

PENGARUH MORFOLOGI LOKAL TERHADAP PEMBENTUKAN NIKEL LATERIT

A. Isjudarto

Program Studi Teknik Pertambangan STTNAS

Jalan Babarsari Caturtunggal, Depok, Sleman

email : isjudarto0911@gmail.com

ABSTRAK

Nikel merupakan salah satu kebutuhan manusia akan logam. Secara umum nikel dapat terbentuk secara primer maupun sekunder atau yang sering disebut sebagai nikel laterit. Endapan nikel yang terdapat di Indonesia hanya dijumpai dalam bentuk nikel laterit. Batuan induk endapan Nikel laterit adalah batuan ultrabasa; umumnya dari jenis harzburgit (peridotit yang kaya unsur ortopiroksen), dunite dan jenis peridotite yang lain. Oleh karena adanya proses pelapukan menyebabkan terjadi proses pengkayaan sekunder yang meningkatkan kadar Ni dalam batuan. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan nikel laterit adalah batuan asal, iklim, reagen-reagen kimia, struktur, topografi serta waktu. Banyak faktor yang mempengaruhi terbentuknya nikel laterit.

Dalam tulisan ini penulis mencoba membahas pengaruh morfologi lokal terhadap ketebalan pembentukan nikel laterit. Metode yang digunakan dengan membandingkan morfologi lokal (punggungan, lembah, lereng bukit) dan ketebalan nikel yang dihasilkan dari kegiatan pemboran sebanyak 34 titik bor.

Dari hasil pengamatan data dapat disimpulkan bahwa pada daerah puncak bukit ketebalan nikelnya relatif tipis, pada daerah lembah endapan laterit cenderung untuk membentuk zona limonit, sedang pada daerah lereng bukit zona saprolit yang paling tebal.

Kata kunci : nikel, laterit, peridotit, proses, morfologi lokal

LATAR BELAKANG

Nikel merupakan salah satu komoditas tambang utama dari negara Indonesia. Pada dasarnya sumber bahan galian nikel di alam dapat dijumpai dalam dua bentuk yaitu nikel primer yang berasal dari pembekuan magma yang bersifat ultra basis dan nikel sekunder yang dihasilkan oleh proses pengkayaan sekunder di bawah zona water table. Di Indonesia sumber nikel hanya dijumpai dalam bentuk nikel sekunder atau yang disebut juga sebagai nikel laterit. Nikel mempunyai sifat tahan karat. Istilah "laterite" bisa diartikan sebagai endapan yang kaya oksida besi, miskin unsur silika dan secara intensif ditemukan pada endapan lapukan pada iklim tropis. Ada juga yang mengartikan nikel laterit sebagai endapan lapukan yang mengandung nikel dan secara ekonomis dapat ditambang. Batuan induk endapan Nikel laterit adalah batuan ultrabasa; umumnya dari jenis harzburgit (peridotit yang kaya unsur ortopiroksen), dunite dan jenis peridotite yang lain. Endapan nikel laterit ini ditemukan di daerah Indonesia bagian timur seperti Pulau Sulawesi, pulau-pulau di Maluku Utara maupun di daerah Papua. Di daerah Maba, Pulau Halmahera, Maluku Utara dijumpai deposit nikel laterit dengan sebaran yang cukup luas.

Endapan nikel di daerah ini terbentuk bersama mineral silikat kaya unsur Mg (mis;olivin). Olivin adalah jenis mineral yang tidak stabil selama pelapukan berlangsung. Saprolite adalah produk pelapukan pertama, meninggalkan sedikitnya 20% fabric dari batuan aslinya (*parent rock*). Batas antara batuan dasar, saprolite dan indikasi awal pelapukan

(*weathering front*) tidak jelas dan bahkan perubahannya gradasional. Endapan nikel laterit dicirikan dengan adanya pelapukan mengulit bawang (*spheroidal weathering*) dan umumnya tersebar di daerah sepanjang struktur kekar dan rekahan (*boulder saprolite*). Selama pelapukan berlangsung, Mg dan Silika larut bersama air tanah. Ini menyebabkan fabric dari batuan induknya berubah secara total. Hasilnya, oksida besi mendominasi dengan membentuk lapisan horizontal di atas saprolite yang sekarang kita kenal sebagai mineral oksida besi jenis Limonite. Nikel berasosiasi juga dengan mineral jenis oksida besi yang lain terutama dari jenis Goethite. Rata-rata nikel yang berasosiasi dengan oksida besi diatas berkadar 1,2 %.

