

Analisis Pengaruh Pengotor Terhadap Material Limonit Pada Proses Penambangan Metode *Selective Mining* Sebagai Bahan Baku Baterai Kendaraan Listrik

Nur Ishaq M^{1*}, Andi Aladin², Takdir Syarif², Andi Artiningsih², Sitti Ratmi Nurhawaisyah³

¹Magister Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

²Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

³Teknik Pertambangan, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

Email: nurishaqm@gmail.com

SARI

Peningkatan penggunaan kendaraan listrik di Indonesia menunjukkan perkembangan signifikan. Peningkatan ini didorong oleh persepsi bahwa kendaraan listrik lebih ramah lingkungan dibandingkan kendaraan berbahan bakar fosil. Saat ini, sebagian besar kendaraan listrik menggunakan nikel sebagai salah satu bahan utama dalam komponen baterainya. Hal ini disebabkan oleh karakteristik baterai lithium yang mengandung nikel yang mampu menyimpan energi dalam jumlah lebih besar dan memungkinkan kendaraan menempuh jarak yang lebih jauh dalam sekali pengisian daya. Limonit merupakan salah satu jenis bijih nikel laterit, bijih limonit umumnya mengandung berbagai unsur pengotor, pengotor ini disebabkan oleh tercampurnya material atau mineral yang menyebabkan penurunan signifikan terhadap kadar nikel dalam bijih tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi unsur pengotor dalam sampel limonit adalah *Energy Dispersive X-Ray Fluorescence* (EDXRF). EDXRF merupakan metode analisis yang memanfaatkan sinar-X untuk mendeteksi dan menganalisis komposisi kimia dalam suatu sampel secara non-destruktif. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hasil pencampuran material beserta dampak dan pengaruh dari kontaminasi pada material yang dijadikan sebagai bahan baku baterai kendaraan listrik dari proses pengolahannya dipertambangan. Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh Hasil analisa sampel blending antara material limonit dengan material pengotor atau kontaminan (*topsoil*, *saprolite* dan *bedrock*) dengan konsentrasi 90:10, 75:25, dan 60:40 berbanding lurus dan selaras dengan pergeseran kadar dari berbagai unsur yaitu *Ni*, *Fe*, *Co*, *MgO*, *Al₂O₃* dan *SiO₂*, dibandingkan dengan hasil Analisa dari sampel dari zona transisi di pit yang menggambarkan karakteristik dari nikel ore laterit dari zona transisi yang alami di bentang alam yang sebenarnya.

Kata kunci: Limonit, nikel, kadar, baterai.

How to Cite: Ishaq, N., Aladin, A., Syarif, T., Artiningsih, A., dan Nurhawaisyah, S.R. 2025. Analisis Pengaruh Pengotor Terhadap Material Limonit Pada Proses Penambangan Metode *Selective Mining* Sebagai Bahan Baku Baterai Kendaraan Listrik. Jurnal Geomine, 13 (1): 76-85.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Phone:

+6285299961257
+6281241908133

Article History:

Submit February 20, 2025
Received in from March 28, 2025
Accepted April 15, 2025

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)





ABSTRACT

The adoption of electric vehicles (EVs) in Indonesia has grown notably, driven largely by the perception that they are more environmentally friendly than conventional fossil-fuel vehicles. Most EVs currently use nickel-based batteries due to the high energy density of nickel-containing lithium batteries, which enables longer travel distances on a single charge. Limonite, a type of laterite nickel ore, is commonly used in battery production but often contains various impurities. These impurities, which originate from mixed materials or minerals, can significantly reduce nickel content. One method to identify these impurities is Energy Dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF), a non-destructive analytical technique that uses X-rays to detect and analyze the chemical composition of samples. This study aims to determine the results of material blending, as well as the effects and influence of contamination, in raw materials used for electric vehicle batteries originating from mining processing operations. The findings show that the analysis of blended samples of limonite and impurities or contaminants (topsoil, saprolite, and bedrock) at ratios of 90:10, 75:25, and 60:40 exhibited a direct proportional relationship, consistent with shifts in the levels of various elements, namely Ni, Fe, Co, MgO, Al₂O₃, and SiO₂. These results comparable to analyses of samples taken from transition zones in the mining pit, reflecting the natural characteristics of laterite nickel ore in actual landscapes.

