

buletin

SUMBER DAYA GEOLOGI

Volume 5 No. 2 - 2010



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
Badan Geologi
Pusat Sumber Daya Geologi

Buletin Sumber Daya Geologi	Vol. 5	No. 2	Halaman 50 - 104	Bandung Agustus 2010	Terakreditasi sebagai Majalah Berkala ilmiah berdasarkan keputusan kepala LIPI No. 451/D/2010, Ketua P2MBI LIPI No. 237/Akred-LIPI/P2MBI/05/2010
--------------------------------	--------	-------	---------------------	-------------------------	---

KERETANGAN SAMPUL DEPAN

Singkapan Ignimbrit Tondano

Lokasi : Area Penambangan Citraland, Manado

Sumber : Pusat Sumber Daya Geologi (2010)

PENGANTAR REDAKSI

Dengan meningkatnya kegiatan Pusat Sumber Daya Geologi dalam melaksanakan penelitian, penyelidikan dan eksplorasi pada tahun anggaran 2010 ini diharapkan semakin banyak data dan informasi hasil kegiatan tersebut yang dapat dipublikasikan dalam buletin Sumber Daya Geologi. Terlebih lagi dengan terakreditasinya buletin ini akan dapat memberikan nilai tambah bagi para peneliti yang dapat menuangkan pemikiran, gagasan dan hasil penelitiannya ke dalam bentuk makalah. Alangkah sayangnya jika buletin ini tidak dimanfaatkan secara optimal baik untuk kepentingan institusi dalam penyebarluasan informasi sumber daya geologi maupun untuk kepentingan para peneliti.

Selain itu semangat pemerintah dalam pemanfaatan energi baru terbarukan memberikan tantangan bagi buletin kita untuk mempublikasikan makalah hasil ekplorasi sumber daya energi tersebut. Untuk itu dalam nomor ini kita dapat menikmati tulisan mengenai potensi CBM (Coalbed Methane) di Sumatera yang merupakan hasil dari kegiatan Pusat Sumber Daya Geologi.

Adanya kendala dalam implementasi UU no 4 tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara dipaparkan dengan sangat jelas dalam satu makalah di nomor ini. Tulisan ini dapat membuka wawasan bagi kita dan juga merupakan masukan untuk pemerintah bahwa suatu peraturan satu sektor dalam pelaksanaannya dapat bertentangan dengan peraturan disektor lain.

Dewan Redaksi mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi tingginya kepada para penyumbang makalah dari dalam maupun di luar Pusat Sumber Daya Geologi yang dengan semangatnya telah menyumbangkan karyanya berupa tulisan yang termuat di buletin ini. Kami tetap mengharapkan kontribusi para cerdas pandai yang untuk buletin ini dengan mengirimkan sebanyak-banyaknya karya tulis ilmiah yang bermutu dan dapat dipertanggungjawabkan. Semoga apa yang termuat dalam buletin ini dapat membawa manfaat bagi setiap pembacanya.

Salam hangat

Dewan Redaksi

Penasihat

Kepala Pusat Sumber Daya Geologi
Ir. Farida Zed, ME

Penanggungjawab

Kepala Bidang Informasi
Ir. Calvin Karo Karo Gurusinga, M.Sc

Redaktur

Ir. Rina Wahyuningsih
Ir. Denni Widhiyatna
Drs. Nandang Sumarna
Ir. Herudiyanto, M.Sc
Ir. Herry Rodiana Eddy, MT
Ir. Rahardjo Hutamadi

Editor

Dr. Ir. Bambang Tjahjono S., M.Sc
Ir. Bambang Pardiarto
Ir. Teuku Ishlah
Ir. Dedy Amarullah
Ir. Kusdarto
Ir. Sri Widodo

Desain Grafis dan Fotografer

Candra
Dani Swastika, ST

Sekretariat

Wiwi Resmiasih, SH
Dra. Ella Dewi Laraswati
Dra. Euis Soja Suciati
Drs. Aman Tarman
Martin P.H. Manungkalit
Lili

Mitra Bestari Edisi ini

Dr. Ir. Rukmana N. Adhi (Geostatistik)
Ir. Koswara Yudhawinata, M.Sc (Geologi)

DAFTAR ISI

MAKALAH ILMIAH

- 50 - 57 **COALBED METHANE POTENCY OF TANJUNG FORMATION
IN TANAH BUMBU SOUTH KALIMANTAN**
Oleh : David P. Simatupang, Deddy Amarullah
- 58 - 69 **ENDAPAN KROMIT DIDERAH TOPOGARO - BUNGKU BARAT
PROVINSI SULAWESI TENGAH**
Oleh : Eko Yoan Toreno
- 70 - 76 **TINJAUAN IMPLEMENTASI UNDANG-UNDANG NOMOR 4/2009
TENTANG PERTAMBANGAN MINERAL DAN BATUBARA
TERHADAP PERATURAN PERUNDANGAN LAINNYA.**
Oleh : Bambang Pardiarto
- 77 - 86 **POTENSI DAN GENESIS MANGAN DI KAWASAN KARS GOMBONG
SELATAN BERDASARKAN PENELITIAN GEOLOGI LAPANGAN,
ANALISIS DATA INDUKSI POLARISASI DAN KIMIA MINERAL**
Oleh : Chusni Ansori
- 87 - 104 **PEMBUATAN IN-HOUSE STANDARD
BAHAN ACUAN BAKU BATUGAMPING**
Oleh : Dedeh Dinarsih, Khoirun Nahar dan Herry Rodiana

SARI MAKALAH

TOKOH

Oleh : Penny Oktaviani

GALERI FOTO

Oleh : Candra

PEDOMAN PENULISAN KARYA ILMIAH

Oleh : Redaksi

**COALBED METHANE POTENCY
OF TANJUNG FORMATION IN TANAH BUMBU
SOUTH KALIMANTAN**

Oleh :

David P. Simatupang, Deddy Amarullah
Center for Geological Resources, Geological Agency
Jl. Soekarno Hatta No. 444 Bandung**ABSTRACT**

Coal deposits distributes widely in Indonesia, mainly in Sumatera and Kalimantan. These deposits become an indication for a huge quantity of coal-bed methane (CBM) potency. As an environmentally friendly source of energy, CBM could be one of Indonesia's future energy sources. Centre for Geological Resources (CGR) started the exploration for this energy since 2005, while the study was conducted in 2008 at Tanjung Formation in Tanah Bumbu Area, South Kalimantan. CSAT-1 well was drilled to provide CBM resources and deep coal mine potency data for Tanjung Formation (Eocene) in Asem-asem Basin. This well went through 10 coal seams with three main seam, which is E seam at 212.34-213.30 m depth, I seam at 261.93-264.20 m, and J seam at 270.20-275.35 m depth. Calorific value from this three main seam categorized as high rank coal, vary from 6197-6745 cal/gram (adb), with total moisture between 4.51-7.11 %, adb. Total coal resources used for CBM resources quantification is 112,733,226 tons (between 300 to 1000 meters depth). Based on desorption test and gas chromatograph measurement from samples at various depth from three main seams, those coal gives methane resources estimation about 430 MSCF, with methane content vary between 1.2 - 6.6 cu-ft/ton of coal.

Keywords: Tanjung Formation, Tanah Bumbu, CBM, methane content.

SARI

Endapan batubara tersebar luas di Indonesia, terutama di Pulau Sumatera dan Kalimantan. Endapan ini menjadi indikasi besarnya potensi coal-bed methane (CBM). Sebagai salah satu sumber energy yang ramah lingkungan, CBM dapat menjadi salah satu sumber energi bagi Indonesia dimasa yang akan datang. Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG) telah mulai melakukan eksplorasi sumber energi ini sejak tahun 2005, dimana pada tahun 2008 dilakukan di Formasi Tanjung di Daerah Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan. Pemboran sumur CSAT-1 dilakukan untuk memberikan data sumber daya CBM dan data potensi tambang dalam untuk Formasi Tanjung yang berumur Eosen di Cekungan Asem-asem. Sumur tersebut menembus 10 lapisan batubara, dengan tiga diantaranya sebagai lapisan utama, yaitu lapisan E pada kedalaman 212,34 - 213,30 m, lapisan I pada kedalaman 261,93-264,20 m, dan lapisan J pada 270,20 - 275,35 m. Nilai kalori dari ketiga lapisan utama ini dikategorikan sebagai batubara rank tinggi, dengan variasi dari 6197 - 6745 cal/gram (adb), dengan total moisture antara 4,51 - 7,11 %, adb. Total sumber daya batubara yang digunakan untuk penghitungan sumber daya CBM adalah 112.733.226 ton (yang berada di kedalaman antara 300 hingga 1000 meter). Berdasarkan desorption test dan pengukuran gas chromatography terhadap sampel batubara pada berbagai kedalaman di ketiga seam utama, batubara tersebut memberikan sumber daya metana sekitar 420 MSCF dengan kandungan metana yang bervariasi antara 1,2 6,6 cu-ft/ton batubara.

Kata Kunci: Formasi Tanjung, Tanah Bumbu, CBM, kandungan metana.

INTRODUCTION

Coal deposits are widely distributed in Indonesia, mainly in Sumatera and Kalimantan islands, which is utilized mostly for power plant. The other energy resource from coal deposits that environmentally clean is the saturated gas within the coal pores, known as coal-bed

methane (CBM). Some advantages of CBM are it makes underground mining saver, provides cleaner & environmentally friendly source of energy and can be easily transported through pipeline network for national and regional supply.

Center for Geological Resources (CGR) has carried out CBM exploration since 2005. The

Diterima tanggal 02 Mei 2010
Revisi tanggal 10 Juli 2010

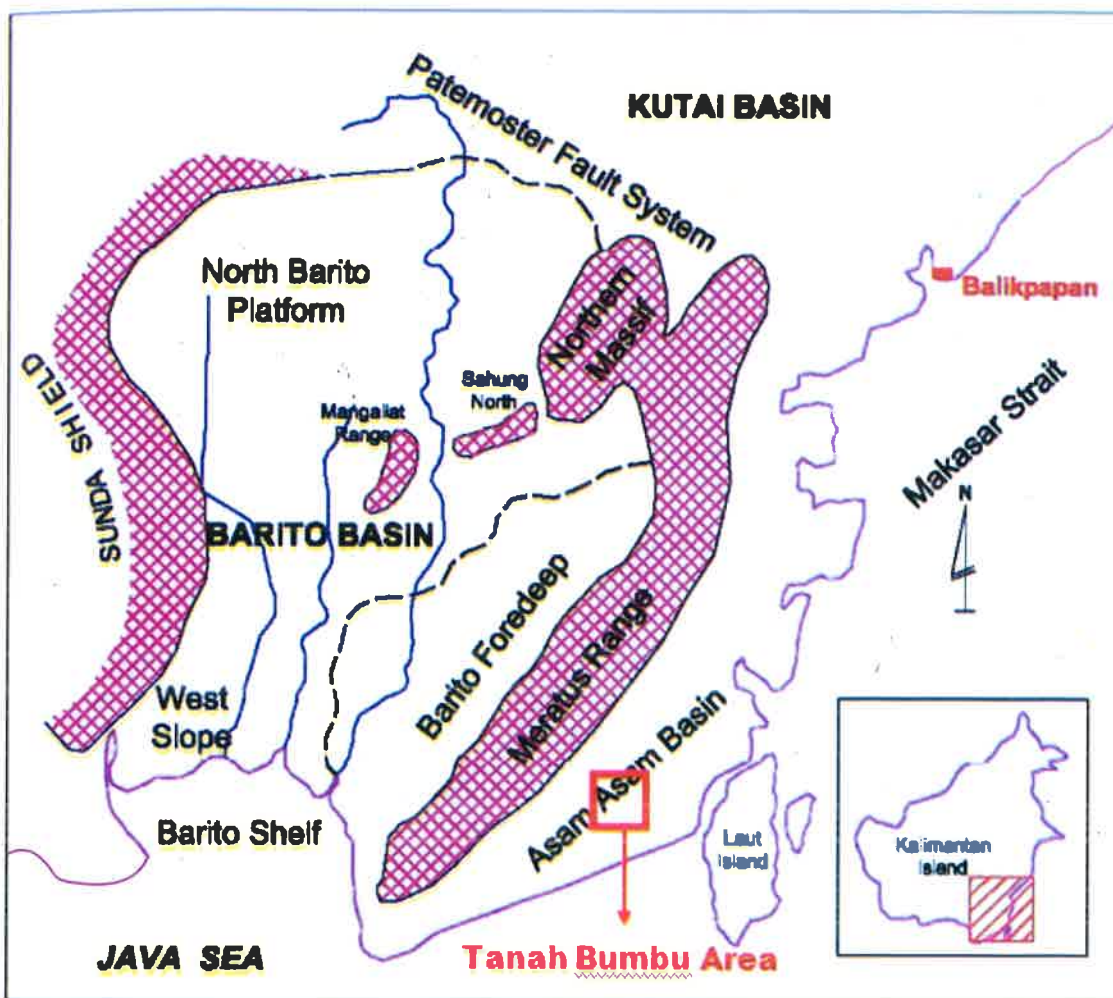


Figure 1. Tanah Bumbu Study Area in Tectonic Framework of Barito Basin (Satyana & Silitonga)

drilling was conducted in various basins in order to provide CBM and deep coal mine resources potency data. The latest activity commenced in 2008 at Tanah Bumbu area, with the purpose to measure the methane content of the Tanjung Formation.

Coal deposit of the Tanjung Formation in Tanah Bumbu area is believed to be one of the most potential coal bearing that have significant methane content. The Eocene Tanjung Formation belongs to Asem-Asem Basin (E. Rustandi et al., 1995; N. Sikumbang et al., 1994). Administratively, the study area is situated within Tanah Bumbu Regency, South Kalimantan Province (Figure 1).

METHODOLOGY

The site of CSAT-1 drillhole in the Tanah Bumbu area is selected based on geological mapping data. It is interpreted that the drillhole will penetrate various seam of the Tanjung

Formation. Detail core description was made before the coal was packed into canisters and sealed to prevent leakage. After the canister was tested for any possibility of leaking, the canister was ready for desorption test.

Desorption test measurement was made in periodical time intervals by releasing out the gas until there are no more gas comes out from the canister. Following this, coal from the canister was crushed to get the residual gas that still trapped inside. Gas samples from each canister were tested by using Gas Chromatograph (GC) to get the gas composition. Finally, the crushed coal was sent to laboratory for coal quality analysis.

Coal resources calculation that used for gas measurement was made at the interval depth of 300-1000 m. Only three seams (E, I and J seam) were included in the calculation based on the assumption that due to the seam thickness and depth interval, methane gas can be produced effectively.

GEOLOGY AND COAL DEPOSIT RESULT

Tanah Bumbu area falls within the Asem-Asem Basin, it is located in the south eastern part of Kalimantan. The Asem-Asem Basin was part of Barito Basin that separated by Meratus Mountains (N. Sikumbang, 1986; A. H. Satyana and P.D. Silitonga, 1994). According to E. Rustandi et al., (1995), Tertiary stratigraphy of the Asem-Asem Basin begins with the Eocene sedimentary sequence of Tanjung Formation that contains commercial coal. The Tanjung Fm conformably overlain by Oligo-Miocene of Berai Formation, which predominantly consist of limestone. The Middle Miocene Warukin Formation that also known as coal measures, lies conformably above Berai Formation. The Mio-Pliocene Dahor Formation, which predominantly consist of coarse sandstone, lies unconformably above Warukin Formation. The structural configuration

of Tanah Bumbu is considered to be simple structures with dip of bedding generally ranges between 10-20° SW. This study will be focused particularly on coal deposits of the Tanjung Fm.

Ten coal seams of the Tanjung Fm were found in CSAT-1 well. The shallowest depth seam occurred 185.80-186.40 m depth and the lowest seam is present at 284.45-284.90 m depth. The thickest coal seam occurred at 270.20-275.35 m and the thinnest coal seam found at 194.54-194.74 m depth. Detailed drilling results are listed in Table 1.

Resource calculation of the Tanjung Fm coal was divided into 2 block based on coal depth, Block I (300-500 m) and Block II (500-1000 m). Coal resources was calculated up to 3000 m along the strike, gave the total resource of 112,733,226 tonnes (see Table 2). Based on the thickness, gas content was measured from 3 (E, I, & J) out of ten coal seams.

Table 1.
Coal seams of CSAT-1

Seam	Depth (m)		Thickness (m)
	From	To	
A*	185.80	186.40	0.60
B	194.54	194.74	0.20
E* +	212.34	213.30	0.96
F	237.10	237.50	0.40
G	250.30	250.70	0.40
H	260.80	261.30	0.50
I* +	261.93	264.20	2.27
J* +	270.20	275.35	5.05
K	277.40	277.90	0.50
L	284.45	284.90	0.45

* = coal seam analysed
+ = gas content calculated

Table 2.
Coal Resources

Seam	Depth (meter)		Thick (meter)	Coal Resources (Ton)	
	From	To		300-500 m	500 -1000 m
E	212.34	213.3	0.96	3,734,434	9,336,085
I	261.93	264.2	2.27	8,830,380	22,075,951
J	270.2	275.35	5.05	19,644,679	49,111,697
Total				32,209,493	80,523,733

Coal quality data of selected samples is shown in Table 3. CV ranges from 6197-7252 cal/gr, total sulphur (adb) 0.27-3.27 %, and ash content (adb) 1.49-15.62 %. Complete coal quality data are listed in Table 3. This result are classified as high rank coal (SNI-Indonesian National Standard).

GAS CONTENT MEASUREMENT

In nature, gas was trapped within coal cleats and matrix. Special methods to calculate gas content have to be applied. In this study, gas

content was measured directly by collect the fresh coal from core barrel. The coal was then sealed in canisters. The gas was vent out from the canister in periodical of time and the volume is measured and labelled as Q_2 . From this Q_2 data series, the lost gas volume (Q_1) was calculated by extrapolate the Q_2 vs time graphic to initial time (first gas came out from the coal). The gas that still saturated in coal push out by crushed the coal; volume of the gas from crusher chamber is measures to get the Q_3 . The total gas in a bulk of coal calculates by summation Q_1 , Q_2 & Q_3 . A sample graphic of Q_2 is presented in Figure 2.

Table 3.
Coal Quality

Analysis	Unit	Basis	Coal Seam			
			A	E	I	J
Moisture	%	adb	6.86	4.51	7.11	4.72
Volatile Matter	%	adb	45.22	45.63	42.35	42.00
Fixed Carbon	%	adb	46.43	36.8	44.04	37.66
Ash	%	adb	1.49	12.88	6.50	15.62
Total Sulphur	%	adb	0.35	0.58	0.27	3.27
Calorific Value	cal/gr	adb	7252	6605	6745	6197

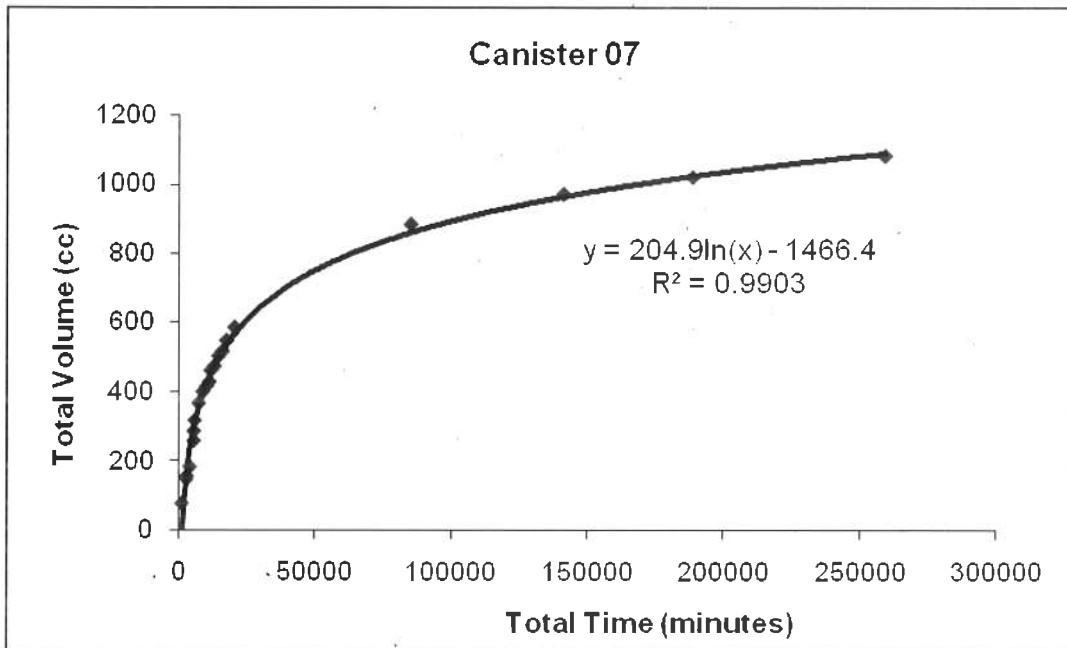


Figure 2. Samples of Graphic between Q_1 vs. time, from Canister #7

Canisters that used in this study made of PVC with HQ diameter and 60 cm length. Properties of canister after being filled with coal

are presented in Table 4. The 'bold" seam (E, I and J) is the seam which gas volume was included in resource potency calculations.

Table 4.
Canisters Properties

Coal Seam	No Canister	Depth		Core Length meter	Coal Weight gr am
		From	To		
		meter	meter		
A	1	185.80	186.40	0.60	714
B	2	194.54	194.74	0.20	345
E	3	212.34	212.84	0.94	1098
	4	212.84	213.30		895
F	5	237.10	237.50	0.40	970
G	9	250.30	250.70	0.40	910
H	6	260.80	261.30	0.50	1041
I	7	261.93	262.40	2.27	1096
	8	262.40	262.70		342
	10	262.70	263.20		1089
	11	263.20	263.70		832
	12	263.70	264.20		968
J	13	270.20	270.60	5.15	904
	14	270.60	271.00		921
	15	271.00	271.35		814
	16	271.40	271.70		792
	17	271.70	272.35		1286
	18	272.40	273.00		1185
	19	273.00	273.50		1011
	20	273.50	274.10		1130
	21	274.10	274.70		1097
	22	274.70	275.35		1608
K	23	277.40	277.70	0.50	572
	24	277.70	277.90		458
L	25	284.45	284.90	0.45	1251

Q₂ measurement graph vary for each seam. There were some canisters that continue producing gas after 8 month measurement when others were stopped earlier. To get Q₃, the coal was crushed when there is no gas came out from the coal Q₂ measurement (see Table 5).

Gas samples were collected and analysed with Gas Chromatograph in CGR

mobile laboratory (Figure 3). Further, the gas content data then converted in to cubic-feet and presented in Table 6. Average methane content for each coal seams shown in Table 7 and the coal resources (see Table 2) was used to determine the coal bed methane content at Tanjung Formation in Tanah Bumbu area (see Table 8 and Table 9).

Table 5.
Result of Q₁, Q₂, Q₃ and Total Gas in Canisters

Coal Seam	No Canister	Gas Volume (cc)			Total Gas (cc)
		Q1	Q2	Q3	
E	3	37.37	429.00	641.06	1107.43
	4	2.89	159.00	522.54	684.43
I	7	25.45	1,082.00	895.72	2003.17
	8	42.28	320.00	163.48	525.76
	10	43.93	1,124.00	890.00	2057.93
	11	97.46	970.00	620.33	1687.79
	12	57.40	1,170.00	791.11	2018.51
J	13	16.59	182.20	344.84	543.63
	14	81.31	706.50	443.37	1231.18
	15	24.12	610.00	391.86	1025.97
	16	23.20	732.25	381.27	1136.72
	17	41.63	638.75	1,152.78	1833.16
	18	21.52	975.00	570.45	1566.97
	19	41.41	764.00	486.69	1292.10
	20	6.22	1,034.50	543.98	1584.70
	21	41.41	541.00	876.96	1459.37
	22	153.97	1,350.75	774.08	2278.80



Figure 3. Gas Content Measurement, CGR Mobile Laboratory

Table 6.
Gas Content Measurement and Fraction of Gas

Coal Seam	No Canister	Total Gas cc	Gas Volume in Coal		Gas Content in Coal (Fraction)			
					O2	N2	CH4	CO2
			cc/gr	cuft/ton	cuft/ton	cuft/ton	cuft/ton	cuft/ton
E	3	1107.43	1.0086	35.62	3.6573	18.2516	2.2651	0.0121
	4	684.43	0.7647	27.01	3.5794	14.8956	1.2778	0.0058
I	7	2003.17	1.8277	64.55	2.3970	35.9139	6.3385	0.0150
	8	525.76	1.5373	54.29	9.6355	38.3305	2.5308	0.0071
	10	2057.93	1.8897	66.74	4.5037	41.7418	6.6111	0.0141
	11	1687.79	2.0286	71.64	9.4078	46.9187	5.7831	0.0117
	12	2018.51	2.0852	73.64	7.3502	43.3877	6.3239	0.0113
J	13	543.63	0.6014	21.24	2.6405	12.5711	1.2050	0.0128
	14	1231.18	1.3368	47.21	6.2204	32.6490	3.3124	0.0104
	15	1025.97	1.2604	44.51	5.6481	26.8427	3.0150	0.0135
	16	1136.72	1.4353	50.69	7.3908	35.7570	3.6491	0.0110
	17	1833.16	1.4255	50.34	3.1419	30.3629	4.4334	0.0113
	18	1566.97	1.3223	46.70	3.4558	27.3055	3.6900	0.0136
	19	1292.10	1.2780	45.13	7.3315	31.2744	2.7987	0.0116
	20	1584.70	1.4024	49.52	2.5622	29.4525	4.3588	0.0158
	21	1459.37	1.3303	46.98	4.3333	26.6224	3.4011	0.0126
	22	2278.80	1.4172	50.05	1.3812	23.4727	5.3357	0.0154

Table 7.
Average Methane Content for each Seam

Seam	Average Methane Content (cuft/ton)
E	1.821733
I	4.959889
J	3.686663

Table 8.
Total Methane content 300-500 meters depth

Seam	Coal Resources (Ton)	Average Methane Content (cuft/ton)	Total Methane (cuft)
E	3,734,434	1.821733	6,803,141.654
I	8,830,380	4.959889	43,797,704.63
J	19,644,679	3.686663	72,423,311.22
Sub Total			123,024,157.5

Table 9.
Total Methane content 500-1000 meters depth

Seam	Coal Resources (Ton)	Average Methane Content (cuft/ton)	Total Methane (cuft)
E	9,336,085	1.821733	17,007,854.14
I	22,075,951	4.959889	109,494,266.53
J	49,111,697	3.686663	181,058,276.20
Sub Total			307,560,396.86

Total methane content of Tanjung Formation in Tanah Bumbu Area between 300 to 1000 meters depth is 430,584,554.36 cu-ft (~430 MMSCF).

DISCUSSION

430 MMSCF of methane gas result seems small for commercial scale, but it should be noted that this result is only small portion of the Tanjung Formation's coal. The result of desorption test measurement shows that the CH₄ gas only reach its maximum at 6.3 cuft/ton, with the highest average methane content 4.95 cuft/ton at I seam. This is caused by sample depth which only 212.34-275.35 m. At this depth, methane probably still going up through overburden and release to atmosphere, besides the meteoric water might still can reach the coal seams. The methane content should be increase if the drilling reaches deeper coal seam. This result can take as a minimum methane content of the Tanjung Formation.

The deepest point of CSAT-1 drilling was 284.90 m, however in this study the methane content measurement calculated for coal is at 300-1000 m depth. This calculation based on assumption that 300 to 1000 meter is the sweet spot for methane accumulation. As mention above, shallow coal will give lower methane content, while for coal deeper than 1000 m, the cleat volume and permeability will significantly decrease by the overburden pressure. Ideally, we

collect coal samples deeper than 300 m, but drilling equipment limitation push us to make this result as minimum methane content, not the average methane content for Tanjung Formation. Hopefully, in the future we can drill deeper and collect more representative samples for this formation.

With only one well drilled, it is too early to evaluate the data at basin or even formation scale so that the study was restricted to some thick coal seams of the Tanjung Formation at Tanah Bumbu area. For detail prospection it would be better to have more drilling wells to get more data and to be used as production/dewatering wells. However, the data could give minimum estimation of the methane content in the Tanjung Fm.

CONCLUSION

CGR drilling at CSAT-1 well in the Tanah Bumbu Area, South Kalimantan has identified methane gas in the Eocene, Tanjung Formation. Resource calculation was made on three main coal seams, E, I and J, giving the methane content ranges from 1.82 to 4.95 cu-ft/tons, reaching total methane resources of 430 MMSCF.

REFERENCES

- Rustandi, E., Nila, E. S., Sanyoto, P. & Margono, U. 1995. Peta Geologi Lembar Kotabaru Kalimantan, P3G.
- Satyana, A. H & Silitonga, P. D. 1994. Tectonic Reversal in East Barito Basin, South Kalimantan: Consideration of the Type of Inversion Structures and Petroleum System Significance. Proceedings of the Indonesian 22nd Annual Convention.
- Sikumbang N. 1986. Geology and Tectonics of Pre Tertiary Rocks in Meratus Mountains, South East Kalimantan, Indonesia. Ph.D Thesis University of London.
- Sikumbang, N. & Heryanto, R. 1994. Peta Geologi Lembar Banjarmasin, Kalimantan, P3G.
- Tim Pemboran Tanah Bumbu. 2008. Laporan Pemboran Dalam dan Pengukuran Gas dalam Lapisan Batubara Daerah Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan, Pusat Sumber Daya Geologi

ENDAPAN KROMIT DIDERAH TOPOGARO - BUNGU BARAT PROVINSI SULAWESI TENGAH

Oleh:

Eko Yoan Toreno

Pusat Sumber Daya Geologi
Jl. Soekarno Hatta No. 444 Bandung

SARI

Pembentukan endapan kromit memiliki perbedaan genesa dibandingkan dengan mineralisasi logam lainnya. Endapan kromit sekunder terbentuk pada lingkungan permukaan bumi yang melibatkan kegiatan erosi dan pelapukan, dimana proses fisika dan kimiawi dari batuan yang menengah-basa atau batuan yang bersifat andesitic hingga basaltic yang berlangsung secara bersamaan pada saat pelapukan. Penyelidikan kromit didaerah ini dilakukan dengan pemboran sebanyak 31 titik dengan kedalaman rata-rata 4.5 meter dengan contoh terambil sebanyak 127 conto. Dari korelasi antara penampang bor, memperlihatkan penyebaran vertikal endapan yang mengandung kromit lebih menipis kearah daratan dan lebih tebal kearah pantai. Berdasarkan hasil analisis mineralogi butir terhadap contoh konsentrat hasil dulang yang diambil selama kegiatan pemboran didaerah Topogaro, Kabupaten Bungku Barat, Sulawesi Tengah diperoleh prosentase mineral kromit ($Fe_2Cr_2O_4$) dengan kandungan Cr_2O_3 dalam konsentrat dulang berkisar 7.961%-13.93%

Kata kunci : Kromit, Bungku Barat

ABSTRACT

Cromite deposits have a different genesis than other metal mineralization. Secondary cromite precipitate formed on the surface of the earth's environment activities involving erosion, phisical and chemical weathering which took place simultaneously during weathering. Investigations carried out by drilling in the area of cromite deposits by collecting 127 samples from 31 drill holes with average depth 4.5 meter. Correlation from drill cross section showing the vertical spreading of cromite bearing sediment more thicker toward to coast. Based on laboratory analysis of samples taken from pan concentrates during drilling activities in the area Topogaro, West Bungku Regency, Central Sulawesi, obtained a cromite ($Fe_2Cr_2O_4$) ranged from 7.961%-13.93%.

