



Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung

Applied Geo-mining and Metallurgy

The Journal of Integrated Applied Geoscience, Mining, and Metallurgy



Volume I No. 1, Januari 2023

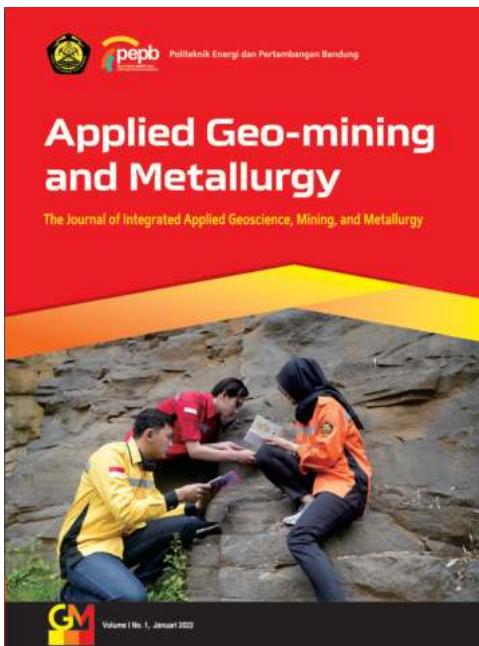


Foto Cover

Aktivitas praktikum mahasiswa
PEP Bandung

Applied Geo-Mining and Metallurgy

Penanggung Jawab

Dr. Asep Rohman

Ketua Dewan Redaksi/*Editor in Chief*:

Dr. forest. Tedi Yunanto

Wakil Ketua Dewan Redaksi/*Vice Editor in Chief*

Sabtanto Joko Suprapto, M.T.

Editor

Dr. Asep Rohman
Dr.mont. Imelda E.R. Hutabarat
Dr. Priatna
Dr. Asep Bahtiar
Dr. Asep Mohamad Ishaq Shiddiq
Irwan Iskandar, Ph.D
Yudi Rahayudin, Ph.D

Redaktur Pelaksana

Tri Handajani, M.Si
Febriyanto Pratama, S.Kom
Ayu Ratna Wulansari, S.Pd.
Dea Pratami, S.Pd.

Desain Grafis

Ayi R. Sacadipura, S.Pd.

Alamat Sekretariat dan Pengiriman Naskah:

Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung (PEP-B),
Jalan Jend. Sudirman No. 623 Bandung 40211

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, Tuhan YME, atas limpahan karunia-Nya sehingga Jurnal *Applied Geo-Mining and Metallurgy* Volume 1 Nomor 1, Januari 2023 dapat diterbitkan.

Politeknik Energi dan Pertambangan (PEP) Bandung, melalui Jurnal *Applied Geo-Mining and Metallurgy*, menyediakan sarana publikasi bagi makalah-makalah yang menampilkan perkembangan terbaru dalam bidang terkait geologi, pertambangan, dan metallurgi. Artikel terkait geologi dalam volume ini membahas tentang identifikasi zona pengkayaan timah menggunakan metode pemboran eksplorasi, juga estimasi sumber daya logam tanah jarang, serta evaluasi tingkat bahaya erosi pada rencana tata ruang wilayah sungai. Artikel tentang pertambangan membahas mengenai analisis pencapaian produktivitas *Bucket Wheel Excavator 203*. Artikel terkait metallurgi membahas optimalisasi ekstraksi emas dan perak yang salah satunya berlokasi di Kalimantan Tengah.

Penerbitan Jurnal *Applied Geo-Mining and Metallurgy* ini merupakan upaya berkelanjutan untuk meningkatkan pengetahuan dan wawasan bagi para pembaca. Setelah direview dan direvisi, hanya artikel yang telah dinyatakan layak oleh Tim Editor ini yang dapat diterbitkan.

Terbitan Volume 1 Nomor 1, Januari 2023 merupakan hasil kerja keras tim. Penghargaan yang tinggi kami sampaikan kepada semua pihak yang telah bekerja keras membantu pengelolaan jurnal ini. Penghargaan juga kami sampaikan kepada Tim Reviewer yang telah meluangkan waktu dan memberikan masukan yang sangat berharga untuk menjaga kualitas jurnal. Terima kasih juga kepada Direktur Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung, dan Kepala Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, atas fasilitasi dan dukungan terhadap terbitnya jurnal ini.

Kami berharap, artikel-artikel dalam jurnal ini akan bermanfaat bagi para pembacanya.

Bandung, Januari 2023.

Redaksi Jurnal *Applied Geo-Mining and Metallurgy*



DAFTAR ISI

Volume I Nomor 1, Januari 2023

Evaluation of Erosion Hazard Levels in Serayu River Area Spatial Planning, Wonosobo Regency

Asep Mulyono dan Yudi Rahayudin 1

Peningkatan Persen Ekstraksi Emas dan Perak Pada Bijih Tipe Clay dengan Optimalisasi Parameter Pada Proses Sianidasi di PT Indo Muro Kencana, Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah

Increasing gold and silver extraction percentage on the clay-type ore with optimization of parameters in the cyanidation process at PT Indo Muro Kencana, Murung Raya Regency, Central Kalimantan Province

Sultan Tabah Muhamram, Denny Lumban Raja, Bouman Tiroi Situmorang, Sulaeman 9

Analisis Pencapaian Produktivitas Bucket Wheel Excavator (BWE) 203 sebagai Reclaimer Temporary Stock Batubara di Pit Muara Tiga Besar Utara (MTBU) PT Bukit Asam, Tbk unit Tanjung Enim District Muara Enim, Sumatera Selatan

Analysis of Productivity Achievement Bucket Wheel Excavator (BWE) 203 as a Temporary Stock Reclaimer of Coal in Pit Muara Tiga Besar Utara (MTBU) PT Bukit Asam, Tbk Business Unit Tanjung Enim District Muara Enim South Sumatera

Wahyu Suryanto, Dian Aryanti, Suparno, Tabrili..... 18

Studi Peningkatan Ekstraksi Emas dengan Penambahan *Lead Nitrate* [$Pb(No_3)_2$] dan Konsentrasi Sianida

The Study of Gold Extraction Enhancement Added Lead Nitrate [$Pb(No_3)_2$] and Cyanide Concentration

Assyfaunnisa, Infantri Putra, Bouman Tiroi Situmorang, Indriani..... 31

Estimasi Sumber Daya Logam Tanah Jarang dari Data *Log Bor* Menggunakan Metode Poligon di Desa X, Kab. Y, Prov. Bangka Belitung

Resource Estimation From Drill Log Data Using The Polygon Method At The X Village, District Y, Bangka Belitung Province

Jundan Firdaus, Dadan Wildan, Adang Saputra, Asep Bahtiar Purnama, Karyono..... 39

Identifikasi Zona Pengkayaan Timah Menggunakan Metode Pemboran Eksplorasi Dengan Bor Bangka di Pit Y PT Mitra Stania Prima

Identification Of Tin Mineral Enrichment Zones Using The Exploration Drilling Method of Bangka Drill At Pit Y of PT Mitra Stania Prima

Choirunnisa A, Adang Saputra, Garnis Wanengcio U..... 45



Evaluation of Erosion Hazard Levels in Serayu River Area Spatial Planning, Wonosobo Regency

Asep Mulyono¹ & Yudi Rahayudin²

¹ Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih, Kompleks BRIN Bandung, Jalan Sangkuriang Bandung 40135,

² Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung (PEPB), Jalan Jend. Sudirman No. 623 Bandung 40211

*Corresponding author.

E-mail address: asepliwa@yahoo.co.id (Asep Mulyono).

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

Serayu, Wonosobo,
Watershed, Erosion, USLE

Soil erosion removes valuable topsoil, the most productive part of the soil profile. The risks of soil erosion play out around the Serayu watershed. Due to soil degradation and erosion, the Serayu watershed has been classified as critical and has even become a national issue. Because of considerable changes in land use, the high rate of erosion and sedimentation in the upstream Serayu watershed in Wonosobo Regency requires special attention. In the upstream Serayu watershed, land use planning through Spatial Planning Regulation is a strategy that can improve watershed performance and minimize erosion rates. The USLE method approach was used to assess changes in the level of erosion hazard in the spatial pattern of the Serayu watershed. The USLE uses six parameters (rainfall erosivity, soil erodability, slope length, steepness, planting system, and conservation factor) to calculate the amount of soil erosion. Combined with remote sensing and GIS techniques, this method has become a valuable tool, especially when assessing larger-scale erosion. The research showed that land use management by Spatial Planning Regulation might enhance 16.6% of the area classified as very light to light erosion hazard level classification and decrease 16.6% of the area classified as moderate to heavy erosion hazard level classification.

INTRODUCTION

Soil erosion is one of the world's most important land resource degradation issues (Aiello et al., 2015). Soil erosion is a problem in watershed ecosystems (Asdak, 2010), impacting soil quality and water distribution (Tadesse, et al., 2017). Landslides, decreased soil fertility, slope instability, and flood disasters are all negative consequences of soil erosion for human life (Tadesse, et al., 2017).

Soil erosion is a significant issue regarding ecology, economy, and social well-being. This not only results in significant land degradation and a loss of soil fertility, but it also threatens stability, public health, and sustainable development (Lal, 1991; Tang, 2004; Zheng et al., 2004; Jing et al., 2005). In some developing countries, intensive agriculture, deforestation, plowing of marginal lands, and

extreme climate hazards are some of the main causes of erosion (Colazo & Buschiazzo, 2015; Ligonja & Shrestha, 2015).

Due to land degradation and erosion of up to 161 tons/ha/year (Jariyah, 2013), which produces sedimentation in the Jenderal Sudirman Reservoir, the Serayu watershed is categorized in the watershed region as a critical category, even becoming one of the national issues (Alfianto, 2014). Changing the function of the upstream Serayu watershed from protected forest areas to agricultural and tourism land has caused the sedimentation that fills the Mrica Reservoir to reach 106.3 m^3 or around 71 % of the reservoir volume, resulting in a catastrophic watershed state (Prahaditya, 2016).

Changes in hydrological behavior, such as a high frequency of flooding events (peak flow), increased erosion and sedimentation processes, and decreasing water quality, indicate that a watershed is not functioning properly (Mawardi, 2010). Land use changes in the Serayu River area have been going on for a long time and are quite concerning. The Wonosobo Regency Regional Regulation Number 2 of 2011 has been used to plan land use patterns in a Spatial Planning Regulation (SPR), especially in the Wonosobo Regency area, which is expected to improve the performance of the Serayu watershed and reduce the rate of erosion in the upstream watershed. This research focused on evaluating changes in erosion hazard in the Serayu watershed area of Wonosobo Regency based on the 2011-2031 (SPR) and comparisons to the 2009 land use pattern.

METHOD

Soil erosion (A) is a function of 6 parameters, including rainfall erosivity (R), soil erodability (K), slope length (L), slope (S), planting system (C), and conservation factor (P). Analysis of the rate of soil erosion (A), which is classified in the erosion hazard level (EHL) is determined only based on land use patterns (in 2009 and SPR in 2021). The erosion hazard level (EHL) results in the soil erosion rate (A). The value of A is calculated using the Universal Soil Loss Equation/USLE method based on Wischmeier & Smith (1978) with the following equation:

where A is the annual average soil erosion rate (tons/ha/year), R is the rainfall erosivity index, K is the soil erodability index, LS is the slope and slope length index, and CP is the vegetation cover index and land management.

Classification of A value into five classes (EHL) based on the rate of soil erosion (A) based on the Ministry of Forestry (1998), namely very light, light, medium, heavy, and very heavy, as shown in Table 1.

Tabel 1. The erosion hazard level (EHL) (Ministry of Forestry, 1998)

EHL	Soil Erosion Rate (A) (tons/ha/year)	Classification
I	≤ 15	very light
II	$>15 - 60$	light
III	$>60 - 180$	moderate
IV	$>180 - 480$	heavy
V	>480	very heavy

The erosivity index (R) indicates how much rain can generate erosion. The capacity of the external force generated by rain to release sediment particles from the soil surface is expressed as a function of rainfall P (mm) in the following equation (Bols, 1978): R is an index that expresses the capacity of the external force generated by rain to release sediment particles from the soil surface.

The erodability index (K) was obtained from soil samples at the study site. The Walkley and Black technique (1934) in USDA (2014) was used to estimate soil organic matter content, while the pipette method was used to determine soil texture (Soil Research Institute, 2005). Soil texture was determined using the % age of primary particles based on the USDA soil texture triangle in the TAL software (Teh, 2002). Soil texture drives soil structure and permeability values, and each soil texture is assigned a structural code and permeability class (USDA, 1983). Using soil erodability with USLE, the percentage of silt, sand,

clay, and organic matter content was applied to compute the soil erodability factor (K) (Wischmeier and Smith, 1978).

The topographic index (LS) is made up of two components: length (L) and slope (S). The LS index is calculated using the following equation (Paningbatan, 2001) and a slope map produced from a digital elevation model (DEM):

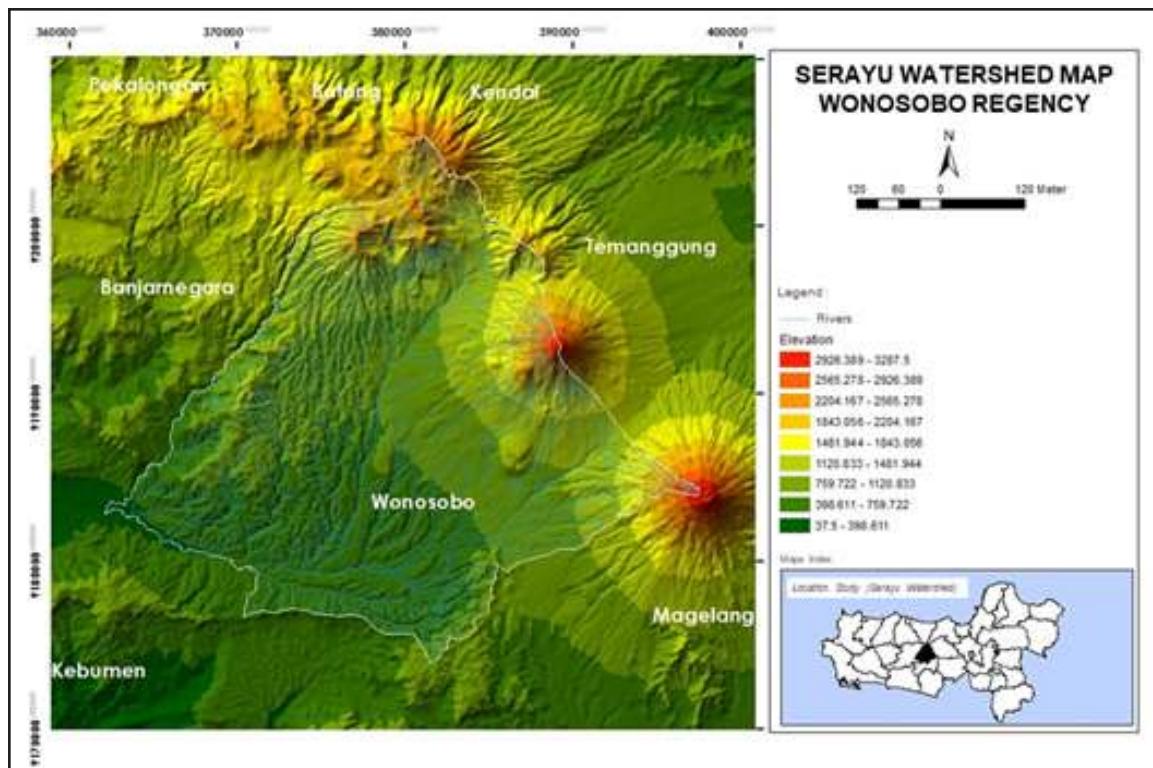
The Land Cover and Management Index (CP) is determined by the type of land cover and land management (Abdurachman et al., 1984; NWMCP, 1998) in 2009 and the SPR 2011-2031.

The study area is the Serayu watershed (DAS) in Wonosobo Regency (Figure 1). The research area's geography is hilly, with elevations ranging from 37 to 3,280 meters above sea level. The average annual rainfall varies from 1713 to 4255 mm/year, with an average air temperature of 14.3 – 26.5 °C.

RESULT AND DISCUSSIONS

According to the rain isohyet map study (Figure 2a), the areas getting rainfall >4000 mm/year are part of the sub-districts of Sapuran, Kaliworo, Kalibawang, Wonosobo, Mojotengah, and Sukoharjo. In the Wonosobo sub-district, the villages of Distancesari, Mipak, Sampek, and Wonosobo receive the highest rainfall (> 5000 mm/year). The rainfall erosivity index (R) varies from 93 to 310, with the maximum erosivity index value (R=310) going to the area with the most rainfall (> 5000 mm/year).

Latosol, andosol, regosol, litosol, and yellow and red podsolic soils are among the four types of soil identified in the Serayu watershed (Figure 2b). The Kejajar sub-district, which is part of the Grung, Mojotengah, and Watumalang sub-districts, is dominated by Nadosol land. Gray Regosol and Litosol soils distributed across the upstream Serayu watershed, as well as brown Andosol and Regosol associations in hilly areas, dominating soil types. Poor-permeability latosols and yellow and red podzolic soils with extremely low permeability are especially vulnerable to erosion, so rain's kinetic



Picture 1. The research area is located in the Serayu watershed, Wonosobo, which is in a mountainous area with a hilly landscape

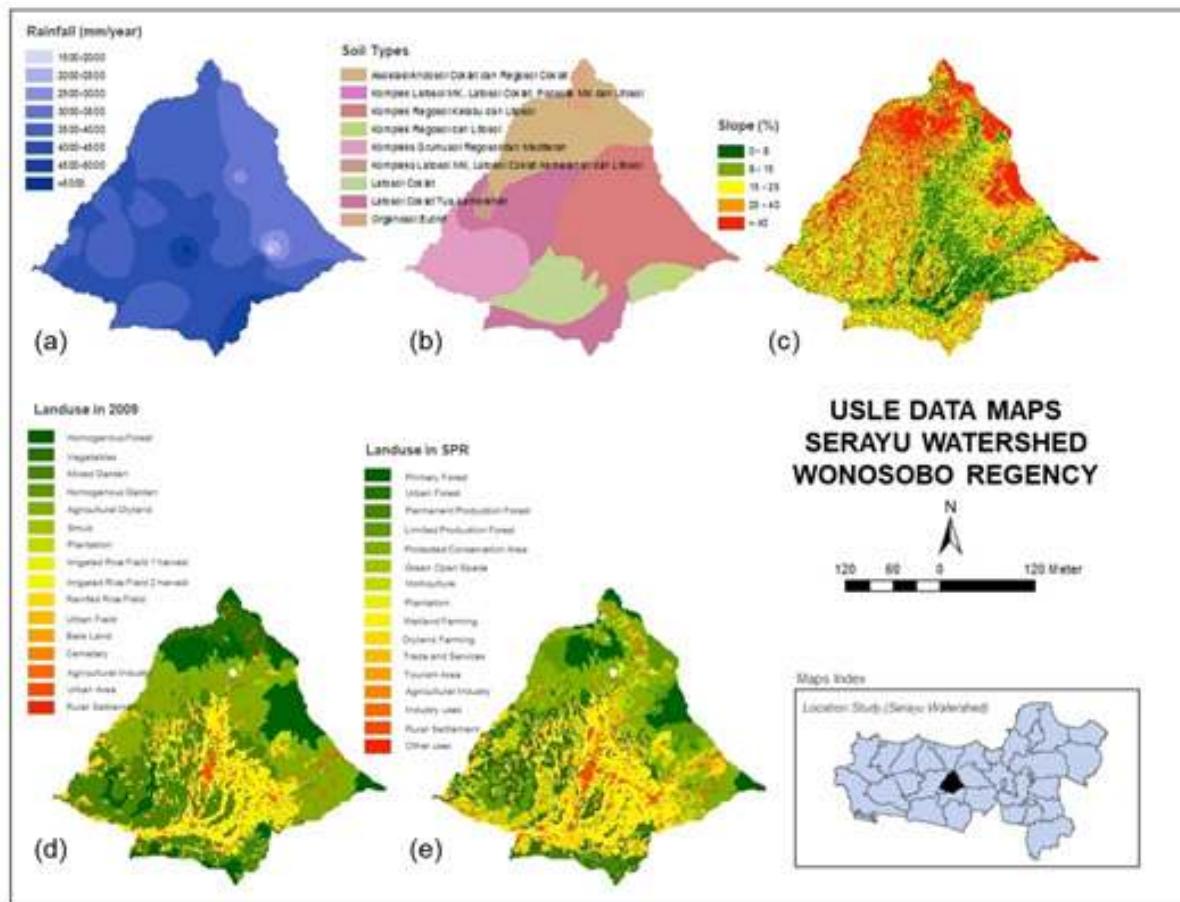


Figure 2. USLE data maps around Serayu watershead

energy can easily erode this soil. The soil erodability index ranged from 0.116 to 0.302, with the Regosol and Litosol complex soil types in the Kalikajar sub-district having the highest erodability index.

The data were processed using Quantum GIS to estimate the slope of the land (Figure 2c), and topographic values were extracted from SRTM DEM 30. The Serayu River basin's widest land slope is between 15 and 25%, with a steep category of 153.2 km², or 28.9%. Land with more than 40% slope covers 27% of the total area, particularly in the Kejajar sub-district. The category has a flat slope (0-8%) with the smallest area of 39.8 km² (7.5%). The slope factor significantly impacts runoff velocity and volume, and runoff is relatively high at more than 15% steep slope. Rainwater infiltrates the ground and minimizes runoff in the group of flat slopes with less than 2%. The slope index (LS) varies from 1.69 to 31.79, with the maximum LS index (31.79) being for slopes greater than 40%.

In 2009, dryland agriculture, mixed gardens, paddy fields, and residential areas dominated the upstream Serayu watershed (Figure 2d); however, the forest dominated roughly 15.22% of the upstream Serayu watershed area in the districts of Kejajar, Garung, Kertek, and Mojotengah. The upstream Serayu watershed, which covers 27.14%, 24.15%, and 20.86% area, is characterized by dry agriculture, mixed gardens, and paddy fields.

The results of the analysis of the EHL area of land use in 2009 for each sub-district are presented in Figures 3 and 4. Garung, Kalikajar, Kejajar, Mojotengah, Sukoharjo, Watumalang, and Wonosobo are among the eight sub-districts with heavy erosion classification (>480 tons/ha/year). The Kejajar sub-district, with an area of 944 ha, is the largest area with a very heavy EHL classification. The sub-districts of Kalibawang and Kaliwiro occupy areas that do not have a heavy to very heavy EHL.

