangan yang baik dan benar (*good mining practice*), yang bertujuan agar kegiatan penambangan bauksit menimbulkan dampak seminimal mungkin bagi kerusakan lingkungan. Selain itu, perusahaan berkewajiban untuk melakukan kegiatan reklamasi dan kegiatan pascatambang. Agar lahan bekas tambang bisa kembali pulih mendekati kondisi pada rona lingkungan awal pada saat sebelum dilakukannya penambangan atau lahan bekas tambang digunakan sesuai rencana awal kegiatan reklamasi pascatambang sesuai rencana tata ruang wilayah (RTRW).

Sumber daya mineral merupakan salah satu modal dasar yang memiliki peran penting bagi pembangunan nasional Indonesia. Landasan hukum dalam pengelolaan sumber daya mineral di

Indonesia tercantum dalam Pasal 33 ayat (3) Undang-undang Dasar 1945 sebagai berikut. “Bumi, air, dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara, dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat.” Bahan tambang Indonesia merupakan kekayaan bangsa yang harus dimanfaatkan seoptimal mungkin untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat. Namun faktanya, pemanfaatannya saat ini belum optimal, beberapa komoditas tambang diekspor tanpa pengolahan dan peningkatan nilai tambah yang maksimal.

Menurut Laurence (2006) manajemen yang efektif dan penggunaan teknik manajemen risiko dapat membantu mengurangi dampak lingkungan. Mengintegrasikan tujuan lingkungan, ekonomi, dan sosial ke dalam proses pengambilan keputusan sangat penting untuk pembangunan berkelanjutan di industri pertambangan (Pimentel, dkk., 2016). Keterlibatan masyarakat sangat penting selama fase operasi dan penutupan tambang untuk memastikan hasil yang optimal dan meminimalkan dampak negatif pada masyarakat (Manero, dkk., 2020). Perusahaan pertambangan perlu mempertimbangkan aspek sosial dan ekonomi dalam penutupan tambang serta mengembangkan rencana keberlanjutan yang menguntungkan masyarakat (Yu, dkk., 2024).

Industri bauksit di Indonesia berperan penting dalam ekonomi, tetapi juga membawa berbagai tantangan terkait dampak lingkungan dan sosial. Penambangan bauksit yang tidak terkelola dengan baik dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang serius, termasuk deforestasi, pencemaran air, dan kerusakan keanekaragaman hayati. Dengan adanya kebijakan hilirisasi pertambangan bauksit yang mulai dilaksanakan pada tahun 2023 membuat pembangunan pertambangan bauksit dan turunannya seperti alumina dan aluminium akan makin berkembang, sehingga manfaat bauksit dapat tercapai sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat.

C. Tujuan dan Ruang Lingkup

1. Tujuan Buku

Buku ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai transformasi yang diperlukan dalam praktik penambangan bauksit, khususnya di Indonesia, menuju paradigma

keberlanjutan. Dalam upaya mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh aktivitas penambangan dan pengolahan bauksit, buku ini menyajikan solusi inovatif yang dapat diimplementasikan oleh berbagai pihak, termasuk pemerintah, perusahaan tambang, masyarakat, dan organisasi lingkungan. Berikut tujuan utama dari buku ini.

- a. Meningkatkan kesadaran akan dampak penambangan bauksit: buku ini bertujuan untuk menyadarkan pembaca akan dampak lingkungan, sosial, dan ekonomi dari praktik eksploitasi bauksit yang tidak berkelanjutan.
- b. Mengidentifikasi praktik berkelanjutan: memberikan informasi terkait metode dan teknologi yang ramah lingkungan dalam penambangan dan pengolahan bauksit.
- c. Mengusulkan solusi kolaboratif: menyoroti pentingnya kolaborasi antara pemerintah, perusahaan, dan masyarakat dalam menciptakan sektor pertambangan yang lebih bertanggung jawab.
- d. Memberikan rekomendasi kebijakan: menginspirasi pembuat kebijakan untuk merancang regulasi yang mendukung pertambangan bauksit berkelanjutan.
- e. Mendorong inovasi teknologi: menggugah minat peneliti dan pengembang teknologi untuk menciptakan solusi yang dapat mengurangi dampak lingkungan dari industri penambangan dan pengolahan bauksit.

Dengan adanya buku ini diharapkan dapat menjadi panduan bagi semua pemangku kepentingan dalam perjalanan menuju praktik penambangan bauksit yang lebih berkelanjutan.

2. Ruang Lingkup Buku

Ruang lingkup buku ini mencakup seluruh aspek yang berkaitan dengan penambangan bauksit, mulai dari tahap eksplorasi, penambangan, pengolahan, hingga pascatambang. Penekanan utama diberikan pada pendekatan holistik yang mempertimbangkan dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi. Berikut adalah ruang lingkup utama yang dibahas dalam buku ini.

- a. Analisis ekonomi dan manfaat penambangan bauksit: buku ini mengupas potensi ekonomi dari industri bauksit, termasuk kontribusinya terhadap pertumbuhan ekonomi nasional dan

- lokal. Selain itu, dibahas juga bagaimana manfaat ekonomi ini dapat didistribusikan secara adil kepada masyarakat lokal.
- b. Dampak lingkungan dari penambangan bauksit: buku ini memberikan penjelasan mendalam mengenai dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh aktivitas penambangan bauksit, seperti deforestasi, pencemaran air, degradasi tanah, dan emisi karbon.
 - c. Praktik-praktik berkelanjutan di tahap hulu dan hilir: buku ini menjelaskan teknologi dan metode yang dapat diterapkan untuk meminimalkan dampak negatif, termasuk rehabilitasi lahan, pengelolaan limbah, dan efisiensi energi dalam pengolahan bauksit menjadi alumina.
 - d. Kebijakan dan regulasi yang mendukung keberlanjutan: buku ini mengulas kebijakan nasional dan internasional yang relevan, serta memberikan rekomendasi untuk memperkuat regulasi terkait praktik berkelanjutan di sektor pertambangan bauksit.
 - e. Studi kasus dari berbagai negara: untuk memberikan gambaran yang lebih nyata, buku ini menyajikan studi kasus dari negara-negara yang telah berhasil menerapkan praktik berkelanjutan di industri bauksit.
 - f. Rekomendasi dan strategi masa depan: buku ini mengakhiri pembahasannya dengan memberikan rekomendasi strategis yang dapat diambil oleh berbagai pihak untuk memastikan bahwa industri pertambangan bauksit tidak hanya menguntungkan secara ekonomi tetapi juga mendukung pelestarian lingkungan dan kesejahteraan sosial.

Dengan cakupan yang luas ini, buku ini dirancang untuk menjadi referensi utama bagi siapa saja yang tertarik atau terlibat dalam industri pertambangan bauksit, baik itu dari sisi akademisi, praktisi, pembuat kebijakan, maupun masyarakat umum. Pendekatan interdisipliner yang digunakan diharapkan dapat menciptakan solusi yang komprehensif dan aplikatif untuk menghadapi tantangan-tantangan dalam transformasi industri bauksit menuju keberlanjutan.

BAB 2

MANFAAT PERTAMBANGAN BAUKSIT

A. Apa Itu Bauksit?

Bauksit (*bauxite*) adalah biji utama aluminium terjadi dari *hydrous* aluminium oksida dan aluminium hidroksida yang pertama kali ditemukan di Prancis oleh seorang geolog bernama Pierre Berthier berkebangsaan Prancis tahun 1822 di Desa Les Baux de Provence ketika mencari biji besi, Berthier awalnya menduga bijih besi karena warna cokelat kemerahan tua bijih bauksit relatif sama warnanya dengan bijih besi. Menurut (Zainudeen, dkk. (2023), bauksit dianggap bijih yang berasal dari batuan induk Al-Fe-Si, dengan pengecualian bahwa kandungan aluminium relatif tinggi hingga 43,73–61,25 wt.%. Pada awalnya oleh A. Dufresnoy pada tahun 1847 disebut sebagai "*beauxite*". Pada tahun 1862 seorang ahli kimia berkebangsaan Prancis bernama Henri Sainte-Claire Deville memberikan sebutan mineral tersebut dengan nama "*bauxite*" sesuai dengan lokasi penemuannya untuk pertama kali dan diterima secara universal (Regnier, 1988).

Deposit bauksit, sebagian besar dibagi menjadi dua kategori menurut batuan induknya, yaitu bauksit laterit dan bauksit karst. Bauksit laterit terutama ditemukan di daerah ekuator dan terbentuk dalam kondisi basah dan hangat yang ekstrem melalui *laterisasi* atau pelapukan batuan silikat, seperti granit dan *gneiss*, dan batuan *mafik* yang kaya magnesium dan oksida besi. Di Indonesia, sebagian besar mineral bauksit laterit tersebar di Kepulauan Riau, Bangka Belitung, dan Kalimantan Barat (Winarno, dkk., 2023). Sedangkan bauksit karst yang terbentuk dari proses pelapukan yang terjadi pada batuan karbonat seperti batu gamping dan dolomit terutama tersebar di Eropa dan Asia Utara (Bardossy 1982; Meyer 2004).

Bauksit dikenal sebagai bahan dasar dalam pembuatan aluminium, bauksit adalah batuan yang terbentuk melalui proses laterisasi batuan induk yang kaya mengandung unsur alumina, tetapi rendah unsur Si dan Fe. Komposisi bauksit merupakan mineral yang

tersusun dari oksida aluminium yang ditemui dalam tiga bentuk mineral yaitu *buhmit* ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), *diaspor* ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), dan mineral gipsit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) (Husaini, dkk., 2017).

Secara umum pada Tabel 1 bauksit mengandung 45–65% Al_2O_3 , 1–12% SiO_2 , 2–25% Fe_2O_3 , >3%, TiO_2 , dan 14–36% H_2O . Menurut Palmer, dkk. (2009), silika, besi, dan titanium merupakan mineral pengotor utama dalam bauksit. Silika terdapat dalam bauksit sebagai mineral kaolin ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan *halloysite* ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Silika dalam bentuk kuarsa tidak larut dengan soda kaustik (NaOH) pada suhu cukup rendah pada proses Bayer, tetapi silika sebagai lempung (silika reaktif) dapat larut dalam larutan NaOH. Kelarutan silika akan meningkat dengan naiknya konsentrasi NaOH dan alumina (Palmer, dkk. 2009). Adapun kandungan bauksit menurut (Ken, dkk. 2000), dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Bauksit (Ken, dkk., 2000)

No.	Komponen	Jumlah (%)
1	Al_2O_3	52,7
2	Na ₂ O	1,37
3	Fe_2O_3	11,56
4	SiO_2	3,32
5	TiO_2	1,60
6	CaO	0,92
7	LOI	29,16

Bauksit merupakan bijih utama produksi aluminium yang berbentuk batuan, bukan mineral. Batuan tersebut terbentuk melalui proses laterisasi yang mengalami perendaman intensif di lingkungan panas dan lembap, misalnya saat musim hujan dan kemarau. Pergantian iklim ini berpengaruh pada vegetasi yang menghasilkan asam organik. Kemudian asam organik yang terbawa air akan meresap ke pori-pori batuan. Air yang terus bergerak tersebut kemudian membawa lebih banyak komponen terlarut dari batuan. Pada akhirnya, hanya ion aluminium dan besi yang tersisa. Itulah mengapa bauksit dianggap sebagai laterit yang kaya akan aluminium.

Bauksit biasanya ditemukan di lapisan atas tanah yang terbentuk di berbagai daerah tropis dan subtropis. Penambangan bauksit umumnya dilakukan dengan tambang permukaan/*open pit*.

Cadangan bauksit terbesar terdapat di Guinea, Australia, Vietnam, Indonesia, dan Amerika Selatan, yang diperkirakan dapat bertahan selama berabad-abad.

Dalam kehidupan sehari-hari, bauksit punya banyak manfaat dan kegunaan (Orami 2022). Berikut ini beberapa manfaat bauksit.

1. Bahan Utama Produksi Aluminium

Bauksit merupakan sumber utama untuk produksi aluminium. Aluminium merupakan logam yang sangat penting dalam berbagai industri, seperti otomotif, konstruksi, peralatan rumah tangga, serta kemasan makanan dan minuman. Bauksit diekstraksi dan diproses untuk menghasilkan alumina, yang selanjutnya dimurnikan menjadi aluminium.

2. Pembuatan Keramik

Bauksit juga digunakan dalam industri keramik. Mineral-mineral aluminium hidrat dalam bauksit, seperti gipsit dan *boehmite*, digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan keramik. Bauksit membantu meningkatkan sifat mekanik dan kekuatan termal keramik.

3. Bahan Pembersih

Bauksit juga digunakan sebagai bahan abrasif dalam produk pembersih, seperti pasta gigi, pasta poles, dan produk pembersih permukaan. Karena kekerasan dan sifat abrasifnya, bauksit membantu menghilangkan kotoran dan menggosok permukaan dengan lebih efektif.

4. Industri Refraktori

Bauksit digunakan dalam industri refraktori, yang melibatkan produksi bahan tahan panas untuk tungku dan peralatan industri yang memerlukan ketahanan terhadap suhu tinggi. Bauksit, yang kaya alumina, digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan bahan tahan api dan tahan panas.

5. Bahan Baku Kemasan

Bauksit menjadi pilihan sebagai bahan kemasan makanan oleh industri makanan karena kemampuannya yang anti-air dan dapat mencegah kebocoran kemasan. Bauksit digunakan untuk bahan baku membuat kemasan kaleng dan plastik. Sebelum digunakan, bauksit diolah menjadi aluminium dan dicampur dengan logam atau bahan lain. Hal ini memungkinkan bauksit untuk berperan dalam melindungi makanan dengan efektif di dalam kemasan yang aman dan tahan air.

6. Bahan Tinta

Bauksit digunakan sebagai salah satu bahan dasar dalam produksi beberapa jenis tinta, seperti tinta printer dan tinta mesin fotokopi. Bauksit dipilih sebagai komponen tinta karena memiliki sifat anti-air yang dapat mencegah tinta luntur atau pudar saat terkena air. Dengan menggunakan bauksit dalam formulasi tinta, cetakan atau salinan yang dihasilkan akan tetap jelas dan tahan dari paparan air.

Dengan demikian, bauksit memiliki peran penting sebagai sumber utama dalam produksi aluminium yang digunakan dalam berbagai industri memberikan kontribusi nyata dalam mendukung kegiatan ekonomi dan kehidupan sehari-hari masyarakat.

B. Sebaran Sumber Daya Bauksit di Indonesia

Bauksit di Indonesia pertama kali ditemukan di Pulau Bintan, Kepulauan Riau tahun 1924 dan diekspor sejak tahun 1935 (ESDM, 2016). Bauksit sendiri biasanya terbentuk di lapisan tanah bagian atas dan dapat ditemukan di sebagian besar negara. Secara global cadangan bauksit terdapat di benua Afrika, Australia dan Amerika Selatan. Australia, China, Brasil, Indonesia serta Guinea merupakan negara penghasil bauksit terbesar di dunia (DIALLO, 2023).

Indonesia adalah negara yang dikenal dengan kekayaan sumber daya alamnya, termasuk mineral-mineral penting seperti bauksit. Bauksit merupakan bahan baku utama dalam produksi aluminium, yang memiliki peran strategis dalam berbagai sektor industri, mulai dari konstruksi, transportasi, hingga teknologi canggih. Sebagai salah satu negara penghasil bauksit terbesar di dunia, Indonesia memiliki potensi besar dalam mengembangkan industri berbasis bauksit untuk mendukung perekonomian nasional.

Sebaran sumber daya bauksit di Indonesia sangat beragam dan tersebar di berbagai wilayah. Wilayah-wilayah ini memiliki cadangan bauksit yang melimpah dan telah menjadi pusat aktivitas penambangan selama bertahun-tahun. Dengan cadangan yang melimpah tersebut, Indonesia memiliki peluang besar untuk memperkuat posisi di pasar global, terutama dalam mendukung permintaan aluminium yang terus meningkat. Sebaran sumber daya dan cadangan bauksit Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.