

SKRIPSI

**REKONSILIASI PENAMBANGAN NIKEL LATERIT
BLOK KEUNO PIT B PADA PT DJAVA BERKAH
MINERAL *JOB SITE* PT BUKIT MAKMUR ISTINDO
NIKELTAMA DESA KEUNO, KECAMATAN
PETASIA TIMUR, KABUPATEN MOROWALI
UTARA, PROVINSI SULAWESI TENGAH**



M. BENNY BAYU RAMDHANI

03021281722069

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

SKRIPSI

REKONSILIASI PENAMBANGAN NIKEL LATERIT BLOK KEUNO PIT B PADA PT DJAVA BERKAH MINERAL *JOB SITE* PT BUKIT MAKMUR ISTINDO NIKELTAMA DESA KEUNO, KECAMATAN PETASIA TIMUR, KABUPATEN MOROWALI UTARA, PROVINSI SULAWESI TENGAH

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH:

M. BENNY BAYU RAMDHANI

03021281722069

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

REKONSILIASI PENAMBANGAN NIKEL LATERIT BLOK KEUNO PIT B PADA PT DJAVA BERKAH MINERAL *JOB SITE* PT BUKIT MAKMUR ISTINDO NIKELTAMA DESA KEUNO, KECAMATAN PETASIA TIMUR, KABUPATEN MOROWALI UTARA, PROVINSI SULAWESI TENGAH

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD BENNY BAYU RAMDHANI

03021181722017

Indralaya, Agustus 2021

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S.
NIP. 196211221991021001

Pembimbing II



Bochori, S.T., M.T.
NIP.197410252002121003



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S.
NIP. 196211221991021001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Benny Bayu Ramdhani

NIM : 03021181722017

Judul : Rekonsiliasi Penambangan Nikel Laterit Blok Keuno Pit B Pada PT Djava Berkah Mineral *Job Site* PT Bukit Makmur Istindo Nikeltama Desa Keuno, Kecamatan Petasia Timur, Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Indralaya, — Agustus 2021



M. Benny Bayu Ramdhani

03021181722017

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Benny Bayu Ramdhani
NIM : 03021181722017
Judul : Rekonsiliasi Penambangan Nikel Laterit Blok Keuno Pit B Pada
PT Djava Berkah Mineral *Job Site* PT Bukit Makmur Istindo
Nikeltama Desa Keuno, Kecamatan Petasia Timur, Kabupaten
Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Agustus 2021



M Benny Bayu Ramdhani
03021181722017

HALAMAN PERSEMBAHAN



Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk orang tua,
keluarga, sahabat, teman, dan segala pihak yang telah bertanya
“kapan sidang?”, “kapan wisuda?”, “kapan nyusul?” dan lain sebagainya.
Kalian adalah motivasiku segera menyelesaikan tugas akhir ini.

Terima Kasih

RIWAYAT HIDUP



Muhammad Benny Bayu Ramdhani lahir di kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan pada tanggal 31 Desember 1999. Penulis lahir dari pasangan Bekti Setiyarto dan Yusvin, yang merupakan anak sulung dari empat bersaudara.

Pada tahun 2006 penulis masuk SDIT Darussalam Batam, lalu kemudian pindah ke SDN 47 Lahat pada tahun 2009, dan akhirnya pindah ke SD YSP Pusri Palembang pada tahun 2010 hingga lulus pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan sekolah tingkat pertama pada tahun yang sama di SMP YSP Pusri Palembang dan lulus pada tahun 2014. Selanjutnya masuk pada sekolah menengah akhir di SMA Negeri 5 Palembang dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun yang sama penulis diterima menjadi mahasiswa Universitas Sriwijaya Jurusan Teknik Pertambangan melalui jalur masuk SNMPTN.

Pada tanggal 28 Juli 2021 penulis dinyatakan lulus dan berhak menyandang gelar Sarjana Teknik setelah melalui Ujian Sidang Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan anugerah-Nya dalam pembuatan dan penyelesaian laporan tugas akhir yang berjudul “Rekonsiliasi Penambangan Nikel Laterit Blok Keuno Pit B pada PT Djava Berkah Mineral Job Site PT Bumanik Desa Keuno, Kecamatan Petasia Timur, Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah” yang dilaksanakan pada tanggal 6 Januari 2021 sampai dengan 10 Februari 2021 di Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah.