MAKSUD DAN TUJUAN

Pada umumnya sistem penambangan nikel di Indonesia menggunakan sistem selective mining, hal ini disebabkan karena pembentukan nikel laterit banyak faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor tersebut antara lain batuan sumber (batuan asal), porositas batuan, dalam hal ini dalam bentuk rekahan-rekahan yang berasal dari proses tektonik, curah hujan, kondisi air tanah dan morfologi lokal. Faktor-faktor tersebut saling kait mengkait yang menyebabkan perbedaan ketebalan endapan nikel di suatu daerah. Disini penulis mencoba untuk mengetahui bagaimana hubungan morfologi lokal terhadap ketebalan endapan nikel yang dihasilkan.

METODA

Dalam tulisan ini penulis mencoba untuk menghubungkan salah satu faktor pembentuk endapan nikel laterit yaitu faktor morfologi lokal dengan ketebalan nikel yang dihasilkan. Data yang diperoleh berasal dari data hasil pemboran eksplorasi detil yang dilakukan di daerah Maba. Dari hasil pemboran tersebut dapat diketahui kedalaman lobang bor, ketebalan zona-zona limonit dan saprolitnya. Ketebalan ini kemudian dihubungkan dengan kelerengan morfologi (grade) lokal dari lubang bor yang kemudian dianalisis apakah ada hubungan antara kelerengan morfologi lokal dengan ketebalan endapan nikel.

GEOLOGI DAERAH HALTIM

Kabupaten Halmahera Timur adalah salah satu kabupaten di provinsi Maluku Utara, Indonesia. Ibukota kabupaten ini terletak di Maba (gambar 1). Di daerah ini dijumpai endapan nikel laterit yang terhampar terutama pada daerah Halmahera Timur. Pulau Halmahera dan pulau-pulau sekitar Indonesia bagian timur merupakan suatu konfigurasi busur kepulauan sebagai hasil pertumbukan lempeng dibagian barat Pasifik. Pulau ini dicirikan oleh "double arc system", dibuktikan oleh vulkanik di lengan barat dan non vulkanik di lengan timur. Pada mandala geologi Halmahera Timur, batuan tertua daerah ini dibentuk oleh Satuan Batuan Ultra basa yang sebarannya cukup luas dan satuan Batuan Beku Basa yang mengintrusi Satuan Batuan Ultra Basa serta Satuan Batuan Beku Intermediate yang mengintrusi kedua satuan batuan sebelumnya. Satuan Batuan Ultra Basa terdiri dari serpentinit, piroksenit dan dunit, umumnya berwarna hitam atau hitam kehijauan, getas, terbreksikan, mengandung asbes dan garnierit. Pada satuan ini teramati batuan metasedimen dan rijang, posisinya terjepit diantara sesar di dalam batuan ultra basa.

Satuan batuan ini dinamakan Formasi Watileo (Watileo Series) dan hubungannya dengan satuan batuan yang lebih muda berupa bidang ketidak selarasan atau bidang sesar naik. Satuan Batuan Beku Basa terdiri atas gabro piroksin, gabro hornblende dan gabro olivine, tersingkap didalam komplek Satuan Batuan Ultra Basa dan ini dinamakan seri Watowato. Satuan Batuan Intermediate terdiri atas batuan diorit kuarsa dan diorit hornblende, tersingkap juga dalam komplek batuan ultra basa. Selain itu teramati sejumlah retas andesit dan diorit yang tidak terpetakan, berhubungan dengan barik kuarsa dan pirit di daerah Formasi Bacan.

Tektonik

Daerah Halmahera terdiri dari Mandala geologi Halmahera timur, Halmahera barat dan Busur Kepulauan gunung api kuarter (Supriatna, S., 1980)..