Keywords: *Limonite, nickel, grade, battery.*

PENDAHULUAN

Peningkatan penggunaan kendaraan listrik di Indonesia menunjukkan perkembangan yang signifikan. Peningkatan ini didorong oleh persepsi bahwa kendaraan listrik lebih ramah lingkungan dibandingkan kendaraan berbahan bakar fosil. Berdasarkan data tahun 2019, terdapat sekitar 3,2 juta unit kendaraan listrik yang beredar di pasar global. Angka ini diproyeksikan akan meningkat secara signifikan menjadi sekitar 26,9 juta unit pada tahun 2030.

Saat ini, sebagian besar kendaraan listrik menggunakan nikel sebagai salah satu bahan utama dalam komponen baterainya. Hal ini disebabkan oleh karakteristik baterai lithium yang mengandung nikel yang mampu menyimpan energi dalam jumlah lebih besar dan memungkinkan kendaraan menempuh jarak yang lebih jauh dalam sekali pengisian daya. Belakangan ini, komoditas nikel menjadi topik yang banyak diperbincangkan di tingkat global. Hal ini tidak terlepas dari kebijakan pemerintah Indonesia, di mana Presiden Joko Widodo menegaskan bahwa Indonesia akan menghentikan ekspor bahan mineral mentah, khususnya nikel.

Menurut data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) yang disampaikan oleh Menteri Arifin Tasrif, cadangan nikel Indonesia mencapai sekitar 23% dari total cadangan nikel dunia. Secara keseluruhan, total sumber daya nikel di Indonesia diperkirakan sebesar 17,7 miliar ton bijih, yang setara dengan 177,8 juta ton logam. Pada awalnya, nikel dipandang sebagai unsur pengotor dalam hasil tambang. Namun, seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, nikel kini menjadi unsur yang sangat penting dan memiliki beragam aplikasi, terutama dalam bidang infrastruktur, transportasi, konstruksi, serta mesin-mesin industri (Elias, 2002).

Penelitian terdahulu "(Faisyah R., Nur, Qalbi Mochtar, Nurul U., Kusuma Wicaksono, Satria. 2024) Pada Judul Penelitian Analisis Pengaruh Pengotor Terhadap Sampel Limonit & Dampak Yang Terjadi Terhadap Sampel Limonit" berfokus pada dampak pengotor pada kualitas limonit. Limonit merupakan salah satu jenis bijih nikel laterit yang banyak ditemukan

di Indonesia. Bijih limonit umumnya mengandung berbagai unsur pengotor. Keberadaan pengotor ini disebabkan oleh tercampurnya material atau mineral yang tidak bernilai ekonomis ke dalam bijih nikel, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan signifikan terhadap kadar nikel dalam bijih tersebut, Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hasil pencampuran material beserta dampak dan pengaruh dari kontaminasi pada material yang dijadikan sebagai bahan baku baterai kendaraan listrik dari proses pengolahannya di pertambangan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi unsur-unsur pengotor dalam sampel limonit adalah *Energy Dispersive X-Ray Fluorescence* (EDXRF). EDXRF merupakan metode analisis yang memanfaatkan sinar-X untuk mendeteksi dan menganalisis komposisi kimia dalam suatu sampel secara non-destruktif.

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Plat Mixing*, Skop, Talang, Skop Matrix, *Skop JIS*, Oven, *Jaw Crusher* -10 mm, *Double Roll* -3 mm, Splitter, *Automatic Press Machine*, EDXRF (Epsilon 4). Bahan-bahan yang digunakan adalah Plastik Sampel/ Karung, Spidol Permanen, *Flaging Tape*.



Gambar 1. EDXRF (Epsilon 4)

B. PROSEDUR KERJA

Pada penelitian ini terdapat 5 tahap, yaitu tahap sampling, preparasi sampel material, preparasi sampel transisi, preparasi sampel *blending* dan analisa sampel.

