

**STUDI PERBANDINGAN KADAR NI DAN FE BERDASARKAN SAMPEL
CEK *PIT* DAN SAMPEL CEK *STOCK PILE* MINING NIKEL PADA PT.
BINTANGDELAPAN MINERAL SULAWESI TENGAH**

Villa Evadelvia Ginal Sambari

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lakidende Unaaha

(Naskah diterima: 1 Januari 2021, disetujui: 30 Januari 2021)

Abstract

Nickel mining in PT. Bintangdelapan Mineral District located in the village Fatufia Bahodopi Morowali, Central Sulawesi. The purpose of this research study sampling techniques and sample checks pit stock pile, and aimed to compare the levels of Ni, Fe. The authors limit the issues on comparative levels of Ni, Fe, based on sampling and sample checks pit mining production and production sample port stock pile, using the analysis tool Minipal. Field research methods consisting of the preparation stage, the stage of data collection, data processing stage and phase of Thesis. Results in getting the checks on the sampling pit, mining samples, and sample port is an increase in levels, this is because the mining PT. Bintangdelapan Minerals has applied to both selective mining mining methods. In this sample, the researcher applied sampling method and sample check stock pile pit nickel laterite operations in accordance with standard PT. Bintangdelapan Minerals, the data obtained is processed using Microsoft Excel and then presented in the form of reading SPSS (Statistical Product And Service Solution).

Keywords: *mining; Ni; Fe; checks pit samples; sample check stock pile.*

Abstrak

Penambangan nikel di PT. Bintangdelapan Mineral terletak di Desa Fatufia Kecamatan Bahodopi Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah. Maksud dari penelitian ini mempelajari teknik pengambilan sampel cek *pit* dan sampel *stock pile* serta bertujuan untuk mengetahui perbandingan Kadar Ni, Fe. Penulis membatasi masalah pada perbandingan kadar Ni, Fe, berdasarkan sampel cek *pit* dan sampel *mining* produksi serta sampel *port* produksi *stock pile*, dengan menggunakan analisis alat *Minipal*. Metode penelitian lapangan yang terdiri dari tahap persiapan, tahap pengambilan data, tahap pengolahan data dan tahap penyusunan Skripsi. Hasil yang di dapatkan yaitu pada pengambilan sampel cek *pit*, sampel *mining*, dan sampel *port* terjadi peningkatan kadar, hal ini disebabkan karena pada penambangan PT. Bintangdelapan Mineral telah menerapkan dengan baik metode penambangan *selective mining*. Dalam pengambilan sampel tersebut peneliti menerapkan cara pengambilan sampel cek *pit* dan sampel *stock pile* produksi nikel laterit sesuai dengan standar operasional di PT. Bintangdelapan Mineral, data yang di peroleh diolah memakai Microsoft excel dan kemudian di sajikan dalam bentuk pembacaan SPSS (Statistical Product And Service Solution).

Kata Kunci : penambangan, Ni, Fe, sampel cek *pit*, sampel cek *stock pile*

I. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia Timur khususnya pada daerah Sulawesi Tengah, sumberdaya mineral yang ekonomis belum semua dapat dikelola karena masih kurangnya tenaga ahli di bidang pertambangan. Salah satu daerah di Sulawesi Tengah yang memiliki potensi sumberdaya alam berupa endapan Nikel laterit yaitu pada daerah Morowali, khususnya pada wilayah izin usaha pertambangan PT. Bintangdelapan Mineral.

Penambangan nikel di PT. Bintang delapan Mineral terletak di Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah. PT. Bintangdelapan Mineral menerapkan sistem Tambang Terbuka (*Surface Mining*) dengan metode *Open Pit*. Kegiatan utamanya terdiri dari kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*top soil*), Pengupasan *Over Burden* serta kegiatan pemuatan dan pengangkutan *ore* (bijih nikel) dari lokasi penambangan ke lokasi *stock pile area*. Pada penelitian akan dibahas tentang perbandingan kadar Ni (nikel), Fe (besi) khususnya pada sampel cek *pit* dan sampel cek *stock pile* agar dapat di ketahui seberapa besar tingkat penurunan kadar yang terjadi.