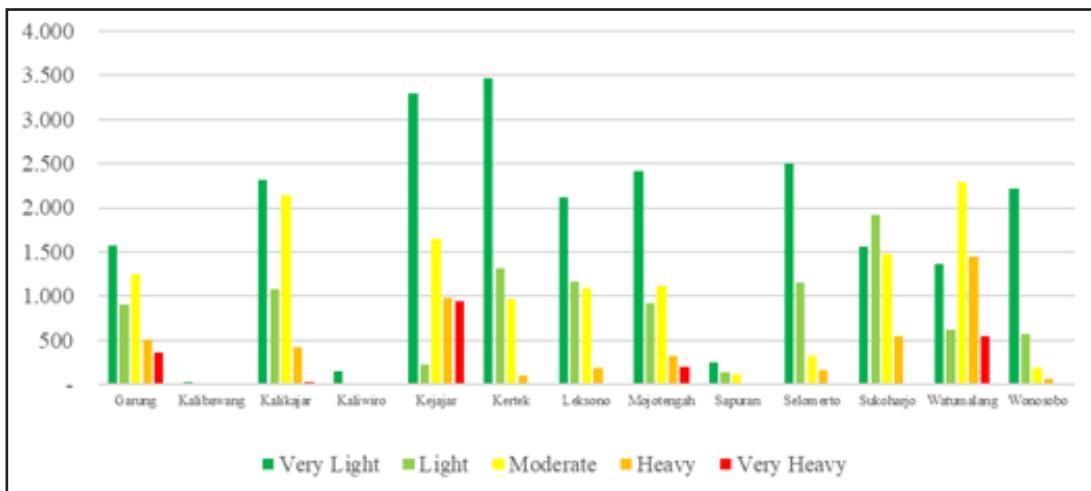


Figure 3. Graph of erosion hazard level area (ha) per sub-district based on land use patterns in 2009

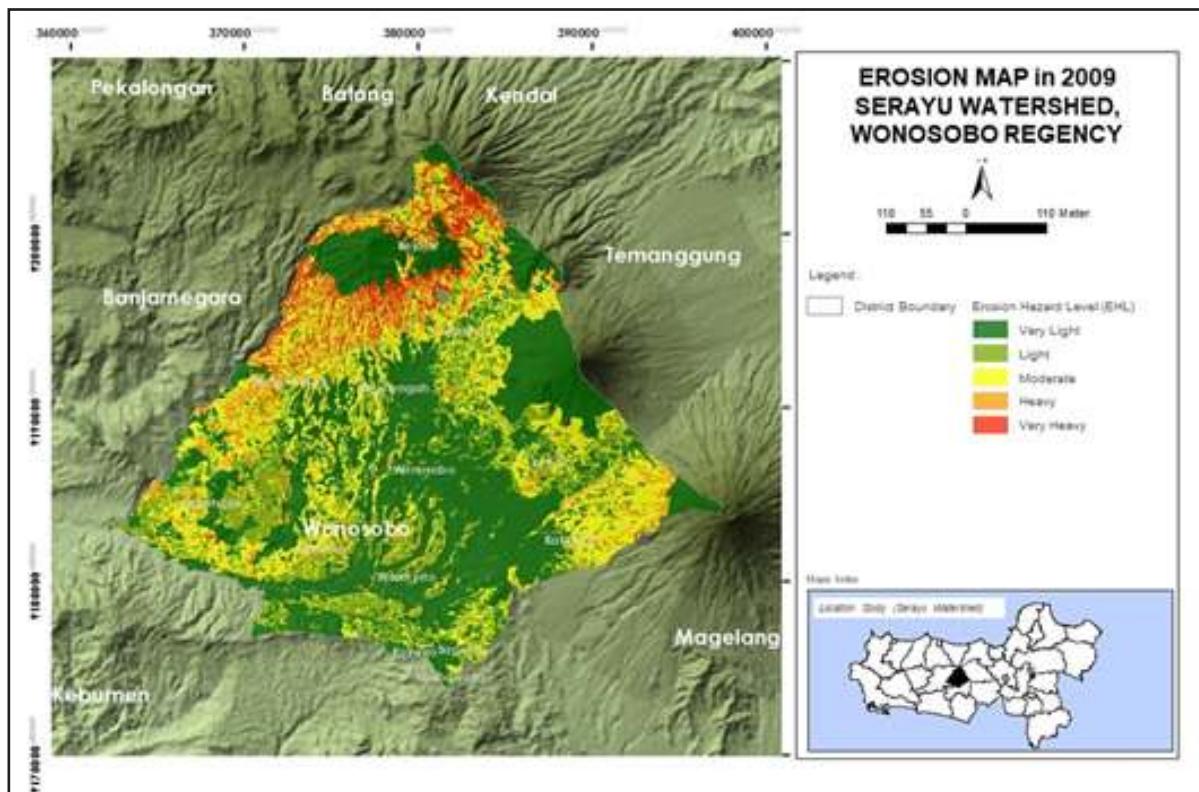
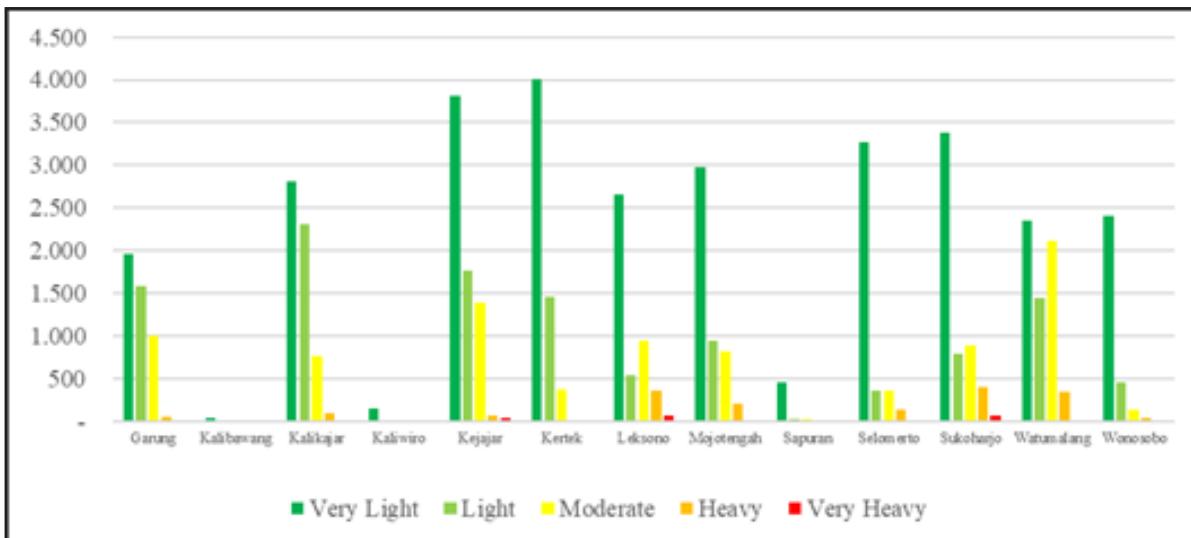


Figure 4. Map of erosion hazard level in 2009

In 2009, the very heavy EHL classification accounted for just 3.9% of land use, compared to 9.0% for the heavy EHL classification, 23.9% for the moderate EHL classification, 19.0% for the light EHL classification, and 44.2% for the very light EHL classification (Figure 4).

According to the 2031 spatial plan (Figure 2e), 278 hectares (or 31.2% of the total area) are allocated

for forest (community forest, production, limited production, and protection). Wetlands cover 84 ha (16%) of the total area. In contrast, horticulture agriculture and dry land cover 120 ha (23%), plantations and other agricultural industries cover 5 ha, and residential, trade, industrial, tourism, and infrastructural sectors cover 41 ha (8%) of the total area.



5. Graph of erosion hazard level area (ha) per sub-district based on land use patterns in Spatial Planning Regulation (SPR)

Figures 5 and 6 reflect the results of the EHL area study for the 2031 spatial planning for each region (SPR). With improvements in land use patterns based on the 2031 spatial plan, areas with a medium, heavy, or very heavy EHL rating could be reduced, particularly in the Garung, Kejajar, Mojotengah, and Watumalang sub-districts. The area classified as very heavy EHL occupies only 0.4 % of the area in the 2031 spatial plan land use, 3.2% of the area classified as heavy EHL, 16.7% of the area classified as moderate EHL, 22.2% of the area classified as light EHL, and 57.5% of the area classified as very light EHL.

Changes in land use patterns in the SPR reduced soil erosion compared to the 2009 land use patterns. The land use pattern of the SPR for forest dominated about 31.36% of the upstream Serayu watershed and an increase of 16.14% from 2009 (Table 2), resulting in a decrease in soil erosion, especially in Kejajar, Garung, Mojotengah, and Watumalang sub-districts.

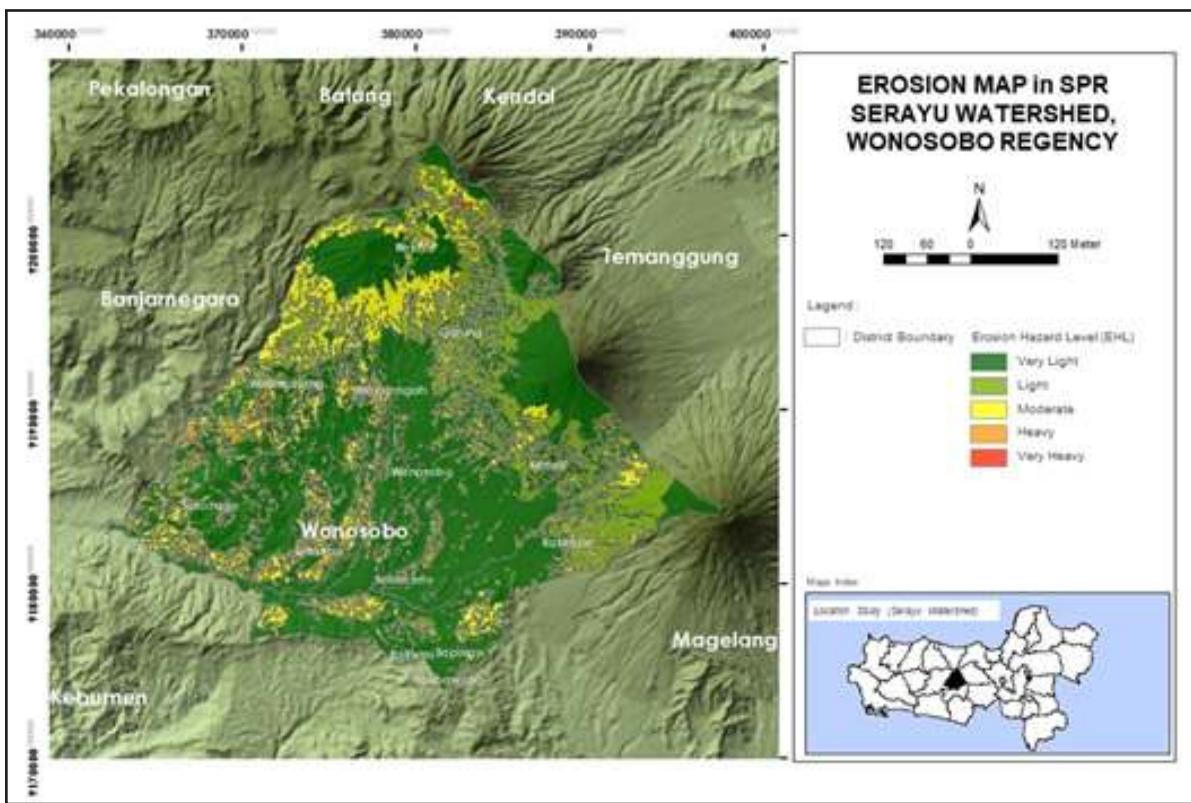
Table 2. Landuse change area (ha)

Landuse Category	2009	SPR
Forest	80.2	278.2
Wetland Agriculture	109.9	83.6
Dryland Agriculture	297.2	119.6
Built Area	33.8	39.9
Plantation & Agroindustry	4.9	5.2

The planning area for wetland agriculture decreased by 26.3 km² or 5% from 2009, while the projected settlement, trade, land services, and industry increased by 6.08 km² or 1.15% from 2009. Allocations for dryland agriculture (horticulture, cultivation, mixed garden) decreased by 177.55 km² or 33.7% from 2009 (Table 2).

Compared to 2009 land use patterns, changes in land use patterns in the SPR could lessen soil erosion. The SPR land use pattern for forest controlled about 31.36% of the upstream Serayu watershed, an increase of 16.14% from 2009, resulting in less soil erosion, specifically in the Kejajar, Garung, Mojotengah, and Watumalang sub-districts. Wetland agricultural planning area dropped by 26.3 km² (5%) from 2009, while projected residential, trade, and land utilities and industrial planning area grew by 6.08 km² (1.15%). Dryland agriculture (horticulture, cultivation, mixed garden) allocations declined by 177.55 km² (33.7%) from 2009 (Table 2).

Changes in EHL categorization are shown in Table 3. The region designated as very light EHL increased by 13.4%, and the area classed as light EHL increased by 3.2%. The area classified as moderate EHL can be reduced by 7.2%, 5.8% for areas classified as heavy EHL, and 3.6% for areas classified as very heavy EHL.



Picture 6. Map of erosion hazard level of Spatial Planning Regulation (SPR)

Table 3. Comparison of the area of erosion hazard (ha)

EHL	2009	SPR
Very light	23.253	30.298
Light	10.000	11.690
Moderate	12.604	8.794
Heavy	4.731	1.692
Very heavy	2.077	193

In the SPR land use, the Sukoharjo sub-district has the largest area with a heavy EHL classification (64 ha). The EHL classification is quite heavy compared to land use patterns in 2009, only 8 ha with a 56 ha increase. In addition, the Selomerto and Wonosobo sub-districts also experienced an area expansion with a heavy EHL classification on SPR land use with an expansion of 2 ha and 7 ha, respectively. The rise of dry land agriculture, settlements, commercial and land services, and industry in the region has increased in an area with a very heavy EHL category. Settlements not only impact on land clearing but also increase agricultural land (Dwiprabowo, et al., 2014). The volume of erosion in the Keduang watershed is

positively correlated with changes in land use into settlements, gardens, dry fields, and open areas (Widyaningsih, 2008). In the upstream Citarum watershed, the conversion of forest to open ground accelerates erosion (Poerbandono, et al., 2006).

As defined by the EHL classification, land with a very low erosion hazard class is very light; it is mostly found on slopes of 8 to 25%, with paddy fields and forest plantations. In the use of dry land agricultural land, secondary dry land forest, plantation forest, paddy fields, plantations, and shrubs, the mild erosion hazard class in the EHL classification class is light heavy, with the distribution of slope classes ranging from 0 - >40%. While the EHL classification has a large range of slopes >40% on plantation land use, dry land agricultural, and open land, the EHL classification has a narrow range on slopes >40% on plantation land use, dry land agriculture, and open land. The surface cover is a significant factor in controlling erosion because it reduces the impact of raindrops falling on bare soils and wind removing soil particles. It also reduces the speed of water flowing over the land.

CONCLUSION

Changes in land use patterns in the SPR reduced soil erosion compared to the 2009 land use patterns. The increase in forest area in the SPR greatly affects the reduction in soil erosion. In the Spatial Planning Regulation (SPR), the land use pattern was able to increase by 13.4% of the area classified as very light EHL and 3.2% of the area classified as light EHL, whereas decreasing 7.2% for moderate, 5.8% for areas classified as heavy EHL, and 3.6 % for areas classified as very heavy EHL.

The expansion of dry land agriculture, settlements, industry, and land services in the upstream side of the Serayu watershed is responsible for the significant soil erosion that still occurs in moderate and heavy classification EHL areas. Terraced farming needs to be implemented to make hillside agriculture manageable. Terraces prevent erosion and allow more water to flow to crops. In addition, hillside farm fields need full crop cover to help keep the soil in place.

REFERENCES

- Aiello, A., Adamo, M., Canora, F. 2015. Remote Sensing and GIS to Assess Soil Erosion with RUSLE3D and USPED at River Basin Scale in Southern Italy, *Catena* 131, 174–185.
- Alfianto, A. 2014. Teknologi Untuk Mengatasi Sedimentasi di Daerah Tangkapan Air Waduk (Kasus Waduk Mrica). *Jurnal Teknik Hidraulik*, Vol. 5 No. 1, 83-98.
- Asdak, C. 2010. Hydrology and Management of Watersheds, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- DHV Consulting Engineers. 1989, “Study on Catchment Preservation and Environmental Impact of the Water Supply Projects of Bandung and Sukabumi”, Ministry of Public Works, Rep. of Indonesia.
- Dwiprabowo, H., Djaenudin, D., Alviya, I., Wicaksono, D., & Rahayu, I. Y. (2014). Dinamika tutupan lahan: Pengaruh Faktor sosial ekonomi. Penerbit PT Kanisius.
- Jariyah, I.B. 2013. Kerentanan Sosial Ekonomi Dan Biofisik di Das Serayu: Collaborative Management. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* Vol. 10 No. 3, 141-156.
- Jing, K., Wang, W.Z., Zheng, F.L. 2005. Soil Erosion and Environment in China. Science Press, Beijing, 359 pp.
- Lal, R. 1991. Soil Erosion Research Methods. Science Press, Beijing, 236 pp.
- Mawardi, I. 2010. Kerusakan daerah aliran sungai dan penurunan daya dukung sumberdaya air di pulau jawa serta upaya penanganannya. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*, 5(2).
- Peraturan Daerah Kabupaten Wonosobo Nomor 2 Tahun 2011. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Wonosobo Tahun 2011-2031. Kabupaten Wonosobo.
- Prahaditya, Y. 2016. Kajian Tingkat Bahaya Erosi Dan Sedimentasi di Sub Das Tulis Hulu, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah (Doctoral dissertation, UPN Veteran Yogyakarta).
- Tadesse, L., Suryabhagavan, K.V., Sridhar, G., Legesse, G. 2017. Land use and land cover changes and Soil erosion in Yezat Watershed, North Western Ethiopia, *Int. Soil Water Conserv. Res.* 5(2), 85–94.
- Tang, K.L. 2004. Soil and Water Conservation in China. Science Press, Beijing, 845 pp.
- Zheng, F.L., Yang, Q.K., Wang, Z.L. 2004. Water erosion prediction model. *Research of Soil and Water Conservation* 11 (4), 13–24.



Peningkatan Persen Ekstraksi Emas dan Perak Pada Bijih Tipe Clay Dengan Optimalisasi Parameter Pada Proses Sianidasi di PT Indo Muro Kencana, Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah

Increasing gold and silver extraction percentage on the clay-type ore with optimization of parameters in the cyanidation process at PT Indo Muro Kencana, Murung Raya Regency, Central Kalimantan Province

Sultan Tabah Muhamar¹, Denny Lumban Raja¹, Bouman Tiroi Situmorang¹, Sulaeman²

¹ Prodi Teknologi Metalurgi, Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung

² PT Indo Muro Kencana

email: sultantabahm@gmail.com

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:

emas, perak, pelindian,
persen ekstraksi,
parameter,
bijih tipe clay

Bijih tipe *clay* merupakan tipe bijih yang mengandung banyak tanah liat, sehingga dalam pengolahannya dapat menghambat kelancaran beberapa proses, termasuk proses pelindian sehingga *recovery* yang dihasilkan bijih tipe *clay* rendah yaitu 93% emas. Penelitian mengenai proses sianidasi emas dan perak pada bijih tipe *clay* diawali dengan pengambilan sampel bijih pada *ROM Pad* PT Indo Muro Kencana dan melakukan proses pelindian. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi parameter yang menjadi kunci dalam peningkatan persen ekstraksi emas dan perak, pengaruh dari setiap variabel yang digunakan, serta permasalahan yang terjadi selama proses pelindian. Berdasarkan tujuan penelitian tersebut divariasikan beberapa parameter pelindian, diantaranya variabel ukuran partikel, oksigen terlarut (DO), konsentrasi sianida (NaCN), penambahan karbon aktif, dan penambahan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Persen ekstraksi tertinggi pada parameter ukuran partikel dan DO adalah 93,1% emas dan 71% perak dengan ukuran partikel 53 μm dan penambahan DO 20 ppm.

Hasil yang diperoleh adalah semakin halus ukuran partikel, maka derajat liberasi (kebebasan mineral) dan luas permukaan efektif semakin besar sehingga semakin besar kontak antara permukaan butiran dengan larutan sianida. Dengan adanya penambahan DO dapat meningkatkan laju kelarutan emas dan perak. Persen ekstraksi yang didapat dengan penambahan konsentrasi sianida 1000 ppm adalah 94,2% emas dan 77,4% perak. Dalam

konsentrasi tertentu, semakin besar konsentrasi sianida dari larutan, semakin besar kelarutan Au dan Ag serta jumlah pengotor (*impurities*) lainnya sehingga akan sedikit menghambat proses. Penambahan karbon aktif 30 gpl menghasilkan peningkatan persen ekstraksi yang tinggi yaitu 97,7% emas dan 79,3% perak. Karbon aktif merupakan faktor yang berpengaruh dan memiliki peran utama pada proses adsorbsi sehingga semakin tinggi dosis karbon aktif yang digunakan, maka persen ekstraksi emas dan perak juga dapat meningkat. Penambahan $Pb(NO_3)_2$ sebanyak 0,25 gram juga menghasilkan persen ekstraksi yang cukup tinggi yaitu 97,7% emas dan 79,2% perak. $Pb(NO_3)_2$ atau timbal nitrat, berfungsi sebagai katalisator oksidator kuat terhadap proses sianidasi, sehingga timbal nitrat dapat menghancurkan pirit dan mengoksidasi logam-logam dalam bijih atau *slurry*.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:
gold, leaching,
extraction percentage,
parameters, silver;
clay-type ore

Clay-type ore is a type of ore that contains much clay so in the process it can interfere especially with the leaching process so that the recovery process of the clay-type ore is low, which is 94% gold. This research was conducted on the cyanidation of gold and silver from clay-type ores taken at ROM Pad in PT Indo Muro Kencana.

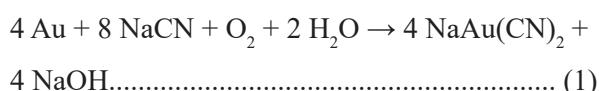
This study aims to identify the key parameters in improving gold and silver extraction, the effect of each variable used, and the problems that occur in the leaching process by using the different types of ore. Based on the results of the study, several parameters of the leaching process were varied, including variable particle size, dissolved oxygen (DO), cyanide concentration (NaCN), addition of activated carbon, and the addition of $Pb(NO_3)_2$. The highest extraction on particle size and DO variable parameters is 93,1% gold and 71% silver with a particle size of 53 μm and the addition of DO 20 ppm. The finer the particle size, the greater the degree of liberation (mineral freedom) and effective surface area, so the greater the contact between the surface of the granules and the cyanide solution. The addition of DO can increase the rate of solubility of gold and silver. The extraction percentage obtained by adding a cyanide concentration of 1000 ppm is 94,2% gold and 77,4% silver. In certain concentrations, higher cyanide concentration of the solution will impact higher solubility of Au, Ag, and the number of impurities. These will inhibit the process. Adding 30 gpl of activated carbon also increases the extraction percentage by 97,7% gold and 79,3% silver. Activated carbon becomes an influential factor and has a major role in the adsorption process so the higher the dose of activated carbon, the higher extraction of gold and silver. The addition of $Pb(NO_3)_2$ as much as 0,25 grams also resulted in a fairly high extraction of 97,7% gold and 79,2% silver. $Pb(NO_3)_2$, also known as lead nitrate, serves as a powerful oxidizing catalyst in cyanidation, the function of which can work as a pyrite crusher and oxidize metals in rock or mud.

PENDAHULUAN

PT Indo Muro Kencana adalah perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan dan sumber daya mineral, khususnya emas dan perak dengan proses pengolahan bijihnya menggunakan metode hidrometalurgi dengan proses sianidasi. PT Indo Muro Kencana berlokasi di Kecamatan Permata Intan, Murung, dan Tanah Siang, Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah, dengan luas wilayah Kontrak Karya PT IMK sebesar 47.965 Ha. PT Indo Muro Kencana memulai tahap konstruksi pada pertengahan 1993 dan produksi perdana pada November 1994 sebanyak 137.986 ons emas dan 3.429.000 ons perak sepanjang 1995 (Mahfuz, Rizalul 2019).

Sianida adalah agen pelarut yang banyak digunakan untuk mengekstrak emas karena kompleksitas yang kuat dengan emas dan kesederhanaan teknis dari proses pelindian (Avraamides, 1982; Habashi, 1987; Marsden and House, 2006). Garam sianida yang dapat digunakan pada proses pelindian adalah NaCN (natrium sianida), Ca(CN)₂ (kalsium sianida), dan KCN (potassium sianida). Garam-garam ini dapat larut dan terionisasi dalam air menjadi ion sianida bebas (CN⁻) dan akan berikatan dengan logam Au atau Ag sehingga membentuk ikatan senyawa kompleks aurosianida (Au(CN)₂) atau senyawa kompleks argentosianida (Ag(CN)₂) (Rahim, 2013). Garam yang umum digunakan adalah garam NaCN karena jenis garam ini dapat membentuk ikatan senyawa kompleks secara stabil (Marsden, O, & House, 1992). Namun, penggunaan sianida membawa banyak tantangan dalam hal lingkungan, kesehatan, dan aspek keselamatan (Aylmore, 2005; Laitos, 2012). Juga, kinetika pelindian yang lambat dan konsumsi sianida yang tinggi dapat diamati pada mineral refraktori, *carbonaceous* mineral, dan bijih emas yang mengandung tembaga, dapat meningkatkan biaya proses (Adams, 2016; Hiskey and Atluri, 1988; Hilson and Monhemius, 2006).

Menurut Bagration (1844), Elsner (1846), dan Faraday (1847) menyatakan bahwa setiap atom emas (Au) membutuhkan dua sianida, dinyatakan pada persamaan elsner:



Pada proses sianidasi, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi laju reaksi pelindian, yaitu:

ukuran partikel, jenis bijih, persen *solid*, konsentrasi sianida, agitasi, oksigen terlarut (*dissolved oxygen*), dan *residence time* atau waktu tinggal.

Karbon aktif berperan sangat penting dalam proses adsorbsi emas dan perak karena dilihat berdasarkan kemampuan karbon aktif dapat mengadsorbsi senyawa kompleks antara reagen dan Au atau Ag. Karbon aktif dinilai memiliki efektifitas tinggi dan paling cocok digunakan. *Recovery* logam melalui adsorbsi dengan karbon aktif setelah proses pelindian merupakan proses utama dalam keseluruhan ekstraksi logam (Mpinga, C. N., Bradshaw, S. M., Akdogan, G., Snyders, C. A., & Eksteen, J. J, 2014).

Timbal nitrat merupakan senyawa anorganik dengan rumus kimia Pb(NO₃)₂. Senyawa ini umumnya dijumpai sebagai kristal tak berwarna atau bubuk putih yang larut dalam air. Pada proses pelindian, Pb(NO₃)₂ dapat ditambahkan untuk meningkatkan kelarutan emas yang dapat membentuk AuPb₂ dan AuPb₃. Selain itu, penambahan Pb(NO₃)₂ juga mempengaruhi kinetika reaksi pelindian (Deschênes, G.; Lastra, R; Brown, J. R.; Jin, S.; May, O; Ghali, E.; 2000). Timbal Nitrat dapat bereaksi dengan emas membentuk AuPb₂, AuPb₃, dan logam timbal yang dapat meningkatkan kelarutan emas (Jin et al., 1998).

Pada PT Indo Muro Kencana, bijih yang telah ditambang selanjutkan akan diolah pada area pengolahan atau area *process plant*. Pada *process plant*, bijih yang berupa batuan akan diolah hingga menjadi produk akhir *dore bullion*. Bijih hasil tambang yang diolah dalam *process plant* PT IMK memiliki 3 (tiga) tipe *ore*, yaitu *fresh ore*, *clay ore*, dan *transisiton ore*. *Fresh ore* adalah bijih yang berupa bongkahan batu kering dan keras, serta memiliki warna hitam keabuan. *Clay ore* adalah tipe bijih yang lunak, mengandung banyak tanah liat, dan memiliki warna oranye muda atau krem menyerupai warna tanah liat. *Transition ore* adalah perpaduan dari bijih *fresh* dan *clay*, merupakan bongkahan batu yang tidak terlalu keras, mengandung sedikit tanah liat, dan berwarna abu-abu. Dari ketiga tipe bijih tersebut, tipe bijih yang paling sering menghambat kelancaran proses adalah bijih tipe *clay*. Bijih tipe ini sering menyebabkan *jaw crusher* mengalami *jam* (macet) karena bentuknya yang lunak sehingga mudah menempel pada *jaw plate* dan menumpuk sehingga dapat membuat *jaw crusher* mengalami

jam dan *overload*. Pada *SAG mill*, tipe *ore* ini juga dapat menempel pada dinding bagian dalam *shell* dari *SAG mill* sehingga dapat meningkatkan *mill weight* dari *SAG mill*. Pada proses pelindian, diketahui bahwa bijih tipe *clay* ini merupakan tipe bijih yang memiliki *grade* terendah dibandingkan dengan dua tipe bijih lainnya, sehingga jika tipe bijih yang diumpulkan didominasi oleh bijih tipe *clay*, maka *recovery* emas dan perak pada proses pelindian dapat menurun. Oleh sebab itu, diperlukan penelitian lanjutan mengenai peningkatan persen ekstraksi emas dan perak pada bijih tipe *clay*.