Mandala geologi tersebut berbeda dalam batuan dan tektoniknya. Mandala geologi Halmahera Timur dicirikan oleh batuan ultra basa, sedangkan Halmahera Barat oleh batuan gunung api. Zona perbatasan antara dua Mandala tersebut terisi oleh batuan Formasi Weda yang sangat terlipat dan tersesarkan. Struktur lipatan berupa sinklin dan antiklin terlihat pada Formasi Weda, sumbu lipatan berarah Utara – Selatan, Timur laut – Baratdaya dan Barat laut – Tenggara. Struktur sesar normal dan sesar naik umumnya berarah Utara – Selatan dan Barat – Tenggara (gambar 2).

Perkembangan tektonik pada lengan timur diperkirakan terjadi pada akhir Kapur dan awal Tersier. Mandala lengan timur terdiri atas batuan tua ultrabasa dan serpih merah yang diduga berumur Kapur terdapat dalam batuan sedimen Formasi Dorosagu yang berumur Paleosen-Eosen. Kegiatan tektonik lanjutan terjadi pada awal Eosen – Oligosen.

Nikel laterit berkembang di kompleks batuan Ophiolite pada rentang waktu Phanerozoic, terutama *Cretaceous-Miosen*. *Ophiolite* ini telah mengalami pensesaran dan kekar sebagai efek dari *tectonic uplift* yang dapat memicu intensitas pelapukan dan perubahan pada muka air tanah. Semakin banyak zona shear dan steep fault (patahan jenis normal), semakin tinggi pula tingkat pengayaan (*enrichment process*) untuk menghasilkan kadar Nikel yang tinggi. Pada Miosen Tengah, Plio-Plistosen dan akhir Holosen di daerah penelitian terjadi kegiatan tektonik berupa perlipatan, sesar naik secara intensif dengan arah utama UUT – SSB. Sesar normal berarah BUB – TUT dan ini terjadi pada fase tektonik akhir, memotong semua sesar naik.

GENESA NIKEL LATERIT

Pelapukan kimia membuat komposisi kimia dan mineralogi suatu batuan dapat berubah. Mineral dalam batuan yang dirusak oleh air kemudian bereaksi dengan udara (O_2 atau CO_2), menyebabkan sebgaiian dari mineral itu menjadi larutan. Selain itu, bagian unsur mineral yang lain dapat bergabung dengan unsur setempat membentuk kristal mineral baru.

Kecepatan pelapukan kimia tergantung dari iklim, komposisi mineral dan ukuran butir dari batuan yang mengalami pelapukan. Pelapukan akan berjalan cepat pada daerah yang lembab (humid) atau panas dari pada di daerah kering atau sangat dingin. Curah hujan rata-rata dapat mencerminkan kecepatan pelapukan, tetapi temperatur sulit dapat diukur. Namun secara umum, kecepatan pelapukan kimia akan meningkat dua kali dengan meningkat temperatur setiap $10^\circ C$. Mineral basa pada umumnya akan lebih cepat lapuk dari pada mineral asam. Itulah sebabnya basal akan lebih cepat lapuk dari pada granit dalam

ukuran yang sama besar. Sedangkan pada batuan sedimen, kecepatan pelapukan tergantung dari komposisi mineral dan bahan semennya.

Pada pelapukan kimia khususnya, air tanah yang kaya akan CO₂ berasal dari udara dan pembusukan tumbuh-tumbuhan menguraikan mineral-mineral yang tidak stabil (olivin dan piroksin) pada batuan ultra basa, menghasilkan Mg, Fe, Ni yang larut; Si cenderung membentuk koloid dari partikel-partikel silika yang sangat halus. Didalam larutan, Fe teroksidasi dan mengendap sebagai ferri-hidroksida, akhirnya membentuk mineral-mineral seperti goethit, limonit, dan haematit dekat permukaan. Bersama mineral-mineral ini selalu ikut serta unsur cobalt dalam jumlah kecil.

Larutan yang mengandung Mg, Ni, dan Si terus menerus kebawah selama larutannya bersifat asam, hingga pada suatu kondisi dimana suasana cukup netral akibat adanya kontak dengan tanah dan batuan, maka ada kecenderungan untuk membentuk endapan hydrosilikat. Nikel yang terkandung dalam rantai silikat atau hydrosilikat dengan komposisi yang mungkin bervariasi tersebut akan mengendap pada celah-celah atau rekahan-rekahan yang dikenal dengan urat-urat garnierit dan krisopras. Sedangkan larutan residunya akan membentuk suatu senyawa yang disebut saprolit yang berwarna coklat kuning kemerahan. Unsur-unsur lainnya seperti Ca dan Mg yang terlarut sebagai bikarbonat akan terbawa kebawah sampai batas pelapukan dan akan diendapkan sebagai dolomit, magnesit yang biasa mengisi celah-celah atau rekahan-rekahan pada batuan induk. Dilapangan urat-urat ini dikenal sebagai batas petunjuk antara zona pelapukan dengan zona batuan segar yang disebut dengan akar pelapukan (*root of weathering*).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan bijih nikel laterit ini adalah:

a. Batuan asal. Adanya batuan asal merupakan syarat utama untuk terbentuknya endapan nikel laterit, macam batuan asalnya adalah batuan ultra basa. Dalam hal ini pada batuan ultra basa tersebut: - terdapat elemen Ni yang paling banyak diantara batuan lainnya - mempunyai mineral-mineral yang paling mudah lapuk atau tidak stabil, seperti olivin dan piroksin - mempunyai komponen-komponen yang mudah larut dan memberikan lingkungan pengendapan yang baik untuk nikel.

b. Iklim. Adanya pergantian musim kemarau dan musim penghujan dimana terjadi kenaikan dan penurunan permukaan air tanah juga dapat menyebabkan terjadinya proses pemisahan dan akumulasi unsur-unsur. Perbedaan temperatur yang cukup besar akan membantu terjadinya pelapukan mekanis, dimana akan terjadi rekahan-rekahan dalam batuan yang akan mempermudah proses atau reaksi kimia pada batuan.

c. Reagen-reagen kimia dan vegetasi. Yang dimaksud dengan reagen-reagen kimia adalah unsur-unsur dan senyawa-senyawa yang membantu mempercepat proses pelapukan. Air tanah yang mengandung CO₂ memegang peranan penting didalam proses pelapukan kimia. Asam-asam humus menyebabkan dekomposisi batuan dan dapat merubah pH larutan. Asam-asam humus ini erat kaitannya dengan vegetasi daerah. Dalam hal ini, vegetasi akan mengakibatkan:

- penetrasi air dapat lebih dalam dan lebih mudah dengan mengikuti jalur akar pohon-pohonan
- akumulasi air hujan akan lebih banyak
- humus akan lebih tebal Keadaan ini merupakan suatu petunjuk, dimana hutannya lebat pada lingkungan yang baik akan terdapat endapan nikel yang lebih tebal dengan kadar yang lebih tinggi. Selain itu, vegetasi dapat berfungsi untuk menjaga hasil pelapukan terhadap erosi mekanis.

d. Struktur. Struktur yang sangat dominan yang terdapat didaerah penelitian adalah struktur kekar (*joint*) dibandingkan terhadap struktur patahannya. Seperti diketahui, batuan beku mempunyai porositas dan permeabilitas yang kecil sekali sehingga penetrasi air sangat sulit, maka dengan adanya rekahan-rekahan tersebut akan lebih memudahkan masuknya air dan berarti proses pelapukan akan lebih intensif.

e. Topografi. Keadaan topografi setempat akan sangat mempengaruhi sirkulasi air beserta reagen-reagen lain. Untuk daerah yang landai, maka air akan bergerak perlahan-lahan sehingga akan mempunyai kesempatan untuk mengadakan penetrasi lebih dalam melalui rekahan-rekahan atau pori-pori batuan. Akumulasi andapan umumnya terdapat pada daerah-daerah yang landai sampai kemiringan sedang, hal ini menerangkan bahwa ketebalan pelapukan mengikuti bentuk topografi. Pada daerah yang curam, secara teoritis, jumlah air yang meluncur (*run off*) lebih banyak daripada air yang meresap ini dapat menyebabkan pelapukan kurang intensif.

f. Waktu. Waktu yang cukup lama akan mengakibatkan pelapukan yang cukup intensif karena akumulasi unsur nikel cukup tinggi.