Latar belakang dilakukannya penelitian ini untuk mengetahui kadar nikel endapan

laterit dimana kadar yang dihasilkan akan menjadi acuan dalam proses penjualan (kualitas jual) pada PT. Bintangdelapan Mineral Desa Fatufia Kecamatan Bahodopi Kabupaten Morowali Propinsi Sulawesi Tengah. Atas dasar tersebut maka dalam rangka penyusunan skripsi ini, penulis mencoba untuk melakukan penelitian mengenai perbandingan kadar Ni, Fe pada sampel cek *pit* dan sampel cek *stock pile*, sehingga diharapkan penelitian ini sesuai dengan standar operasional di lokasi penelitian.

Maksud dari penelitian ini untuk mengetahui kadar sampel cek *pit* dan cek *stock pile* serta mengetahui kadar Ni dan Fe, pada penambangan PT. Bintangdelapan Mineral

Tujuan penelitian adalah untuk membandingkan kadar Ni dan Fe, pada setiap sampel endapan nikel laterit yang ada di sampel cek *pit* dan *stock pile*.

Penulis membatasi masalah pada perbandingan kadar Ni, Fe, berdasarkan sampel cek *pit* dan sampel *mining* produksi serta sampel *port* produksi *stock pile*, dengan menggunakan analisis alat *Minipal*.

Secara umum penelitian ini bermanfaat menambah referensi di Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Muslim Indonesia. Secara khusus kepada perusahaan diharapkan

dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam hal mengatasi masalah perbedaan kadar Ni, Fe, yang terjadi di PT. Bintangdelapan Mineral.

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Buku lapangan dan alat tulis menulis
- b. *Minipal*
- c. Kamera digital
- d. Komputer
- e. Palu geologi
- f. *Scoop 125 D*
- g. Kantong sampel
- h. Pita
- i. Karung
- j. Tali rafia
- k. Material/*ore*

Secara *administrasi* terletak di Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah, sedangkan secara *geografis* terletak pada garis lintang 121°48' 18.3"- 122° 7' 59.1" BT dan 2° 43' 0.4"- 2° 55' 43.7" LS. Lokasi penelitian dapat di capai dengan menggunakan transportasi udara dari Makassar (SUL-SEL) – Kendari (SUL-TRA) kemudian dilanjutkan dengan alat transportasi laut (*via speed boat PT.BDM*) dengan rute Kendari-Bahodopi (Sul-Teng) selama ± 3 jam perjalanan, akses jalan ini juga dapat ditempuh dari Makassar ke

kabupaten Morowali Sulawesi Tengah dengan kendaraan roda empat melewati danau matano di penyebrangan Sorowako –Nuha, berjarak ± 20 Km. Sehingga rute lokasi penelitian ini adalah Makassar –penyebrangan Sorowako-Nuha (penyebrangan danau Matano)- Bungku – Bahodopi.

II. METODE PENELITIAN

Secara umum metode penelitian yang digunakan adalah metode *sampling* diatas permukaan melalui proses pengambilan sampel *pit* dan sampel *stock pile*. yang mengacu pada proses pengambilan sampel berdasarkan JIS (*Japan Industrial Standart*). Selanjutnya dilakukan preparasi yang kemudian dianalisis kadarnya di laboratorium kimia.

Metode penelitian lapangan yang terdiri dari tahap persiapan, tahap pengambilan data, tahap pengolahan data dan tahap penyusunan Skripsi.

Tahap persiapan

Tahap persiapan dilakukan sebelum berangkat ke lokasi penelitian yang terdiri dari tahap administrasi, tahap penyusunan proposal penelitian, studi pustaka serta persiapan perlengkapan, dilakukan di Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar. yang dijelaskan sebagai berikut:

Administrasi

Tahap persiapan administrasi berupa pengurusan persyaratan dari Jurusan dan Fakultas sebelum penyusunan proposal penelitian serta pengurusan surat rekomendasi penelitian sebelum berangkat ke tempat penelitian.

Penyusunan Proposal Penelitian

Tahap ini dilakukan sebelum melakukan penelitian pada PT. BINTANGDELAPAN MINERAL Desa Fatupia Kecamatan Bahodopi Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah.

Studi pustaka

Dalam penelitian ini, penulis melakukan beberapa kegiatan guna memperlancar penyelesaian di dalam penulisan Skripsi ini diantaranya mempelajari literatur-literatur yang hubungannya dengan penulisan penelitian dengan mengutip hal-hal penting yang diperlukan dalam penulisan ini. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan gambaran umum mengenai keadaan daerah penelitian untuk mengetahui konsep pembentukan nikel laterit dan kondisi geologi daerah penelitian serta sebagai bahan pendukung dalam penulisan teori-teori yang digunakan dalam menganalisis kadar Ni, Fe pada daerah penelitian khususnya pada sampel cek *pit* dan sampel *stock pile*.