Penelitian ini dilakukan untuk mencari persen ekstraksi emas dan perak yang optimum terhadap bijih tipe *clay*. Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu dapat mengidentifikasi parameter yang menjadi kunci dalam peningkatan persen ekstraksi bijih emas dan perak, mengidentifikasi pengaruh dari setiap variabel yang digunakan, serta mengidentifikasi permasalahan yang terjadi selama proses pelindian.

METODE PENELITIAN

Jenis metode pengumpulan yang dilakukan adalah observasi lapangan secara langsung dan melalui penelitian terhadap proses dengan variabel yang ditentukan. Metode tidak langsung yang digunakan adalah dengan melakukan studi literatur.

Peralatan proses yang digunakan pada penelitian ini adalah: *Jaw crusher* (skala lab), *pulverizer* (skala lab), mini molen, tangki reaktor, motor agitator, tabung oksigen, corong buchner, kertas filter, tabung penyaring, pompa vakum, gelas ukur, labu erlenmeyer, pipet ukur, *filler*, dan *buret*. Alat-alat analisis yang digunakan adalah pH meter, *oxygen* meter, dan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah: Bijih *clay* yang telah dihaluskan dengan ukuran 53 μm dan 75 μm , oksigen, NaCN 95%, Pb(NO₃)₂, CaO, indikator rhodanin serta larutan AgNO₃ untuk titrasi konsentrasi sianida.

Analisis data dilakukan dengan cara kuantitatif

dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Melakukan uji pelindian dengan variasi ukuran partikel dan oksigen terlarut.
- 2) Menentukan titik optimum pada proses sianidasi dengan variasi ukuran butir, oksigen terlarut, serta konsentrasi sianida.
- 3) Mengetahui persen ekstraksi emas dan perak pada titik optimal uji pelindian dengan variasi ukuran butir, oksigen terlarut, serta konsentrasi sianida
- 4) Melakukan uji pelindian dengan penambahan karbon aktif dan timbal nitrat.
- 5) Menentukan titik optimum dengan penambahan karbon aktif dan timbal nitrat pada proses pelindian emas dan perak.
- 6) Mengetahui peningkatan persen ekstraksi emas dan perak yang signifikan pada uji pelindian dengan penambahan karbon aktif dan timbal nitrat.
- 7) Mendapatkan parameter utama untuk memperoleh persen ekstraksi Au dan Ag tertinggi.

Sampel bijih *clay* diperoleh dari *ROM Pad* sebanyak 33 kg berat basah, dimasukkan ke dalam *tray* lalu dikeringkan dalam *oven* untuk mengetahui kadar air nya. Sampel yang sudah kering direduksi ukurannya menggunakan *jaw crusher* skala lab dengan ukuran *Closed Side Setting* (CSS) 2 mm. Kemudian sampel dihomogenkan menggunakan *mini molen*. Setelah sampel homogen dilanjutkan proses penghalusan dengan membagi 3 (tiga) bagian dengan berat masing-masing 500 gram yaitu: Sampel A dihaluskan selama 1 menit, sampel B dihaluskan selama 2 menit, dan sampel C dihaluskan selama 3 menit. Hasil dari masing-masing sampel dilakukan *sizing* menggunakan *sieve shaker* dengan *sieve* berukuran 75 μm dan 53 μm untuk memperoleh ukuran partikel 75 μm dan 53 μm . Selanjutnya dilakukan uji pelindian pertama menggunakan 4 (empat) tangki reaktor pelindian dengan masing-masing menggunakan 2500 gram *solid* dan 3750 mL air untuk membuat volume *slurry* 4712 mL dengan 40% *Solid*. Uji pelindian pertama menggunakan variasi ukuran partikel dan *oksigen terlarut* dengan waktu pelindian selama 48 jam. Penambahan oksigen terlarut dilakukan dengan menginjeksikan oksigen melalui selang yang tersambung pada tanki dengan tabung oksigen yang dilengkapi regulator. Jika pH <10,2 maka akan ada penambahan *lime* (CaO). Filtrasi vakum

digunakan pada interval waktu pada jam ke-2, 4, 8, 24, dan 48 akan diambil sampel *solution* untuk diperiksa konsentrasi emas dan perak. Pengambilan sampel *solid* didapat dari *head solid* (sampel bijih kering) dan *tail solid* yang diperoleh dari residu hasil filtrasi vakum. Setelah mendapat persen ekstraksi terbaik dari keempat sampel, dengan metode dan volume yang sama dilakukan uji pelindian kedua menggunakan penambahan konsentrasi NaCN 1000 ppm, karbon aktif 30 gpl, dan timbal nitrat 0,25 gram.

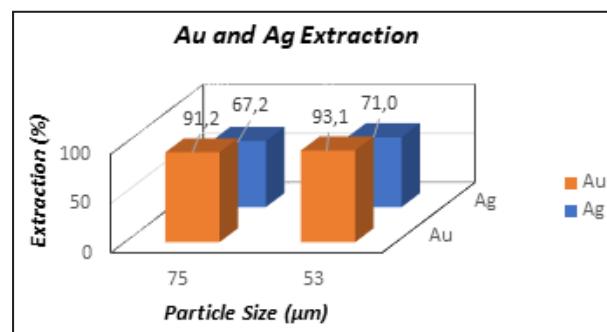
HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel Ukuran Partikel

Uji coba variabel ini dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh ukuran butir terhadap persen ekstraksi Au dan Ag pada bijih tipe *clay* menggunakan konsentrasi NaCN 750 ppm. Kondisi konsentrasi sianida, pH, dan DO dimonitor dan dijaga selama percobaan dengan interval waktu pengambilan sampel *solution* pada jam ke-2, 4, 8, 24, dan 48. Adapun kondisi yang dipergunakan adalah: Konsentrasi NaCN 750 ppm, pH 10,2-10,5, DO 20 ppm, sedangkan ukuran butir bervariasi antara 75 μm dan 53 μm .

Tabel 1. Variabel Ukuran butir

Time hours	Solution		Solid		Extraction		
	Size μm	Au gpt	Ag gpt	Au gpt	Ag gpt	Au %	Ag %
	75	2,96	45,45	0,91	18,90	91,2	67,2
48	53	2,88	49,28	0,87	19,33	93,1	71,0



Gambar 1. Pengaruh Ukuran butir Terhadap Persen ekstraksi Emas dan Perak

Berdasarkan uji pelindian dengan variasi ukuran butir diperoleh persen ekstraksi emas pada ukuran partikel 75 μm sebesar 91,2%, kemudian pada ukuran partikel 53 μm sebesar 93,1%. Sedangkan untuk perak, persen ekstraksi dengan ukuran partikel 75 μm sebesar 67,2% kemudian pada ukuran partikel 53 μm sebesar 71%. Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan persen ekstraksi emas dan perak pada ukuran butir yang lebih kecil.

Semakin halus ukuran butir, maka luas permukaan efektif dan derajat liberasi juga semakin meningkat, mengakibatkan semakin tinggi kesempatan kontak antara permukaan butiran dengan larutan sianida. Hal ini menyebabkan meningkatnya persen ekstraksi emas dan perak. Tingkat konsumsi sianida juga dipengaruhi oleh ukuran butir, semakin besar ukuran butir, maka konsumsi sianida juga semakin meningkat.

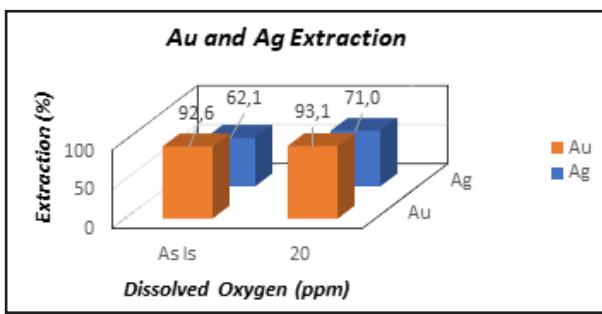
Variabel Oksigen terlarut

Percobaan variabel ini dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh konsentrasi Oksigen terlarut (DO) terhadap persen ekstraksi emas dan perak pada bijih tipe *clay* menggunakan konsentrasi NaCN 750 ppm. Kondisi konsentrasi sianida, pH, dan DO dimonitor dan dijaga selama percobaan dengan interval waktu pengambilan sampel *solution* pada jam ke-2, 4, 8, 24, dan 48. Adapun kondisi yang dipergunakan adalah: Konsentrasi sianida 750 ppm, pH 10,2-10,5, ukuran partikel 53 μm , sedangkan konsentrasi DO bervariasi antara tanpa penambahan DO dan dengan penambahan DO 20 ppm.

Berdasarkan percobaan uji pelindian dengan atau tanpa penambahan DO, diperoleh persen ekstraksi emas tanpa penambahan DO sebesar 92,6%, kemudian dengan penambahan DO 20 ppm sebesar 93,1%. Sedangkan untuk perak, persen ekstraksi tanpa penambahan DO sebesar 62,1%, kemudian

Tabel 2. Variabel Oksigen terlarut

Time hours	Solution		Solid		Extraction		
	DO ppm	Au gpt	Ag gpt	Au gpt	Ag gpt	Au %	Ag %
	As Is	2,24	40,89	0,68	18,5	92,6	62,1
48	20	2,88	49,28	0,87	19,3	93,1	71,0



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi Dissolved Oxygen Terhadap Persen ekstraksi Emas dan Perak

dengan penambahan DO 20 ppm sebesar 71,0%. Berdasarkan data tersebut memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan persen ekstraksi emas dan perak pada penambahan DO. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan DO mampu meningkatkan laju kelarutan Au dan Ag sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan persen ekstraksi emas dan perak.

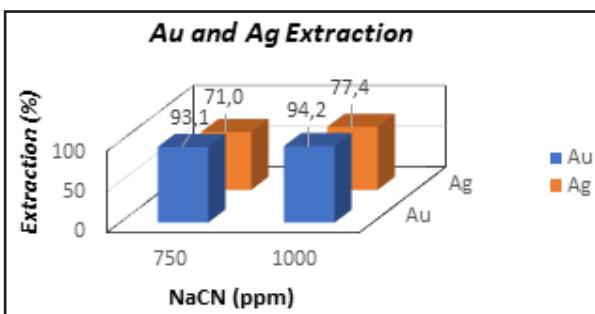
Variabel Konsentrasi Sianida (NaCN)

Proses sianidasi emas dan perak menggunakan agen pelarut penambahan sianida dengan variasi konsentrasi 750 dan 1000 ppm. Kondisi konsentrasi sianida, pH, dan DO dimonitor dan dijaga selama percobaan dengan interval waktu pengambilan sampel *solution* pada jam ke-2, 4, 8, 24, dan 48. Adapun kondisi yang dipergunakan adalah: pH 10.2-10.5, DO 20 ppm, ukuran partikel 53 μm , sedangkan konsentrasi NaCN bervariasi antara 750 ppm dan 1000 ppm.

Tabel 3. Variabel Konsentrasi Sianid

Time hours	Solution			Solid		Extraction	
	NaCN ppm	Au		Ag		Au	Ag
		gpt	gpt	gpt	gpt	%	%
48	750	2,88	49,28	0,87	19,33	93,1	71,0
	1000	2,90	71,55	0,86	25,67	94,2	77,4

Berdasarkan percobaan uji pelindian dengan variasi konsentrasi sianida diperoleh persen ekstraksi emas pada konsentrasi sianida 750 ppm sebesar 93,1%, kemudian pada konsentrasi sianida 1000 ppm sebesar 94,2%. Sedangkan untuk perak, persen ekstraksi yang diperoleh pada konsentrasi 750



Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi NaCN Terhadap Persen ekstraksi Emas dan Perak

ppm sebesar 71%, kemudian pada konsentrasi sianida 1000 ppm sebesar 77,4%. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan konsentrasi sianida dapat meningkatkan persen ekstraksi emas dan perak, namun peningkatan yang terjadi tidak terlalu signifikan sehingga tidak ideal jika dilakukan penambahan NaCN yang berlebihan, maka 750 ppm adalah dosis yang ideal dalam proses sianidasi emas dan perak. Alasan ekonomi juga perlu dipertimbangkan kembali, penggunaan NaCN dengan konsentrasi yang lebih tinggi menyebabkan penambahan biaya produksi. Konsentrasi NaCN yang tinggi juga berpotensi besar untuk mencemari lingkungan sekitar karena dapat menjadi polutan.

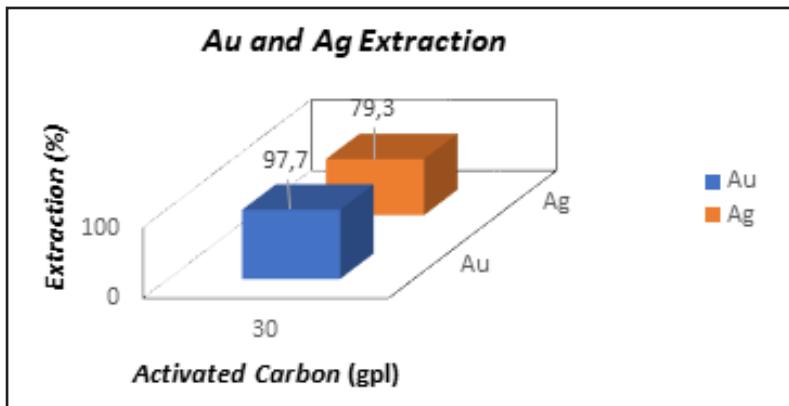
Penambahan Karbon Aktif

Percobaan variabel ini dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh karbon aktif terhadap persen ekstraksi emas dan perak pada bijih tipe *clay* menggunakan konsentrasi NaCN 750 ppm. Kondisi konsentrasi sianida, pH, dan DO dimonitor dan dijaga selama percobaan dengan interval waktu pengambilan sampel *solution* pada jam ke-2, 4, 8, 24, dan 48. Adapun kondisi yang dipergunakan adalah: Konsentrasi sianida 750 ppm, pH 10.2-10.5, ukuran partikel 53 μm , DO 20 ppm, serta konsentrasi karbon aktif 30 gpl.

Berdasarkan percobaan uji pelindian dengan penambahan karbon aktif 30 gpl, diperoleh persen ekstraksi emas sebesar 97,7%, kemudian perak sebesar 79,3%. Dari data tersebut menunjukkan adanya peningkatan persen ekstraksi yang tinggi pada penambahan karbon aktif 30 gpl. Hal ini membuktikan bahwa karbon aktif mampu mengadsorpsi senyawa kompleks antara reagen dan Au/Ag. Karbon aktif juga merupakan faktor

Tabel 4. Penambahan Karbon Aktif

Time hours	Solution		Solid		Carbon		Extraction		
	Car- bon	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
	gpl	gpt	gpt	gpt	gpt	gpt	gpt	%	%
48	30	0,03	35,66	0,89	27,6	14,6	208	97,7	79,3



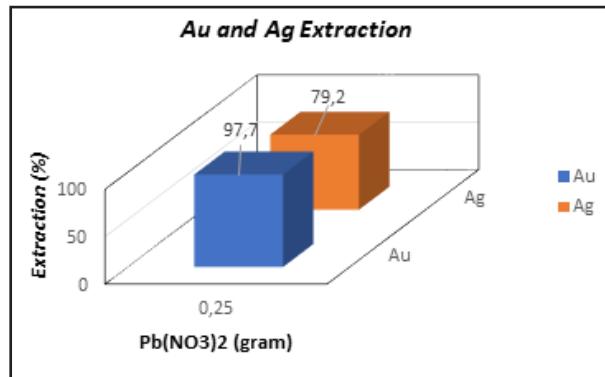
Gambar 4. Pengaruh Karbon Aktif Terhadap Persen ekstraksi Emas dan Perak

yang berpengaruh dan memiliki peran penting pada proses adsorpsi sehingga dapat meningkatkan persen ekstraksi emas dan perak.

Penambahan Pb(NO₃)₂

Uji coba variabel ini dilakukan agar dapat mengidentifikasi pengaruh Timbal Nitrat terhadap persen ekstraksi Au dan Ag pada bijih tipe clay menggunakan konsentrasi NaCN 750 ppm. Pb(NO₃)₂ berperan baik pada proses sianidasi bijih emas dan perak. Kondisi konsentrasi sianida, pH, dan DO dimonitor dan dijaga selama percobaan dengan interval waktu pengambilan sampel *solution* pada jam ke-2, 4, 8, 24, dan 48. Adapun kondisi yang dipergunakan adalah: Konsentrasi sianida 750 ppm, pH 10,2-10,5, ukuran partikel 53 µm, DO 20 ppm, serta Pb(NO₃)₂ 0,25 gram.

Berdasarkan uji pelindian dengan menambahkan Pb(NO₃)₂ dan konsentrasi CN 750 ppm didapatkan nilai persen ekstraksi Au pada 0,25 gram Pb(NO₃)₂ sebesar 97,7%, kemudian untuk perak sebesar



Gambar 5. Pengaruh Pb(NO₃)₂ Terhadap Persen ekstraksi Au dan Ag

79,2%. Berdasarkan data tersebut memperlihatkan adanya peningkatan persen ekstraksi emas dan perak yang tinggi pada penambahan Pb(NO₃)₂ 0,25 gram. Hal tersebut membuktikan penggunaan timbal nitrat sebagai oksidator pada bijih dengan logam ikutan yang tinggi mampu membuat meningkatnya konsumsi sianida dengan tajam. Hal tersebut terjadi disebabkan garam timbal yang ikut

Tabel 5. Penambahan Pb(NO₃)₂

Time hours	Solution			Solid		Extraction	
	Pb(NO ₃) ₂ gram	Au gpt	Ag gpt	Au gpt	Ag gpt	Au %	Ag %
	48	0,25	2,98	48,88	0,86	17,29	97,7

bereaksi dengan garam sianida sehingga terbentuk garam timbal sianida. Hal ini juga membuktikan bahwa timbal nitrat dapat mempengaruhi kinetika reaksi pelindian dan timbal nitrat dapat bereaksi dengan emas membentuk AuPb_2 , AuPb_3 , dan logam timbal yang dapat meningkatkan kelarutan emas dan perak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan menggunakan perubahan variabel bebas serta penambahan variabel terhadap proses sianidasi didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

Optimasi persen ekstraksi emas dan perak dilakukan dengan merubah variabel ukuran partikel, oksigen terlarut, dan konsentrasi sianida.

Ukuran partikel sangat mempengaruhi laju %ekstraksi emas dan perak, penggunaan ukuran partikel 53 μm dapat meningkatkan persen ekstraksi hingga 93,1% emas dan 71% perak.

Oksigen terlarut juga berperan penting dalam meningkatkan kelarutan emas dan perak, penggunaan DO 20 ppm juga meningkatkan persen ekstraksi hingga 93,1% emas dan 71% perak.

Konsentrasi Sianida yang ideal adalah 750 ppm pada persen ekstraksi 93,1% emas dan 71% perak, meskipun terjadi peningkatan persen ekstraksi pada penggunaan dosis 1000 ppm hingga 94,2% emas dan 77,4% perak, peningkatan tersebut tidak begitu signifikan. Adanya pertimbangan ekonomi dan lingkungan juga menjadi faktor utama tidak digunakan konsentrasi sianida yang berlebih.

Penambahan karbon aktif dan timbal nitrat berperan penting dalam peningkatan persen ekstraksi emas dan perak, dimana masing-masing variabel menghasilkan 97,7% emas dan 79% perak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis berkenan untuk mengucapkan terima kasih serta penghargaan yang tinggi kepada Direksi PT Indo Muro Kencana, Bapak Dr. Asep Rohman, S.T, M.T., selaku Direktur Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung, Dr.mont. Imelda Hutabarat, S.T., M.T., selaku Dosen Program Studi Teknologi Metalurgi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, M.D., 2016. 10.1016/B978-0-444-63658-4.00029-3 In: Gold Ore Processing. Elsevier, pp. 525–531.
- Aji, M Winanto., Sukamto., 1992,” Penelitian Kenaikan Kadar Emas Dan Perak Dalam Sand Tailing Hasil Proses Sianidasi”, Fakultas Tambang - UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Apriani, S., Isjudarto, A., 2015,” Optimasi Recovery Emas dan Perak dengan Sianidasi Pada Deposit Bijih Emas Kadar Rendah di PT. Nusa Halmahera Minerals Daerah Gosowong Kabupaten Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara”, Jurusan Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional.
- Avraamides, J., 1982. Prospects for alternative leaching systems for gold: a review. In: Carbon-in-Pulp Seminar. The Aus.I.M.M. Perth and Kalgoorlie branches and Murdoch university.
- Aylmore, M.G., 2005. Chapter: 21: alternative lixiviants to cyanide for leaching gold ores. In: Adams, M.D. (Ed.), Gold Ore Processing, first ed. Elsevier B.V., Amsterdam, Netherlands, pp. 501–539.
- Candra.,2011,” Pengaruh Konsentrasi Dan Kemurnian Serbuk Seng Pada Ekstraksi Emas Metoda Pengendapan Seng”, Jurusan Teknik Metalurgi Dan Material, Universitas Indonesia. Jakarta
- De Andrade Lima, L., Hoduin, D. (2015). A Lumped Kinetic Model for Gold Ore Cyanidation. In Hydrometallurgy (pp. 121-137).
- Deschênes, G.; Lastra, R; Brown, J. R.; Jin, S.; May, O; Ghali, E.; (2000). Effect of Lead Nitrate Cyanidation of Gold Ores: Progress on The Study of The Mechanism. Minerals Engineering.
- Desita, Masorra., 2014,” Kajian Teknis Pengolahan Tailing Hasil Amalgamasi Emas Menggunakan Metode Sianidasi Di Desa Paningkaban, Kecamatan Gumelar Kabupaten Bayumas Jawa Tengah”, Fakultas Tambang - UPN “Veteran” Yogyakarta
- Dian, W., 2013,” Ekstraksi Emas Dari Batuan

Menggunakan Metode Sianidasi Dan Amalgamasi Dengan Penambahan Ketela Pohon”, Jurusan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Jember

Habashi, F., 1987. One hundred years of cyanidation. Bull. Can. Inst. Min. Met. 80 (905), 108–114.

Haifa, G., & Dewi, I. . (2017). *Pengaruh Suplai Oksigen di Tangki Sianidasi Terhadap Perolehan Emas dan Perak*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.

Hilson, G., Monhemius, A.J., 2006. Alternatives to cyanide in the gold mining industry: what prospects for the future? J. Clean. Prod. 14, 1158–1167.

Hiskey, B.J., Atluri, V.P., 1988. Dissolution chemistry of gold and silver in different lixiviants. Miner. Process. Extr. Metall. Rev. 4, 95–134.

Laitos, J.G., 2012. The current status of cyanide regulations. Eng. Min. J. 213, 34–40.

Mahfuz, R. 2019. Implementasi Corporate Social Responsibility (Csr) Umroh pada PT. Indo Muro Kencana Kabupaten Murung Raya (Doctoral Dissertationm IAIN Palangka Raya).

Marsden, J., House, C., 2006. The chemistry of gold extraction, vol 2. Littleton (CO), USA: Society for Mining. Metallurgy and Exploration (SME) 233–288, 297–364.

Mpinga, C. N., Bradshaw, S. M., Akdogan, G., Snyders, C. A., & Eksteen, J. J. (2014). The Extraction of Pt, Pd and Au from an Alkaline Cyanide Simulated Leachate by Granular Activated Carbon. Minerals Engineering.

Robert, G., 2008,” Pengelolaan Sianida”, Attorney General’s Department, Canberra ACT 2600

Tangkuman, H. D., Abidjulu, J., & Mukuan, H. (2008). Pengaruh konsentrasi sianida terhadap produksi emas. Chem.Prog, 1(1).



Applied Geo-mining and Metallurgy

The Journal of Integrated Applied Geoscience, Mining, and Metallurgy



Analisis Pencapaian Produktivitas Bucket Wheel Excavator (BWE) 203 sebagai Reclaimer Temporary Stock Batubara di Pit Muara Tiga Besar Utara (MTBU) PT Bukit Asam, Tbk unit Tanjung Enim District Muara Enim, Sumatera Selatan

Analysis of Productivity Achievement Bucket Wheel Excavator (BWE) 203 as a Temporary Stock Reclaimer of Coal in Pit Muara Tiga Besar Utara (MTBU) PT Bukit Asam, Tbk Business Unit Tanjung Enim District Muara Enim South Sumatera

Wahyu Suryanto¹, Dian Aryanti¹, Suparno¹, Tabrili²

¹Program Studi Teknologi Pertambangan, Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung

²PT Bukit Asam Tbk

email: wahyusuryanto91@gmail.com

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:

Batubara, Bucket Wheel Excavator, Unjuk Kerja Alat, Pencapaian Produktivitas.

PT Bukit Asam, Tbk merupakan salah satu industri yang bergerak di bidang pertambangan batubara. PT Bukit Asam Unit Bisnis Tanjung Enim (UPTE) berlokasi di Kota Tanjung Enim Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan yang sampai saat ini masih menggunakan sistem tambang terbuka. Dalam proses bisnis dari PT Bukit Asam, salah satunya yaitu penyuplai batubara ke PLTU domestik seperti ke PLTU BA (PLN-Tanjung Enim), PLTU Banko-Tanjung Enim, PLTU BPI-Lahat, PLTU Tarahan, dan PLTU Suralaya. Di antara penyuplai batubara ke PLTU tersebut salah satunya yaitu penyuplai batubara ke PLTU Bukit Pembangkit Inovatif (BPI)-Lahat, dalam penyuplai tersebut PT Bukit Asam melakukan kegiatannya dengan menggunakan bantuan alat *BWE system*, dengan usia *BWE* yang tidak muda lagi namun *BWE* memiliki target *reclaiming* batubara 300.000 ton/bulan, namun pada bulan Januari 2022 *BWE* 203 ternyata hanya tercapai *reclaiming* batubara sebesar 287.939 ton. Melihat hal ini penulis merasa tertarik untuk melakukan kajian.

