

SERTIFIKAT

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia



Kutipan dari Keputusan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia

Nomor 158/E/KPT/2021

Peringkat Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode 1 Tahun 2021

Nama Jurnal Ilmiah

Teknik

E-ISSN: 24609919

Penerbit: Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Ditetapkan Sebagai Jurnal Ilmiah

TERAKREDITASI PERINGKAT 2

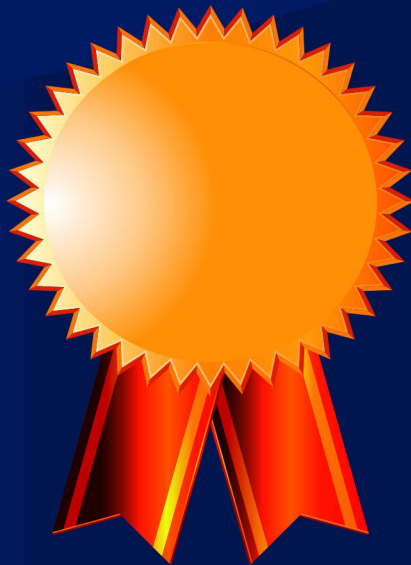
Akreditasi Berlaku selama 5 (lima) Tahun, yaitu
Volume 41 Nomor 3 Tahun 2020 Sampai Volume 46 Nomor 2 Tahun 2025

Jakarta, 09 December 2021

Plt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi,
Riset, dan Teknologi



Prof. Ir. Nizam, M.Sc., DIC, Ph.D., IPU, ASEAN Eng
NIP. 196107061987101001





TEKNIK

Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Kerekayasaan

Available online at: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik>

Perbaikan Kualitas Layanan Menggunakan Model Hibrid Analisis *Big Data*: Kasus Restoran *Barbeque* Korea AYCE

Rancang Bangun Alat Pemantau Kesehatan Perorangan untuk Deteksi Dini *Silent Hypoxia*

Analisis Penambahan Ion Na dan Ca pada Hidrolisis Pati Singkong (*Manihot esculanta*) untuk Meningkatkan Aktivitas Enzim: Studi Kinetika Hidrolisis

Pendekatan Neurosains dalam Pemahaman Bentuk Spasial Kota untuk Melengkapi Variasi Respon Pengamat

Analisis Performansi Penerapan *State-Estimator* pada *Hardware-In-The-Loop* Sistem *Ball and Beam*

Aplikasi Metode DRASTIC untuk Analisis Kerentanan Air Tanah terhadap Pencemaran di Kabupaten Tanah Laut, Kabupaten Banjar, dan Kota Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan

Analisis Spasial Perkembangan Kawasan Permukiman Perkotaan di Kabupaten Kudus Dengan Model *Cellular Automata Marcov* (Studi Kasus: Kecamatan Kota, Kecamatan Bae, Kecamatan Jati dan Kecamatan Kaliwungu)

Audit Tata Kelola Teknologi Informasi Pada Perusahaan Menggunakan *Domain* DSS dan MEA Kerangka Kerja COBIT 2019 (Studi Kasus: Fakultas Teknik UNDIP)

Analysis of CaCO₃ Impregnation on HY Zeolite Surface Area, Pore Size, and Activity in the Catalytic Cracking of Palm Oil to Biofuels

Hubungan Ukuran Butir Terhadap Kadar Nikel pada Zona Saprolit Endapan Nikel Laterit Site Moronopo, Kabupaten Halmahera Timur, Maluku Utara

Analisis Sisa Masa Layan Perkerasan Lentur Berdasarkan Prediksi Kerusakan dengan Metode MEPDG dan Prediksi Nilai Kondisi

Perancangan *Uninterruptible Power Supply (UPS)* untuk Peningkatan Fleksibilitas Penggunaan dan Lebih Ekonomis dengan *Inverter Kendali Pulse Width Modulation (PWM)* Berbasis Mikrokontroler ATmega 328

TEKNIK

Vol. 43
No. 1

Halaman
1 - 111

Mei 2022

TIM EDITOR

Ketua Penyunting (Editor in Chief):

Dr. Eng. Wahyul Amien Syafei, S.T., M.T. (Teknik Elektro, Universitas Diponegoro)

Dewan Penyunting (Editorial Board):

Prof. Dr. Istadi, S.T., M.T. (Teknik Kimia, Universitas Diponegoro)
Prof. Dr. Ir. A. P. Bayuseno, M.Sc. (Teknik Mesin, Universitas Diponegoro)
Prof. Dr. Ir. Sri Prabandiyani, M.Sc. (Teknik Sipil, Universitas Diponegoro)
Prof. Dr. Ir. Atik Suprpti, M.T. (Teknik Arsitektur, Universitas Diponegoro)
Dr. Ir. Maria Wahyuni, M.T. (Teknik Sipil, Universitas Katholik Soegijapranata)

Penyunting Bagian (Section Editor):

Dr. Iwan Setiawan, S.T., M.T.
Dr. Yasser Wahyuddin, S.T., M.T., M.Sc.

Mitra Bebestari (Peer-Reviewers):

Prof. Wimpy Santosa, Ph.D (Teknik Sipil, Universitas Parahyangan)
Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si (Teknik Kimia, Universitas Diponegoro)
Prof. Dr. Andri Cahyo Kumoro, S.T., M.T. (Teknik Kimia, Universitas Diponegoro)
Prof. Dr. Ir. Atik Suprpti, M.T. (Teknik Arsitektur, Universitas Diponegoro)
Prof. Dr. Ir. Erni Setyowati, M.T. (Teknik Arsitektur, Universitas Diponegoro)
Daryus Chandra, M.Eng, PhD (University of Naples Federico II)
Dr. Bambang Cahyono, MS (Kimia, Universitas Diponegoro)
Dr.-Ing. Ir. Silviana, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. (Teknik Kimia, Universitas Diponegoro)
Dr. Eng. Wahyul Amien Syafei, S.T., M.T. (Teknik Elektro, Universitas Diponegoro)
Ir. Sumardi, S.T., M.T., IPM. (Teknik Elektro, Universitas Diponegoro)
Dr. Iwan Setiawan, S.T., M.T. (Teknik Elektro, Universitas Diponegoro)
Dr. Yasser Wahyuddin, S.T., M.T., M.Sc. (Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro)
Dr. Firman Hadi, S.Si., MT. (Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro)
Agung Budi Prasetyo, S.T, M.IT., Ph.D. (Teknik Komputer, Universitas Diponegoro)
Adinda Sekar Tanjung, ST, MT (PWK, Institut Teknologi Sumatera)
Nurakhmi Qadaryati, ST, M.Eng (Teknik Geologi, Universitas Diponegoro)
Narulita Santi, ST, M.Eng (Teknik Geologi, Universitas Diponegoro)

Staf Editorial & Technical Support:

Lis Setyowati, S.Sos., M.A.
Muhamad Taqiyyuddin, S.T.