Tahapan Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data penelitian yang digunakan dalam penulisan dan penyusunan Skripsi penelitian, antara lain:

Sumber Data

Tahap pengambilan data adalah metode pelaksanaan pekerjaan lapangan, yang mencakup data hasil produksi, pengambilan sampel *pit* dan sampel *stock pile*. Untuk dianalisis kadar nikel di laboratorium kimia.

Proses pengambilan sampel adalah kegiatan pengambilan suatu material dilokasi tambang di beberapa tempat pada daerah tertentu yang bertujuan untuk mengetahui kadar/ kualitas material tersebut secara keseluruhan. Pada dasarnya dalam kegiatan penambangan peranan *sampling* sangat penting karena mempunyai tujuan untuk mengetahui kandungan kadar pada bijih Nikel yang menjadi objek penambangan, yang mengacu pada proses pengambilan sampel berdasarkan JIS-M-8109 (*Japan Industrial Standart*).

Jenis Data

Data yang diperoleh terdiri dari: Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari perusahaan berupa hasil pengamatan dilokasi penelitian dan konsultasi langsung pada pimpinan perusahaan maupun

pada karyawan yang bersangkutan pada kegiatan penelitian ini, data ini diantaranya:

Pengambilan Sampel Cek

Sampel cek adalah sampel yang diambil pada lokasi tambang sebelum dilakukan kegiatan *ore getting*, untuk mendapatkan gambaran umum kadar yang akan ditambang. Mengambil sampel di permukaan sedalam 10 - 20 cm dengan menggunakan cangkul sampel sebanyak 2-3 kg secara komposit di 9 titik pengambilan sampel agar sampel *representative*, dimana pengambilan sampel ini terbagi 2 yaitu sampel karakter dan komposit. Sampel cek dilakukan untuk mengetahui karakter masing-masing material yang akan diambil di mana secara *visual* terlihat berbeda, ini disebabkan sifat laterit yang *heterogen* serta sifat mineral dan tingkat pelapukan yang berbeda. Cara pengambilan sampel karakter mengambil 1 jenis material yang sama sedangkan pengambilan sampel komposit mewakili semua jenis material secara proporsional (dicampur). Dipisahkan antara sampel yang -1 inchi (soft saprolite ore) dengan yang +1 inchi (rocky ore saprolite). Hal ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik *ore* yang ada.

Pengambilan Sampel Produksi

Sampel produksi adalah sampel yang diambil dari hasil penambangan *selective*

mining dan telah mengalami *mixing* dengan sempurna. Pengambilan sampel yang dilakukan pada waktu proses penambangan terjadi yaitu pada saat material yang mengandung kadar/kualitas tertentu diambil dan dimuat di *dump truck* dengan menggunakan alat *excavator*.

Pengambilan sampel produksi (sampel *mining*) dilakukan pada *bucket excavator* dengan 3 titik pengambilan sampel yaitu depan, kiri, dan kanan *bucket* dengan menggunakan *scoop* setelah itu dimasukkan kedalam karung (lihat foto 3.1). Prosedur *sampling* produksi dilakukan dengan interval 5 *dump Truck*, jadi dalam 10 *dump Truck* dilakukan 2 kali pengambilan sampel kemudian dicampur dan dimasukkan dalam karung untuk menjadi 1 nomor sampel. Sehingga apabila ada pemuaian *ore/material* 30 *load* atau 30 *dump Truck* akan menghasilkan 3 nomor sampel produksi, yang setiap nomor sampelnya mewakili kadar/kualitas *ore* masing-masing 10 *dump Truck*. Berat material yang di *sampling* sekitar 5-10 kg. Pengambilan material dipastikan proporsional sehingga mewakili kadar *ore/bijih* Nikel yang sedang ditambang. Memasukkan sampel ke dalam karung kemudian diberi label no sampel dan mengikatnya untuk menghindari sampel tertumpah. Pastikan dan

cek ulang nomor sampel apakah sesuai/sama dengan nomor pada karung dan *form* pengisian sampel. Setelah semua sampel sudah sesuai kemudian dikirim ke preparasi. Material yang berada dalam *dump truck* akan melewati proses penimbangan, dimana proses penimbangan ini bertujuan untuk mengetahui berapa berat material setiap *dump truck* sebelum di *dumping* sebagai *dome*.