Adapun tujuan dari penelitian yang dilaksanakan pada bulan Februari-April 2022 antara lain yaitu dapat melakukan perhitungan *cycle time* dari *BWE* 203 saat ini berdasarkan hasil data pengamatan, dapat mengevaluasi unjuk kerja alat dan Pencapaian Produktivitas dari *BWE* 203 berdasarkan hasil perhitungan, dapat menganalisis hubungan antara unjuk kerja alat dengan

Pencapaian Produktivitas BWE 203. Kemudian metode pemecahan masalah pada penelitian ini menggunakan rumus unjuk kerja alat, antara lain dengan terlebih dahulu menentukan *Physical Availability*, *Mechanical Availability*, *Utilization of Availability*, dan *Effective Utilization*, dan dilanjutkan dengan menentukan Pencapaian Produktivitas.

Kemudian hasil penelitian ini yaitu untuk *cycle time* dari *BWE 203* berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan diperoleh 66,14 tumpahan *bucket*/menit atau jika dibulatkan menjadi 66 tumpahan *bucket*/menit. Untuk perolehan unjuk kerja alat dan pencapaian produktivitas (PP) yang mengacu kepada Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No 1827 K/30/Mem/2018:117, tidak ada satupun dari parameter unjuk kerja yang tercapai oleh *BWE 203* pada bulan tersebut, agar dapat mencapai standar minimal persentase unjuk kerja alat, maka peneliti memiliki asumsi dengan minimal persentase jam kerja, jam *standby*, dan jam perbaikan terhadap total waktu tersedia selama satu bulan di masing-masing parameter unjuk kerja (*PA*, *MA*, *UA*, dan *EU*) sebagai berikut: jam kerja 68%, jam *standby* 22%, dan jam perbaikan 10%. Adapun untuk analisis hubungan antara unjuk kerja terhadap PP pada *BWE 203* selama penelitian yaitu terlihat sebagian besar jika persentase dari unjuk kerja meningkat maka pencapaian produktivitas juga ikut meningkat.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

Coal, Bucket Wheel Excavator, Tool Performance, Productivity Achievement

PT Bukit Asam, Tbk is one of the industries engaged in coal mining. PT Bukit Asam Tanjung Enim Business Unit (UPTE) is in Tanjung Enim City, Muara Enim Regency, South Sumatra Province, which uses an open pit mining system. One of the business processes of PT Bukit Asam is supplying coal to domestic steam power plants such as PLTU BA (PLN-Tanjung Enim), PLTU Banko-Tanjung Enim, PLTU BPI-Lahat, PLTU Tarahan, and PLTU Suralaya. Among the supply of coal to the PLTU, one of which is the supply of coal to PLTU BPI (Bukit Innovative)-Lahat, in this supply, PT Bukit Asam carries out its activities using the BWE system, with BWE not being young anymore but has to reclaim target coal 300,000 tons/month, but in January 2022 BWE 203 it turned out that only 287,939 tons of coal reclaiming were achieved. Seeing this, the author was interested in conducting a study.

The objectives of the research conducted in February-April 2022, among others, are being able to calculate the cycle time of the current BWE 203 based on the results of observational data, being able to evaluate tool performance and Productivity Achievement from BWE 203 based on the results of calculations, being able to analyze the relationship between performance tool work with BWE 203 Productivity Achievement. Then the problem-solving method in this study is to use the tool performance formula, among others, by first determining Physical Availability, Mechanical Availability, Utilization of Availability, and Effective Utilization, and proceeding to determine Productivity Achievement.

Then the results of this study are for the cycle time of BWE 203 based on the results of observations and calculations obtained 66.14 bucket spills/minute or if rounded up to 66 bucket spills/minute. For the acquisition of tool performance and productivity achievement (PP) which refers to the Decree of the Minister of Energy and Mineral Resources No. 1827 K/30/Mem/2018:117, none of the performance parameters achieved by BWE 203 in that month, so that can achieve the minimum standard of the percentage of tool performance, then the researcher has an assumption with a minimum percentage of working

hours, standby hours and repair hours to the total time available for one month in each of the performance parameters (PA, MA, UA, and EU) as follows : 68% working hours, 22% standby hours, and 10% repair hours. As for the analysis of the relationship between performance and PP at BWE 203 during the study, it was seen that most of the time, if the percentage of performance increased, the achievement of productivity also increased.

PENDAHULUAN

PT Bukit Asam, Tbk Unit Bisnis Tanjung Enim menggunakan sistem penambangan dengan sistem tambang terbuka dengan menggunakan kombinasi *Shovel-Truck* dan penambangan *Continous Mining* dengan menggunakan *Bucket Wheel Excavator (BWE)*. Metode ini merupakan suatu sistem terpadu, mulai dari daerah penggalian sampai daerah penimbunan dengan menggunakan Alat Tambang Utama (ATU), yang mana ATU ini sendiri terdiri dari *Bucket Wheel Excavator (BWE)*, *Belt Wagon (BW)*, *Cable Reel Car (CRC)* di area jalur penggalian, kemudian *Tripper Car* dan *Spreader* (di area jalur penimbunan). Bila salah satu dari sistem mengalami gangguan atau kerusakan, maka akan mengganggu sistem yang lainnya.

PT Bukit Asam, Tbk awalnya memiliki 5 (lima) *BWE* yang masih aktif beroperasi dalam penggalian tanah maupun batubara. Kemudian seiring berjalannya waktu dengan kondisi alat yang sudah tidak muda lagi, saat ini *BWE* di PT Bukit Asam hanya digunakan sebagai *reclaiming*/ penyuplai dari stok batubara ke PLTU dan pengisian angkutan batubara kereta api. Dalam hal ini *BWE* yang sekarang berada di Pit Muara Tiga Besar Utara (MTBU) juga menyuplai batubara untuk PLTU Bukit Pembangkit Inovatif (BPI) di Kabupaten Lahat. Saat ini *BWE* yang masih aktif beroperasi ada 3 sedangkan 2 *BWE* lagi dalam keadaan *standby* dan tidak beroperasi lagi dikarenakan kondisi alatnya yang sudah mulai banyak kerusakan dan dalam perbaikan.

Di antara 3 (tiga) *BWE* yang masih aktif beroperasi, terdapat 1 *BWE* yaitu *BWE* 203 yang berada di satuan kerja *BWE system* di Pit MTBU. Adapun target dari *reclaiming* batubara *BWE* 203 ini setiap bulannya yaitu sebesar 300.000 ton, namun pada bulan Januari 2022 *BWE* 203 ternyata hanya tercapai *reclaiming* batubara sebesar 287.939 ton.

Dengan penjelasan di atas, maka penulis merasa

tertarik untuk melakukan kajian Analisis Pencapaian Produktivitas *Bucket Wheel Excavator (BWE)* 203 sebagai *Reclaimer Temporary Stock Batubara* di Pit Muara Tiga Besar Utara (MTBU) PT Bukit Asam Tbk Unit Bisnis Tanjung Enim Kabupaten Muara Enim Sumatera Selatan. Dengan adanya kajian ini, diharapkan dapat bermanfaat untuk mengetahui faktor apa saja yang menjadi kendala dalam meningkatkan pencapaian produktivitas alat dan juga dapat memahami cara mengatasi kendala tersebut, serta data yang dihasilkan dapat digunakan juga oleh perusahaan sebagai bahan referensi dalam pemanfaatan *BWE* ke depannya.

METODE PENELITIAN

Dalam melaksanakan pemecahan masalah pada penelitian ini, peneliti menggunakan rumus yang telah tersedia pada tinjauan pustaka, dengan terlebih dahulu menentukan *Physical Availability*, *Mechanical Availability*, *Utilization of Availability*, dan *Effective Utilization*. Kemudian dilanjutkan dengan menentukan Pencapaian Produktivitas.

Pengumpulan data dilakukan dengan pengambilan data primer yaitu data *cycle time* *BWE* 203 dan juga dokumentasi alat. Pengumpulan data sekunder berupa peta lokasi kegiatan, spesifikasi alat *BWE* dan *conveyor*, kemudian target *reclaiming*, jam kerja alat, jam perbaikan, serta jam *standby* diambil dari *BWE* 203 selama bulan Februari, Maret, dan April 2022. Adapun pengambilan data target *reclaiming*, jam kerja alat, jam perbaikan, serta jam *standby* diambil dari *Mine Control Center (MCC)* yang bertugas melakukan pencatatan kegiatan yang ada di *BWE* 203.

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Ms. Excel*. Di dalam pengolahan data ini diperoleh perhitungan *cycle time*, kapasitas efektif, kapasitas nyata, persentase ketercapaian unjuk kerja alat *BWE* 203 *Physical Availability*

(PA), Mechanical Availability (MA), Utilization of Availability (UA), dan Effective Utilization (EU) pada bulan Februari–April 2022, serta persentase pencapaian produktivitas BWE 203 pada bulan Agustus–November 2021 dan Februari–April 2022. Adapun untuk simulasi perhitungan dari *cycle time*, kapasitas efektif, kapasitas nyata, unjuk kerja (PA, MA, UA, EU) serta pencapaian produktivitas dari BWE 203 dari bulan Februari–April 2022.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Cycle Time, Kapasitas Efektif, Kapasitas Nyata, dan Pencapaian Produktivitas

Dari pengambilan data putaran *bucket* sebanyak 100 data dalam setiap putaran *bucket*-nya di bulan Agustus–November 2021 dan Februari–

April 2022, diperoleh nilai rata-rata putaran *bucket* dalam 1 putaran yaitu 12,70 detik (Tabel 1), maka nilai ini digunakan untuk perhitungan *cycle time* sehingga diperoleh di atas *cycle time* BWE sebesar 66,14 *bucket*/menit

Pencapaian kapasitas nyata yang diperoleh BWE selama Agustus–November 2021 dan Februari–April 2022, maka hanya di bulan Agustus 2021 dan bulan Februari 2022 yang mampu mencapai kapasitas efektif BWE. Sedangkan pada bulan yang lain tidak tercapai, hal ini disebabkan karena pengaruh teknis pengoperasian BWE oleh operator, sehingga tinggi ataupun rendahnya pencapaian kapasitas nyata dari BWE berada pada tingkat keterampilan tangan operator. Semakin nilai kapasitas nyata menyentuh nilai kapasitas efektif, berarti di bulan tersebut semakin maksimal BWE dioperasikan, dan jika perolehan kapasitas nyata yang melebihi nilai kapasitas efektif ini dibersamai dengan jam kerja yang tinggi maka hasil produksi juga pasti akan sangat mengikat.

Tabel 1. Rata-rata dari 100 data pengambilan 1 putaran *bucket wheel* dalam hitungan detik di bulan Agustus–November 2021 dan Februari–April 2022

Agustus 2021 (Detik)	September 2021 (Detik)	Oktober 2021 (Detik)	November 2021 (Detik)	Februari 2022 (Detik)	Maret 2022 (Detik)	April 2022 (Detik)
12,73	12,71	12,69	12,68	12,70	12,72	12,67
Rata-rata		12,70			Detik/Putaran <i>Bucket</i>	

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{Cycle Time} &= (60/\text{waktu rata - rata putaran bucket}) \times 14 \text{ bucket} \\
 &= (60/12,70) \times 14 \\
 &= 4,72 \times 14 \\
 &= \mathbf{66,14} \text{ tumpahan bucket/menit}
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Pencapaian Kapasitas Efektif dan Kapaasitas Nyata

Pencapaian Kapasitas Efektif dan Nyata							
Variabel Perbandingan	Agustus 2021	September 2021	Oktober 2021	November 2021	Februari 2022	Maret 2022	April 2022
Kapasitas Efektif (Ton/Jam) 1341,93		1341,93 1341,93 1341,93			1341,93 1341,93		1341,93
Kapasitas Nyata (Ton/ Jam)	1384,29	1307,76	1316,04	998,98	1373,81	1246,63	1122,98

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{Kapasitas Efektif (Qef)} &= 60 \times \ln \times S \times nf \times Sf \times np \times fp \\
 &= 60 \times 0,8 \times \mathbf{66,14} \times 0,9 \times 0,71 \times 0,7 \times 0,75 \\
 &= 1065,1 \text{ bcm/jam} \times 1,26 (\text{density batubara}) \\
 &= 1341,93 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

- Kapasitas Nyata (Q_{ny}) = Vb/Ef

Contoh Bulan Februari $Q_{ny} = 105.550 \text{ ton}/76,83 \text{ jam}$
 $= 1.373,81 \text{ ton/jam}$

Physical Availability (PA), Mechanical Availability (MA), Utilization of Availability (UA), Effective Utilization (EU)

Berdasarkan Tabel 3 dan contoh perhitungan di atas, maka unjuk kerja alat *PA*, *MA*, *UA*, dan *EU* selama bulan Agustus-November 2021 dan Februari-April 2022, tidak ada satupun yang dapat mencapai standar yang telah ditetapkan pemerintah pada Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018:117. Hal ini disebabkan karena rendahnya perolehan jam

kerja alat dan tingginya jam perbaikan serta jam *standby* alat. Bahkan mayoritas untuk di setiap jam perbaikan dan jam *standby* alat ini melebihi dari jam kerja alat di setiap bulannya, yang mana telah kita ketahui jika keberhasilan pencapaian unjuk kerja alat ini sangat dipengaruhi perolehan jam kerja alatnya, meski walaupun secara rumus perhitungan unjuk kerja alat tidak terkait dengan pencapaian produktivitas namun dapat mempengaruhi pencapaian produktivitas di setiap bulannya. Berikut di bawah ini grafik unjuk kerja alat *PA*, *MA*, *UA* dan *EU* aktual pada setiap bulannya.

Tabel 3. Pencapaian Aktual *Physical Availability (PA)*, *Mechanical Availability (MA)*, *Utilization of Availability (UA)*, *Effective Utilization (EU)*

Pencapaian Aktual <i>PA</i>							
Variabel Perhitungan <i>PA</i>	Agustus 2021	September 2021	Oktober 2021	November 2021	Februari 2022	Maret 2022	April 2022
Jam Tersedia (Jam)	744	720	744	720	672	744	720
Waktu Kerja (Jam)	134,08	125,00	282,67	267,58	76,83	30,00	174,08
Waktu Perbaikan (Jam)	248,83	371,83	293,33	230,75	481,33	335,75	250,08
Waktu Standby (Jam)	361,08	223,17	168,00	221,67	113,83	378,25	295,83
<i>Physical Availability (PA) Aktual</i>	67%	48%	61%	68%	28%	55%	65%
<i>Standard Physical Availability (PA)</i>	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Pencapaian Aktual <i>MA</i>							
Variabel Perhitungan <i>MA</i>	Agustus 2021	September 2021	Oktober 2021	November 2021	Februari 2022	Maret 2022	April 2022
Jam Tersedia (Jam)	744	720	744	720	672	744	720
Waktu Kerja (Jam)	134,08	125,00	282,67	267,58	76,83	30,00	174,08
Waktu Perbaikan (Jam)	248,83	371,83	293,33	230,75	481,33	335,75	250,08
<i>Mechanical Availability (MA) Aktual</i>	35%	25%	49%	54%	14%	8%	41%
<i>Standard Mechanical Availability (MA)</i>	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
Pencapaian Aktual <i>UA</i>							
Variabel Perhitungan <i>UA</i>	Agustus 2021	September 2021	Oktober 2021	November 2021	Februari 2022	Maret 2022	April 2022
Jam Tersedia (Jam)	744	720	744	720	672	744	720
Waktu Kerja (Jam)	134,08	125,00	282,67	267,58	76,83	30,00	174,08
Waktu Standby (Jam)	361,08	223,17	168,00	221,67	113,83	378,25	295,83
<i>Utilization of Availability (UA) Aktual</i>	27%	36%	63%	55%	40%	7%	37%

<i>Standard Utilization of Availability (UA)</i>	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Pencapaian Aktual EU							
Variabel Perhitungan EU	Agustus 2021	September 2021	Oktober 2021	November 2021	Februari 2022	Maret 2022	April 2022
Jam Tersedia (Jam)	744	720	744	720	672	744	720
Waktu Kerja (Jam)	134,08	125,00	282,67	267,58	76,83	30,00	174,08
Waktu Perbaikan (Jam)	248,83	371,83	293,33	230,75	481,33	335,75	250,08
Waktu Standby (Jam)	361,08	223,17	168,00	221,67	113,83	378,25	295,83
<i>Effective Utilization (EU) Aktual</i>	18%	17%	38%	37%	11%	4%	24%
<i>Standard Effective Utilization (EU)</i>	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%

• Contoh Perhitungan **Physical Availability (PA)**

Bulan Februari

$$PA = \frac{W+S}{W+S+R} \times 100\%$$

$$PA = \frac{76,833 + 113,83}{76,833 + 113,83 + 481,33} \times 100\% = \frac{190,67}{672} \times 100\% = 28\%$$

Contoh Perhitungan **Mechanical Availability (MA)**

Bulan Februari

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\%$$

$$MA = \frac{76,833}{76,833 + 481,33} \times 100\% = \frac{76,833}{558,17} \times 100\% = 14\%$$

Contoh Perhitungan **Utilization Of Availability (UA)**

Bulan Februari

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\%$$

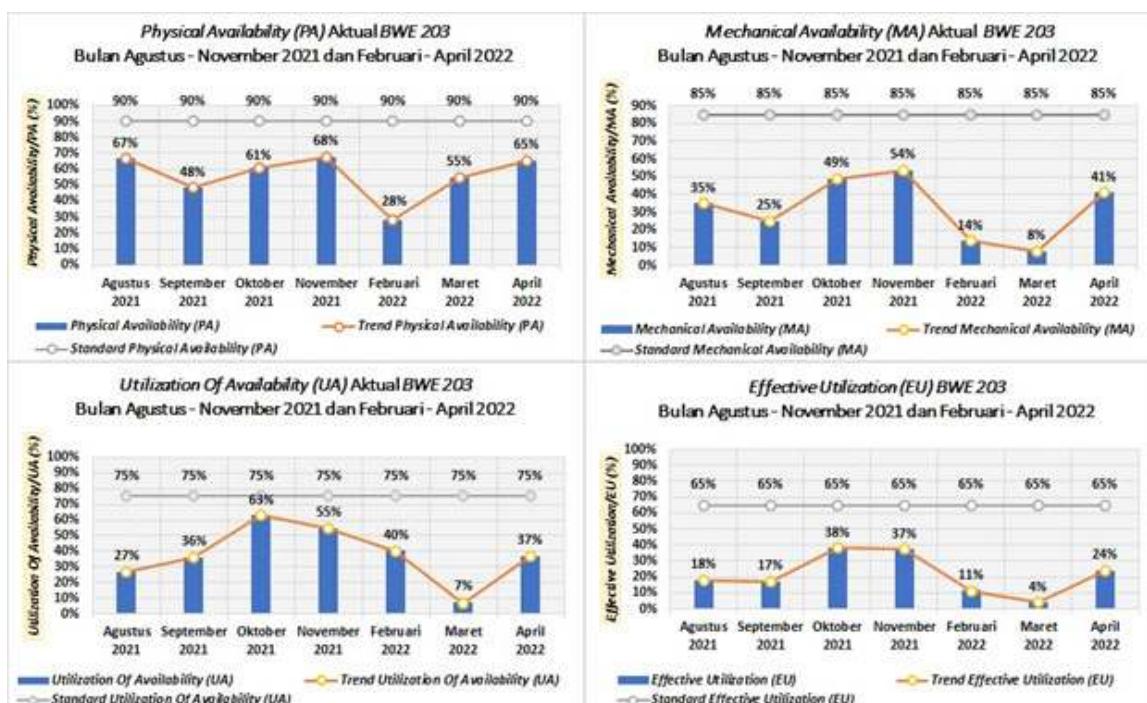
$$UA = \frac{76,833}{76,833 + 113,83} \times 100\% = \frac{76,833}{190,67} \times 100\% = 40\%$$

Contoh Perhitungan **Effective Utilization (EU)**

Bulan Februari

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\%$$

$$EU = \frac{76,833}{76,833 + 481,33 + 113,83} \times 100\% = \frac{76,833}{672} \times 100\% = 11\%$$



Gambar 1. Unjuk Kerja Alat Aktual

Pencapaian Produktivitas

Untuk perolehan pencapaian produktivitas *BWE* 203 Agustus-November 2021 dan Februari-April 2022, merujuk pada Tabel 4, maka hanya pada bulan Oktober dan November 2021 yang mampu mencapai target pencapaian produktivitas berdasarkan sesuai standar pemerintah menurut Keputusan Menteri

Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018:117. Sedangkan pada bulan yang lain tidak ada yang tercapai. Ketidaktercapaian ini disebabkan karena rendahnya produktivitas aktual pada bulan-bulan tersebut. Berikut sebagai gambaran terdapat grafik pencapaian produktivitas *BWE* 203 terhadap target di setiap bulannya.

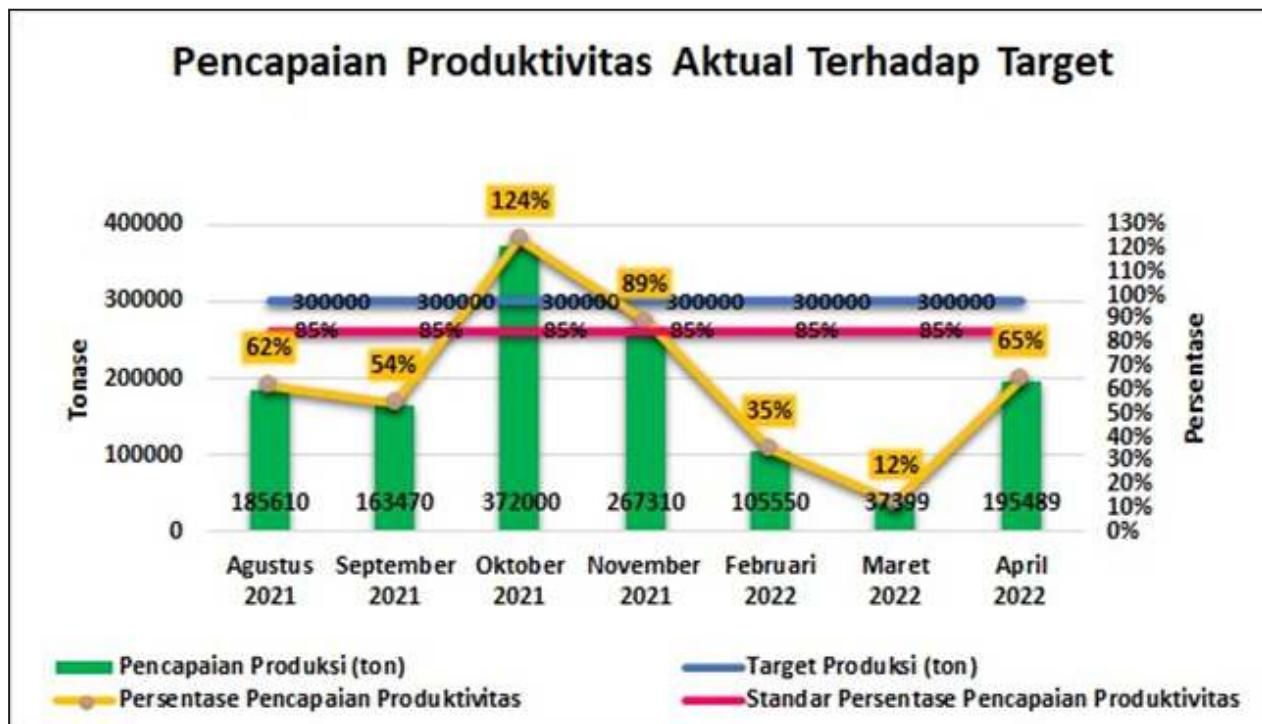
Tabel 4. Pencapaian Produktivitas Aktual *BWE* 203 Agustus-November 2021 dan Februari-April 2022

Variabel Perhitungan PP	Perhitungan Pencapaian Produktivitas Aktual						
	Agustus 2021	September 2021	Oktober 2021	November 2021	Februari 2022	Maret 2022	April 2022
Target Produksi (ton)	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000
Pencapaian Produktivitas (ton)	185610	163470	372000	267310	105550	37399	195489
Persentase Pencapaian	62%	54%	124%	89%	35%	12%	65%
Standar Persentase Pencapaian	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%

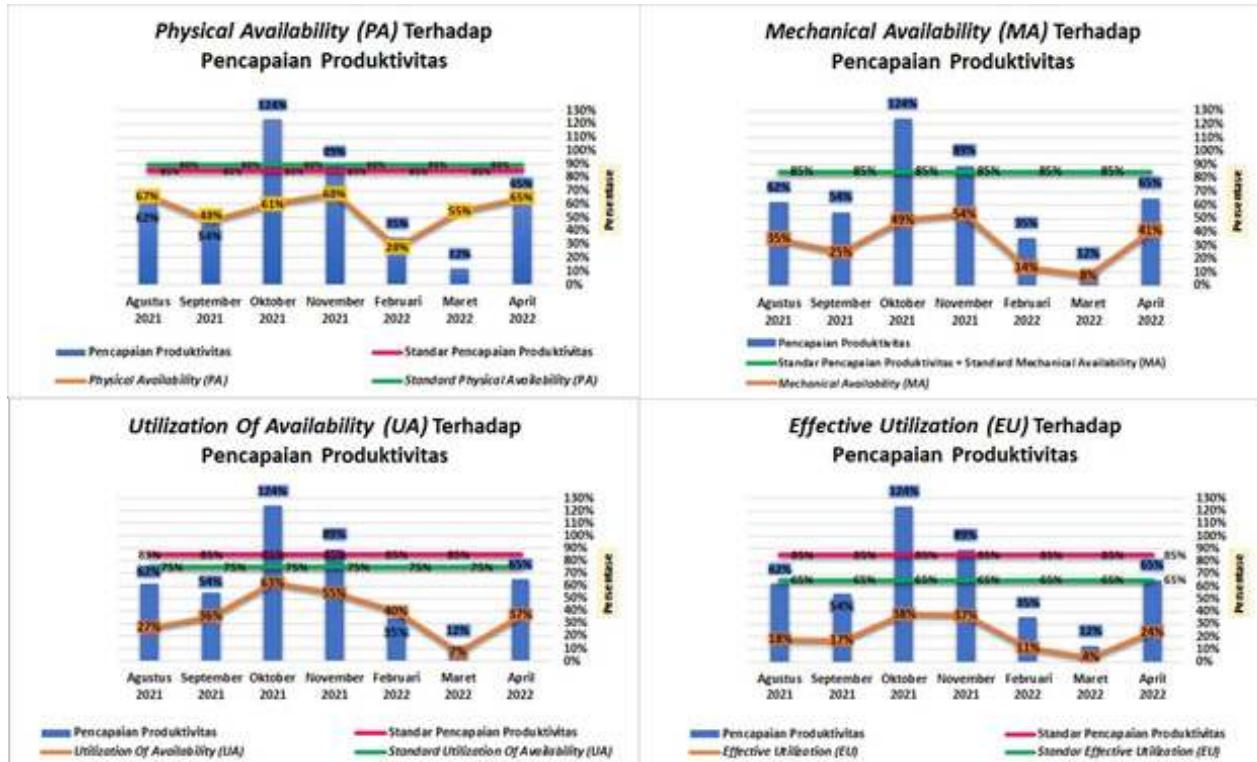
Contoh Perhitungan Pencapaian Produktivitas

Bulan Februari
$$PP = \frac{\text{Produktivitas Aktual}}{\text{Target Produktivitas}} \times 100\%$$

$$PP = \frac{105.550}{300.000} \times 100\% = 35\%$$



Gambar 2. Pencapaian Produktivitas Aktual Terhadap Target



Gambar 3. Unjuk Kerja Alat Aktual Terhadap Pencapaian Produktivitas Aktual

Pengaruh Unjuk Kerja Alat Aktual Terhadap Pencapaian Produktivitas Aktual

Gambar 3 memperlihatkan pengaruh antara unjuk kerja alat (*PA*, *MA*, *UA*, dan *EU*) terhadap pencapaian produktivitas ini, yaitu terlihat pada setiap bulannya dari bulan Agustus-November 2021 dan bulan Februari-April 2022, walaupun tidak ada pengaruh unjuk kerja alat pada rumus perhitungan pencapaian produktivitas sebagaimana yang tercantum pada Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018:117, namun terlihat sebagian besar jika persentase dari unjuk kerja meningkat maka pencapaian produktivitas juga ikut meningkat.