Tahap Sampling

Dilakukan identifikasi area dan memberikan tanda dilokasi sebagai titik pengkodean kemudian sampel diambil pada titik-titik material yang telah ditentukan dan mewakili material yang diinginkan.

Tahap Preparasi Sampel Material

Sortir batu menggunakan tangan dan *jaw crusher* jika ukuran batu lebih dari 20 mm kemudian *mixing* hingga homogen. *Quartering* sampel yang telah homogen menjadi 2, masukkan sampel kedalam talang dan keringkan pada oven pada suhu 110-120°C selama 4 jam. Sampel yang telah kering dimasukkan ke dalam *jaw crusher* menjadi ukuran -10 mm, *mixing* dan *splitter* menjadi 2, sampel dengan ukuran -10 mm dimasukkan ke dalam *double roll* menjadi ukuran -3 mm setelah itu *mixing* kemudian *splitter* menjadi 2 dan *dismill* sampel menjadi ukuran -200 *mesh* dan *mixing* kemudian *quartering* menjadi 2.

Tahap Preparasi Sampel Transisi

Sortir batu menggunakan tangan dan *jaw crusher* jika ukuran batu lebih dari 20 mm kemudian *mixing* hingga homogen. *Matrix* sampel yang telah homogen menjadi ukuran 5x6, masukkan sampel kedalam talang dan keringkan pada oven pada suhu 110-120°C selama 4 jam. Sampel yang telah kering dimasukkan ke dalam *jaw crusher* menjadi ukuran -10 mm, *mixing* dan *matrix* 4x5, sampel dengan ukuran -10 mm dimasukkan ke dalam *double roll* menjadi ukuran -3 mm setelah itu *mixing* dan *matrix* 4x5 dan *dismill* hingga menjadi ukuran -200 *mesh*, *mixing* kemudian *matrix* dengan ukuran 4x5.

Tahap Preparasi Sampel Blending

Timbang sampel material dengan berat 500 gram secara keseluruhan dengan komposisi blendingan, yaitu 90 : 10, 75 : 25 dan 60 : 40. Dimana setiap sampel blendingan material limonit adalah material utama dan sampel material lain adalah material kontaminasi dari setiap zona transisi, yaitu transisi limonit – top soil, limonit – saprolit dan limonit – bedrock Setelah ditimbang kedua sampel di *mixing* hingga homogen dan dikeringkan dengan oven pada suhu 110-120°C selama 4 jam. Sampel yang telah kering dimasukkan ke dalam *jaw crusher* menjadi ukuran -10 mm setelah itu *mixing* dan *matrix* dengan ukuran 4x5 kemudian dimasukkan kedalam *double roll* menjadi ukuran -3 mm *mixing* dan *matrix* dengan ukuran 4x5 setelah itu *dismill* menjadi ukuran -200 *mesh* lalu *mixing* dan *matrix* dengan ukuran 4x5.

Analisa

Sampel -200 *mesh* dimasukkan ke dalam cup press aluminium, kemudian sampel dipadatkan dengan *automatic machine press pellet* dan sampel dianalisa pada EDXRF.

HASIL PENELITIAN

Pencampuran material utama yaitu limonit terhadap material lain yang disimulasikan sebagai material pengotor/kontaminan dengan konsentrasi perbandingan blending yaitu 90:10, 75:25 dan 60:40 sebanyak 500gram per konsentrasi perbandingan secara keseluruhan didapatkan hasil kadar dan karakteristik bijih nikel laterit pada unsur *Ni*, *Fe*, *Co*, *MgO*, Al_2O_3 , SiO_2 , yang dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut ini:

Tabel 1. Hasil Analisa Sampel Blending Limonit – Topsoil

No	Sampel	Ni	Fe	Co	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂
1.	Limonit – Topsoil 90 : 10	1,11	40,76	0,14	7,37	4,61	15,72
2.	Limonit – Topsoil 75 : 25	1,01	38,98	0,14	7,04	5,71	17,11
3.	Limonit – Topsoil 60 : 40	0,97	38,90	0,13	6,53	6,60	16,86