Penerbit:

Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Sekretariat: Dekanat Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Soedarto, Kampus Undip
Tembalang, Semarang, Tel. (024) 7460053

Website: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik>;

E-mail: jteknik@live.undip.ac.id

DAFTAR ISI

Fokus, Ruang Lingkup, dan Indeksasi TEKNIK	i
Tim Editor	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Perbaikan Kualitas Layanan Menggunakan Model Hibrid Analisis Big Data: Kasus Restoran Barbeque Korea AYCE <i>Ronald Sukwadi, Williem Halim, Nguyen Thi Bich Thu</i> <i>Program Studi Teknik Industri, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya; Industrial Systems Engineering, HCMC University of Technology and Education</i>	1-7
Rancang Bangun Alat Pemantau Kesehatan Perorangan untuk Deteksi Dini Silent Hypoxia <i>Heri Kuswoyo, Ernia Susana, Hendrana Tjahjadi</i> <i>Jurusan Teknik Radiodiagnostik & Radioterapi, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Jakarta II; Pusat Unggulan – Pengembangan, Pengujian dan Kalibrasi Peralatan Kesehatan, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Jakarta II; Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pertahanan</i>	8-16
Analisis Penambahan Ion Na dan Ca pada Hidrolisis Pati Singkong (<i>Manihot esculanta</i>) untuk Meningkatkan Aktivitas Enzim: Studi Kinetika Hidrolisis <i>Hargono Hargono, Bakti Jos, Hantoro Satriadi, Muhammad Fahmi Zakaria</i> <i>Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro</i>	17-24
Pendekatan Neurosains dalam Pemahaman Bentuk Spasial Kota untuk Melengkapi Variasi Respon Pengamat <i>Edi Purwanto, Rosyida Ayuningtyas</i> <i>Departemen Arsitektur Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro</i>	25-35
Analisis Performansi Penerapan State-Estimator pada Hardware-In-The-Loop Sistem Ball and Beam <i>Muhammad Zakiyullah Romdlony, Fakhri Irsyadi, Dien Rahmawati, Handika Y. Kristiawan</i> <i>Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom; Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah</i>	36-44
Aplikasi Metode DRASTIC untuk Analisis Kerentanan Air Tanah terhadap Pencemaran di Kabupaten Tanah Laut, Kabupaten Banjar, dan Kota Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan <i>Thomas Triadi Putranto, Mochamad Arief Budihardjo, Anik Sarminingsih</i> <i>Departemen Teknik Geologi, Universitas Diponegoro; Departemen Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro</i>	45-56
Analisis Spasial Perkembangan Kawasan Permukiman Perkotaan di Kabupaten Kudus Dengan Model Cellular Automata Markov (Studi Kasus: Kecamatan Kota, Kecamatan Bae, Kecamatan Jati dan Kecamatan Kaliwungu) <i>Fauzi Janu Amarrohman, Yasser Wahyuddin, Elly Indah Novialis</i> <i>Departemen Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro</i>	57-66

Audit Tata Kelola Teknologi Informasi Pada Perusahaan Menggunakan Domain DSS dan MEA Kerangka Kerja COBIT 2019 (Studi Kasus: Fakultas Teknik UNDIP) <i>Ike Pertiwi Windasari, Monanzarifa Yonanta, Ratna Yuli Himawati, Adian Fatchur Rochim</i> <i>Departemen Teknik Komputer, Universitas Diponegoro</i>	67-77
<i>Analysis of CaCO₃ Impregnation on HY Zeolite Surface Area, Pore Size, and Activity in the Catalytic Cracking of Palm Oil to Biofuels</i> <i>Rosyad Adrian Febriansyar, Teguh Riyanto, I. Istadi</i> <i>Department of Chemical Engineering, Universitas Diponegoro; Laboratory of Plasma - Catalysis (R3.5), Center of Research and Services - Diponegoro University (CORES-DU)</i>	78-86
Hubungan Ukuran Butir Terhadap Kadar Nikel pada Zona Saprolit Endapan Nikel Laterit Site Moronopo, Kabupaten Halmahera Timur, Maluku Utara Tri Winarno , Rinal K. Ali, Resa Komala <i>Departemen Teknik Geologi, Universitas Diponegoro</i>	87-92
Analisis Sisa Masa Layan Perkerasan Lentur Berdasarkan Prediksi Kerusakan dengan Metode MEPDG dan Prediksi Nilai Kondisi <i>Muhammad Wardan B. Cahyono, Latif Budi Suparma, Agus Taufik Mulyono</i> <i>Balai Pengembangan Jasa Konstruksi, Dinas PUPESM, Pemda DIY;</i> <i>Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada</i>	93 - 101
Perancangan <i>Uninterruptible Power Supply (UPS)</i> untuk Peningkatan Fleksibilitas Penggunaan dan Lebih Ekonomis dengan Inverter Kendali <i>Pulse Width Modulation (PWM)</i> Berbasis Mikrokontroler ATmega 328 <i>Rakhmad Syafutra Lubis, Abdul Haris, Tarmizi</i> <i>Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala</i>	102-111
Petunjuk Penulisan 2022 (<i>Author Guidelines 2022</i>)	<i>App. 1-5</i>
<i>Erratum</i>	<i>App. 6</i>

Hubungan Ukuran Butir Terhadap Kadar Nikel pada Zona Saprolit Endapan Nikel Laterit Site Moronopo, Kabupaten Halmahera Timur, Maluku Utara