Laporan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat mata kuliah tugas akhir pada jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. selaku Pembimbing I dan Pak Bochori, S.T., M.T. selaku Pembimbing II dalam penyusunan Tugas Akhir ini dan sekaligus sebagai Penasihat Akademik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
1. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. dan RR. Yunita Bayu Ningsih, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Staf Dosen dan Pegawai Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ayyub Hatta, S.T. selaku *Project Manager*, Ardi Anshar, S.T. selaku pembimbing lapangan, dan segenap staf dan karyawan PT Djava Berkah Mineral, serta semua pihak yang sudah banyak membantu.

Demikian penelitian tugas akhir ini semoga dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu, serta mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun karena Tugas Akhir ini dibuat tidak terlepas dari kesalahan dalam penyajiannya.

Indralaya, Agustus 2021

Penulis

RINGKASAN

REKONSILIASI PENAMBANGAN NIKEL LATERIT BLOK KEUNO PIT B PADA PT DJAVA BERKAH MINERAL *JOB SITE* PT BUKIT MAKMUR ISTINDO NIKELTAMA DESA KEUNO, KECAMATAN PETASIA TIMUR, KABUPATEN MOROWALI UTARA, PROVINSI SULAWESI TENGAH.

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir, Agustus 2021

M Benny Bayu Ramdani ; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. dan Bochori, S.T., M.T. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Nickel Laterite Mining Reconciliation at Pit B Block Keuno in PT Djava Berkah Mineral Jobsite PT Bukit Makmur Istindo Nikeltama, Keuno Village, East Petasia, North Morowali, Central Sulawesi.

xiv + 28 halaman, 19 gambar, 6 tabel, 2 lampiran

RINGKASAN

Nikel adalah elemen logam yang terbentuk secara alami berwarna putih keperakan. Endapan bijih nikel yang terdapat di Indonesia termasuk dalam jenis nikel laterit. Endapan laterit merupakan hasil dari proses lanjut dari batuan *ultramafic* pembawa Ni-Silikat. Sebagian besar nikel di Indonesia terdapat di Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, dan Maluku Utara. Salah satu perusahaan yang bergerak dalam Industri pertambangan Nikel adalah PT Djava Berkah Mineral yang beroperasi di Desa Bungintimbe, Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah. Dalam melaksanakan kegiatan penambangan, perlu untuk dilakukan rekonsiliasi terhadap *pit* yang telah selesai ditambang untuk mengetahui ketercapaian target terhadap perencanaannya. Adapun total cadangan yang diestimasi pada pit B yaitu sebesar 337.068 ton, dengan kadar Ni sebesar 1,93%. Lalu, hasil penambangan aktual didapat nilai tonase sebesar 520.543,28 ton, dengan nilai kadar Ni sebesar 1,78%. Hasil rekonsiliasi yang didapat yaitu *mining recovery* sebesar 154%, *grade recovery* sebesar 92%, dan dilusi sebesar 8%. Faktor yang menyebabkan perbedaan ini berasal dari sulitnya membedakan material yang akan ditambang dilapangan sehingga perlu adanya banyak patok-patok untuk menandai kandungan Ni pada tiap daerah. Dan juga, sering kali terambil material pengotor yang mengakibatkan besarnya nilai dilusi.

Kata Kunci : Cadangan, kadar, rekonsiliasi, *mining recovery*, *grade recovery*, dilusi.

Kepustakaan :

SUMMARY

NICKEL LATERITE MINING RECONCILIATION AT PIT B BLOCK KEUNO IN PT DJAVA BERKAH MINERAL JOBSITE PT BUKIT MAKMUR ISTINDO NIKELTAMA, KEUNO VILLAGE, EAST PETASIA, NORTH MOROWALI, CENTRAL SULAWESI.

Scientific papers in the form of Final Project Report, August 2021

M Benny Bayu Ramdani ; Supervised by Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. and Bochori, S.T., M.T. Department of Mining Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University.