Tabel 2. Hasil Analisa Sampel Blending Limonit – Saprolit

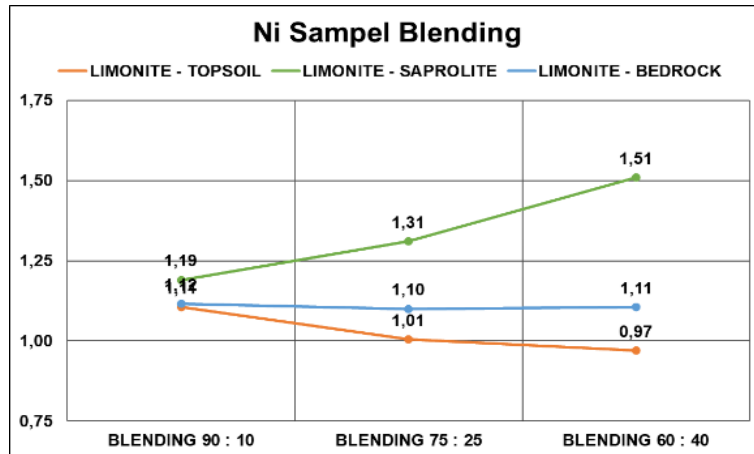
No	Sampel	Ni	Fe	Co	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂
1.	Limonit – Saprolite 90 : 10	1,19	36,64	0,14	7,96	3,93	19,58
2.	Limonit – Saprolite 75 : 25	1,31	37,10	0,13	8,12	3,82	19,39
3.	Limonit – Saprolite 60 : 40	1,51	30,48	0,12	8,98	3,39	24,24

Tabel 3. Hasil Analisa Sampel Blending Limonit - Bedrock

No	Sampel	Ni	Fe	Co	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂
1.	Limonit – Bedrock 90 : 10	1,12	37,07	0,14	8,52	3,90	18,69
2.	Limonit – Bedrock 75 : 25	1,10	32,57	0,12	10,26	3,54	21,95
3.	Limonit – Bedrock 60 : 40	1,11	28,35	0,11	12,92	3,13	26,61

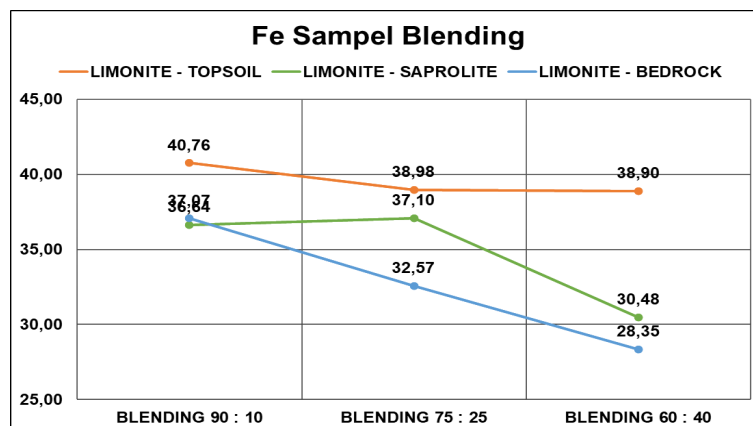


Analisa sampel blending antara material limonit dengan material pengotor atau kontaminan (*topsoil, saprolit dan bedrock*) setelah dilakukan simulasi pada konsentrasi 90:10, 75:25, dan 60:40 berbanding lurus dan selaras dengan pergeseran kadar dari berbagai unsur yaitu *Ni, Fe, Co, MgO, Al₂O₃, SiO₂*, dapat dilihat dari grafik berikut ini