Tri Winarno*, Rinal K. Ali, Resa Komala

Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Penelitian dilakukan pada Dinding A dan Dinding B Tambang Moronopo PT Antam Tbk, Halmahera Timur, Maluku Utara. Daerah ini merupakan blok yang telah dibuka untuk proses penambangan. Secara umum, urutan stratigrafi endapan nikel laterit dari atas (muda) ke bawah (tua) berupa tanah penutup, limonit, saprolit dan bedrock. Zona saprolit merupakan lapisan bijih yang ekonomis terhadap kandungan Ni. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan ukuran butir batuan pengandung mineral bijih dengan mineralogi dan kadar Ni yang ekonomis. Metode penelitian yang digunakan meliputi metode fraksinasi ukuran butir yaitu pada fraksi ukuran -5 cm, +5 cm, +10 cm, +15 cm, +20 cm dan +25 cm, dan analisis XRF untuk mengetahui kadar Ni. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa batuan pada zona saprolit tersusun atas mineral olivin, serpentin, garnierit dan krisopras. Hasil analisis XRF menunjukkan bahwa kadar Ni paling tinggi dijumpai pada ukuran fraksi paling halus (-5 cm) yaitu 2,4% dan paling rendah pada fraksi paling kasar (+25 cm) yaitu 1,87% namun masih tergolong ekonomis.

Kata kunci: Halmahera Timur, Moronopo, nikel laterit, zona saprolit, fraksinasi

Abstract

[Title: The Relationship of Grain Size to Nickel Grade at Saprolite Zone of Lateritic Nickel Deposit in Moronopo Site, East Halmahera Regency, North Maluku] The research was conducted at the Dinding A and Dinding B, Moronopo Site PT Antam Tbk, East Halmahera, North Maluku which is a block that has been opened for the mining process. Generally the stratigraphy of laterite nickel deposits, from top (young) to bottom (old) consists of overburden, limonite, saprolite and bedrock. The saprolite zone is an economical ore layer for Ni content. This research aims to determine the relationship between grain size of ore and the mineralogy and economical Ni content. The research methods used include the grain size fractionation method with sizes of -5 cm, +5 cm, +10 cm, +15 cm, +20 cm and +25 cm, and XRF analysis to determine the Ni content. The result of this study shows the rocks in the saprolite zone containing minerals such as olivine, serpentine, garnierite and chrysoprase. The XRF analysis result shows the highest Ni content is found in the finest grain fraction (-5 cm) i.e. 2.4% and the lowest Ni content found in the coarsest grain fraction (+25 cm) i.e. 1.87 % but is still classified as economic..

Keywords: East Halmahera, Moronopo, nickel laterite, saprolite zone, fractionation

1. Pendahuluan

Salah satu daerah penghasil nikel laterit di Indonesia adalah Halmahera Timur yang terletak di Provinsi Maluku Utara. Halmahera Timur merupakan

bagian dari mandala geologi Halmahera Timur yang berlokasi di *Circum Pacific Orogenic Belt*, dimana batuan dasarnya merupakan batuan berumur Pra-Tersier (*Strata Upper Mesozoic* sampai dengan *Lower Tertiary*). Mandala geologi Halmahera Timur mempunyai beragam formasi batuan, mulai batuan beku hingga batuan sedimen (Apandi dan Sudana, 1980). Yang merupakan batuan dasar di Halmahera Timur yaitu satuan batuan ultrabasa (Ub). Satuan batuan ultrabasa (Ub) terdiri dari

*) Penulis Korespondensi.

E-mail: tri.winarno@undip.ac.id

Perbaikan Kualitas Layanan Menggunakan Model Hibrid Analisis Big Data: Kasus Restoran Barbeque Korea AYCE

Ronald Sukwadi ^{1*}, Willienn Halim ¹, Nguyen Thi Bich Thu ²

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya,

Jl. Raya Sampora, Cisauk, BSD City, Tangerang 15345

²Industrial Systems Engineering, HCMC University of Technology and Education

No 1 Vo Van Ngan Street, Linh Chieu Ward, Thu Duc District, Ho Chi Minh City, Vietnam

Abstrak

Industri kuliner terus mengalami perkembangan tiap tahunnya. Salah satu yang menjadi fenomena adalah restoran all you can eat (AYCE) Korean BBQ. Hal tersebut menyebabkan semakin ketatnya persaingan usaha restoran. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi kebutuhan pelanggan, menentukan prioritas atribut layanan serta memberikan usulan perbaikannya. Model hibrid yang digunakan merupakan integrasi analisis Big Data, metode Quality Function Deployment (QFD), dan Analytical Hierarchy Process (AHP). Analisis Big Data dengan Latent Dirichlet Allocation (LDA) digunakan untuk menentukan kebutuhan pelanggan berdasarkan review Zomato. Hasilnya menunjukkan terdapat 10 kebutuhan pelanggan restoran AYCE Korean BBQ sebagai input Voice of Customer (VOC) pada metode QFD. Hasil dari metode AHP menunjukkan 5 prioritas strategi layanan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Usulan strategi tersebut adalah membuat sistem pengontrolan berlapis dan survey kepuasan pelanggan, menerapkan sistem First In First Out (FIFO) dan Last In First Out (LIFO), melakukan pengecekan tentang kondisi alat penyimpanan bahan baku, memperbaiki SOP layanan yang ada, serta memberikan briefing dan training secara berkala.

Kata kunci: kebutuhan pelanggan; restoran; big data analysis; QFD; AHP

Abstract

[Title: Quality Service Improvement using Hybrid Big Data Analytics Model: A Case of AYCE Korean BBQ Restaurant] The culinary industry continues to develop every year. One of the phenomena is all you can eat (AYCE) Korean BBQ restaurant. This will cause increasingly intense competition in the restaurant business. The aims of this study are to identify customer needs, to determine the priority of the service attributes, and to provide appropriate suggestions to AYCE Korean BBQ restaurant. The big data analysis using LDA method was applied to determine customer needs based on the Zomato review. The results showed that ten customer needs are identified as Voice of Customer (VOC) for HOQ of the Quality Function Deployment (QFD). The results of the AHP showed that 5 priorities of improvement strategies. The appropriate suggestions for Korean BBQ restaurant are to create a layered control system and customer satisfaction surveys, to implement FIFO and LIFO systems, to check the condition of raw material storage equipment, to improve existing service SOPs, and to provide periodic briefings and training.

Keywords: customer needs; restaurant; big data analysis; QFD; AHP

^{*)} Penulis Korespondensi.