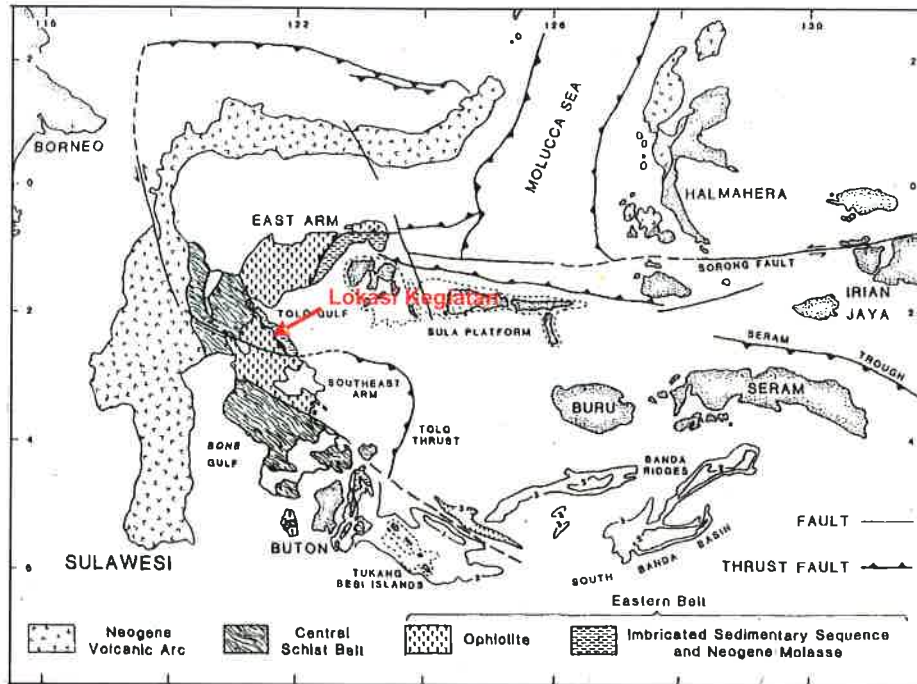
Keywords : Cromite, West Bungku

PENDAHULUAN

Sulawesi merupakan pulau yang terletak dibagian tengah Indonesia dan mempunyai bentuk unik menyerupai huruf "K" akibat adanya tumbukan tiga lempeng (Pacifik, Eruasia, Hindia Australia). Kegiatan tektonik ini menyebabkan struktur yang sangat rumit dan menghasilkan produk batuan yang bervariasi dan campur aduk (melange). Jika dilihat dari perbedaan stratigrafi, struktur maupun perkembangan geologinya Pulau Sulawesi dibagi menjadi tiga mandala geologi yakni Mandala Sulawesi Barat, Mandala Banggai-Sula dan Mandala Sulawesi Timur (Hamilton, 1979; Sukanto 1975a; 1975b; Smith, 1983).

Jalur Sulawesi Timur merupakan jalur ofiolit dan sedimen terimbrikasi serta molasse. Pada Lengan Tenggara Sulawesi (segmen selatan)

didominasi oleh batuan ultramafik (van Bemmelen, 1970; Hamilton, 1979; Smith, 1983), hasburgit dan serpentin hasburgit (Silver dkk, 1983). Sedangkan pada Lengan Timur Sulawesi (segmen utara) merupakan sekuen ofiolit lengkap, berupa hasburgit, gabro, sekuen dike diabas dan basalt, yang merupakan hasil dari tumbukan antara platform Sula dan Sulawesi pada Kala Miosen Tengah sampai Miosen Akhir (Hamilton, 1979; Smith, 1983), serta batuan sedimen pelagos dan klastik yang berhubungan dengan batuan ultramafik (Silver dkk, 1983). Kondisi geologi ini menarik perhatian para ahli geologi melakukan berbagai penyelidikan untuk mengetahui potensi mineralisasi yang prospek. Namun pembentukan mineralisasi dan penafsiran umur pada kompleks ofiolit ini masih



Gambar 1. Pembagian jalur fisiografi Sulawesi (Smith 1983)

menjadi perbedaan pendapat dari para ahli geologi. Struktur utama yang berkembang adalah Sesar Sungkup dan Sesar Jurus Mendatar Balantak. Sesar Batui mencirikan lajur tumbukan antara sedimen pinggir benua Mintakat Banggai-Sula dan Jalur Ophiolit Sulawesi Timur. Sesar sungkup ini membusur dan cembung ke arah barat laut dan utara. Ujung selatannya terdapat di Teluk Tomori dan diperkirakan berakhir di Sesar Matano Sula yang menyambung dan bersatu dengan Sesar Matano ke arah barat dan ke Sesar Sorong di timur. Ujung utaranya bersambung dengan Sesar Sangihe Timur di bagian utara Laut Maluku. Sesar Batui ini terbentuk sepanjang 100 km (Gambar 1). Keterdapatannya endapan kromit di daerah Bungku Barat diperkirakan sangat erat kaitannya dengan keberadaan ophiolit di bagian baratdaya-barat laut.

Wilayah penyelidikan merupakan dataran pantai dari wilayah pantai Maburu, Desa Topogaro dan Desa Umpanga Kecamatan Bungku Barat Kabupaten Bungku Provinsi Sulawesi Tengah. Sebagian besar daerah penyelidikan ditempati rawa, dan perkebunan penduduk serta lahan-lahan kosong berupa ilalang yang dianggap memiliki endapan kromit. Setempat teramat bekas-bekas penggalian kromit yang dilakukan baik oleh perusahaan terdahulu maupun masyarakat setempat untuk dijual.

METODE PENYELIDIKAN

Penyelidikan yang dilakukan dengan metode pemboran sebanyak 31 titik bor untuk

mengetahui kedalaman sedimen dalam hal ini pasir sampai menembus batuan dasar dengan menggunakan jenis alat bor "doormer" dan "ivan" dengan casing 2.5 Ø inci. Pemetaan di permukaan untuk mengetahui sebaran endapan kromit di daerah ini. Titik bor ditentukan dengan cara mengukur koordinat menggunakan GPS (Global Positioning System), tali dan kompas. Pemboran dilakukan pada daerah pantai mengandung kromit dengan interval panjang (baseline) 500 meter dan lebar (crossline) 250 meter.

Ada dua metoda laboratorium yang diterapkan dalam penyelidikan ini yaitu analisis mineralogi butir menggunakan mikroskop binokuler dan timbangan analitis serta analisis kimia metoda XRF (X-ray Fluorescence). Prinsip kerja analisis mineralogi butir adalah, setiap mineral yang ada dalam conto konsentrasi diidentifikasi dibawah mikroskop lalu dihitung dan kemudian ditimbang. Sehingga diperoleh prosentase setiap mineral penting. Yang dideteksi pada analisis mineralogi butir adalah $Fe_2Cr_2O_4$, sedangkan yang dianalisis kimia adalah Cr_2O_3 .

Sedangkan metoda XRF adalah menggunakan prinsip panjang gelombang cahaya yang dilewatkan melalui larutan yang dibuat dari conto termaksud, semua conto yang dianalisis laboratorium adalah dalam bentuk konsentrat dulang. Untuk mengetahui nilai MD (Magnetic Degree) dilakukan dengan membandingkan berat konsentrat dan berat asal dengan menggunakan rumus:

Berat Konsentrat

$$MD = \frac{\text{Berat Konsentrat}}{\text{Berat Asal}} \times 100 \%$$

Dengan memanfaatkan data hasil analisis laboratorium dan ketebalan endapan pasir berkerikil mengandung kromit, kandungan kromit rata-rata (K) untuk tiap penampang bor dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$-K_{1...n} = \frac{(k_1 \times t_1) + (k_2 \times t_2) + (k_3 \times t_3) + \dots + (k_n \times t_n)}{\sum t_{1...n}}$$

Dimana: $k_{1...n}$ = kandungan kromit pada lapisan 1 hingga n, $t_{1...n}$ = ketebalan lapisan 1 hingga n.

$$-K = \sum K_{1...n} / n$$

Dimana K adalah kandungan rata-rata kromit di seluruh lubang bor.

Untuk menghitung tebal rata-rata (t) untuk seluruh endapan digunakan rumus :

$$-t = \sum t_{1...n} / n$$

Untuk mendapatkan conto yang memenuhi syarat namun homogen dan representatif

(mewakili lubang bor), conto-conto yang didapatkan dari "sendok ivan" harus dibersihkan dari lumpur serta ditampung dalam ember-ember untuk setiap kemajuan kedalaman (run) satu meter dan diaduk rata. Kemudian dibagi empat (quartering) dimana bagian-bagian ini digabungkan dengan cara silang; bagian 1 digabung dengan bagian 3 sedangkan bagian 2 digabung dengan bagian 4 sehingga diperoleh dua conto yang peruntukannya satu untuk keperluan analisis laboratorium dan yang satunya untuk didulang langsung di lapangan guna mendapatkan konsentrat (Gambar 2a). Semua conto harus memiliki duplikat yang akan disimpan untuk dokumentasi. Proses pengeringan conto hasil pemboran dilakukan di base camp dengan cara dijemur panas matahari, atau jika cuaca mendung misalnya pada musim hujan, pengeringan conto dilakukan di atas tungku / diatas api (Gambar 2b). Agar conto siap dikirim ke laboratorium, maka masih dilakukan tahapan preparasi dengan cara mengeringkan, mereduksi, menimbang dan memisahkan mineral menggunakan hand magnet. Proses preparasi conto selanjutnya adalah dengan menimbang / mengemas conto sekitar 400-500 gram setiap contonya. Proses penyiapan conto mulai dari pemboran hingga siap dikirim ke

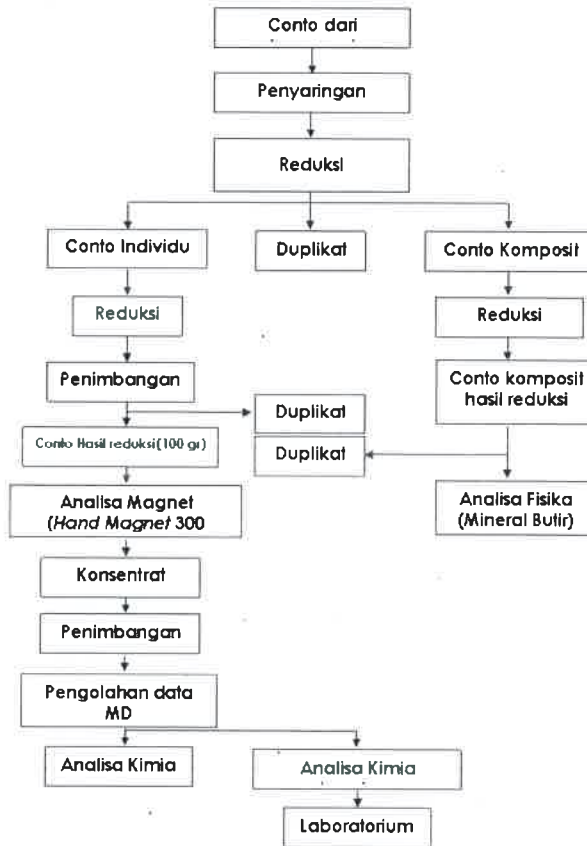


Gambar 2. a. Konsetrat dulang, b. Proses pengeringan conto dengan dipanaskan diatas tungku

laboratorium ditunjukkan pada Gambar 3.
KEGIATAN PENYELIDIKAN

Untuk melihat penyebaran endapan kromit di permukaan maka dilakukan pemetaan dengan cara mengamati butiran mineral hasil pengendapan menggunakan kaca pembesar (loupe). Pengamatan pertama-tama dilakukan disepanjang pantai untuk mengetahui masih berlangsung tidaknya pengendapan aktif kromit (Gambar 4). Kemudian dilanjutkan ke wilayah

morfologi dataran alluvial kearah darat. Karena masih cukup tebal endapan tanah penutup alluvial, maka dilakukan sedikit penggalian untuk bisa memperoleh butiran mineral yang akan diamati. Dari hasil pemetaan di permukaan, secara kasar diperoleh gambaran arah pengendapan kromit cenderung masih sejajar dengan garis pantai sekarang yaitu tenggara-barat laut dan arah transportasi material tegak lurus dengan arah aliran sungai sekarang yaitu barat daya – timur laut.



Gambar 3. Bagan alir penyiapan conto untuk analisa laboratorium.



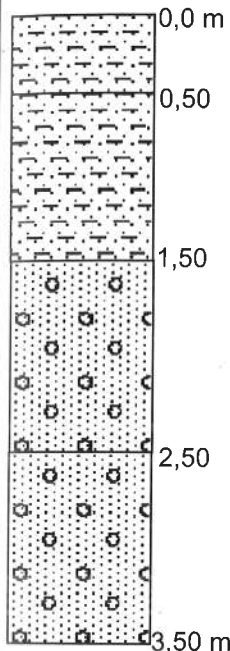
Gambar 4. Laminasi mineral yang masih berlangsung hingga sekarang di Pantai Maburu dan Kali Pungku (Topogaro - Umpanga).

Wellsite/Geologist: E.Y.Toreno
 No. Bor : BH 14
 Elevasi: 12 mdpl
 Lokasi: Dusun 2, Desa Topogaro Bungku Barat
 Cuaca : Cerah

Kedalaman dan kadar kromit	Deskripsi
<p>0,0 m 0,50 1,50 2,50</p>	<p>0,0 – 0,50 m 141,94 Kg/m³</p> <p>Lempung pasiran (<i>sandy clay</i>), warna abu kecoklatan, merupakan endapan pantai, terdapat mineral berat warna hitam kehijauan Berada dalam peladangan dan ilalang. Barat daya pengolahan kromit PT. Indo Tai International. Volume asal = 1 L, volume dulang = 0,5 L</p> <hr/> <p>0,50 – 1,50 m 206,20 Kg/m³</p> <p>Pasir berkerikil (<i>Gravelly Sand</i>), warna abu-abu kehitaman, terdapat fragmen batuan ultra basa (<i>olivin, dunit, peridotit, hazburgit dan serpentinit</i>) mineral kuarsa, merupakan endapan pantai, banyak mineral berat warna hitam kehijauan. Membulat tanggung dan pecah. Volume asal = 2 L, volume dulang = 1 L</p> <p>+ 2 mm = 0,1 L = 10 % - 2 mm + 1 mm = 0,1 L = 10 % - 1 mm = 0,8 L = 80 %</p> <hr/> <p>1,50 – 2,50 m 37,20 Kg/m³</p> <p>Pasir berkerikil (<i>Gravelly Sand</i>), warna abu-abu kehitaman, terdapat fragmen batuan ultra basa (<i>olivin, dunit, peridotit, hazburgit dan serpentinit</i>) mineral kuarsa, sedikit pecahan cangkang kerang, merupakan endapan pantai, terdapat mineral berat warna hitam kehijauan. Membulat tanggung dan pecah. Volume asal = 3,8 L, volume dulang = 1,9 L</p> <p>+ 2 mm = 1 L = 52,63 % - 2 mm + 1 mm = 0,2 L = 10,52 % - 1 mm = 0,5 L = 36,85 %</p> <p>Bor dihentikan pada kedalaman 2,50 m karena menembus kerakal.</p>
Kadar rata-rata kromit = 292,05 Kg/m ³	

Gambarl 5. Hasil deskripsi lubang bor BH14, diambil secara acak.

Wellsite/Geologist: E.Y.Toreno
 No. Bor : BH 21
 Elevasi: 11 mdpl
 Lokasi: Dusun 3 (Luwu), Desa Umpanga Bungku Barat
 Cuaca: Cerah



Kedalaman dan kadar kromit	Deskripsi
0,0 – 0,50 m 1,04 Kg/m ³	Lempung pasiran (<i>Sandy Clay</i>), warna abu kecoklatan, merupakan endapan pantai, sangat sedikit mineral berat warna hitam kehijauan. Berada di dalam perkebunan coklat masyarakat ± 75 ha Volume asal = 0,5 L, volume dulang = 0,25 L
0,50 – 1,50 m 24,37 Kg/m ³	Lempung Pasiran (<i>Sandy Clay</i>), warna abu-abu kecoklatan, merupakan endapan pantai. Sangat sedikit mineral berat warna hitam kehijauan. Volume asal = 0,6 L, volume dulang = 0,3 L
1,50 – 2,50 m 23,83 Kg/m ³	Pasir berkerikil (<i>Gravelly Sand</i>), warna abu-abu kehitaman, terdapat fragmen batuan ultra basa (<i>olivin, dunit, peridotit, hazburgit dan serpentinit</i>) mineral kuarsa, cangkang kerang, batu apung juga terlihat, membulat tanggung dan pecah, merupakan endapan pantai, terdapat mineral berat warna hitam kehijauan. Volume asal = 1,5 L, volume dulang = 0,75 L + 2 mm = 0,20 L = 26,66 % 2 mm + 1 mm = 0,10 L = 13,33 % 1 mm = 0,45 L = 60,01 %
2,50 – 3,50 m 19,12 Kg/m ³	Pasir berkerikil (<i>Gravelly Sand</i>), warna abu-abu kehitaman, terdapat fragmen batuan ultramafik, kuarsa dan cangkang kerang, batu apung juga terlihat jelas. Tampak mineral berat warna hitam kehijauan. Membulat tanggung dan pecah. Volume asal : 0,50 L, volume dulang = 0,25 L Bor dihentikan pada kedalaman 2,75 m karena menembus kerakal.
Kadar rata-rata kromit = 54,17 Kg/m ³	

Gambar 6. Hasil deskripsi lubang bor BH21, diambil secara acak.

GEOLOGI DAERAH PENYELIDIKAN

Secara regional daerah ini tersusun dari batuan tua ke muda seperti batugamping Tokala berumur Jura-Trias dan batuan ultrabasa yang berumur Perm seperti batuan harzburgit, dunit, dolerite, gabro dan serpentinit dan batuan

sedimen Formasi Tomata dan Matano. Batuan ini ditutupi oleh batugamping yang berumur Miosen serta batuan Sedimen Tersier yang mengalami tektonik, berupa patahan dan perlipatan. Secara umum, stratigrafi daerah penyelidikan ditunjukkan pada Tabel 1.

MAKALAH ILMIAH

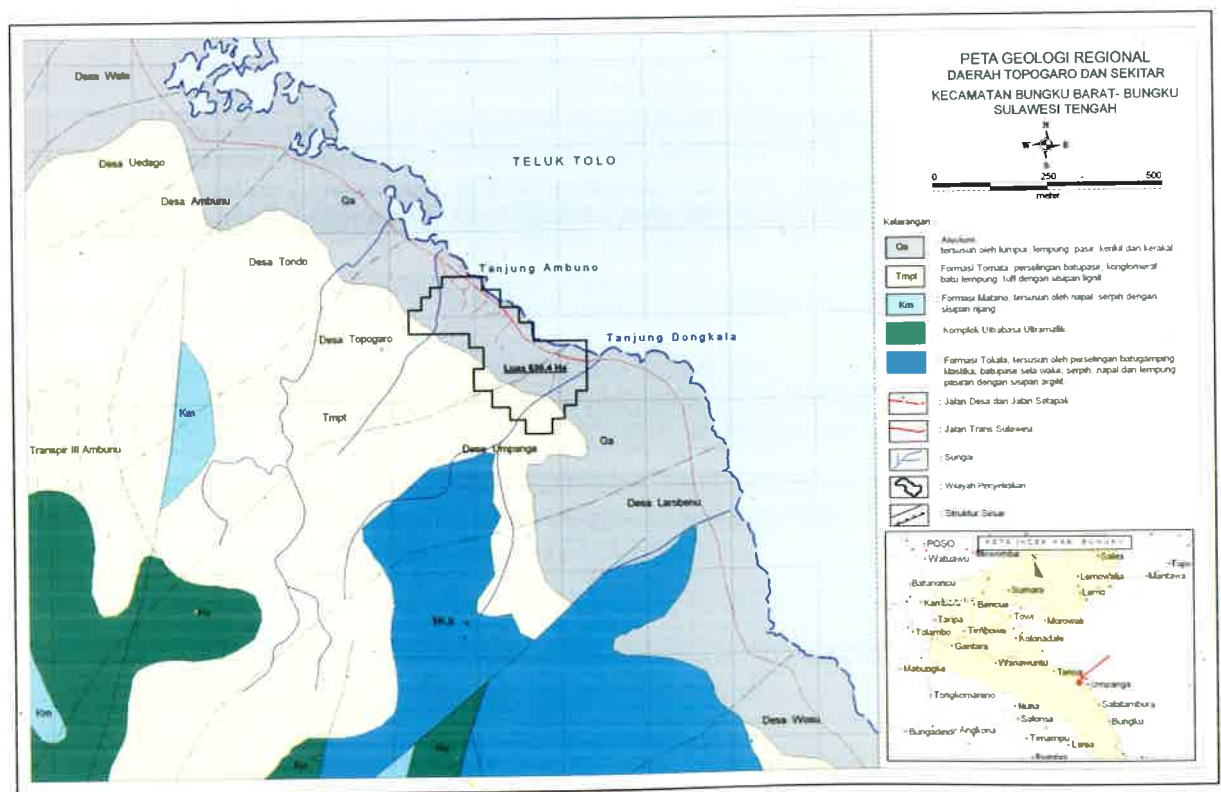
Dibandingkan dengan daerah sekitarnya, secara geologi dan geografi, wilayah penyelidikan termasuk kedalam Mandala Sulawesi Timur tercirikan oleh gabungan ofiolit dan batuan metamorfosis. Ofiolit tersebut cukup luas dan terletak bagian timurnya, sedangkan batuan metamorfosis di bagian baratnya, yang terakhir mengandung glaukofan yang makin ke arah barat bertambah jumlahnya, hingga berbatasan dengan Mandala Sulawesi Barat. Batuan sedimen laut-dalam berumur Mesozoikum di mandala ini mengalami

metamorfosis lemah. Strukturnya sangat rumit; sesar satuan-satuan ofiolit, batuan metamorfosis dan batuan Mesozoikum (Gambar 7).

Bagian atas formasi ini ditutupi oleh endapan sedimen Kuartar yang memanjang sepanjang pantai Timur Sulawesi Tengah, terputus oleh aliran-aliran sungai baru atau daerah sedimentasi aktif pada daerah rawa. Pada pengamatan lapangan, batugamping terdapat terutama di bagian selatan. Sedangkan endapan alluvial lebih luas menyebar di bagian utara dan tenggara – barat laut.

Tabel 1.
Stratigrafi Regional Daerah Penyelidikan

KALA	FORMASI	KETERANGAN
HOLOSEN	Aluvium	Lumpur, lempung, pasir, kerikil, kerakal dan gravel
PLISTOSEN		
PLIOSEN	Tomata	Perselingan batupasir, konglomerat, batu lempung, tuff
KAPUR	Matano	Napal, serpih sisipan rijang
PERM	Ultrabasic Complex	Harzburgit, dunit, dolerite, gabro, dan serpentinit.
JURA	Tokala	Perselingan batugamping klastika, batupasir sela wake



Gambar 7. Peta Geologi Daerah Penyelidikan

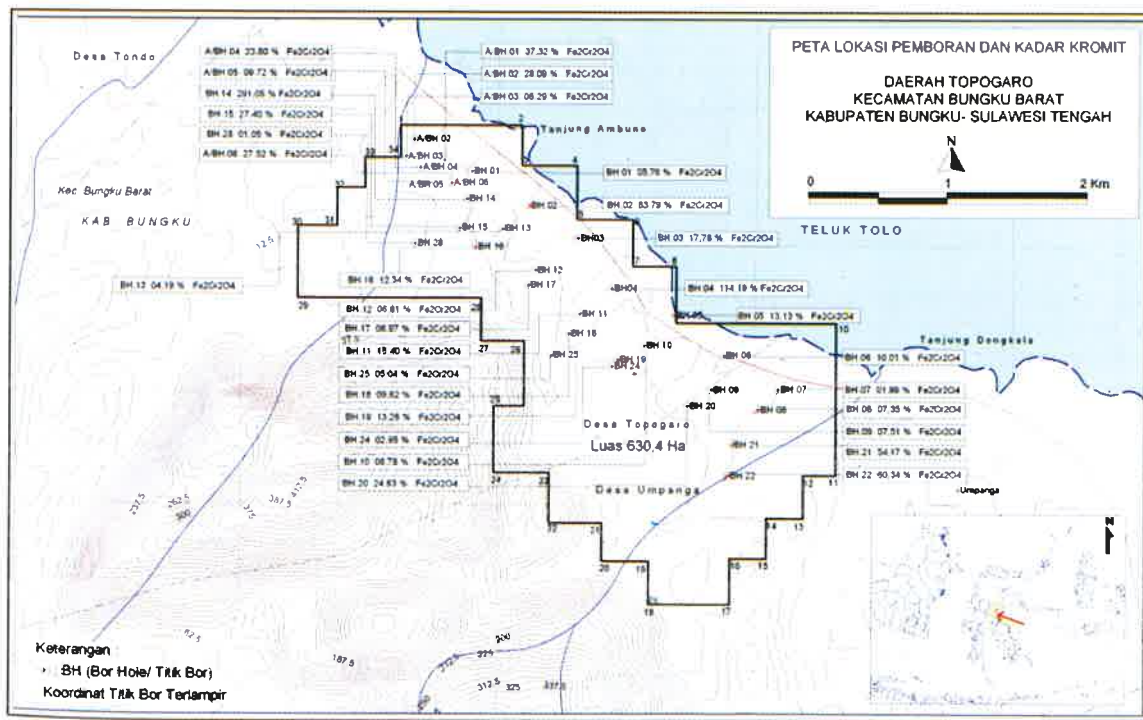
Pembentukan endapan kromit memiliki perbedaan genesa dibandingkan dengan mineralisasi logam lainnya. Endapan kromit sekunder terbentuk pada lingkungan permukaan bumi yang melibatkan kegiatan erosi dan pelapukan, dimana proses fisika dan kimiawi dari batuan yang menengah-basa atau batuan yang bersifat andesitic hingga basaltic yang berlangsung secara bersamaan pada saat pelapukan. Kegiatan erosi memisahkan bahan-bahan lapuk dan menciptakan bahan baru yang tahan pelapukan untuk membentuk kumpulan mineral bijih pada cekungan-cekungan di permukaan bumi. Proses pelapukan kimiawi merupakan hal penting karena memisahkan mineral-mineral non-resistan dari sumbernya dan mengumpulkan mineral-mineral lain dengan susunan kimia tertentu, untuk menjadi formasi mineral baru yang berasosiasi dengan unsur-unsur dari zona oksidasi. Kondisi iklim, topografi dan pH menjadi faktor-faktor penentu dalam pelapukan kimiawi, dengan keterlibatan atmosfer (oksigen, nitrogen, CO₂), hidrosfir (air, uap air, es) dan biosfir (tumbuhan dan mikro-organisma); terutama erat hubungannya dengan proses pencucian (leached) dan pembentukan endapan mineral sekunder pada lingkungan dekat permukaan pantai yang dapat diendapkan pada lingkungan-lingkungan air tawar, danau, tanah berlumpur (bogs), rawa-rawa, lagun dan air laut; dimana kondisi pengendapannya menentukan

susunan mineralogi, ukuran butir, kemurnian, luas penyebaran dan stratigrafinya. Dalam lingkungan danau dan tanah berlumpur akan diendapkan mineral Cr-hidroksida atau karbonat, dan tanpa adanya bahan organik akan membentuk mineral Cr-oksida; yang kemungkinan dapat berasosiasi dengan Fe.

Pengendapan kromit oleh arus gelombang laut masih jelas teramati berlangsung hingga sekarang di bagian tertentu dataran pantai seperti di Kecamatan Bungku Barat yaitu di Daerah Topogaro dan Umpanga. Hasil pengendapan ini sebagian ditambang oleh masyarakat setempat di Daerah Umpanga.

HASIL PENYELIDIKAN

Dari penyelidikan lapangan yang dilakukan dengan pemboran sebanyak 31 titik dengan kedalaman sampai 4,5 meter dengan conto terambil sebanyak 127 conto. Untuk mengetahui keprospekan daerah, penyelidikan dapat mengacu kepada kadar rata-rata, potensi atau sumber daya, kondisi geologi dan rona lingkungan awal (Gambar 8). Kadar rata-rata yang ditinjau tentu harus disesuaikan dengan jenis bahan galian yang akan diambil/ditambang. Dengan tipe endapan sekunder atau plaser, maka jenis komoditas yang akan diambil adalah butiran mineral kromit itu sendiri, bukan ekstraksi logam dari Cr₂O₃ misalnya. Oleh karena itu, bila



Gambar 8. Peta Lokasi pemboran dan Kadar Kromit

melihat unit pengolahan umum yang diterapkan terhadap penambangan plaser, sebagai kadar acuan yang digunakan adalah hasil analisis mineralogi butir.

Dari hasil analisis laboratorium, kandungan kromit dalam konsentrat daerah penyelidikan berkisar dari 12,1 % hingga 30,0 %, sedangkan mineral penting lainnya yang dideteksi adalah magnetit (Fe_3O_4) dan hematit (Fe_2O_3). Atau jika dikonversi kedalam volume asal contoh maka didapatkan kandungan rata-rata kromit dalam lubang bor berkisar dari 1,05 kg/m³ hingga 292,05 kg/m³ atau kadar rata-rata total 30,42 kg/m³. Ini berarti, untuk mendapatkan 30 kg kromit, maka harus dibuang sekitar satu kubik endapan pengotor atau sekitar 0,8 kubik material pasir-kerikil.

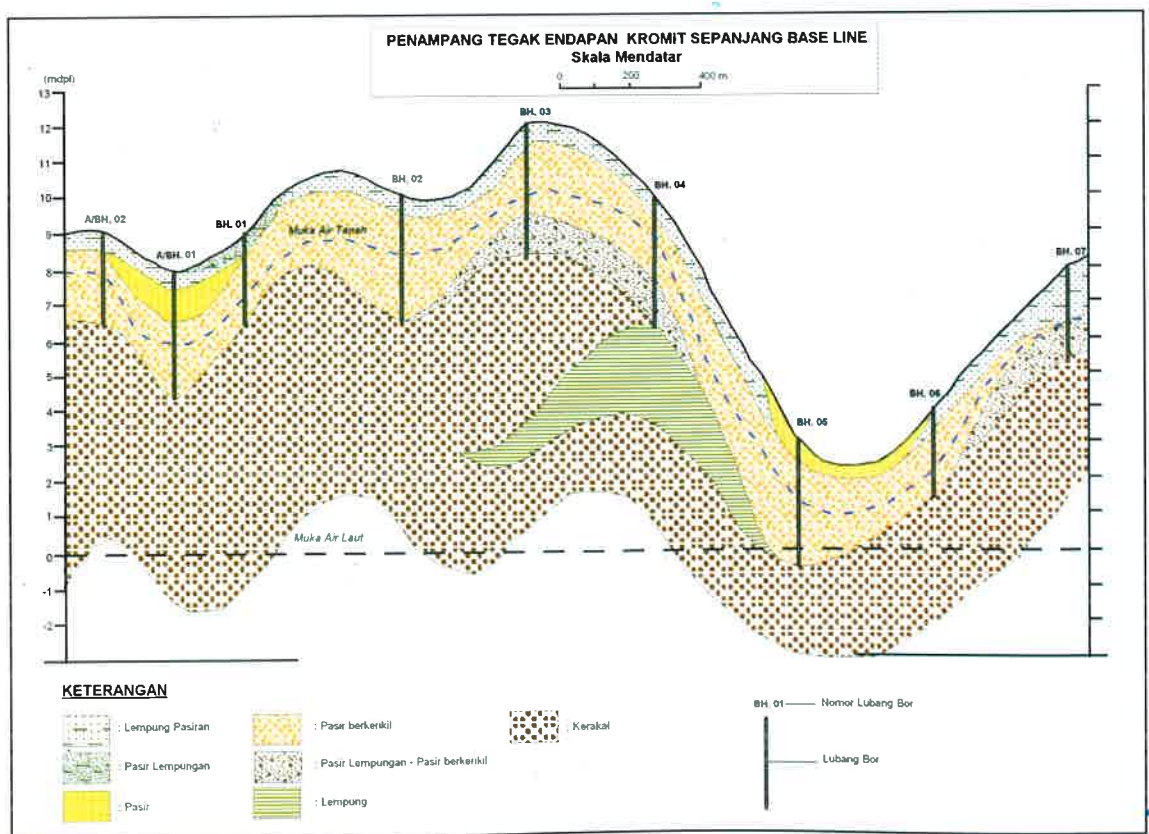
Secara geologi dan hubungannya dengan variasi kadar kromit dalam endapan, ketebalan lapisan pasir mengandung kromit cenderung menebal kearah barat laut dan mendekati pantai, yang diiringi peningkatan kadar kromit. Dari fakta ini masih ada peluang memperoleh kadar kromit bahkan lebih besar dari 50 kg/m³ di bagian tengah wilayah penyelidikan hingga kearah barat laut, dengan perkiraan luas sekitar 100 ha.