Gambar 1. Ni Sampel Blending

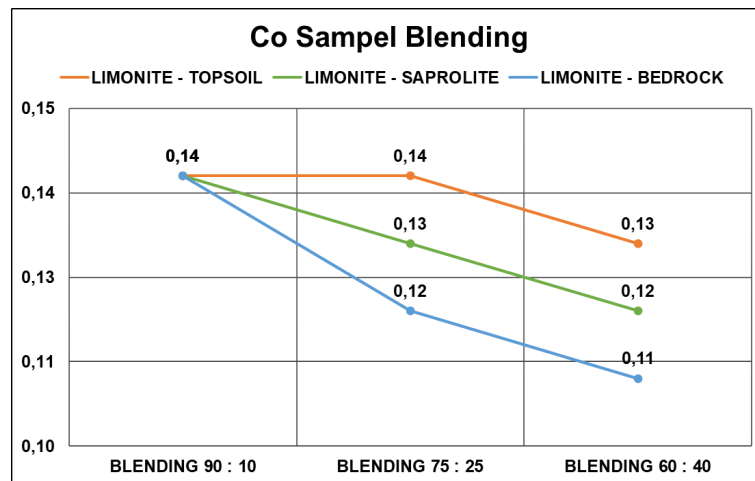
Dapat dilihat pada grafik di atas untuk unsur Ni pada sampel blending antara limonit dengan topsoil, sebagai material pengotor/kontaminan didapatkan kadar untuk unsur Ni pada perbandingan 90:10 sebesar 1,11%, 75:25 sebesar 1,01%, 60:40 sebesar 0,97%, kemudian setelah di analisis terjadi penurunan kadar Ni saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan yang menunjukkan penurunan kadar secara signifikan, sedangkan sampel blending antara limonit dengan saprolit didapatkan kadar untuk unsur Ni pada perbandingan 90:10 sebesar 1,19%, 75:25 sebesar 1,31%, 60:40 sebesar 1,51%, kemudian setelah di analisis terjadi peningkatan kadar Ni saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan yang menunjukkan peningkatan kadar secara signifikan. Adapun sampel blending antara limonit dengan bedrock didapatkan kadar untuk unsur Ni pada perbandingan 90:10 sebesar 0,12%, 75:25 sebesar 0,10%, 60:40 sebesar 0,11%, kemudian setelah di analisis terjadi penurunan kadar Ni saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan tetapi tidak terlalu signifikan.



Gambar 2. Fe Sampel Blending

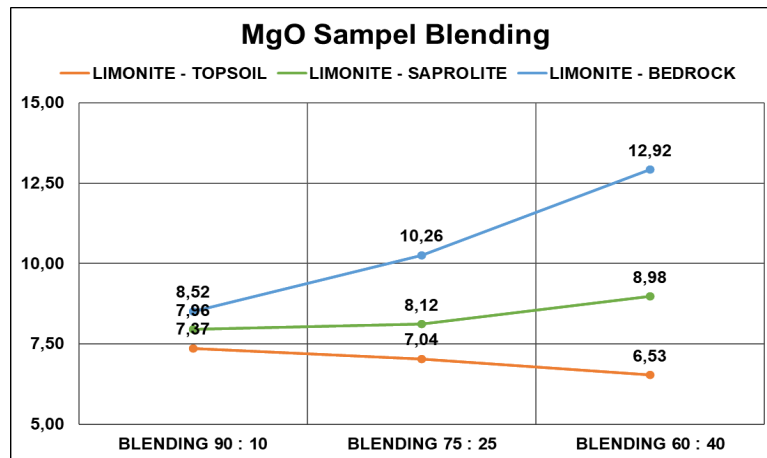


Dapat dilihat pada grafik di atas untuk unsur Fe pada sampel blending antara limonit dengan topsoil sebagai material pengotor/kontaminan didapatkan kadar untuk unsur Fe pada perbandingan 90:10 sebesar 40,76%, 75:25 sebesar 38,98%, 60:40 sebesar 38,90%, kemudian setelah di analisis terjadi penurunan kadar Fe saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan tetapi tidak terlalu signifikan, Sedangkan untuk unsur Fe pada sampel blending antara limonit dengan saprolit didapatkan kadar untuk unsur Fe pada perbandingan 90:10 sebesar 36,64%, 75:25 sebesar 37,10%, 60:40 sebesar 30,48%, kemudian setelah di analisis terjadi penurunan kadar Fe saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan yang menunjukkan penurunan kadar secara signifikan. Adapun untuk unsur Fe pada sampel blending antara limonit dengan bedrock sebagai material pengotor/kontaminan didapatkan kadar untuk unsur Fe pada perbandingan 90:10 sebesar 37,07%, 75:25 sebesar 32,57%, 60:40 sebesar 28,35%, setelah di analisis terjadi penurunan kadar Fe saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan yang menunjukkan penurunan kadar secara signifikan.



