

DARI WET MENUJU XRF

MENGURANGI PENGGUNAAN BAHAN
KIMIA MELALUI INOVASI METODE
ANALISIS BAUKSIT



ATHANASIA ELRA ANDIJOE, dkk

DARI WET MENUJU XRF

MENGURANGI PENGGUNAAN BAHAN
KIMIA MELALUI INOVASI METODE
ANALISIS BAUKSIT



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).

ATHANASIA ELRA ANDIJOE, dkk

DARI WET MENUJU XRF

MENGURANGI PENGGUNAAN BAHAN
KIMIA MELALUI INOVASI METODE
ANALISIS BAUKSIT



DARI WET MENUJU XRF

MENGURANGI PENGGUNAAN BAHAN
KIMIA MELALUI INOVASI METODE
ANALISIS BAUKSIT

Penulis:

Athanasia Elra Andjioe, Akbar Yusnani,
Alwan Pratomo, Eben Ezer,
Simon Kristian Lubis, Wiwit Setiyawan

ISBN:

xxxxx

Editor:

Yohanes Hendra Purnama Juang
Wahdat Kurdi

Desain Sampul dan Ilustrasi:

Nida Khairunnisa
Pena Qaffa

Layout:

Retno Puji Astuti

Penerbit:

PT ANTAM Tbk

Redaksi:

Gedung Aneka Tambang Tower A
Jl. Letjen T. B. Simatupang No. 1
Lingkar Selatan, Tanjung Barat
Jakarta, Indonesia, 12530

PRAKATA

Inovasi adalah keniscayaan jika kita ingin bertahan melewati perubahan. Karena dunia berubah, maka tuntutan perilaku pun berubah. Siapa yang tidak bisa beradaptasi dan berinovasi pasti akan kalah tergerus jaman. Begitulah pesan yang ingin diangkat dalam buku ini: inovasi semakin mengukuhkan posisi ANTAM sebagai perusahaan tambang terkemuka di Indonesia.

Inovasi dalam industri pertambangan telah menjadi tolok ukur dalam mencapai efisiensi operasional. Apalagi jika inovasi tersebut mengarah pada tujuan keberlanjutan. Maka ANTAM dengan bangga mempersembahkan program inovatif yang dilaksanakannya, yaitu mengganti metode analisis bauksit dari metode konvensional WET ke metode XRF.

Dalam buku ini, Anda akan menjelajahi perjalanan inovasi ANTAM, mulai dari latar belakang dan alasan di balik penggunaan XRF, kelebihan metode ini dibandingkan dengan WET, hingga dampak positif yang telah dirasakan oleh ANTAM sejak menerapkan inovasi ini. Anda akan menemukan fakta dan data menarik yang mendukung keunggulan XRF sebagai metode sekaligus alat analisis yang efektif dan efisien.

8

Buku ini juga menyoroti dampak penggunaan XRF terhadap aspek lingkungan, penghematan biaya, pengurangan penggunaan bahan kimia, dan pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs). Melalui inovasi yang dilakukan, ANTAM telah membuktikan diri sebagai perusahaan yang berkomitmen menjaga keberlanjutan dalam operasionalnya serta memberikan kontribusi positif terhadap SDGs.

Dengan membaca buku ini, Anda akan memperoleh wawasan yang lebih mendalam tentang inovasi XRF di industri bauksit, bagaimana ANTAM berhasil mengimplementasikannya, dan pentingnya inovasi dalam menghadapi tantangan dan memperbaiki kinerja operasional perusahaan.

Terima kasih kepada seluruh tim yang terlibat dalam penulisan buku ini dan kepada ANTAM atas kontribusinya dalam dunia inovasi dan keberlanjutan. Semoga buku ini memberikan wawasan yang berharga dan inspirasi bagi pembaca untuk menerapkan inovasi serupa dalam upaya mencapai keunggulan dalam berbagai sektor industri.

Selamat membaca!

Tim Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	7
DAFTAR ISI	10
PENDAHULUAN	13
BAB 1. MENGENAL METODE ANALISIS WET	21
Langkah-Langkah Umum Dalam Proses Analisis WET	23
Kelebihan Metode WET	25
Bahan-Bahan Kimia yang Dipakai dalam WET	28
Hasil Analisis Metode WET di ANTAM	31
BAB 2. MENGENAL METODE ANALISIS XRF	37
Keunggulan Metode XRF	40

Metode XRF dalam Industri Bauksit	44
Hasil Analisis Metode WET di ANTAM	47
BAB 3. KEUNGGULAN METODE XRF DIBANDING WET	53
Program Inovasi Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun	58
BAB 4. DAMPAK METODE XRF	69
Dampak Inovasi kepada Lingkungan	71
Dampak Inovasi ke Efisiensi dan Penghematan Biaya	73
Dampak Inovasi ke Paparan Bahan Kimia dan Kecepatan Kerja	76
Kontribusi Program terhadap Capaian SDGs	81
PENUTUP DAN KESIMPULAN	87
DAFTAR PUSTAKA	93



PENDAHULUAN



Pada tahun 2017, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) memberikan rekomendasi perpanjangan persetujuan ekspor mineral logam kepada enam perusahaan. Salah satunya adalah ANTAM. Rekomendasi tersebut diberikan untuk penjualan ekspor bijih nikel kadar rendah atau kurang dari 1,7 persen sebesar 2,7 juta *wet metric ton* (wmt), dan bijih bauksit tercuci dengan kadar $\geq 42 \text{ Al}_2\text{O}_3$.

14

Rekomendasi tersebut sesuai dengan peraturan Menteri ESDM No. 5 Tahun 2017 tentang "Peningkatan Nilai Tambah Mineral Melalui Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian di Dalam Negeri". Berdasarkan peraturan tersebut, perusahaan mendapatkan izin untuk melakukan ekspor bijih nikel kadar rendah dan bijih bauksit tercuci selama lima tahun dengan rekomendasi persetujuan ekspor bijih yang diperpanjang setiap tahunnya.

Jika ada target yang meningkat, maka kerja pun harus ditingkatkan. Salah satunya terkait aspek sumber daya manusia serta peralatan produksi. Target produksi yang meningkat mengakibatkan *load sample* bauksit juga bertambah. Tentu saja ini logis karena bauksit yang melalui proses produksi tentu harus melewati pengujian-pengujian tertentu untuk menentukan kelayakannya. Maka makin banyak hasil produksi, makin banyak *sample* yang harus diuji.

Untuk keperluan pengujian sampel bauksit, ANTAM menerapkan *standard operational procedure* menggunakan metode konvensional (WET). Setelah dikaji ulang, metode itu meski masih efektif namun tidak lagi mampu memenuhi tuntutan jaman, apalagi di tengah beban target yang sedemikian besar. Lebih jauh lagi, metode WET juga memiliki kendala-kendala teknis yang merugikan lingkungan, yang dikhawatirkan jika dilakukan dalam skala sangat besar, dampak negatifnya juga makin besar.

Sekadar informasi, metode WET (*Wet Assay* atau *Wet Chemical Analysis*) merupakan salah satu metode analisis kimia yang umum digunakan dalam pengujian mineral dan logam. Metode ini melibatkan penggunaan larutan kimia untuk mengekstraksi atau mengubah sifat fisik atau kimia dari sampel yang dianalisis.

Dalam analisis bijih bauksit, metode WET biasanya melibatkan penggunaan larutan asam atau basa yang digunakan untuk melarutkan atau mengubah komponen mineral dalam sampel bauksit. Setelah larutan tersebut berinteraksi dengan sampel, berbagai reaksi kimia terjadi yang memungkinkan untuk mengidentifikasi dan mengukur kandungan mineral dalam sampel tersebut.

Metode WET memiliki beberapa kelebihan, seperti kemampuannya untuk mengukur berbagai komponen mineral dalam sampel secara simultan. Metode ini juga relatif murah dan mudah dilakukan, serta

dapat memberikan hasil yang dapat diandalkan jika dilakukan dengan benar.

Namun, metode WET juga memiliki beberapa kelemahan. Salah satunya adalah waktu yang diperlukan dalam proses analisis yang relatif lebih lama dibandingkan dengan metode analisis modern lainnya. Selain itu, metode ini memerlukan persiapan yang cermat dan penanganan bahan kimia yang dapat berpotensi berbahaya jika tidak dilakukan dengan hati-hati. Beberapa analisis juga dapat memerlukan penggunaan bahan kimia yang berpotensi merusak lingkungan.

Untuk itu, diperlukan sebuah metode pengujian baru untuk mengganti metode yang telah usang tersebut. Sebagai alternatif, PT Antam merencanakan penggunaan metode yang memanfaatkan instrumen XRF untuk analisis bauksit. Pentingnya instrumen XRF dalam analisis bauksit adalah karena mampu memberikan pembacaan hasil analisis yang cepat dan akurat.