Dari hasil pengamatan mineralogi butir terhadap sejumlah contoh konsentrat dulang, secara umum mineral kromit dapat dipisahkan

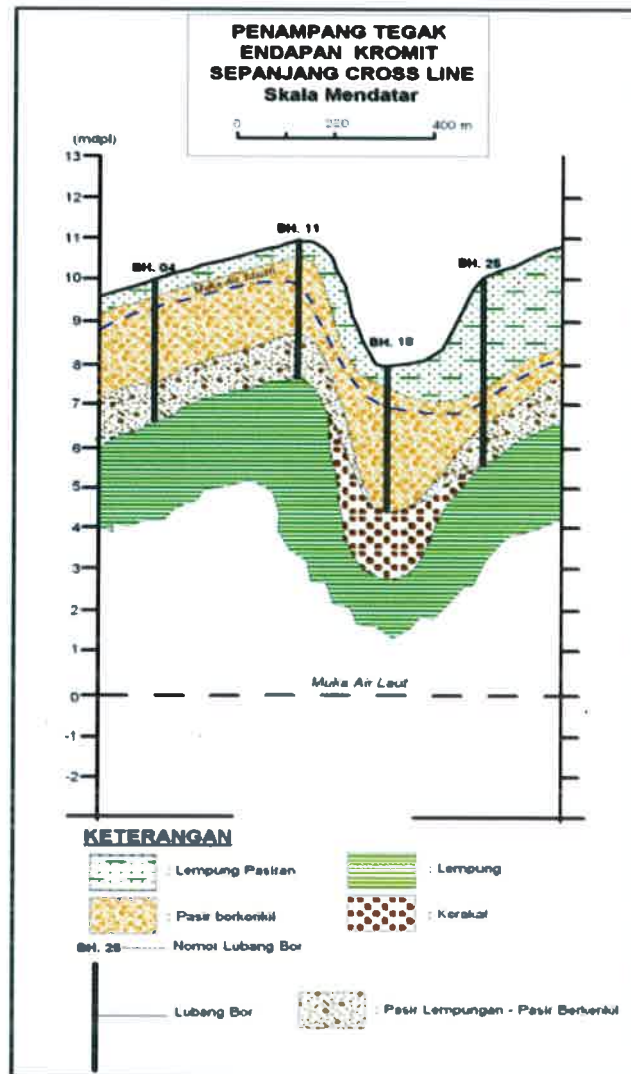
dari mineral pengotor sehingga meningkatkan kadar kromit. Dalam hal ini, kandungan kromit tertinggi hasil pendulangan berada pada daerah Barat Laut.

Untuk mengetahui gambaran penyebaran endapan pasir mengandung kromit, dibuat korelasi antara penampang lubang bor searah memanjang (base line) dan melintang (cross line). Kearah melintang yang diwakili penampang tegak korelasi antara penampang bor mulai BH-04 hingga BH-25 memperlihatkan penyebaran tegak endapan pasir berkerikil yang mengandung kromit lebih menipis kearah daratan dan lebih tebal kearah pantai (timur laut). Kondisi ini diperkirakan sesuai dengan prinsip pengendapan alluvial secara umum di wilayah ini yang lebih tebal kearah pantai (Gambar 9). Kearah memanjang tenggara-barat laut yang mengkorelasikan penampang bor A/BH-02 hingga BH-07, penyebaran endapan tampak menipis kearah tenggara yang ditandai dengan endapan pasir berkerikil. Dan kearah ini endapan kerikil (gravel bed) lebih tipis dan tanah lempung sebagai endapan paling atas semakin menebal (Gambar 10).

Bila melihat spasi titik bor yang masih cukup jauh, 250 – 500 m, maka masih memerlukan pengujian penambahan jumlah titik bor dengan memperapat hingga 125 – 250 meter



Gambar 9. Penampang Tegak sepanjang Base Line



Gambar 6. Penampang Tegak sepanjang Cross Line

DISKUSI

Endapan kromit merupakan endapan alluvial pantai berupa pasir hitam dan tanah laterit. Endapan ini terbentuk akibat dari proses desintegrasi fragmen dari konglomerat berupa batuan beku ultrabasa (peridotit, harzburgite) yang mengalami pelapukan kemudian tertransportasi oleh media air, baik oleh aliran sungai maupun arus gelombang laut sepanjang pantai sehingga membentuk endapaan alluvial pantai.

Di alam komposisi mineral kromit sangat bervariasi karena terdapat gangue mineral berupa magnesium dan aluminium, dimana gangue mineral tersebut dapat mengganti unsur besi (Fe) dan Crom (Cr) pada kristal $FeO.Cr_2O_3$ yang merupakan rumus kimia dari endapan kromit. Sifat fisik khusus dari mineral kromit secara visual dapat dilihat berupa warna hitam,

bentuk kristal tidak beraturan, goresan coklat, pecahan tidak sempurna, kekerasan 5,5 (Skala Mohs) dengan berat jenis 4,5 - 4,8.

Pada endapan ini konsentrasi material terdapat pada material lempung pasir (Sandy Clay). Pasir lempungan (Clay sand), pasir (Sand), dan pasir berkerikil (Gravelly Sand). Pada endapan ini tebal overburden sangat tipis, bahkan pada beberapa lokasi, konsentrasi kromit terdapat pada lapisan tanah atas (top soil). Pada lapisan ini ketebalan endapan mencapai rata-rata 3,5 m.

Cebakan endapan kromit pada daerah ini terbentuk sepanjang garis pantai oleh pemusatan gelombang dan arus air laut di sepanjang pantai. Arus gelombang melemparkan partikel-partikel pembentuk cebakan ke pantai dimana air yang kembali membawa bahan-bahan ringan untuk dipisahkan dari mineral berat. Bertambah besar dan berat partikel akan diendapkan/terkonsentrasi di pantai, kemudian terakumulasi sebagai batas yang jelas dan

membentuk lapisan. Perlapisan menunjukkan urutan terbalik dari ukuran dan berat partikel, dimana lapisan dasar berukuran halus dan/ atau kaya akan mineral berat dan ke bagian atas berangsur menjadi lebih kasar dan/atau sedikit mengandung mineral berat. Placer pantai (beach placer) terjadi pada kondisi topografi berbeda yang disebabkan oleh perubahan muka air laut, dimana zona optimum pemisahan mineral berat berada pada zona pasang-surut dari suatu pantai terbuka. Konsentrasi partikel mineral juga dimungkinkan pada terrace hasil bentukan gelombang laut. Mineral-mineral terpenting yang dikandung jenis cebakan ini adalah : magnetit (Fe_3O_4), ilmenit (FeTiO_3), hematit (Fe_2O_3), Kromit (Cr_2O_3), olivin ($\text{MgFe}_2\text{SiO}_4$), dan kuarsa (SiO_2). Endapan kromit mempunyai senyawa kimia $\text{Fe}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$ atau $\text{FeO}(\text{Cr,Al})_2\text{O}_3$.

Kegunaan yang paling penting antara lain dalam industri-industri kimia dan logam (perlengkapan krom). Di dalam mineral industri, kromit diproses bergabung dengan magnesite seperti magnesia sintered, magnesia calcined dan binders seperti clay, lime, gypsum, bauxite, dan corundum. Hasil yang diperoleh berupa bahan yang tahan terhadap tekanan, tahan terhadap perubahan temperatur, baik sebagai isolasi antara tembok bangunan terhadap asam. Biasanya persentase yang dicari adalah $\text{FeO.Cr}_2\text{O}_3$ dengan kadar $\text{Cr}_2\text{O}_3 > 42\%$ dan $\text{FeO} < 15\%$.

Selain dari mineral kromit, terdapat mineral ikutan lainnya yang dapat dimanfaatkan seperti : Magnetite (Fe_3O_4) digunakan sebagai bahan baku bijih besi (Fe), Ilmenit (FeTiO_3) digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan synthetic rutile (TiO_2) yang dipakai untuk cat maupun logam titanium dan dapat juga diambil besinya (Fe), Zircon (ZrSiO_4) sebagai bahan pembuat fine ceramic dan tiles (keramik mahal).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium terhadap contoh konsentrat hasil dulang yang diambil selama kegiatan pemboran, data yang diperoleh adalah:

- Kandungan mineral kromit ($\text{Fe}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$) dalam konsentrat dulang berdasarkan analisis mineralogi butir berkisar dari 12,1% hingga 30%.
- Kandungan mineral kromit dalam endapan pasir sebagai hasil analisis mineralogi butir dengan memperhitungkan volume endapan berkisar dari 1,05 kg/m³ hingga 114,19 kg/m³
- Kandungan senyawa kimia Cr_2O_3 dalam contoh konsentrat dulang berkisar dari 7,96 % hingga 13,92 %.
- Mineral ikutan Magnetite (Fe_3O_4) berkisar 1,07-80,00%, Ilmenit (FeTiO_3) berkisar 1,00-16,09% dan Zirkon (ZrSiO_4) Indikasi

KESIMPULAN

Endapan kromit yang terbentuk di daerah ini duga kuat merupakan akumulasi hasil desintegrasi fragmen batuan konglomerat dengan komponen batuan beku ultrabasa (peridotit, harzburgite) yang mengalami pelapukan kemudian tertransportasi oleh media air, baik oleh aliran sungai maupun arus gelombang laut sepanjang pantai sehingga membentuk endapan alluvial pantai. Berdasarkan hasil korelasi titik bor kearah memanjang dan melintang menunjukkan bahwa endapan pasir kerikil mengandung kromit cenderung menebal memanjang kearah barat laut dan ke arah pinggir pantai. Hal ini sesuai dengan pola pengendapan yang homogen sejajar pantai dan tegak lurus garis pantai atau searah aliran sungai-sungai yang membawa material kromit dari bagian hulu

Beberapa faktor yang menyebabkan pola sebaran lapisan pada daerah ini berbeda dengan lainnya :

- Batuan induk, sebagai sumber terbentuknya endapan kromit
- Faktor fisika-kimia seperti suhu, erosi dan transportasi sungai, arus bawah laut sebagai media transportasi dan akumulasi material.
- Faktor topografi/kemiringan yang berperan penting sebagai tempat akumulasi endapan kromit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bpk. Agam dan Ir. Armin Tampubolon, M.Sc atas kerjasamanya dalam penyelidikan ini. Ir. Teuku Ishlah atas motivasi, saran dan diskusi. Kepada Ir. Bambang Pardianto atas koreksi dan estetika penulisan serta masukan dalam makalah ini sehingga dapat diterbitkan dalam Buletin Sumber Daya Geologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Darwin H, Spenser LK, 1986, Laporan Eksplorasi PT. Palmabin, Bungku Chromite Deposit.
- Hamilton, W., 1973, Tectonics of the Indonesian Region, Proc. Reg. Conf. on the Geol. Of SE-Asia, 1972, jl. No. 6, h. 3-10.
- J.C. Widodo., 1979, Laporan Singkat tentang Hasil Penyelidikan Endapan Kromit dengan menggunakan Bor Tangan di Daerah Pantai Timur Kabupaten Poso.
- Laporan Penyelidikan Pendahuluan Terhadap Endapan Kromit Alluvial di Daerah Sulawesi Tengah., Provinsi Sulawesi Tengah. Direktorat Sumber Daya Mineral, 1979.,
- Laporan Hasil Penyelidikan Umum Endapan Kromit di Wilayah KP/PU PT. BUMI daerah Matube, Kecamatan Bungku Utara, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah, Desember, 2007.
- Laporan Hasil Penyelidikan Endapan Kromit di Wilayah KP Eksplorasi PT. Surya Amindo daerah Topogaro, Kecamatan Bungku Barat, Kabupaten Bungku, Provinsi Sulawesi Tengah, 2009.
- Simanjuntak TO, 1993, Peta Geologi Daerah Sulawesi Tengah, Puslitbang Geologi, Bandung.
- Sukamto, R., Geologi Daerah Kepulauan Banggai dan Sula, Majalah IAGI, vol.2, no.3, hal 23-28.
- Sukamto, R., 1975, Perkembangan tektonik di Sulawesi dan daerah sekitarnya :Suatu sintesis perkembangan berdasarkan tektonik lempeng, Majalah IAGI, vol 2, no.1, hal 1-13
- Sukamto, R., 1973a, Peta Geologi Tinjau Daerah Palu, Sulawesi Tengah, Direktorat Geologi.
1973b, Peta Geologi Tinjau Daerah Ujung Pandang, Sulawesi Selatan, arsip terbuka Direktorat Geologi.
- Van Bemmelen R.W, 1949, The geology of Indonesia, Vol.I.A. Government Printing Office, The Hague, 723h.

TINJAUAN IMPLEMENTASI UNDANG-UNDANG NOMOR 4/2009 TENTANG PERTAMBANGAN MINERAL DAN BATUBARA TERHADAP PERATURAN PERUNDANGAN LAINNYA.

Oleh:

Bambang Pardiarto
Pusat Sumber Daya Geologi
Jalan Soekarno Hatta No. 444 Bandung

SARI

Pemberlakuan Undang-Undang Nomor 4/2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara telah dapat memberikan harapan baru terhadap peningkatan kegiatan usaha pertambangan di Indonesia. Namun dalam implementasinya banyak Undang-Undang sektor lain seperti kehutanan, penataan ruang, lingkungan hidup, pajak dan retribusi daerah serta pengelolaan pesisir dan pulau-pulau kecil telah menjadi hambatan yang signifikan dalam proses peningkatan pertumbuhan industri pertambangan. Untuk itu perlu dilakukan sinkronisasi peraturan pelaksanaannya sehingga tidak merugikan semua pihak.

ABSTRACT

Validation of the Law Number 4 Year 2009 regarding Mineral and Coal Mining has given the new expectation towards increasing mining business activity in Indonesia. However in the implementation, many laws of the other sectors such as forestry, environment, space system, tax and retribution and management of coastal and small islands has resulted significant slavery in the growth increasing process of mining industry. Therefore that need synchronization/harmonization in the implementation of all regulations in order to have stake holders satisfied.

PENDAHULUAN

Sebagai upaya untuk merubah paradigma lama dunia usaha pertambangan, maka Pemerintah telah memberlakukan peraturan perundangan baru yaitu Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara (UU Minerba) yang mulai berlaku Januari 2009. Namun dalam perjalanan waktu pemberlakuan Undang-Undang ini masih ditemukan sejumlah permasalahan yang memerlukan solusi agar kegiatan usaha pertambangan berjalan dengan baik sesuai dengan semangat perubahan paradigma yang diamanatkan dalam Undang-Undang ini. Secara umum beberapa aspek yang terdapat dalam Undang-Undang ini antara lain : evaluasi, amandemen, penyesuaian, perubahan, negosiasi ulang terhadap aspek relinquishment (penciutan), royalti, nilai tambah, perpanjangan kontrak, divestasi dan terminasi.

Terdapatnya tumpang tindih penggunaan lahan seperti adanya transmigran di wilayah tambang menunjukkan bahwa koordinasi antar instansi dalam hal pemanfaatan ruang belum berjalan maksimal. Jika dibandingkan dengan sektor lain, sektor pertambangan sering menjadi korban karena menjadi subordinasi sektor lain sejak era reformasi tahun 1999. Banyak konsesi pertambangan yang tumpang tindih dengan sektor lain terutama kehutanan. Selain

mengantongi izin pertambangan pengusaha harus mendapatkan izin pinjam pakai dari Kementerian Kehutanan (Arif D.C., 2010).

PERMASALAHAN UU NOMOR 4/2009 TENTANG PERTAMBANGAN MINERAL DAN BATUBARA (MINERBA)

Beberapa permasalahan yang dapat diinventarisir dari stake holder secara umum dapat dibagi kedalam tiga kelompok yaitu : perusahaan yang melakukan permohonan perizinan yang baru, perusahaan yang telah memegang perizinan eksplorasi dan perusahaan yang telah memegang izin eksploitasi (Gambar 1).

Perusahaan dengan permohonan baru/ investasi baru pada umumnya masih menunggu ditetapkannya Wilayah Pertambangan (WP), Wilayah Usaha Pertambangan (WUP) dan dan Wilayah Pencadangan Negara (WPN) oleh pemerintah yang melibatkan antar sektor diantaranya harus sesuai dengan tata ruang dan kesesuaian kawasan hutan. Proses penyusunan wilayah pertambangan memerlukan data dan informasi pertambangan yang komprehensif, sehingga hal ini akan berdampak masih perlu waktu yang berakibat terhambatnya kegiatan investasi baru.

PROBLEMA YANG DIHADAPI INDUSTRI PERTAMBANGAN

Dalam dunia pertambangan pasca diberlakukannya UU Minerba menghadapi beberapa persoalan yang dapat dikelompokkan dalam beberapa aspek yaitu : masa transisi, aplikasi dan pemurnian.

- a. Aspek Masa Transisi : dalam masa transisi ini diperlukan program kerja secara lengkap pada semua wilayah pertambangan, rencana proses pemurnian, rencana divestasi, domestic market obligation (DMO), penetapan harga standar, transisi / perubahan KP/KK/PKP2B menjadi IUP. Dalam proses lelang WIUP maka peranan pemerintah provinsi/kabupaten/kota dilibatkan pada tim penyiapan untuk ikut serta lelang. Proses penyiapan bahan sampai pada proses pelelangan memerlukan waktu yang panjang, sehingga akan mempengaruhi perkembangan industri pertambangan.
- b. Aspek Aplikasi : pada permohonan wilayah baru harus memenuhi syarat-syarat aplikasi baru, syarat lelang, permohonan IUP, PMDN, PMA, dll. Hal ini tentu akan memerlukan tambahan anggaran kegiatan industri pertambangan.
- c. Aspek Pemurnian : pengajuan kelayakan usaha untuk membangun pemurnian dan perundingan dengan off taker. Industri pemurnian sangat memerlukan investasi yang besar karena sifatnya padat modal dan teknologi tinggi. Konsekwensinya setiap industri pertambangan pemegang IUP akan berhitung apakah layak untuk membangun pemurnian sendiri jika potensi cadangan mineral yang dimiliki tidak banyak.

Dalam aspek DMO maka sasarannya adalah batubara dan mineral dimana untuk mineral ditujukan kepada smelter dalam negeri. Namun permasalahannya bahwa perusahaan sudah terikat kontrak jangka panjang dan belum ada proses pemurnian dalam negeri. Sehingga solusinya DMO dalam negeri dan proses pemurnian dapat dilakukan dengan pihak ketiga. DMO batubara sebagian besar untuk memenuhi kebutuhan PLN dengan harga mengikuti kebijakan PLN, sedangkan harga mineral tergantung permintaan pasar. Sehingga dengan adanya kebijakan tersebut, banyak perusahaan cenderung melakukan ekspor. DMO batubara tidak masalah jika harga sesuai, sedangkan untuk mineral tergantung ketersediaan smelter dalam negeri.

BEBERAPA PERSOALAN UTAMA DARI BERBAGAI REGULASI TERKAIT

Banyak permasalahan dilapangan terkait dengan kegiatan pertambangan yang berbenturan dengan peraturan dari sektor lain seperti sektor kehutanan, lingkungan hidup, penataan ruang, pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil serta perpajakan. Beberapa permasalahan yang terinventarisasi antara lain sebagai berikut :

1. Undang-Undang Nomor 4/2009

- a. Pelaksanaan untuk mengubah Kontrak Karya (KK)/Perjanjian Kerja Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B) menjadi IUP tidak mudah. Koordinasi antara pemerintah pusat dan pemerintah provinsi/kabupaten /kota yang kurang sinkron banyak menimbulkan permasalahan dilapangan. Misalnya penambangan batuan yang sudah berlangsung untuk proyek jalan yang didanai oleh lembaga dunia tiba-tiba terhenti sejak diberlakukannya UU Minerba. Pada hal masa pembangunan jalan ini sudah ditentukan waktunya, sehingga mengakibatkan pencapaian target tidak sesuai dengan yang direncanakan.
- b. Sistim Izin Usaha Pertambangan (IUP) kurang memberikan jaminan hukum, misalnya banyaknya kasus pemegang IUP tidak dapat melaksanakan kegiatannya karena ada penolakan dari masyarakat disekitar daerah yang akan dijadikan kegiatan pertambangan.
- c. Wilayah untuk eksplorasi terlalu kecil apabila dibandingkan ketentuan pada masa sebelumnya. Pemahaman tentang konsep eksplorasi yang kurang baik dari pembuat Undang-Undang ini menyebabkan terbatasnya area kegiatan eksplorasi. Sebagai contoh untuk menemukan satu wilayah potensi mineral logam yang dapat ditambang maka diperlukan 1000 daerah prospek. Sehingga dalam melaksanakan kegiatan eksplorasinya diperlukan daerah survey seluas mungkin, apalagi kalau metoda eksplorasinya menggunakan survey geofisika udara.
- d. Kewajiban peleburan (smelter) tidak dapat diterapkan untuk semua komoditi. Masih terdapat beberapa komoditi mineral logam dalam proses peningkatan nilai tambah tidak seharusnya diikuti dengan pembangunan peleburan. Sebagai contoh untuk bijih timbal, seng dan mangan akan ekonomis jika diusahakan hanya sampai dalam bentuk konsentrat.

PROBLEMA YANG DIHADAPI INDUSTRI PERTAMBANGAN

Dalam dunia pertambangan pasca diberlakukannya UU Minerba menghadapi beberapa persoalan yang dapat dikelompokkan dalam beberapa aspek yaitu : masa transisi, aplikasi dan pemurnian.

- a. Aspek Masa Transisi : dalam masa transisi ini diperlukan program kerja secara lengkap pada semua wilayah pertambangan, rencana proses pemurnian, rencana divestasi, domestic market obligation (DMO), penetapan harga standar, transisi / perubahan KP/KK/PKP2B menjadi IUP. Dalam proses lelang WIUP maka peranan pemerintah provinsi/kabupaten/kota dilibatkan pada tim penyiapan untuk ikut serta lelang. Proses penyiapan bahan sampai pada proses pelelangan memerlukan waktu yang panjang, sehingga akan mempengaruhi perkembangan industri pertambangan.
- b. Aspek Aplikasi : pada permohonan wilayah baru harus memenuhi syarat-syarat aplikasi baru, syarat lelang, permohonan IUP, PMDN, PMA, dll. Hal ini tentu akan memerlukan tambahan anggaran kegiatan industri pertambangan.
- c. Aspek Pemurnian : pengajuan kelayakan usaha untuk membangun pemurnian dan perundingan dengan off taker. Industri pemurnian sangat memerlukan investasi yang besar karena sifatnya padat modal dan teknologi tinggi. Konsekwensinya setiap industri pertambangan pemegang IUP akan berhitung apakah layak untuk membangun pemurnian sendiri jika potensi cadangan mineral yang dimiliki tidak banyak.

Dalam aspek DMO maka sasarannya adalah batubara dan mineral dimana untuk mineral ditujukan kepada smelter dalam negeri. Namun permasalahannya bahwa perusahaan sudah terikat kontrak jangka panjang dan belum ada proses pemurnian dalam negeri. Sehingga solusinya DMO dalam negeri dan proses pemurnian dapat dilakukan dengan pihak ketiga. DMO batubara sebagian besar untuk memenuhi kebutuhan PLN dengan harga mengikuti kebijakan PLN, sedangkan harga mineral tergantung permintaan pasar. Sehingga dengan adanya kebijakan tersebut, banyak perusahaan cenderung melakukan ekspor. DMO batubara tidak masalah jika harga sesuai, sedangkan untuk mineral tergantung ketersediaan smelter dalam negeri.

BEBERAPA PERSOALAN UTAMA DARI BERBAGAI REGULASI TERKAIT

Banyak permasalahan dilapangan terkait dengan kegiatan pertambangan yang berbenturan dengan peraturan dari sektor lain seperti sektor kehutanan, lingkungan hidup, penataan ruang, pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil serta perpajakan. Beberapa permasalahan yang terinventarisasi antara lain sebagai berikut :

1. Undang-Undang Nomor 4/2009

- a. Pelaksanaan untuk mengubah Kontrak Karya (KK)/Perjanjian Kerja Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B) menjadi IUP tidak mudah. Koordinasi antara pemerintah pusat dan pemerintah propinsi/kabupaten /kota yang kurang sinkron banyak menimbulkan permasalahan dilapangan. Misalnya penambangan batuan yang sudah berlangsung untuk proyek jalan yang didanai oleh lembaga dunia tiba-tiba terhenti sejak diberlakukannya UU Minerba. Pada hal masa pembangunan jalan ini sudah ditentukan waktunya, sehingga mengakibatkan pencapaian target tidak sesuai dengan yang direncanakan.
- b. Sistim Izin Usaha Pertambangan (IUP) kurang memberikan jaminan hukum, misalnya banyaknya kasus pemegang IUP tidak dapat melaksanakan kegiatannya karena ada penolakan dari masyarakat disekitar daerah yang akan dijadikan kegiatan pertambangan.
- c. Wilayah untuk eksplorasi terlalu kecil apabila dibandingkan ketentuan pada masa sebelumnya. Pemahaman tentang konsep eksplorasi yang kurang baik dari pembuat Undang-Undang ini menyebabkan terbatasnya area kegiatan eksplorasi. Sebagai contoh untuk menemukan satu wilayah potensi mineral logam yang dapat ditambang maka diperlukan 1000 daerah prospek. Sehingga dalam melaksanakan kegiatan eksplorasinya diperlukan daerah survey seluas mungkin, apalagi kalau metoda eksplorasinya menggunakan survey geofisika udara.
- d. Kewajiban peleburan (smelter) tidak dapat diterapkan untuk semua komoditi. Masih terdapat beberapa komoditi mineral logam dalam proses peningkatan nilai tambah tidak seharusnya diikuti dengan pembangunan peleburan. Sebagai contoh untuk bijih timbal, seng dan mangan akan ekonomis jika diusahakan hanya sampai dalam bentuk konsentrat.

2. Undang-Undang Nomor 41/1999

- a. Kegiatan tambang terbuka tidak boleh dilakukan di hutan lindung. Potensi mineral logam di Indonesia umumnya menempati daerah dengan topografi yang tinggi dan curam. Fenomena bentang alam seperti ini menjadi kriteria oleh Kementerian Kehutanan untuk penentuan kawasan lindung. Padahal tidak semua potensi tersebut dapat diusahakan dengan tambang bawah tanah, sehingga temuan-temuan cadangan baru tidak signifikan.
- b. Pengurusan permohonan izin pinjam pakai untuk memasuki di wilayah hutan lindung tidak mudah. Masih lemahnya sistem birokrasi tidak efisien yang dijumpai dilapangan telah menghambat aktifitas usaha pertambangan. Bahkan sesama antar instansi pemerintah sekalipun masih mengalami korban kebijakan birokrasi.
- c. Izin pinjam pakai masih memerlukan izin lain yang sangat tergantung nilai ekonomis dan fungsi strategisnya. Kebijakan ini sangat memberatkan pemegang izin pertambangan. Karena untuk membuat kajian baik nilai ekonomis maupun fungsi strategisnya memerlukan waktu dan biaya yang banyak, apalagi kalau kegiatannya masih tahap eksplorasi. Selain itu untuk memperoleh izin pinjam pakai perusahaan juga harus melakukan permohonan rekomendasi teknis kepada KESDM.
- d. Peraturan Pemerintah Nomor 10 tahun 2010 tentang Tata Cara Perubahan Peruntukan dan Fungsi Kawasan Hutan dalam praktek untuk dapat merubah kawasan hutan ini prosesnya panjang dan akan melibatkan DPR. PP ini hanya memberikan fleksibilitas pada hutan, sedangkan kawasan pertanian dan perkebunan tidak diberikan fleksibilitas untuk dapat digunakan sebagai wilayah pertambangan (Prihatna S., dalam Arif D.C., 2010)
- e. Peraturan Pemerintah Nomor 24 tahun 2010 tentang Penggunaan Kawasan Hutan pada hakekatnya sama dengan izin yang dikeluarkan berupa hak pakai kawasan hutan. Paradigma pengelolaan kawasan hutan yang serba kaku yang kurang arif untuk mengakomodir kepentingan sektor lain khususnya sektor pertambangan telah menurunkan gairah investasi pertambangan yang seharusnya masuk ke Indonesia.

3. Undang-Undang Nomor 32/2009

- a. Izin lingkungan merupakan super lisenca. Izin ini sebagai muara atau akhir dari semua perizinan yang harus dipersiapkan untuk

kegiatan pertambangan. Walaupun semua izin sudah terpenuhi sampai kepada studi kelayakan yang dilengkapi dengan Amdalnya tidak bermasalah, maka jika tidak ada izin lingkungan semua kegiatan menjadi terhenti.

- b. Jaminan lingkungan menambah beban industri. Jaminan lingkungan yang diberikan dalam bentuk uang tentunya akan memberikan tambahan anggaran dalam investasi industri pertambangan.
- c. Ketentuan baku mutu terlampau ketat. Limbah kegiatan industri pertambangan umumnya masih menghasilkan unsur-unsur yang mengakibatkan gangguan lingkungan dalam kisaran yang masih dapat ditoleransi. Namun batasan baku mutu yang ketat mengakibatkan perusahaan harus mempersiapkan treatment lebih lanjut dengan resiko menambah anggaran perusahaan.
- d. Tuntutan pidana bagi pemberi izin yang melanggar. Konsekwensi yang berat bagi yang tidak mempunyai izin lingkungan telah membuat iklim investasi terganggu.

4. Undang-Undang Nomor 26/2007

- a. Sejak berlakunya UU Minerba belum dapat mengeluarkan wilayah usaha pertambangan yang baru karena menunggu penjelasan tata ruang. Rencana tata ruang nasional/daerah diharapkan akan dapat dipakai sebagai payung bagi kegiatan pertambangan dikemudian hari. Namun belum ditetapkannya peraturan presiden tentang RTR Pulau dan Pulau Kecil menyebabkan proses izin baru menjadi stagnan.
- b. Tata ruang menjadi persyaratan semua perizinan. Persyaratan awal dari kegiatan usaha yang memerlukan ruang atau lahan, maka rencana tata ruang menjadi hal yang sangat penting untuk dijadikan acuan kegiatan agar tidak timbul masalah dikemudian hari. Sebagai contoh kasus Sumur produksi migas di Tambun Bekasi. Sumur ini terletak dikawasan pemukiman, sehingga Amdalnya tidak bisa dikeluarkan. Padahal sumur ini diharapkan oleh pemerintah dapat menunjang lifting minyak untuk pencapaian target APBN.
- c. Tata ruang belum memasukkan prospek mineral. Paradigma lama penyusunan tata ruang tidak melihat potensi yang terpendam dibawah permukaan tanah. Oleh karena itu sektor pertambangan yang notabene tidak kasat mata selalu menjadi korban oleh kepentingan sektor lain yang tampak diatas permukaan tanah (kehutanan, pertanian, perkebunan, pemukiman, dll).