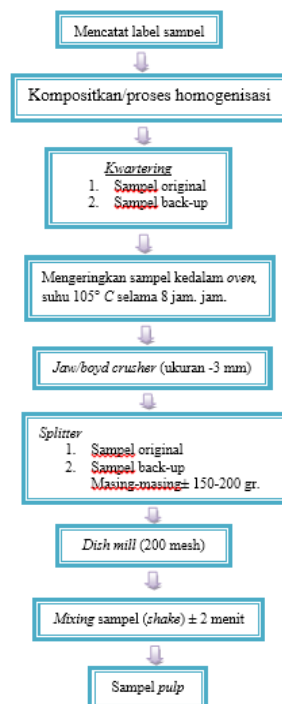
Foto 3.1 Pengambilan sampel produksi
Pengambilan Sampel *Port* (produksi)

Sampel *Port* adalah sampel yang diambil dari hasil pemuatan material dari lokasi tambang yang telah mengalami metode *selective mining* dan proses *mixing*. Pengambilan sampel dari *Dump Truck* diambil dari 3 titik secara proporsional antara *ore soft saprolit* (fraksi -1 inch) dan *ore rocky saprolit* (fraksi +1 sampai -6 inch) sebanyak 15 –20 kg. Pengambilan sampel dilakukan didepan, tengah dan belakang *dump Truck* tiap *increment* sebanyak 20 *dump truck*, 1 nomor sampel = 2 karung dimana karung 1 mewakili 10

load dengan berat masing-masing 1 karung 15-20 kg. Tonase tiap *dump truck* \pm 30 WMT Berat sampel \pm 50 kg tiap subplot. Pengambilan sampel produksi di *dump truck* mengacu pada JIS-M-8109 (*Japan Industrial Standart*) dimana dalam penelitian ini didapatkan hasil sampel 120-160 lot mewakili 1 *dome/port*. Ukuran large-medium dengan berat ≤ 10.000 ton.

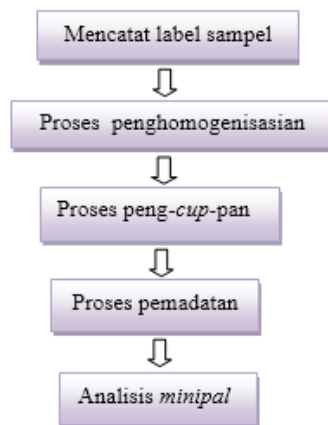
Metode Pengolahan Preparasi Sampel

Proses pengolahan sampel dipreparasi juga bervariasi, tergantung jenis sampel yang akan dipreparasi. Adapun cara kerja preparasi untuk sampel produksi dapat dilihat pada tabel berikut ini.



Proses Analisa Laboratorium

Penentuan kadar pada laboratorium kimia menurut sampel cek *pit* dan sampel hasil produksi digunakan dengan percobaan *minipal*, adapun langkah kerja sebelum sampel *pulp* dimasukkan ke *minipal* dapat dilihat pada tabel berikut ini:



Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari informasi tertulis lainnya, yang ada hubungannya dengan penulisan Skripsi ini diantaranya:

1. Morfologi regional daerah penelitian.
2. Stratigrafi daerah penelitian.
3. Struktur geologi daerah penelitian.
4. Peta tunjuk lokasi daerah penelitian.

Tahap Pengolahan Dan Analisis Data

Data yang didapatkan di lapangan kemudian diolah dengan menggunakan *Microsoft excel* dan *SPSS12* yang disajikan dalam

bentuk grafik perbandingan atau korelasi kadar endapan nikel laterit kadar Ni, Fe.

Tahap analisis data melalui beberapa tahap untuk dapat mencapai tujuan dari penelitian ini yaitu analisis dari hasil pengamatan dilapangan kemudian pengolahan sampel di preparasi serta analisis laboratorium kimia dengan menggunakan analisis alat *minipal*.

Penyajian Hasil Penelitian

Data-data yang ada setelah melalui proses pengolahan dan analisis maka didapatkan suatu kesimpulan dan tujuan akhir penelitian, data hasil pengamatan, pengolahan dan analisis data di dapatkan suatu kesimpulan yang kemudian dituangkan dalam bentuk tulisan ilmiah yang selanjutnya menjadi suatu laporan atau Skripsi. Skripsi yang telah disusun sebagai laporan akhir di persentasikan dalam bentuk ujian seminar dan ujian akhir di depan dosen penguji, tahap ini dilakukan di lokasi penelitian dan di Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia (UMI) Makassar.

III. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian untuk *P13* pada tanggal 4 juli 2012, lokasi *5f-pit 1*, hole id (titik bor) *5f 0032* sebagai mana di gambarkan pada peta log bor kadar lokasi daerah penelitian dengan *elevasi* 394.616 dijelaskan bahwa pada

elevasi tersebut mengandung kadar Ni = 1.75%, Fe = 15.55% Setelah di adakan pengambilan sampel cek terdapat kadar yang di bawah *Cut Off Grade (COG)* dimana *COG* yang ditetapkan pada PT.Bintagdelapan mineral yaitu Ni = 1.6 %, kadar tersebut adalah Ni = 1.40% dan Fe = 17.30%. Hal ini menunjukkan adanya zona-zona *waste saprolite* pada area yang disampling, yang menunjukkan tipe *ore* yang kurang *homogen*. Sampel *mining* tidak terdapat kadar di bawah *COG* karena pada saat pengambilan sampel *mining* tersebut telah mengalami proses *mixing* yang sempurna, dan dilakukan metode *selective mining* untuk daerah yang berada dibawah *COG*, sedangkan untuk sampel *port* terjadi peningkatan kadar hal ini disebabkan pengambilan sampel yang mewakili semua *dump truck*. Kesimpulannya pada *P13* jumlah *loading dump truck* sebanyak 100 DT dengan berat masing-masing *dump truck* 30 WMT, jadi untuk dome *P13* sebanyak 3000 ton mengandung kadar Ni = 2.05 % dan kadar Fe = 22.44 %.

Hasil penelitian untuk *P45* pada tanggal 19 juni 2012 dilokasi 5f-pit1, hole id (titik bor) 2185 sebagai mana di gambarkan pada peta log bor kadar lokasi daerah penelitian dengan *elevasi* 404.272 dijelaskan bahwa pada

elevasi tersebut mengandung kadar Ni = 1.17 %, Fe = 15.1 %. Setelah di adakan pengambilan sampel cek terdapat kadar yang di bawah *Cut Off Grade (COG)* dimana *COG* yang ditetapkan pada PT.Bintagdelapan mineral yaitu Ni = 1.6 %. Kadar tersebut adalah : Ni = 1.36 % . Fe = 13.82 %, Ni = 1.56 %. Fe = 20.23 %, Ni = 1.39 %. Fe = 10.61 %, Ni = 1.57 %. Fe = 20.35 %, Ni = 1.57 %. Fe = 19.35 %, Ni = 1.49 %. Fe = 17.55 %.

Hal ini menunjukkan adanya zona-zona *waste saprolite* pada area yang disampling, yang menunjukkan tipe *ore* yang kurang *homogen*, dan banyaknya *dilusi* pada lokasi daerah penelitian. Sampel *mining* terdapat kadar di bawah *COG* kadar tersebut adalah Ni = 1.57 %, Fe = 15.42 % hal ini disebabkan pada saat pengambilan sampel *mining* tersebut tidak mengalami proses *mixing* yang sempurna, dan dilakukan metode *selective mining* untuk daerah yang berada dibawah *COG*, sedangkan untuk sampel *port* terjadi peningkatan kadar hal ini disebabkan pengambilan sampel yang mewakili semua *dump truck*. Kesimpulannya pada *P45* jumlah *loading dump truck* sebanyak 140 DT dengan berat masing-masing *dump truck* 30 WMT, jadi untuk dome *P45* sebanyak 4200 ton mengan-

dung kadar Ni = 1.88 % dan kadar Fe = 19.08 %.