Masalahnya, metode XRF membutuhkan sebuah laboratorium yang memadai. Saat itu Lab UBPB sebenarnya telah memiliki instrumen XRF yang merupakan hibah dari Lab Geomin di Toho Kalimantan Barat. Namun, sayangnya, kondisi instrumen tersebut mengalami *breakdown* dan membutuhkan biaya perbaikan yang besar. Selain itu, nilai investasi alat tersebut sudah mencapai nol karena telah beroperasi selama sepuluh tahun.

18

Namun ANTAM tidak menyerah, meskipun terdapat biaya perbaikan yang signifikan, tapi jika dihitung-hitung investasi dalam instrumen XRF akan lebih menguntungkan dalam jangka panjang. Apalagi melihat target produksi yang tinggi sebanding dengan jumlah sampel produksi yang harus dianalisis, jelas diperlukan investasi dalam instrumen XRF guna mempercepat pembacaan kadar hasil produksi.

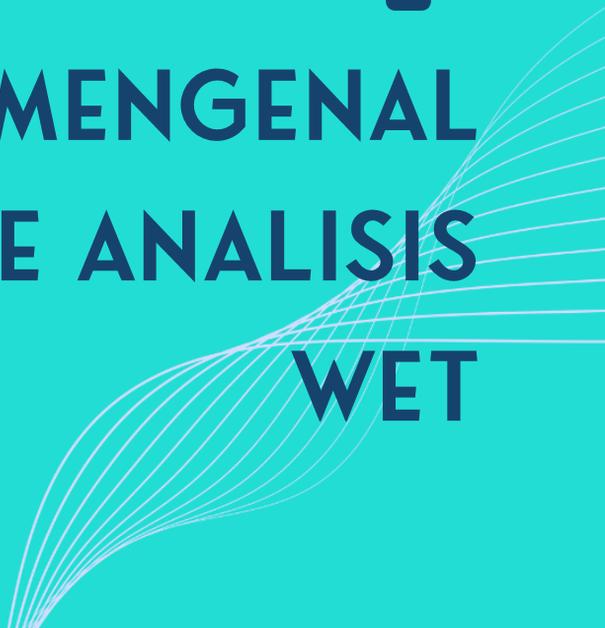
Dalam pembahasan pada bab-bab selanjutnya, kita akan melihat bagaimana proses pengganti metode analisis WET menjadi XRF. Kita juga akan lebih mengenal kedua metode tersebut, terutama metode XRF yang akhirnya membawa PT Antam menjadi salah satu perusahaan yang memenuhi standar nilai perusahaan, melakukan banyak penghematan, serta memenuhi standar *Sustainable Development Goals* (SDGs).

Pada akhirnya, ini semua bermuara pada peningkatan kesejahteraan ekonomi masyarakat secara berkesinambungan, pembangunan yang menjaga keberlanjutan kehidupan sosial masyarakat, pembangunan yang menjaga kualitas lingkungan hidup serta pembangunan yang menjamin keadilan dan terlaksananya tata kelola yang mampu menjaga peningkatan kualitas hidup dari satu generasi ke generasi berikutnya.



1

**MENGENAL
METODE ANALISIS
WET**



Metode WET (*Wet Assay* atau *Wet Chemical Analysis*) merupakan metode analisis kimia tradisional yang telah digunakan dalam berbagai aplikasi di bidang geologi, pertambangan, metalurgi, dan industri lainnya. Metode ini melibatkan penggunaan larutan kimia untuk mengubah sifat fisik atau kimia dari sampel yang dianalisis.

Dalam analisis bijih bauksit, metode WET sering digunakan untuk menentukan kandungan mineral atau logam tertentu dalam sampel. Proses analisis WET melibatkan beberapa langkah, termasuk penghancuran sampel, pengolahan dengan reagen kimia, dan pengukuran kadar komponen tertentu dalam larutan hasil ekstraksi.

Langkah-Langkah Umum dalam Proses Analisis WET

Berikut adalah langkah-langkah umum dalam proses analisis WET:

Pertama, persiapan sampel. Pada proses ini sampel bijih bauksit dikumpulkan dan dihancurkan menjadi partikel-partikel yang lebih halus untuk memastikan konsistensi dan homogenitasnya. Kemudian, sampel diambil dan dibawa ke laboratorium untuk analisis lebih lanjut.

Kedua, pencucian dan pemisahan mineral. Pada proses ini sampel bauksit yang sudah dihancurkan kemudian dicuci dengan air atau larutan kimia untuk memisahkan mineral-mineral yang terkandung di dalamnya. Pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan bahan pengotor dan memisahkan mineral bauksit yang diinginkan.

Ketiga, ekstraksi dengan reagen kimia. Setelah proses pencucian, larutan kimia seperti asam atau basa digunakan untuk mengubah komponen mineral dalam sampel bauksit. Larutan ini membantu melarutkan atau mengubah sifat mineral tertentu sehingga mereka dapat diukur atau diidentifikasi.

Keempat, filtrasi. Setelah proses ekstraksi, larutan hasil ekstraksi dipisahkan dari padatan dengan menggunakan proses filtrasi. Padatan atau endapan yang terbentuk dipisahkan dengan menggunakan filter, dan larutan yang terkandung dalam filtrat dipindahkan ke wadah terpisah untuk analisis selanjutnya.

Kelima, pengukuran kadar. Larutan hasil ekstraksi yang terkandung dalam filtrat kemudian dianalisis menggunakan berbagai metode analisis kimia seperti *spektrofotometri*, *titrasi*, atau metode *gravimetri*. Metode ini digunakan untuk mengukur konsentrasi atau kadar komponen mineral atau logam tertentu dalam larutan, sehingga dapat menentukan kandungan dalam sampel aslinya.

Kelebihan Metode WET

Metode WET terus digunakan dalam berbagai aplikasi analisis kimia karena memiliki beberapa kelebihan dan kegunaan yang spesifik. Di antaranya digunakan untuk analisis kualitatif yang bertujuan untuk mengidentifikasi komponen kimia dalam sampel. Dengan menggunakan berbagai reagen kimia, metode ini dapat membantu mengidentifikasi keberadaan logam atau mineral tertentu dalam sampel bauksit. Hasil analisis kualitatif dengan metode WET memberikan informasi tentang komposisi mineral dalam sampel.

Metode WET juga digunakan untuk analisis kuantitatif, yang bertujuan untuk mengukur konsentrasi atau kadar komponen tertentu dalam sampel. Dalam analisis bijih bauksit, metode WET dapat digunakan untuk mengukur kadar aluminium oksida (Al_2O_3), zat besi (Fe_2O_3), dan komponen lain yang relevan dalam bauksit.

Metode WET cocok untuk analisis spesimen beragregat atau bahan mentah seperti bijih bauksit. Metode ini memungkinkan pengujian pada keseluruhan sampel tanpa memerlukan proses penghancuran total. Ini berguna dalam mewakili karakteristik bahan yang sebenarnya dan memberikan informasi tentang komposisi mineral yang relevan.

26

Meskipun metode WET dianggap sebagai metode analisis tradisional, hasil yang diperoleh dari metode ini masih dianggap dapat diandalkan. Dengan penggunaan yang tepat, prosedur yang akurat, dan pengendalian kualitas yang baik, metode WET dapat memberikan hasil yang konsisten dan dapat dipercaya.

Metode WET dapat disesuaikan dengan kebutuhan analisis yang spesifik. Berbagai reagen kimia dan prosedur dapat disesuaikan

untuk mengakomodasi karakteristik sampel dan komponen yang ingin dianalisis. Hal ini memungkinkan fleksibilitas dalam mendapatkan informasi yang dibutuhkan dari sampel bauksit.

Meski metode WET telah digunakan selama bertahun-tahun dan memberikan hasil yang dapat diandalkan, metode ini memiliki beberapa kelemahan. Salah satunya adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan proses analisis yang relatif lama, terutama jika dibandingkan dengan metode analisis modern. Metode WET juga memerlukan persiapan yang cermat dan penanganan bahan kimia dengan hati-hati karena beberapa bahan kimia yang digunakan dapat berpotensi berbahaya.

Bahan-bahan Kimia yang Dipakai dalam WET

28

Dalam metode WET, berbagai bahan kimia sering digunakan untuk melarutkan, mengendapkan, atau mengubah sifat fisik atau kimia dari sampel yang dianalisis. Berikut ini adalah beberapa bahan kimia yang sering digunakan dalam metode WET untuk analisis mineral dan logam:

Asam: Asam biasanya digunakan dalam metode WET untuk melarutkan mineral atau logam tertentu dalam sampel. Contoh asam yang sering digunakan adalah asam nitrat (HNO_3), asam klorida (HCl), asam sulfat (H_2SO_4), dan asam perchlorat (HClO_4).