- d. Peta dasar tata ruang belum sesuai dengan faktual saat ini. Hal yang paling menonjol adalah terdapatnya status hutan lindung, namun kenyataannya hanya merupakan ladang tandus yang tidak ada pepohonan. Selain itu terdapat pula kawasan konservasi, namun didalamnya sudah berkembang pemukiman.
- e. Konsep pengembangan wilayah belum dimasukkan. Penyusunan tata ruang yang memerlukan keterpaduan antar instansi terlihat masih kurang sekali sehingga dalam semangat otonomi daerah dengan laju pemekaran wilayah yang tidak dapat dihentikan menjadi permasalahan cukup pelik dikemudian hari.
- f. Tuntutan pidana bagi pemberi izin sebagaimana tertuang dalam Pasal 73. Pasal ini berdampak sangat signifikan terutama di sektor pertambangan. Oleh karena sepanjang belum ditetapkan Kawasan Peruntukan Pertambangan (KPP), maka jika ada pejabat yang memberikan IUP diluar KPP akan menerima sanksi yang berat.
- g. Semua proses perizinan dan pembangunan infra struktur terhenti/tertunda. Semangat otonomi daerah yang marak dengan pengeluaran izin baru kuasa pertambangan yang tidak terkontrol menjadi terhenti karena KPP yang belum ditetapkan oleh pemerintah yang merupakan bagian dari tataruang.
- h. Hambatan percepatan revisi RTRW oleh daerah masalahnya terkait dengan kehutanan. Hampir sebagian besar

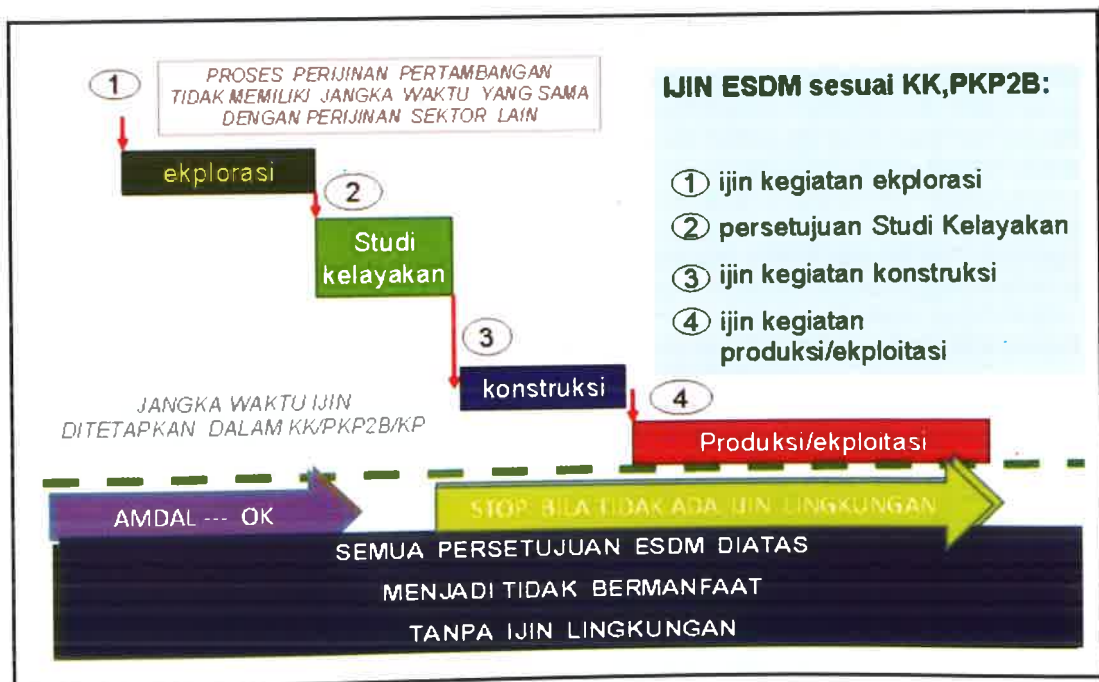
pemerintah propinsi dan kabupaten/kota mengalami kesulitan untuk melakukan perbaikan penyusunan tata ruang oleh karena mayoritas tutupan lahan yang ditempati oleh kawasan hutan. Perubahan kawasan hutan memerlukan waktu yang sangat panjang sehingga sangat berpengaruh kepada percepatan revisi rencana tata ruang.

5. Undang-Undang Nomor 28/2009 :

Memasukkan alat - alat berat, alat besar dan pengadaan sendiri sarana dan prasarana yang masih menjadi objek pajak . Pengenaan berbagai pajak terhadap kebutuhan barang modal untuk keperluan operasi eksplorasi pertambangan menjadi beban yang berat bagi usaha pertambangan manakala potensi tambang belum dapat diketahui apakah layak untuk dapat dilakukan penambangan

6. Undang-Undang UU Nomor 27/2004

Penambangan dilarang pada pulau-pulau kecil dengan luas kurang dari 2000 km². Ketentuan ini sangat berpengaruh terhadap pembangunan infrastruktur didaerah kepulauan yang nota bene memerlukan bahan material seperti mineral bukan logam dan batuan. Mendatangkan material tersebut dari luar wilayah kepulauan menjadi mahal dan tidak efisien.



Gambar 2. Sinkronisasi perijinan antara KESDM dengan KLH (Priyo,P.S, 2010)

**SINKRONISASI PERIZINAN
PERTAMBANGAN DAN LINGKUNGAN**

Proses perizinan pertambangan dari Kementerian ESDM tidak memiliki waktu yang sama dengan sektor lain, sehingga sangat mengganggu kegiatan usaha pertambangan. Jika pada tahap eksplorasi sampai studi kelayakan, Amdal nya sudah sesuai, namun pada tahap konstruksi dan produksi tidak ada izin lingkungan maka kegiatan dihentikan. Sehingga semua kegiatan pertambangan sektor ESDM menjadi tidak bermanfaat tanpa izin lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya sinkronisasi /harmonisasi perizinan dengan sektor lain seperti kehutanan dan lingkungan hidup

ULASAN

Didalam UU Nomor 4/2009 seyogyanya penetapan Wilayah Pertambangan (WP) dengan berbagai turunannya seperti Wilayah Usaha Pertambangan (WUP), Wilayah Pencadangan Negara (WPN) dan Wilayah Pertambangan Rakyat (WPR) segera dapat ditetapkan oleh pemerintah. Namun hal ini tidak bisa dilaksanakan seperti yang diharapkan dimana masalah tata ruang pulau dan kepulauan yang juga belum disahkan oleh presiden dalam bentuk peraturan presiden tentang RTR Pulau dan Kepulauan. Disatu sisi rencana tata ruang ini menjadi acuan oleh KESDM untuk mengalokasikan wilayah pertambangan, sedangkan disisi lain wilayah pertambangan ini ditunggu oleh pemerintah daerah untuk dapat mengeluarkan perizinan yang menjadi kewenangannya. Sehingga dengan munculnya efek berganda tersebut praktis kegiatan investasi baru dalam pertambangan mineral dan batubara terhenti.

Dalam aspek permohonan WIUP terutama untuk luasan yang lebih kecil dari 5000 ha (50km²) terutama di Pulau-pulau kecil dengan luasan kurang dari 2000 km² tidak akan mendapat jaminan untuk dapat melakukan penambangan karena bertentangan dengan apa yang tertuang dalam UU Nomor 27/2004 yang melarang aktifitas penambangan di Pulau kecil dengan luas kurang dari 2000 km². Hal ini akan berdampak pada aspek pengembangan wilayah terutama pada daerah baru hasil pemekaran diwilayah kepulauan yang secara nyata memerlukan mineral bukan logam atau batuan untuk keperluan pembangunan infrastrukturnya.

Aspek penelitian atau penyelidikan yang dilakukan oleh instansi pemerintah diwilayah hutan lindung tidak selamanya bisa berjalan dengan baik oleh karena adanya UU nomor

41/1999. Ketentuan' dalam undang-undang ini ataupun dalam undang-undang penataan ruang sangat jelas kegiatan penelitian dapat dilakukan diwilayah hutan lindung sepanjang tidak mengubah fungsi kawasan. Dalam implementasi dilapangan sulit sekali untuk mendapatkan rekomendasi dari Badan Planologi.

Aspek pengusahaan mineral khususnya untuk mendirikan industri pengolahan seperti dalam bentuk smelter jika lokasinya berada diluar WIUP yang dipunyai maka ini akan menjadi domainnya kementerian perindustrian. Padahal dari eksplorasi sampai penambangan domainnya ada di kementerian ESDM. Sehingga rantai proses dari hulu sampai hilir usaha pertambangan ini akan berdampak pada perkembangan industri pertambangan.

Dari berbagai contoh permasalahan tersebut diperlukan suatu lembaga atau institusi yang dapat memberikan solusi agar keterkaitan undang-undang sektor satu dengan sektor lainnya yang menimbulkan masalah dilapangan terutama dalam dunia usaha pertambangan dapat diatasi. Badan Koordinasi Penataan Ruang Nasional (BKPRN) yang berada dibawah Kementerian Pekerjaan Umum merupakan lembaga yang diharapkan dapat menjadi wasit dan memberikan solusi terbaik kepada para kementerian lain yang mempunyai permasalahan sehubungan adanya kendala peraturan perundangan sektor. Oleh karena itu diperlukan kearifan dari berbagai sektor agar BKPRN dalam upaya mengsinkronkan /mengharmonisasikan perundangan dapat berjalan dengan baik.

PENUTUP

Undang-undang Minerba telah dapat memberikan harapan yang baru terhadap peningkatan kegiatan usaha pertambangan. Paradigma baru yang menjadi landasan filosofis munculnya Undang-Undang ini ternyata dalam implementasinya masih terkendala oleh adanya Undang-Undang sektor lain. Untuk itu perlu dilakukan sinkronisasi/harmonisasi peraturan pelaksanaannya sehingga tidak merugikan semua pihak dengan harapan kondisi pertambangan tidak menjadi korban akibat peraturan sektor lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada tim editor dan khususnya kepada Ir. R. Hutamadi yang telah memberikan masukan untuk kesempurnaan tulisan ini

DAFTAR PUSTAKA

- Arif Dwi Cahyo, 2010, Jembatan Tambang di Wilayah Hutan, Majalah Tambang, Volume 5, Nomor 58/April 2010.
- Priyo Pribadi Soemarno, 2010, Implementasi Undang-Undang Minerba dan Masa Depan Industri Pertambangan Indonesia, MGEI-IAGI Seminar 2010 : Kalimantan Coal and Mineral Resources, Balikpapan 29-30 March 2010.
- Undang-Undang Nomor 41/1999 tentang Kehutanan
- Undang-Undang Nomor 27/2004 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil
- Undang-Undang Nomor 26/2007 tentang Penataan Ruang
- Undang-Undang Nomor 4/2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batu bara
- Undang-Undang Nomor 28/2009 tentang Pajak dan Retribusi Daerah
- Undang-Undang Nomor 32/2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

POTENSI DAN GENESIS MANGAN DI KAWASAN KARS GOMBONG SELATAN BERDASARKAN PENELITIAN GEOLOGI LAPANGAN, ANALISIS DATA INDUKSI POLARISASI DAN KIMIA MINERAL

Oleh:

Chusni Ansori

Peneliti Madya, Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsembung-LIPI, di Kebumen

SARI

Mangan ditemukan tersebar dalam kawasan kars Gombong Selatan; baik dalam bentuk nodul, lensa dan lapisan. Nodul dan lensa mangan ditemukan dalam breksi vulkanik dan lava Formasi Gabon yang melandasi topografi kars. Mangan berlapis berada di bawah batugamping pada bidang ketidakselarasan antara Formasi Gabon dengan Formasi Kalipucang yang miring ke arah utara. Mangan berbentuk lensa serta iregular dikenali dari analisis data induksi polarisasi yang menunjukkan nilai tahanan jenis rendah (0 - 40 ohm meter) dan chargeability tinggi (135 - 250 msec), diameter sekitar 2,5 m, tersebar pada kedalaman 5 - 40 m, bersifat masif, berasosiasi dengan alterasi hidrotermal. Nodul bercampur dengan silika, tersebar setempat, berasosiasi dengan lensa mangan, lava, tufa hijau dan breksi andesit, kandungan $MnO_2 < 50\%$. Nodul termasuk mangan sedimen namun terkait proses hidrotermal bawah laut. Lapisan mangan berada di atas bidang ketidakselarasan, ketebalan 15 - 20 cm, tersebar pada areal seluas 555,98 Ha, termasuk mangan sedimen, dihasilkan dari proses pelapukan dan erosi, berwarna hitam-kecoklatan, lunak, kandungan MnO_2 mencapai 74,19%. Potensi mangan sedimen diduga lebih banyak, kualitas lebih baik namun penambangannya akan banyak mengalami hambatan karena berada pada kawasan kars zone I dan II dengan ketebalan batugamping > 100 m.

Kata kunci : Kars Gombong Selatan, mangan, genesa, potensi.

ABSTRACT

Manganese nodules, lenses and layers are found at South Gombong karst area. Massive lenses and nodules occur at volcanic breccia and lava from the Gabon Formation as karst basement. Manganese layers are found at irregular unconformity between the Gabon and Kalipucang Formation, dipping to the north. Lenses and irregular manganese bodies are detected from the Induced Polarisation (IP) data analysis with low resistivity (0 - 40 ohm meter) and high chargeability (135 - 250 msec), at variation depth (5 - 40 m) and massive, associate with hydrothermal alteration. Manganese nodules, mixed with silica, contain < 50% MnO_2 , locally associated with manganese lenses, lava, green tuff, andesite breccia. It is sedimentary type with sub marine-hydrothermal association. Manganese layer found at irregular unconformity between Gabon and Kalipucang formation, 15-20 cm thick, about 555,98 Ha, black brown colour, soft, with 74,19% MnO_2 , it is sedimentary type as a product of weathering and erosion. Sedimentary manganese has a better potentiality and quality than hydrothermal association but it has mining constrain because it is located in the limestone conservation zone I and II with a depth more than 100 m.

Keywords: South Gombong Karst Area, manganese, genesis, potentiality

PENDAHULUAN

Mangan merupakan salah satu mineral dari 12 unsur yang cukup banyak terdapat di kerak bumi. Di samudra diperkirakan terdapat lebih dari 3 triliun ton nodul mangan berukuran sebesar kentang. Mineral mangan di seluruh dunia terdapat dengan jumlah 0,1 % dari kandungan kerak bumi. Di samudra Pasifik nodul mangan terbentuk sekitar 10 juta ton per tahun. Berdasarkan hasil penyelidikan USBM (Suhala, 1997) diketahui bahwa zona kadar mangan terdapat dalam cekungan sedimen pasifik bagian

timur yang terletak pada jarak 2200 km sebelah tenggara Los Angeles, California. Di zona ini nodul mangan terjadi dalam lapisan tunggal dan tidak teratur.

Mineral logam mangan sangat luas pemakaiannya sehingga perlu dilakukan eksplorasi untuk kelangsungan kegiatan industri logam. Mangan banyak dijumpai dalam bentuk cebakan bijih sedimen, umumnya berkomposisi oksida serta berasosiasi dengan kegiatan vulkanik dan batuan yang bersifat basa. Mangan paling sering dijumpai dalam bentuk mineral

Diterima tanggal 04 Juni 2010
Revisi tanggal 23 Juli 2010

pirolusit dan psilomelan, kadang-kadang dijumpai pula rhodokrosit, rhodonit, manganit, brausit, dan nsutit. Cadangan mineral logam mangan di Indonesia cukup besar, namun tersebar di banyak lokasi yang secara individu umumnya berbentuk lensa berukuran kecil dengan kadar yang bervariasi. Produksi mangan dunia mencapai 21,9 juta ton dimana China merupakan produsen terbesar dengan 4,5 juta ton diikuti Afrika Selatan (USGS Mineral, 2002).

Kegunaan mangan sangat luas, baik untuk tujuan metalurgi maupun nonmetalurgi. Sekitar 85 - 90 % kegunaan mangan adalah untuk keperluan metalurgi terutama pembuatan logam khusus seperti german silver dan cupro manganese. Keperluan nonmetalurgi biasanya digunakan untuk produksi baterai, kimia, keramik dan gelas, glasir dan frit, juga untuk pertanian, proses produksi uranium (USGS Mineral, 2002). Di Indonesia industri hilir pemakai mangan adalah industri logam, korek api dan baterai, serta keramik.

Terdapat ratusan mangan yang telah diketahui tetapi hanya 13 mineral saja yang sering dijumpai dalam cebakan bijih secara komersial. Bijih utama mangan yang sering dijumpai dan bernilai ekonomis adalah pirolusit dan psilomelan. Dikenal 5 jenis mineral bijih yang mengandung mangan (Sukandarrumidi, 1998):

1. Pirolusit (MnO_2)

Merupakan mineral oksida berwarna abu-abu kilap metalik, kekerasan 2 - 2,5, BD 4,4 - 4,8 gr/cc. Sistem Kristal tetragonal, belahan prismatik, merupakan mineral hasil oksidasi. Umumnya pirolusit adalah mineral hasil oksidasi sekunder atau vein. Pirolusit yang terbentuk sebagai pseudomorf dari manganit biasanya bersifat masif ataupun reniform kadang berstruktur berserabut dan radial. Selain sebagai kumpulan kristal yang kasar, pirolusit juga terdapat sebagai kristal berbentuk jarum yang halus.

2. Psilomelan (Ba, H_2O) $4Mn_{10}O_{20}$

Merupakan deposit mineral sekunder terhidrasi berwarna abu-abu, kekerasan 5 - 6, kilap submetalik, sebagai mineral amorf, bersifat massif, reniform botroidal atau stalaktitik. Sehingga lebih umum dijumpai dalam jebakan sekunder, berat jenis 3,3 - 4,7 gr/cc, pecahan brittle, sistem kristal ortorombik.

3. Manganit ($Mn_2O_3 \cdot H_2O$)

Mangan berkomposisi oksida, dan merupakan mineral terhidrasi yang berwarna hitam besi atau abu-abu baja, monoklin, prismatik, kekerasan 4, berat jenis 4,2 - 4,4 gr/cc, belahan sempurna, pecahan brittle.

Basic manganese oxide, umumnya dijumpai dalam bentuk urat yang terbentuk pada temperatur cukup tinggi pada batuan basa.

4. Braunit ($3Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$)

Adalah Mangan berkomposisi oksida berwarna coklat kehitaman sering mengandung silika sebanyak 10 %. Berat jenis 4 - 4,2 gr/cc, berserabut atau kolumnar, mineral ini umumnya dijumpai dalam urat atau cebakan sekunder. Umumnya berasosiasi dengan bixbyite (Mn,Fe) $_2O_3$ dan hausmanite ($MnMn_2O_4$).

5. Rhodokrosit ($MnCO_3$)

Warna merah muda hingga coklat, hexagonal, kilap kaca, pecahan conchoidal, belahan sempurna, kekerasan 3,5 - 4 Mosh, berat jenis 3,4 - 3,6 gr/cc. Mineral ini banyak dijumpai pada vein bersama kuarsa karena proses metamorfisme yang bersentuhan dengan batuan berkomposisi karbonat membentuk replacement pada batuan kapur.

Mineral mangan lainnya yang hanya dijumpai terbatas dalam cebakan bijih adalah hausmanite (Mn_3O_4), todokrosit (Na,Ca,KMn_2) $O_{12} \cdot 3H_2O$, lithiofonit dan nsutit. Hausmanite berwarna coklat kehitaman dengan kilap sub metalik, sedang todokrosit merupakan mineral utama dalam nodul mangan. Lithioforit berkomposisi aluminium-lithium mangan oksida dengan kandungan kobalt, nikel dan tembaga yang bervariasi. Nsunit merupakan mineral mangan oksida, pertama kali ditemukan di Nsuta di Negara Ghana (Afrika). Bixbyite (Mn,Fe) $_2O_3$, berwarna hitam mengkilat dengan berat jenis 4,9 - 5,1 gr/cc dan kekerasan 6 - 6,5 Mosh, merupakan mineral mangan hasil dari proses vulkanik dan metamorf.

Dalam perdagangan, mangan di klasifikasikan menjadi 3 kelompok yaitu : manganese ore, kadar Mn lebih 40 %; ferruginous manganese, kadar Mn 15 - 40 % dan manganese iron ore dengan kadar Mn 5 - 15 % (Wells, 1918). Sedangkan USGS Mineral (2002) mengelompokkan menjadi manganese ore dengan kadar Mn mencapai 35 % dan ferro manganese dengan kadar Mn 78 %.

Metode Studi

Studi ini meliputi penelitian lapangan dan laboratorium. Penelitian lapangan mencakup penelitian geologi lapangan serta geolistrik metode induksi polarisasi. Sedangkan penelitian laboratorium mencakup kimia batuan dan pemodelan cebakan di bawah permukaan.

- a. Penelitian geologi lapangan, berupa pengamatan singkapan terutama disekitar bidang ketidakselarasan antara batugamping

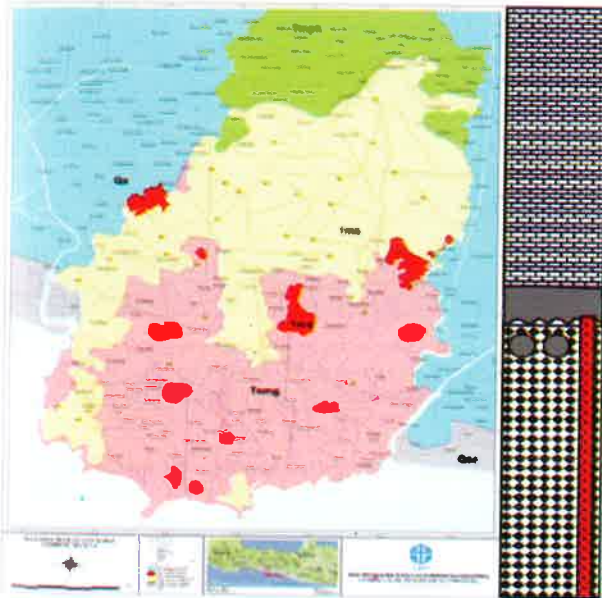
- Formasi Kalipucang dengan breksi Formasi Gabon serta lubang penambangan mangan. Pengamatan lapangan meliputi pengamatan mineralogi, stratigrafi dan struktur geologi serta pembuatan sumur uji. Peta geologi regional yang digunakan untuk penelitian ini bersumber dari Asikin dkk (1992)
- b. Penelitian geolistrik metode induksi polarisasi dilakukan di desa Sрати. Dengan metode ini akan dapat mengukur besarnya tahanan jenis dan chargeability mineral logam pada lintasan terpilih. Peralatan yang digunakan dalam survei adalah seperangkat resistivity meter SCIENTREX TSQ-3, dan SCIENTREX IPR - 12 serta peralatan pendukung lainnya. Pemodelan geofisika menggunakan soft ware Res-2Dvif.
 - c. Analisis kimia batuan menggunakan metode AAS untuk mengetahui kandungan MnO_2 dalam batuan.

HASIL PENELITIAN

1. Lapangan

Penelitian lapangan dikonsentrasikan pada lokasi indikasi mangan di sekitar bidang kontak antara breksi vulkanik dengan batugamping serta pada beberapa lokasi dalam breksi Formasi Gabon. Pada saat penelitian, penambangan aktif berada di dukuh Bleber, desa Argopeni Kecamatan Ayah. Lokasi penambangan berada di tepi laut dengan lereng sangat terjal yang merupakan kontak antara breksi formasi Gabon dengan Batugamping Formasi Kalipucang. Peta geologi dan kolom stratigrafi daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil pengamatan lapangan di Argopeni dan Candirenggo (Gambar 2) menunjukkan bahwa mangan berada di bawah batugamping Formasi Kalipucang yang membentuk lapisan atau pada tanah merah kekuningan di atas breksi

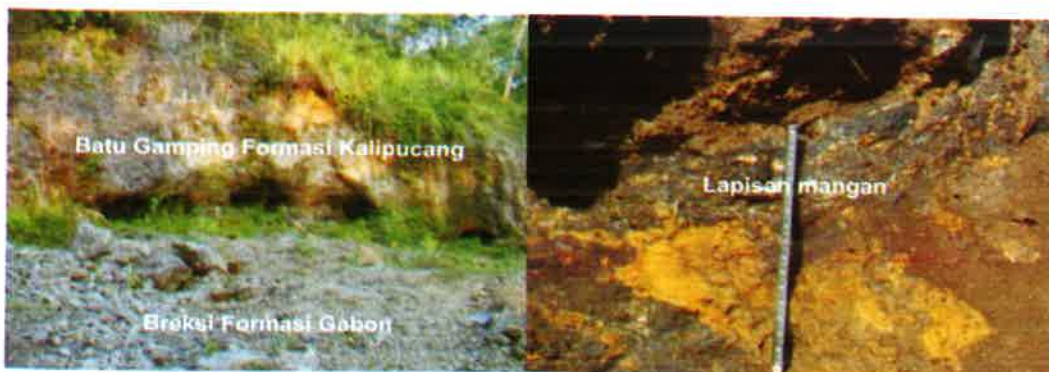


Formasi Kalipucang, Miosen Tengah, tersusun oleh batu gamping, berwarna putih kekuningan abu-abu pucat, kristalin, keras dan padat, permukaan tajam dan berongga-rongga, mengandung fosil koral, foraminifera dan pecahan cangkang moluska, fosil foraminifera besar dan ganggang, ketebalan 100 200 m, menebal ke arah utara.

Lapisan mangan, ketebalan 15 20 cm, miring ke arah utara, berada pada bidang ketidakselarasan antara batu gamping Formasi Kalipucang dengan breksi Formasi Gabon.

Formasi Gabon, Miosen Awal, terdiri dari breksi gunung api, tuf lapili, aglomerat bersisipan batupasir. Breksi gunung api berwarna abu-abu tua dengan fragmen Andesit, berukuran kerikil hingga bongkah, terpilah sedang hingga sangat buruk, kemas tertutup hingga setempat terbuka di dalam masa dasar tuf halus dan pasir tufan, padat dan sangat keras. Diterobos oleh batuan andesitik dioritik berumur Miosen Awal bagian atas (17,21 Ma) serta lava andesitik. Pada bagian atas Formasi mengandung lensa dan nodul mangan.

Gambar 1. Peta geologi dan kolom stratigrafi daerah penelitian serta posisi mangan.



Gambar 2. Lubang bekas penambangan mangan di Candirenggo (A) yang berada di bawah batu gamping serta lapisan mangan di lokasi tambang Bleber Argopeni (B).

andesit Formasi Gabon yang membentuk bongkahan. Mangan yang berada di bawah batugamping umumnya berupa lapisan dengan ketebalan sekitar 15-20 cm, membentuk bidang lapisan ireguler dengan kedudukan sekitar N3000 E/210, berwarna hitam. Bongkah mangan pada tanah merah kekuningan mempunyai ukuran 5-8 cm, ketebalan tanah hingga 4 m. Tanah yang ditemukan di bawah batugamping ini diduga merupakan tanah purba hasil pelapukan

breksi vulkanik. Bongkah mangan dalam tanah merah dan berbentuk lapisan merupakan potensi mineral yang telah ditambang oleh penduduk sekitar kawasan.

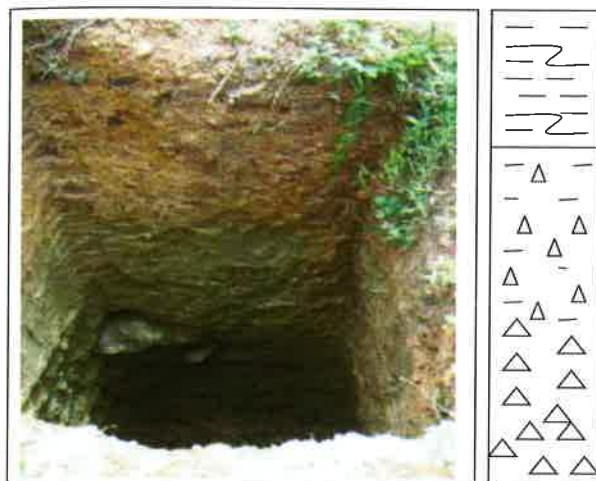
Di desa Srati keberadaan mangan ditemukan sebagai bongkah masif (Gambar 3) dan nodul (Gambar 4) di permukaan tanah. Bongkah mangan bersifat masif berbentuk lensa, tersebar pada satuan breksi vulkanik yang berumur lebih muda di atas konglomerat polimik.



Gambar 3. Singkapan mangan masif berbentuk lensa yang berada di antara lapukan breksi andesit di Srati (A) serta gejala alterasi pada breksi andesit di Argopeni (B).



Gambar 4. Nodul mangan berasosiasi dengan silika yang ditemukan di desa Srati



Tanah podzolik, warna merah kecoklatan, bersifat pasir dengan ketebalan sekitar 1,5 m, mengandung bongkah batuan andesit yg telah lapuk dan indikasi mangan

Breksi vulkanik, tersusun oleh fragmen batuan beku andesit, mengalami pelapukan berwarna kecoklatan, ukuran fragmen berkisar 6 50 cm, ketebalan 2,5 m. Semakin kearah dalam fragmen semakin membesar, fragmen supported, sortasi jelek. Masa dasar pasir kasar, indikasi mangan tidak terlihat

Gambar 5. Sumur uji dengan kedalaman 4 m di Desa Sрати

Tabel 1. Hasil analisis mangan

No Sampel	Lokasi	Unsur	% Rata-rata
CA-4.a	Candirenggo	MnO ₂	56,82
CA-8.a	Bleber	MnO ₂	74,19
SR-10	Sрати	MnO ₂	49,89

Bongkah mangan tersebut sering terlihat mengelompok ataupun terpisah-pisah menempati morfologi berupa lembah antar perbukitan. Nodul mangan berwarna abu-abu hingga hitam, kilap sub metalik, amorf, berasosiasi dengan silika/rijang, struktur botroidal, kekerasan sekitar 5 Mohs, pecahan retas (brittle). Berdasarkan sifat-sifat tersebut maka mangan daerah penelitian termasuk jenis psilomelan. Sebaran mangan cenderung lebih banyak ke arah selatan. Gejala alterasi dan mineralisasi yang teramati pada Formasi Gabon berintensitas sedang hingga kuat (Gambar 3). Alterasi yang berkembang berupa urat kuarsa-kalsit, silisifikasi, dan propilit. Mineralisasi berupa kuarsa, kalsit, dan klorit berasosiasi dengan mineral sulfida berukuran halus, seperti pirit, kalkopirit, dan sphalerit.