Asumsi Unjuk Kerja Alat (*PA*, *MA*, *UA*, dan *EU*) dan Asumsi Pencapaian Produktivitas

Asumsi Unjuk Kerja Alat (*PA*, *MA*, *UA*, dan *EU*)

Sebagai asumsi untuk jam kerja, jam perbaikan, dan jam *standby* alat *BWE 203* di setiap bulannya agar tercapai standar unjuk kerja alat sesuai ketetapan pemerintah, yang mana asumsi ini telah dilakukan sekenario *trial and error* dengan menggunakan bantuan *software microsoft excel*. Adapun asumsi hasil *trial and error* ini dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini.

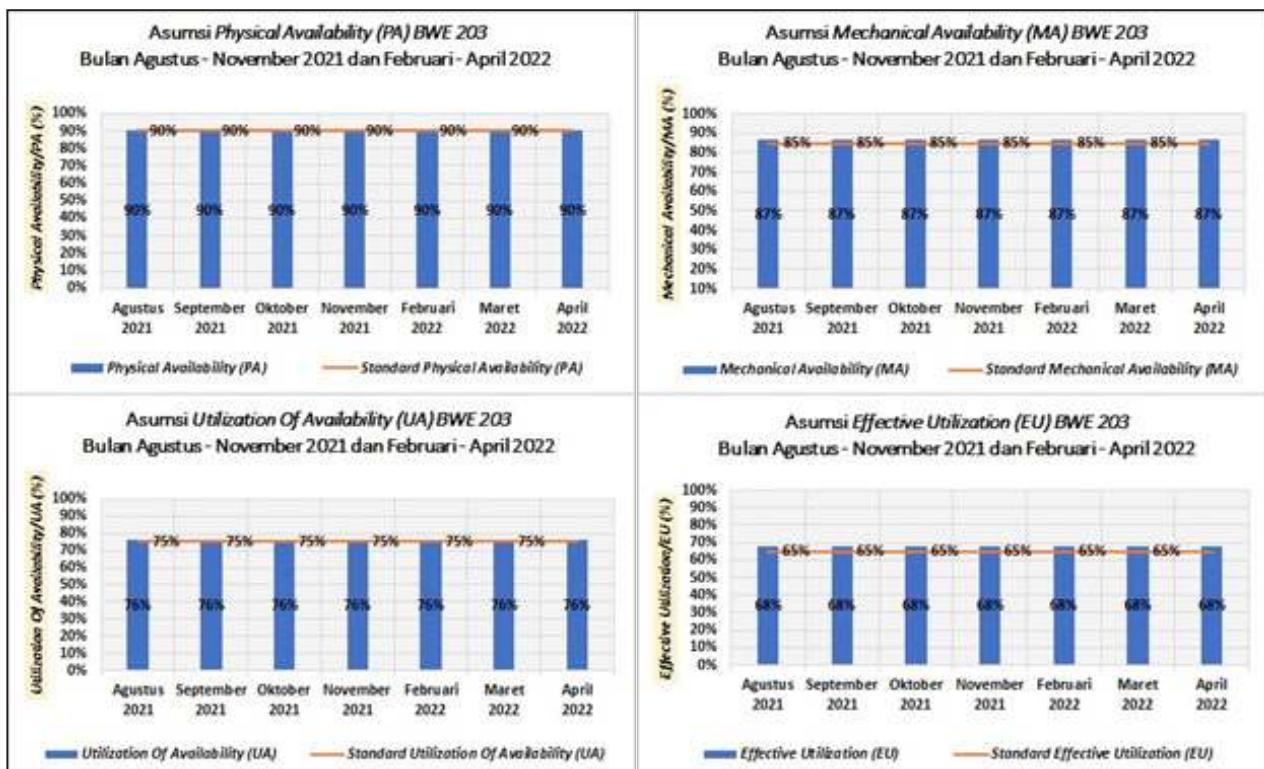
Tabel 5. Asumsi Jam Kerja, Jam Perbaikan, dan Jam *Standby* alat *BWE 203* Untuk Mencapai Unjuk Kerja Alat (*PA*, *MA*, *UA*, dan *EU*)

Jam Untuk Mencapai Standar PA								
Variabel Perhitungan PA	Porsi %	Agustus 2021	September 2021	Oktober 2021	November 2021	Februari 2022	Maret 2022	April 2022
Jam Tersedia (Jam)	100%	744	720	744	720	672	744	720
Waktu Kerja (Jam)	68%	505,92	489,60	505,92	489,60	456,96	505,92	489,60
Waktu Standby (Jam)	22%	163,68	158,40	163,68	158,40	147,84	163,68	158,40

Waktu Perbaikan (Jam)	10%	74,40	72,00	74,40	72,00	67,20	74,40	72,00
<i>Physical Availability (PA)</i>	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
<i>Standard Physical Availability (PA)</i>	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Jam Untuk Mencapai Standar <i>MA</i>								
Variabel Perhitungan <i>MA</i>	Porsi %	Agustus 2021	September 2021	Oktober 2021	November 2021	Februari 2022	Maret 2022	April 2022
Jam Tersedia (Jam)	100%	744	720	744	720	672	744	720
Waktu Kerja (Jam)	68%	505,92	489,60	505,92	489,60	456,96	505,92	489,60
Waktu Standby (Jam)	22%	163,68	158,40	163,68	158,40	147,84	163,68	158,40
Waktu Perbaikan (Jam)	10%	74,40	72,00	74,40	72,00	67,20	74,40	72,00
<i>Mechanical Availability (MA)</i>		87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
<i>Standard Mechanical Availability (MA)</i>		85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
Jam Untuk Mencapai Standar <i>UA</i>								
Variabel Perhitungan <i>UA</i>	Porsi %	Agustus 2021	September 2021	Oktober 2021	November 2021	Februari 2022	Maret 2022	April 2022
Jam Tersedia (Jam)	100%	744	720	744	720	672	744	720
Waktu Kerja (Jam)	68%	505,92	489,60	505,92	489,60	456,96	505,92	489,60
Waktu Standby (Jam)	22%	163,68	158,40	163,68	158,40	147,84	163,68	158,40
Waktu Perbaikan (Jam)	10%	74,40	72,00	74,40	72,00	67,20	74,40	72,00
<i>Utilization Of Availability (UA)</i>		76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%
<i>Standard Utilization Of Availability (UA)</i>		75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Jam Untuk Mencapai Standar <i>EU</i>								
Variabel Perhitungan <i>UA</i>	Porsi %	Agustus 2021	September 2021	Oktober 2021	November 2021	Februari 2022	Maret 2022	April 2022
Jam Tersedia (Jam)	100%	744	720	744	720	672	744	720
Waktu Kerja (Jam)	68%	505,92	489,60	505,92	489,60	456,96	505,92	489,60
Waktu Standby (Jam)	22%	163,68	158,40	163,68	158,40	147,84	163,68	158,40
Waktu Perbaikan (Jam)	10%	74,40	72,00	74,40	72,00	67,20	74,40	72,00
<i>Effective Utilization (EU)</i>		68%	68%	68%	68%	68%	68%	68%
<i>Standard Effective Utilization (EU)</i>		65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%

Tabel 5 menunjukkan persentase asumsi jam kerja, jam *standby*, dan jam perbaikan terhadap total waktu tersedia selama satu bulan di masing-masing

parameter unjuk kerja (*PA*, *MA*, *UA* dan *EU*) yaitu jam kerja 68%, jam perbaikan 10%, dan jam *standby* 22%



Gambar 4. Asumsi Unjuk Kerja Alat

Gambar 4 memperlihatkan asumsi jam kerja 68%, jam perbaikan 10%, dan jam *standby* 22% dari total waktu yang tersedia di setiap bulannya, maka standar dari setiap unjuk kerja akan tercapai.

Asumsi Pencapaian Produktivitas

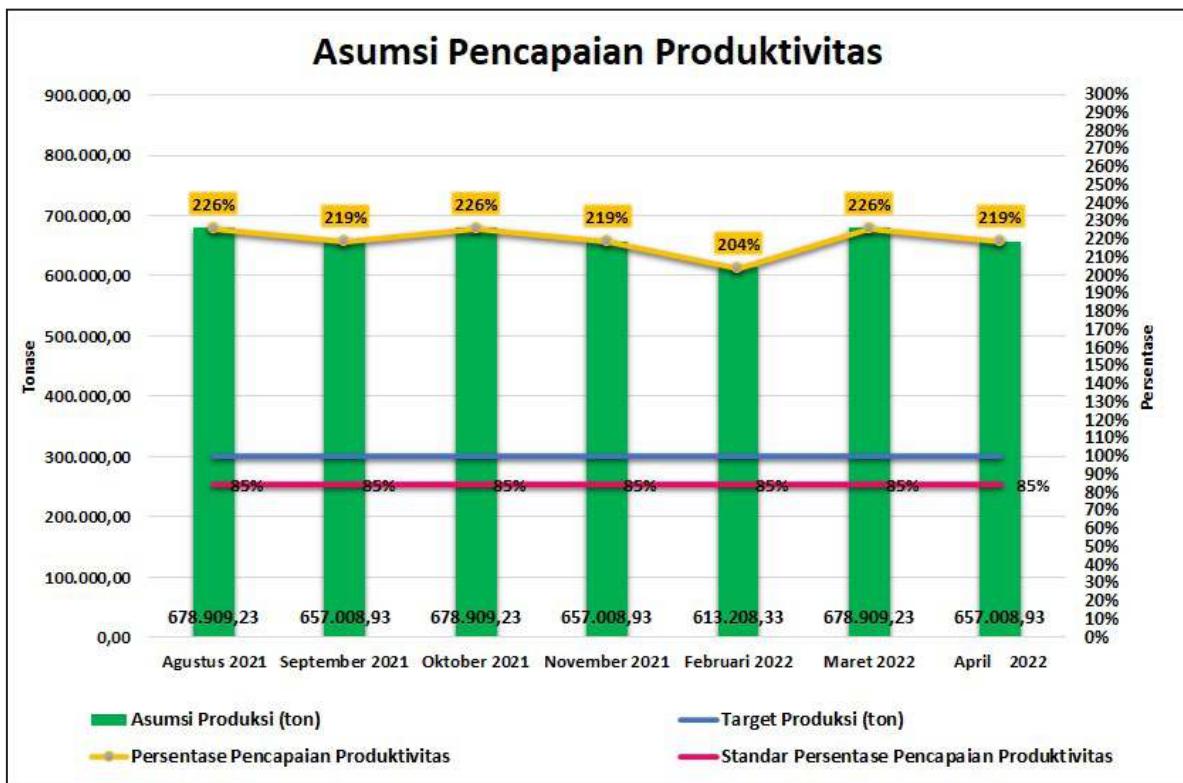
Tabel 6 dan Gambar 5 merupakan grafik interpretasi dari tabel asumsi pencapaian produktivitas yang mana sebelumnya pada tabel tersebut terdapat asumsi jam kerja 68% dari total waktu yang tersedia di setiap bulannya, dan juga terdapat

kapasitas efektif yang mana kedua variabel ini sangat mempengaruhi hasil dari asumsi pencapaian produktivitas. Adapun 68% jam kerja ini diperoleh sebelumnya dari jam asumsi pada unjuk kerja alat, dan nilai kapasitas efektif juga didapat dari hasil perhitungan dengan menggunakan nilai *cycle time* BWE. Pada grafik asumsi tersebut terlihat jika pencapaian produktivitas di setiap bulannya mengalami peningkatan yang cukup signifikan, dengan perkalian asumsi jam kerja 68% dan kapasitas efektif tersebut bahkan produksi di setiap bulannya mampu mencapai dua kali lipat dari target produksinya.

Tabel 6. Asumsi Pencapaian Produktivitas

Variabel	Asumsi Pencapaian Produktivitas						
	Agustus 2021	September 2021	Oktober 2021	November 2021	Februari 2022	Maret 2022	April 2022
Total Waktu Terse- dia 100% (Jam)	744	720	744	720	672	744	720
Asumsi Jam Kerja 68% (Jam)	505,92	489,6	505,92	489,6	456,96	505,92	489,6

Kapasitas Efektif (ton)	1.341,93	1.341,93	1.341,93	1.341,93	1.341,93	1.341,93	1.341,93
Target Produksi (ton)	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000
Asumsi Produksi (ton)	678.909,23	657.008,93	678.909,23	657.008,93	613.208,33	678.909,23	657.008,93
Asumsi Pencapaian Produktivitas	226%	219%	226%	219%	204%	226%	219%
Standar Persentase Pencapaian Produktivitas	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%



Gambar 5. Asumsi Pencapaian Produktivitas

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan rata-rata dalam satu putaran *bucket BWE* yang membutuhkan waktu 12,70 detik, maka diperoleh untuk *cycle time* dari *BWE* 203 berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan sebesar 66,14 tumpahan *bucket*/menit atau jika dibulatkan menjadi 66 tumpahan *bucket*/menit. Sebagaimana yang telah ditetapkan pemerintah pada Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No 1827 K/30/Mem/2018:117, unjuk kerja alat dan pencapaian produktivitas dari perusahaan mengacu

pada peraturan Kepmen di atas, maka untuk capaian unjuk kerja alat *BWE* 203 mulai dari bulan Agustus–November 2021 dan Februari–April 2022 tidak ada satupun yang dapat mencapai standar. Kemudian untuk pencapaian produktivitas *reclaiming* batubara mulai bulan Agustus–November 2021 dan Februari–April 2022 yang mampu mencapai target standar pencapaian produktivitas yaitu hanya pada bulan Oktober 2021 dan November 2021, dengan persentase pencapaian produktivitas di bulan Oktober sebesar 124% dan perolehan *reclaiming* 372.000 ton. Selanjutnya bulan November 2021

dengan persentase pencapaian produktivitas 89% dan perolehan *reclaiming* 267.310 ton. Lalu untuk pencapaian produktivitas pada bulan yang lain seperti bulan Agustus–September 2021 dan bulan Februari-April 2022 masih berada di bawah standar dengan kata lain tidak tercapai. Ketidaktercapaian baik unjuk kerja alat dan pencapaian produktivitas BWE 203 ini disebabkan karena rendahnya perolehan jam kerja alat, dan tingginya jam perbaikan serta jam *standby* alat selama bulan tersebut, bahkan mayoritas untuk di setiap jam perbaikan dan jam *standby* alat ini melebihi dari jam kerja alat di setiap bulannya.

Asumsi terhadap jam kerja, jam perbaikan serta jam *standby* alat dalam mencapai target unjuk kerja alat di setiap bulannya agar tercapai unjuk kerja dan pencapaian produktivitas dari BWE 203, setelah peneliti melakukan skenario *trial and error* menggunakan bantuan *software microsoft excel*, maka diperoleh persentase asumsi jam kerja, jam *standby* dan jam perbaikan terhadap total waktu tersedia selama satu bulan di masing-masing parameter unjuk kerja (*PA*, *MA*, *UA*, dan *EU*) adalah sebagai berikut: Jam Kerja 68%, Jam *Standby* 22%, Jam Perbaikan 10%. Dengan asumsi 68% jam kerja dari total waktu tersedia di setiap bulannya yang kemudian dikalikan dengan kapasitas efektif BWE 203, maka secara otomatis pencapaian produktivitas di setiap bulannya juga akan tercapai.

Pengaruh hubungan antara unjuk kerja alat (*PA*, *MA*, *UA*, dan *EU*) terhadap pencapaian produktivitas terlihat pada setiap bulannya dari bulan Agustus–November 2021 dan bulan Februari-April 2022. Walaupun tidak ada pengaruh unjuk kerja alat pada rumus perhitungan pencapaian produktivitas sebagaimana yang tercantum pada Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018:117, namun terlihat sebagian besar jika persentase dari unjuk kerja meningkat maka pencapaian produktivitas juga ikut meningkat.

Untuk meningkatkan pencapaian produktivitas dari BWE 203 serta mendorong peningkatan jam kerja alat, maka sebaiknya BWE 203 sering dilakukan pengecekan dan perawatan berkala, sehingga nantinya tidak sampai terjadi pembengkakan jam perawatan alat yang disebabkan oleh *breakdown*. Untuk mengurangi jam alat tidak digunakan/*standby*, sebaiknya *stockpile* MTB yang akan

diminati/diisi oleh *reclaiming* batubara dari BWE 203 agar sering dilakukan pendorongan, jangan sampai tumpukan meninggi yang dapat berakibat terhentinya kegiatan operasi dari BWE 203. Adapun *stockpile* MTB ini sendiri tidak berada di bawah pengawasan satuan kerja *BWE system* namun berada di bawah pengawasan satuan kerja yang berbeda yaitu satuan kerja Penanganan Angkutan Batubara (PAB), sehingga perlu adanya pengawasan yang lebih intensif di *stockpile* MTB tersebut. Selain itu juga perlu adanya penambahan tenaga kerja yang ahli atau terampil pada satuan kerja *shifting/geseran* yang mana pada satuan kerja tersebut banyak kekurangan *manpower*. Adapun satuan kerja ini terfokus pada bidang pemindahan dan perawatan jalur *conveyor*. Sehingga saat adanya pemindahan jalur pengangkutan material ke jalur pengangkutan batubara yang baru yaitu *CE* 12 yang mana memakan waktu yang sangat panjang seharusnya terjadwal 3 minggu akhirnya terlaksana menjadi 7 minggu, sehingga mengakibatkan meningkatnya jam *standby* dari BWE 203 dan juga berdampak pada menurunnya pencapaian produktivitas dari BWE 203.

Upaya yang ideal dilakukan agar pencapaian produktivitas *reclaiming* batubara dari BWE 203 tercapai yaitu dengan mengoptimalkan waktu yang terpakai ketika perbaikan alat karena banyaknya waktu yang terbuang saat alat-alat tersebut diperbaiki maupun alat *standby* yang disebabkan karena adanya perbaikan di luar dari area BWE namun secara kinerja masih berkaitan dengan operasional BWE, yaitu dengan cara menambahkan tenaga kerja yang professional/ahli dan juga meningkatkan keterampilan tenaga kerja dalam bidang mekanik alat berat dan juga tenaga kerja bagian pemasangan/perawatan jalur *conveyor* agar permasalahan bisa cepat diperbaiki.

DAFTAR PUSTAKA

Andi, S. 2019. Optimasi Produksi Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Pemindahan Batubara Pada Operasi Penanganan Batubara 4 Satker Penbaran Blok Timur Di PT Bukit Asam, Tbk, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. Skripsi, 14-15 & 17.

Angga, D., M, S. P., Roby, A., & Dito, R. 2017. Aktivitas Maintenance Belt Conveyor PT

- Bukit Asam (Persero) Tbk. *Laporan Kerja Praktik PT Bukit Asam Tanjung Enim*, 18 & 23.
- Clara, A., & Sutriyono, E. 2018. Kualitas Batubara Berdasarkan *Calorific Value (CV)* Di Muara Tiga Besar PT Bukit Asam Daerah Sirah Pulau Dan Sekitarnya, Kabupaten Lahat Sumatera Selatan. Proceeding, Seminar Nasional Kebumianan Ke-11, (p. 487). Yogyakarta.
- Harahap, Q. W., Ginting, P., Distincta, H., Rushdi, M., & Burmansyah, E. 2021. Batubara Kualitas Rendah Berpotensi Menghambat Pembangunan Rendah Karbon Sumatera Selatan. Aksi Ekologi dan Emansipasi Rakyat (AEER), 7.
- Ardhi, J. I., Tamrin, K., & Adree, O. 2018. Evaluasi Kinerja Dan Produktifitas BWE 203 Dan Belt Conveyor Pada Penggalian Dan Pengangkutan Batubara Dalam Upaya Mencapai Target Produksi Pit Muara Tiga Besar Utara (MTBU) Di PT. Bukit Asam, Tbk Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE) Kabupaten Muara Enim. *Jurnal Bina Tambang*, 245-246.
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. 2018. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/Mem/2018. *Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik*, 116-117.
- Nani, Y. 2011. *BWE (Bucket Wheel Excavator) Teknologi Penambangan Continuous Mining* (Vol. 1). Tanjung Enim, Sumatera Selatan, Indonesia: PT Bukit Asam (Persero) Tbk, 2-11, 44-45 & 104.
- Octavina. 2014. Formulasi Strategi Bisnis PT. Bukit Asam, Tbk Dalam Rangka Meningkatkan Pangsa Pasar (Market Share) . Fakultas Ilmu Administrasi, Universitas Brawijaya Malang, 42-43.
- PT Bukit Asam, Tbk. 2022. “Daftar Pemegang Saham”, <https://www.ptba.co.id/hubungan-investor/daftar-pemegang-saham>, diakses pada 17 Mei 2022 pukul 16.40
- PT Bukit Asam, Tbk. 2022. “Kepegawaian”, <https://www.ptba.co.id/esg/kinerja-sosial/> kepegawaian, diakses pada 17 Mei 2022 pukul 6.44.
- PT Bukit Asam, Tbk. 2022. “Keselamatan Kesehatan Kerja”, <https://ptba.co.id/esg/kinerja-sosial/keselamatan-kesehatan-kerja>, diakses pada 17 Mei 2022 pukul 11.54.
- PT Bukit Asam, Tbk. 2022. “Sejarah Perusahaan”, <https://ptba.co.id/tentang/profil-perusahaan#sejarah-perusahaan>, diakses pada 17 Mei 2022 pukul 9.11.
- PT Bukit Asam, Tbk. 2022. “Struktur organisasi”, <https://ptba.co.id/tentang/organisasi#struktur-organisasi>, diakses pada 17 Mei 2022 pukul 9.14.
- Sigit, M. 2015. Optimasi Produksi Pengupasan Tanah Penutup Menggunakan *Bucket Wheel Excavator (BWE)* Tahun 2014 Berdasarkan data Produksi Tahun 2012 dan 2013 Pada Tambang Muara Tiga Besar PT Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim, Sumatera Selatan, 19 & 74.



Studi Peningkatan Ekstraksi Emas dengan Penambahan *Lead Nitrate* [$Pb(NO_3)_2$] dan Konsentrasi Sianida

The Study of Gold Extraction Enhancement Added Lead Nitrate [$Pb(NO_3)_2$] and Cyanide Concentration

Assyfaunnisa¹, Infantri Putra¹, Bouman Tiroi Situmorang¹, Indriani²

¹Prodi Teknologi Metalurgi, Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung

²Laboratorium SBU Mineral PT Sucofindo

email: nisaassyfaun@gmail.com

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:
emas, sianidasi, $Pb(NO_3)_2$

Penelitian dengan sampel dari PT XYZ, salah satu perusahaan pertambangan di Indonesia dilakukan untuk mengkaji pengaruh penambahan $Pb(NO_3)_2$ dan konsentrasi sianida untuk mendapatkan persentase ekstraksi emas pada titik optimal. Penelitian ini menggunakan metode sianidasi. Tahap awal yang dilakukan adalah karakterisasi sampel menggunakan metode *grading* analisis, XRD, dan *fire assay* dan tahap akhir yaitu pelindian. *Solution* dan solid hasil pelindian dianalisis menggunakan ICP dan *fire assay*. Variabel proses yang digunakan pada penelitian ini adalah konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ dan konsentrasi NaCN, dengan masing masing variasi 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm untuk $Pb(NO_3)_2$ dan 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm untuk konsentrasi NaCN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel dari PT XYZ merupakan bijih tipe oksida dengan komposisi mineral kuarsa 80% dan kalsit 20%. Kadar unsur emas dan perak yang terkandung pada sampel sebesar 32,71 ppm dan 216,3 ppm. Ukuran distribusi terbesar emas yang diperoleh dari *grading* analisis terdapat pada ukuran -200 mesh yaitu 44,94%. Penambahan $Pb(NO_3)_2$ memberikan efek peningkatan terhadap persen ekstraksi proses sianidasi pada sampel bijih oksida, dengan persen ekstraksi awal 81,03%, dan memperoleh persen ekstraksi yang tertinggi pada penambahan konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ 100 ppm sebesar 92,63%. Hasil percobaan *leaching* dengan variasi NaCN memperoleh persen ekstraksi yang optimal pada konsentrasi NaCN 1000 sebesar 92,62%.