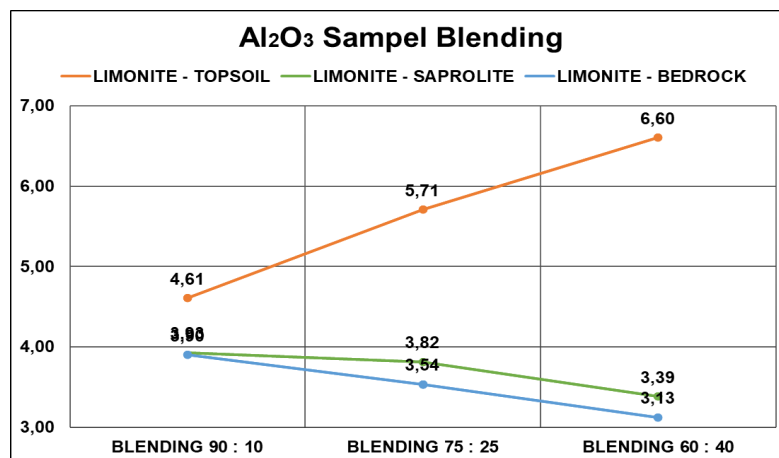
Gambar 3. Co Sampel Blending

Dapat dilihat pada grafik di atas untuk unsur Co pada sampel blending antara limonit dengan topsoil sebagai material pengotor/kontaminan didapatkan kadar untuk unsur Co pada perbandingan 90:10 sebesar 0,14%, 75:25 sebesar 0,14%, 60:40 sebesar 0,13%, setelah di analisis cenderung terjadi penurunan kadar Co saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan tetapi tidak terlalu signifikan, sedangkan sampel blending antara limonit dengan saprolit didapatkan pada perbandingan 90:10 sebesar 0,14%, 75:25 sebesar 0,13%, 60:40 sebesar 0,12%, setelah di analisis terjadi penurunan kadar Co saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan yang menunjukkan penurunan kadar secara signifikan. Adapun sampel blending antara limonit dengan bedrock didapatkan pada perbandingan 90:10 sebesar 37,07%, 75:25 sebesar 32,57%, 60:40 sebesar 28,35%, setelah di analisis terjadi penurunan kadar Co saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan yang menunjukkan penurunan kadar secara signifikan.



Gambar 4. MgO Sampel Blending

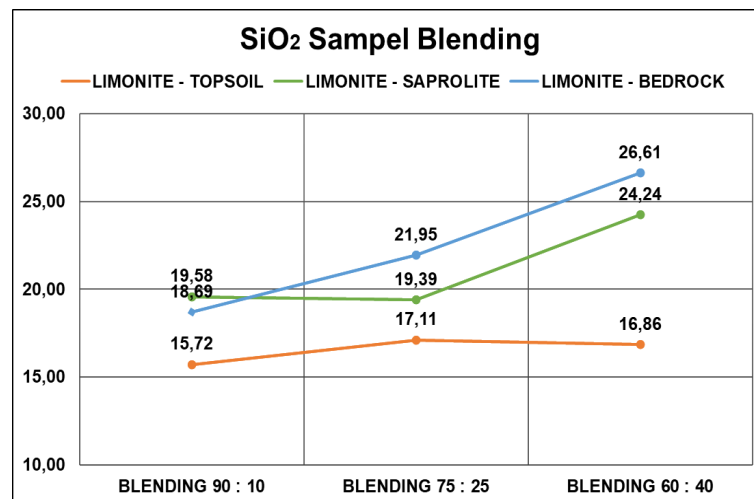
Dapat dilihat pada grafik di atas untuk unsur MgO pada sampel blending antara limonit dengan topsoil sebagai material pengotor/kontaminan didapatkan kadar untuk unsur MgO pada perbandingan 90:10 sebesar 7,37%, 75:25 sebesar 7,04%, 60:40 sebesar 6,53%, setelah di analisis terjadi penurunan kadar MgO saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan tetapi tidak terlalu signifikan, sedangkan unsur MgO pada sampel blending antara limonit dengan saprolit didapatkan kadar untuk unsur MgO pada perbandingan 90:10 sebesar 7,96%, 75:25 sebesar 8,12%, 60:40 sebesar 8,98%, setelah di analisis terjadi peningkatan kadar MgO saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan yang menunjukkan peningkatan kadar cukup signifikan. Adapun untuk unsur MgO pada sampel blending antara limonit dengan bedrock didapatkan kadar untuk unsur MgO pada perbandingan 90:10 sebesar 8,52%, 75:25 sebesar 10,26%, 60:40 sebesar 12,92%, dan kemudian setelah di analisis terjadi peningkatan kadar MgO saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan yang menunjukkan peningkatan kadar secara signifikan.