Pada sumur uji berukuran 4,5 x 1,2 m dengan kedalam 4 m, bagian atas sekitar 1,5 m berupa tanah merah podzolik bersifat pasir dan mengandung fragmen batuan beku serta dijumpai adanya indikasi mangan yang telah mengalami pelapukan. Sedangkan ke arah bawah tersusun oleh breksi dengan fragmen andesit di dalam masa dasar pasir kasar yang telah mengalami pelapukan. Semakin ke bawah, fragmen batuan berukuran semakin besar. Adapun gambaran litologi pada sumur uji tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

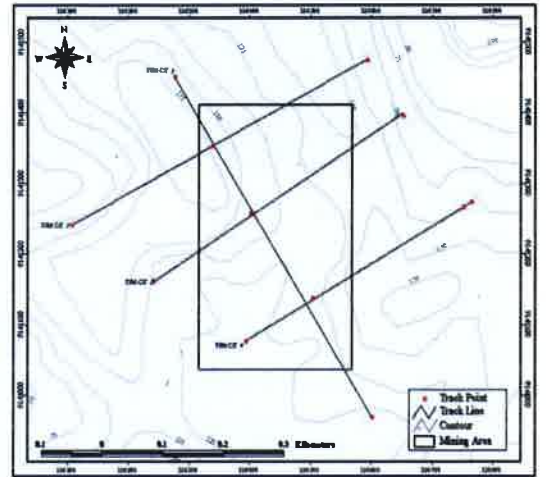
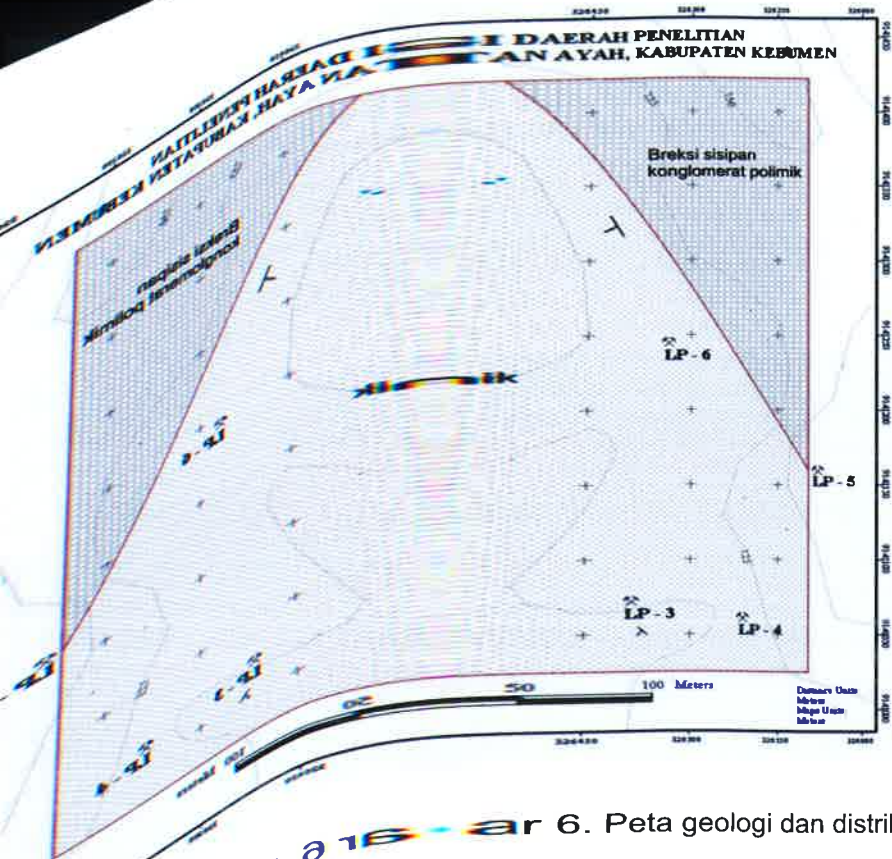
2. Laboratorium

Analisis Geokimia

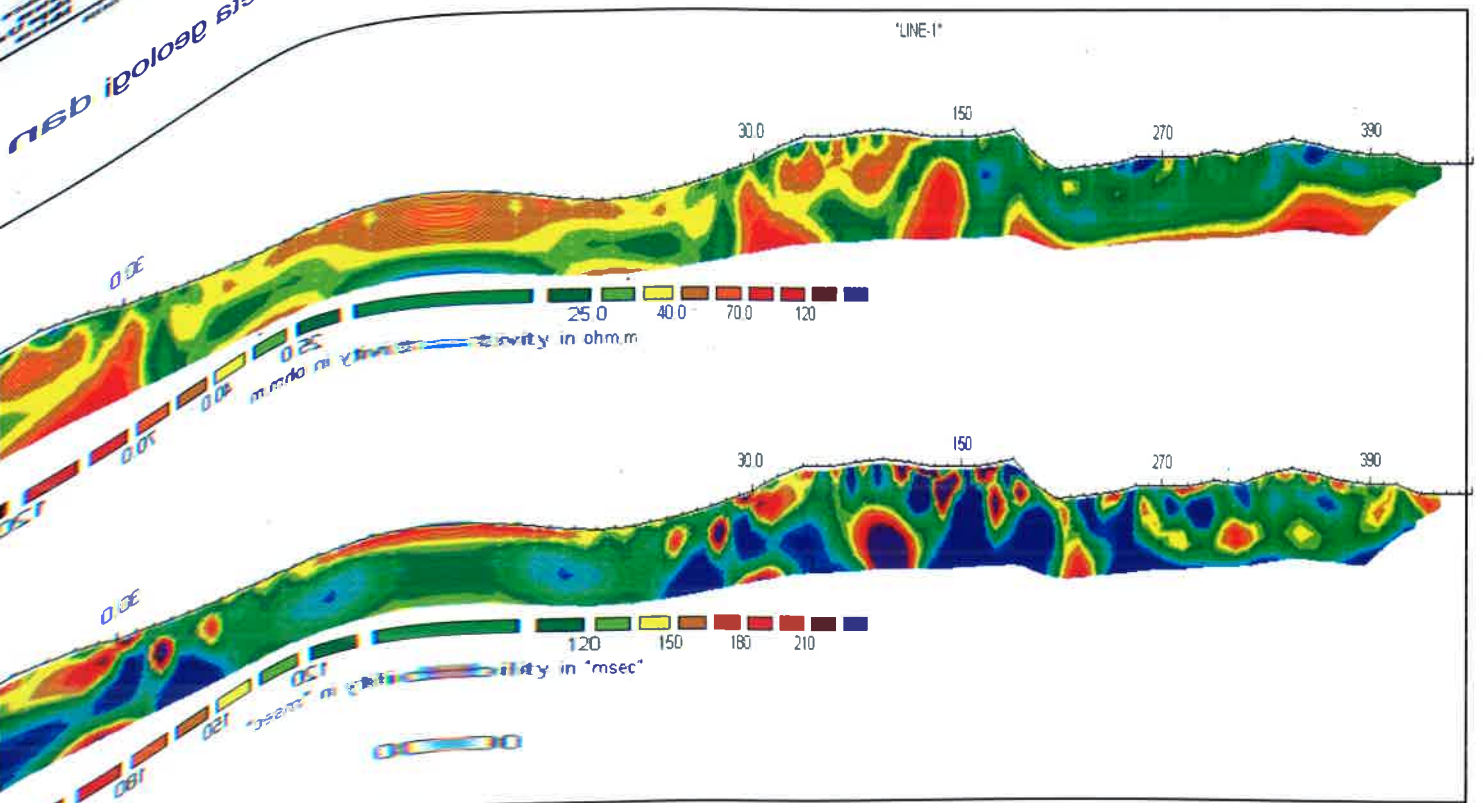
Analisis kandungan mangan telah dilakukan pada 2 (dua) lokasi yang berada di bawah batugamping Formasi Kalipucang yaitu di desa Candirenggo (CA-4.a) dan Bleber-Argopeni (CA-8.a). Sedangkan analisis nodul mangan yang berada di dalam breksi Formasi Gabon didapatkan pada lokasi (SR-10) di desa Sрати, dengan hasil seperti terlihat pada Tabel 1 di bawah ini:

Analisis Geofisika

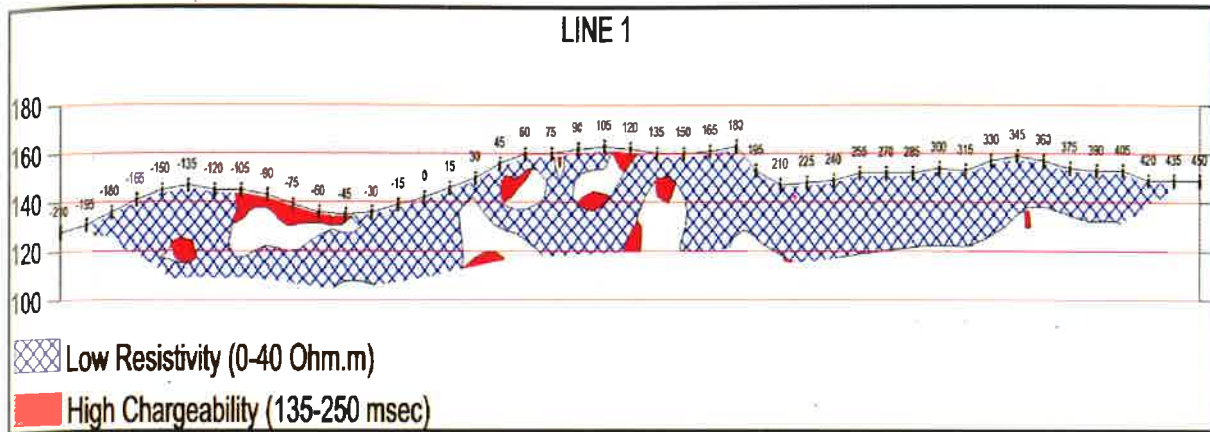
Pengambilan data IP dilakukan di desa Sрати pada 4 lintasan sepanjang 600 meter. Litologi pada lokasi ini tersusun oleh breksi vulkanik bersisipan batu pasir kasar dengan kedudukan N 150 0E/300. Lintasan dibuat tegak lurus jurus perlapisan batuan (3 buah) dan sejajar (1 buah) dengan azimuth N 60° E dan N 150° E (Gambar 6). Data hasil pengukuran lapangan dilakukan pemrosesan dengan aplikasi Res2Dinv. Keberadaan mangan dapat dilokalisir berdasarkan pengamatan singkapan di lapangan yang dipadukan dengan hasil pengolahan data dengan menggunakan Res2Dinv, hasil pengolahan pada lintasan-1 dapat dilihat pada Gambar 7, 8 dan 9. Pada beberapa tempat



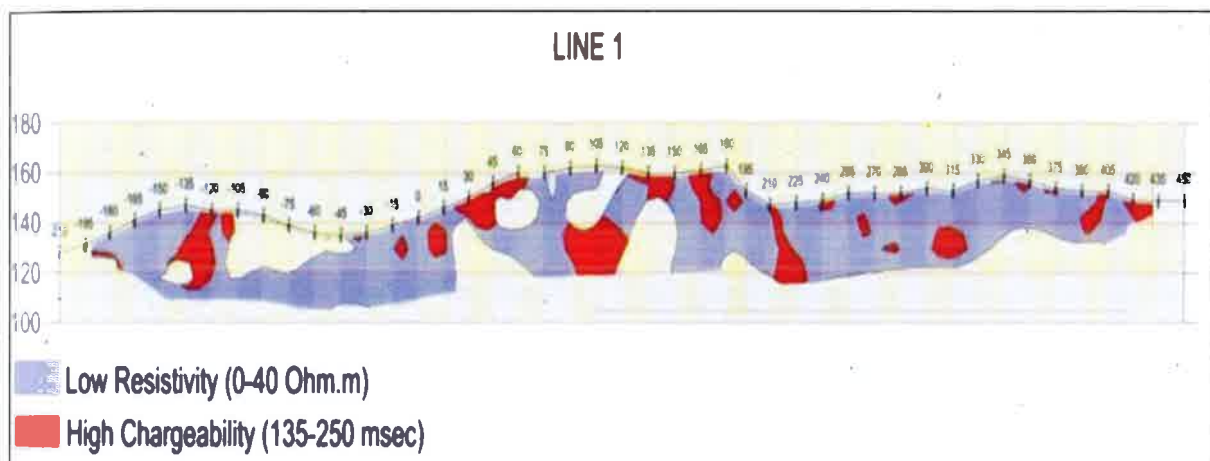
6. Peta geologi dan distribusi lintasan IP di desa Sрати



olahan data yang menunjukkan harga tahanan jenis dan chargeabilitas



Gambar 8. Interseksi nilai tahanan jenis dengan chargeabilitas yang mengindikasikan adanya lensa mangan di bawah tanah.



Gambar 9. Luas area lensa mangan dalam tanah yang merupakan interseksi antara tahanan jenis rendah dengan chargeability tinggi.

terlihat secara jelas adanya singkapan baik berupa bongkah besar maupun kecil. Untuk lintasan yang memotong singkapan dapat digunakan sebagai acuan nilai tahanan jenis dan chargeabilitas untuk menentukan keberadaan mangan yang tidak tersingkap. Mangan diketahui karakteristiknya mempunyai nilai tahanan jenis kecil sampai sedang dan nilai chargeabilitas yang cukup tinggi (Telford, 1976). Nilai tahanan jenis dan chargeabilitas ini diperoleh dari hasil pengolahan data dengan menggunakan Res2Dinv pada lintasan. Indikasi mangan ditunjukkan pada gambar overlay antara harga tahanan jenis dengan (warna merah yang terkena arsiran garis biru), Gambar 7 dan 8. Untuk menghitung luas areal lensa mangan maka dilakukan penggambaran ulang yang merupakan interseksi antara harga tahanan jenis dengan chargeabilitas, lihat gambar 9.

PEMBAHASAN

Keterdapatan mangan di daerah penelitian, dijumpai di desa Candirenggo, Mangunweni, Sрати, dan Pasir Kecamatan Ayah; Wanadadi dan Rangkah Kecamatan Buayan. Mangan di desa Sрати dan Pasir berupa nodul-nodul yang berasosiasi dengan silika yang berada pada breksi vulkanik. Secara individu, nodul mempunyai kilap suram dengan warna coklat tanah hingga hitam kebiruan. Tekstur permukaan dari halus hingga kasar. Setiap nodul mengandung satu atau lebih organisme, fragmen batuan atau nodul lainnya. Nodul ini diliputi oleh lapisan mangan besi yang berbentuk konsentris namun tidak terus menerus. Lapisan lempung atau silika kemudian mengisi celah-celah diantara lapisan oksida tersebut secara tidak beraturan dan biasanya dapat dijadikan patokan dalam perhitungan periode pertumbuhan nodul bersangkutan. Keberadaan nodul mangan

dalam silika/rijang dapat disebut sebagai manganese silicates. Nodul mangan ini berasosiasi dengan lava, tufa hijau dan breksi andesit yang mengindikasikan bahwa awalnya lingkungan pembentukannya adalah laut dengan aktivitas gunung berapi yang berpotensi menghasilkan black ore seperti mangan, dan termasuk mangan tipe I (Mechamer 1987 dalam Evans, 1992). Sedangkan menurut Jansen dan Batemen dalam Herman (2007) nodul Mn termasuk dalam cebakan mineral tipe sedimen, terbentuk pada berbagai kedalaman bahkan di dalam danau sekalipun, tetapi konsentrasi tertinggi ditemukan pada dataran laut terdalam (abyssal) di samudera dengan kedalaman 4.000 dan 6.000 meter. Syarat pembentukan nodul (Somayajulu, 2000) mencakup : a). Dasar cekungan kondisinya tenang, jika ada arus perkembangan nodul < 25 %, b). Kedalaman cekungan > 100 m, namun harus ada yang lebih dangkal karena perlunya kehidupan organisme yang mampu mengikat Fe dan Mn. Sumber Mn dan Fe dalam pembentukan nodul berasal dari hasil pelapukan batuan yang terbawa air sungai ke dasar laut, proses hidrotermal/gunung api bawah laut serta proses diagenesa. Dalam pembentukan nodul komponen non-oxyhydroxide seperti detritus mineral dan organik merupakan komponen awal yang berpengaruh terhadap perkembangan struktur internal dan panjang sumbu, sedangkan ketebalan struktur tergantung pada pengkayaan Mn dan Fe (Banakar, 1991). Inti dari nodul utamanya adalah kuarsa serta detritus lain (Kokichi L, 1979). Ukuran nodul bervariasi dari berukuran mikroskopis hingga berdiameter 5 cm, bentuk membulat atau elips tidak teratur yang tersusun oleh pertumbuhan oxyhydroxides Mn dan Fe dengan intinya berupa detritus (Somayajulu, 2000). Penyelidikan modern terhadap pembentukan mangan dasar laut seperti dilakukan Polgari M et all (2004) dan Somayajulu (2000) menyatakan bahwa peranan bakteri dalam pembentukan nodul sangat penting dan tidak dapat diabaikan, bakteri pra karyotic berperan dalam pengendapan elemen dari larutan.

Bongkah-bongkah mangan yang banyak tersebar di permukaan tanah dan berasosiasi dengan lapukan breksi, berbentuk lonjong hingga membulat, bersifat masif diduga merupakan hasil aktivitas vulkanik bawah laut dimana menurut Jensen dan Batemen dalam Herman (2007) termasuk jenis vulkanogenik. Ciri endapan ini bersifat masif dan berbentuk lensa-lensa. Bentuk sebaran bawah permukaan melensa terlihat nyata dari hasil pemodelan geolistrik metode IP, dimana mangan dikenali dari nilai tahanan jenis yang rendah dengan nilai chargeability tinggi (Gambar 8) dengan ukuran bervariasi pada

kedalaman 15 - 40 m di bawah permukaan topografi saat ini. Menurut Park (1956) pembentukan mangan semacam ini berasosiasi dengan aliran lava bawah laut, dimana ciri khususnya berbentuk lensa atau lapisan. Berdasarkan penampang bawah tanah (Gambar 8), tidak semua cebakan mangan berbentuk lensa namun ada yang berbentuk menyerupai urat menerobos batuan disekitarnya, berbentuk irregular serta stratabond yang merupakan ciri proses hidrotermal yang dapat menghasilkan black ore (Mn) ataupun brown ore (Fe-Mn) (Heshmatbehzadi K et all, 2010). Proses hidrotermal ini juga terlihat dengan dijumpainya gejala alterasi pada beberapa lokasi yang terpisah dalam breksi Formasi Gabon (gambar 3) dengan mineralisasi berupa pirit, kalkopirit dan sphalerit.

Mangan di Bleber Argopeni dan Candirenggo, mempunyai bentuk, kualitas, asosiasi batuan yang berbeda dengan Srati yang menandakan bahwa proses pembentukannya juga berbeda. Tanah merah yang berada di bawah batugamping dan di atas breksi, diinterpretasikan sebagai paleo soil hasil pelapukan breksi vulkanik. Mangan yang dijumpai dalam tanah merah ini telah mengalami proses lateralisasi sehingga mempunyai konsentrasi yang relatif tinggi dan bernilai ekonomis. Proses pembentukan soil ini dimungkinkan terjadi setelah pengangkatan sebagian kawasan di atas muka laut sehingga breksi Formasi Gabon yang mengandung mangan mengalami pelapukan dan transportasi. Sedangkan lapisan mangan setebal 15 - 20 cm dengan posisi bidang lapisan N 300° / 21° yang berada di bawah batu gamping dan di atas tanah merah di interpretasikan sebagai bidang ketidakselarasan menyudut antara Formasi Gabon dengan Formasi Kalipucang. Lapisan mangan yang tidak berasosiasi dengan batuan vulkanik tapi justru dengan batugamping menandakan bahwa pembentukannya dihasilkan dari proses pelapukan dan erosi (Evans A, 1992). Pembentukan seperti ini termasuk mangan tipe sedimen (Heshmatbehzadi K et all, 2010), Jansen dan Bateman (1981) (dalam Herman 2007). Posisi bidang ketidakselarasan miring ke arah utara, hal ini menandakan bahwa basement breksi vulkanik menebal ke arah selatan dengan lapisan batugamping Kalipucang menebal ke arah utara. Dengan demikian singkapan mangan akan lebih banyak dijumpai di bagian selatan kars, namun diduga pelamparannya seluas kawasan kars.

Analisis kimia mangan menunjukkan bahwa prosentase rata-rata MnO₂ dari desa Srati (49,89 %) berada di bawah Bleber (74,19 %) dan Candirenggo (56,82 %). *Manganese silica Srati* kemungkinan merupakan mangan primer karena

Tabel 2.
Distribusi sumberdaya mangan pada 4 lintasan

NO. LINE	Besar sumberdaya
1	$2.678 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m} \times 0,4 = 2.678 \text{ m}^3$
2	$1.556 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m} \times 0,4 = 1.556 \text{ m}^3$
3	$2.266 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m} \times 0,4 = 2.266 \text{ m}^3$
4	$3.478 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m} \times 0,4 = 3.478 \text{ m}^3$
Jumlah	$9.978 \text{ m}^3 \times 4400 \text{ kg/m}^3 = 43.903,2 \text{ ton}$

berasosiasi dengan dengan lava, tufa hijau dan batuan teralterasi. Mangan Candirenggo dan Bleber berupa lapisan dengan ketebalan 15 - 20 cm, berasosiasi dengan paleo soil dengan posisi di atas bidang ketidakselarasan antara batu gamping Formasi Kalipucang dengan breksi F. **Besar sumberdaya mangan** = Luas area nodul/lensa x diameter nodul/lensa x faktor resiko

Keterangan :

Luas area nodul (m^2) : panjang dan lebar dari nodul/lensa pada lintasan (dihitung dengan menggunakan corel, Gambar 9).

Diameter nodul : ketebalan bolder yang tersingkap di permukaan (rata-rata terukur 5 meter).

Faktor resiko : mendasarkan pada bentuk singkapan di permukaan yang berupa nodul/lensa (0,4).

Sumberdaya pada lintasan 1 = $(22+6+7+3+120+20+36+36+135+33+11+14+108+60+6+36+115+22+175+85+480+22+110+75+145+48+60+56+160+22+40+18+22+165+4+15+6+35+72+75) \text{ m}^2 \times \text{diameter singkapan rata-rata} \times \text{faktor resiko} = 2.678 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m} \times 0,4 = 2.678 \text{ m}^3 = 2.678 \text{ m}^3 \times 4,4 \text{ gr/cc} = 11.783,2 \text{ ton Gabon,}$

Besarnya distribusi sumberdaya mangan pada sekitar 4 lintasan dapat dilihat pada tabel 2.

kemungkinan merupakan mangan sekunder yang telah mengalami proses pengayaan sehingga kualitasnya lebih baik.

Bahan tambang mangan dapat dimanfaatkan dalam industri metalurgi, baterai, dan kimia. Komposisi kimia mangan yang memenuhi persyaratan untuk industri tersebut adalah MnO_2 85% atau Mn 54% (Suhala, 1997). Berdasarkan data analisis kimia mangan daerah penelitian komposisi MnO_2 49.89% hingga 74.19%. Komposisi MnO_2 yang rendah tersebut mengindikasikan kurang memenuhi syarat untuk digunakan secara langsung sehingga harus

melalui proses pengayaan terlebih dahulu atau dimanfaatkan sebagai campuran dengan mangan dari tempat lain.

Berdasarkan analisis geofisika (Gambar 7 dan 8), maka keberadaan mangan terindikasi oleh nilai tahanan jenis rendah ($< 40 \text{ Ohm.m}$) dan nilai chargeabilitas tinggi (135-250 msec). Hal ini sesuai dengan kenampakan mangan yang terdapat pada meter ke 150 dan juga pada test pit di meter ke -90. Tetapi mangan yang terdapat di test pit berasosiasi dengan konglomerat yang fragmennya sangat rapat sehingga memungkinkan memiliki nilai tahanan jenis lebih besar. Mangan yang terdapat pada lintasan ini berupa lensa dan bentuk tidak teratur di sepanjang lintasan dengan ukuran kecil hingga besar, kedalaman bervariasi di antara 5 sampai 40 meter. Keberadaannya terkonsentrasi pada bagian tenggara sampai tengah di sepanjang lintasan.

Perhitungan besarnya sumberdaya dengan menggunakan rumus pendekatan yang dibuat untuk mempermudah cara perhitungan secara kasar, karena kondisi lapangan keberadaan mineral yang sangat tidak beraturan. Perhitungan ini dilakukan pada setiap lintasan, dengan rumus yang digunakan adalah sbb :

Berdasarkan perhitungan diatas maka sumberdaya mangan pada lintasan-1 sebesar 2.678 m^3 atau $11.783,2 \text{ ton}$. sedangkan total sumberdaya mangan pada 4 lintasan dengan luas daerah pengukuran 64 Ha sebanyak $43.903,2 \text{ ton}$. Untuk menghitung cadangan pada suatu areal, maka harus dilakukan pengukuran IP dengan jumlah lintasan yang memadai, jarak antar lintasan sekitar 250 m yang saling memotong sehingga total sumberdaya yang diperkirakan (*inferred resource*) dapat diketahui. Untuk memastikan besarnya cadangan masih diperlukan pemboran eksplorasi dan studi kelayakan

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang tersaji dan pembahasannya di atas, dapat disimpulkan bahwa mangan di daerah penelitian termasuk mangan sedimen dan hidrotermal. Mangan sedimen berbentuk lapisan dengan ketebalan 15-20 cm, berada pada bidang ketidakselarasan antara breksi vulkanik Formasi Gabon dengan batugamping Formasi Kalipucang. Kualitas lebih baik karena dihasilkan oleh proses pengkayaan akibat erosi, transportasi dan pengendapan. Potensi cadangan diduga lebih besar dibandingkan mangan hidrotermal, namun untuk membuktikannya perlu dilakukan geolistrik metode IP pada kawasan kars. Mangan hidrotermal/vulkanic ekshalative terbentuk sebagai hasil aktivitas vulkanik bawah laut yang berasosiasi dengan breksi vulkanik dan lava teralterasi, berbentuk lensa dan tidak teratur. Keberadaan potensi mangan hidrotermal dapat diidentifikasi dengan geolistrik metode IP yang dicirikan oleh nilai tahanan jenis rendah ($< 40 \text{ Ohm.m}$) dan nilai chargeabilitas tinggi (135-250 msec) pada kedalaman antara 5 - 40 m.

Untuk mengetahui cadangan secara

menyeluruh masih diperlukan banyak lintasan berjarak 250 m saling memotong, pemboran eksplorasi dan studi kelayakan. Nodul manganese silicate termasuk mangan sedimen namun proses pembentukannya berkaitan dengan proses hidrotermal bawah laut. Kandungan MnO_2 49.89 % hingga 74.19%, sehingga masih dapat dimanfaatkan sebagai pencampur atau digunakan setelah melalui proses pengayaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh pimpinan LIPI utamanya Ka. Balai LIPI - Karangsambung yang telah menyetujui dan membantu terlaksananya kegiatan penelitian ini. Tulisan ini merupakan bagian dari kegiatan Insentif Riset Peneliti Perakayasa LIPI-DIKTI, th 2009.

DAFTAR PUSTAKA

- Asikin, S., Handoyo, A., Busana, H., Gafoer, S., 1992, Peta Geologi Lembar Banyumas- Jawa Tengah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Banakar, V.K., Tarkian, M., 1991, Genesis and growth of internal structure of manganese nodule, *Indian Journal of Marine Science*, Vol 20, p 20-24.
- Evans, A.M., 1992, *Ore Geology and Industrial Mineral - an Introduction*, 3rd edition, Blackwell Scientific Publication, London.
- Herman Z., 2007, Evaluasi Sumberdaya dan Cadangan Bahan Galian Untuk Pertambangan Skala Kecil di Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat, *Proceeding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan*, Pusat Sumberdaya Geologi, Bandung.
- Heshmatbehzadi K., Shababpour J., 2010, Metalogeny of Manganese & Ferromanganese Ore in Baft Ophiolitic Melange, Kerman- Iran, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(2): 302-313.
- Kokichi, I., 1979, Mineralogy of Manganese Nodules From The GH 79-1 Area, *Marine Geology & Oceanography of Pasific Manganese Nodules Province*, Plenum Publishing, p 257-264.
- Polgari, M., Drubina, M.S., Zabo, Z., 2004, Theoretical Model for Jurassic Manganese Mineralisation in Central Europe-Hungaria, *Bulletin Geoscience*, Vol 79, No 1, Czech Geological Survey.
- Somayajulu, B.L.K., 2000, Growth Rates of Oceanic Manganese Nodules Implication to Their Genesis, *Paleo Earth Environmental Resources Potential*, *Current Science*, Vol 78, No 3, p 300-308.
- Suhala, S., Arifin, M., 1997, *Bahan Galian Industri*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.
- Sukandarrumidi, 1998, *Bahan Galian Industri*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Telford, W.N., 1976, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, London
- US Geological Survey Minerals Year Book, 2002, Manganese, edited by Lisa A Corathers, USA, p 49.1 49.16
- Wells, E.H., 1918, Manganese in New Mexico, Bulletin no 2, The New Mexico State School of Mines, Mineral Resources Survey, Saccoro, New Mexico, 85 pages.

PEMBUATAN IN-HOUSE STANDARD BAHAN ACUAN BAKU BATUGAMPING

Oleh:

Dedeh Dinarsih, Khoirun Nahar dan Herry Rodiana
Pusat Sumber Daya Geologi
Jalan Soekarno Hatta No. 444 Bandung

SARI

Pembuatan in-house standard bahan acuan baku batugamping meliputi pengambilan dan preparasi conto di lapangan, preparasi conto di laboratorium, pelabelan conto, analisis conto di laboratorium, pengolahan dan analisis data, serta pelaporan hasil. Kegiatan pengambilan conto batugamping untuk pembuatan in-house standard dilakukan pada tiga lokasi, dengan kriteria kandungan CaO rendah, sedang dan tinggi. Lokasi tersebut adalah Bukit Sampare, Desa Labuan Kertasari, Kecamatan Taliwang, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat; Desa Jarorejo, Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur; dan Bukit Karang Putih, Desa Batugadang, Kecamatan Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Hasil uji homogenitas untuk conto batugamping cukup baik. Prosedur analisis kimia batugamping yang digunakan di Laboratorium Pengujian Kimia-Fisika Mineral dan Batubara, Pusat Sumber Daya Geologi cukup valid. Hasil analisis untuk conto in-house standard batugamping TL.1a 90% termasuk dalam rata-rata hasil analisis sembilan laboratorium dan PD.1c 90% termasuk dalam rata-rata hasil analisis tujuh laboratorium. Artinya laboratorium tersebut sudah dapat dianggap kompeten dalam menganalisis conto batugamping. Hal ini tidak terlepas dari pemilihan prosedur analisis dan conto standar yang tepat. Pengujian In-House Standard Batugamping diharapkan dapat terus dikembangkan menjadi Conto Nasional Standar Batugamping dengan melibatkan laboratorium yang berkompeten baik laboratorium Pusat Penelitian maupun laboratorium Industri Batugamping (Semen, Quick Lime & Hydrat Lime, dll.) di seluruh Indonesia dan melibatkan beberapa laboratorium diluar Indonesia (Negara ASEAN).

Kata kunci : Batugamping, laboratorium, in-house standard, bahan acuan baku.

ABSTRACT

The making of limestone in-house standard reference material includes sampling and in situ sample preparation, sample preparation in laboratory, sample tagging, chemical analysis in laboratory, data processing and reporting. The sampling of limestone that used as raw material in the in-house standard reference material was carried out in 3 separate fields. These fields are Bukit Sampare, Desa Labuan Kertasari, Kecamatan Taliwang, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat; Desa Jarorejo, Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur; and Bukit Karang Putih, Desa Batugadang, Kecamatan Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. It was expected that 3 criterias of limestone, that is high, medium, and low in CaO concentration, would be found in the fields. Test of the limestone samples Homogeneity, by determining the Loss On Ignition (LOI) value, showed to be good results. The method used in limestone chemical analysis in the Chemical Laboratory of Center for the Center Geological Resources was proven to be valid. About 90% of the data resulted from Centre for Geological Resources laboratory for limestone in-house standard of sample TL.1a falls within the range value of the data resulted from 9 laboratories and those of sample PD.1c falls within those of resulted from 7 laboratories. It means that the Centre for Geological Resources laboratory can be considered to be proficient in limestone chemical analysis due to the proper procedure and standard reference material. The limestone's in house standard test is expected to be developed into standard National Samples of Limestone by involving Competent Laboratory.

Keywords : Limestone, laboratory, in-house standard, Standard Reference Material

PENDAHULUAN

Performa dari suatu laboratorium dapat dikontrol melalui kendali mutu hasil analisis laboratorium tersebut. Kendali mutu dilakukan untuk mengetahui reliabilitas dari data hasil analisis dan membandingkannya dengan data hasil analisis conto acuan bersertifikat (Certified Reference Material) atau Bahan Acuan Baku

(Standard Reference Material/SRM) yang dapat dipercaya.

Bahan Acuan Baku digunakan secara luas pada laboratorium-laboratorium di bidang eksplorasi dan industri pertambangan karena selain sebagai acuan reliabilitas hasil analisis, juga dapat digunakan sebagai acuan presisi dan akurasi instrumen analisis, pemilihan dan

pengembangan metode analisis, dan performa teknis/penganalisis.

Seiring dengan meningkatnya permintaan layanan jasa untuk pengujian/analisis menyebabkan diperlukan Bahan Acuan Baku yang cukup banyak sebagai kontrol untuk menjamin mutu hasil pengujian setiap parameter yang terkandung di dalam mineral-mineral tersebut. Mengingat Bahan Acuan Baku yang bersertifikat sulit didapatkan dan mahal harganya, maka perlu dilakukan pembuatan contoh *in house standard* sebagai pengganti SRM.

Pembuatan in-house standard bahan acuan baku batugamping meliputi pengambilan dan preparasi contoh di lapangan, preparasi contoh di laboratorium, pelabelan contoh, analisis contoh di laboratorium, pengolahan dan analisis data, serta pelaporan hasil. Kegiatan pengambilan contoh batugamping untuk pembuatan in-house standard dilakukan pada tiga lokasi, berdasarkan pada kriteria kandungan CaO rendah, sedang dan tinggi. Lokasi tersebut adalah Bukit Sampare, Desa Labuan Kertasari, Kecamatan Taliwang, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat kemudian Desa Jarorejo, Kecamatan Kerek, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur dan Bukit Karang Putih, Desa Batugadang, Kecamatan Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat.

METODOLOGI

Pengambilan contoh dilakukan berdasarkan kriteria kandungan CaO, kadar CaO rendah 40-49 %, CaO, sedang 50-52% dan CaO tinggi 53 - 55% (Scott, 1939) Pengambilan contoh di masing-masing lokasi ± 50 kg kemudian dilakukan preparasi sehingga diperoleh ± 25 kg berupa bongkah untuk dokumentasi, $\pm 12,5$ kg ukuran <1 cm untuk duplikat in-house standard, dan $\pm 12,5$ kg ukuran <1 cm untuk contoh uji/dianalisis, kemudian contoh tersebut dikirim ke laboratorium.

Contoh dari lapangan ($\pm 12,5$ kg) dilakukan preparasi di laboratorium, dengan cara digerus sampai dengan ukuran < 150 mesh, kemudian diblending/diaduk, lalu diuji homogenitasnya dengan parameter uji kandungan Hilang Dibakar/HD, setelah hasilnya homogen contoh dibagi dengan Rotary divider menjadi n bagian sama, masing-masing $\pm 50-100$ gr, dimasukkan ke dalam botol contoh, diberi label. Pelabelan in-house standard contoh meliputi nama institusi (Pusat Sumber Daya Geologi), nama standar (*in-house standard*), nama batuan (batugamping), kode lokasi contoh (TL.1a : TL = Taliwang, 1a = urutan pembuatan ke 1; TB.1b : TB = Tuban, 1b = urutan pembuatan ke 2; PD.1c : PD = Padang, 1c = urutan pembuatan ke 3, pengemasan contoh dapat dilihat pada foto 4. Analisis dilakukan di 9 laboratorium, termasuk Laboratorium Pengujian

Kimia-Fisika Mineral dan Batubara, Pusat Sumber Daya Geologi, sedangkan 8 laboratorium lainnya adalah Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, Laboratorium Pusat Survey Geologi, Laboratorium Intertek, Laboratorium Geoservices, Laboratorium Balai Besar Bahan dan Barang Teknik, Laboratorium Balai Besar Keramik, Laboratorium Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, dan Laboratorium Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Jawa Barat. Data hasil analisis kimia dari 9 laboratorium kemudian dilakukan pengolahan dan evaluasi data.