Keywords:

gold, cyanidation, $Pb(NO_3)_2$,

The study on gold cyanidation with the sample from PT XYZ which is one of the mining companies in Indonesia was done to examine the effect of adding $Pb(NO_3)_2$, and cyanide concentration to get the percentage of gold extraction at the optimal point. It used the cyanidation method to characterize samples using the analytical grading method, XRD, and fire assay as the initial step and leaching as the last step. Solution and solid leaching results were analyzed using ICP and fire assay. The process variables used were concentrations of $Pb(NO_3)_2$ and NaCN. Each variation was 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm for $Pb(NO_3)_2$, and 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm for NaCN. The results indicated that the sample from PT XYZ was oxide ore with a mineral water composition of 80% quartz and 20% calcite. Elements containing gold and silver in the samples were 32.71 ppm and 216.3 ppm. The largest distribution of gold obtained from grading analysis was -200 mesh (44.94%). The addition of $Pb(NO_3)_2$ had an increasing effect on the percent extraction process of cyanidation at the oxide ore sample. The initial extraction percent was 81.03% and obtained the highest extraction percent at the adding 100 ppm $Pb(NO_3)_2$ concentration of 92.63%. The leaching experiment result with NaCN variation obtained the optimal extraction percent at 1000 ppm concentration of 92.62%.

PENDAHULUAN

Emas merupakan salah satu logam yang memiliki nilai jual yang tinggi di mana emas digunakan dalam pembuatan perhiasan dan uang logam. Seiring dengan perkembangan zaman, penggunaan emas diperluas untuk alat elektronik dan listrik karena memiliki sifat konduktivitas yang baik dan resisten terhadap korosi. Sejalan dengan hal tersebut perlu dilakukan peningkatan produksi emas. Peningkatan produksi emas dapat dilakukan dengan melakukan eksplorasi batuan mineral yang mengandung emas. Salah satu proses ekstraksi yang dilakukan yaitu proses hidrometalurgi. Hidrometalurgi merupakan ekstraksi mineral berharga dari mineral pengotornya menggunakan larutan atau reagen kimia untuk melarutkan logamnya. Teknik ini umum digunakan untuk memisahkan logam emas dari bijihnya, dengan proses yang sering digunakan adalah proses sianidasi.

Sianida digunakan sebagai ekstraktan karena sianida selektif terhadap emas, konsentrasi larutan sianida berpengaruh terhadap persentase ekstraksi emas dan jika konsentrasi sianida yang digunakan terlalu tinggi maka akan berpengaruh pada biaya operasi. Keberadaan mineral emas yang terjebak dalam mineral sulfida, menyebabkan mineral tersebut

sulit untuk terlarut sehingga mempengaruhi persen ekstraksi. *Lead nitrate* [$Pb(NO_3)_2$] merupakan salah satu katalis yang digunakan pada proses sianidasi yang bertujuan untuk melarutkan senyawa sulfida agar mempercepat laju pelindian. Penelitian ini akan mengkaji pengaruh penambahan $Pb(NO_3)_2$ pada proses sianidasi emas dan persentase ekstraksi emas pada titik optimal berdasarkan parameter $Pb(NO_3)_2$ serta konsentrasi sianida. Pelarut yang biasa digunakan dalam proses sianidasi adalah NaCN (Natrium Sianida), KCN (Kalium Sianida), atau $Ca(CN)_2$ (Kalsium Sianida). Pelarut yang sering digunakan adalah NaCN, karena mampu melarutkan emas lebih baik dari pelarut lainnya.

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini, merupakan dari perusahaan XYZ salah satu perusahaan tambang di Indonesia yang berkadar rata-rata emas 32,71 ppm; perak 216,3 ppm; tembaga 53 ppm; karbon 2,78% dan sulfur 0,14%. Uji coba sianidasi tahap awal yang dilakukan dengan variabel konsentrasi $Pb(NO_3)_2$ menghasilkan % ekstraksi tertinggi untuk emas 92,62% pada konsentrasi 100 ppm. Perolehan tersebut dihasilkan dari kondisi 40% solid, NaCN 1000 ppm, pH 10-11, waktu 24 jam, dan ukuran partikel 75 mikron (200 mesh). Kondisi proses sianidasi yang dicapai selanjutnya akan digunakan untuk uji proses sianidasi secara

kontinu terhadap variabel parameter lainnya. Melalui pemberian variabel pada parameter proses sianidasi diharapkan adanya nilai yang ideal untuk meningkatkan persen ekstraksi emas.

METODOLOGI

Metode yang digunakan merupakan pengamatan secara langsung terhadap proses terjadi dan mencari informasi pendukung yang terkait dengan permasalahan yang akan dibahas, metode tidak langsung dilakukan dengan melakukan studi literatur baik dari perusahaan maupun jurnal. Penelitian ini dilakukan di PT Sucofindo SBU Mineral, yaitu pada laboratorium *mineral processing*.

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain, *beaker glass*, *hotplate*, *magnetic stirrer*, *x-ray diffraction* (XRD), *inductively coupled plasma* (ICP), *splitter*, *cone blender*, *pressure filter*, *pulverizer*, *centrifuge*, *rod mill*, *rotap sieve shaker*, pH meter, DO meter, tabung reaksi, buret, corong, pipet volume, erlenmeyer, neraca analisis, oven, *tray*, dan kertas saring. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain, sampel bijih emas, NaCN, Pb(NO₃)₂, CaO, indikator rhodanine, aquabidest, dan larutan AgNO₃.

Variabel operasi yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap yang digunakan berupa sampel bijih emas 500 gram, kecepatan pengadukan 800 rpm, waktu pelindian 24 jam, 40% solid, dan pH dijaga pada rentang 10,5-11. Sedangkan variabel bebas yaitu variasi konsentrasi Pb(NO₃)₂ 50 ppm, 100 ppm, dan 150 ppm. Setelah didapatkan konsentrasi Pb(NO₃)₂ yang ideal, konsentrasi tersebut divariasikan dengan konsentrasi sianida 500 ppm, 1000 ppm, dan 1500 ppm.

Penelitian diawali dengan preparasi sampel bijih emas yang didapat dari PT XYZ dengan melakukan *mixing* dan pengeringan pada sampel. *Mixing* dan pengeringan dilakukan dengan tujuan agar sampel homogen serta kering sehingga memudahkan proses pengujian. Setelah dipreparasi, langkah selanjutnya yaitu melakukan karakterisasi dengan metode XRD, *fire assay*, dan *grading analysis*. Namun untuk karakterisasi metode XRD dan *fire assay* sampel yang digunakan harus di-pulverize terlebih dahulu. Setelah mengkarakterisasi sampel, langkah berikutnya adalah pengujian pelindian

dengan melakukan *baseline test* serta pelindian dengan memvariasikan konsentrasi Pb(NO₃)₂. Setelah didapatkan konsentrasi Pb(NO₃)₂ yang ideal, selanjutnya melakukan pelindian dengan konsentrasi Pb(NO₃)₂ ideal serta konsentrasi sianida yang divariasikan. Larutan dari setiap pelindian dianalisa menggunakan ICP, sedangkan *final residu* dari pelindian dianalisa menggunakan *fire assay*. Desain dari penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Desain Penelitian

Proses pelindian dimulai dengan sampel *ore* sebanyak 10 kg dikeringkan selama 24 jam. Sampel yang sudah kering dicampur dan di-split 1 kg tiap kantong. Untuk *head assay* diambil 1 kg sampel untuk proses *grading analysis* dan 1 kg untuk analisis

XRD serta *fire assay*. Sedangkan untuk pelindian sampel yang digunakan sebanyak 500 gram. Sampel bijih emas yang telah dihomogenkan sebanyak 500 gram dimasukan ke dalam *pulverizer* dan *dispulverize* selama 3-4 menit. Kemudian dimasukkan ke dalam *beaker glass*, dan ditambahkan 750 ml air aduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga homogen (kecepatan putar 800 rpm). Lakukan pengkondisian pH dan cek kandungan oksigen pada *slurry*. Jika pH *slurry* rendah, tambahkan CaO hingga pH berada pada rentang 10,5-11 (pH dijaga pada rentang 10,5-11). Setelah pengkondisian pH, tambahkan NaCN sebanyak 0,75 gram dan dilindi selama 24 jam. Setelah 24 jam, ambil *slurry* dan masukkan ke dalam 2 *tube centrifuge* masing-masing sebanyak 50 ml. Masukkan *tube centrifuge* ke dalam *centrifuge* selama 8 menit dan ambil *solution* untuk dianalisa menggunakan ICP dan dititrasi untuk mengetahui penggunaan sianida selama proses pelindian. Sedangkan sisa *slurry* dimasukkan ke dalam *filter press* (tekanan yang digunakan 300 kPa) untuk diambil padatannya. Karena padatan dalam kondisi basah, maka dimasukkan ke dalam oven hingga kering dan dianalisa menggunakan *fire assay*.

HASIL

Hasil yang diperoleh berupa hasil dari karakterisasi sampel dengan metode XRD, *fire assay*, dan *grading* analisis, serta hasil dari pelindian. Sedangkan pengolahan data dilakukan dengan menggunakan program komputer *Microsoft Excel* versi 2013.

Karakterisasi Mineral

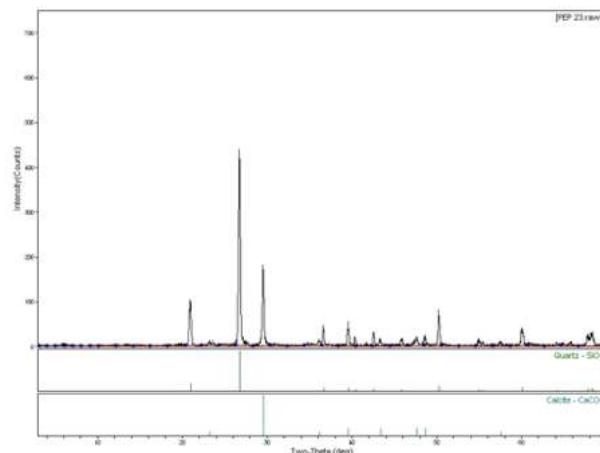
Karakterisasi bijih emas PT XYZ dianalisis menggunakan metode XRD, *fire assay*, serta *grading* analisis, sehingga diperoleh data yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. Karakterisasi menggunakan metode XRD

Karakterisasi menggunakan XRD dilakukan untuk mengetahui mineral apa saja yang terkandung di dalam sampel. Informasi ini penting karena mineral yang berbeda dapat memberikan respon yang berbeda terhadap reaktivitas pelindian dengan pelarutan sianida.

Tabel 3.1 Komposisi mineral pada sampel

Minerals or Phase/s Identified	Common Chemical Formula	Estimation on Minerals/ Phase Composition (%)
Quartz	SiO ₂	80
Calcite	CaCO ₃	20
Total		100



Gambar 3.1 Hasil analisis XRD

b. Karakterisasi menggunakan metode head assay

Karakterisasi *head assay* dilakukan menggunakan metode *fire assay* dan dibaca menggunakan ICP. Metode ini dilakukan untuk mengetahui unsur utama pada sampel beserta konsentrasiannya. Hasil *head assay* dapat dilihat pada **Tabel 3.2**.

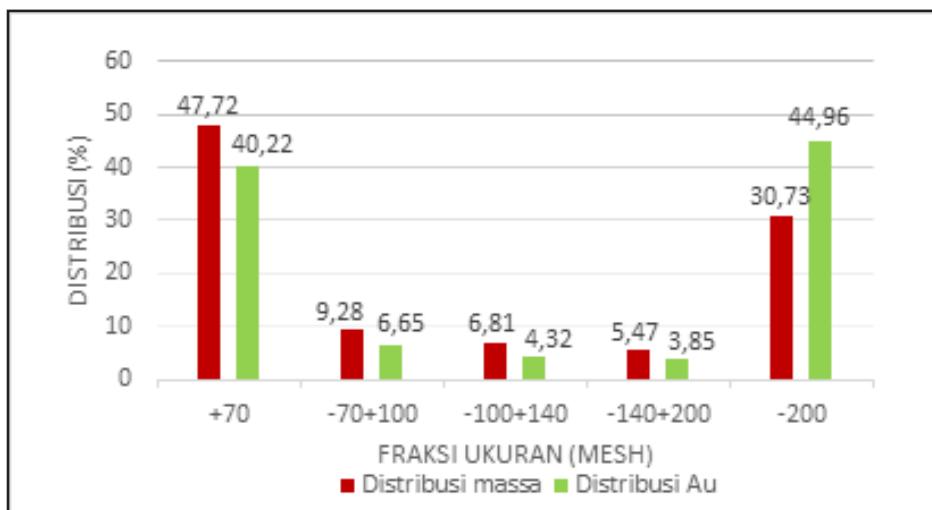
Tabel 3.2 Data analisis head assay

Unsur	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	C (%)	S (%)
Kadar	32,71	216,3	53	2,78	0,14

c. Karakterisasi menggunakan metode grading analysis

Tabel 3.3 Data hasil grading analisis

Fraksi (mesh)	Berat Tertahan (gr)	% Berat	Kumulatif Berat Tertahan (%)	Kumulatif Berat Lelos (%)	Kadar Au (ppm)	Berat Au (mg)	Distribusi Au (%)
+70	477,74	47,716	47,72	52,28	23,463	11,209	40,22
-70+100	92,90	9,279	57,00	43,00	19,950	1,853	6,65
-100+140	68,18	6,810	63,80	36,20	17,664	1,204	4,32
-140+200	54,74	5,467	69,27	30,73	19,600	1,073	3,85
-200	307,65	30,728	100	0	40,730	12,531	44,96
Total	1001,21	100				27,870	100



Gambar 3.2
Grafik distribusi emas pada sampel

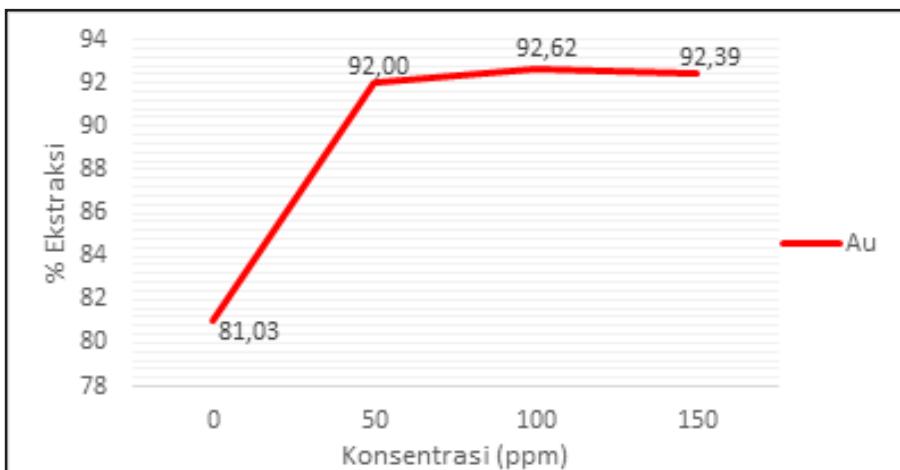
Pelindian

a. Pelindian dengan variasi Pb(NO₃)₂

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *Lead Nitrate* [Pb(NO₃)₂] terhadap ekstraksi bijih emas. *Lead nitrate* merupakan katalis yang berfungsi untuk mempercepat laju pelindian khususnya pada beberapa jenis batuan emas seperti batuan emas primer berkadar rendah, dan batuan emas yang memiliki kadar sulfur yang tinggi (*pyrite*, *galena*, *pyrrhotite*, dan *chalcopyrite*). Adapun kondisi yang digunakan adalah: waktu pelindian 24 jam, *feed* 500 gram, pH 10-11, 40% solid, NaCN 1000 ppm, sedangkan Pb(NO₃)₂ bervariasi antara 50, 100 dan 150 ppm.

Tabel 3.4 Data hasil pelindian dengan variasi konsentrasi Pb(NO₃)₂

NaCN awal dalam larutan (ppm)	Pb(NO ₃) ₂ (ppm)	Solu-tion (g/t)	Solid (g/t)	% Eks-traksi	Konsumsi NaCN (ppm)
					567
1000	0	15.12	5.31	81.03	567
1000	50	21.46	2.80	92.00	632
1000	100	24.47	2.93	92.62	628
1000	150	21.70	2.68	92.39	692



Gambar 3.3 Pengaruh penambahan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ terhadap persen ekstraksi

b. Pelindian dengan variasi konsentrasi sianida

Proses pelarutan emas dengan *leaching agent* penambahan CN dengan variasi dosis 500, 1000, dan 1500 ppm. Adapun kondisi yang digunakan adalah: waktu pelindian 24 jam, *feed* 500 gram, pH 10-11, 40% solid, dan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 100 ppm.

Tabel 3.5 Data hasil pelindian variasi konsentrasi NaCN

NaCN awal dalam larutan (ppm)	Pb(NO_3) ₂ (ppm)	Solu-tion (g/t)	Solid (g/t)	% Eks-traksi	Kon-sumsi NaCN (ppm)
500	100	19.81	4.52	86.80	432
1000	100	24.47	2.93	92.62	630
1500	100	23.50	3.17	91.75	1084

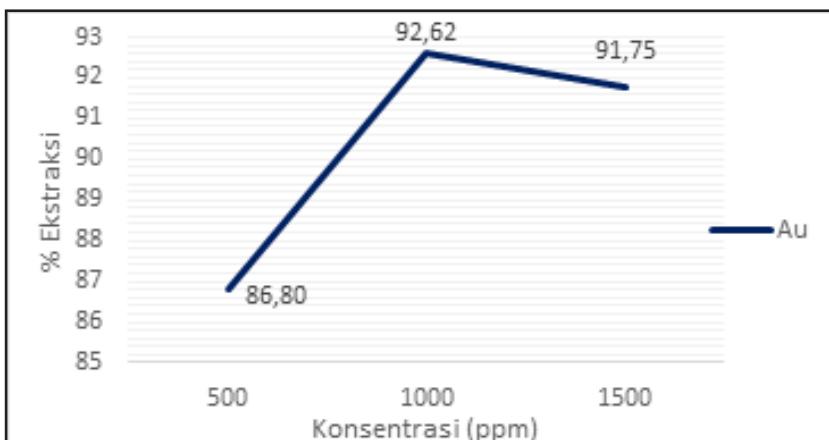
PEMBAHASAN

Adapun analisis dan pembahasan dari hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Karakterisasi Mineral

a. Karakterisasi menggunakan XRD

Hasil XRD dapat dilihat pada **Gambar 3.1** dan **Tabel 3.1**. Dari pola difraksi yang diperoleh, dapat diketahui jika bijih emas yang digunakan mengandung mineral utama yaitu kuarsa sebesar 80% dan kalsit sebesar 20%. Kuarsa dan kalsit merupakan salah satu mineral pada endapan epitermal di mana dalam endapan ini emas dan perak berasosiasi. Informasi tersebut menunjukkan bahwa bijih tersebut termasuk bijih emas oksida dan dapat berpeluang menghasilkan persen ekstraksi yang tinggi bila diekstraksi dengan menggunakan sianida. Hal ini dapat dibuktikan juga pada **Tabel**



Gambar 3.4 Pengaruh variasi konsentrasi NaCN terhadap persen ekstraksi

3.2 bahwa kadar emas yang terkandung dalam sampel cukup tinggi yaitu 32,71 ppm.

b. Karakterisasi menggunakan grading analisis

Hasil *grading* analisis dapat dilihat pada **Tabel 3.3** bahwa distribusi emas pada fraksi +70 mesh adalah 40,22%; pada fraksi -70+100 mesh adalah 6,65%; pada fraksi -100+140 mesh adalah 4,32%; pada fraksi -140+200 mesh adalah 3,85%; dan pada fraksi -200 mesh adalah 44,94%. Dari hasil analisis pada **Gambar 3.2**, dapat diketahui bahwa ukuran distribusi Au tertinggi pada ukuran -200 mesh yaitu 44,94% artinya dalam ukuran tersebut emas sudah terliberasi dengan baik. Dari diagram tersebut dapat diketahui juga bahwa kondisi distribusi Au pada fraksi +70, -70+100, -100+140, dan 140+200 mesh Au masih terikat dengan mineral lainnya (terasosiasi ataupun *terlock*), sedangkan pada fraksi -200 mesh Au berada pada kondisi *liberate*.

Ukuran -200 mesh ini nantinya akan digunakan dalam proses pelindian, ukuran tersebut memberikan keuntungan pada biaya operasi dan mempermudah bijih terlarut dalam sianida.

Variasi Konsentrasi Pb(NO₃)₂

Hasil percobaan *leaching* dengan variasi konsentrasi Pb(NO₃)₂ dengan konsentrasi NaCN 1000 ppm diperoleh nilai persen ekstraksi emas sebelum ditambahkan Pb(NO₃)₂ sebesar 81,03% dan setelah ditambahkan Pb(NO₃)₂ dengan konsentrasi 50 ppm sebesar 92%, kemudian pada konsentrasi 100 ppm sebesar 92,62% dan pada konsentrasi 150 ppm sebesar 92,39%. Nilai tersebut dapat dilihat pada **Tabel 3.4**.

Hasil percobaan *leaching* variasi konsentrasi Pb(NO₃)₂ dapat dilihat pada **Gambar 3.3** menunjukkan bahwa adanya peningkatan persen ekstraksi pada konsentrasi 100 ppm sebesar 92,62% sedangkan pada konsentrasi 150 ppm terjadi penurunan persen ekstraksi sebesar 92,39%. Hal ini menunjukkan terbentuknya Pb(OH)₂ lapisan pasif pada emas yang disebabkan penambahan Pb(NO₃)₂ yang terlalu banyak sehingga membentuk lapisan dipermukaan emas sehingga proses *leaching* terhambat (Sayiner, 2013). Selain itu dilihat dari **Tabel 3.4** konsumsi NaCN meningkat dari 567 ppm tanpa penambahan timbal nitrat menjadi 632 ppm dengan dosis penambahan 50 ppm, hal ini

disebabkan karena penambahan Pb(NO₃)₂ yang terlalu banyak menyebabkan konsumsi sianida meningkat dengan membentuk endapan *lead cyanide* yang tidak larut (Sayiner, 2013). Maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan Pb(NO₃)₂ tertinggi menggunakan konsentrasi 100 ppm.

Variasi Konsentrasi NaCN

Hasil percobaan *leaching* dengan variasi konsentrasi NaCN dengan konsentrasi Pb(NO₃)₂ 100 ppm diperoleh nilai persen ekstraksi emas pada konsentrasi 500 ppm sebesar 86,8%, kemudian pada konsentrasi 1000 ppm sebesar 92,62% dan pada konsentrasi 1500 ppm sebesar 91,75%. Nilai tersebut dapat dilihat pada **Tabel 3.5**.

Hasil percobaan *leaching* variasi konsentrasi NaCN dapat dilihat pada **Gambar 3.4** menunjukkan bahwa persen ekstraksi emas meningkat pada konsentrasi 1000 ppm sebesar 92,62% namun pada konsentrasi 500 dan 1500 ppm persen ekstraksi menurun. Keadaan ini menunjukkan bahwa *leaching* sianida tidak hanya mengendapkan emas tetapi juga unsur-unsur lain sebagai campuran emas yaitu perak. Selain itu menurut (Habashi, 1997) pada konsentrasi 1500 ppm persen ekstraksi menurun karena NaCN optimal pada konsentrasi 1000 ppm dan pada konsentrasi lebih dari 1000 ppm tidak optimal (terjadi nilai konstan). Secara teoritis, semakin besar konsentrasi sianida setelah ditambahkan katalis Pb(NO₃)₂ maka konsumsi sianida akan menurun, namun dilihat dari **Tabel 3.5** semakin besar konsentrasi sianida maka konsumsi sianida pun semakin meningkat ini dikarenakan terdapat mineral-mineral lain yang ikut terekstrak. Di mana mineral tersebut akan cepat bereaksi dengan sianida dan larut dalam larutan sianida yang mengakibatkan peningkatan konsumsi sianida (Sarempa & Ag. Isjudarto, 2019). Maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan NaCN tertinggi menggunakan konsentrasi 1000 ppm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Penambahan Pb(NO₃)₂ memberikan efek peningkatan terhadap persen ekstraksi proses sianidasi pada sampel bijih PT XYZ, dengan

persen ekstraksi awal 81,03% menjadi 92 % setelah ditambahkan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan dosis 50 ppm.

Hasil percobaan *leaching* dengan variasi $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ memperoleh persen ekstraksi yang optimal pada konsentrasi 100 ppm sebesar 92,63%. Sedangkan pada konsentrasi 50 ppm dan 150 ppm, persen ekstraksi yang diperoleh sebesar 92% dan 92,39%.