Rekonsiliasi Penambangan Nikel Laterit Blok Keuno Pit B Pada PT Djava Berkah Mineral *Job Site* PT Bukit Makmur Istindo Nikeltama Desa Keuno, Kecamatan Petasia Timur, Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah.

xiv + 28 pages, 19 images, 6 tables, 2 attachments

SUMMARY

Nickel is a metallic elements which are naturally occurring silvery white. nickel ore deposits found in indonesia are included in the nickel laterite type. laterite deposits are the result of further processing from ultramafic rocks that carry Ni-Silicate. most of the nickel in indonesia is found in Central of Sulawesi, Southeast Sulawesi, and North Maluku. one of the companies engaged in the nickel mining industry is PT Djava Berkah Mineral which operates in Bungintimbe Village, North Morowali Regency, Central Sulawesi Province. in carrying out mining activities, it is necessary to reconcile the pit that has been mined to determine the target achievement of the plan. The estimated total reserves at pit B are 337.068 tonnes, with Ni content of 1,93%. and then, the actual mining results obtained a tonnage value of 520.543,28 tonnes, with Ni content of 1,78%. the reconciliation results obtained are mining recovery of 154%, grade recovery of 92%, and dilution of 8%. the factor that causes this difference comes from the difficulty in distinguishing the material to be mined in the field so that are many poles to mark the Ni content in each area. and also, impurities are often picked up which results in a large dilution value.

Keywords : Reserves, grades, reconciliation, mining recovery, grade recovery, dilution.

Bibliography :

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan Integritas	iii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	iv
Halaman Persembahan	v
Riwayat Hidup	vi
Kata Pengantar	vii
Ringkasan.....	viii
<i>Summary</i>	ix
Daftar Isi	x
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Lampiran	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Nikel	3
2.1.1 Karakteristik Nikel	3
2.1.2 Manfaat Nikel	3
2.1.3 Pengertian dan Genesa Nikel Laterit	4
2.1.4 Faktor Pembentukan Nikel Laterit.....	6
2.2 SumberDaya dan Cadangan Nikel.....	7
2.2.1 SumberDaya dan Cadangan Nikel Dunia	7
2.2.2 SumberDaya dan Cadangan Nikel Indonesia	8
2.3 Metode Perhitungan Cadangan.....	9
2.4 Aplikasi Surpac.....	10
2.4.1 Pengenalan Surpac.....	10
2.4.2 Kelebihan Surpac.....	11
2.5 Rekonsiliasi Penambangan	11
2.6 Penelitian Terdahulu	12
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
3.2 Alat-Alat Penelitian	15
3.3 Tahapan Penelitian.....	15
3.3.1 Studi Literatur	15
3.3.2 Pengambilan Data.....	16
3.3.3 Pengolahan Data	17