Gambar 5. Al₂O₃ Sampel Blending

Dapat dilihat pada grafik di atas untuk unsur Al₂O₃ pada sampel blending antara limonit dengan topsoil didapatkan kadar untuk unsur Al₂O₃ pada perbandingan 90:10 sebesar

7,37%, 75:25 sebesar 7,04%, 60:40 sebesar 6,53%, setelah di analisis terjadi peningkatan kadar Al_2O_3 saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan yang menunjukkan peningkatan kadar secara signifikan sedangkan sampel blending antara limonit dengan saprolit sebagai material pengotor/kontaminan didapatkan kadar untuk unsur Al_2O_3 pada perbandingan 90:10 sebesar 3,93%, 75:25 sebesar 3,82%, 60:40 sebesar 3,39%, setelah di analisis terjadi penurunan kadar Al_2O_3 saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan yang menunjukkan penurunan kadar cukup signifikan. Adapun sampel blending antara limonit dengan bedrock sebagai material pengotor/kontaminan didapatkan kadar untuk unsur Al_2O_3 pada perbandingan 90:10 sebesar 3,90%, 75:25 sebesar 3,54%, perbandingan 60:40 sebesar 3,13%, setelah di analisis terjadi penurunan kadar Al_2O_3 saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan yang menunjukkan penurunan kadar cukup signifikan.



Gambar 6. SiO₂ Sampel Blending

Dapat dilihat pada tabel dan grafik di atas untuk unsur SiO₂ pada sampel blending antara limonit dengan topsoil sebagai material pengotor/kontaminan didapatkan kadar untuk unsur SiO₂ pada perbandingan 90:10 sebesar 40,76%, 75:25 sebesar 38,98%, 60:40 sebesar 38,90%, kemudian setelah di analisis terjadi peningkatan kadar SiO₂ saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan tetapi tidak terlalu signifikan, sedangkan sampel blending antara limonit dengan saprolit sebagai material pengotor/kontaminan didapatkan kadar untuk unsur SiO₂ pada perbandingan 90:10 sebesar 19,58%, 75:25 sebesar 19,39%, 60:40 sebesar 24,24%, kemudian setelah di analisis terjadi peningkatan kadar SiO₂ saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan yang menunjukkan peningkatan kadar secara signifikan. Adapun sampel blending antara limonit dengan bedrock sebagai material pengotor/kontaminan didapatkan kadar untuk unsur SiO₂ pada perbandingan 90:10 sebesar 18,69%, 75:25 sebesar 21,95%, 60:40 sebesar 26,61%, di analisis terjadi peningkatan kadar SiO₂ saat tercampur/terkontaminasi dengan perbandingan konsentrasi blending yang semakin besar untuk material pengotor/kontaminan yang menunjukkan peningkatan kadar secara signifikan.