PENGARUH MORFOLOGI

Pada penelitian ini menekankan pada pengaruh morfologi lokal terhadap ketebalan endapan nikel laterit yang dihasilkan. Data yang dipakai adalah data hasil pemboran berupa pengamatan fisik dan visual terhadap core yang terambil pada pemboran di Blok B Desa Soa Sangaji, Kecamatan Maba, Kabupaten Haltim sebanyak 34 lubang bor (lihat gambar 4). Data ini kemudian dihubungkan dengan

morfologi lokal dan diperoleh data-data sebagai berikut (lihat tabel 1) :

Tabel 1. Hasil pengamatan terhadap hasil pemboran

NO	LOCATION	DEPTH (M)	GRADE	LIMONITE	SAPROLITE
			%	(M)	(M)
1	MB (10,66)	30.00	35	7.00	23.00
2	MB (14,66)	29.50	32	6.00	23.50
3	MB (18,66)	14.00	12	2.50	11.50
4	MB (22,66)	15.00	10	3.00	12.00
5	MB (26,66)	32.00	35	7.50	24.50
6	MB (30,66)	29.50	40	8.00	21.50
7	MB(10.74)	28.00	37	6.00	22.00
8	MB(14.74)	20.00	25	5.00	15.00
9	MB (18.74)	17.00	10	2.75	14.25
10	MB (22.74)	28.00	35	7.80	20.20
11	MB (26.74)	22.00	28	6.00	16.00
12	MB (10.82)	27.00	36	8.00	19.00
13	MB (18.82)	16.00	12	3.00	13.00
14	MB (22.82)	16.75	10	3.50	13.25
15	MB (26.82)	29.00	40	7.00	22.00
16	MB (14.90)	15.00	13	2.50	12.50
17	MB (18.90)	17.00	14	4.00	13.00
18	MB (22.90)	16.50	13	3.00	13.50
19	MB (30.90)	26.75	35	7.50	19.25
20	MB (14.98)	30.00	38	9.00	21.00
21	MB (18.98)	25.00	26	6.00	19.00
22	MB (22.98)	16.00	12	2.50	13.50
23	MB (26.98)	27.00	37	8.00	19.00
24	MB (30.98)	26.00	35	8.50	17.50
25	MB (18.106)	28.00	40	7.30	20.70
26	MB (22,106)	31.00	35	6.90	24.10
27	MB (26.106)	17.75	10	3.00	14.75
28	MB (30.106)	29.00	36	9.00	20.00
29	MB (34.106)	28.50	40	7.00	21.50
30	MB (18.114)	31.00	36	7.50	23.50
31	MB (22.114)	30.00	42	8.00	22.00
32	MB (26.114)	23.00	27	5.00	18.00
33	MB (30.114)	31.50	37	8.00	23.50
34	MB (34.114)	15.50	12	3.00	12.50

KESIMPULAN

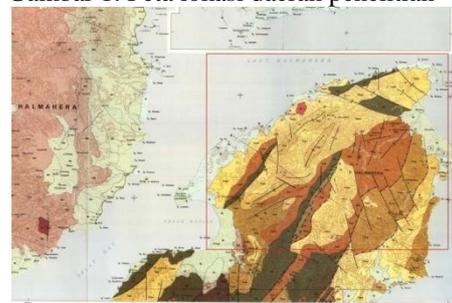
Apabila kita amati variasi ini mengikuti bentuk morfologi lapangannya, dimana turunnya topografi daerah mempengaruhi ketebalan endapan laterit nikel. Pada daerah-daerah di bagian puncak-puncak bukit dengan kelerengan cukup kecil umumnya menghasilkan endapan nikel yang lebih tipis. Sedangkan pada daerah punggung zona laterit yang terbentuk cukup tebal. Secara geologi hal ini dapat dijelaskan. Pada daerah punggung batuan asal mengandung banyak rekahan/ kekar yang disebabkan oleh gaya tektonik. Banyaknya rekahan ini memungkinkan air tanah untuk lebih mudah berpenetrasi sehingga dapat mengakumulasikan endapan laterit nikel secara lebih optimal. Sedangkan pada lereng yang curam, air tanah akan lebih banyak yang hanya sekedar lewat dibandingkan yang meresap ke dalam tanah sehingga proses pengendapan dan pelapukan yang terjadi akan menjadi lebih sedikit. Hal inilah yang mengakibatkan endapan yang terjadi didaerah lereng (yang curam) merupakan endapan laterit nikel yang lebih tipis.