3.3.3.1	Pembuatan Desain Pit dan Perhitungan Cadangan	17
3.3.3.2	Bagan Alir Pembuatan Pit	17
3.3.3.3	Rekonsiliasi Hasil Penambangan	17
3.3.4	Analisis Data.....	17
3.4	Bagan Alir Penelitian.....	18
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Rekonsiliasi	19
4.1.1	Estimasi Bentuk <i>Pit</i> , Jumlah Cadangan dan Kadarnya	19
4.1.1.1	Hasil Pemodelan Cadangan.....	19
4.1.1.2	Bentuk <i>Pit Design</i>	20
4.1.1.3	Estimasi Cadangan dan <i>Grade</i>	21
4.1.2	Bentuk <i>Pit</i> , Jumlah Cadangan dan Kadar Sebenarnya	22
4.1.2.1	Bentuk Pit Aktual	22
4.1.2.2	Nilai Produksi dan Kualitasnya.....	23
4.1.3	Hasil Rekonsiliasi	23
4.1.3.1	Bentuk Pit.....	23
4.1.3.2	<i>Grade</i>	24
4.2	Faktor yang Berpengaruh.....	25
4.2.1	Material	25
4.2.2	Metode	25
4.3	Solusi.....	25
BAB 5 PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	26
5.2	Saran	26
DAFTAR PUSTAKA		27
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Pemanfaatan nikel dalam berbagai bidang	4
2.2 Daerah zona erosi dan pengayaan nikel laterit	6
2.3 Total sumberdaya nikel di Indonesia	9
2.4 Jumlah cadangan nikel di Indonesia	9
3.1 WIUP PT Bukit Makmur Istindo Nikeltama	14
3.2 Bagan alir penelitian	18
4.1 Permodelan Cadangan Pit B	19
4.2 Cadangan Pit B dengan CoG Ni 1.5%	20
4.3 Bentuk model pit.....	20
4.4 Bentuk pit aktual.....	22
4.5 Perbandingan pit model dan pit aktual	24
A.1 Tampilan awal aplikasi Surpac 6.6.2	29
A.2 Menu membuat <i>database</i> baru	29
A.3 Lokasi menu <i>zone thickness and depth</i>	30
A.4 Lokasi menu membuat <i>block model</i> baru	30
A.5 Lokasi menu <i>composite downhole</i>	31
A.6 Lokasi menu <i>basic statistics</i>	31
A.7 Lokasi menu <i>inverse distance</i>	32
A.8 Lokasi menu <i>pit optimizer</i> pada 3DMine	32
A.9 Lokasi menu <i>report</i>	33
B.1 Bagan alir pembuatan desain <i>pit</i>	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Karakteristik nikel	4
4.1 Estimasi dan tonnase <i>grade ore</i>	21
4.2 Klasifikasi kualitas <i>ore</i>	21
4.3 <i>Summary</i> produksi <i>ore</i> aktual	23
4.4 Perbandingan ukuran <i>pit</i>	24
4.5 Perbandingan kadar	25

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Langkah-Langkah Pembuatan <i>Pit</i>	29
B. Bagan Alir Pembuatan Desain <i>Pit</i>	34

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia adalah negara dengan sumberdaya mineral dan batubara yang melimpah, oleh karena itu ada banyak pertambangan di Indonesia dengan tujuan mendapatkan sumberdaya mineral dan batubara tersebut. Salah satu mineral yang banyak terdapat di Indonesia adalah nikel.

Indonesia merupakan negara dengan cadangan bijih nikel terbesar di dunia. Sekitar 23,7% cadangan nikel dunia ada di Tanah Air (Kementrian ESDM, 2019). Sebagian besar nikel di Indonesia terdapat di Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, dan Maluku Utara. Akibat dari banyaknya cadangan nikel di Indonesia ini, maka kedepannya akan semakin banyak terbentuk pertambangan mineral nikel di Indonesia.

Salah satu perusahaan yang bergerak dalam Industri pertambangan Nikel adalah PT Djawa Berkah Mineral. PT Djawa Berkah Mineral merupakan kontraktor dari PT Bukit Makmur Istindo Nikeltama di Desa Bungintimbe, Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah.

Setelah kegiatan penambangan suatu pit telah selesai maka perlu dilakukan rekonsiliasi. Rekonsiliasi merupakan perbandingan yang dilakukan antara rancangan yang dibuat (*mine plan design*) dengan aktual penambangan, hal ini perlu dilakukan karena pasti adanya perbedaan antara rancangan penambangan dengan aktualnya. Rekonsiliasi ini dapat memberikan informasi tentang seberapa besar perbedaan yang ada, serta faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan pada rancangan dengan aktual penambangan, sehingga kedepannya dapat dijadikan sebagai acuan dalam perencanaan tambang berikutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Berapakah besar perbandingan tonase dan *grade* bijih nikel hasil aktual penambangan dengan hasil rancangan penambangan (*mine plan design*)?

2. Apa saja faktor yang mempengaruhi ketidaksesuaian antara hasil aktual dengan hasil rancangan penambangan (*mine plan design*)?
3. Apa solusi yang dapat dilakukan untuk mengurangi ketidaksesuaian antara hasil *mine plan design* dengan hasil aktual di lapangan?