Hasil penelitian untuk *P55* pada tanggal 4 juli 2012, lokasi *5f-pit* 1, hole id (titik bor) *5f* 2234 sebagai mana di gambarkan pada peta log bor kadar lokasi daerah penelitian dengan *elevasi* 403.237 dijelaskan bahwa pada *elevasi* tersebut mengandung kadar Ni = 2.28 %, Fe = 24.97 % Setelah di adakan pengambilan sampel cek terdapat kadar yang di bawah *Cut Off Grade (COG)* dimana *COG* yang ditetapkan pada PT.Bintagdelapan mineral yaitu Ni 1.6 %. Kadar tersebut adalah Ni = 1.59 %, Fe = 42. 35 %, Ni = 1.22 %, Fe = 25.31 %. Hal ini menunjukkan adanya zona *limonite*, serta terdapat juga zona- zona *waste saprolite* yaitu kadar Ni = 1.31 %, Fe = 17.12 %, Ni = 1.52 %, Fe = 15.22 % pada area yang disampling Hal ini disebabkan adanya pengambilan sampel pada tempat yang kurang *homogen*. Sampel *mining* terdapat kadar di bawah *COG* karena pada saat pengambilan sampel *mining* tersebut tidak mengalami proses *mixing* yang sempurna, dan dilakukan metode *selective mining* untuk daerah yang berada dibawah *COG* sedangkan untuk sampel *port* terjadi peningkatan kadar hal ini disebabkan pengambilan sampel yang mewakili semua *dump truck*. Kesimpulannya pada *P55*

jumlah *loading dump truck* sebanyak 160 DT dengan berat masing-masing *dump truck* 30 WMT, jadi untuk dome *P55* sebanyak 4800 ton mengandung kadar Ni = 1.95 % dan kadar Fe = 25.37 %.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, dari data yang telah diperoleh untuk *port* 13 yaitu Sampel cek (SC) : Ni = 2.06 %, Fe = 19.02 % Sampel *mining* (SM) : Ni = 2.01 %, Fe = 23.88 % Sampel port (PORT): Ni = 2.09 %, Fe = 24.43 % Sehingga rata-rata nilai kadar untuk *dome* 13 yaitu mengandung nilai kadar Ni = 2.05 %, dan kadar Fe = 22. 44 %. Berdasarkan penelitian, dari data yang telah diperoleh untuk *port* 45 yaitu Sampel cek (SC): Ni = 1.73 %, Fe = 16.09 % Sampel *mining* (SM): Ni = 1.87 %, Fe = 16.95 % Sampel port (PORT): Ni = 2.05 %, Fe = 26.59 % Sehingga rata-rata nilai kadar untuk *dome* 45 yaitu mengandung nilai kadar Ni 1.88 %, dan dan kadar Fe = 19. 08 %. Berdasarkan penelitian, dari data yang telah diperoleh untuk *port* 55 yaitu .Sampel cek (SC): Ni = 1.75 %, Fe = 26.67 % Sampel *mining* (SM) : Ni = 2.04 %, Fe = 23.95% Sampel port (PORT) : Ni = 2.07 %, Fe = 25.5 % Sehingga rata-rata nilai kadar untuk *dome* 55 yaitu mengandung nilai kadar Ni = 1.95 %, dan kadar Fe = 25.37 %.

berdasarkan hasil penelitian didapatkan bijih dengan kadar yang sesuai kebutuhan perusahaan PT. Bintangdelapan Mineral, yaitu diatas 1.6 % Ni maka disimpulkan bahwa bijih nikel dengan kadar yang menyebar secara tidak merata tersebut, telah dilakukan penambangan meteode *selective mining* dengan baik. Serta pada proses *mixing* yang sempurna dapat mempengaruhi kadar *ore* yang *heterogen* menjadi *homogen*

DAFTAR PUSTAKA

- Guilbert, John M., 1986, *The Geology of Ore Deposits*, W.H Freeman and Company, New York.
- Haryadi, H., Sudradjat, A., Wahyudi, T., Bisri, U., 1992, *Nikel*, Proyek Pengembangan Manajemen Sumberdaya, Bandung.
- Japanese Industrial Standard (JIS M-1809), 1996 *Garnerite Nickel Ores- Methods For Sampling, Sample Preparation And Determination Of Moisture Content*.
- Katili J.A, 1978, *Geologi*, Institute teknologi bandung, Bandung-Indonesia.
- M.F. Buchanan., 1807. *Istilah Laterit dari Bahasa Latin "Later"*.
- Partanto, P. 2000, *Enslikopedia Pertambangan edisi ke tiga*, P3TM, Bandung.
- Sukandarrumidi, *Geologi Mineral Logam*, 2007, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tim Analisa dan Evaluasi Komoditi Mineral Internasional Proyek Pengembangan Pusat Informasi Mineral, 1985, *Kajian Nikel (Study On Nickel)*, Departemen Pertambangan dan Energi Direktorat Jendral Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.
- Waheed. A, 2002, *Nickel Laterites - A Short Course On The Chemistry, Mineralogy And Formation of Nickel Laterites*, PT. INCO Indonesia (*Unpublished*).