E-mail: ronald.sukwadi@atmajaya.ac.id

1. Pendahuluan

Perkembangan industri kuliner terus mengalami perkembangan yang semakin meningkat setiap tahunnya. Saat ini kuliner tidak hanya sebagai produk konsumsi saja, melainkan sudah menjadi gaya hidup dari

Rancang Bangun Alat Pemantau Kesehatan Perorangan untuk Deteksi Dini *Silent Hypoxia*

Heri Kuswoyo¹, Ernia Susana^{2*}, Hendrana Tjahjadi³

¹ Jurusan Teknik Radiodiagnostik & Radioterapi, Politeknik Kesehatan
Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Jakarta II

² Pusat Unggulan – Pengembangan, Pengujian dan Kalibrasi Peralatan Kesehatan, Politeknik Kesehatan
Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Jakarta II
Jl. Hang Jebat III/F3 Kebayoran Baru Jakarta Selatan 12120

³ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Militer, Universitas Pertahanan,
Kawasan IPSC Sentul, Sukahati, Bogor, Jawa Barat 16810

Abstrak

Silent hypoxia pada pasien Covid-19 dan gejala hipoksemia berat perlu penanganan yang tepat. Kasus ini sering muncul tanpa gejala namun dapat mengancam jiwa, sehingga memerlukan peralatan pemantau kesehatan. Teknologi embedded system dan Internet of Things (IoT) mendukung pengembangan peralatan pemantau kesehatan perorangan berbiaya rendah. Peralatan yang berpotensi dikembangkan untuk kasus tersebut adalah pulse Oximeter. Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan purwarupa pulse oximeter yang terintegrasi dengan sensor suhu dan interpretasi hasil berupa kondisi "normal" dan "hipoksia". Purwarupa ini diberi nama OxyTemp yang telah dilengkapi oleh teknologi IoT melalui aplikasi Blynk sehingga dapat memonitor kondisi pengguna dari jarak jauh melalui handphone. Desain penelitian menggunakan Research & Development dengan teknik Reverse Engineering Level 3. Purwarupa telah melalui uji terbatas pemeriksaan fisik, fungsi, pengujian keselamatan listrik dan pengujian kinerja masing-masing parameter menggunakan alat kalibrator yang sesuai. Metode kerja yang digunakan mengacu pada SK Direktur Jenderal Pelayanan Kesehatan Tahun 2018 No. 041-18 tentang Metode Kerja Pengujian Pulse Oximeter.

Kata kunci: silent hipoksia; pulse Oximeter; suhu; hipoksemia; IoT; embedded system; blynk

Abstract

[Title: Design of Personal Health Monitoring Devices for Early Detection of Silent Hypoxia] *Silent hypoxia in Covid-19 patients and symptoms of severe hypoxemia require appropriate treatment. These cases often appear asymptomatic but risk fatal to life-threatening. One of the recommended devices is pulse oximetry. Embedded systems technologies and the Internet of Things (IoT) can develop low-cost personal health monitoring devices. This study developed a pulse oximetry prototype integrated with a digital temperature sensor and equipped with the interpretation results of both "normal" and "hypoxic" conditions. It is called OxyTemp. IoT technologies monitor user conditions remotely using the Blynk application via mobile phones. This study used Research & Development with the Reverse engineering method. The OxyTemp has Different types of prototype testing are physical and functional inspection, electrical safety testing, and performance testing of each parameter using an appropriate calibrator. The working method refers to SK Direktur Jenderal Pelayanan Kesehatan Tahun 2018 No. 041-18 on Pulse Oximeter Testing Working Methods.*

^{*)} Penulis Korespondensi.
E-mail: ernia@poltekkesjkt2.ac.id

Keywords: silent hypoxia; pulse oximeter; temperature; hypoxemia; IoT; embedded system; blynk

Hubungan Ukuran Butir Terhadap Kadar Nikel pada Zona Saprolit Endapan Nikel Laterit Site Moronopo, Kabupaten Halmahera Timur, Maluku Utara

by Tri Winarno

Submission date: 17-Mar-2023 09:53AM (UTC+0700)

Submission ID: 2039036165

File name: TEKNIK_2022_1st_author.pdf (585.77K)

Word count: 2322

Character count: 12769

Hubungan Ukuran Butir Terhadap Kadar Nikel pada Zona Saprolit Endapan Nikel Laterit Site Moronopo, Kabupaten Halmahera Timur, Maluku Utara

Tri Winarno*, Rinal K. Ali, Resa Komala

2

Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Penelitian dilakukan pada Dinding A dan Dinding B Tambang Moronopo PT Antam Tbk, Halmahera Timur, Maluku Utara. Daerah ini merupakan blok yang telah dibuka untuk proses penambangan. Secara umum, urutan stratigrafi endapan nikel laterit dari atas (muda) ke bawah (tua) berupa tanah penutup, limonit, saprolit dan bedrock. Zona saprolit merupakan lapisan bijih yang ekonomis terhadap kandungan Ni. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan ukuran butir batuan pengandung mineral bijih dengan mineralogi dan kadar Ni yang ekonomis. Metode penelitian yang digunakan meliputi metode fraksinasi ukuran butir yaitu pada fraksi ukuran -5 cm, +5 cm, +10 cm, +15 cm, +20 cm dan +25 cm, dan analisis XRF untuk mengetahui kadar Ni. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa batuan pada zona saprolit tersusun atas mineral olivin, serpentin, garnierit dan krisopras. Hasil analisis XRF menunjukkan bahwa kadar Ni paling tinggi dijumpai pada ukuran fraksi paling halus (-5 cm) yaitu 2,4% dan paling rendah pada fraksi paling kasar (+25 cm) yaitu 1,87% namun masih tergolong ekonomis.

Kata kunci: Halmahera Timur, Moronopo, nikel laterit, zona saprolit, fraksinasi

Abstract

[Title: The Relationship of Grain Size to Nickel Grade at Saprolite Zone of Lateritic Nickel Deposit in Moronopo Site, East Halmahera Regency, North Maluku] The research was conducted at the Dinding A and Dinding B, Moronopo Site PT Antam Tbk, East Halmahera, North Maluku which is a block that has been opened for the mining process. Generally the stratigraphy of laterite nickel deposits, from top (young) to bottom (old) consists of overburden, limonite, saprolite and bedrock. The saprolite zone is an economical ore layer for Ni content. This research aims to determine the relationship between grain size of ore and the mineralogy and economical Ni content. The research methods used include the grain size fractionation method with sizes of -5 cm, +5 cm, +10 cm, +15 cm, +20 cm and +25 cm, and XRF analysis to determine the Ni content. The result of this study shows the rocks in the saprolite zone containing minerals such as olivine, serpentine, garnierite and chrysoprase. The XRF analysis result shows the highest Ni content is found in the finest grain fraction (-5 cm) i.e. 2.4% and the lowest Ni content found in the coarsest grain fraction (+25 cm) i.e. 1.87% but is still classified as economic..

Keywords: East Halmahera, Moronopo, nickel laterite, saprolite zone, fractionation

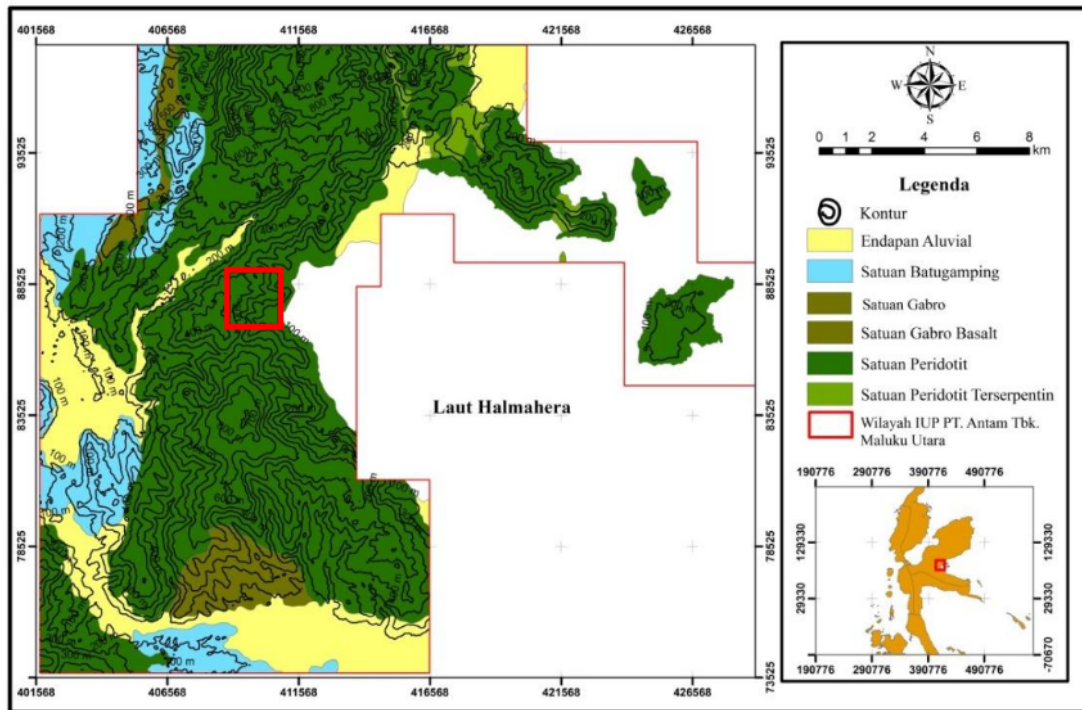
1. Pendahuluan

Salah satu daerah penghasil nikel laterit di Indonesia adalah Halmahera Timur yang terletak di Provinsi Maluku Utara. Halmahera Timur merupakan

bagian dari mandala geologi Halmahera Timur yang berlokasi di *Circum Pacific Orogenic Belt*, dimana batuan dasarnya merupakan batuan berumur PraTersier (*Strata Upper Mesozoic* sampai dengan *Lower Tertiary*). Mandala geologi Halmahera Timur mempunyai beragam formasi batuan, mulai batuan beku hingga batuan sedimen (Apandi dan Sudana, 1980). Yang merupakan batuan dasar di Halmahera Timur yaitu satuan batuan ultrabasa (Ub). Satuan batuan ultrabasa (Ub) terdiri dari

*) Penulis Korespondensi.

E-mail: tri.winarno@undip.ac.id



Gambar 1. Peta geologi regional daerah Halmahera Timur (Aditya, 2013)

kelompok batuan peridotit dan serpentinit. Secara umum, formasi batuan pada daerah penelitian termasuk dalam Formasi Batuan Ultra basa (Ub), dimana formasi tersebut merupakan formasi batuan berumur paling tua di Pulau Halmahera, Maluku Utara (**Gambar 1**).

Daerah Halmahera Timur mempunyai potensi sebagai cebakan mineral ekonomis yaitu nikel. Hal ini disebabkan karena batuan beku ultrabasa baik dunit ataupun peridotit merupakan batuan sumber pelapukan laterit. Dunit dan peridotit jika mengalami pelapukan intensif dapat terjadi perubahan pada batuan tersebut, yang selanjutnya akan terjadi proses lateritisasi yang dapat menghasilkan mineral-mineral pembawa unsur nikel.

Menurut Golightly, 1979 (dalam Brand dkk, 1998) yang dimaksud dengan nikel laterit adalah hasil/produk dari proses lateritisasi dari batuan ultramafik yang kaya unsur Mg, dan mengandung unsur Ni sebesar 0,2-0,4%. Pada umumnya tambang nikel di Indonesia termasuk dalam kelompok nikel laterit.

Ada tiga tipe endapan nikel laterit (Brand dkk, 1998), yaitu: (1) Endapan silikat hidrous yang mempunyai kadar Ni berkisar 1,8 – 2,5%, dan dicirikan oleh mineral serpentin dan garnierit yang melimpah; (2) Endapan silikat lempung, yang mempunyai kadar Ni berkisar 1,0 – 1,5% dan dicirikan unsur Ni dan Al akan

membentuk mineral lempung; dan (3) Endapan oksida, yang mempunyai kadar Ni berkisar 1,0 – 1,6% dan dicirikan oleh banyaknya kandungan oksida Fe, terutama mineral gutit.

Supriyatna dkk. (2019) menyebutkan bahwa terdapat hubungan antara ukuran butir dengan kadar Ni. Semakin halus ukuran butir akan semakin tinggi kadar nikel dan sebaliknya, semakin kasar ukuran butir akan semakin rendah kadar nikelnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan ukuran butir fraksi sampel pada zona saprolit dengan mineralogi dan kadar Ni yang ekonomis. Penentuan ukuran butir yang dianalisis dilakukan dengan proses fraksinasi yaitu dengan ayakan ukuran -5 cm, +5 cm, +10 cm, +15 cm, +20 cm dan +25 cm.

2. Bahan dan Metode

Dalam penelitian ini bahan utama yang digunakan adalah sampel batuan pada zona saprolit daerah penelitian. Sampel batuan tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan metode analisis fraksinasi dan analisis geokimia.

Analisis fraksinasi dilakukan dengan cara: (1) melakukan pemisahan ukuran butir dalam fraksi berukuran -5 cm, +5 cm, +10 cm, +15 cm, +20 cm dan +25 cm; (2) menyusun interval kelas kadar nikel

berdasarkan kisaran persentase tertentu pada setiap fraksi ukuran butir; (3) menyortir persentase kadar nikel berdasarkan hasil interval kelas dan frekuensinya; dan (4) menganalisis persentase kadar nikel pada setiap fraksi ukuran butir material saprolit (Spivak-Birndorf dkk, 2018).

Analisis geokimia dilakukan dengan menggunakan analisis XRF. Analisis XRF dilakukan untuk mengetahui unsur utama dan unsur jejak beserta konsentrasinya di dalam endapan batuan sehingga diketahui kualitasnya. Saat ini, XRF adalah metode analisis yang paling umum digunakan dalam penentuan unsur utama dan unsur jejak pada sampel batuan (Rollinson, 2014). Analisis XRF dilakukan untuk mengetahui kadar Ni dalam sampel.

3. Hasil dan Pembahasan

Titik-titik pengambilan sampel fraksinasi terletak pada Blok Selatan Site Moronopo, Halmahera Timur, Maluku Utara yaitu pada Dinding A dan Dinding B (Gambar 2).

3.1 Deskripsi Hasil Pengamatan Dinding

Pada Dinding A ini terdapat 14 titik pengambilan sampel fraksinasi. Dinding A ini merupakan zona saprolit di *site* Moronopo yang terdiri dari 2 (dua) *bench*, dimana setiap *bench* mempunyai elevasi 2 - 3 m dengan kemiringan sebesar 37°- 40° (Gambar 3). Deskripsi kenampakan Dinding A di lapangan pada umumnya didominasi berwarna cokelat kekuningan sampai abu kehijauan dengan kandungan mineral

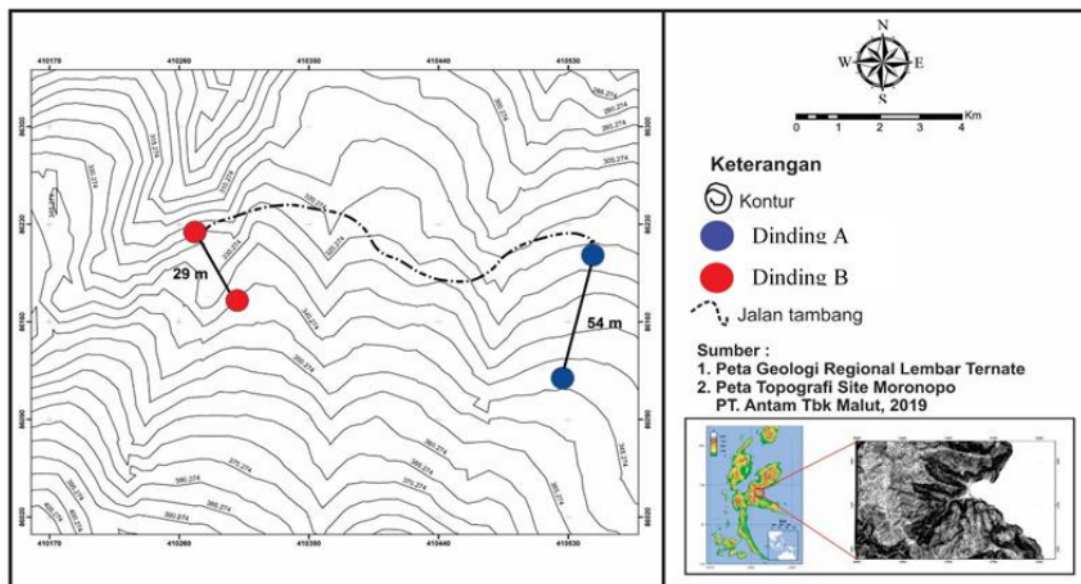
penyusun terdiri dari olivin, serpentin, garnierit dan krisopras.

Pada Dinding B ini terdapat 11 titik pengambilan sampel fraksinasi, dengan jarak setiap titik pada *bench* sebesar 3 - 4 m. Dinding B ini merupakan zona saprolit di *site* Moronopo dan terdiri dari satu *bench* dengan elevasi 3 - 7 m dan kemiringan sebesar 45°-60°. (Gambar 4). Deskripsi kenampakan Dinding B di lapangan pada umumnya didominasi berwarna cokelat kekuningan sampai abu kehijauan dengan kandungan mineral penyusun terdiri dari olivin, serpentin, kuarsa, garnierit dan krisopras.

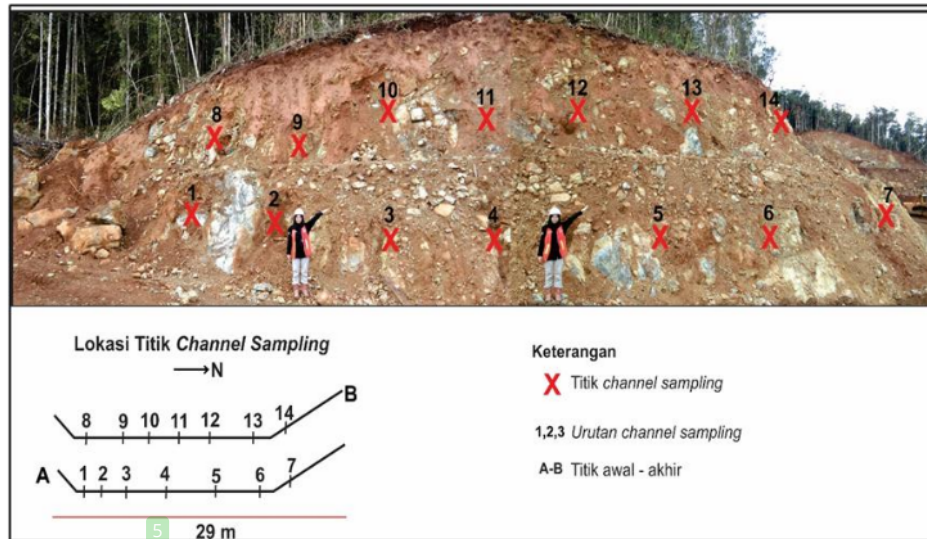
3.2 Hasil Analisis Fraksinasi

Pelaksanaan pengambilan sampel pada Dinding A dan Dinding B, *Site* Moronopo dilakukan dengan metode *channel sampling*, yaitu dengan menggunakan cangkul atau sekop. Proses pengambilan sampel pada lokasi titik tersebut dilakukan setelah pengukuran *azimuth*, *slope* (kemiringan) dan tinggi dari zona saprolit. Sampel yang tertahan pada setiap saringan dengan ukuran yang telah ditentukan, kemudian akan dipisahkan sesuai fraksinya.

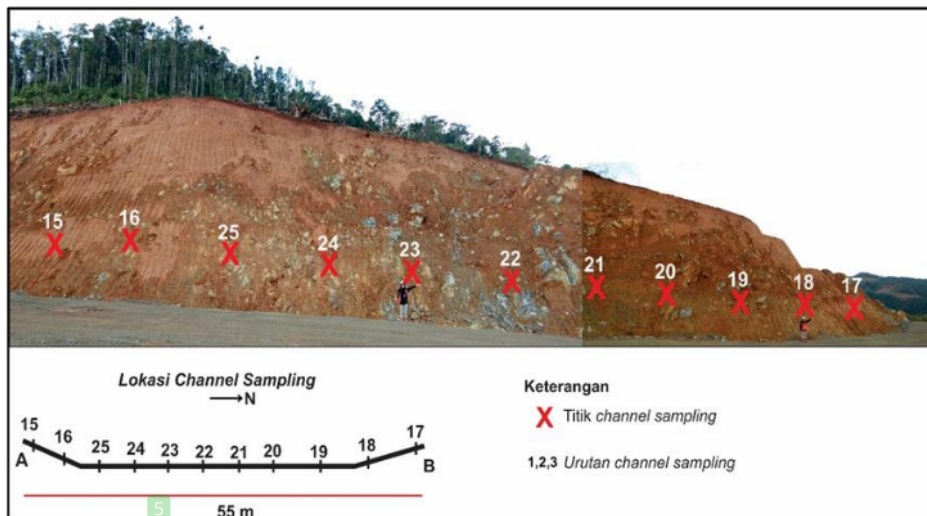
Sampel hasil fraksinasi tersebut kemudian dilakukan pendeskripsian. Jumlah sampel total berjumlah 140 sampel, yang berasal dari 6 fraksi ukuran butir dari 25 titik pengambilan sampel. Tahap berikutnya adalah membuat grafik kumulatif fraksi sampel yang diambil dari 25 titik tersebut yang bertujuan untuk mengetahui kadar unsur Ni pada fraksi +25 cm, +20 cm, +15 cm, +10 cm, +5 cm dan -5 cm.



Gambar 2. Lokasi pengambilan titik fraksinasi



Gambar 3. Titik-titik pengambilan sampel fraksinasi pada Dinding A



Gambar 4. Titik-titik pengambilan sampel fraksinasi pada Dinding B

Secara umum pada *Site* Moronopo ini, fraksi yang dijumpai paling melimpah adalah fraksi dengan ukuran +25 cm dan +20 cm, karena pada penelitian ini lebih menitikberatkan pada ukuran bongkah. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar ukuran bongkah baik fraksi +25 cm dan +20 cm dapat diketahui kadar nikelnya. Jika kadar nikel pada fraksi bongkah tersebut masih cukup ekonomis maka proses produksi akan dilanjutkan, sebaliknya jika kadar nikelnya sangat rendah hingga *waste* maka ukuran bongkah pada zona saprolit tersebut tidak akan diproduksi.

Hasil analisis fraksinasi pada sampel dengan ukuran butir -5 cm, +5 cm, +10 cm, +15 cm, +20 cm dan +25 cm ditampilkan pada Tabel 1. Dari distribusi data pada Tabel 1, terdapat interval yang memiliki frekuensi yang kecil dan dapat dijadikan sebagai data *outlier* sehingga harus dilakukan penyortiran. Setelah dilakukan penyortiran terhadap data *outlier* didapatkan hasil yang ditampilkan pada Tabel 2.

3.3 Kadar Nikel

Berdasarkan hasil fraksinasi ukuran butir tersebut dapat diketahui distribusi nilai persentase unsur nikel

Tabel 1. Interval kelas kadar nikel dan frekuensinya dengan variasi fraksi

Fraksi	Interval Kelas Kadar Nikel (%)	Frekuensi
-5 cm	1,87-2,05	3
	2,05-2,24	6
	2,25-2,42	4
	2,43-2,61	8
	2,62-2,80	1
+5 cm	2,81-2,99	3
	0,76-1,10	2
	1,11-1,45	0
	1,46-1,81	3
	1,82-2,16	5
+10 cm	2,17-2,51	7
	2,52-2,86	8
	0,58-0,94	4
	0,95-1,31	1
	1,32-1,67	1
+15 cm	1,68-2,04	5
	2,05-2,41	3
	2,42-2,78	11
	0,63-1,02	3
	1,03-1,42	2
+20 cm	1,43-1,83	4
	1,84-2,23	3
	2,24-2,63	10
	0,65-1,03	2
	1,04-1,41	2
+25 cm	1,42-1,80	3
	1,81-2,18	3
	2,61-3,10	8
	3,11-3,60	2
	0,44-0,80	2
	0,81-1,18	2
	1,19-1,55	3
	1,56-1,93	7
	1,94-2,30	4
	2,31-2,68	2

pada masing-masing ukuran butir tersebut. (Tabel 3). Tabel ini menunjukkan bahwa kadar Ni yang tinggi (*high-grade*) dijumpai pada fraksi ukuran butir halus, dan akan semakin menurun seiring meningkatnya kekasaran ukuran butir (Gambar 5).

Tabel 2. Hasil sortir interval kelas kadar nikel dan frekuensinya dengan variasi fraksi

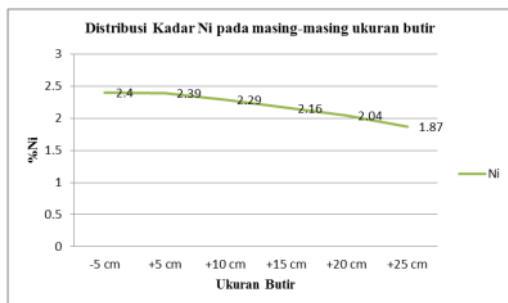
Fraksi	Interval Kelas Kadar Nikel (%)	Frekuensi
-5 cm	2,05-2,24	6
	2,43-2,61	8
+5 cm	1,82-2,16	5
	2,17-2,51	7
+10 cm	2,52-2,86	8
	1,68-2,04	5
+15 cm	2,42-2,78	11
	1,43-1,83	4
+20 cm	2,24-2,63	10
	1,42-1,80	3
+25 cm	1,81-2,18	3
	2,61-3,10	8
	1,56-1,93	7
	1,94-2,30	4

Dari uraian di atas tentang kadar Ni pada berbagai fraksi ukuran butir, dapat ditarik kesimpulan bahwa ukuran butir berbanding terbalik dengan kadar nikel, yaitu ukuran fraksi halus memiliki kadar nikel yang tinggi dan sebaliknya ukuran fraksi kasar memiliki kadar nikel yang rendah. Hal ini terjadi karena pada ukuran halus sudah mengalami proses laterisasi yang lebih intensif yang dikontrol oleh proses pelapukan dan akan menyebabkan pengayaan unsur Ni. Dari penelitian tersebut diketahui kadar Ni yang ekonomis dijumpai pada ukuran butir yang halus yaitu mencapai 2,4%.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pada fraksi *boulder/* bongkah masih mengandung kadar Ni yang cukup tinggi yaitu 1,87% sehingga fraksi tersebut masih dapat dikelompokkan dalam kategori ekonomis (UBP Nikel Maluku Utara, 2013). Dengan kadar yang masih relatif tinggi tersebut, maka fraksi ukuran *boulder/* bongkah dapat dipertimbangkan untuk pengembangan kegiatan penambangan di masa mendatang.

Tabel 3. Kadar nikel pada setiap ukuran butir

Ukuran butir	Ni (%)
-5 cm	2,4
+5 cm	2,39
+10 cm	2,29
+15 cm	2,16
+20 cm	2,04
+25 cm	1,87



Gambar 5. Persebaran kadar nikel pada berbagai ukuran butir

4. Kesimpulan

Dari sampel hasil fraksinasi didapatkan mineral penyusun batuan pada Dinding A dan Dinding B, Site Moronopo terdiri dari olivin, serpentin, silika, garnierit dan krisopras. Kelimpahan kadar Ni yang ekonomis dijumpai pada fraksi ukuran butir halus yaitu ukuran -5 cm mencapai 2,4%. Pada fraksi ukuran butir kasar/ *boulder* atau +25 cm masih didapatkan kadar Ni yang cukup tinggi yaitu 1,87% sehingga masih dapat dikelompokkan sebagai bijih nikel yang ekonomis.

1 Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Antam Tbk, UBP Nikel Maluku Utara yang sudah memberi

kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di Site Moronopo, Halmahera Timur.

Daftar Pustaka

- Aditya, E. (2013). *Laporan Pengukuran Persentase Kadar Nikel Pada Ukuran Butir Material Saprolit, Site Pakal, PT. ANTAM Tbk*. Buli: UBP Nikel Maluku Utara.
- Apandi, T dan Sudana, D. (1980). *Peta Geologi Lembar Ternate, Maluku Utara*. Jakarta : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Departemen Pertambangan dan Energi
- Brand, N. W., Butt, C. R. dan Elias, M. (1998). Nickel laterites: Classification and Features. *AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics*. (17), 81-88.
- Rollinson, H. R. 2014. *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation*. Roudledge, New York, 384 pp.
- Spivak-Birndorf, L. J., Wang, S. J., Bish, D. L. And Wasylenko, L. E. (2018). Nickel Isotope Fractionation During Continental Weathering. *Journal Chemical Geology*, 476, 316-326.
- Supriyatna, Y. I., Sihotang, I. H. And Sudibyo. (2019). Preliminary Study of Smelting of Indonesian Nickel Laterite Ore Using an Electric Arc Furnace. In *The 6th International Conference on Advanced Materials Science and Technology 2018, 6th ICAMST* (pp. 127-131).
- UBP Nikel Maluku Utara. (2013). *Instruksi kerja PT. ANTAM Tbk. UBP Nikel Maluku Utara yaitu IK-09.276.21.R01*. Buli : PT. ANTAM Tbk.

Hubungan Ukuran Butir Terhadap Kadar Nikel pada Zona Saprolit Endapan Nikel Laterit Site Moronopo, Kabupaten Halmahera Timur, Maluku Utara

ORIGINALITY REPORT

7 %

SIMILARITY INDEX

7 %

INTERNET SOURCES

2 %

PUBLICATIONS

1 %

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

jgsm.geologi.esdm.go.id

Internet Source

1 %

2

download.garuda.ristekdikti.go.id

Internet Source

1 %

3

repository.usd.ac.id

Internet Source

1 %

4

zbozi.mobilmania.cz

Internet Source

1 %

5

jfu.fmipa.unand.ac.id

Internet Source

1 %

6

Submitted to Corinda State High School

Student Paper

<1 %

7

jurnal.sttw.ac.id

Internet Source

<1 %

8

repositorio.upn.edu.pe

Internet Source

<1 %

www.sarasota.wateratlas.usf.edu

9

Internet Source

<1 %

10

anzdoc.com

Internet Source

<1 %

11

idoc.pub

Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Hubungan Ukuran Butir Terhadap Kadar Nikel pada Zona Saprolit Endapan Nikel Laterit Site Moronopo, Kabupaten Halmahera Timur, Maluku Utara

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6