1.3 Batasan Masalah

Karena keterbatasan ruang dan waktu penelitian, maka fokus pengamatan terhadap nilai yang diusung pada tema ini diarahkan pada salah satu Blok PT Djawa Berkah Mineral yaitu Blok Keuno Pit B.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui besar perbandingan tonase dan grade bijih nikel hasil aktual penambangan dengan hasil rancangan penambangan (*mine plan design*).
2. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi ketidaksesuaian antara hasil aktual dengan hasil rancangan penambangan (*mine plan design*).
3. Mengetahui solusi yang dapat dilakukan untuk mengurangi ketidaksesuaian antara hasil *mine plan design* dengan hasil aktual di lapangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah:

1. Membantu perusahaan dalam mengevaluasi ketercapaian target produksi dan faktor yang menyebabkan adanya ketidaksesuaian produksi dengan plan.
2. Memberi masukan alternatif pemecahan masalah yang terjadi pada area penelitian.

Daftar Pustaka

- Ahmad, Waheed. 2008. *Nickel Laterites Fundamentals of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes, Formation, and Exploration*. VALE Inco.
- Anwar, Thohari. 2018. Sifat, Pembuatan, Kegunaan dan Sumber dari Unsur Nikel. <https://sainskimia.com/sifat-pembuatan-kegunaan-dan-sumber-dari-unsur-nikel/>. (diakses pada tanggal 9 Februari 2021).
- Burger, P. A. 1996. *Origins and Characteristic of Lateritic Deposits. Proseding nickel'96 PP 179 – 183 the australisian institute of mining and metallurgy*. Meulbourne.
- Geovia Surpac. 2002. *Integrated Geology, Resource Modeling, Mine Planning And Production*. <https://www.3ds.com/products-services/geovia/products/surpac/>. (diakses pada tanggal 8 Februari 2021).
- Golightly, J. P. 1981. *Nickeliferous Laterite Deposits. Economic Geology*. Vol 75. Hal 710-735.
- Hayati, FD. 2012. Pengujian teknik interpolasi sediaan tegakan dan biomassa berbasis IHMB pada hutan lahan kering PT Trisetia Intiga, Kabupaten Lamandau, Kalimantan Tengah [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hernandi, Deni dkk. 2018. *Nickel Laterite Block Model Reconciliation Towards Actual Mine At Zahwah Hill Mine, Sorowako Luwu Timur Regency, South Sulawesi Province*. *International Journal of Earth Science and Engineering*, 11(02), 132-138.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2020. Hilirisasi Nikel Ciptakan Nilai Tambah dan Daya Tahan Ekonomi. Jakarta: Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Mudd dan Jowitt. 2014. *A detailed assessment of global nickel resource trends and endowments. Economic Geology*. Vol 109. Hal 1813-1841.
- N. Mutia, Mukiat, D. Sudarmono. 2020. Evaluasi Realisasi Penambangan Batubara Terhadap Rencana Blok Penambangan PT Bukit Asam Tbk. *Jurnal Pertambangan* Vol. 04 No. 01. ISSN 2549-1008.
- NCGIA. 2007. *Interpolation: Inverse Distance Weighting*. <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/spherekit/inverse.html> (8 Februari 2021).
- Nickel Institute. 2016. *Nickel Properties and Availability*. NickelInstitute.org. (diakses pada tanggal 8 Februari 2021).

- Pramono G. 2008. Akurasi metode IDW dan kriging untuk interpolasi sebaran sedimen tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan. *J Forum Geografi*. 22(1): 145-158.
- Sukaesih, 2015. ATLAS MINERAL DAN BATUAN ENDAPAN NIKEL. <http://psdg.bgl.esdm.go.id/kolokium/2015/sartek/1.pdf>. (diakses pada tanggal 8 Februari 2021).
- Sunila, Rasingma. 2015. *Principles of Geostatistics*. psdg.bgl.esdm.go.id. (diakses pada tanggal 8 Februari 2021).
- Syahputra, H. 2012. Rekonsiliasi *Sequence* Penambangan Perencanaan Jangka Panjang dengan Kondisi Aktual Studi Kasus Pit Selatan Tambang Senakin PT. Arutmin Indonesia Periode Q4 2010 – Q3 2011. Prosiding TPT PERHAPI 2012, Jakarta : PERHAPI.
- U.S. Geological Survey. 2019. *Mineral commodity summaries 2019*. U.S. Geological Survey. Hal 200. <https://doi.org/10.3133/70202434>. ISBN 978-1-4113-4283-5. (diakses pada tanggal 9 Februari 2021).