Hasil percobaan *leaching* dengan variasi NaCN memperoleh persen ekstraksi yang optimal pada konsentrasi NaCN 1000 sebesar 92,62%. Sedangkan pada konsentrasi 500 ppm dan 1500 ppm, persen ekstraksi yang diperoleh sebesar 86,8% dan 91,75%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arham, La Ode., Mufakhir, Fika. R., & Saputra, H. ((2020). *Studi Ekstraksi Bijih Emas Asal Pesawaran Dengan Metode Pelindian Agitasi Dalam Larutan Sianida*. Journal Of Science and Applicative Technology. 103-109.
- Coetzee, L., & dkk. (2011). *Modern Gold Deportment And Its Application To Industry*. SGS Mineral Services Technical Paper, 04.
- Deschênes, G., Lastra, R., Brown, J., Jin, S., & May, O. (2000). *Effect Of Lead Nitrate On Cyanidation Of Gold Ores: Progress On The Study Of The Mechanisms*. Teknik Mineral, 1263-1279.
- Deschênes, G. (2016). *Advances In The Cyanidation Of Gold*. Dalam *Gold Ore Processing (Second Edition)* (hal. Chapter 26). Elsevier.
- Habashi, F. (1997). *Handbook of Extractive Metallurgy*. Wiley-VCH.
- Hedenquist, J.W. & Arribas, A., Jr. (1999). *Epithermal gold deposits*. In F. Molnár; J. Lexa & J.W. Hedenquist (eds), *Epithermal mineralization of the Western Carpathians*. Society of Economic Geologists Guidebook 31: 13-63.
- Marsden, J., & House, C. (2006). *The Chemistry Of Gold Extraction*. Littleton, Colorado, USA: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.
- Oktay, C., Deveci, H., & Ibrahim. (2010). *Effect Of Lead Nitrate On Cyanidation Of Antimonial Refractory Gold And Silver Ores*. Conferences Paper, 639-644.
- Sayiner, B. (2013). *Influence Of Lead Nitrate On Cyanide Leaching Of Gold And Silver From Turkish Gold Ores*. Physicochemical Problems of Mineral Processing, 507-514.
- Sarempa, Apriani., & Ag, Isjudarto (2019). *Optimasi Recovery Emas dan Perak Dengan Sianida Pada Deposit Bijih Emas Kadar Emas Rendah Di PT Nusa Halmahera Minerals Daerah Gosowong Kabupaten Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara*. Yogyakarta.
- Skoog, D., & Leary, J. (1992). *Principles of Instrumental Analysis*. New York: Saunders College Publishing.
- Supriadijaja, A. (2007). *Penentuan Kadar Emas (Au) Dan Perak (Ag) Metode Fire Assay: Perbandingan Hasil Analisis Peleburan Tungku Gas Terhadap Tungku Solar*. Jurnal Riset Geologi & Pertambangan, 51-59.
- Suratman. (2016). *Gold Recovery Of Refractory Sulfide Concentrates Using Direct Cyanide Leaching With Nitrate As An Oxidant*. Indonesia Mining Journal, 153-165.



Estimasi Sumber Daya Logam Tanah Jarang dari Data Log Bor Menggunakan Metode Poligon di Desa X, Kab. Y, Prov. Bangka Belitung

Resource Estimation From Drill Log Data Using The Polygon Method At The X Village, District Y, Bangka Belitung Province

Jundan Firdaus¹, Dadan Wildan¹, Adang Saputra¹, Asep Bahtiar Purnama², Karyono²

¹PEP Bandung, Jl. Jendral Sudirman, No. 623, Bandung, Jawa Barat

²Balai Besar Pengujian Mineral dan Batubara tekMIRA, Jl. Jendral Sudirman, No. 623, Bandung, Jawa Barat

Email : jundanfirdaus@gmail.com

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:

Logam Tanah Jarang,
Pengeboran, Analisis XRF
Portable dan Analisis ICP-OES,
Metode Poligon, Sumberdaya

Logam Tanah Jarang (LTJ) merupakan salah satu dari mineral strategis dan termasuk “*critical minerals*”. LTJ berasosiasi dengan mineral timah (Sn). Pulau Bangka yang termasuk jalur sabuk timah Asia Tenggara akan menjadi fokus dalam pengembangan sumber daya LTJ. Lokasi penelitian berada pada Desa X, Kabupaten Y, Provinsi Bangka Belitung. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui klasifikasi serta jumlah sumber daya LTJ di lokasi penelitian. Metode yang digunakan adalah pengeboran sampel *soil*, preparasi sampel *soil*, analisis menggunakan XRF *Portable*, analisis ICP-OES, dan estimasi sumber daya LTJ dengan menggunakan metode poligon. Hasil penelitian menunjukkan sumber daya LTJ di lokasi penelitian berjumlah 11.314 ton dan diklasifikasikan sebagai sumber daya tereka karena jarak titik bor yang masih jauh >200m dan kedalaman lubang bor yang masih dangkal. Untuk meningkatkan keyakinan dan klasifikasi sumber daya, pada penelitian selanjutnya sebaiknya jarak antar titik lebih dirapatkan dan menambah kedalaman lubang bor untuk mengetahui posisi batuan induk. Penelitian ini mengindikasikan adanya potensi sumber daya LTJ di Bangka Belitung ini yang dapat dikembangkan setelah melalui serangkaian penelitian lanjutan.

Keywords:

Rare Earth Elements,
Drilling, Analysis with XRF
Portable dan ICP-OES Analysis,
Polygon Method, Resources

Rare Earth Elements (REE) is one of the strategic minerals and includes “critical minerals”. REE is associated with tin (Sn) minerals. Bangka Island which is part of the Southeast Asian tin belt will be the focus in developing REE resources. The research location is in X Village, District Y, Bangka Belitung Province. The purpose of this study is to determine the classification and amount of REE resources at the research site. The methods used are soil drilling, soil sample preparation, analysis using XRF Portable, ICP-OES analysis, and REE resource estimation using the polygon method. The REE resources at the research site are 11.314 tons and were classified as inferred resources because the drill hole distance was still far >200m and the borehole depth was still shallow. To increase confidence and resource classification, in future research, it is better if the distance between the drill hole is strengthened and the depth of the borehole to determine the position of the source rocks.

PENDAHULUAN

Logam Tanah Jarang (LTJ) merupakan salah satu dari mineral strategis dan termasuk “*critical minerals*”. LTJ berasosiasi dengan mineral timah (Sn) dan terpusat di wilayah Kepulauan Riau, Kep. Bangka-Belitung dan sebagian Kalimantan Barat. Karena itu daerah Sn ini menjadi fokus pengembangan potensi Logam Tanah Jarang yang terkait dengan tipe *placer*. Secara khusus wilayah sabuk timah Asia Tenggara akan menjadi fokus dalam pengembangan sumber daya Logam Tanah. Jalur timah Asia Tenggara mengandung sebagian besar sumber daya dan cadangan timah dunia, oleh karena ini merupakan potensi strategis pada kebutuhan bahan galian Logam Tanah Jarang di Indonesia pada masa yang akan datang.

Istilah logam tanah jarang didasarkan pada asumsi semula yang menyatakan bahwa keberadaan LTJ ini tidak banyak dijumpai. Walaupun namanya Logam Tanah Jarang, kuantitasnya di dalam kerak bumi sebenarnya cukup berlimpah. Namun, akibat karakteristik geokimianya, LTJ terdapat pada kondisi sangat tersebar dan sedikit ditemukan dalam jumlah yang banyak (Wahyudi, Handayani & Jafril dkk., 2017). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui klasifikasi dan jumlah sumber daya Logam Tanah Jarang di lokasi penelitian.

Geologi Regional Lokasi Penelitian

Menurut Mangga dan Djamal (1994), geologi regional lokasi penelitian memiliki urutan stratigrafi dari yang tertua hingga yang termuda sebagai berikut:

1. Formasi Tanjung Genting (TRt)

Terdiri dari perselingan batupasir dan batulempung. Batupasir dengan struktur sedimen silang siur dan laminasi bergelombang, ditemukan lensa batugamping setebal 1,5m. Batulempung berlapis baik dengan tebal 15m, dijumpai lensa batupasir halus. Formasi Tanjung Genting berumur Trias Awal.

2. Granit Klabat (TRJkg)

Granit biotit, granodiorite dan granit gensa. Granit biotit, kelabu, tekstur porfiritik dengan butir kristal sedang-kasar, fenokris feldspar panjang 4cm, dan memperlihatkan struktur foliasi. Granodiorit, putih kotor, berbintik hitam. Granit genesan, kelabu, dan berstruktur perdaunan. Umur satuan granit diperkirakan Trias Akhir–Jura Awal dan menerobos Formasi Tanjung Genting dan Kompleks Malihan Pemali.

METODOLOGI PENELITIAN

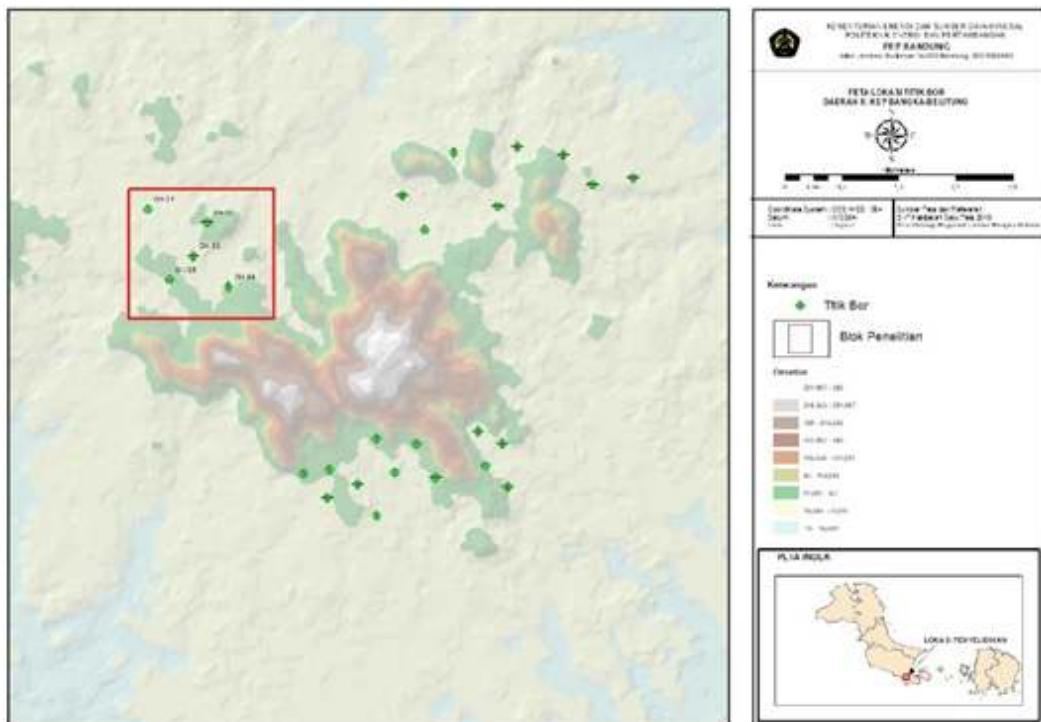
Sumber daya mineral adalah suatu konsentrasi atau keterdapatannya material yang memiliki nilai ekonomi pada atau di atas kerak bumi, dengan bentuk, kualitas, dan kuantitas tertentu yang memiliki keprospekan yang beralasan yang akhirnya dapat diekstraksi secara ekonomis. Lokasi, kuantitas, kadar, karakteristik geologi, dan kemenerusan dari sumber daya mineral harus diketahui, diestimasi, atau diinterpretasikan berdasarkan bukti-bukti dan pengetahuan geologi yang spesifik. Sumber daya mineral dikelompokkan lagi berdasar tingkat keyakinan geologinya yaitu kategori tereka, tertunjuk, dan terukur (SNI 4726-2019. 2019).

Dalam penelitian ini, sampel yang dipakai adalah sampel *soil* hasil pengeboran. Pengeboran dimaksudkan untuk mendapatkan *core* yang berupa sampel *soil*. Setelah sampel *soil* didapatkan, dilakukan preparasi sampel sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Analisis dengan XRF Portable di lokasi penelitian. XRF (*X-Ray Fluorescence*) adalah suatu metode untuk dapat menganalisis komposisi unsur dalam suatu sampel secara cepat. Hasil analisis XRF Portable kemudian diseleksi

lagi untuk menentukan sampel yang akan dianalisis lebih detail dengan metode ICP-OES. **Analisis ICP-OES** (*Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry*) adalah analisis yang digunakan untuk mendeteksi elemen kimia unsur logam. Setelah dilakukan analisis laboratorium akan didapatkan nilai unsur LTJ dari setiap sampel. Pemodelan bawah permukaan dengan software *RockWare RockWorks 17*. Pemodelan bawah tanah LTJ akan menghasilkan model litologi dan model stratigrafi. Tahap terakhir adalah estimasi sumber daya LTJ. Estimasi sumber daya menggunakan metode poligon dan nilai unsur LTJ merupakan gabungan dari XRF *Portable* dan analisis laboratorium. Setelah mendapatkan nilai sumber daya dilakukan klasifikasi sumber daya dengan acuan SNI 4726-2019. 2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian berada pada Desa X, Kabupaten Y, Provinsi Bangka Belitung. Terdapat 26 titik bor, yang terbagi menjadi 4 blok. Dalam pembahasan kali ini, terfokus pada salah satu blok yang di dalamnya terdapat 5 titik bor (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

1. Analisis XRF Portable

Sampel *soil* hasil pemboran setelah dilakukan preparasi akan dianalisis dengan metode XRF *Portable*. Analisis ini akan menghasilkan data unsur LTJ dalam satuan ppm. Analisis dengan XRF *Portable* dilakukan sebanyak 3 kali terhadap sampel. Sampel *soil* hasil pemboran dianalisis setiap 10cm.

Setelah dilakukan penjumlahan nilai unsur LTJ hasil analisis, dilakukan perhitungan rata-rata nilai unsur LTJ untuk mendapatkan nilai setiap meter. Selanjutnya dilakukan perhitungan komposit dari setiap titik bor, untuk mendapatkan nilai dari tiap lubang bor. Hasil komposit analisis XRF *Portable* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Komposit XRF Portable

Sample ID	Total Depth (m)	Composite REE (mg/kg)	Kategori
DH 01	24,5	91,34	low
DH 02	15,8	77,08	low
DH 03	30,9	105,54	medium
DH 04	13,5	196,20	medium
DH 05	17,6	295,47	medium

Nilai LTJ dibagi menjadi 3 kelas yaitu *Low* (0-1000ppm), *Medium* (100-1000ppm), dan *High* (>1000ppm). Untuk DH 02 yang memiliki nilai *low* tidak dilakukan analisis lebih lanjut di laboratorium, sedangkan DH 01, DH 03, DH 04, dan DH 05 akan dianalisis lebih lanjut di laboratorium dengan metode ICP-OES.

2. Analisis ICP-OES

Sedikit berbeda dengan data hasil analisis XRF *Portable*, nilai unsur yang terbaca oleh analisis laboratorium hanya unsur LTJ baik kelompok HREE (*High Rare Earth Element*) dan LREE (*Light Rare Earth Element*) dengan metode analisis ICP-OES. Nilai unsur LTJ yang telah dikelompokkan menjadi HREE dan LREE kemudian akan dijumlahkan untuk mengetahui nilai total LTJ setiap meter. Setelah mendapatkan nilai LTJ untuk setiap meter, dilakukan perhitungan komposit setiap meter untuk

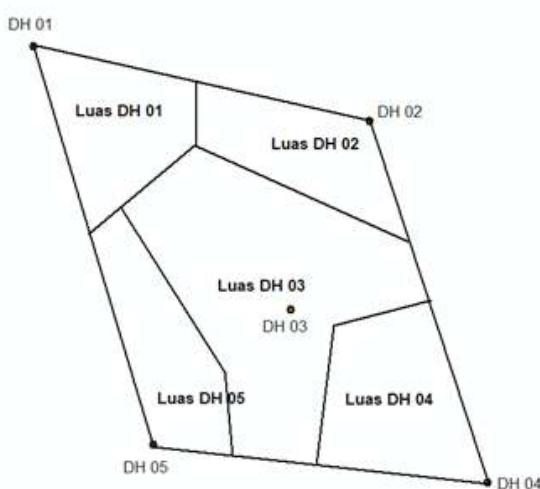
menentukan nilai komposit LTJ setiap meter. Hasil komposit nilai analisis ICP-OES dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Komposit Analisis ICP-OES

Sample ID	Total Depth (m)	Composite REE (mg/kg)	Kategori
DH 01	24,5	127,02	medium
DH 03	30,9	385,99	medium
DH 04	13,45	344,67	medium
DH 05	17,56	514,20	medium

3. Estimasi dan Klasifikasi Sumber Daya

Estimasi sumber daya LTJ di lokasi penelitian menggunakan nilai hasil analisis XRF *Portable* dan analisis ICP-OES. Kombinasi nilai digunakan karena tidak semua sampel dianalisis lebih lanjut menggunakan ICP-OES di laboratorium. Sampel yang menggunakan nilai analisis XRF *Portable* adalah sampel DH 03. Sedangkan sampel yang menggunakan nilai ICP-OES adalah sampel DH 01, DH 03, DH 04, dan DH 05. Estimasi sumber daya LTJ menggunakan metode poligon. Model poligon di lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Model Poligon

Sebelum melakukan estimasi dengan metode poligon diperlukan nilai volume, tonase, dan densitas tanah. Nilai densitas tanah yang digunakan adalah 2,65 g/cm³ (Sumiyati dan Setiyo, 2009).

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan volume adalah:

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \text{Total ketebalan (m)} \times \text{Luas (m}^2\text{)}$$

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan tonase adalah:

$$\text{Tonase (ton)} = \text{Density Tanah (kg/m}^3\text{)} \times \text{Volume (m}^3\text{)}$$

Persamaan yang digunakan dalam estimasi sumber daya LTJ adalah:

$$\text{Sumber daya (ton)} = \frac{\text{Tonase (ton)} \times \text{Nilai LTJ (ppm)}}{1.000.000}$$

Estimasi sumber daya LTJ di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Kalkulasi sumber daya LTJ

Bore	TD (m)	REE Total (ppm)	Luas (m ²)	Density Tanah (g/cm ³)	Volume (m ³)	Tonase (ton)	Sumberdaya (ton)
DH 01	24,5	127,0	82.577	2,65	2.023.136,5	5.361.311,7	681
DH 02	15,8	77,0	79.548	2,65	1.256.858,4	3.330.674,8	256
DH 03	30,9	386,0	228.021	2,65	7.045.848,9	18.671.499,6	7.207
DH 04	13,5	344,7	101.125	2,65	1.365.187,5	3.617.746,9	1.247
DH 05	17,6	514,2	80.138	2,65	1.410.428,8	3.737.636,3	1.922
			571.409			34.718.869,3	11.313,5

Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah sumber daya LTJ adalah 11.314 ton. Pertimbangan dalam klasifikasi sumber daya menurut SNI 4726-2019. 2019. adalah lokasi, kuantitas, kadar, karakteristik geologi, dan kemenerusan dari sumber daya mineral harus diketahui. Dalam pemboran kali ini jarak titik bor dalam masih jauh dan bervariasi (>200m), sehingga mengurangi tingkat keyakinan geologi. Selain itu, kedalaman bor juga masih terhitung dangkal dan belum mengenai bedrock sehingga tidak dapat diperkirakan jarak atau kemenerusan dari permukaan tanah ke batuan induk. Oleh karena itu sumberdaya LTJ dapat diklasifikasikan sebagai sumber daya tereka, karena sumber daya tereka memiliki tingkat keyakinan yang paling rendah.

Kesimpulan

Dari rangkaian kegiatan penelitian mulai dari tahapan pengeboran sampai dengan estimasi dan klasifikasi sumber daya LTJ dapat disimpulkan bahwa jumlah sumber daya LTJ di lokasi penelitian sebesar 11.314 ton dan memiliki klasifikasi sumber daya tereka. Nilai LTJ tertinggi ditemukan pada sampel DH 05, yaitu 514,2 ppm.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Asep Rohman selaku Direktur PEP Bandung, manajemen PEP Bandung, dosen, tendik, dan karyawan PEP Bandung, serta rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dan memfasilitasi dalam penulisan jurnal ilmiah ini. Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Besar Pengujian Mineral dan Batubara tekMIRA dan Bapak Aria Ramdan yang telah membimbing dan memfasilitasi di lapangan, serta rekan-rekan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Djamal, B., & Mangga, S. A. (1994). Peta Geologi Lembar Bangka Selatan, Sumatera. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Idrus, A., Titisari, A. D., Warmada, I W., & Seijadji, L. D. (2007). Diktat Mata Kuliah Eksplorasi Sumberdaya Mineral. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi FT-UGM.
- Kurniawan., & Hapsari, Y. T. (2019). Optimalisasi Operasi Pemboran Eksplorasi Nikel pada Ketidakpastian Teknis dan Ekonomi Menggunakan Metode Sistem Dinamik. IEJST (Industrial Engineering Journal of The

University of Sarjanawiyata Tamansiswa).
3(1), 13-19.

Koesoemadinata, R. P. (2012). Geologi Eksplorasi.
Bandung: ITB PRESS.

Sumiyati., Setiyo, Y. (2009). Analisis Perubahan
Sifat Fisik Tanah pada Budidaya Tanaman
Cabai Besar (*Capsicum Annum L*) dengan
Pemupukan Menggunakan Kompos.
Mataram: Program Studi Teknik Pertanian,
Fakultas Pertanian, UNRAM.

SNI 4726-2019. (2019). Pedoman Pelaporan,
Sumberdaya, dan Cadangan Mineral. Jakarta:
Badan Standarisasi Nasional.

Wahyudi, T., Handayani, S., & Jafril. (2017).
Logam Tanah Jarang : Minyak Bumi Abad
Ke-21. Jakarta: LIPI Press.



Identifikasi Zona Pengkayaan Timah Menggunakan Metode Pemboran Eksplorasi dengan Bor Bangka di Pit Y PT Mitra Stania Prima

Identification Of Tin Mineral Enrichment Zones Using The Exploration Drilling Method of Bangka Drill At Pit Y of PT Mitra Stania Prima

Choirunnisa' A.¹⁾, Adang Saputra¹⁾, Garnis Wanengcio U.²⁾

¹⁾Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung, ²⁾PT Mitra Stania Prima

Email: Canissa007@gmail.com

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Kata kunci: Timah Aluvial, Eksplorasi, Bor Bangka, *Grain Counting Analysis* (GCA).

Pulau Bangka termasuk ke dalam bagian dari sabuk timah Asia Tenggara dan penghasil timah terbesar di Indonesia. Penelitian ini dilakukan di Pit "Y" PT Mitra Stania Prima di Desa Mapur, Kecamatan Riausilip, Kabupaten Bangka. Secara regional, lokasi penelitian memiliki geomorfologi landai dengan kemiringan 0-5% dengan jenis lithologi endapan aluvial. Tujuan dari penelitian adalah untuk menentukan zona pengkayaan timah dan menentukan apakah lokasi penelitian prospek untuk dilakukan penambangan atau tidak. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemboran eksplorasi menggunakan Bor Bangka. Luas daerah penelitian 500 m x 500 m dengan sampel diambil dari 65 titik bor. Hasil dari eksplorasi dan *Grain Counting Analysis* (GCA) mendapatkan lapisan yang mengandung kadar $\text{SnO}_2 \geq 0\%$, 3 kg/m³ berada pada kedalaman -4m hingga kedalaman -39m. Pemodelan peta *isograde* menunjukkan orientasi arah kemenerusan dari barat laut ke tenggara. Endapan berukuran pasir merupakan zona lapisan yang banyak mengandung mineral pembawa timah. Berdasarkan hasil pemodelan dari peta *isopach*, ketebalan zona lapisan tersebut $\geq 5\text{m}$ pada kedalaman -4m hingga kedalaman -14m dan pada kedalaman -17m sampai -36m.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

Alluvial Tin, Exploration, Empire Drill, Grain Counting Analysis (GCA).

Bangka Island is part of the Southeast Asian tin belt and the largest tin producer in Indonesia. This research was taken at PIT "Y" PT Mitra Stania Prima in Mapur Village, Riausilip District, Bangka Regency. Regionally, the study site has a sloping geomorphology with a slope of 0-5% with a lithological type of alluvial deposits. The purpose of the study is to determine the tin mineralization

zone and determine whether the research site is a prospect for mining or not. The method used in this study is drilling exploration using Bangka Drill. The study area is 500x500m with 65 drill points. The results of the exploration and Grain Counting Analysis (GCA) found that the layer containing levels of ≥ 0.3 kg /m³ SnO₂ was at a depth of -4m to a depth of -39m. Based on the modeling results of the isograde map obtained from the orientation of the direction of the ministry from northwest to southeast. Sand-sized lithology is a layered zone that contains a lot of lead minerals. Based on the modeling results of the isopach map, the zone thickness of the layer is ≥ 5 m at a depth of -4m to a depth of -14m and at a depth of -17m to -36m.

PENDAHULUAN

Pemerintah Republik Indonesia saat ini sedang gencar membahas ketersediaan bahan baku industry “green energy”, dimana salah satu komoditi yang dianggap strategis untuk energi ramah lingkungan tersebut adalah timah. Sehingga eksplorasi sumber daya timah masih terus dilakukan, salah satunya di pulau Bangka.

Pulau Bangka merupakan pulau yang berada dalam jalur batuan granit Asia Tenggara yang berpotensi mengalami mineralisasi membentuk endapan timah dan mineral ikutannya dikenal sebagai jalur timah (*tin belt*). Kepulauan Bangka Belitung merupakan wilayah penghasil timah terbesar di Indonesia, sehingga penelitian ini dilakukan di Desa Mapur, Kecamatan Riausilip, Kabupaten Bangka.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui ketebalan, kadar dan arah penyebaran zona mineralisasi timah di lokasi penelitian. Data yang digunakan yaitu hasil pemboran eksplorasi yang diolah menjadi peta *isopach* dan peta *isograde*. Berdasarkan geologinya, lokasi penelitian memiliki litologi penyusun berupa aluvial.

METODOLOGI

Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian adalah pemboran eksplorasi yang sifatnya konvensional dengan bor bangka (Gambar 1). Bor bangka ini sudah digunakan sejak 1885 yang diciptakan oleh seorang ahli arkeologi dari *Bangka Tin Wining* (BTW) yang bernama J.E. Akkerina. Dari hasil pemboran diperoleh data kondisi sebaran lithologi secara vertikal.