KESIMPULAN

Pengaruh yang dihasilkan dari material topsoil pada material limonit pada kadar unsur Al_2O_3 dan SiO_2 akan meningkat dengan semakin banyaknya konsentrasi material topsoil yang mengontaminasi material limonit sedangkan pada kadar unsur Ni, Fe, Co dan MgO akan menurun dengan semakin banyaknya konsentrasi material topsoil yang mengontaminasi material limonit. Pengaruh material saprolit pada material limonit pada kadar unsur Ni, MgO dan SiO_2 akan meningkat dengan semakin banyaknya konsentrasi material saprolit yang mengontaminasi material limonit sedangkan pada kadar unsur Fe, Co dan Al_2O_3 akan menurun dengan semakin banyaknya konsentrasi material saprolit yang mengontaminasi material limonit. Pengaruh material bedrock pada material limonit pada kadar unsur MgO dan SiO_2 akan meningkat dengan semakin banyaknya konsentrasi material bedrock yang mengontaminasi material limonit sedangkan pada kadar unsur Ni, Fe, Co dan Al_2O_3 akan menurun dengan semakin banyaknya konsentrasi material bedrock yang mengontaminasi material limonit.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dan memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini sehingga dapat terlaksana dengan baik.

PUSTAKA

- Afriandi, D. (2015). Pemodelan dan Estimasi Sumber daya Nikel Laterit Daerah “X” Menggunakan Software Datamine Studio 3 Pada PT. Vale Indonesia Luwu Timur Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, 2(1). doi: 10.33536/jg.v2i1.32.
- Anshariah, A. (2016). Estimasi Sumber daya Nikel Laterit dengan Metode *In Verse Distance Weight* Pada Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomine*, 4(1). doi: 10.33536/jg.v4i1.36.
- Arif Wicaksono, P., Farisha J., R., Rifni, M., Sirait P., D., Jaya S., Reza F. 2018. *Consequences of Hidden Dangerous Goods Containing Lithium Batteries on Flight Safety*. Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia.
- Faisyah R., Nur, Qalbi Mochtar, Nurul U., Kusuma Wicaksono, Satria. 2024. Analisis Pengaruh Pengotor Terhadap Sampel Limonit & Dampak Yang Terjadi Terhadap Sampel Limonit. Sekolah Menengah Kejuruan – Smk Smak Makassar.
- Harahap, Meriana G.M, Novitasari, Eka Dini. 2022. Geomorfologi dan Karakteristik Nikel Laterit di Desa Baingkete Distrik Makbon Kabupaten Sorong Provinsi Papua Barat. *Intan Jurnal Penelitian Tambang Vol. 5 Nomor 2*. Universitas Papua.
- Hendrawan, Zulfiqar Dwi. 2023. Karakteristik Ore Pada Limonit Dan Saprolite Berdasarkan Analisis Geokimia Pada Blok X PT. Vale Indonesia Tbk Kec.Soroako Kab. Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan. Universitas Hasanuddin.
- Hioki E.E. Corp. *Lead – Acid Battery Handbook*. 2020.
- Indrafusa, Vicky. 2011. *Energy Dispersive X-Ray Fluorescence*. Departemen Teknik Metalurgi dan Material. Universitas Indonesia
- Iswatun K., Lilis. 2024. Hirilisasi Nikel sebagai Bahan Baku Baterai Kendaraan Listrik, Apakah Cadangan Nikel Cukup. Universitas Airlangga



- Labongkeng, Hartaty. 2013. Studi Pengambilan Sampel dan Preparasi Conto Serta Analisis Kadar Nikel Pada PT. Kumala Mining Kecamatan Bunta Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah. Skripsi. Universitas Veteran Republik Indonesia.
- Nizzah Fortuna, D. 2022. Pemanfaatan Baterai Lithium dalam Kendaraan Listrik. Institute Teknologi Sepuluh November.
- Pranata, R. Y., Djameluddin, D., Asmiani, N., & Thamsi, A. B. (2017). Analisis Perbandingan Kadar Nikel Berdasarkan Perencanaan terhadap Realisasi Penambangan. Jurnal Geomine, 5(3), 143- 146.
- Purwanti, Asrani. 2019. Uji Analisis Nikel Ore Menggunakan Metode Fusion Berdasarkan Variasi Suhu. Universitas Bosowa.
- Waluyo Adi, Emmanuel A. Volume 54 Nomor 1 Tahun 2024. Optimalisasi Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai Di Indonesia. Kecamatan Gambir, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta.