

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sekretaris Badan Pengembangan SDM atas dukungannya pada kajian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackermann, F., & Eden, C. (2011). Strategic management of stakeholders: Theory and practice. *Long Range Planning*, 44(3), 179–196. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.08.001>
- Bryson, J. M. (2004). What to do when stakeholders matter: Stakeholder identification and analysis techniques. *Public Management Review*, 6(1), 21–53.
- Currie, R. R., Seaton, S., & Wesley, F. (2009). Determining stakeholders for feasibility analysis. *Annals of Tourism Research*, 36(1), 41–63. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2008.10.002>
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Massachusetts: Pitman Publishing Inc.
- Freeman, R. E., Harrison, J. S., Andrew, C. W., & Wicks, A. C. (2007). *Managing for stakeholders: Survival, reputation, and success*. New Haven: Yale University Press.
- Golder, B. (2005). *Cross-cutting tool stakeholder analysis*. World Wide Fund. Retrieved from <https://intranet.panda.org/documents/folder.cfm?uFolderID=60976>
- Gryna, F. M., Chua, R. C. H., & DeFeo, J. A. (2007). *Juran's quality planning and analysis for enterprise quality* (Fifth Edit). New York: McGraw-Hill.
- Kadir W, A., Awang, S. A., Purwanto, R. H., & Poedirahajoe, E. (2013). Analisis stakeholder pengelolaan Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung, Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 20(1), 11–21.
- Nagothu, U. S., Stålnacke, P., Garnier, J., Billen, G., Passy, P., Rousseau, V., & Lancelot, C. (2009). *Identification of key stakeholders in the AWARE case study areas* (First). Aware.
- Nurfatriani, F., Darusman, D., Nurrochmat, D. R., & Yustika, A. E. (2015). Analisis pemangku kepentingan dalam transformasi kebijakan fiskal hijau. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 12(2), 105–124.
- Renard, Y. (2004). *Guidelines for stakeholder identification and analysis: A manual for Caribbean Natural Resource managers and planners* (Caribbean). Trinidad: Caribbean Natural Resources Institute.
- Sallis, E. (2002). *Total quality management in education* (Third edit). London: Kogan Page Ltd.
- Schmeer, K. (n.d.). *Stakeholder analysis guidelines*. Retrieved from http://www.academia.edu/28157521/Stakeholder_Analysis_Guidelines
- Supiandi, Y. (2011). Pengarusutamaan gender bidang ESDM. *Makalah Sosialisasi Implementasi PPRC KESDM*. Bogor.
- United Nations Development Programme. (2009). *Handbook on planning, monitoring and evaluating for development results*. New York: United Nations Development Programme. Retrieved from http://books.google.com/books?id=x_jyQgAACAAJ
- Western and Pacific Child Welfare Implementation Center. (2013). *Stakeholder engagement: Tools for action. Center for the study of Social Policy*. Retrieved from https://www.cssp.org/publications/general/WPIC_DCFIS_Stakeholder_Engagement_Toolkit.pdf
- Widodo, M. L., Soekmadi, R., & Arifin, H. S. (2018). Analisis stakeholders dalam pengembangan ekowisata di Taman Nasional Betung Kerihun Kabupaten Kapuas Hulu. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan Vol.*, 8(1), 55–61. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.55-61>
- Wilcox, D. (1994). *The guide to effective participation*. Partnership. Retrieved from <http://partnerships.org.uk/guide/>
- Zed, M. (2014). *Metode penelitian kepustakaan*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Zimmermann, A., & Maennling, C. (2007). *Multi-stakeholder management. Tools for stakeholder analysis: 10 building blocks for designing participatory systems of cooperation*. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

OPTIMALISASI PERALATAN PENGOLAHAN MINERAL DI KAMPUS LAPANGAN CIPATAT PADALARANG

The Optimization of the Mineral Processing Equipment Campus Cipatat Padalarang

Imelda Hutabarat¹, Revi Timora Salajar²

Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Geologi, Mineral dan Batubara

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Jln. Jend. Sudirman No. 623 Bandung 40211

Email: imelda.hutabarat@esdm.go.id¹, revi@esdm.go.id²

ABSTRAK

Kualitas diklat yang baik memerlukan kesiapan peralatan, prasarana serta sarana selain dari kebutuhan dasar yaitu Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI), Standar Kurikulum, Modul, dan Materi Uji Kompetensi (MUK). Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang proses alir dengan mempersiapkan peralatan dan perlengkapan serta sarana dan prasarana bidang pengolahan mineral agar pengembangan peralatan dan sarana di Kampus Lapangan Cipatat Padalarang PPSDM Geominerba dapat dimanfaatkan secara optimal untuk diklat-diklat yang diselenggarakan oleh PPSDM Geominerba. Persiapan perancangan ini dimulai dengan studi literatur mengenai jenis bahan baku untuk proses pengolahan mineral dengan memperhatikan keterdapatannya, jenis-jenis mineralnya, rencana pengolahan, dan peralatan yang diperlukan. Selanjutnya, dilakukan penyusunan proses alir untuk mineral nonlogam (batugamping) dan mineral logam (emas) yang selanjutnya dapat mengatur posisi peralatan yang berada di Plant Pengolahan Mineral Kampus Cipatat Padalarang, Jawa Barat.

Melalui tulisan ini, optimalisasi peralatan pengolahan mineral di Kampus Lapangan Cipatat Padalarang dapat dilakukan, terutama untuk Diklat Pengolahan Mineral Nonlogam seperti batugamping dan Diklat Pengolahan Mineral Logam seperti emas. Batugamping dapat diproses hingga menghasilkan produk berupa konsentrat yang halus dan siap untuk proses pembakaran hingga menjadi batugamping yang halus dan memenuhi industri selanjutnya. Mineral logam (emas) dapat melalui proses kominasi dengan jaw crusher dan ball mill. Selanjutnya, bisa dilakukan konsentrasi gravitasi dengan meja goyang (shaking table) untuk mendapatkan konsentrasi emas agar siap untuk peleburan emas.

Kata Kunci: pengolahan mineral, peralatan, proses alir, batugamping, emas, produk, pemanfaatan

ABSTRACT

A good quality of training requires a well-prepared equipment, infrastructure, and facilities, including the Indonesian National Working Competency Standards (RSKKNI), Curriculum Standards, and Modules and Competency Testing Material (MUK). The purpose of this paper is to design the flowing process by preparing the equipment, infrastructure, and facilities of the Mineral Processing field in PPSDM Geominerba Campus Cipatat Padalarang to be utilized optimally for the trainings held by PPSDM Geominerba. The design preparation begins with a literature study of the raw material types for the mineral processing process by considering its availability, mineral types, the processing plan, and the necessary equipment. Furthermore, the arrangement of the flowing process for non-metallic minerals (limestone) and metallic minerals (gold) is done which then can set the position of the equipment in the Mineral Processing field of Campus Cipatat Padalarang, West Java.

Through this paper, the optimization of mineral processing equipment in Campus Cipatat Padalarang can be realized, especially for Non-Metal Minerals Processing Training (limestone) and Metal Minerals

Processing Training (gold). Limestone can be processed to obtain a fine concentrate which is ready for the combustion process to produce a fine limestone which meets the subsequent industries. Meanwhile, the metal minerals (gold) can be processed through the comminution process with jaw crusher and ball mill. The process can be done with the shaking table to produce a gold concentrate which is ready for the gold smelting.

Keywords: mineral processing equipment, flowing process, limestone, gold, product, utilization

PENDAHULUAN

Terbitnya Undang-Undang Nomor 4/2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara di Indonesia, hal tersebut mensyaratkan komoditas tambang tidak dapat diekspor dalam keadaan mentah. Keuntungan bagi pemilik tambang jika mampu menjual logamnya adalah harga produk logam yang meningkat 500-1000 kali dibandingkan dengan nilai mineral mentahnya (Langner, 2011). Dengan hanya mengolah menjadi konsentrat sesungguhnya akan mengalami kerugian karena nilai tambahnya dipengaruhi oleh harga logam di pasar global.

Selain itu, penjualan yang hanya dalam bentuk bijih atau konsentrat menyebabkan tidak terbayarnya logam-logam ikutannya. Logam-logam ikutan umumnya dalam konsentrasi kecil yang baru ekonomis diproses setelah logam utama diekstrak. Konsentrat tembaga Indonesia misalnya, dalam setiap ton terdapat rata-rata 0,6 gram platina, 2,3 gram palladium, dan 2,5 kg molybdenum. Di samping itu, 200 gram selenium, 8,75 gram tellurium, selain emas 7 gram dan perak 37 gram yang baru terbayar dari tambangnya setelah hampir seperempat abad menambang. [1]

Bayangkan jika konsentrat tersebut diproses untuk diambil tembaganya secara pirometalurgi, dari proses pemurnian tembaga tersebut akan diperoleh 26 kg emas, 55 kg perak, 16 gram platina, dan 178 gram palladium. Ditambah pula 127 kg selenium, 2 kg tellurium, dan 475 kg timah hitam dalam setiap ton anode slime-nya. [2] Hal yang menyebabkan tingginya daya tarik penjualan ekspor dalam bentuk konsentrat yang mengakibatkan upaya pembangunan industri metalurgi di dalam negeri terhambat.

Peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan sikap (KSA) bagi aparatur maupun tenaga industri di subsektor pertambangan mineral dan batubara, dapat dilakukan dengan melaksanakan program pendidikan dan pelatihan (diklat) untuk semua bidang pekerjaan di subsektor pertambangan mineral dan batubara.

Oleh karena itu, Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Geologi Mineral dan Batubara (PPSDM Geominerba) akan mengembangkan pendidikan dan pelatihan terkait nilai tambang mineral melalui diklat-diklat unggulan, seperti Diklat Pengolahan dan Pemanfaatan Mineral, Peningkatan Nilai Tambah Tembaga, Peningkatan Nilai Tambah Nikel, Peningkatan Nilai Tambah Bauksit, Peningkatan Nilai Tambah Mangan, dan Diklat untuk Operator Industri Pengolahan dan Pemurnian.

Untuk mendapatkan kualitas diklat yang baik, diperlukan kesiapan peralatan, prasarana, serta sarana selain dari kebutuhan dasar. Kebutuhan dasar yang dimaksud berupa Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI), Standar Kurikulum, Modul, dan Materi Uji Kompetensi (MUK).

Tujuan penulisan ini adalah untuk mempersiapkan peralatan dan perlengkapan serta sarana dan prasarana bidang pengolahan mineral agar pengembangan peralatan dan sarana di Kampus Lapangan Cipatat Padalarang PSDM Geominerba dapat dilakukan. Pengembangan tempat praktik

lapangan dilakukan dengan mempersiapkan rencana alur proses pengolahan mineral, mempersiapkan peralatan, menyusun layout peralatan, dan mempersiapkan kondisi dan layout gedung.

METODOLOGI

Metode yang dilakukan dalam penelitian lapangan ini, pertama adalah dengan studi literatur mengenai jenis bahan baku batugamping untuk proses pengolahan mineral dengan memperhatikan keterdapatannya, jenis-jenis mineralnya, rencana pengolahan, serta peralatan yang diperlukan. Variasi mineral yang terdapat pada batugamping formasi Raja Mandala ini menjadi suatu studi literatur untuk mendapatkan jenis bahan dasar mineral yang dimiliki untuk dilakukan proses pengolahan mineral. Proses alir dari mineral nonlogam seperti batugamping dan mineral logam seperti emas juga dipelajari untuk mendapatkan rencana pengolahan mineral nonlogam (batugamping) dan mineral logam (emas) yang optimum dengan peralatan yang ada.

Metode kedua adalah dengan penyusunan proses alir untuk mineral nonlogam (batugamping) dan mineral logam (emas) yang selanjutnya dapat mempersiapkan alur proses dengan mengatur peralatan yang tersedia maupun yang direncanakan di Plant Pengolahan Mineral Kampus Cipatat Padalarang, Jawa Barat. Selain itu, juga mempertimbangkan diklat-diklat yang saat ini diselenggarakan oleh Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Geologi Mineral dan Batubara (PPSDM Geominerba), khususnya diklat-diklat pengolahan dan pemanfaatan mineral, peningkatan nilai tambah, serta operator pengolahan dan pemurnian.

HASIL PENELITIAN

Pemilihan mineral dilakukan dengan melihat potensi pengolahan mineral yang sangat dibutuhkan masyarakat dan melihat ketersediaan alat di Kampus Lapangan Cipatat Padalarang. Saat ini, pengolahan batugamping dan emas adalah yang paling banyak dilakukan oleh rakyat dengan skala kecil. Keterbatasan pengetahuan dan keterampilan serta kemampuan pemasaran menyebabkan proses pengolahan dilakukan tidak tepat dan efisien, bahkan tidak menguntungkan secara ekonomis. Lebih berbahaya lagi adalah kerusakan lingkungan yang berat sehingga dapat menurunkan kualitas hidup masyarakat di sekitar daerah tambang.

Mineral Nonlogam: Batugamping

Batugamping/limestone adalah batuan sedimen nonklastik yang utamanya tersusun oleh kalsium karbonat (CaCO_3) dalam bentuk mineral kalsit. Menurut (Tucker, 1985) dijelaskan bahwa endapan karbonat pada laut dangkal terbentuk pada tiga macam lokasi, yaitu *platform*, *shelf*, dan *ramps*. Proses pembentukan batugamping dibagi menjadi dua kelompok, yaitu berdasarkan sifatnya dan lingkungan pembentukannya. [3]

Berdasarkan Sifatnya

Batugamping dapat terjadi dengan beberapa cara, yaitu secara organik, mekanik, atau kimia. Secara (1) *Organik*, jenis ini berasal dari pengembangan cangkang atau rumah kerang dan siput; (2) *Mekanik*, bahannya tidak jauh berbeda dengan batugamping secara organik. Namun, yang membedakannya adalah terjadinya perombakan dari bahan batugamping tersebut kemudian dibawa oleh arus dan biasanya diendapkan tidak jauh dari tempat semula; dan (3) *Kimia*, jenis batugamping yang terjadi pada kondisi iklim dan suasana lingkungan tertentu dalam air laut ataupun air tawar.

Berdasarkan Lingkungan Pembentukan

Pembentukan Batugamping pada Lingkungan Laut

Kebanyakan batugamping terbentuk di laut dangkal, tenang, dan pada perairan yang hangat. Lingkungan seperti itu merupakan lingkungan ideal karena organisme mampu membentuk cangkang kalsium karbonat dan skeleton sebagai sumber bahan pembentuk batugamping. Ketika organisme tersebut mati, cangkang dan skeletonnya akan menumpuk membentuk sedimen yang selanjutnya akan terlitifikasi menjadi batugamping.

Pembentukan Batugamping pada Lingkungan Evaporasi

Batugamping juga dapat terbentuk melalui penguapan. Stalaktit, stalakmit, dan formasi gua lainnya (sering disebut speleothems) adalah contoh dari batugamping yang terbentuk melalui penguapan.

Pemanfaatan batugamping erat kaitannya dengan proses pembentukannya, yaitu sifat dan kondisi lingkungan pembentukan batugamping itu sendiri. Batugamping banyak digunakan pada bahan baku industri, seperti bahan dasar pembuatan pasta gigi, pembuatan semen, cat, dan reagen flotasi pada pengolahan tembaga.

Dalam proses pembuatan pasta gigi, batugamping merupakan komponen utama untuk memenuhi kebutuhan kalsium pada pasta gigi. Fungsi kalsium karbonat dari batugamping adalah membantu pertumbuhan gigi dan tulang agar tidak cepat keropos. Zat utama kalsium karbonat adalah untuk pembentukan tulang dan gigi. Kalsium aktifnya bisa menguatkan gigi.

Dalam peleburan dan pemurnian besi atau logam lainnya, batugamping atau dolomit berfungsi sebagai zat imbuhan pada tanur tinggi. Batugamping juga dapat mengikat gas-gas seperti CO_2 dan H_2S . Karena itu, batugamping yang dipergunakan harus mempunyai kadar CaO yang tinggi. Selain itu, batugamping juga banyak dipergunakan dalam industri hidrometalurgi yang dibutuhkan untuk meningkatkan pH dalam proses pelindian, menstabilkan sisa hasil buangan, air asam tambang, dan sebagainya.

Syarat-syarat batugamping untuk keperluan industri peleburan antara lain: [1]

- CaO minimum 52%
- SiO_2 maksimum 4%
- $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ maksimum 3%
- MgO maksimum 3,5%
- Fe_2O_3 maksimum 0,65%
- P maksimum 0,1%

Mineral Logam Emas

Mineral logam yang berupa emas merupakan cadangannya yang banyak dan tersebar. Selain itu, pengolahan pun masih sangat sederhana tanpa memperhatikan perolehan (*recovery*) dan keekonomiannya. Emas dalam bentuk cebakan di alam dijumpai dalam dua tipe, yaitu cebakan emas primer dan emas sekunder. Potensi cebakan emas primer di Indonesia dalam bentuk sumber daya sekitar 4.240 ton dan cadangan 3.445 ton logam emas [4]

Cebakan emas primer dapat dijumpai dalam bentuk tersebar dan mengisi celah membentuk urat. Cebakan bijih emas tipe tersebar umumnya berkadar rendah, sedangkan urat cenderung berkadar tinggi. Bijih emas tipe tersebar dengan kadar relatif rendah memerlukan cebakan dalam

jumlah besar. Tujuannya adalah agar dapat dimanfaatkan secara ekonomis, serta penambangan dan pengolahannya memerlukan teknologi tinggi dan padat modal. Adapun cebakan tipe urat dengan kadar relatif tinggi dapat ditambang dan diolah dengan teknologi sederhana dalam bentuk usaha pertambangan skala kecil.[4]

PEMBAHASAN

Dalam mempersiapkan peralatan dan proses alir maka dipertimbangkan diklat-diklat yang telah diselenggarakan dan telah memiliki kurikulum dan modul terkait dengan pengolahan dan pemurnian, seperti berikut ini.

Diklat Terkait Pengolahan Mineral

Pengolahan dan pemurnian mineral merupakan salah satu tahapan penting dalam pertambangan mineral, khususnya bijih emas. Diagram alir proses pengolahan dari bijih hingga dihasilkan konsentrat ditunjukkan pada Gambar 1.

Diagram alir proses pengolahan dari bijih hingga konsentrat dengan proses klasifikasi material kasar dan material halus diilustrasikan pada Gambar 2.

Proses konsentrasi mineral merupakan salah satu hal penting dalam pertambangan mineral, terutama bijih emas. Konsentrasi bijih emas dapat menggunakan berbagai metode, seperti gravitasi dan flotasi, bergantung pada tipe bijih yang akan diolah. Semua metode tersebut akan menghasilkan konsentrat yang memiliki nilai tambah lebih tinggi.

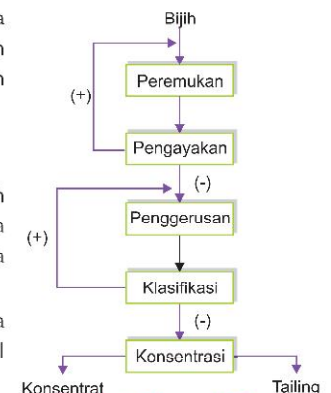
Diklat-diklat yang diselenggarakan oleh PPSDM Geominerba yang terkait dengan peningkatan nilai tambah, saat ini adalah: [5]

1. Diklat Pengolahan dan Pemanfaatan Mineral;
2. Diklat Peningkatan Nilai Tambah Tembaga;
3. Diklat Peningkatan Nilai Tambah Nikel;
4. Diklat Peningkatan Nilai Tambah Bauxite;
5. Diklat Peningkatan Nilai Tambah Mangan; dan
6. Diklat Operator Industri Pengolahan dan Pemurnian Mineral.

Berdasarkan kebutuhan untuk pengolahan mineral logam dan nonlogam berdasarkan kebutuhan diklat-diklat yang dilakukan maka dapat disusun rancangan proses alir yang dibutuhkan untuk proses mineral logam (emas) dan nonlogam (batugamping).

Rancangan Proses Alir

Rancangan proses alir dibangun untuk dapat mengoptimalkan peralatan pengolahan mineral nonlogam (batugamping) dan mineral logam (emas).



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pengolahan Mineral dari Bijih hingga Dihasilkan Konsentrat



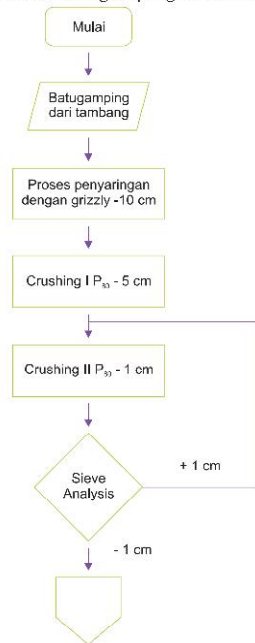
Gambar 2. Diagram Alir Proses Pengolahan dari Bijih hingga Konsentrat

1. Rancangan Proses Alir Nonlogam

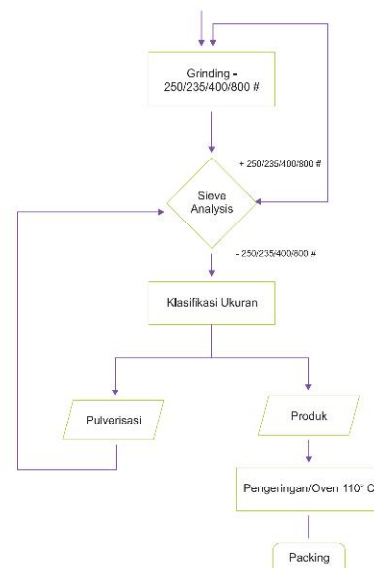
Rancangan proses alir untuk batugamping adalah proses kominusi yang terdiri dari *crushing*, *grinding*, *sieve analysis*, dan pengeringan. Kalsium karbonat merupakan bahan aktif dalam industri pembuatan pasta gigi; pulp dan kertas; pupuk dan pengapuran pertanian; makanan dan obat-obatan (suplemen kalsium, antasida, dll); gelas dan keramik; plastik dan komposit; konstruksi beton, plester dan aspal; ban mobil dan motor; serta cat dan pipa PVC. Kalsium karbonat dijual dalam dua jenis yang berbeda. Faktor yang membedakan kedua jenis produk tersebut terletak pada tingkat kemurniannya, hingga terbagi menjadi tipe berat (*heavy*) dan ringan (*light*).

Kalsium karbonat tipe berat diproduksi dengan cara menghancurkan batugamping hasil penambangan menjadi *powder* halus, lalu disaring sampai diperoleh ukuran serbuk yang diinginkan. Selanjutnya, tepung kalsium karbonat hasil penyaringan disimpan dalam silo-silo atau tempat penyimpanan yang berukuran besar sebelum dikemas.[6]

Adapun kalsium karbonat tipe ringan diperoleh setelah melalui proses produksi yang agak rumit dibandingkan dengan tipe berat. Batugamping dibakar dalam tungku berukuran raksasa untuk mengubah CaCO_3 menjadi CaO (oksida kalsium) dan gas karbon dioksida atau CO_2 . Rancangan proses alir untuk batugamping adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Rancangan Proses Alir untuk Batugamping (bagian 1)

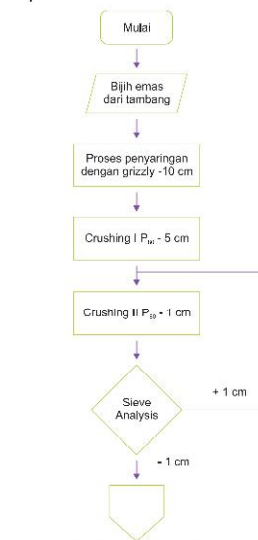


Gambar 4. Rancangan Proses Alir untuk Batugamping (bagian 2)

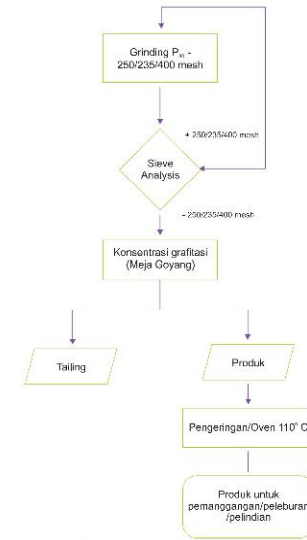
Tailing dan produk dapat disesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan. Produk yang didapat adalah kalsium karbonat. Saat ini harga kalsium karbonat yang dijual di pasaran berkisar antara 85-200 USD/ton.[7]

2. Rancangan Alir Mineral Logam (Emas)

Rancangan proses alir yang dipilih untuk mineral logam adalah proses alir untuk bijih emas, seperti tampak pada Gambar 5 dan 6 berikut.



Gambar 5. Rancangan Proses Alir untuk Pengolahan Bijih Emas (bagian 1)



Gambar 6. Rancangan Proses Alir untuk Pengolahan Bijih Emas

Berdasarkan rancangan proses alir ini maka bagian-bagian peralatan dipersiapkan. Rencana tata letak pun dilakukan agar dapat memenuhi dan sesuai dengan proses alir yang dibangun.

Peralatan yang Harus Dipersiapkan

Alat-alat pengolahan dipersiapkan sesuai dengan kebutuhan dari rancangan proses alir. Peralatan yang harus dipersiapkan adalah:

Crusher (Peremuk)

Jenis *crusher* yang dipilih adalah *Jaw Crusher* karena merupakan alat peremuk primary yang dapat meremukkan batu. Ada dua buah *Jaw Crusher* yang digunakan. Alat yang pertama dapat memproses umpan berukuran maksimum 12,7 cm x 20,3 cm. Tipe *Jaw Crusher* adalah MT-120 *Jaw Crusher* 5" X 8" seperti tampak pada gambar berikut.

Adapun spesifikasi tekniknya sebagai berikut:

Tabel 1. MT-120 *Jaw Crusher*

Sumber tenaga	Elektromotor berkekuatan 5.5 hp 4.2 kw 380 V 50 Hz
Kapasitas produksi	1000 kg per jam
Bukaan umpan	12,7 cm x 20,32 cm



Gambar 7. MT-120 5" X 8" *Jaw Crusher*

Distribusi putaran	Menggunakan 2 buah V belt type B
Tombol pengaman	Otomatis, memberikan keamanan pada motor listrik
Pengaturan jarak pisau	Dilengkapi dengan toggle
Ukuran mesin (p x l x t)	85 cm x 65 cm x 120 cm
Berat Total Mesin	600 kg

Jaw crusher yang kedua adalah MT-140 Jaw Crusher 2" x 4" yang dapat memproses umpan dengan ukuran 5.1 cm hingga 10,2 cm.

Adapun spesifikasi tekniknya sebagai berikut:



Gambar 8. MT-140 Jaw Crusher 2" X 4"

Tabel 2. Spesifikasi Teknik MT-140 Jaw Crusher

Sumber tenaga	Menggunakan elektromotor berkekuatan 2 hp 1.5 kw 380 V 50 Hz
Kapasitas produksi	100 kg per jam
Bukaan	5,08 cm x 10,16 cm
Distribusi putaran	Menggunakan 2 buah V belt type A
Tombol pengaman	otomatis yang memberikan keamanan pada motor listrik
Pengaturan jarak pisau	Dilengkapi dengan toggle
Ukuran mesin (p x l x t)	85 cm x 45 cm x 75 cm
Berat Total Mesin	275 kg

Grinding (Ball Mill)

Setelah proses peremukan, umpan diharapkan telah cukup kecil dengan rata-rata 3 mm. Selanjutnya, dilakukan proses penggerusan untuk membuat umpan menjadi sangat halus hingga 100 mesh. Tingkat kehalusan dapat diperoleh setelah dilakukan beberapa tahap penggerusan dan *sieve analysis*. Mesin grinding (*ball mill*) yang digunakan adalah penggerus dengan menggunakan bola-bola baja (*ball mill*). Tipe *ball mill* yang digunakan adalah **MT-450 Laboratory Ball Mill** seperti tampak pada Gambar 9 berikut.

Adapun spesifikasi tekniknya sebagai berikut:

Tabel 3. Spesifikasi Teknik Ball Mill

Sumber Tenaga	Electro gear motor 3 phase, 3 hp/2.2 kw 380 v
Input Screw	Electro gear motor 3 phase, 1/2 hp/0.375 kw 380 v
Return Screw	Electro gear motor 3 phase, 1 hp/0.75 kw 380 v
Kapasitas Produksi	50 sampai 100 kg per jam
Material Masukan	Maksimum ukuran 3 mm
Sistem Distribusi Mekanik	Flexible coupling dan roda gigi
Berat Total Mesin	850 kg berat total bola bola mangaan steel 150 kg



Gambar 9. Ball Mill

Ukuran Mesin (p x l x t)	230cm x 120 cm x 150 cm
Kecepatan Putaran Mesin	38 putaran per menit
Ukuran peralatan	Berdiameter 400 mm, Panjang 900 mm, tebal 12 mm

Pulverizer

Setelah proses penggerusan, umpan diharapkan telah cukup halus dengan rata-rata hingga 100 mesh. Selanjutnya, dilakukan proses pulverizing untuk membuat umpan menjadi sangat halus hingga 800 mesh.

Adapun spesifikasi tekniknya sebagai berikut:



Gambar 10. MT-250 Lab Pulverizer Automatic

Tabel 4. Spesifikasi Teknik MT-250 Lab Pulverizer Automatic

Sumber tenaga	Menggunakan elektromotor berkekuatan 3 hp 2.2 kw 380 V 50 Hz
Kapasitas produksi	1 kg per 5 menit dengan hasil 200 mesh
Distribusi putaran	Menggunakan 2 buah V belt type A
Kompresor udara	1 unit kompresor udara berkekuatan 2 hp
Pengaturan waktu	digital control timer untuk mengatur waktu pengoperasian mesin
Pengaman	Tombol pengaman otomatis yang memberikan keamanan pada motor listrik
Tombol darurat	tombol darurat yang terintegrasi untuk mematikan seluruh sistem
Dimensi (p x l x t)	120 cm x 60 cm x 140 cm
Berat total mesin	475 kg

Shaking Table (Meja Goyang)

Setelah proses penggerusan dan/atau pulverizer, umpan diharapkan telah sangat halus dan homogen. Selanjutnya, perlu dilakukan pemisahan antara mineral dengan berat jenis besar dan mineral dengan berat jenis kecil. Berat jenis emas adalah 19,3 g/cm³, sedangkan berat jenis pasir kuarsa (SiO₂) adalah 2,65 g/cm³ sehingga cukup mudah untuk dilakukan pemisahan secara gravitasi.

Adapun spesifikasi tekniknya sebagai berikut:

Tabel 5. Spesifikasi Teknik MT-520 Shaking Table

Sumber tenaga	Elektromotor
Kapasitas produksi	50 s.d. 100 kg per jam
Hentakan per menit	120 s.d. 240 hentakan per menit
Kebutuhan suplai air	1 unit kompresor udara berkekuatan 2 hp
Pengaturan waktu	100 s.d. 200 liter per jam
Distribusi pipa air	Pipa PVC diameter 1 inch
Distribusi putaran	Menggunakan 2 buah V belt tipe A
Dimensi (p x l x t)	120 cm x 80 cm x 10 cm
Dimensi mesin (p x l x t)	200 cm x 100 cm x 120 cm
Berat Total Mesin	400 kg



Gambar 11. MT-520 Shaking Table

Sieve Shaker

Setelah proses penggerusan dan/atau pulverizer, umpan diharapkan dapat dipisahkan agar partikel dengan ukuran yang telah dicapai bisa dipisahkan. Ukuran yang belum mencapai tingkat kehalusan yang diinginkan, dapat digerus atau dipulverisasi lanjut.

Spesifikasi teknik MT-275 *Sieve Shaker* adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Spesifikasi Teknik MT-275 *Sieve Shaker*

Sumber tenaga	Menggunakan electromotor berkekuatan ½ hp 0.375 kw 380 V 50 Hz
Waktu Pengoperasian Mesin	Dilengkapi digital control timer untuk mengatur waktu pengoperasian mesin
Putaran permenit	246 putaran
Ketukan permenit	65 ketukan
Kapasitas mesin mampu tersusun	6 buah sieve screen, 1 buan pan dan cover
Dimensi (p x l x t)	105 cm x 45 cm x 90 cm
Dimensi mesin (p x l x t)	200 cmx 100 cm x 120 cm
Berat total mesin	120 kg

Sieve Screen

Terdapat 40 pan yang terdiri dari 39 screen (penyaring) dan satu buah base dan cover. Rincian sieve screen adalah sebagai berikut:

Tabel 7 :Nama dan ukuran sieve screen

No.	Ukuran	mm	inch	mesh (#)
1	4"	100	4.00	
2	3 ½"	90	3.50	
3	3"	75	3.00	
4	2 ½"	63	2.50	
5	2"	50	2.00	
6	1 ¾"	45	1.75	
7	1 ½"	38.1	1.50	
8	1 ¼"	31.5	1.25	
9	1"	25.0	1.00	
10	7/8"	22.4	0.275	
11	¾"	19.0	0.750	
12	5/8 "	16.0	0.625	
13	½"	12.5	0.500	
14	7/16"	11.2	0.438	
15	3/8"	9.5	0.375	
16	5/16"	8.0	0.312	
17	¼"	6.3	0.250	
18	# NO 4	4.75	0.187	4
19	# NO 6	3.35	0.132	6
20	# NO 8	2.36	0.0937	8
21	# NO 10	2.00	0.0787	10
22	# NO 12	1.70	0.0661	12
23	# NO 14	1.40	0.055	14
24	# NO 16	1.18	0.0469	16
25	# NO 18	1.00	0.0392	18
26	# NO 20	0.850	0.0331	20
27	# NO 25	0.710	0.0287	25
28	# NO 30	0.600	0.0234	30
29	# NO 35	0.500	0.0197	35
30	# NO 40	0.425	0.0166	40
31	# NO 45	0.355	0.0139	45
32	# NO 50	0.300	0.0117	50

No.	Ukuran	mm	inch	mesh (#)
33	# NO 60	0.250	0.0096	60
34	# NO 70	0.212	0.0083	70
35	# NO 80	0.180	0.0070	80
36	# NO 100	0.150	0.0059	100
37	# NO 120	0.125	0.0049	120
38	# NO 140	0.106	0.0041	140
39	# NO 200	0.075	0.0029	200
40	COVER + BASED			

Oven Pemanas

Spesifikasi teknik 10 GT – 703 oven temperatur konstan adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Spesifikasi Teknik Untuk GT-703 Oven Temperatur Konstan

Sumber listrik	2000 watt 220 volt
Dimensi (p x l x t)	100 cm x 51 cm x 90 cm
Kapasitas atau volume dalam	200 liter
Berat total mesin	114 kg

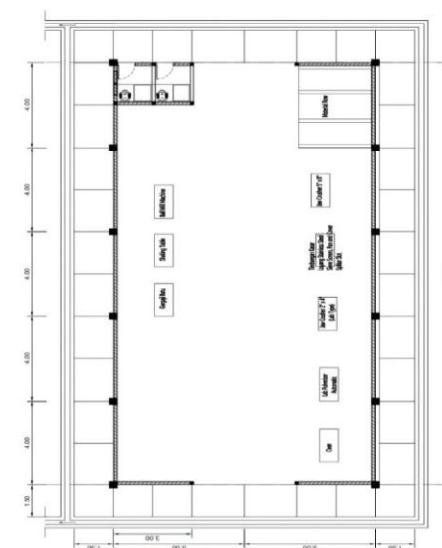
Peralatan-peralatan ini dipersiapkan dan disusun menurut proses alir yang telah dipersiapkan untuk batugamping dan bijih emas.



Gambar 12. GT-703 Oven Temperatur Konstan

Rencana Tata Letak Peralatan

Rencana tata letak disusun sesuai dengan proses alir yang telah disiapkan seperti tampak pada Gambar 13 berikut.



Gambar 13. Rencana Tata Letak Peralatan

Peralatan disusun berdasarkan urutan proses dan kondisi basah/kering.

1. Urutan Proses

Urutan proses diatur mulai dari material masuk dan disimpan dalam tempat penyimpanan material. Tempat penyimpanan material ini terdiri dari tiga kolom yang berfungsi menyimpan material menurut ukuran (1) Kasar (langsung dari hasil tambang); (2) Produk pertama dari *Jaw Crusher*; dan (3) Produk Halus dari *Ball Mill*.

Selanjutnya, dilakukan proses *Primary Jaw Crusher* dalam keadaan kering. Produk pertama dari *Primary Jaw Crusher* selanjutnya diremukkan dalam *Secondary Jaw Crusher*. Pada proses *crushing* ini, bijih yang telah lolos 10 cm dapat diproses pada *Primary Jaw Crusher*. Karena itu, diperlukan *sieve analysis* untuk memastikan umpan pada *Primary Jaw Crusher* sudah lolos 80% (P_{80}) pada 10 cm. *Sieve analysis* dilakukan pada ukuran *screen* besar dengan ukuran 4". Dapat dilakukan dengan manual ataupun dengan mesin. Selanjutnya dilakukan *secondary Jaw Crusher*. Umpan bukaan pada *secondary Jaw Crusher* adalah 5,08 x 10,16 cm sehingga umpan pada *secondary Jaw Crusher* diharapkan berada di bawah umpan bukaan tersebut. Direkomendasikan umpan dari *Primary Jaw Crusher* adalah P_{80} 4 cm. *Sieve Analysis* dapat dilakukan dengan *screen* no. 4-10 dan diharapkan produk dari *Secondary Jaw Crusher* telah lolos 80% pada 2 cm.

Produk dari *Secondary Jaw Crusher* diharapkan sudah berukuran P_{80} 3 mm. Karena itu, dilakukan penyaringan agar diperoleh P_{80} 3 mm dengan menggunakan *screen* no. 8 - 18. Setelah diperoleh P_{80} pada 3 mm, material dapat diproses pada *ball mill*. Selanjutnya, untuk bijih emas dapat dilakukan pemisahan secara gravitasi dengan menggunakan meja goyang. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan konsentrat emas sebagai produk dan kuarsa sebagai *tailing*. Adapun untuk batugamping, produk dari *ball mill* dapat langsung diproses lanjut pada *pulverizer* untuk mendapatkan kehalusan hingga 1500 mesh.

2. Kondisi Basah/Kering

Kondisi pada proses kering, mesin *Primary Jaw Crusher*, *Secondary Jaw Crusher*, timbangan, dan *Sieve Analysis* serta oven ditempatkan di bagian kiri dari pintu masuk. Kondisi pada proses basah, yaitu *ball mill* dan *shaking table* ditempatkan di sebelah kanan pintu masuk.

Selain itu, dipersiapkan aliran air/tempat penirisannya agar air tumpahan dapat langsung dialirkan ke bak penampung yang letaknya di luar. Bak penampung berfungsi sebagai bak untuk pemrosesan limbah.

KESIMPULAN

Berdasarkan keterdapat batugamping di formasi Raja Mandala, batugamping ini terbentuk dari cangkang/rumah karang dan sisa kehidupan laut. Berdasarkan lingkungan pembentukannya, batugamping formasi Raja Mandala terbentuk di laut dangkal, tenang, dan pada perairan yang hangat.

Kalsium karbonat (CaCO_3) adalah zat yang umum ditemukan pada batuan di semua bagian dunia dan merupakan komponen utama dari cangkang organisme laut. Kalsium karbonat merupakan bahan aktif dalam industri pembuatan pasta gigi; pulp dan kertas; pupuk dan pengapuran pertanian; makanan dan obat-obatan (suplemen kalsium, antasida, dll); gelas dan keramik; plastik dan komposit; konstruksi beton, plester, dan aspal; ban mobil dan motor; serta cat dan pipa PVC.

Pengolahan batugamping yang didominasi mineral kalsium karbonat dapat dilakukan karena telah tersedia pasar untuk kebutuhan berbagai industri. Dengan proses pengolahan mineral ini, batugamping dapat memiliki nilai tambah dari nilai jual Rp200.000/ton⁸⁾ menjadi 85-200 USD/ton atau setara dengan Rp1.105.000 hingga Rp2.600.000/ton (pada 1 USD = Rp13.000). [7]

Melalui penelitian ini, optimalisasi peralatan pengolahan mineral di Kampus Lapangan Cipatat Padalarang dapat dilakukan, terutama untuk Diklat Pengolahan Mineral Nonlogam (batugamping) dan Diklat Pengolahan Mineral Logam (emas). Batugamping diproses hingga didapat produk berupa konsentrat yang halus dan siap untuk proses pembakaran hingga memenuhi industri hilir. Selanjutnya, dilakukan konsentrasi gravitasi dengan meja goyang (*shaking table*) untuk mendapatkan konsentrasi emas.

Demi kesempurnaan dan kelengkapan proses untuk batugamping adalah adanya *screen* yang sangat halus mulai dari #325, #400, #600, #800 dan #1500. Selain itu, tungku pembakaran untuk membakar batugamping dari kalsium karbonat (CaCO_3) hingga didapat batugamping bakar (CaO). Penambahan alat untuk mengurangi emisi lingkungan sangat diperlukan karena pembakaran batugamping akan menghasilkan emisi gas CO/CO_2 ke lingkungan.

Demi kesempurnaan dan kelengkapan proses untuk bijih mineral lainnya seperti tembaga, nikel, dan mangan diperlukannya oven untuk peleburan skala kecil hingga 1200°C agar dapat melakukan peleburan emas hasil konsentrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Hutabarat, I.E.R. (2016). *Development of a New Hydrometallurgy Process for Indonesia Copper Sulphide*. Disertasi yang tidak dipublikasikan, Non Ferrous Metallurgy Institute University of Leoben Austria.
- Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara (2010). *Kebijakan Peningkatan Nilai Tambah*.
- Suhala, S. dan Arifin, M. (1997). *Bahan Galian Industri*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara
- Suprpto, J.S. (2010). *Sumber Daya Emas untuk Pertambangan Rakyat*. Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi.
- Modul Peningkatan Nilai Tambah Bijih Mangan. (2012). PPSDM Geominerba, BPSDM, Kementerian ESDM
- PT. Indo Bumi Agung Super. *Calcium Carbonate*. Diakses 6 Juni 2018 dari <http://www.iba.co.id/produk/calcium-carbonate/>
- Alibaba.com: *Global Trade Starts Here*. Diakses 6 Juni 2018 dari <https://www.alibaba.com/showroom/calcium-carbonate-price-per-kg.html>

APLIKASI METODE GEOSTATISTIK MULTIVARIAT UNTUK ESTIMASI ZONA *BEDROCK* ENDAPAN NIKEL LATERIT

The Application of Multivariate Geostatistical Method for the Estimation of Bedrock Zone of Nickel Laterite Deposit

Arif Budiyo

Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Geologi, Mineral dan Batubara
Jalan Jenderal Sudirman 623, Bandung 40211, Telp. 022-6076756, Faks. 022-6035506
E-mail: arif.budiyo@esdm.go.id

ABSTRAK

Permasalahan dalam eksplorasi endapan nikel laterit mengemuka ketika terjadi pemboran menggantung yang belum menembus zona *bedrock*. Hal ini mengakibatkan model sumber daya endapan nikel laterit menjadi tidak optimal karena pada penambangan nikel laterit dilakukan sampai dengan zona *bedrock*. Metode geostatistik multivariat digunakan untuk mengestimasi zona *bedrock* pada lokasi pemboran menggantung dengan memanfaatkan elevasi zona *high saprolite* sebagai data sekunder. Data elevasi zona *bedrock* dari data pemboran rampung dijadikan sebagai data utama. Dibandingkan dengan kriging biasa, pendekatan teknik *ordinary cokriging* pada metode geostatistik multivariat terbukti dapat meningkatkan hasil estimasi karena statistik nilai varians estimasi menjadi lebih kecil.

Kata kunci: *bedrock, cokriging, varians estimasi*

ABSTRACT

The problems in the exploration of lateritic nickel deposits arise when there was an unfinished drilling which had not penetrated the bedrock zone. This may lead to a non-optimal laterite nickel deposit resource model since the lateritic nickel mining should be carried out up to the bedrock zone. The multivariate geostatistics method was used to estimate the bedrock zone in the unfinished drilling location by utilizing the high saprolite zone elevation as the secondary data and bedrock zone elevation from the finished drilling as the primary data. Compared to the ordinary kriging, the ordinary cokriging technique approaches on multivariate geostatistics methods were proven to be able to improve the estimation results in which the statistical value of the estimated variance becomes smaller.

Keywords: *bedrock, cokriging, estimation variance*

PENDAHULUAN

Metode geostatistika multivariat dibangun untuk meningkatkan kualitas estimasi dari suatu variabel dengan menggunakan informasi variabel sekunder yang berkorelasi secara spasial. Variabel tersebut dikatakan memiliki *coregionalization* dan saling terkait secara spasial. Penggunaan metode ini dapat diaplikasikan untuk mengoptimalkan pemodelan sumber daya pada suatu endapan dengan data eksplorasi yang tidak lengkap. Salah satu permasalahan yang sering ditemui, khususnya dalam program eksplorasi nikel laterit adalah adanya pemboran eksplorasi yang menggantung. Pemboran tersebut tidak menembus horizon zona *bedrock* sebagai batas zona bijih. Pemboran menggantung ini disebabkan oleh kegiatan pemboran yang mengharuskan pemboran berhenti pada kedalaman tertentu berdasarkan kontrak yang telah disepakati walaupun kenyataannya belum menembus zona *bedrock*.