Cara pengoperasian bor ini adalah dengan cara menggerakkan penyangga (*casing*) dengan diputar sehingga ujung bor akan menggerus material di

bawahnya dan akan bergerak ke bawah. Kemudian material yang terperangkap di dalam *casing* ditimba ke atas menggunakan *bailer*. Saat penetrasi katup *bailer* akan terbuka sehingga material yang tertembus bor masuk ke dalam *bailer* dan terperangkap di dalamnya. Setelah *bailer* terisi penuh diangkat ke atas dan katup akan menutup secara otomatis sehingga material tidak terlepas atau terjatuh (Gambar 2)



Gambar 1. Bor Bangka

Penelitian ini dilakukan di lokasi Pit “Y” PT Mitra Stania Prima dengan mengumpulkan sampel dari 65 titik bor (Gambar 3). Berikut beberapa tahapan dalam pengumpulan data:

Sampel hasil bor bangka dikumpulkan dengan tiap rentang kedalaman 1 meter dilakukan rata-rata sebanyak tiga kali. Sampel tersebut merupakan sampel kotor yang masih bercampur antara mineral timah dengan mineral pengotornya.

Deskripsi dilakukan terhadap sampel setiap interval 1 meter (Tabel 1).



Gambar 2. Proses mengeluarkan material dari *bailer* ke dalam ember

Setelah dideskripsi, sampel tersebut ditimbang berat bersih, berat kotor, dan volumenya.

Setelah sampel ditimbang, dilakukan pendulangan dengan menggunakan alat dulang kayu dan hasilnya merupakan sampel bersih yang langsung dimasukkan ke dalam plastik sampel.

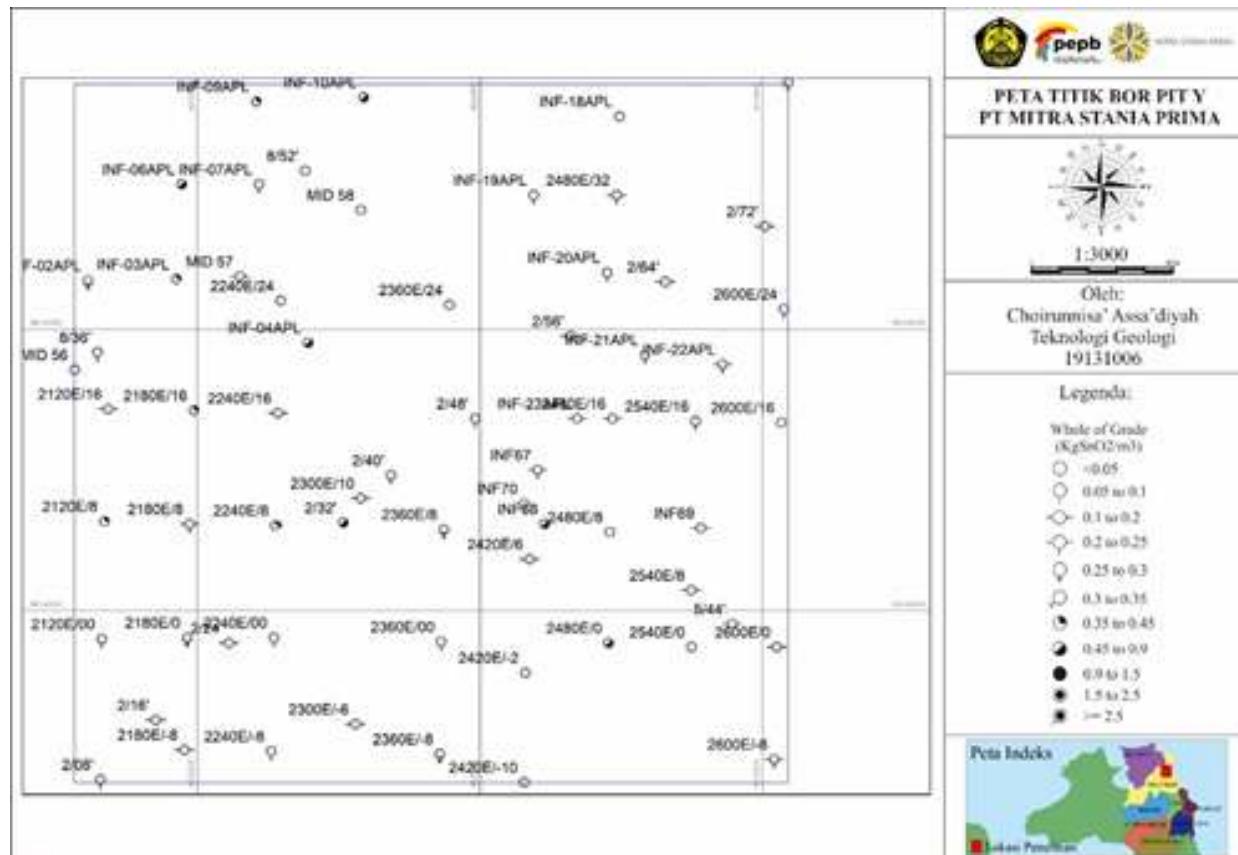
Dilakukan pendulangan sampel bersih menggunakan *coconut shell* dalam air, sampai konsestrat mineral berat mendekati 90%.

Selanjutnya sampel dikeringkan dengan menggunakan oven/kompor.

Kemudian diayak menggunakan *digital shieve shaker* dengan ukuran *mesh* (20, 50, 70, 100, -100).

Setelah diayak, sampel ditimbang sesuai dengan ukuran *mesh*-nya.

Tahap terakhir, sampel dimasukkan ke dalam plastik sampel dan siap untuk dilakukan analisis.



Gambar 3. Peta Titik bor

HASIL

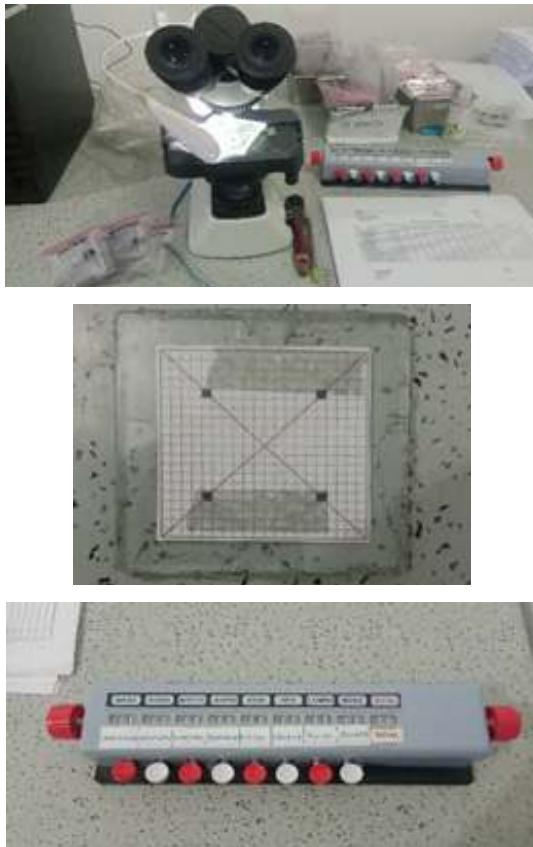
Pengolahan data pada penelitian ini terbagi dalam dua tahapan, yaitu perhitungan kadar mineral dengan menggunakan *Grain Counting Analysis* (GCA), dan

yang kedua adalah pemodelan dengan menggunakan *software micromine*. Sampel hasil pemboran pada tiap rentang satu meter dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi sampel *Grain Counting Analysis*

Nomor Sampel	Kedalaman (m)			Jenis	Warna	DESCRIPTION OF GROUND						
	DARI	SAMPAI	Ketebalan (metres)			%Ukuran Butir						
						G 64- 4	VC 2-1	C 1- 0,5	M 0,5- 0,125	F 0,125- 0,062	% Lempung	
1	0	1	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat				x	85		
2	1	2	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat				x	90		
3	2	3	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat				x	95		
4	3	4	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat				x	85		
5	4	5	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat				x	85		
6	5	6	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat				x	95		
7	6	7	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat				x	85		
8	7	8	1	Humus	Putih - Coklat				x	100		
9	8	9	1	Humus	Putih - Coklat				x	100		
10	9	10	1	Humus	Putih - Coklat				x	100		
11	10	11	1	Humus	Putih - Coklat				x	100		
12	11	12	1	Pasir	Putih - Coklat				x	30		
13	12	13	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat				x	85		
14	13	14	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat				x	85		
15	14	15	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat				x	90		
16	15	16	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat				x	75		
17	16	17	1	Lempung	Putih - Coklat	x	x	x	x	100		
18	17	18	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat	x	x	x	x	10		
19	18	19	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat	x	x	x	x	15		
20	19	20	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat	x	x	x	x	10		
21	20	21	1	Lempung pasiran	Putih - Coklat	x	x	x	x	5		
22	21	22	1	Pasir	Putih - Coklat	x	x	x	x	5		
23	22	23	1	Pasir	Putih - Coklat	x	x	x	x	10		
24	23	24	1	Pasir	Putih - Coklat	x	x	x	x	15		
25	24	25	1	Pasir	Putih - Coklat	x	x	x	x	10		

Analisis ini dilakukan untuk melihat kandungan mineral yang ada dalam sampel dengan menggunakan mikroskop (Gambar 4.a) dan menghitung jumlah mineralnya. Pada tahap ini, sampel akan dianalisis berapa jumlah mineral pembawa timah (kasiterit) dan berapa jumlah mineral pengikutnya dengan menggunakan alat *Differential Counter* (Gambar 4.c). Mineral kasiterit (mineral timah) dicirikan dengan warna kecoklatan dan memiliki kilap minyak (Gambar 5).

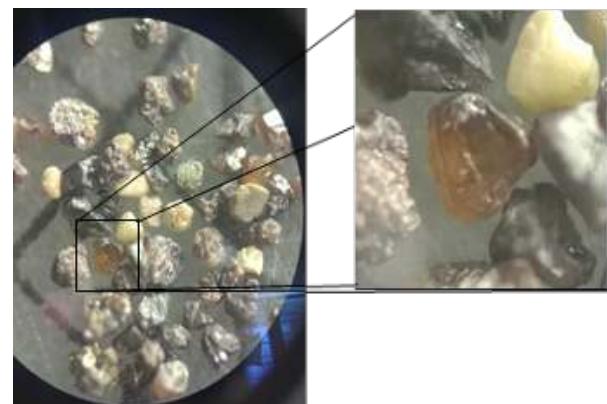


Gambar 4 a Mikroskop, b Kaca preparat, c *Differential Counter*

Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan mikroskop, masing-masing sampel dihitung kadar mineral kasiteritnya dengan menggunakan persamaan 1 dan bantuan *Software Microsoft Excel* hasilnya diperlihatkan pada (Tabel 2).

Kadar SnO_2 (Kg/m^3)

$$= \frac{\text{Berat Konsentrat (\%)} \times \text{Berat Konsentrat (gram)}}{\text{Volume Total (L)}} \dots\dots(1)$$



Gambar 5 Mineral kasiterit dilihat dengan menggunakan mikroskop

Tahap terakhir adalah pemodelan dengan menggunakan *software mincromine*. Untuk deskripsi litologinya akan dibuat dalam bentuk peta *isopach* dan untuk data perhitungan kadar mineralnya akan dibuat dalam bentuk peta *isograde*.

No	Tanggal	Lokasi	Kode sampel	Volume Sampel (m^3)	Berat Konsentrat (gr)	Berat kasiterit (%)	Sn (%)	Berat Monasit (%)	Berat Zirkon (%)	Berat Ilmenit (%)	Kadar Kasiterit (Kg/m^2)	Kadar Monasit (Kg/m^2)	Kadar Zirkon (Kg/m^2)	Kadar Ilmenit (Kg/m^2)
1			2/08_17	12,00	1,28	83,14	65,5	3,66	0,6	6,92	0,09	0,00	0,00	0,01
2			2/08_18	11,00	41,79	87,21	68,7	2,46	0,38	4,53	3,31	0,09	0,01	0,17
3			2/08_19	10,50	50,4	92,03	72,5	1,14	0,42	2,3	4,42	0,05	0,02	0,11
4			2/08_20	9,00	20,14	90,76	71,5	1,89	0,53	1,9	2,03	0,04	0,01	0,04
5	2/08'		2/08_21	10,00	10,61	84,93	66,9	2,4	0,48	7,77	0,90	0,03	0,01	0,08
6			2/08_22	12,00	8,43	83,14	65,5	3,59	0,34	8,58	0,58	0,03	0,00	0,06
7			2/08_23	10,00	16,08	71,85	56,6	6,34	0,48	15,81	1,16	0,10	0,01	0,25
8			2/08_24	10,50	8,66	64,61	50,9	9,23	0,76	18,15	0,53	0,08	0,01	0,15
9			2/08_25	10,00	2,65	86,06	67,8	2,9	0,45	5,62	0,23	0,01	0,00	0,01

Perhitungan kadar mineral dilakukan pada 65 titik pemboran.

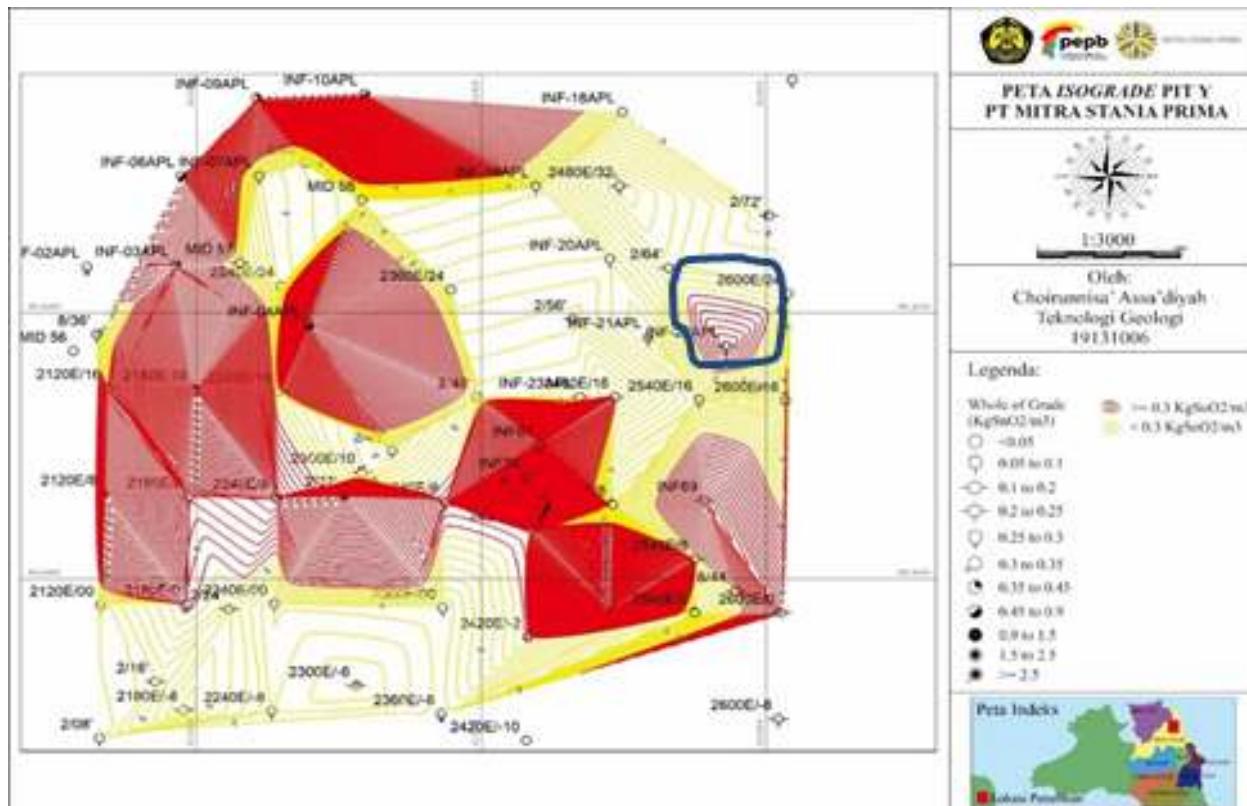
PEMBAHASAN

Pemodelan pada penelitian ini menggunakan *software micromine* yang dibagi menjadi dua pemodelan, yaitu peta *isograde* dan peta *isopach*.

Model Peta *Isograde*

Pemodelan yang pertama diperoleh dari perhitungan kadar mineralnya. Zona dengan garis kontur berwarna merah memiliki kadar mineral kasiterit

(SnO_2) $\geq 0,3 \text{ kg/m}^3$ SnO_2 (kasiterit), sedangkan zona dengan garis kontur berwarna kuning memiliki kadar $\text{SnO}_2 < 0,3 \text{ kg/m}^3$ SnO_2 . Didapatkan bahwa rata-rata pada kedalaman -4m sampai -39m yang memiliki kadar $\text{SnO}_2 \geq 0,3 \text{ kg/m}^3$ dengan arah orientasi sebaran dari barat laut ke tenggara (Gambar 6). Adapun zona yang memiliki kadar tinggi namun tidak memiliki kemenerusan, hanya terfokus pada satu cekungan dengan kadar $\text{SnO}_2 \geq 0,3 \text{ kg/m}^3$, ditandai dengan garis berwarna biru.

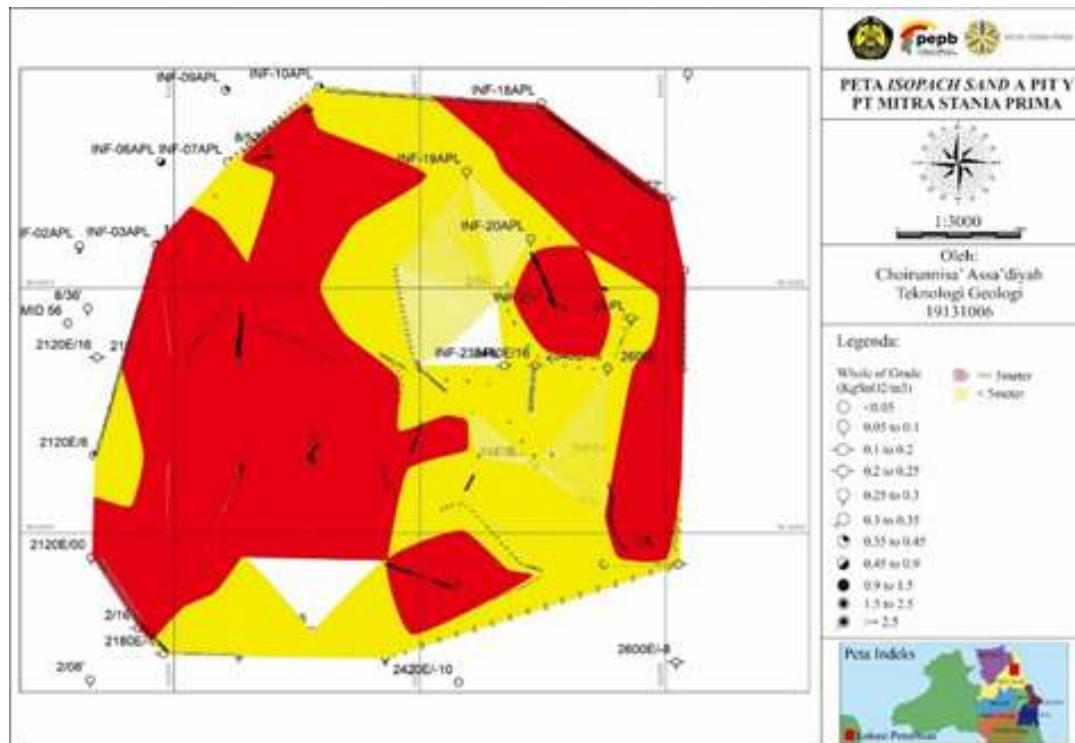


Gambar 6. Peta *isograde* PIT Y

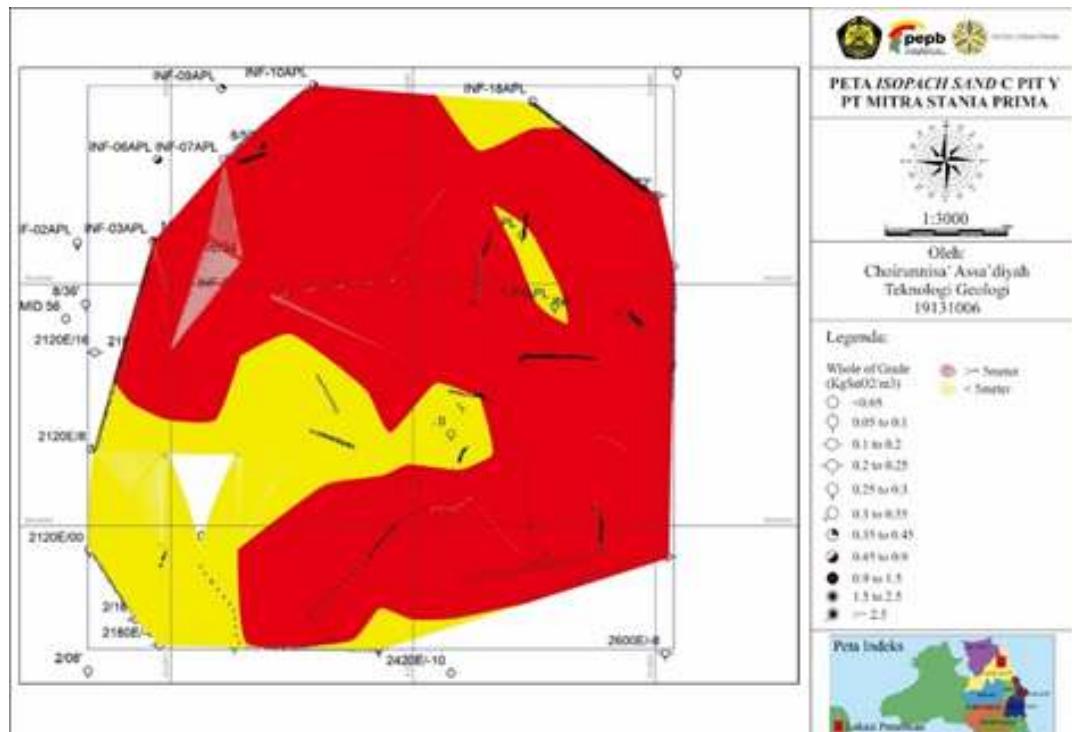
Model Peta *Isopach*

Pemodelan yang kedua berdasarkan data litologinya. Dalam penelitian ditemukan tiga lapisan, di mana lapisan pasir pembawa timah disisipi oleh lapisan lempung dengan tebal 2 m. Lapisan pasir dikelompokkan berdasarkan ketebalannya, di mana ketebalan lapisan pasir $\geq 5\text{m}$ ditunjukkan dengan garis kontur berwarna merah, sedangnya lapisan

pasir dengan tebal $< 5\text{m}$ ditunjukkan dengan garis kontur berwarna kuning. Pada kedalaman -4m sampai -14m pada *sand A* (Gambar 7) orientasi arah kemenerusan di bagian barat laut ke barat daya dan kedalaman -17m sampai -36m pada *sand B* (Gambar 8) orientasi arah kemenerusan barat ke tenggara.



Gambar 7. Peta *isopach sand A*



Gambar 8. Peta *isopach sand C.*

KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah diuraikan di atas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Peta *isograde* yang telah dibuat menunjukkan bahwa zona mineralisasi timah berada pada kedalaman antara -4m hingga -39m. Penyebaran zona mineralisasinya memiliki orientasi arah kemenerusan baratlaut – tenggara. Adapun area yang merupakan zona mineralisasi namun tidak mengalami kemenerusan hanya terdapat pada satu cekungan dengan kadar $\geq 0,3 \text{ kg/m}^3 \text{ SnO}_2$

Area yang memiliki kandungan timah tinggi dengan lapisan yang cukup tebal yakni berupa endapan aluvial dengan penyusun berupa pasir. Pada Pit "Y" terdapat di kedalaman -4m sampai -14m arah kemenerusannya utara – baratdaya dan pada -17m sampai -36m dengan arah kemenerusannya baratlaut– tenggara.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada PT Mitra Stania Prima yang telah memberikan banyak materi teoritis maupun lapangannya. Kepada Politeknik Energi dan Pertambangan Bandung yang telah membantu dalam melancarkan semua kebutuhan penulis dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Barber, A.J., Crow, M.J. dan De Smet, M.E.M. (2005) *Tectonic Evolution In: Barber, A.J., Crow, M.J., Milsom, J.S. (Eds.), Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution. Geological Society Memoar*, 31, pp.234-257.
- Cairncross, B. (2020) "The where of mineral names: Nigerite (now ferronigerite-2NIS) Egbe District, Kogi State, Nigeria," *Rocks & Minerals*, 95(4), hal. 377–379. doi: 10.1080/00357529.2020.1744102.
- Cobbing, E.J. (2005) *Granite. in Barber, A.J., Crow, M.J. and Milsom,J.S. (ed.) Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution. Geological Society Memoir*, No. 31.
- Fadli Afdil, 2021, Bor Bangka, diakses pada 20 Januari 2022 pukul 10.00, dari https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=https%3A%2F%2Fwww.scribd.com%2Fdocument%2F497804661%2FBORBANGKA&btnG=
- Kinnaird, J. A., Nex, P. A. M. dan Milani, L. (2016) "Tin in Africa," *Episodes*, 39(2), hal. 361–380. doi: 10.18814/epiugs/2016/v39i2/95783.
- Mangga. Andi. S., & B. Djamal, 1994, Peta Geologi Lembar Bangka Utara, Sumatera, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi,
- Pratama A., 2016, Identifikasi Potensi Sumber Daya Timah Primer Dengan Menggunakan Induksi Polarisi dan Resistivitas Daerah Bukit Puyuh Kec Tempilang Bangka Barat , Skripsi, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Wahyudin., Lantu., & Syamsuddin., 2017, Aplikasi Metode Polarisi Terinduksi (Ip) dan Resistivitas untuk Zona Mineralisasi Timah di Area Bangka Barat, Program Studi Geofisika, Unhas
- Waluyo. HS. Soegeng & Sucipto, 2012, Tinjauan Geologi Regional Bangka Belitung untuk Calon Tapak Dosposal Limbah Radioaktif PLTN, Bidang Teknologi Penyimpanan Lestari – PTLR Batan.