DAFTAR PUSTAKA

Burger, P.A., 1996. Origins and Characteristic of Lateric Nickel Deposits, *Nickel '96 Seminar Proceedings*, Kalgoorlie. p 179-183.
 Supriatna, S., 1980, Peta Geologi Lembar Morotai, Maluku Utara, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
 Satsuma, 1975, Geology and Ore Deposits of Oeboelie, Gebe Island. Indonesian Nickel Developed Co., Ltd. Tokyo.



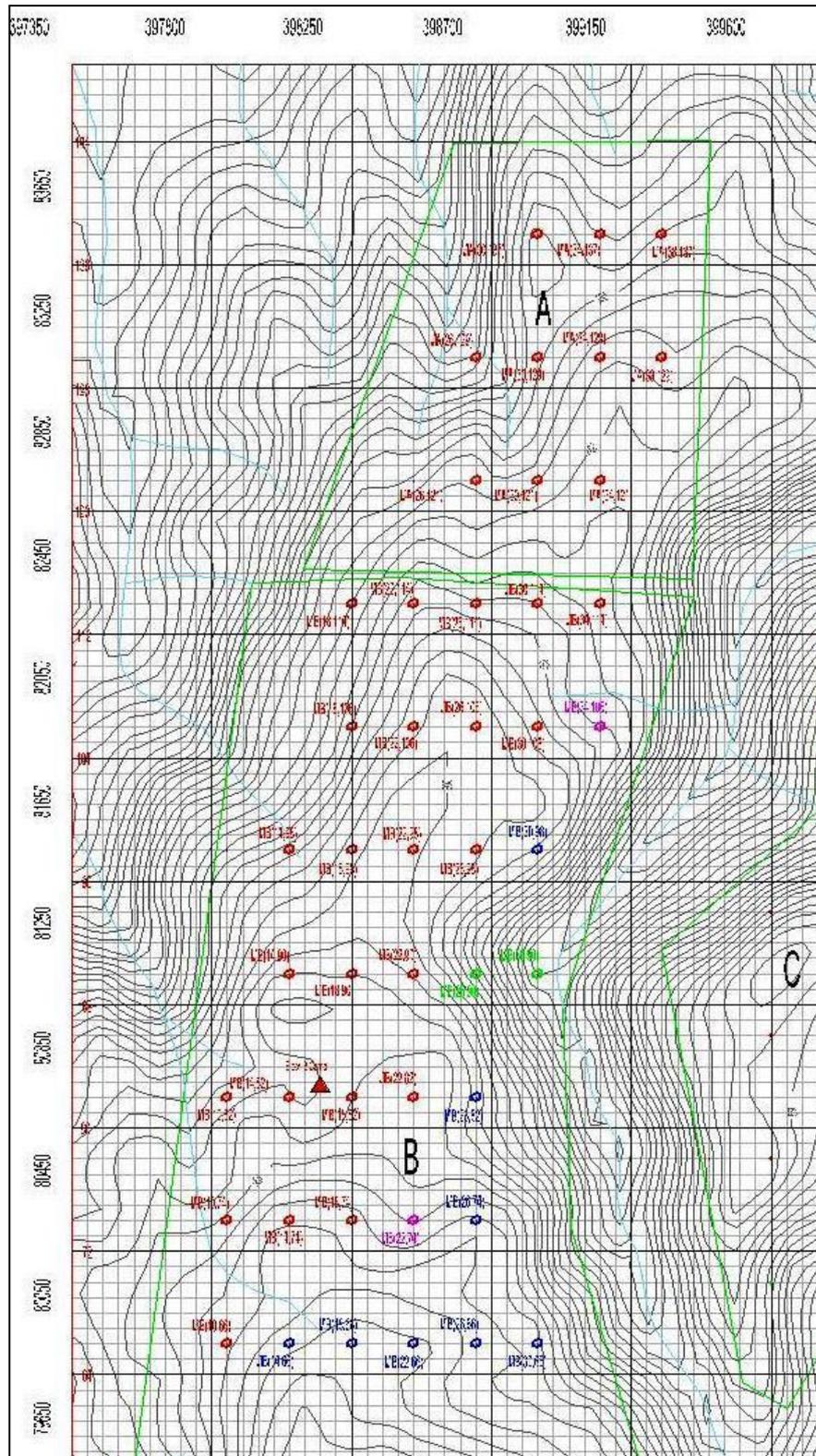
Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian



Gambar 3. Test pit pada lokasi penelitian



Gambar 4. Peta detail lokasi pemboran