Basa: Basa dapat digunakan dalam metode WET untuk mengubah sifat fisik atau kimia dari sampel. Salah satu basa yang umum

digunakan adalah larutan natrium hidroksida (NaOH) atau amonium hidroksida (NH_4OH).

Reagen Pengendap: Reagen pengendap digunakan untuk mengendapkan logam tertentu dalam sampel sebagai endapan padatan. Contoh reagen pengendap yang umum digunakan adalah amonium karbonat ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$), amonium sulfida ($(\text{NH}_4)_2\text{S}$), atau hidrogen sulfida (H_2S).

Reagen Kompleks: Reagen kompleks digunakan dalam metode WET untuk membentuk senyawa kompleks dengan logam tertentu dalam sampel. Contoh reagen kompleks yang umum digunakan adalah amonium pikrat ($(\text{NH}_4)_3\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3$), natrium tiokarbamat ($\text{NaCS}(\text{NH}_2)_2$), atau asam etilendiamintetraasetat (EDTA).

Indikator: Indikator digunakan dalam metode WET untuk menunjukkan titik akhir reaksi atau perubahan warna yang mengindikasikan pencapaian titik ekuivalen. Contoh indikator yang

sering digunakan adalah *fenolftalein*, *metil jingga*, *bromtimol biru*, atau *metil merah*.

Pelarut: Pelarut dapat digunakan untuk melarutkan sampel sebelum proses analisis atau untuk mengencerkan larutan sampel. Contoh pelarut yang sering digunakan adalah air (H_2O), aseton, etanol, atau asam asetat (CH_3COOH).

Pemilihan bahan kimia yang tepat dalam metode WET tergantung pada sifat dan komposisi sampel yang dianalisis serta tujuan analisis yang ingin dicapai. Penting untuk mengikuti prosedur dan aturan keamanan yang ketat dalam penanganan bahan kimia, termasuk penggunaan alat pelindung diri yang sesuai, untuk memastikan keselamatan dan akurasi analisis.

Hasil Analisis Metode WET ANTAM

Di ANTAM, metode WET telah diaplikasikan dalam kegiatan analisis sampel bauksit.

Menurut *Laporan Inovasi Pengurangan LB3: Mengurangi Penggunaan Bahan Kimia dari Metode Konvensional (Wet) menjadi Instrumen (XRF) Tahun 2022* yang disusun oleh ANTAM UBP Bauksit Kalimantan Barat, metode WET memiliki kekurangan dan kelebihan tersendiri.

Salah satu kekurangan metode WET adalah waktu yang dibutuhkan untuk menganalisis satu sampel. Metode WET membutuhkan waktu sekitar tiga hari untuk menyelesaikan analisis satu sampel. Waktu yang relatif lama ini dapat menjadi hambatan dalam situasi di mana

hasil analisis yang cepat diperlukan, terutama dalam industri pertambangan yang memiliki jadwal produksi yang ketat. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan efisiensi waktu dalam menggunakan metode WET.

Meskipun demikian, metode WET memiliki akurasi dan presisi yang tinggi. Akurasi merujuk pada seberapa dekat hasil analisis dengan nilai sebenarnya, sementara presisi merujuk pada sejauh mana hasil analisis yang dapat direproduksi secara konsisten.

Metode WET telah terbukti memberikan hasil analisis yang akurat dan presisi tinggi dalam menentukan kandungan mineral dalam sampel bauksit. Hal ini penting untuk memastikan kualitas dan keandalan hasil analisis yang digunakan untuk kepentingan tertentu, misal untuk menganalisis sampel penjualan atau pengapalan. Karena pembayaran sering kali terkait dengan hasil analisis, diperlukan metode analisis yang akurat untuk menentukan kandungan mineral dalam sampel bauksit.

Metode WET juga dapat memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan dalam menentukan parameter seperti Al_2O_3 (aluminium oksida), Fe_2O_3 (hematit), TSiO_2 , dan TiO_2 (Titanium Dioxide) dalam bauksit.

Dalam metode WET, berbagai bahan kimia digunakan untuk kepentingan ekstraksi atau merubah sifat kimia yang diinginkan dalam sampel. Beberapa bahan kimia yang umum digunakan dalam analisis bauksit melalui metode WET antara lain adalah asam sulfat (H_2SO_4), asam klorida (HCl), asam nitrat (HNO_3), kalium permanganat (KMnO_4), asam asetat (CH_3COOH), hidrogen peroksida (H_2O_2), dan asam fosfat (H_3PO_4).

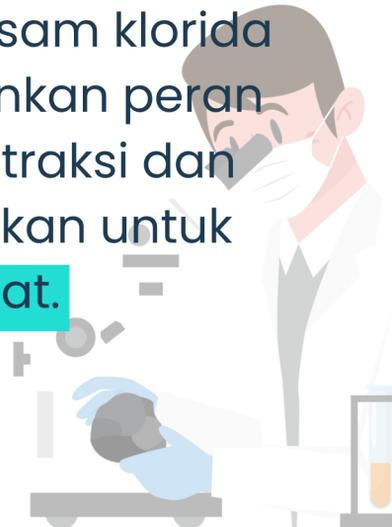
Karena metode WET menuntut penggunaan banyak bahan kimia, maka penting untuk menjaga keselamatan dan kepatuhan lingkungan terkait penggunaan bahan kimia tersebut.

Penggunaan bahan kimia harus dilakukan sesuai dengan panduan keamanan yang ditetapkan dan menggunakan peralatan pelindung diri yang tepat. Selain itu, limbah kimia yang dihasilkan harus dikelola dengan baik sesuai peraturan lingkungan yang berlaku.

Kesimpulannya, metode WET memiliki kelebihan dalam pengujian sampel yang membutuhkan analisis yang akurat. Meskipun membutuhkan waktu yang relatif lama, proses ini memberikan hasil analisis yang akurat dan presisi tinggi. Penggunaan bahan kimia seperti asam sulfat, asam klorida, dan lainnya dalam metode WET membantu proses ekstraksi serta perubahan yang diperlukan untuk analisis bauksit.

Namun, perlu diingat bahwa efisiensi waktu dan keamanan penggunaan bahan kimia juga harus dipertimbangkan dalam penggunaan metode ini.

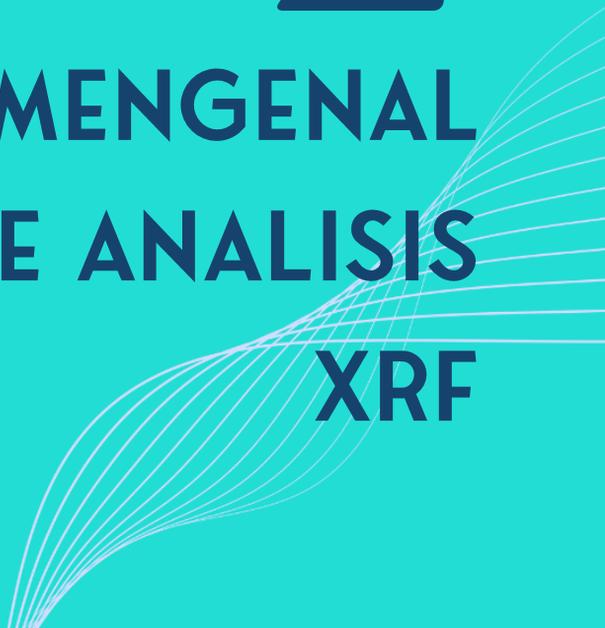
Kelebihan metode WET terletak pada kemampuannya untuk memberikan analisis yang akurat dan presisi tinggi. Penggunaan bahan kimia seperti asam sulfat dan asam klorida dalam metode ini memainkan peran penting dalam proses ekstraksi dan transformasi yang diperlukan untuk analisis bauksit yang akurat.





2

MENGENAL METODE ANALISIS XRF



Metode XRF (X-Ray Fluorescence) adalah sebuah teknik analisis non-destruktif yang digunakan untuk menentukan komposisi unsur kimia dalam sampel. Metode ini berdasarkan pada prinsip fluoresensi sinar-X, di mana sampel yang dianalisis akan dipaparkan pada sinar-X yang berenergi tinggi.

Proses analisis XRF dimulai dengan mengirimkan sinar-X ke sampel yang ditempatkan di depan detektor. Ketika sinar-X bertemu dengan atom-atom dalam sampel, terjadi tumbukan elektron-elektron dalam atom tersebut. Tumbukan ini mengakibatkan pengeluaran sinar-X fluoresen dari atom-atom tersebut.

Sinar-X fluoresen memiliki energi yang spesifik dan dapat diidentifikasi untuk setiap unsur kimia yang ada dalam sampel. Detektor akan mengukur intensitas sinar-X fluoresen yang dipancarkan, dan dengan demikian dapat menentukan keberadaan dan konsentrasi unsur-unsur tertentu dalam sampel.

Metode XRF telah digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk analisis logam, mineralogi, geologi, kimia, lingkungan, industri, dan banyak lagi. Metode ini dapat digunakan untuk menganalisis berbagai jenis sampel, termasuk padatan, cairan, dan bubuk. Penggunaan yang luas dari metode XRF disebabkan oleh kemampuannya untuk memberikan hasil yang cepat, akurat, dan non-destruktif dalam menentukan komposisi unsur dalam sampel.

Peralatan XRF umumnya terdiri dari tabung sinar-X sebagai sumber sinar-X, detektor untuk mengukur sinar-X fluoresen, dan sistem pengolahan data untuk menganalisis hasil. Hasil analisis diinterpretasikan dengan menggunakan perangkat lunak khusus yang membandingkan intensitas sinar-X fluoresen dengan database referensi untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang ada dalam sampel.

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi telah menghasilkan peralatan XRF yang lebih portabel dan mudah digunakan. Ini memungkinkan aplikasi lapangan dan pengujian di tempat yang lebih praktis. Tak heran jika metode XRF terus berkembang dan menjadi salah satu alat analisis yang penting dalam berbagai bidang ilmiah dan industri.

Keunggulan Metode XRF

Metode XRF memiliki beberapa kelebihan yang membuatnya menjadi pilihan yang populer dalam analisis unsur kimia. Berikut adalah beberapa kelebihan utama metode XRF:

Non-Destruktif: Salah satu kelebihan utama metode XRF adalah bersifat non-destruktif. Artinya, sampel yang dianalisis tidak rusak

atau diubah secara permanen selama proses. Ini memungkinkan pengujian yang berulang-ulang pada sampel yang sama tanpa merusak atau mempengaruhi integritas sampel. Kelebihan ini penting dalam situasi di mana sampel yang dianalisis langka, berharga, atau terbatas.

Analisis Cepat: Metode XRF dapat memberikan hasil analisis yang cepat. Dalam banyak kasus, analisis dapat diselesaikan dalam hitungan menit. Hal ini memungkinkan pengujian yang efisien dan memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat dalam berbagai bidang, termasuk industri, penelitian, dan pengawasan kualitas.

Analisis Multielemen: Metode XRF dapat digunakan untuk analisis multielemen, yaitu mampu secara simultan menganalisis kandungan beberapa unsur kimia dalam satu pengujian. Ini membuat metode XRF efisien dalam menentukan komposisi unsur dalam sampel yang kompleks atau mengandung banyak elemen.

Kemampuan ini sangat berguna dalam berbagai bidang seperti geologi, pertambangan, lingkungan, dan industri.

Keberagaman Sampel: Metode XRF dapat digunakan untuk menganalisis berbagai jenis sampel, termasuk padatan, cairan, dan bubuk. Ini memberikan fleksibilitas dalam aplikasi dan memungkinkan pengujian yang luas dalam berbagai bidang. Metode XRF dapat digunakan untuk menganalisis logam, mineral, keramik, bahan bangunan, produk makanan, dan banyak lagi.

Kemudahan Penggunaan: Peralatan XRF saat ini dirancang dengan antarmuka pengguna yang mudah digunakan, sehingga pengoperasiannya menjadi lebih sederhana. Proses pengujian dengan metode XRF melibatkan penempatan sampel di bawah instrumen dan memulai analisis dengan mengklik beberapa tombol. Ini membuat metode XRF dapat diakses oleh pengguna yang tidak memiliki latar belakang analitik yang mendalam.

Akurasi dan Presisi: Metode XRF telah mengalami pengembangan yang signifikan dan mampu memberikan hasil analisis yang akurat dan presisi. Penggunaan perangkat lunak yang canggih dan database referensi yang luas memungkinkan identifikasi dan kuantifikasi yang akurat dari unsur-unsur dalam sampel. Hasil analisis XRF biasanya memiliki tingkat kepercayaan yang tinggi dan dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan.

Kesimpulannya, metode XRF memiliki beberapa kelebihan penting yaitu kemampuan non-destruktif, analisis cepat, analisis multielemen, keberagaman sampel, kemudahan penggunaan, dan akurasi yang tinggi. Kelebihan-kelebihan ini menjadikan metode XRF sebagai alat analisis yang sangat efektif dan berguna dalam berbagai bidang, termasuk industri, penelitian, lingkungan, dan pengendalian kualitas.

Metode XRF dalam Industri Bauksit

Metode XRF memiliki aplikasi yang luas dalam industri bauksit. Dalam industri ini, metode XRF digunakan untuk menganalisis komposisi mineral dan kandungan unsur dalam bijih bauksit. Berikut adalah beberapa poin penting tentang penggunaan metode XRF dalam industri bauksit:

Analisis Kandungan Unsur: Metode XRF digunakan untuk menentukan kandungan unsur utama dalam bijih bauksit, seperti aluminium (Al), silikon (Si), besi (Fe), titanium (Ti), dan unsur-unsur lainnya yang berperan penting dalam penentuan kualitas dan nilai bijih bauksit. Analisis ini membantu dalam mengidentifikasi dan memantau kualitas bijih bauksit serta memastikan bahwa kandungan unsur memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan.

Kualitas dan Gradasi Bauksit: Metode XRF memungkinkan penentuan komposisi mineral dalam bijih bauksit, termasuk persentase alumina (Al_2O_3) dan pengotor lainnya. Hal ini penting dalam penentuan kualitas bauksit dan juga dalam memastikan gradasi yang tepat untuk penggunaan industri tertentu. Analisis kualitas bauksit dengan metode XRF membantu dalam mengoptimalkan proses produksi dan memastikan bahwa bijih bauksit sesuai dengan kebutuhan industri.

Kontrol Proses Produksi: Metode XRF digunakan dalam kontrol proses produksi bauksit untuk memantau kualitas bijih yang masuk dan keluar dari pabrik. Dengan melakukan analisis secara reguler, metode XRF memungkinkan pengendalian kualitas dan perbaikan proses produksi yang lebih efektif. Data hasil analisis XRF digunakan sebagai umpan balik untuk melakukan penyesuaian yang diperlukan dalam operasi pabrik.

Penentuan Kadar Air dan Pengotor: Metode XRF juga digunakan untuk menentukan kadar air (H_2O) dalam bijih bauksit. Kadar air yang tinggi dalam bijih bauksit dapat mempengaruhi proses produksi dan kualitas produk akhir. Selain itu, metode XRF membantu dalam mengidentifikasi pengotor seperti belerang (S), fosfor (P), dan unsur-unsur lainnya yang dapat mempengaruhi kualitas bauksit dan efisiensi proses produksi.

46

Analisis Cepat dan Non-Destruktif: Salah satu keunggulan utama metode XRF dalam industri bauksit adalah kemampuannya untuk memberikan hasil analisis yang cepat dan non-destruktif. Dengan menggunakan peralatan XRF yang sesuai, analisis dapat dilakukan dengan cepat langsung di lapangan atau di lokasi produksi. Hal ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan efisien dalam pengelolaan bijih bauksit.

Dengan menggunakan metode XRF dalam industri bauksit,

perusahaan dapat memperoleh informasi yang penting tentang komposisi mineral, kualitas, dan kandungan unsur dalam bijih bauksit. Informasi ini membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik terkait dengan pengolahan, pengendalian kualitas, dan penggunaan bijih bauksit dalam berbagai aplikasi industri.

Hasil Analisis Metode XRF di ANTAM

ANTAM telah menggunakan metode analisis XRF (X-ray Fluorescence) untuk menganalisis komposisi kimia dan konsentrasi unsur dalam sampel bauksit. Metode ini menggunakan instrumen XRF yang merupakan alat spektrometri yang dapat memberikan hasil pengukuran yang cepat dan akurat. Dalam laporan hasil

analisis di ANTAM, terdapat penjelasan mengenai keunggulan metode XRF yang digunakan. Berikut ini adalah ulasan lebih lanjut tentang keunggulan XRF:

Salah satu keunggulan utama dari metode analisis XRF adalah kecepatan dalam memberikan hasil analisis. Dalam penggunaan instrumen XRF, waktu yang dibutuhkan untuk menganalisis satu sampel bauksit hanya sekitar empat menit. Dalam metode ini, terdapat dua metode pengujian yaitu metode sekuensial dan metode simultan. Metode sekuensial memerlukan waktu sekitar tiga menit untuk menganalisis satu sampel, sedangkan metode simultan hanya memerlukan waktu sekitar satu menit. Kecepatan analisis yang tinggi ini sangat menguntungkan dalam situasi di mana sampel produksi atau *blending* perlu segera diketahui hasil analisisnya.

Selain kecepatan analisis, metode XRF juga cocok untuk digunakan pada sampel produksi atau *blending*. Dalam industri bauksit, proses *blending* sangat penting untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan. Metode XRF dengan kecepatan analisis yang tinggi memungkinkan pengujian cepat pada sampel-sampel yang digunakan dalam proses *blending*. Hal ini memastikan bahwa komposisi dan konsentrasi unsur dalam sampel bauksit sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

Keunggulan lain dari metode XRF adalah kemampuannya untuk menganalisis unsur secara simultan. Dalam satu pengujian, metode XRF dapat menganalisis beberapa unsur sekaligus. Hal ini memungkinkan penghematan waktu dan sumber daya dalam proses analisis, karena tidak perlu melakukan pengujian terpisah untuk setiap unsur. Keunggulan ini juga memastikan akurasi dan konsistensi dalam penentuan komposisi unsur dalam sampel bauksit.

Presisi merupakan salah satu keunggulan penting dari metode XRF. Metode ini dapat memberikan hasil analisis dengan tingkat presisi yang tinggi. Presisi mengacu pada seberapa dekat hasil analisis dengan nilai sebenarnya. Dalam industri bauksit, presisi yang tinggi dalam penentuan komposisi dan konsentrasi unsur sangat penting untuk menjaga kualitas produk dan memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

50

Dengan menggunakan metode analisis XRF, ANTAM telah mendapatkan keunggulan dalam pengujian dan analisis sampel bauksit. Kecepatan analisis yang tinggi, kecocokan dengan sampel produksi atau *blending*, kemampuan analisis unsur secara simultan, dan presisi yang tinggi menjadi keunggulan utama metode XRF. Dalam industri bauksit yang memiliki jadwal produksi yang ketat dan persyaratan kualitas yang tinggi, penggunaan metode XRF

memberikan keuntungan dalam pengambilan keputusan yang cepat dan akurat terkait dengan pengolahan dan penjualan bauksit.

Dalam laporan hasil analisis di ANTAM, penggunaan metode XRF dalam menganalisis bauksit telah membantu perusahaan dalam memantau kualitas bauksit, mengoptimalkan proses produksi, dan memastikan bahwa komposisi dan konsentrasi unsur dalam bauksit memenuhi spesifikasi yang ditentukan. Keunggulan metode XRF telah memberikan kontribusi positif terhadap efisiensi dan keberhasilan operasional ANTAM dalam industri bauksit.



3

KEUNGGULAN METODE XRF DIBANDING WET



Metode XRF dan metode WET adalah dua pendekatan yang umum digunakan dalam analisis komposisi unsur kimia. Meskipun keduanya digunakan untuk tujuan analisis, keduanya memiliki perbedaan dalam hal prinsip kerja, keunggulan, dan kelemahan.

Berikut ini adalah perbandingan keunggulan metode XRF dibandingkan dengan metode WET:

54

Kecepatan Analisis: Salah satu keunggulan utama metode XRF adalah kecepatan analisis yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode WET. Dalam metode XRF, analisis dapat diselesaikan dalam hitungan menit, sedangkan metode WET membutuhkan waktu yang lebih lama, seringkali beberapa jam atau bahkan beberapa hari. Kecepatan analisis XRF memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dalam proses produksi dan pengendalian kualitas.

Non-Destruktif: Metode XRF adalah metode non-destruktif, yang

berarti sampel yang dianalisis tidak rusak atau diubah secara permanen selama proses. Hal ini memungkinkan pengujian yang berulang-ulang pada sampel yang sama, yang merupakan keuntungan penting dalam situasi di mana sampel terbatas atau berharga. Sementara dalam metode WET, destruksi sampel tidak bisa dihindarkan karena melibatkan reaksi kimia yang mengubah atau menghancurkan sampel, sehingga tidak memungkinkan pengujian ulang pada sampel yang sama.

Kemampuan Analisis Multielemen: Metode XRF memiliki keunggulan dalam kemampuan analisis multielemen, yaitu mampu menganalisis beberapa unsur secara simultan dalam satu pengujian. Ini memungkinkan identifikasi dan kuantifikasi lebih efisien dari unsur-unsur dalam sampel. Di sisi lain, metode WET membutuhkan proses analisis terpisah untuk setiap unsur, yang dapat memakan waktu dan sumber daya yang lebih banyak.

Kemudahan Penggunaan: Instrumen XRF saat ini dirancang dengan antarmuka pengguna yang lebih sederhana, sehingga pengoperasiannya menjadi lebih mudah. Pengguna dengan latar belakang analitik yang terbatas dapat menggunakan instrumen XRF dengan cepat setelah melalui pelatihan dasar. Di sisi lain, metode WET memerlukan keahlian yang lebih tinggi dalam persiapan sampel, pengukuran volumetrik, dan pemrosesan kimia.

Kualitas dan Presisi: Metode XRF umumnya memberikan hasil analisis yang memiliki tingkat presisi yang tinggi. Presisi mengacu pada seberapa dekat hasil analisis dengan nilai sebenarnya. Metode XRF dengan kalibrasi yang baik dan penggunaan standar referensi yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang akurat dan konsisten. Di sisi lain, metode WET dapat lebih rentan terhadap kesalahan manusia dan dapat memiliki variabilitas yang lebih tinggi dalam hasil analisis.

Biaya: Metode XRF umumnya memiliki biaya analisis yang lebih rendah dibandingkan metode WET. Penggunaan bahan kimia dan reagen dalam metode WET membutuhkan investasi yang lebih besar. Selain itu, metode WET juga membutuhkan waktu dan tenaga kerja yang lebih banyak untuk persiapan sampel dan pelaksanaan prosedur analisis. Metode XRF dengan waktu analisis yang lebih cepat dan penggunaan peralatan yang lebih sederhana dapat mengurangi biaya keseluruhan analisis.

Sebagai kesimpulan, metode XRF memiliki berbagai keunggulan dibandingkan metode WET. Kecepatan analisis yang lebih tinggi, sifat non-destruktif, kemampuan analisis multielemen, kemudahan penggunaan, kualitas dan presisi hasil analisis, serta biaya analisis yang lebih rendah adalah faktor-faktor yang membuat XRF menjadi pilihan yang populer dalam berbagai aplikasi analisis unsur kimia. Namun terlepas dari keunggulan itu, tetap penting untuk

mempertimbangkan karakteristik sampel, persyaratan analisis, dan keahlian operator dalam memilih metode analisis yang paling sesuai untuk kebutuhan spesifik.

Program Inovasi Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun

58

Sebagaimana telah diuraikan di muka, salah satu kekurangan metode WET adalah membutuhkan banyak bahan kimia yang sebagian di antaranya tergolong Bahan Beracun dan Berbahaya (B3). Konsekuensi penggunaan bahan kimia B3 adalah menghasilkan Limbah B3. Untuk mengatasi persoalan ini, ANTAM meluncurkan program inovasi berupa penggantian metode

konvensional WET ke metode XRF. Program inovasi ini dilakukan ANTAM UBP Bauksit Kalimantan Barat sejak tahun 2019.

Dalam laporan hasil analisis di ANTAM, dinyatakan bahwa penggunaan metode XRF dalam menganalisis bauksit telah memberikan banyak manfaat bagi perusahaan. Salah satu manfaatnya adalah memantau kualitas bauksit secara lebih efisien.

Dengan menggunakan metode XRF, perusahaan dapat dengan cepat dan akurat menganalisis komposisi dan konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam bauksit. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan proses produksi dengan memastikan bahwa bauksit yang digunakan memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

Keunggulan metode XRF juga memberikan kontribusi positif terhadap efisiensi dan keberhasilan operasional ANTAM dalam industri bauksit. Metode ini memberikan hasil pengukuran yang

cepat dan akurat, yang sangat penting dalam analisis bijih bauksit yang membutuhkan waktu yang cepat dan keakuratan tinggi. Metode XRF juga mendukung kegiatan proses *blending* di lapangan yang dilakukan oleh satuan kerja *Quality Assurance*. Dengan demikian, metode XRF menjadi penunjang analisis bijih bauksit yang efektif dan efisien.

Salah satu yang perlu digarisbawahi dalam program inovasi ini adalah pengurangan penggunaan bahan kimia.

Dalam metode WET, bahan kimia seperti H_2SO_4 (asam sulfat), HCl (asam klorida), HNO_3 (asam nitrat), KMnO_4 (kalium permanganat), CH_3COOH (asam asetat), H_2O_2 (hidrogen peroksida), dan H_3PO_4 (asam fosfat) digunakan dalam analisis bauksit untuk mengukur parameter Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TSiO_2 , dan TiO_2 .

Namun, dengan adopsi metode XRF, penggunaan bahan kimia tersebut dapat dikurangi atau bahkan dieliminasi. Sebelum inovasi

dilakukan, proses pembacaan sampel bijih bauksit menggunakan empat parameter (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TSiO_2 , dan TiO_2) yang sebagian besar tergolong B3. Tetapi setelah inovasi dilakukan, proses pembacaan sampel bijih bauksit hanya membutuhkan dua parameter (Al_2O_3 dan TSiO_2).

Selain itu, ada juga efisiensi waktu. Proses pembacaan sampel bijih bauksit menggunakan metode WET membutuhkan waktu tiga hari per sampel dan menggunakan sekitar 5,63 ton bahan kimia. Setelah adopsi metode XRF, proses pembacaan sampel hanya membutuhkan waktu empat menit per sampel dan penggunaan bahan kimia dapat dikurangi sebanyak 4,28 ton.

Hal ini menggambarkan efisiensi yang tinggi dalam proses analisis dan penggunaan sumber daya yang lebih hemat.

Meskipun perusahaan menghadapi beberapa kendala terkait kondisi *breakdown* instrumen XRF yang dimiliki dan biaya

perbaikannya, investasi dalam metode XRF tetap dianggap lebih menguntungkan.

Jadi untuk menggunakan metode XRF, perlu ada lab khusus. Sebenarnya pada Lab ANTAM UBP Bauksit Kalimantan Barat, sudah terdapat instrumen XRF yang sebelumnya merupakan hibah dari Lab Geomin di Toho Kalimantan Barat. Instrumen ini memiliki peran penting dalam mendukung analisis bauksit di perusahaan. Namun, sayangnya saat itu kondisi instrumen tersebut mengalami *breakdown* dan memerlukan biaya perbaikan yang cukup besar.

Pada awalnya, kondisi instrumen XRF tersebut tentu saja menjadi kendala dalam kegiatan analisis di Lab ANTAM UBP Bauksit Kalimantan Barat. Dalam kondisi ini, perusahaan harus mengambil langkah yang cepat untuk memperbaiki instrumen tersebut agar bisa digunakan kembali. Namun, biaya perbaikan yang besar menjadi tantangan tersendiri bagi perusahaan. Perlu ada alokasi

dana yang signifikan untuk memperbaiki instrumen XRF tersebut. Sebagai gambaran, pengecekan kerusakan XRF yang dilakukan pada Desember 2017 menghabiskan biaya Rp300 juta. Sementara biaya perbaikannya sendiri mencapai Rp1,4 miliar. Biaya ini untuk memperbaiki 22 komponen yang bermasalah, dan tanpa jaminan bahwa instrumen akan kembali berfungsi dengan baik.

Tambahan pula, nilai investasi alat XRF di Lab ANTAM UBP Bauksit Kalimantan Barat sudah mencapai nol karena instrumen tersebut telah beroperasi selama sepuluh tahun. Meskipun instrumen tersebut telah memberikan kontribusi yang berharga selama masa pengoperasiannya, nilai investasinya sudah terdepresiasi seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan secara matang apakah biaya perbaikan instrumen XRF tersebut sebanding dengan manfaat yang akan diperoleh. Sebab hasil perbaikan XRF yang telah ada tidak menjamin kualitas instrumen tersebut akan beroperasi dengan baik.

Jadi Investasi dalam instrumen XRF memiliki potensi untuk memberikan keuntungan yang lebih besar bagi Perusahaan jika melihat target produksi yang tinggi dan banyaknya sampel produksi yang harus dianalisis. Dengan target produksi yang tinggi, akan ada peningkatan dalam jumlah sampel bauksit yang perlu dianalisis. Dalam konteks ini, investasi dalam instrumen XRF dapat memberikan keunggulan dalam mempercepat pembacaan kadar hasil produksi.

Hal ini penting sebab dalam industri bauksit, kecepatan adalah faktor penting dalam memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat. Dengan menggunakan metode XRF, Perusahaan dapat menghemat waktu yang sebelumnya dibutuhkan untuk analisis bauksit menggunakan metode konvensional.

Dalam waktu yang lebih singkat, hasil analisis dapat segera tersedia dan digunakan dalam pengambilan keputusan terkait produksi dan

penjualan. Hal ini akan membantu perusahaan dalam meningkatkan efisiensi dan memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik.

Pemilihan untuk berinvestasi dalam instrumen XRF juga perlu dipertimbangkan dalam jangka panjang. Meskipun biaya perbaikan mungkin terlihat besar pada awalnya, namun manfaat jangka panjang yang akan diperoleh dari penggunaan instrumen XRF dapat menjadi nilai tambah yang signifikan. Dalam industri bauksit yang kompetitif, kemampuan untuk mempercepat pembacaan kadar hasil produksi dapat menjadi keunggulan kompetitif yang membedakan ANTAM dengan pesaing lainnya.

Dalam rangka mendukung kegiatan produksi dan penjualan yang semakin meningkat, diperlukan investasi dalam instrumen XRF. Investasi ini akan membantu perusahaan dalam mempercepat proses analisis bauksit, meningkatkan efisiensi operasional, dan memenuhi tuntutan pasar yang terus berkembang. Dengan

mempercepat pembacaan kadar hasil produksi, Perusahaan dapat lebih responsif terhadap permintaan pasar dan menjaga posisinya sebagai pemain utama dalam industri bauksit.

Investasi inilah yang dengan berani dilakukan oleh ANTAM UBP Bauksit Kalimantan Barat pada tahun 2019. Investasi ini terbukti mendorong lahirnya inovasi yang bermanfaat, salah satunya mengurangi secara signifikan limbah B3 yang dihasilkan perusahaan.

Metode XRF:

Kecepatan, ketepatan,
dan keuntungan
di industri bauksit.





4

**DAMPAK
METODE XRF**



Dalam industri pertambangan, inovasi teknologi memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi operasional, menjamin keberlanjutan, dan mengendalikan dampak lingkungan. Salah satu contohnya adalah inovasi yang dilakukan oleh ANTAM, yaitu mengganti metode analisis bauksit dari metode WET ke XRF. Inovasi ini telah membawa dampak yang signifikan baik bagi perusahaan maupun lingkungan sekitarnya.

Dalam bab ini, kita akan menjelajahi empat poin dampak utama dari inovasi tersebut, yaitu dampak lingkungan, dampak penghematan biaya, dampak pengurangan pencemaran bahan kimia, dan kontribusi program terhadap pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs).

Dampak Inovasi kepada Lingkungan

Program inovasi yang dilakukan oleh ANTAM dalam mengganti metode analisis dari WET ke XRF tidak hanya memberikan dampak positif dalam efisiensi operasional dan penghematan biaya, tetapi juga pengurangan dampak lingkungan. Melalui penggunaan metode XRF, ANTAM berhasil mengurangi penggunaan bahan kimia di laboratorium ANTAM UBP Bauksit Kalimantan Barat, yang pada gilirannya mengurangi timbulan limbah bahan berbahaya dan beracun (LB3).

Data menunjukkan bahwa program ini telah memberikan hasil yang signifikan dalam pengurangan timbulan LB3 cair dan padat kemasan bahan kimia.

Pada tahun 2019, program ini berhasil mengurangi timbulan LB3 cair sebanyak 2,085 ton. Angka ini menunjukkan pengurangan yang signifikan dalam penggunaan bahan kimia di laboratorium. Pengurangan timbulan LB3 ini terus berlanjut sebesar 1,764 ton di tahun 2020, 2,509 ton di tahun 2021, dan 3,3121 ton di tahun 2022.

Selain itu, program inovasi ini juga berhasil mengurangi timbulan LB3 padat berupa kemasan bahan kimia. Pada tahun 2019, berhasil dilakukan pengurangan sebesar 0,0516 ton. Pengurangan timbulan LB3 padat terus berlanjut sebesar 0,0437 ton di tahun 2020, 0,0619 ton di tahun 2021, dan 0,0835 ton di tahun 2022. Angka ini membuktikan bahwa fokus program tidak hanya pada pengurangan bahan kimia cair, tetapi juga bahan kimia padat.

Dengan mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya dan beracun, ANTAM dapat meminimalkan risiko pencemaran lingkungan dan melindungi kesehatan karyawan serta masyarakat

sekitar. Dampak positif ini selaras dengan komitmen perusahaan dalam menjaga keberlanjutan dan kelestarian lingkungan.

Dampak Inovasi ke Efisiensi atau Penghematan Biaya

Inovasi ANTAM dalam mengganti metode analisis dari WET ke XRF juga memberikan dampak yang signifikan dalam efisiensi operasional dan penghematan biaya. Salah satu dampak yang dapat diamati adalah penghematan biaya terkait penggunaan bahan kimia di laboratorium ANTAM UBP Bauksit Kalimantan Barat.

Setelah penerapan metode XRF, penggunaan bahan kimia laboratorium untuk parameter uji dapat dikurangi secara signifikan. Data menunjukkan bahwa penggunaan metode XRF berhasil menghemat pemakaian bahan kimia senilai Rp272 juta. Sebagaimana telah dijelaskan, metode XRF tidak memerlukan bahan kimia dalam jumlah sebesar yang diperlukan metode WET.

Data juga menunjukkan bahwa penggunaan metode XRF menghasilkan penghematan biaya terkait jumlah sampel yang dianalisis di laboratorium ANTAM UBP Bauksit Kalimantan Barat. Pada tahun 2019, sebelum penerapan metode XRF, jumlah sampel yang dianalisis adalah sekitar 3200 sampel. Jumlah tersebut dapat saja bertambah setiap tahunnya, namun penggunaan metode XRF berhasil menurunkan jumlah sampel yang harus dianalisis.

Penghematan biaya yang dihasilkan oleh program ini memiliki dampak yang luas bagi ANTAM.

Biaya yang sebelumnya diperlukan untuk pembelian bahan kimia dapat dialokasikan untuk kegiatan lain yang lebih strategis, seperti peningkatan infrastruktur laboratorium, pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia, atau investasi dalam teknologi dan peralatan yang lebih canggih. Selain itu, penghematan biaya juga dapat digunakan untuk meningkatkan daya saing perusahaan dalam industri bauksit.

Dampak Inovasi terhadap Kecepatan Kerja dan Paparan Bahan Kimia

76

Program inovasi penggantian metode analisis dari WET ke XRF yang dilakukan oleh ANTAM juga memiliki dampak yang signifikan dalam meningkatkan kecepatan kerja.

Penerapan metode XRF mempercepat proses analisis kandungan bauksit. Hal ini sangat membantu proses penambangan di satuan kerja *mining* serta proses *blending* penjualan di satuan kerja *Quality Assurance*. Dengan kata lain, pengaplikasian metode XRF mempercepat proses kerja sehingga beban kerja menjadi berkurang.

Dampak signifikan lain dari penerapan metode XRF adalah pengurangan paparan bahan kimia berbahaya pada lingkungan. Dalam metode konvensional WET, penggunaan bahan kimia seperti HNO_3 (Asam Nitrat), HCl (Asam Klorida), H_2SO_4 (Asam Sulfat), H_2O_2 (Hidrogen Peroksida), dan H_3PO_4 (Asam Fosfat) sering kali diperlukan dalam proses analisis bauksit. Masalahnya, bahan kimia ini memiliki sifat iritasi, korosif, dan dapat mengintensifkan api. Selain itu, beberapa bahan kimia tersebut juga bersifat pengoksidasi yang dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan jika terhirup, tertelan, atau terjadi kontak langsung.

Dengan mengganti metode analisis ke XRF, penggunaan bahan kimia tersebut dapat dikurangi secara signifikan atau bahkan dieliminasi sepenuhnya. Penggunaan instrumen XRF dalam analisis bauksit tidak memerlukan bahan kimia dalam jumlah yang

signifikan. Hal ini membawa dampak positif dalam mengurangi paparan bahan kimia berbahaya pada lingkungan.

Pengurangan paparan bahan kimia berbahaya ini memiliki manfaat jangka panjang bagi keberlanjutan lingkungan. Dalam konteks lingkungan, penggunaan bahan kimia berbahaya dapat menyebabkan dampak negatif seperti polusi air, udara, dan tanah. Limbah bahan kimia yang dihasilkan dari proses analisis dengan metode konvensional WET juga dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Dengan pengurangan penggunaan bahan kimia berbahaya, ANTAM berkontribusi dalam menjaga kualitas lingkungan sekitar area operasionalnya dan meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem lokal.

Selain itu, pengurangan penggunaan bahan kimia berbahaya juga berpotensi mengurangi risiko kecelakaan atau insiden yang terkait dengan bahan kimia. Sebab bahan kimia yang bersifat korosif,

pengoksidasi, dan dapat mengintensifkan api memiliki potensi bahaya yang tinggi jika tidak ditangani dengan benar. Hingga dengan begitu, risiko kecelakaan atau insiden yang berkaitan dengan bahan kimia dapat ditekan. Lingkungan kerja menjadi lebih aman dan sehat, terutama bagi para pekerja di laboratorium ANTAM.

Pengurangan penggunaan bahan kimia berbahaya juga sejalan dengan prinsip-prinsip keberlanjutan dan tanggung jawab sosial perusahaan. Perusahaan menunjukkan komitmen dalam menjalankan operasional yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan masyarakat sekitarnya. Dengan mengadopsi teknologi inovatif dan ramah lingkungan seperti metode XRF, perusahaan berkontribusi dalam menjaga lingkungan yang lebih bersih, sehat, dan berkelanjutan.

Kesimpulannya, program inovasi penggantian metode penelitian dari WET ke XRF yang dilakukan oleh Perusahaan tidak hanya memberikan dampak positif dalam efisiensi operasional dan penghematan biaya, tetapi juga memberikan dampak positif dalam menjaga keberlanjutan lingkungan.

Pengurangan penggunaan bahan kimia berbahaya dalam proses analisis bauksit membantu mengurangi paparan lingkungan terhadap bahan kimia yang berpotensi berbahaya dan mengurangi risiko kecelakaan terkait dengan bahan kimia. Dengan demikian, ANTAM melalui UBP Bauksit Kalimantan Barat menunjukkan komitmen dalam menjalankan operasional yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan menjaga kualitas lingkungan sekitar area operasionalnya.

Kontribusi Program terhadap Capaian SDGs

Program inovasi yang dilakukan oleh ANTAM dalam mengganti metode penelitian dari WET ke XRF tidak hanya memberikan dampak positif dalam efisiensi operasional, penghematan biaya, dan keberlanjutan lingkungan, tetapi juga berkontribusi pada pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs).

SDGs adalah serangkaian tujuan pembangunan berkelanjutan yang ditetapkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa untuk mencapai keberlanjutan secara global. Tujuan ke-12 dari SDGs, yaitu "Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab", secara praktis diwujudkan melalui upaya mengelola limbah secara efisien dan mengurangi dampak negatifnya.

Program inovasi yang dilakukan oleh ANTAM berkontribusi pada Target 12.4 dari Tujuan ke-12, yang menyoar pengelolaan limbah berbahaya secara efisien. Indikator khusus yang relevan adalah 12.4.2 (b), yaitu mengukur proporsi limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yang telah ditangani atau diolah berdasarkan jenis penanganan atau pengolahan.

ANTAM berhasil memenuhi indikator 12.4.2 (b) ini dengan bukti berupa pengelolaan dan penanganan sejumlah 0,74 ton limbah B3 dari bahan kimia, yang setara dengan 1,78% dari total limbah B3 tersedia. Hal ini menunjukkan komitmen perusahaan dalam menjalankan praktik pengelolaan limbah yang bertanggung jawab dan berkelanjutan.

Pengelolaan limbah B3 yang efisien dan bertanggung jawab merupakan langkah penting dalam mencapai keberlanjutan lingkungan. Limbah B3 memiliki potensi bahaya bagi manusia dan

lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Dalam konteks program inovasi ANTAM, pengurangan penggunaan bahan kimia berbahaya dan penggunaan metode XRF yang lebih ramah lingkungan secara inheren berkontribusi pada pengelolaan limbah B3 yang lebih efisien dan aman.

Melalui pengelolaan limbah B3 yang baik, ANTAM tidak hanya mematuhi peraturan dan standar lingkungan yang berlaku, tetapi juga turut berpartisipasi dalam upaya global untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan.

Pencapaian indikator 12.4.2 (b) menunjukkan komitmen perusahaan dalam mengelola limbah B3 secara bertanggung jawab, serta kontribusinya terhadap upaya global dalam mencapai SDGs.

Selain itu, program inovasi ini juga dapat memberikan inspirasi dan contoh bagi perusahaan lain untuk mengadopsi praktik pengelolaan limbah yang efisien dan bertanggung jawab. Dalam dunia bisnis

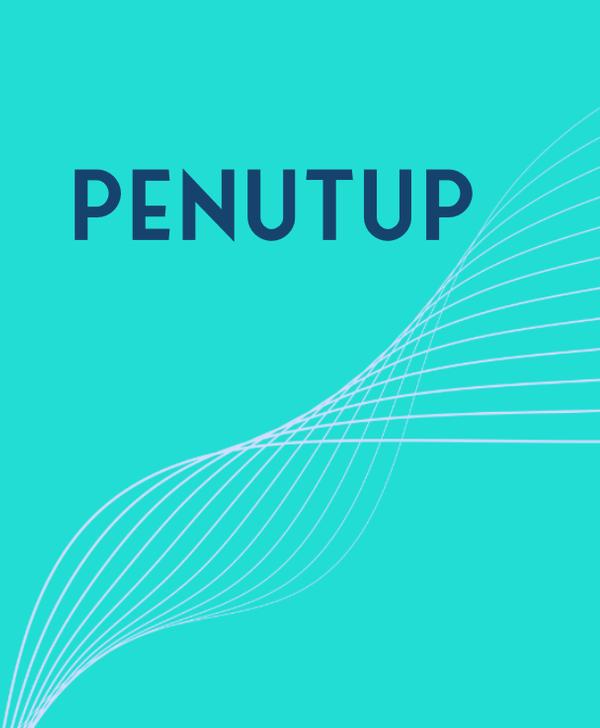
yang semakin sadar akan keberlanjutan, mengurangi dampak negatif limbah adalah langkah penting untuk menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan.

Melalui pengelolaan limbah B3 yang baik, **ANTAM** tidak hanya mematuhi peraturan dan standar lingkungan yang berlaku, tetapi juga turut berpartisipasi dalam upaya global untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan.





PENUTUP

A decorative graphic consisting of several thin, white, curved lines that originate from the bottom left and sweep upwards and to the right, creating a sense of motion and flow. The lines are set against a solid teal background.

Penggunaan metode XRF telah membantu ANTAM dalam memantau kualitas bauksit, mengoptimalkan proses produksi, dan memastikan komposisi dan konsentrasi unsur dalam bauksit dapat memenuhi standar yang ditentukan. Penerapan metode tersebut merupakan program inovasi ANTAM yang terbukti telah membawa dampak signifikan dalam operasional perusahaan.

Penerapan metode XRF memiliki keunggulan yang jelas dibandingkan dengan metode konvensional WET. Hasil analisis yang lebih cepat dalam waktu sekitar empat menit per sampel memungkinkan ANTAM untuk menghemat waktu dan meningkatkan efisiensi proses produksi. Selain itu, penggunaan XRF juga mengurangi ketergantungan pada bahan kimia berbahaya yang digunakan dalam metode WET, sehingga mengurangi risiko paparan dan pencemaran lingkungan.

Dampak positif inovasi ini tidak hanya terbatas pada aspek operasional perusahaan, tetapi juga memberikan kontribusi nyata dalam memenuhi tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs). Program inovasi ANTAM telah berkontribusi pada Tujuan ke-12 SDGs yang berkaitan dengan Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab. Melalui pengelolaan limbah B3 yang lebih efisien, Perusahaan telah mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan membantu mencapai target 12.4.2 (b) SDGs terkait pengelolaan limbah berbahaya.

Program ini juga memberikan inspirasi dan contoh bagi industri-industri serupa untuk melakukan inovasi yang sejenis, agar mereka dapat menghemat biaya dan meningkatkan efisiensi operasional. Dengan menunjukkan manfaat nyata dari inovasi ini, Perusahaan dapat berperan sebagai pelopor dalam mendorong adopsi teknologi yang lebih efisien dan berkelanjutan di sektor pertambangan.

Melalui program inovasi ini, Perusahaan telah menunjukkan komitmennya dalam menjalankan operasi pertambangan yang bertanggung jawab secara sosial dan lingkungan. Dengan terus menerapkan inovasi-inovasi seperti ini, perusahaan tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi dan kelangsungan operasionalnya, tetapi juga menjadi agen perubahan untuk mewujudkan industri yang lebih berkelanjutan.

Dalam era yang semakin sadar akan keberlanjutan, Perusahaan memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan antara kebutuhan industri dengan perlindungan lingkungan. Penggantian metode penelitian yang konvensional dengan teknologi terbaru yang lebih ramah lingkungan, seperti XRF, menunjukkan komitmen perusahaan dalam memprioritaskan keberlanjutan.

ANTAM juga telah membuktikan, melalui inovasi ini, bahwa bisnis yang berkelanjutan bukan hanya memperhatikan keuntungan

finansial semata, tetapi juga memperhatikan dampak sosial dan lingkungan. Dengan fokus pada pengurangan penggunaan bahan kimia berbahaya, pengelolaan limbah yang efisien, dan kontribusi terhadap SDGs, ANTAM menjelma menjadi perusahaan yang tidak hanya menghasilkan produk berkualitas tinggi, tetapi juga berkomitmen pada keberlanjutan lingkungan.

Dalam upaya mencapai keberlanjutan yang lebih luas, perusahaan-perusahaan di seluruh dunia dapat mengambil inspirasi dari program inovasi yang telah dilakukan oleh Perusahaan. Dengan adopsi teknologi terbaru yang lebih efisien dan ramah lingkungan, perusahaan-perusahaan dapat meningkatkan efisiensi operasional mereka, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, dan memberikan kontribusi positif terhadap tujuan pembangunan berkelanjutan.

Upaya kolaboratif dan inovatif seperti yang dilakukan oleh ANTAM menjadi semakin penting dalam menghadapi tantangan global saat ini. Melalui penggantian metode penelitian dari WET ke XRF, perusahaan ini telah membuktikan bahwa transformasi menuju keberlanjutan adalah mungkin dan bermanfaat secara ekonomi. Dengan komitmen yang kuat terhadap keberlanjutan dan adopsi teknologi yang lebih baik, ANTAM menjadi agen perubahan yang memimpin dalam menciptakan masa depan yang lebih baik dan berkelanjutan untuk industri pertambangan.

DAFTAR PUSTAKA

Sumber Literatur:

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2017). Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 5 Tahun 2017 tentang Peningkatan Nilai Tambah Mineral Melalui Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian di Dalam Negeri. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

PT Antam Tbk. (2022). Laporan Inovasi Pengurangan LB3: Mengurangi Penggunaan Bahan Kimia dari Metode Konvensional (WET) menjadi Instrumen (XRF).

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2019). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No P.74/MENLHK/SETJEN/KUM.1/5/2019 tentang Pedoman Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Sumber Internet:

United Nations Development Programme. (2015). Sustainable Development Goals. Retrieved from <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>

Anugerah, W (1 April 2023). Perbedaan XRD dan XRF: Pengertian dan Prinsip Kerja. Localstartupfest.id. <https://www.localstartupfest.id/faq/perbedaan-xrd-dan-xrf/>

Sigma-Aldrich. (n.d.). Wet Chemical Analysis. Sigmaaldrich.com. <https://www.sigmaaldrich.com/ID/en/applications/analytical-chemistry/wet-chemical-analysis>

ACE Laboratories. (n.d.). What Is Wet Chemistry. ACE Laborarories.com. <https://www.ace-laboratories.com/rubber-testing-laboratory/wet-chemistry/>

Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (n.d.). Sekilas SDGs. Bappenas.go.id. <https://sdgs.bappenas.go.id/sekilas-sdgs>

Primadhyta, S. (30 Maret 2018). Antam Kantongi Rekomendasi Ekspor Biji Nikel dan Bauksit. CNN Indonesia. <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20180329202647-85-286972/antam-kantongi-rekomendasi-ekspor-bijih-nikel-dan-bauksit>

Gumelar, G. (7 September 2017). Pemerintah Beri Enam Perusahaan Izin Ekspor Nikel dan Bauksit. CNN Indonesia. <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20170906144210-85-239833/pemerintah-beri-enam-perusahaan-izin-ekspor-nikel-dan-bauksit>

Wicaksono, Pebrianto Eko. (23 Maret 2015). Pemerintah Berencana Longgarkan Aturan Ekspor Bauksit. Liputan 6. <https://www.liputan6.com/bisnis/read/2195536/pemerintah-berencana-longgarkan-aturan-ekspor-bauksit>

Wibowo, Teguh Imam (6 Juni 2018). Antam Targetkan Ekspor 16 Juta Ton Dari UBPB Tayan. Antara News Kalbar. <https://kalbar.antaranews.com/berita/362332/antam-targetkan-ekspor-16-juta-ton-dari-ubpb-tayan>

Analisis bijih bauksit umumnya menggunakan metode WET (*Wet Assay* atau *Wet Chemical Analysis*), termasuk di ANTAM UBP Bauksit Kalimantan Barat. Metode ini dikenal menghasilkan akurasi dan presisi yang tinggi, namun penggunaannya membutuhkan bahan kimia dan waktu yang lama. Untuk mengatasi persoalan ini, ANTAM UBP Bauksit Kalimantan Barat melakukan inovasi berupa penggunaan XRF (*X-ray Fluorescence*) untuk menggantikan metode WET. Salah satu keunggulan metode XRF adalah kecepatan analisis yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode WET. Kecepatan analisis XRF memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dalam proses produksi dan pengendalian kualitas. Buku ini membahas secara mendalam tentang inovasi tersebut, termasuk latar belakang, kelebihan metode XRF dibandingkan metode konvensional (WET), serta dampak positif yang telah dirasakan oleh ANTAM setelah menggunakan metode XRF. Anda akan menemukan fakta dan data yang menarik tentang keunggulan XRF dalam analisis bauksit, termasuk penghematan biaya, pengurangan penggunaan bahan kimia, dan kontribusinya terhadap pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs).



Redaksi:

Gedung Aneka Tambang Tower A
Jl. Letjen T. B. Simatupang No. 1,
Lingkar Selatan, Tanjung Barat,
Jakarta, Indonesia, 12530