HASIL DAN ANALISIS

Langkah pertama dari pembuatan *in-house Standard* batugamping dilakukan validasi prosedur analisis terhadap SRM NBS 1a (National Bureau of Standard Ia) dan NBS 1b dengan parameter SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO, MgO, Na_2O , K_2O , MnO, TiO_2 , SO_3 , dan CO_2

Hasil analisis di Laboratorium Pengujian Kimia-Fisika Mineral dan Batubara, Pusat Sumber Daya Geologi (internal laboratorium) dihitung rata-rata dan presisi masing-masing parameter dengan metoda estimasi mean 8 (delapan) kali pengulangan pada analisis variansi ($x \pm sd t_{n,\alpha/2} / \sqrt{n}$).

Hasil analisis dari 8 (delapan) laboratorium lain dan laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi, data diolah dan dianalisis dengan metoda out-layer ($\mu > x + sd t_{n,\alpha/2} / \sqrt{n}$) atau ($\mu < x - sd t_{n,\alpha/2} / \sqrt{n}$). Data in-layer ($x - sd t_{n,\alpha/2} / \sqrt{n} \leq \mu \leq x + sd t_{n,\alpha/2} / \sqrt{n}$) dipakai untuk menghitung rata-rata dan presisi antar laboratorium serta data *out-layer* atau data tak terpakai. Data yang diperoleh dari analisis dibuat sertifikat in-house standard. Sebagai gambaran singkat, kegiatan tersebut diatas disajikan dalam bagan alir kegiatan pembuatan *in-house standard* seperti terlihat pada Gambar 1.

Uji statistik yang digunakan adalah uji in-layer dan out-layer dengan metoda statistik pusat angkatan untuk data yang rangenya lebar, kemudian statistik estimasi mean dan statistik estimasi mean langsung untuk data yang rangenya kecil. Cara uji tersebut adalah sebagai berikut :

- Menyusun data dari yang terendah sampai yang tertinggi,
- membuat ringkasan numerik (untuk data yang mempunyai range lebar) : Menentukan pusat angkatan (kuartil bawah/ q_b , tengah/median (Med)/trirata (TR) = $(q_b + q_a + 2 \text{ Med})/4$, kuartil atas/ q_a), nilai dibawah q_b dan diatas q_a dianggap data pencilan (data tak terpakai),

- c) menghitung rata-rata $(x) = \sum x_i / n$
- d) menghitung standar deviasi $(sd) = \sqrt{\sum (x_i - x)^2 / (n-1)}$
- e) menghitung simpangan $= sd \cdot t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n}$,
- f) menentukan data in-layer $(x - sd \cdot t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n} \leq \mu \leq x + sd \cdot t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n})$ atau out-layer data diluar $\mu < x - sd \cdot t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n}$ atau $\mu > x + sd \cdot t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n}$,
- g) menghitung rata-rata dan standar deviasi dari data in-layer,
- h) menghitung simpangan atau presisi external/antar laboratorium $(sd \cdot t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n})$
- i) membuat kurva hubungan konsentrasi dengan laboratorium penganalisis (untuk melihat gambaran secara visual),
- j) menghitung rata-rata data dari 8 (delapan) kali pengulangan yang dilakukan di laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi $(x = 1/n \sum x_i)$, menghitung standar deviasi $(sd = 1/(n-1) \sum (x_i - x)^2)$, hitung simpangan/presisi internal laboratorium $(presisi = sd \cdot t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n})$.
- k) Mengolah dan menganalisis data hasil analisis dari 8 (delapan) laboratorium lain dan laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi dengan metoda outlayer $(\mu > x + sd \cdot t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n})$ atau $(\mu < x - sd \cdot t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n})$. Data in-layer $(x - sd \cdot t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n} \leq \mu \leq x + sd \cdot t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n})$

Hasil kegiatan meliputi hasil validasi prosedur analisis kimia, uji homogenitas, analisis kimia dan mineral serta hasil analisis data.

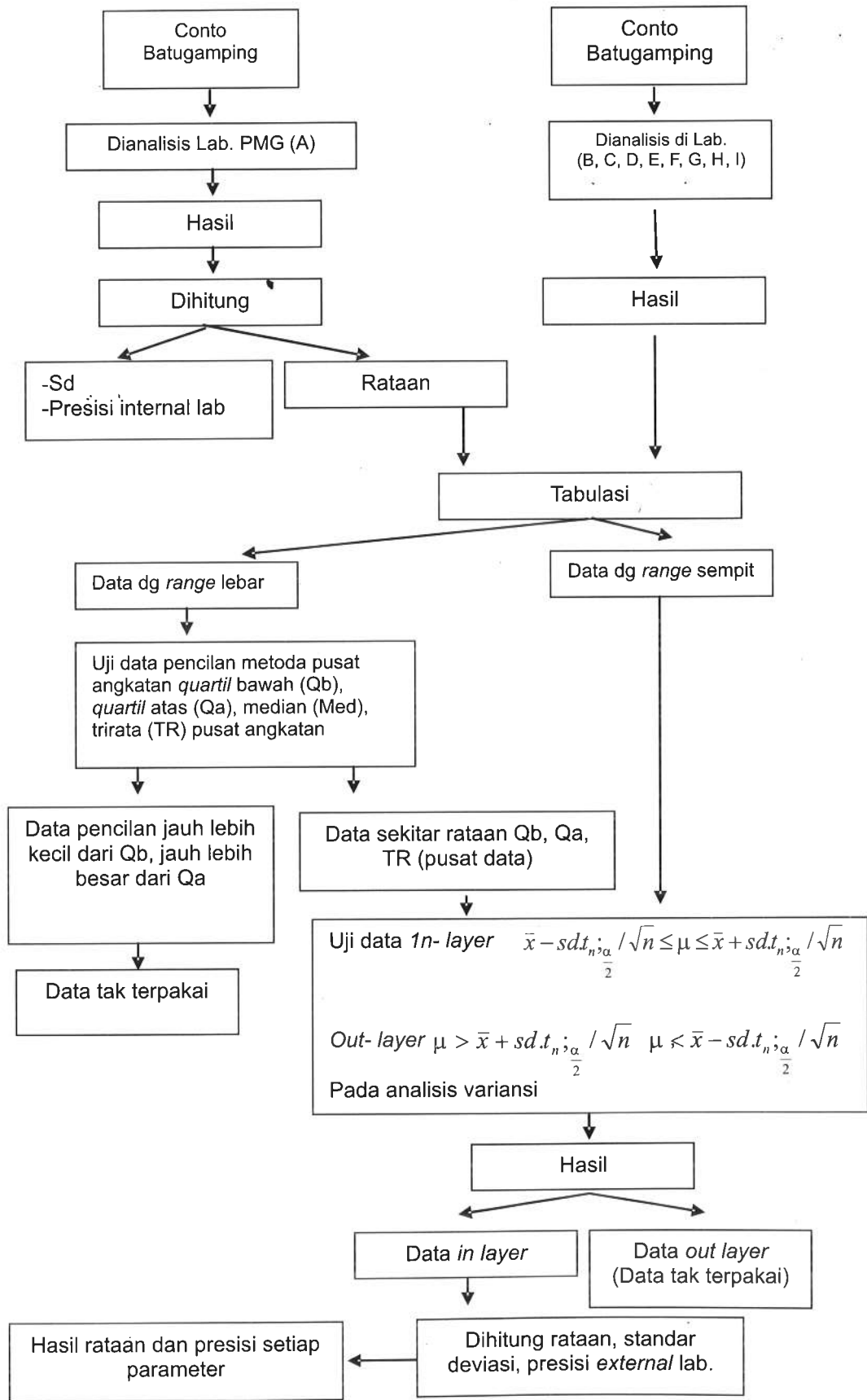
Hasil uji prosedur analisis kimia terhadap parameter/unsur-unsur SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, MnO, TiO₂, SO₃, dan CO₂ menunjukkan bahwa uji akurasi pada unsur-unsur SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, CaO, MgO, MnO, TiO₂ terhadap nilai sertifikat NBS.1A dapat diterima (*ISO GUIDE 33 USES of CRM*) artinya prosedur analisis kimia unsur-unsur SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, CaO, MgO, MnO, TiO₂ tersebut dapat dikatakan valid. Hanya untuk unsur-unsur Na₂O dan SO₃ masih kurang valid metoda

Uji homogenitas 3 (tiga) conto In-House Standard Batugamping, yaitu batugamping dari Bukit Sampare, Taliwang Sumbawa Barat, NTB dengan kode TL.1a (Gambar 16) ; Jarorejo, Tuban Jawa Timur dengan kode JR-1 atau TB.1b (Gambar 15) dan Bukit Karang Putih, Padang, Sumatera Barat dengan kode KRP-2 atau PD.1c (Gambar 14). Parameter uji yang digunakan kadar **Hilang Dibakar (HD)**. Setelah conto digerus dengan kehalusan 150 mesh, diblending dengan Mix Muler selama 5 sampai 8 jam, diambil 10 titik conto secara acak, lalu dianalisis kadar HD secara duplo.

Kemudian data hasil analisis diuji homogenitas dengan metoda ASTM E 826-85 (Reapproved, 1996), sebagai contoh uji homogenitas *In-House Standard* untuk conto batugamping dari Bukit Sampare (kode conto TL.1a) seperti terlihat pada Tabel 1 sampai 2 berikut.

Tabel 1.
Hasil Analisis Hilang Dibakar untuk conto kode TL.1a

No. Conto	Pengulangan Analisis (% . HD)	
	a	b
1	42,582	42,099
2	42,100	42,485
3	42,489	42,579
4	42,481	42,414
5	42,664	42,671
6	42,612	42,819
7	42,761	42,839
8	42,842	42,835
9	42,905	42,932
10	42,889	42,897



Gambar 1. Bagan alir analisis data

Tabel 2.
Uji homogenitas TL.1a dengan metoda ASTM E 826-85

No. Conto	Pengulangan Analisis (%HD)		T (a+b)	t' Rata-rata	T^2	a^2	b^2
	a	b					
1	42,582	42,099	84,681	42,341	7170,927	1813,247	1772,333
2	42,100	42,485	84,585	42,293	7154,661	1772,448	1804,956
3	42,489	42,579	85,069	42,534	7236,650	1805,331	1812,998
4	42,481	42,414	84,895	42,448	7207,190	1804,677	1798,921
5	42,664	42,671	85,335	42,668	7282,101	1820,232	1820,818
6	42,612	42,819	85,431	42,716	7298,471	1815,803	1833,453
7	42,761	42,839	85,600	42,800	7327,397	1828,537	1835,165
8	42,842	42,835	85,676	42,838	7340,412	1835,411	1834,796
9	42,905	42,932	85,837	42,919	7368,026	1840,871	1843,143
10	42,889	42,897	85,786	42,893	7359,190	1839,457	1840,138
						18176,015	18196,720

t = 10
 $B = \sum a ; \sum b$ 426,327 426,569
 G 852,896
 G^2 727431,401
 b = 2
 $\sum T^2$ 72745,025
 $\sum B^2$ 181754,837 181960,893
 $St =$ 0,942
 $Sb =$ 0,003
 S 1,164
 $s = \text{SQRT}$ 0,024 0,156
 $w = qs/\sqrt{b}$ 0,633
 d = 0,626
 d < w untuk 95 % distribusi, conto homogen
0,626 < 0,631, conto homogen

Data diatas adalah hasil pengolahan data dengan komputer

$$St = (\sum(T^2))/b - (G^2/tb)$$

$$Sb = (\sum(B^2))/t - (G^2/tb)$$

$$S = (\sum a_1^2 + a_2^2 \dots a_n^2 + b_1^2 + b_2^2 \dots b_n^2) - (G^2/tb)$$

$$s = \sqrt{(S - Sb - St)/(b-1)(t-1)}$$

b = jumlah pengulangan

t = jumlah conto dianalisis

q = untuk df 9 ialah 5.74 (dari tabel *Values of q for variuos combination of t and v 95% significant level*)

v = derajat kebebasan = (b-1)(t-1)

d = perbedaan harga rata - rata pengulangan analisis conto paling besar dengan harga paling kecil

w = qs/√b

Tabel 3.
Hasil Analisis TL.1a Laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi

Perlakuan	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	MnO (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	SO ₃ (%)	CO ₂ (%)	LOI (%)	Cr ₂ O ₃ (%)	Total (%)
1	0,33	0,11	0,19	54,68	0,89	0,01	0,01	0,03	0,04*	0,03	0,01	42,45	42,82	0,00	99,15
2	0,44	0,09	0,23*	54,68	0,94	0,01	0,02	0,04	0,04*	0,03	0,01	42,50	42,89	0,00	99,19
3	0,59	0,11	0,12	54,33	0,86	0,01	0,02	0,04	0,02	0,04	0,01	42,46	42,92	-	99,07
4	0,53	0,09	0,12	54,68	0,82	0,01	0,02	0,04	0,00	0,03	0,01	42,57	43,02	-	99,37
5	0,38	0,09	0,10	54,68	0,87	0,01	0,01	0,03	0,00	0,04	0,01	42,59	43,03	-	99,25
6	0,53	0,09	0,10	54,68	0,84	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,01	42,44	42,87	-	99,23
7	0,44	0,11	0,12	54,33	0,83	0,01	0,02	0,04	0,00	0,03	0,01	42,49	42,88	-	98,82
8	0,53	0,11	0,17	54,33	0,92	0,01	0,02	0,03	0,00	0,03	0,01	42,67	43,16	-	99,32
Rataan	0,47	0,10	0,13	54,55	0,87	0,01	0,02	0,04	0,01	0,03	0,01	42,52	42,95	0,00	99,18
sd	0,088	0,011	0,035	0,181	0,043	0,000	0,005	0,005	0,010	0,005	0,000	0,081	0,112		
Presisi	0,072	0,009	0,029	0,148	0,035	0,000	0,004	0,004	0,008	0,004	0,000	0,066	0,091		

(sd, $t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n}$)

Tabel 4.
Hasil Analisis TB.1b Laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi

Perlakuan	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	MnO (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	SO ₃ (%)	CO ₂ (%)	LOI (%)	Cr ₂ O ₃ (%)	Total (%)
1	2,30	0,81	0,37	53,77	0,28	0,07	0,03	0,01	0,06	0,04	0,01	41,62	42,26	0,00	100,01
2	2,02	0,84	0,30	53,78	0,23	0,12	0,00	0,01	0,06	0,03	0,01	41,26	41,94	0,00	99,34
3	1,79	0,84	0,30	53,43	0,26	0,00	0,06	0,01	0,06	0,03	0,01	41,57	42,26	-	99,06
4	1,83	0,82	0,34	53,79	0,28	0,01	0,05	0,01	0,05	0,03	0,01	41,53	42,18	-	99,40
5	1,92	0,78	0,34	53,11	0,23	0,00	0,02	0,01	0,06	0,03	0,01	41,34	41,99	-	98,50
6	1,99	0,81	0,34	53,45	0,24	0,00	0,01	0,01	0,05	0,03	0,01	41,68	42,26	-	99,21
7	2,29	0,81	0,34	53,42	0,25	0,05	0,03	0,01	0,05	0,03	0,01	41,30	41,99	-	99,28
8	2,17	0,80	0,34	53,44	0,42	0,23	0,04	0,01	0,06	0,03	0,01	41,41	42,04	-	99,59
Rataan	2,04	0,82	0,33	53,52	0,25	0,04	0,03	0,01	0,06	0,03	0,01	41,46	42,11	0,00	99,25
sd	0,197	0,020	0,023	0,240	0,062	0,05	0,02	0,00	0,005	0,002	0,000	0,160	0,139		
Presisi	0,161	0,016	0,019	0,196	0,056	0,04	0,02	0,00	0,004	0,002	0,000	0,130	0,114		

(s, $t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n}$)

Tabel 5.
Hasil Analisis PD.1c Laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi

Perlakuan	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	MnO (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	SO ₃ (%)	CO ₂ (%)	LOI (%)	Cr ₂ O ₃ (%)	Total
1	11,44	3,42	2,12	44,57	1,06	0,06	0,53	0,04	0,17	0,05	0,02	34,87	35,81	0,00	99,30
2	11,41	3,38	1,98	44,91	1,00	0,08	0,57	0,03	0,17	0,05	0,02	35,22	36,13	0,00	99,74
3	11,70	3,35	1,98	44,79	0,97	0,06	0,52	0,03	0,16	0,05	0,02	35,30	36,15	-	99,79
4	11,67	3,38	2,00	44,44	0,99	0,18	0,60	0,04	0,18	0,05	0,02	35,23	36,07	-	99,63
5	11,31	4,72*	9,16*	44,57	1,02	0,13	0,56	0,04	0,23	0,05	0,02	35,09	35,85	-	-
6	10,99	3,40	1,98	44,57	1,01	0,08	0,53	0,04	0,18	0,05	0,02	35,15	35,92	-	98,77
7	11,34	3,36	1,91	45,26	0,94	0,14	0,52	0,04	0,16	0,05	0,02	35,17	35,91	-	99,65
8	11,47	3,38	1,96	45,66	0,92	0,01	0,52	0,05	0,17	0,05	0,02	35,10	35,90	-	100,11
Rataan	11,41	3,39	1,99	44,85	1,00	0,10	0,55	0,04	0,18	0,05	0,02	35,14	35,96	0,00	99,54
sd	0,224	0,023	0,064	0,418	0,045	0,054	0,030	0,006	0,023	0,000	0,000	0,130	0,131		
Presisi	0,182	0,019	0,052	0,340	0,040	0,049	0,024	0,005	0,018	0,000	0,000	0,106	0,107		

(s, $t_{n, \alpha/2} / \sqrt{n}$)

Tabel 6.
Hasil Analisis Conto Batugamping (TL.1a) dari sembilan laboratorium

Lab	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	MnO (%)	Cr ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	SO ₃ (%)	CO ₂ (%)	LOI (%)	Total (%)
A	0,47	0,10	0,13	54,55	0,87*	0,01	0,02	0,04	0,00	0,01	0,03	0,01	42,52	42,95	99,19
B	0,23*	0,14	0,14	54,76	0,52*	0,04	0,04	0,03	0,00	0,08*	0,00*	0,16*	-	43,34	99,48
C	0,21*	0,10	0,10	54,53	1,06	0,00	0,00*	0,03	0,00	0,04*	0,02	0,01	-	43,52	99,62
D	0,50	0,18	0,18	54,56	1,19	0,47*	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00*	0,00	-	42,88	100,03
E	0,03*	0,17	0,17	54,79	0,94	0,10*	0,41*	0,03	0,00	0,00	0,08*	0,42*	-	42,85	99,99
F	1,10*	1,19*	0,08*	53,46	1,23	0,00	0,01*	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	-	42,84	99,98
G	0,46	-	-	47,18*	4,24*	-	-	-	-	0,23*	0,06*	0,00	-	42,72	94,89
H	0,33	0,07	0,07*	54,50	0,92	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,04	0,00	-	43,80	99,81
I	2,99*	0,39*	0,39*	51,91*	1,25*	0,20*	0,05*	0,03	-	0,00	0,00*	0,30*	-	41,77	99,28
Rataan	0,44	0,13	0,14	54,45	1,07	0,01	0,03	0,03	0,00	0,005	0,03	0,005	42,52*	42,96	99,28
sd	0,075	0,044	0,032	0,393	0,136	0,017	0,008	0,005	0,00	0,005	0,008	0,005	-	0,58	-
presisi	0,104	0,044	0,037	0,328	0,121	0,020	0,008	0,004	0,000	0,005	0,011	0,005	-	0,436	-

(s,t,n;a/2/√n)

Kandungan mineral : Kalsti (CaCO₃), Ankerit (Ca(Fe+2,Mg)(CO₃), dan Augit (Na.1 Ca.6 Mg.9 Fe.2 Ti.0 Al.3 Si.1.8 O6)

Catatan :

- Nilai rata-rata TiO₂ dan SO₃ dibulatkan dari 0,003 ke 0,005
- sd = standar deviasi
- Semua hasil dihitung pada conto kering 105° C
- Presisi yang tertera dalam tabel adalah presisi eksternal laboratorium
- — = tidak dilakukan analisis data untuk presisi karena jumlah data sangat minimum (<6)
- * = Data tidak terpakai (*out-layer*) dari hasil analisis data
- - - - - - batas *out-layer*, ————— adalah rataaan
- (■) = Data yang jauh diluar *out-layer*

Keterangan :

- A = Laboratorium Pengujian Kimia-Fisika Mineral dan Batubara, Pusat Sumber Daya Geologi (PMG), Bandung
- B = Laboratorium Pengujian Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara (Tekmira), Bandung
- C = Laboratorium Geologi Pusat Survey Geologi, Bandung
- D = Laboratorium Pengujian Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T), Bandung
- E = Laboratorium Pengujian Balai Besar Keramik (BBK), Bandung
- F = Laboratorium Pusat Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Bandung
- G = Laboratorium Kebumihan Dinas Pertambangan Jabar, Bandung
- H = Laboratorium Pengujian PT. Intertex Utama Services, Jakarta
- I = Laboratorium Pengujian Mineral dan Batubara PT. Geoservices, Bandung

Hasil uji homogenitas untuk conto batugamping Bukit Sampare (kode conto TL.1a), conto tersebut telah dianggap homogen, karena $d < w$, yaitu $0,626 < 0,631$. Demikian juga uji homogenitas dilakukan pada conto batugamping Jarorejo, Tuban Jawa Timur dengan kode JR-1 atau TB.1b; dan Bukit Karang Putih, Padang, Sumatera Barat dengan kode KRP-2 atau PD.1c.

Hasil analisis conto batugamping dari tiga lokasi yaitu lokasi Taliwang, Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat; Tuban, Jawa Timur; dan Padang, Sumatera Barat dengan kode masing-masing TL.1a, TB.1b (JR-1), dan PD.1c (KRP-2), meliputi : Hasil analisis di labortorium Pusat Sumber Daya Geologi dan analisis di 8 (delapan) laboratorium lain.

Hasil analisis conto batugamping kode conto TL.1a (Bukit Sampare Kertasari Taliwang Sumbawa Barat, NTB), TB.1b (Jarorejo/JR-1 Tuban Jawa Timur) dan PD.1c (Bukit Karang Putih/KRP-2 Batugadang Padang Sumatera Barat) yang dilakukan di Laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi dengan 8 (delapan) kali pengulangan kemudian dilakukan pengolahan dan analisis data

Hasil pengolahan dan analisis data disajikan dalam Tabel 3, 4, dan 5.

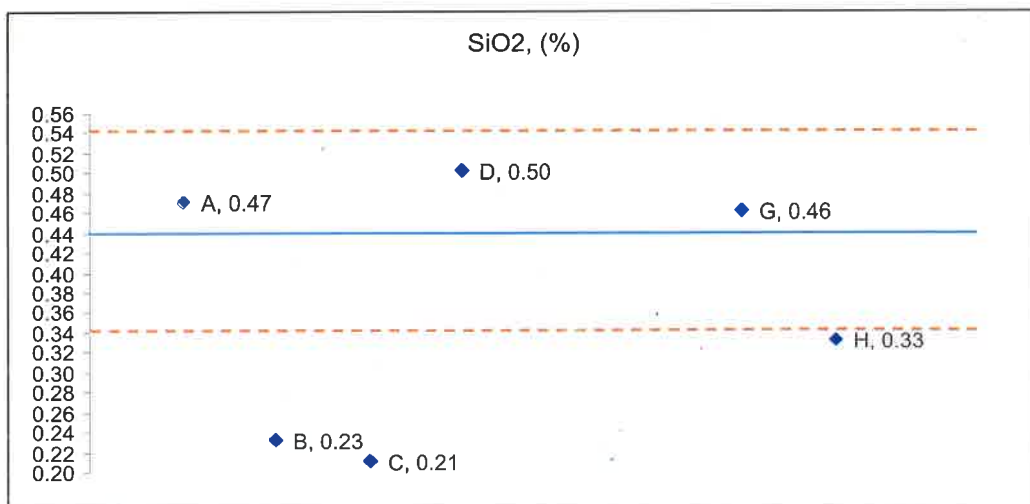
Hasil Analisis Data dari Sembilan Laboratorium

Tiga conto batugamping yaitu dengan kode conto TL.1a, TB.1b (JR-1), dan PD.1c (KRP-2), masing-masing dianalisis kimia dari sembilan laboratorium, datanya diolah dan dianalisis dengan uji out-layer/in-layer (di luar rataaan/di dalam rataan) dari masing-masing parameter.

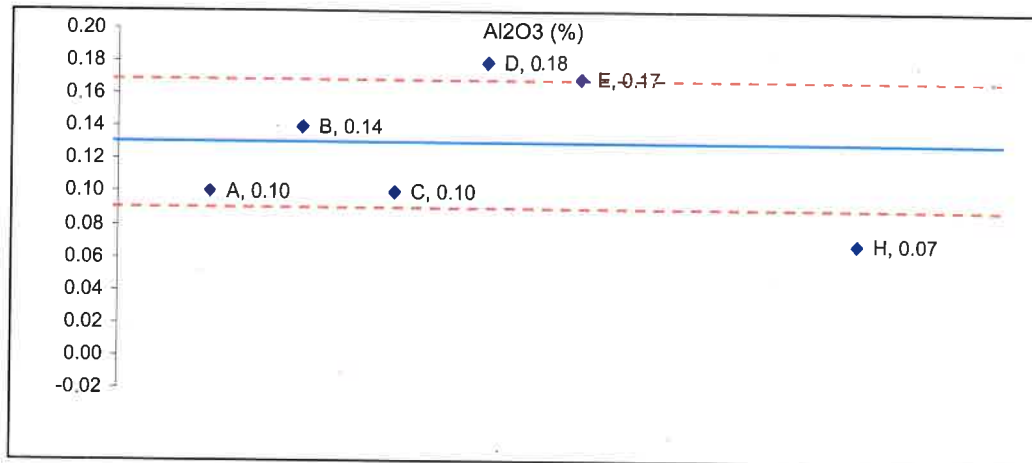
Kode Conto Batugamping TL.1a

Conto batugamping dengan kode TL.1a dianalisis kimia di sembilan laboratorium termasuk laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi, data dianalisis dengan uji out-layer/in-layer (data diluar rataan/didalam rataan). Hasil analisis data dapat dilihat pada Tabel 6 dan uji out-layer masing-masing parameter dapat dilihat pada Gambar 2 sampai 13 berupa kurva out-layer.

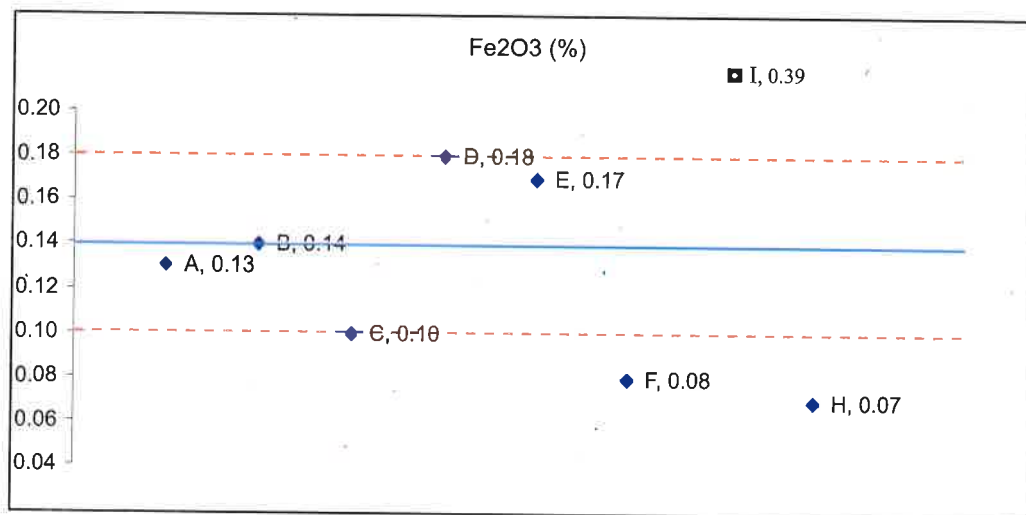
Data out-layer dari masing masing laboratorium lebih jelasnya dapat dilihat pada kurva masing masing unsur dan laboratorium sebagai berikut :



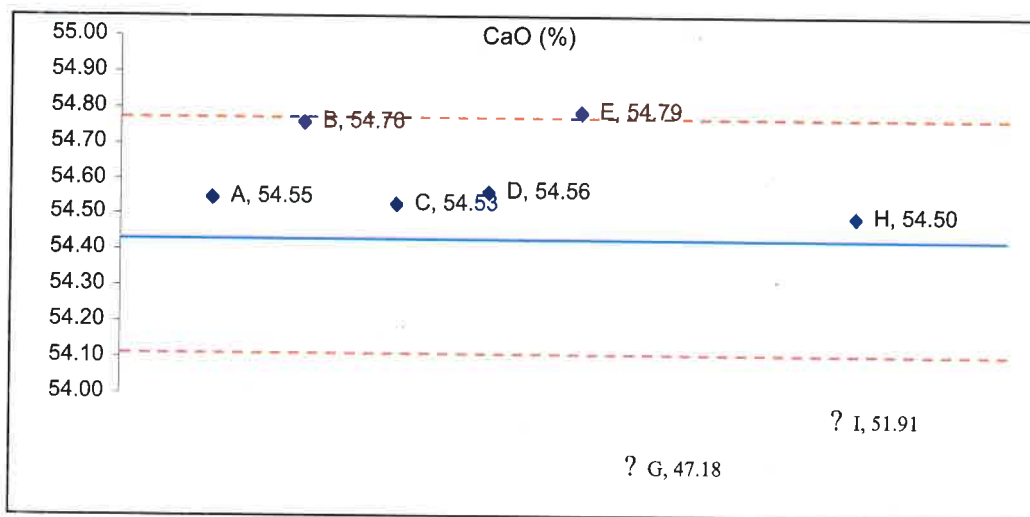
Gambar 2. Kurva out-layer dan in-layer SiO2 TL.1a



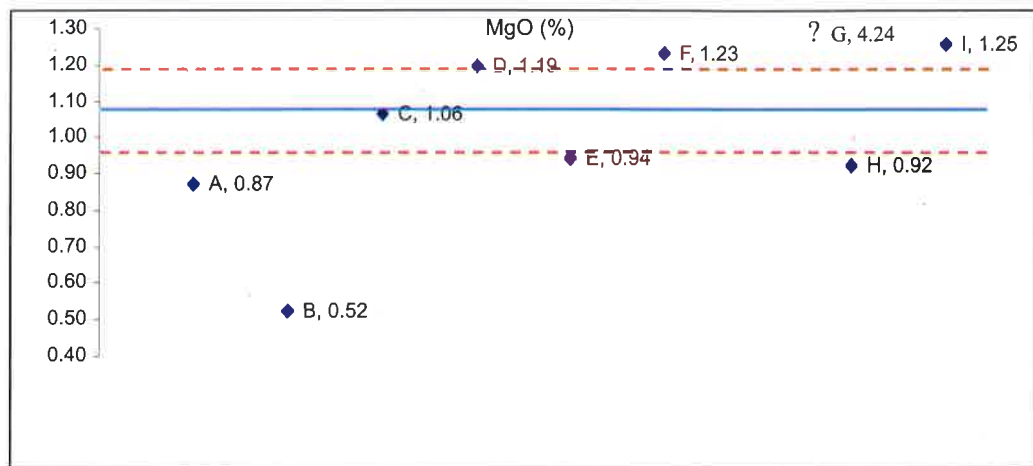
Gambar 3. Kurva out-layer dan in-layer Al₂O₃ TL.1a



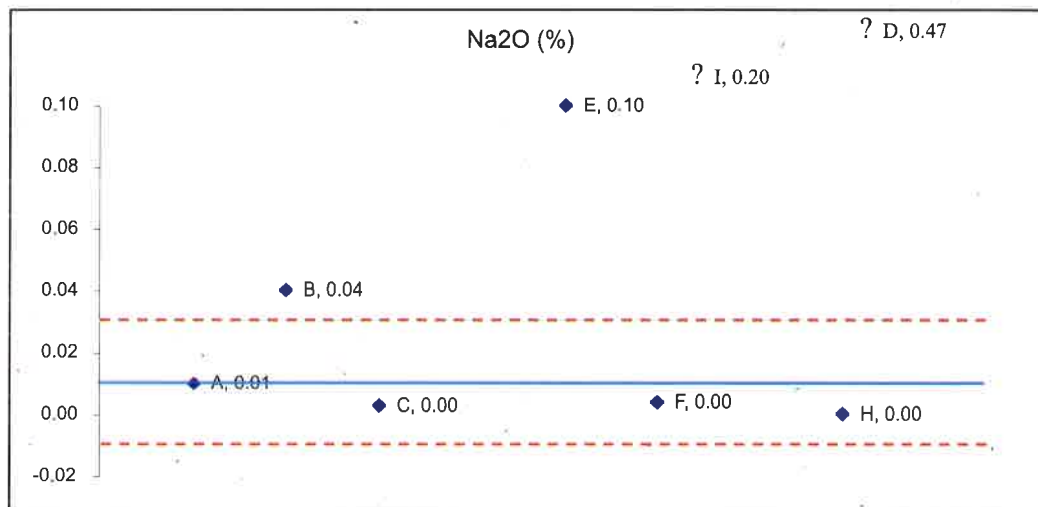
Gambar 4. Kurva out-layer dan in-layer Fe₂O₃ TL.1a



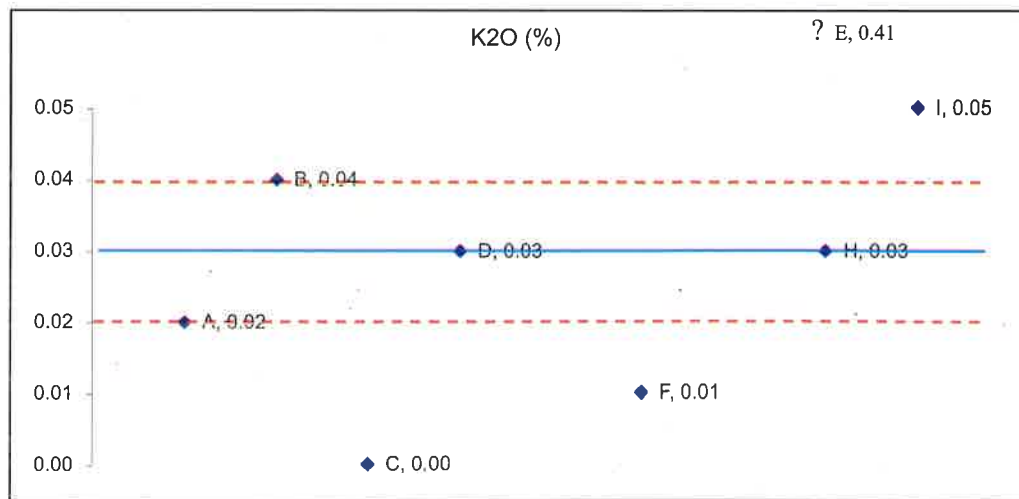
Gambar 5. Kurva out-layer dan in-layer CaO



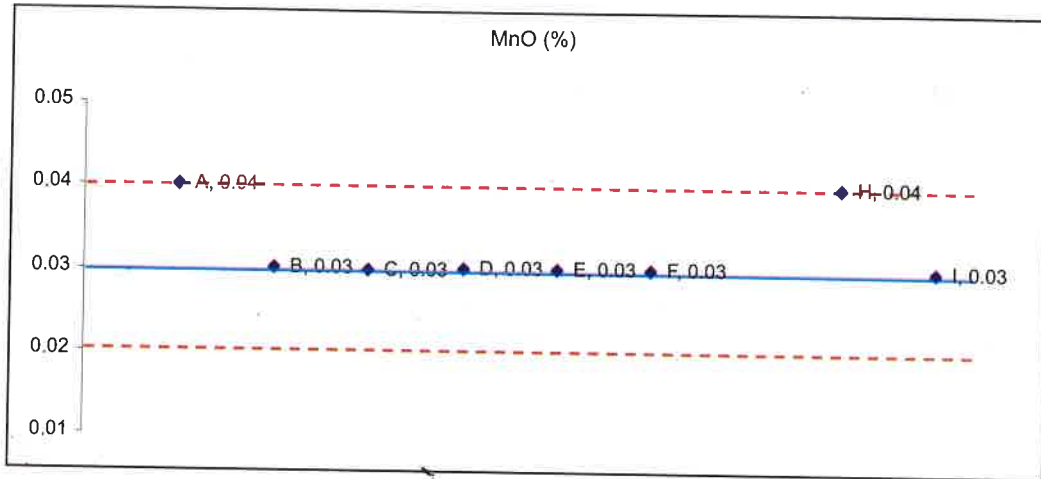
Gambar 6. Kurva out-layer dan in-layer MgO TL.1a



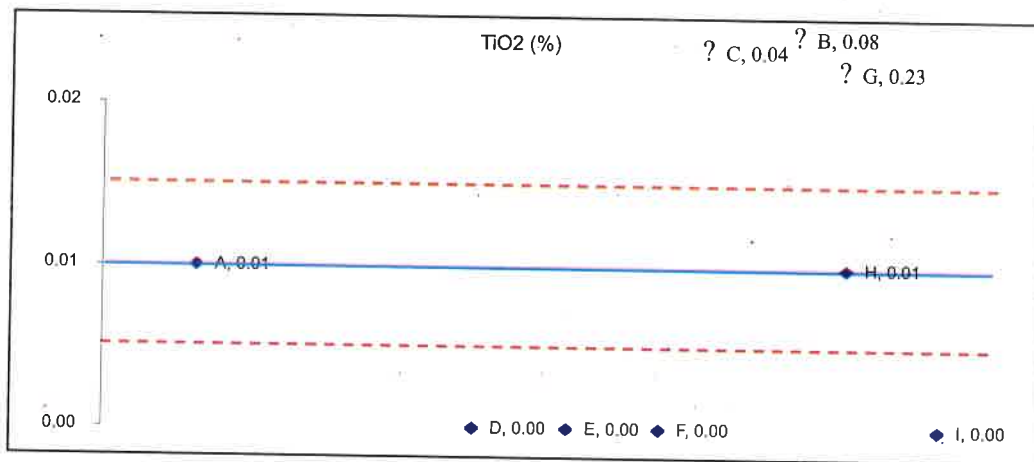
Gambar 7. Kurva out-layer dan in-layer Na₂O TL.1a



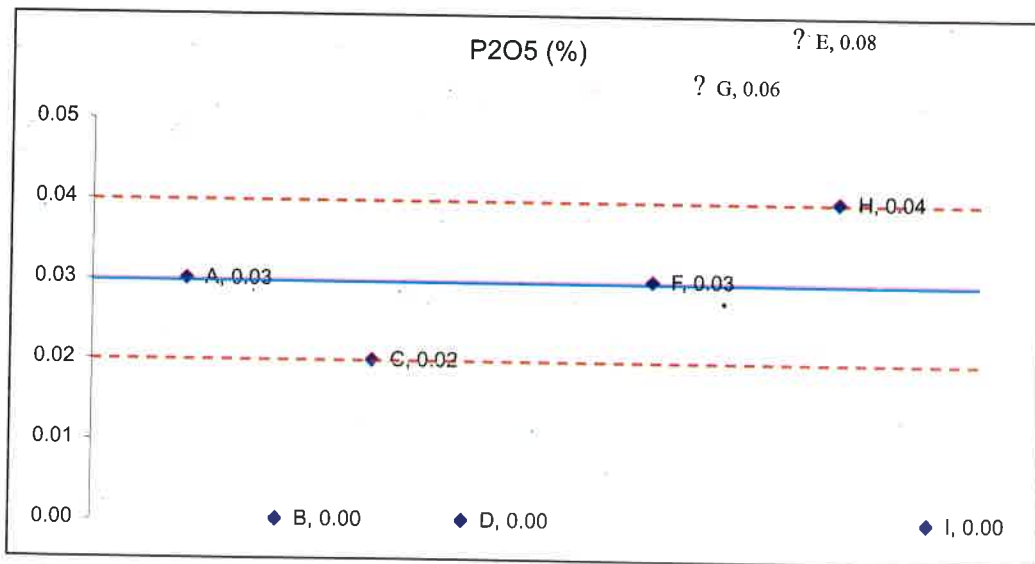
Gambar 8. Kurva out-layer dan in-layer K₂O TL.1a



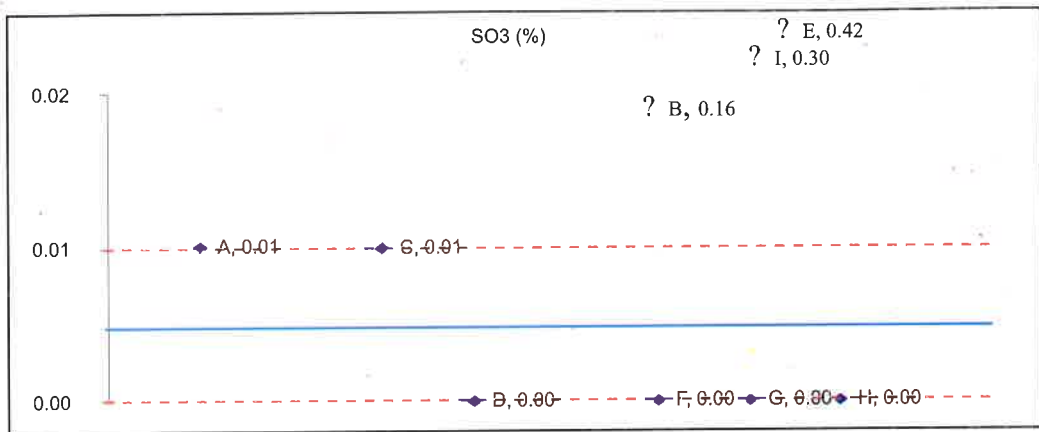
Gambar 9. Kurva out-layer dan in-layer MnO TL.1a



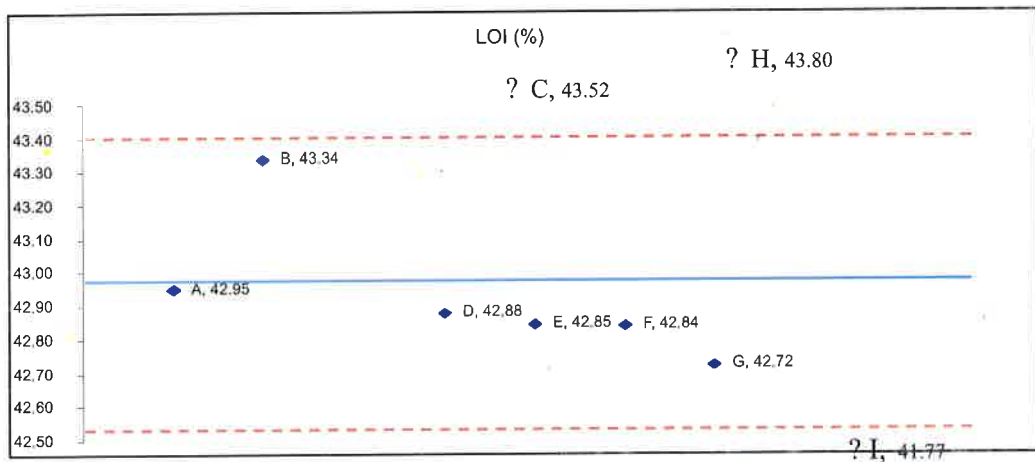
Gambar 10. Kurva out-layer dan in-layer TiO2 TL.1a



Gambar 11. Kurva out-layer dan in-layer P2O5 TL.1a



Gambar 12. Kurva out-layer dan in-layer SO3 TL.1a



Gambar 13. Kurva out-layer dan in-layer LOI TL.1a



Gambar 14. Contoh batugamping dari Bukit Karang Putih, Batugadang Padang, Sumatera Barat, kode contoh PD.1c (KRP).



Gambar 15. Conto batugamping dan Quartering conto batugamping dari Daerah Tuban, Jawa Timur, kode conto TB.1b (JR-1).



Gambar 16. Conto batugamping dari Daerah Taliwang, Sumbawa Barat, NTB, dengan kode conto TL.1a.



Gambar 17. Hasil Pengemasan in-house standard conto batugamping dan peralatan analisis berupa Atomic Absorption Spectrometer (AAS) dan Spectrofotometer

Dua conto batugamping lainnya yaitu dengan kode conto TB.1b (JR-1) dan PD.1c (KRP-2), masing-masing dianalisis kimia di sembilan laboratorium, data hasil analisis diolah dan dianalisis dengan uji *out-layer/in-layer* (di luar rata-rata/di dalam rata-rata) dari masing-masing parameter seperti halnya conto batugamping dengan kode conto TL.1a.

Pembahasan

- Hasil uji statistika homogenitas ke-3 (tiga) conto conto batugamping (TL.1a, TB.1b, dan PD.1c) dengan parameter Hilang Dibakar, setelah dilakukan pengadukan (blending) selama 5 sampai 8 jam dengan alat Mix Muller, dapat dinyatakan homogen. Hal ini menunjukkan bahwa conto batugamping dengan mineral dominan CaCO_3 relatif mudah untuk dihomogenkan.

- Validasi prosedur analisis kimia batugamping yang telah dibandingkan terhadap CRM NBS.1A dan NIST.1c pada unsur-unsur/ parameter SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , MnO , TiO_2 , P_2O_5 , SO_3 , CO_2 diperoleh akurasi yang cukup baik, kecuali Na_2O dan SO_3 untuk NBS.1A dan K_2O untuk NIST.1c. Oleh karena itu metoda analisis batugamping Laboratorium Pengujian Kimia-Fisika Mineral dan Batubara, Pusat Sumber Daya Geologi sudah valid, kecuali untuk unsur-unsur Na_2O dan SO_3 , karena kandungan unsur tersebut sangat kecil.

Hasil analisis kimia kode conto TL.1a untuk parameter SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5 , dan SO_3 dari 9 (sembilan) laboratorium sangat bervariasi dan setelah diuji statistika sebagian besar, sekitar 60% masuk dalam

rataan, termasuk Laboratorium Pengujian Kimia-Fisika Mineral dan Batubara, Pusat Sumber Daya Geologi. Kemungkinan disebabkan metoda analisis dan conto standar berbeda. Hasil analisis kimia CaO, MgO, MnO, LOI hampir 80% dari 9 (sembilan) laboratorium masuk rataan. Untuk Laboratorium Pengujian Kimia-Fisika Mineral dan Batubara, Pusat Sumber Daya Geologi MgO berada dibawah rataan.

- Hasil analisis kimia dan analisis data TL.1a conto *In-House Standard* batugamping dari 9 (sembilan) laboratorium, termasuk Laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi dapat dilihat pada tabel berikut :
- Hasil analisis kimia conto TB.1b hanya diperoleh 4 (empat) data untuk parameter SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂, P₂O₅, dan SO₃ dari 4 (empat) laboratorium. Untuk keperluan analisis data diperlukan penambahan data analisis yang lebih terperinci.
- Hasil analisis kimia conto TB.1b conto batugamping Pusat Sumber Daya Geologi, data hasil antar laboratorium belum dapat diolah karena datanya kurang mencukupi. Sementara hasil internal laboratorium untuk beberapa parameter dijadikan acuan. Hasil analisis internal laboratorium dan hasil analisis dari tiga lab. sebagai pembandingan dapat dilihat pada tabel berikut

Sementara hasil internal laboratorium untuk beberapa parameter dijadikan acuan. Hasil analisis internal laboratorium dan hasil analisis dari tiga lab. sebagai pembandingan dapat dilihat pada tabel berikut.

Presisi internal laboratorium lebih kecil dari presisi eksternal laboratorium. Hal ini disebabkan oleh penggunaan prosedur dan alat yang sama, lain halnya dengan presisi eksternal, ini disebabkan oleh prosedur dan alat yang berbeda.

Hasil analisis kimia kode conto PD.1c untuk parameter SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, dari 7 (tujuh) laboratorium, setelah diuji statistik sebagian besar sekitar 60-70 % (4-5 data yang masuk dalam rataan), termasuk Laboratorium Pengujian Kimia-Fisika Mineral dan Batubara,

Pusat Sumber Daya Geologi. Data ini sangat minim dalam analisis data. Banyaknya data yang diluar rataan kemungkinan beberapa laboratorim masih menggunakan metoda dan standar conto yang berbeda. Unsur MnO dan LOI 85 % (6 data yang masuk rataan). Ini berarti metoda dan contoh standar yang digunakan cukup baik.

Hasil analisis kimia dan analisis data PD.1c dari 7 (tujuh) laboratorium, termasuk Laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi conto Batugamping disajikan pada tabel berikut :

Tabel 7.
Hasil analisis kimia dan mineral conto batugamping TL.1a

Parameter	Kadar (%)	Presisi Eksternal	Presisi Internal
SiO ₂	0,44	0,104	0,072
Al ₂ O ₃	0,13	0,044	0,009
Fe ₂ O ₃	0,14	0,037	0,029
CaO	54,45	0,328	0,148
MgO	1,07	0,121	0,035
Na ₂ O	0,01	0,020	0,000
K ₂ O	0,03	0,008	0,004
MnO	0,03	0,004	0,004
Cr ₂ O ₃	0,00	0,000	-
TiO ₂	0,005	0,005	0,008
P ₂ O ₅	0,03	0,011	0,004
SO ₃	0,005	0,005	0,000
CO ₂	42,52	-	0,066
LOI	42,96	0,436	0,091

Kandungan mineral : Kalsit (CaCO₃), Ankerit (Ca(Fe+2,Mg)(CO₃), dan Augit (Na.1 Ca.6 Mg.9 Fe.2 Ti.0 Al.3 Si.1.8 O6)

Tabel 8.
Hasil analisis kimia dan mineral conto batugamping TB.1b

Parameter	Kadar rata -rata internal lab. (%)	Presisi Internal	LAB		
			B	D	E
SiO ₂	2,04	0,16	1,81	2,51	2,57
Al ₂ O ₃	0,82	0,02	0,79	0,03	0,17
Fe ₂ O ₃	0,33	0,02	0,29	0,47	0,19
CaO	53,52	0,20	53,48	53,75	52,34
MgO	0,25	0,06	0,25	0,99	1,61
Na ₂ O	0,04	0,04	0,05	0,38	0,40
K ₂ O	0,03	0,02	0,12	0,02	0,19
MnO	0,01	0,00	0,01	,01	0,02
Cr ₂ O ₃	0,00	-	-	-	0,05
TiO ₂	0,06	0,004	0,20	0,00	0,34
P ₂ O ₅	0,03	0,002	0,91	0,00	0,13
SO ₃	0,01	0,00	0,13	0,00	0,42
CO ₂	41,46	0,13	-	-	-
LOI	42,11	0,11	41,81	41,84	39,37

Kandungan mineral : Kalsit, magnesia (Mg.064 Ca.936)(CO₃) ; kwarsa (SiO₂); Besi (Fe)

Keterangan :

B= Lab. Tekmira; D = Lab. B4T; E = Lab. BBK

Tabel 9.
Hasil analisis kimia dan mineral conto batugamping PD.1c.

Parameter	Kadar (%)	Presisi		Keterangan
		Eksternal	Internal	
SiO ₂	11,13	-	0,18	
Al ₂ O ₃	3,34	0,49	0,02	
Fe ₂ O ₃	1,83	0,22	0,05	
CaO	45,32	0,56	0,34	
MgO	1,09	0,30	0,04	
Na ₂ O	0,12	-	0,05	
K ₂ O	0,66	0,21	0,02	
MnO	0,03	0,01	0,01	
Cr ₂ O ₃	0,01		-	
TiO ₂	0,19	0,09	0,02	
P ₂ O ₅	0,03	0,03	0,00	
SO ₃	0,01	0,01	0,00	
CO ₂	35,29	-	0,11	
LOI	35,70	0,35	0,11	
Total	99,48	-	-	

Kandungan mineral : Kalsit (CaCO₃); Kwarsa (SiO₂); Kamasit (FeNi)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil uji homogenitas conto TL.1a, TB.1b, dan PD.1c terbukti homogen
2. Prosedur analisis kimia batugamping yang digunakan di Laboratorium Pengujian Kimia-Fisika Mineral dan Batubara sudah valid
3. Hasil analisis Laboratorium Pengujian Kimia-Fisika Mineral dan Batubara, Pusat Sumber Daya Geologi (Lab. A) untuk conto in-house standard batugamping TL.1a 90 % termasuk dalam rata-rata hasil analisis sembilan laboratorium dan PD.1c 90% termasuk dalam rata-rata hasil analisis tujuh laboratorium.
4. Prosedur dan metoda analisis conto batugamping Laboratorium Pengujian Kimia-Fisika Mineral dan Batubara, Pusat Sumber Daya Geologi kompeten.
5. Conto standar (salah satunya In-House Standard) mutlak diperlukan untuk kegiatan analisis di laboratorium, agar hasil analisis yang diperoleh lebih akurat.
6. Presisi eksternal dan internal conto batugamping TL 1a untuk parameter SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, MnO, TiO₂, P₂O₅, SO₃, LOI/HD cukup baik, kecuali Cr₂O₃ dan CO₂.
7. Presisi eksternal TB.1b tidak dapat ditentukan karena data tidak mencukupi, tetapi presisi internalnya cukup baik
8. Presisi eksternal dan internal conto batugamping PD 1c untuk parameter, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, , K₂O, MnO, TiO₂, P₂O₅, SO₃, LOI/HD cukup baik, kecuali SiO₂, Na₂O, Cr₂O₃ dan CO₂
9. Presisi internal conto batugamping lebih kecil dibanding presisi eksternal.

Saran

1. Setiap laboratorium pengujian mineral/batuan harus mempunyai conto standar.
2. Pengujian In-House Standard Batugamping diharapkan dapat terus dikembangkan menjadi Conto Nasional Standar Batugamping dengan melibatkan laboratorium yang berkompeten baik laboratorium Pusat Penelitian maupun laboratorium Industri Batugamping (Semen, Quick Lime & Hydrat Lime, dll.) di seluruh Indonesia dan melibatkan beberapa laboratorium diluar Indonesia (Negara ASEAN).
3. Perlu uji stabilitas conto standar (acuan) setiap kurun waktu tertentu Pusat Sumber Daya Geologi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik dalam tahap pelaksanaan pembuatan in-house standard maupun pada saat proses penerbitan makalah ini. Terutama kami sampaikan ucapan terima kasih kepada Drs. Rosjid yang telah memberikan data serta arahnya juga kepada Ir.Herudiyanto,M.Sc. yang telah memberikan masukan serta koreksinya sehingga makalah ini dapat diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM : C 25-81a, *Standard Methods of Chemical Analysis of Limestone, Quicklime, and Hydrated Lime*. 1982.
- ASTM Designation: C 1301-95 (Reapproved 2001). *Standard Test Method for Major and Trace Element in Limestone and Lime by ICP and AAS*.
- Davis, A.E. and Hartati, R.D. 1991. *The Preparation of Quality Control Sample for The Analysis of Sample from Southern Sumatera Geological and Mineral Exploration Project*, Laporan Kerja Direktorat Sumber Daya Mineral, Bandung.
- ISO GUIDE 33 *Uses of Certified Reference Materials, Assessment of Laboratory Performer with Certified Reference Materials*
- Kartika, S.H., 2006, Buku Materi Pokok 6 Analisis data Statistik STA211/III/06.
- Maxwell, J. 1981, *Rock and Mineral Analysis. Chemical Analysis. Second edition* vol. 27. John Wiley and Sons. Canada.

- Rosyid, 1983, Laporan Kegiatan *Training Rapid Rocks Analysis Methods di USGS*. Direktorat Sumber Daya Mineral. Bandung.
- Scott, W. W. 1939, *Standard Methods of Chemical Analysis*. NewYork, London
- Shapiro, L. 1980, *Rapid Analysis of Silicates, Carbonate and Phosphate Rocks, Revised Edition Geological Survey Buletin1401*.
- Sugiyono, 2007, *Statistika Untuk Penelitian*, Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Sumadi, K., 2007, *Bahan Acuan untuk Uji Kompetensi, Homogenitas Bahan Acuan, Uji Stabilitas Conto Acuan, Kopetensi Kemampuan Pengujian Antar Analisis*, Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara.
- 2006, *Ensiklopedi Bahan Galian Indonesia Seri Batugamping, KPP Konservasi*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

Terbit : Mei 2010

ISSN 1907 - 5367

Ernowo, Penny Oktaviani (Pusat Sumber Daya Geologi)

REVIEW OF CHROMITE DEPOSITS OF INDONESIA

BSDG Mei 2010 Vol. 5 No. 1 Hal. 1 - 10

Chromites (Fe,Mg)Cr₂O₄ is an oxide mineral in spinel group. It is one of metallic mineral which classified in to ferro and ferro alloy metal group along with iron, nickel, titanium, manganese, cobalt, and bauxite. Chromites is the only ore mineral of metallic chromium and chromium compounds and chemicals. Because of this fact, chromites and chrome ore are used synonymously in trade literature. It is used for refractory material, because it has high heat stability. In Indonesia, chromites deposits are widely distributed in the eastern part of Indonesia, which rich in metal bearing ultramafic to mafic intrusive especially in South Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Halmahera, Gebe, Gag, Waigeo, and Papua. These deposits are resulted from weathering of ophiolite rocks as part of the Pacific plate.

Keywords: ultramafic rocks, chromites, resources

Deni Setiady

(Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

PERKIRAAN POTENSI CADANGAN PASIR LAUT YANG TERPAPAR DI PERAIRAN MUARA KAMPAR KEPULAUAN RIAU

BSDG Mei 2010 Vol. 5 No. 1 Hal. 11 - 16

Pengambilan sampel sedimen permukaan dasar laut dilakukan sebanyak 78 contoh, sedangkan Pemboran dilakukan pada 3 titik lokasi.

Pasir terdapat di sebelah selatan P. Lebu, di sebelah utara mulut Sungai Kampar, dan di selat sebelah selatan P. Mendol, Tekstur berukuran menengah-sangat halus, Pasir Lanauan mempunyai sebaran di sekitar muara Sungai Kampar dan menerus kearah utara di sepanjang pantai Sumatera, juga di sepanjang pantai sebelah barat P. Mendol.

Sampel pemboran BH 1, terdiri dari Pasir sangat halus (0 - 6 m) dan lempung (6 - 21 m). Sampel pemboran BH 2, terdiri atas pasir halus (0 - 4 m) dan lempung (4,5 - 20 m), sampel pemboran BH 3 terdiri dari pasir medium (0 - 3,5m), pasir lanauan (4 - 10 m), dan lempung (10 - 18 m).

Kata Kunci: Pasir, Muara Kampar, Pasir lanauan

Alandra Idral (Pusat Sumber Daya Geologi)

STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN DAERAH PANAS BUMI WAESALIT BERDASARKAN ANALISIS DATA GAYABERAT

BSDG Mei 2010 Vol. 5 No. 1 Hal. 17 - 26

Penafsiran kualitatif anomali gaya berat regional dan sisa memperlihatkan gambaran sebaran struktur geologi bawah permukaan di daerah panas bumi Waesalit yang terdiri dari batuan malihan, sedimen, ubahan, terobosan tubuh vulkanik tak tersingkap dan atau batuan terobosan, zona terban dan sesar yang berarah NW - SE dan NE - SW. Hasil dari penafsiran kuantitatif yang berupa pemodelan gayaberat didapatkan suatu penegasan tentang keberadaan struktur bawah permukaan seperti tersebut diatas. Struktur-struktur tersebut diperkirakan sebagai struktur perangkat keberadaan sistim panas bumi didaerah Waesalit. Batuan terobosan dan tubuh vulkanik tak tersingkap diperkirakan sebagai sumber panas, sementara batuan malihan kemungkinan bertindak

sebagai reservoir, sedangkan batuan ubahan berfungsi sebagai lapisan penutup. Keberadaan sesar yang berarah NW - SE diperkirakan mengontrol kenampakan mata air panas Waesalit dan Waemetar kepermukaan.

Kata kunci: gayaberat, anomali sisa-regional, malihan, batuan terobosan, tubuh vulkanik tak tersingkap, Waesalit, Waemetar

Soetoyo (Pusat Sumber Daya Geologi)

GUNUNGAPI KARUA DI DAERAH PANAS BUMI BITTUANG, TANA TORAJA, SULAWESI SELATAN : SALAH SATU GUNUNGAPI AKTIF TIPE B (?) DI INDONESIA

BSDG Mei 2010 Vol. 5 No. 1 Hal. 27 - 34

Gunungapi Karua merupakan Gunungapi strato yang pembentukannya dimulai pada Kuartar Bawah. Gunungapi soliter di Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan ini geomorfologinya terdiri dari: Satuan morfologi Puncak Gunungapi Karua, Tubuh Gunungapi Karua, dan Kaki Gunungapi Karua. Batuan penyusunnya diawali dengan lava berkomposisi andesit dan produk selanjutnya mengarah ke dasitik.

Pada akhir periode pembentukan terjadi letusan besar dan terbentuk Kaldera Karua berbentuk Tapal kuda, yang membuka kearah utara. Kegiatan Gunungapi Karua diakhiri oleh pembentukan lava dome pada bagian puncaknya. Akhir kegiatan Gunungapi Karua, meninggalkan sebuah kaldera dan lava dome yang berada di tengah-tengah Kaldera Karua.

Sisa kegiatan lain berupa hembusan gas solfatara, air panas dan lapangan solfatara yang berada pada graben sempit di tubuh bagian selatan Gunungapi Karua.

Gunungapi Karua tidak pernah bererupsi lagi pada masa sejarah, tetapi menurut informasi penduduk setempat, pernah terlihat asap tebal dipuncak Gunungapi Karua yang difafsirkan sebagai asap yang keluar dari puncak Gunungapi Karua.

Gunungapi Karua dapat diklasifikasikan sebagai gunungapi Tipe B (?) dan merupakan tambahan kelompok gunungapi aktif di Indonesia.

Kata Kunci : gunungapi, panas bumi, kaldera

I Nyoman Astawa (Pusat Sumber Daya Geologi)

GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN DASAR LAUT BERDASARKAN HASIL PENAFSIRAN DATA SEISMIK PERAIRAN TELUK JAKARTA DAN SEKITARNYA

BSDG Mei 2010 Vol. 5 No. 1 Hal. 35 - 42

Hasil penafsiran rekaman seismik secara umum di daerah penelitian dapat dibagi menjadi 2 (dua) runtunan yaitu runtunan A, dan B. Runtunan B dapat dibagi menjadi sub-runtunan B1, dan B2. Kontak antara runtunan A dengan sub-runtunan B1 dibatasi oleh bidang ketidakselarasan berupa pemat erosi (*erosional truncation*), sedangkan kontak antara sub-runtunan B1 dengan B2, berupa reflektor yang kuat dan menerus.

Dari rekaman seismik juga diketahui bahwa, sedimen bawah permukaan dasar laut daerah penelitian mengandung pasir, dan gas biogenik (*metan*). Jika jumlah cadangan gas biogeniknya cukup banyak, dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif sebagai pengganti minyak tanah.

Struktur geologi tidak ditemukan, hal tersebut diduga diakibatkan oleh energi seismiknya hanya bisa menembus lapisan sedimen yang berumur Kuartar.

Kata kunci : rekaman seismik, interpretasi, kondisi geologi.

Daulat Ginting
(Direktorat Jenderal Mineral, Batu Bara dan Panas Bumi)

KEBIJAKAN DAN PROSPEK PENGELOLAAN BATU BARA DI INDONESIA

BSDG Mei 2010 Vol. 5 No. 1 Hal. 43 - 49

Energi batubara memiliki peran strategis baik untuk memenuhi kebutuhan energi di dalam negeri maupun kebutuhan ekspor dalam rangka untuk mendapatkan devisa bagi Negara. Dalam konteks global, Indonesia adalah salah satu produsen dan eksportir utama komoditi batubara. Sumber daya batubara Indonesia masih cukup besar, yakni 104,7 miliar ton (MT) dengan cadangan sebesar 18,7 MT (DJMBP).

Produksi batu bara Indonesia selama 10 tahun terakhir menunjukkan peningkatan produksi yang signifikan. Pada tahun 2009 produksi batu bara Indonesia mencapai sekitar 254 juta ton (DJMBP). Ke-depan kebutuhan domestik akan terus meningkat sehingga hal ini harus diantisipasi oleh Pemerintah. Pemerintah sendiri terus berupaya untuk

meningkatkan daya tarik investasi di Indonesia antara lain dengan mensinergikan berbagai kebijakan lintas sektor dan lintas pusat-daerah agar tercipta konsistensi dalam penerapan kebijakan yang menjadi salah satu bagian paling penting bagi perusahaan pertambangan untuk menanamkan modalnya di Indonesia.

UU No.4/2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batu bara telah mewajibkan pemurnian, pengolahan serta pemanfaatan mineral dan batu bara di dalam negeri untuk Peningkatan Nilai Tambah Batu Bara, serta menetapkan domestic market obligation (DMO) untuk batubara.

Dari kontrak-kontrak pertambangan batubara, Perusahaan pertambangan batubara harus mendukung keamanan pasokan batubara untuk dalam negeri. Perusahaan pertambangan batubara dapat mengekspor batubara, apabila kebutuhan batubara dalam negeri telah terpenuhi.

Di samping itu, Pemerintah menetapkan Harga Patokan Batubara (HPB), agar optimalisasi penerimaan negara dari batubara dapat tercapai, serta mendukung pemenuhan kebutuhan batubara dalam negeri. Dengan adanya aturan penetapan harga batubara, maka seluruh harga jual batubara akan relatif "seragam" atau "sama" (sesuai dengan kualitasnya), karena harus mengikuti HPB. HPB adalah sebagai patokan terendah harga batubara yang diproduksi di Indonesia.

Implikasi penerapan HPB tersebut adalah pemasokan batubara dalam negeri sama menariknya dengan ekspor.

Kata Kunci : Energi, batubara, kebijakan

BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

Terbit : Agustus 2010

ISSN 1907 - 5367

David P. Simatupang, Deddy Amarullah
(Center for Geological Resources, Agency of Geology)

COALBED METHANE POTENCY OF TANJUNG
FORMATION IN TANAH BUMBU SOUTH KALIMANTAN

BSDG 2010 Vol. 5 No. 2 Hal. 50 - 57

Coal deposits distributes widely in Indonesia, mainly in Sumatera and Kalimantan. These deposits become an indication for a huge quantity of coal-bed methane (CBM) potency. As an environmentally friendly source of energy, CBM could be one of Indonesia's future energy sources. Centre for Geological Resources (CGR) started the exploration for this energy since 2005, while the study was conducted in 2008 at Tanjung Formation in Tanah Bumbu Area, South Kalimantan. CSAT-1 well was drilled to provide CBM resources and deep coal mine potency data for Tanjung Formation (Eocene) in Asem-asem Basin. This well went through 10 coal seams with three main seam, which is E seam at 212.34-213.30 m depth, I seam at 261.93-264.20 m, and J seam at 270.20-275.35 m depth. Calorific value from this three main seam categorized as high rank coal, vary from 6197-6745 cal/gram (adb), with total moisture between 4.51-7.11 %, adb. Total coal resources used for CBM resources quantification is 112,733,226 tons (between 300 to 1000 meters depth). Based on desorption test and gas chromatograph measurement from samples at various depth from three main seams, those coal gives methane resources estimation about 430 MSCF, with methane content vary between 1.2-6.6 cu-ft/ton of coal.

Keywords: Tanjung Formation, Tanah Bumbu, CBM, methane content.

Keywords: ultramafic rocks, chromites, resources

Eko Yoan Toreno (Pusat Sumber Daya Geologi)

ENDAPAN KROMIT DIDERAH TOPOGARO
BUNGKU BARAT - PROVINSI SULAWESI TENGAH

BSDG 2010 Vol. 5 No. 2 Hal. 58 - 69

Pembentukan endapan kromit memiliki perbedaan genesa dibandingkan dengan mineralisasi logam lainnya. Endapan kromit sekunder terbentuk pada lingkungan permukaan bumi yang melibatkan kegiatan erosi dan pelapukan, dimana proses fisika dan kimiawi dari batuan yang menengah-basa atau batuan yang bersifat andesitic hingga basaltic yang berlangsung secara bersamaan pada saat pelapukan. Penyelidikan kromit didaerah ini dilakukan dengan pemboran sebanyak 31 titik dengan kedalaman rata-rata 4.5 meter dengan contoh terambil sebanyak 127 conto. Dari korelasi antara penampang bor, memperlihatkan penyebaran vertikal endapan yang mengandung kromit lebih menipis kearah daratan dan lebih tebal kearah pantai. Berdasarkan hasil analisis mineralogi butir terhadap contoh konsentrat hasil dulang yang diambil selama kegiatan pemboran didaerah Topogaro, Kabupaten Bungku Barat, Sulawesi Tengah diperoleh prosentase mineral kromit ($Fe_2Cr_2O_4$) dengan kandungan Cr_2O_3 dalam konsentrat dulang berkisar 7.961%-13.93%

Kata kunci : Kromit, Bungku Barat

Bambang Pardiarto (Pusat Sumber Daya Geologi)

TINJAUAN IMPLEMENTASI UNDANG-UNDANG
NOMOR 4/2009 TENTANG PERTAMBANGAN MINERAL
DAN BATUBARA TERHADAP PERATURAN
PERUNDANGAN LAINNYA.

BSDG 2010 Vol. 5 No. 2

Pemberlakuan Undang-Undang Nomor 4/2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara telah dapat memberikan harapan baru terhadap peningkatan kegiatan usaha pertambangan di Indonesia. Namun dalam implementasinya banyak Undang-Undang sektor lain seperti kehutanan, penataan ruang, lingkungan hidup, pajak dan retribusi daerah serta pengelolaan pesisir dan pulau-pulau kecil telah menjadi hambatan yang signifikan dalam proses peningkatan pertumbuhan industri pertambangan. Untuk itu perlu dilakukan sinkronisasi peraturan pelaksanaannya sehingga tidak merugikan semua pihak.

Chusni Ansori (Peneliti Madya)

POTENSI DAN GENESIS MANGAN DI KAWASAN KARS
GOMBONG SELATAN BERDASARKAN PENELITIAN
GEOLOGI LAPANGAN, ANALISIS DATA
INDUKSI POLARISASI DAN KIMIA MINERAL

BSDG 2010 Vol. 5 No. 2 Hal. 104

Mangan ditemukan tersebar dalam kawasan kars Gombang Selatan; baik dalam bentuk nodul, lensa dan lapisan. Nodul dan lensa mangan ditemukan dalam breksi vulkanik dan lava Formasi Gabon yang melandasi topografi kars. Mangan berlapis berada di bawah batugamping pada bidang ketidakselarasan antara Formasi Gabon dengan Formasi Kalipucang yang miring ke arah utara. Mangan berbentuk lensa serta iregular dikenali dari analisis data induksi polarisasi yang menunjukkan nilai tahanan jenis rendah (0 - 40 ohm meter) dan chargeability tinggi (135 - 250 msec), diameter sekitar 2,5 m, tersebar pada kedalaman 5 - 40 m, bersifat masif, berasosiasi dengan alterasi hidrotermal. Nodul bercampur dengan silika, tersebar setempat, berasosiasi dengan lensa mangan, lava, tufa hijau dan breksi andesit, kandungan $MnO_2 < 50$ %. Nodul termasuk mangan sedimen namun terkait proses hidrotermal bawah laut. Lapisan mangan berada di atas bidang ketidakselarasan, ketebalan 15 - 20 cm, tersebar pada areal seluas 555,98 Ha, termasuk mangan sedimen, dihasilkan dari proses pelapukan dan erosi, berwarna hitam-kecoklatan, lunak, kandungan MnO_2 mencapai 74,19%. Potensi mangan sedimen diduga lebih banyak, kualitas lebih baik namun penambangannya akan banyak mengalami hambatan karena berada pada kawasan kars zone I dan II dengan ketebalan batugamping > 100 m.

Kata kunci : Kars Gombang Selatan, mangan, genesa, potensi.

Dedeh Dinarsih, Khoirun Nahar dan Herry Rodiana

PEMBUATAN IN-HOUSE STANDARD
BAHAN ACUAN BAKU BATUGAMPING

BSDG 2010 Vol. 5 No. 2 Hal. - 104

Pembuatan in-house standard bahan acuan baku batugamping meliputi pengambilan dan preparasi conto di lapangan, preparasi conto di laboratorium, pelabelan conto, analisis conto di laboratorium, pengolahan dan analisis data, serta pelaporan hasil. Kegiatan pengambilan conto batugamping untuk pembuatan in-house standard dilakukan pada tiga lokasi, dengan kriteria kandungan CaO rendah, sedang dan tinggi. Lokasi tersebut adalah Bukit Sampare, Desa Labuan Kertasari, Kecamatan Taliwang, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat; Desa Jarorejo, Kecamatan Kerek, Kabupaten

Tuban, Provinsi Jawa Timur; dan Bukit Karang Putih, Desa Batugadang, Kecamatan Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Hasil uji homogenitas untuk conto batugamping cukup baik. Prosedur analisis kimia batugamping yang digunakan di Laboratorium Pengujian Kimia-Fisika Mineral dan Batubara, Pusat Sumber Daya Geologi cukup valid. Hasil analisis untuk conto in-house standard batugamping TL.1a 90% termasuk dalam rata-rata hasil analisis sembilan laboratorium dan PD.1c 90% termasuk dalam rata-rata hasil analisis tujuh laboratorium. Artinya laboratorium tersebut sudah dapat dianggap kompeten dalam menganalisis conto batugamping. Hal ini

tidak terlepas dari pemilihan prosedur analisis dan conto standar yang tepat. Pengujian In-House Standard Batugamping diharapkan dapat terus dikembangkan menjadi Conto Nasional Standar Batugamping dengan melibatkan laboratorium yang berkompeten baik laboratorium Pusat Penelitian maupun laboratorium Industri Batugamping (Semen, Quick Lime & Hydrat Lime, dll.) di seluruh Indonesia dan melibatkan beberapa laboratorium diluar Indonesia (Negara ASEAN).

Kata kunci : Batugamping, laboratorium, in-house standard, bahan acuan baku.

Norman L. Bowen



Norman Levi Bowen pada tahun 1909 (Wikipedia).

Norman Levi Bowen, salah satu tokoh utama dalam petrologi batuan beku. Lahir di Kingston, Ontario pada tanggal 21 juni 1887. Ayahnya, William Alfred Bowen berasal dari Chigwell, Inggris, dan ibunya, Elizabeth McCormick berasal dari Kongston. Norman mempunyai seorang saudara laki-laki yaitu Charles yang lahir pada tahun 1879.

Bowen mengenyam pendidikan di sekolah lokal dan masuk ke Universitas Queen tahun 1903 – 1909. Ia menyelesaikan gelar B.Sc dalam bidang mineralogi dan geologi, kemudian melanjutkan studinya di MIT dari tahun 1909 – 1912 dan mendapatkan gelar Ph.D. tahun 1911 ia menikahi Mary Lamont dari Charlottetown, mereka memiliki 1 orang anak perempuan yang lahir pada tanggal 18 Desember 1914 di Washington D.C.

Bowen bekerja di laboratorium geofisika Carnegie di Washington dari tahun 1910 – 1918, 1920 – 1937, dan 1947 – 1952, kemudian pensiun. Selama tahun 1919 – 1920 ia mengajar di Universitas Queen, dan pada tahun 1937 – 1947 mengajar di Universitas Chicago. Bowen menjadi warga negara Amerika Serikat pada tahun 1933.

Bowen mendapat gelar kehormatan dari Universitas Harvard, Queen, dan Yale pada tahun 1936, 1941, dan 1951. Ia dipilih menjadi anggota US National Academy of Science pada tahun 1935, anggota Royal Society of London pada tahun 1949, dan anggota perkumpulan dan akademi London, India, Finland, Halle, Roma, dan Belgia. Ia menerima medali Bigsby dari The Geological Society of America (1931), medali Penrose dari The Geological Society of America (1941), medali Miller dari The Royal Society of Canada (1943), Medali Roebing dari Mineralogical Society of America (1950), medali Hayden dari Academy of natural Sciences of Philadelphia (1953), dan medali Bakhuis Roozeboom dari Royal Netherlands Academy (1954). Selama dua tahun terakhir kesehatannya menurun dan ia meninggal pada tanggal 11 September 1956.

1907 – 1917 Awal Kontribusi Ilmiah

Selama masa penelitiannya, Bowen memilih ilmu kimia sebagai bidang yang ditekuninya. Hal yang sama pentingnya adalah menggabungkannya dengan bidang geologi. Musim panas pertama tahun 1907 dihabiskannya di Danau Larder, Ontario Barat, dan musim panas berikutnya tahun 1908 dan 1909 di danau Abitibi dan Gowganda dengan dukungan dari Badan Pertambangan Ontario. Selama penelitiannya ini Bowen menyelidiki hubungan granofir dengan diabas, penelitian ini menjadi dorongan utama baginya untuk menyelidiki asal usul dan evolusi batuan beku.

Pada musim panas 1910, setelah 1 tahun bergabung dengan laboratorium geofisika di Washington, ia menyelidiki plagioklas yang terdapat pada diabas di daerah Thunder Bay, danau Superior. Penyelidikan ini membangkitkan ketertarikannya akan batuan monomineral seperti anortosit dan ultrabasa.

Pemilihan topik tesisnya yaitu mengenai sistem $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (nefelin, karnegit-anortit) menyebabkan ia tertarik pada batuan alkali. Bowen membuat diagram mengenai kristalisasi. Makalah yang dibuatnya juga menyertakan contoh aplikasi pada batuan. Aplikasi mengenai termodinamik juga disertakan dalam makalah nefelin-anortit (1912d). Setelah ia bergabung dengan laboratorium geofisika, penelitiannya mengenai evolusi batuan beku mencapai puncaknya (1915c).

Ketika masih di MIT, ia menulis makalah dengan judul "Urutan Kristalisasi pada batuan Beku" (1912c) yang kemudian menuntunnya untuk menghasilkan makalah prinsip reaksi (1922c) yang terkenal yang membahas mengenai efek pengendapan (settling) pada diferensiasi. Tahun 1912 Bowen telah berhasil mempelajari felspar dan felsfatoid dalam tesisnya. Pada tahun yang sama ia menulis makalah yang juga terkenal: "Fenomena Pelelehan Felspar Plagioklas" (1913a).

Tahun 1915 setelah melalui banyak kerja keras, Bowen mempublikasikan makalahnya yang terdiri dari 89 halaman yang berjudul "Tahap Lanjut Evolusi pada batuan Beku" (1915c). Kontribusi ini merupakan langkah Bowen untuk kemudian menulis buku mengenai evolusi batuan beku (1928a). Buku tersebut memuat beberapa ide baru yang mendukung pernyataan bahwa magma basaltis merupakan material awal bagi semua batuan beku dan diferensiasi kristal secara gravitasional merupakan mekanisme evolusi yang prinsip. Urutan normal evolusi "garis penurunan" adalah dari basal diorit granodiorit biotit granit sienit nefelin sienit. Dengan kata lain, batuan alkali merupakan produk akhir dari diferensiasi.

Pada makalahnya yang berjudul "Masalah pada Anortosit" (1917b), Bowen mengusulkan teori mengenai akumulasi kristal.

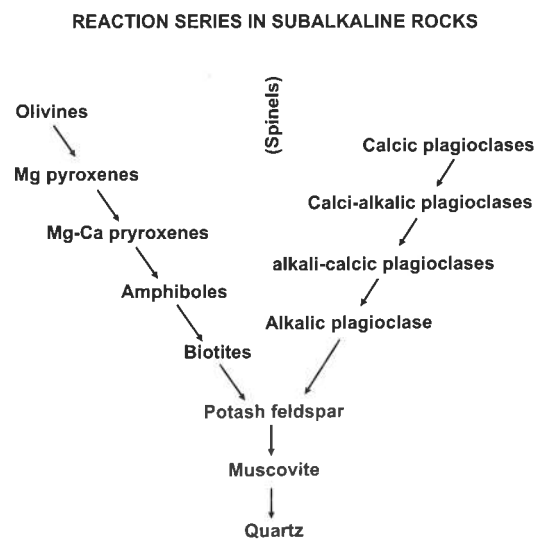
1917 – 1928: Gelas, Difusi, Asimilasi, Imisibilitas Larutan, Batuan Alkali dan Ultrabasa

Perang Dunia I telah membuat Bowen beberapa saat menghentikan penelitiannya, untuk sementara ia pindah ke Rochester, kemudian Bausch, dan Lomb. Tetapi kemudian ia mulai kembali menulis makalah-makalah yang membahas tentang gelas, salah satunya yang terkenal adalah "Pentingnya Proses Pembentukan Gelas Bagi Petrologist" (1918a). Ketertarikannya pada proses difusi pada peleburan silika (1921) dan imisibilitas larutan (1926) juga dikembangkan pada periode ini.

Dari tahun 1918 – 1920 Bowen menjadi profesor dalam bidang mineralogi di Universitas Queen, Kingston, Ontario. Pada masa itu, teorinya mengenai diferensiasi pengendapan kristal dibantah oleh beberapa petrologist senior seperti Daly, Grout, dan Harker.

Di Queen Bowen tidak memiliki kesempatan untuk melakukan penelitian, karena itu ia kembali bergabung dengan laboratorium geofisika pada musim gugur 1920. Eksperimen pertamanya adalah mengenai gelas silikat (1921a). Ia juga menunjukkan bahwa efek Soret, difusi dalam gradien temperatur tidak signifikan dengan tataan geologi, dan difusi merupakan hal yang penting hanya dalam pembentukan reaction rims.

Tahun 1922 Bowen mempublikasikan makalahnya yang berjudul "Reaksi Utama dalam Petrogenesis" (1922c) yang kesimpulannya diberikan dalam bentuk alur reaksi mineral yang sederhana yang kemudian dapat kita temui dalam berbagai buku mengenai petrologi batuan beku (Gambar 1).



Gambar 1. Deret Bowen yang terkenal dan sangat penting dalam bidang petrologi.

Melihat makalah-makalahnya antara tahun 1922 dan 1928, terlihat ada perubahan dalam pola bekerja Bowen. Sebelum 1922 hanya satu makalah yang memiliki penulis pendamping (1914a), sedangkan setelah tahun 1922 Bowen bekerja dalam tim, baik dengan rekan sejawat ataupun dengan mantan muridnya.

1928: Evolusi Batuan Beku

Pada musim semi 1927 Bowen diundang Universitas Princeton untuk memberikan seminar atas usulan salah satu rekannya di laboratorium geofisika, A.F. Buddington. Catatannya dalam seminar tersebut kemudian dikembangkan dan dipublikasikan dalam bentuk buku pada tahun 1928 (1928a). Buku tersebut merupakan hal yang revolusioner, baik dari segi isi maupun efeknya di lapangan. Buku ini merupakan ringkasan dari kontribusi Bowen selama masa penelitiannya mengenai batuan beku.

Dari tahun 1928 – 1956 Bowen tidak berhenti berkarya dan mempublikasikan banyak makalah mengenai hasil penelitiannya dalam bidang batuan beku. Kontribusinya sangat berarti untuk perkembangan ilmu geologi terutama petrologi pada saat ini.

Berikut adalah daftar hasil karya Bowen selama masa hidupnya:

BIBLIOGRAPHY

1909

Diabase and aplite of the cobalt-silver area. *Can. Min. Inst. J.*, n.s. 95-106

1910

Diabase and granophyre of the Gowganda Lake District, Ontario. *J. Geol.*, 18-658-74

1911

- a. Silver in Thunder Bay District. In: 20th Report, Bureau of Mines, Ontario, pp. 119-32. Ottawa: Ontario Bureau of Mines.
- b. Notes on the the salt industry of Ontario. In: Report, Bureau of Mines, Ontario, pp. 247-58. Ottawa: Ontario Bureau of Mines

1912

- a. The binary system $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, (nephelite, carnegicite) - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (anorthite), Abstract of thesis submitted to the faculty of Massachusetts Institute of Technology in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, 15 pp.
- b. The coraposition of nephelite. *Am. J. Sci.* fourth series, 33:49-34.
- c. The order of crystalization in ignous rocks. *J. Geol.*, 20:457-68.
- d. The binary system: $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (nephelite, carnegicite) - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (anorthise). *Am. J. Sci.*, fourth series, 33:551-73.

1913

- a. The melting phenomena of the plagioclase feldspars. *Am. J. Sci.*, fourth series, 35:577-99. Also in: *Z. Anorg. Chem.*, 82:283-307.
- b. A geological reconnaissance of the Fraser River Valey from Lytton to Yancouver, British Columbia. *Geol. Surv. Can. Sum. Rep.*, n.s., pp. 108-114.
- c. The order of crystallization in igneous rocks *J. Geol.*, 21:399-401.

1914

- a. With Olaf Andersen. The binary system MgO-SiO_2 . *Am. J. Sci.*, fourth series, 37:487-500.

Also in: *Z. Anorg. Chem.*, 87:289-99

- b. The Ternary system: diopside-forsterite-silica. *Am. J. Sci.*, 38:207-65. Also in: *Z. Anorg. Chem.*, 90:1-66.

1915

- a. Crystallization-differentiation in silicate liquids. *Am. J. Sci.*, fourth series, 39:175-91.
- b. The crystallization of haplobasaltic, haplodioritic, and related magmas, *Am. J. Sci.*, 40:161-85. Also in: *Z. Anorg. Chem.*, 94:23-50.
- c. The later stages of the evolution of the ignous rocks. *J. Geol.*, 23 (suppl.): 1-89.

1917

- a. The sodium-potassium nephelites, *Am. J. Sci.*, 43:115-32.
- b. The problem of the anorthosites. *J. Geol.*, 25:209-43.
- c. Adirondack intrusive. *J. Geol.* 25:509-12.

1918

- a. The significance of glass-making processes to the petrologist. *J. Wash. Acad. Sci.*, 8:88-93.
- b. Crystals of barium disilicate in optical glass. *J. Wash Acad., Sci.*, 8:265-68.
- c. The identification of "stones" in glass. *J. Am. Ceram. Soc.*, 1:195-98

1919

- a. Devitrification of glass. *J. Am. Ceram. Soc.*, 2:261-78.
- b. Tridymite crystals in glass. *Am. Mineral.*, 4:65-66.
- c. Abnormal birefringence of torbernite, A., *J. Sci.* fourth series, 48:440-42.
- d. Cacoclasite from Wakefield, Quebec. *Am. J. Sci.* fourth series 48:440-42.
- e. Crystallization-Differentiation in igneous magmas. *J. Geol.*, 27:393-430.

1920

- a. Optical properties of anthopyllite. *J. Wash. Acad. Sci.*, 10:411-14.
- b. Ehellite, a new mineral *Am. Mineral.*, 5:1-2.
- c. Differentiation by deformation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 6:159-62.

1921

- a. Diffusion in silicate melts. *J. Geol.*, 29:295-317.

- b. Preliminary note on monticellite alnoite from isle cadieux, Quebec. *J. Wash. Acad. Sci.* 11:278-81.

1922

- a. Genetic features of alnoitic rocks from isle Cadieux, Quebec. *Am. J. Sci.*, 3:1-34.
- b. Two corrections to mineral data. *Am. Mineral.*, 7:64-66.
- c. The reaction principle in petrogenesis. *J. Geol.* 30:177-98.
- d. With G. W. Morey. The melting of potash feldspar. *Am. J. Sci.*, fifth series, 4:1-21.
- e. The behavior of inclusion in igneous magmas. *J. Geol.* 30:513-79.

1923

- a. The genesis of melilite. *J. Wash. Acad. Sci.*, 13:1-4.
- b. With M. Arousseau. Fusion of sedimentary rocks in drill-holes. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 34:431-48.

1924

- a. With J. W. Greig. The system: $Al_2O_3-3SiO_2$. *J. Am. Ceram. Soc.*, 7:238-54.
- b. With J. W. Greig and E. G. Zies. Mullite, a silicate of alumina. *J. Wash. Acad. Sci.* 14:183-91.
- c. The Fen area in Telemark, Norway. *Am. J. Sci.*, fifth series, 8:1-11:plates 1-111.
- d. With G. W. Morey. The binary system sodium metasilicate-silica. *J. Phys. Chem.* 28:1 167-79.

1925

- a. The mineralogical phase rule. *J. Wash. Acad. Sci.* 15:280-84.
- b. With J. W. Greig. The crystalline modifications of $NaAlSiO_3$. *Am. J. Sci.* 10:204-12.
- c. The amount of assimilation by the Sudbury norite sheet. *J. Geol.* 33:825-29.
- d. With G. W. Morey. The ternary system sodium metasilicate-calcium metasilica-silica. *J. Soc. Glass Technol.*, 9:226-64.

1926

- a. Concerning "Evidence of liquid immiscibility in a silicate magma, Agate Point, Ontario". *J. Geol.* 34:71-73.
- b. Properties of ammonium nitrate: I. A metastable inversion in ammonium nitrate; II. The system: ammonium nitrate-ammonium chloride; III. A note on the system: ammonium nitrate-ammonium sulphate. *J. Phys. Chem.* 30:721-37.
- d. With R. W. G. Wyckoff and J. W. Greig. The X-ray study of the thermal dissociation of dummortierite. *J. Wash. Acad. Sci.*, 16:178-89.
- e. The carbonate rocks of the Fen area in Norway. *Am. J. Sci.* 12:499-502. Also in: *Centrabl. Min. Geol. Abr. A.*, N.s. 241-45.

1927

- a. With G. W. Morey. The decomposition of glass by water at high temperature and pressure. *J. Soc. Glass Technol.*, 11 (trans.): 97:106.
- b. The origin of ultrabasic and related rocks. *Am. J. Sci.* fifth series, 14:59-108.

1928

- a. The evolution of the igneous Rocks. Princeton,

N.J. Princeton Univ. Press x + 334 pp. Reprinted with a new introduction by J. F. Schairer and a complete bibliography of the writings of N. L. Bowen, Dover Publications, Inc. New York (1956).

- b. Geological thermometry In: *The Laboratory Investigation of Ores*, ed. E. E. Fairbanks.

1929

- a. With J. F. Schairer. The system: leucite-diopside. *Am. J. Sci.*, fifth series, 18:301-12.
- b. With J. F. Schairer. The fusion relations of acmite. *Am. J. Sci.*, fifth series, 18:365-74.
- c. With F. F. Kracek and G. W. Money. The system potassium metasilicate-silica. *J. Phys. Chem.*, 33:1857-79.

1930

- a. General African volcanoes in 1929. *Trans. Am. Geophys.*
- b. With G. W. Morey and F. G. Kracek. The ternary system $K_2O-C_2O-SiO_2$ (with correction). *J. Soc. Glass Technol.*, 14:149-87.
- c. With J. F. Schairer and H. W. V. Willems. The ternary system: $Na_2SiO_3-Fe_2O_3-SiO_2$. *Am. J. Sci.*, fifth series, 20:405-55

1931

- a. With E. Posnjak. Magnesian amphibole from the dry melt: A correction. *Am. J. Sci.* fifth series, 22:193-202.
- b. With E. Posnjak, The role of water in melilite. *Am. J. Sci.* fifth series, 22:203-14.
- c. With G. W. Morey "Divitrite", (letter to editor). *Glass Ind.* June.

1932

- With J. F. Schairer. The system $FeO-SiO_2$. *Am. J. Sci.* fifth series, 24L:177-213.

1933

- a. Crystals of iron-rich pyroxene from a slag. *J. Wash. Acad. Sci.* 23:83-87.
- b. Vogtite, isomorphous with wollastonite. *J. Wash. Acad. Sci.*, 23:87-94.
- c. With J. F. Schairer and E. Posnjak. The system, $Ca_2SiO_3-Fe_2SiO_3$. *Am. J. Sci.*, fifth series

1934

- Viscosity data for silicate melts. *Trans. Am. Geophys. Union*, 15th annual Meeting, pp. 249-55.

1935

- a. With J. F. Schairer. The system $MgO-FeO-SiO_2$. *Am. J. Sci.*, fifth series, 29:151-217.
- b. The igneous rocks in the light of high-temperature research. *Sci. Mon.*, 40:487-503.
- c. With J. F. Schairer. Preliminary report on equilibrium-relations between feldspathoids, alkali-feldspars, and silica. *Trans. Am. Geophys. Union*, 16th annual Meeting, pp. 325-28.
- d. With J. F. Schairer. Grunerite from Rockport, Massachusetts, and a series of synthetic floor-amphiboles. *Am. Mineral.*, 20:543-51.
- e. "Ferrosillite" as a natural mineral. *Am. J. Sci.*, 30:481-94

1936

- a. With J. F. Schairer. The problem of the intrusion of

dunite in the light of the olivine diagram. XVI International Geological Congress, 1933, Report, pp. 391-96 Wash., D.C: International Geological Congress.

- b. With R. B. Ellestad. Nepheline contrasts. *Am. Mineral.* 21:363-68.
- c. With J. F. Schairer. The system, albite-fayalite. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 22:345-50.

1937

- a. Recent high-temperature research on silicates and its significance in igneous geology *Am. J. Sci.* fifth series, 33:1-21.
- b. A note on aenigmatite *Am. Mineral.* 22:139-40.
- c. With R. B. Ellestad. Leucite and Pseudoleucite. *Am. Mineral* 22:409-15.
- d. With F. C. Kracek and G. W. Morey. Equilibrium relations and factors influencing their determination in the system $K_2SiO_2-SiO_2$. *J. Phys. Chem.*, 41:183-93.

1938

- a. With J. F. Schairer Crystallization equilibrium in nepheline-albite-silica mixtures with fayalite. *J. Geol.* 46:397-411.
- b. Lavas of the African Rift Valleys and their tectonic setting *Am. J. Sci.* fifth series. 35-A: 19-33.
- c. With J. F. Schairer. The system, Leucite-diopside-silica *Am. J. Sci.* fifth series. 35-A: 289-309.
- d. *Mente et malleo atque catino* (Presidential address, 18th annual Meeting, Mineralogical Society of America). *Am. Mineral.*, 23:123-30.
- e. With N. M. Fenneman, T. W. Vaughan, and A. L. Day. A possible program of research in geology. Geological Society of America. Proceedings. pp. 143-55.

1939

Geology and chemistry Science, 89: 135-39

1940

- a. Progressive metamorphism of siliceous limestone and dolomite. *J. Geol.* 48:225-74.
- b. Geologic temperature recorders. *Sci. Mon.*, 51:5-14.

1941

- a. Certain singular points on crystallization curves of solid solutions. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 27:301-9.
- b. Physical control in adjustments of the earth's crust. In: *Shiftings of the Sea Floor and Coast Lines* (University of Pennsylvania Bicentennial Conference), pp. 1-6. Philadelphia: Univ. of Pennsylvania Press.

Oleh: Penny Oktaviani

Sumber:

- Eugster, H.P., books.nap.edu/html/biomems/nbowen.pdf.
- Wikipedia, the free encyclopedia.

1942

With J. F. Schairer. The binary system $CaSiO_2$ -diopside and the relations between $CaSiO_2$, and akermanite. *Am. J. Sci.* 240:725-42.

1943

Petrology and silicate technology *J. Am. Ceram. Soc.* 26:283-301

1945

Phase equilibria bearing on the origin and differentiation of alkaline rocks. *Am. J. Sci.* 243-A:75-89.

1947

- a. Magmas, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 58:263-80.
- b. With J. F. Schairer. Melting relations in the systems $Na_2O-Al_2O_3-SiO_2$ and $K_2O-Al_2O_3$. *Am. J. Sci.* 245:195-204.
- c. With J. F. Schairer. The system anorthite-leucite-silica. *Soc. Geol. Finl. Bull.* 20:67-87.

1948

- a. The Granite problem and the method of multiple prejudices. *Geol. Soc. Am. Mem.*, 28:79-90.
- b. Phase equilibria in silicate melts including those containing volatile constituents. Committee on Geophysical Sciences, Research and Development Board, Panel on Geology. 6 pp. Wash. D.C: U.S. Govt. Print. Off.

1949

With O. F. Tuttle. The system $MgO-SiO_2-H_2O$. *Geol. Soc. Am. Bull.* 60:489-511.

1950

- a. With O. F. Tuttle. The system $MgO-SiO_2-H_2O$. *Geol. Soc. Am. Bull.* 60:489-511
- b. With O. F. Tuttle High-temperature albite and contiguous feld spars. *J. Geol.* 58:372-83.
- c. The making of magmaticst. *Am. Mineral.* 35:651-58.

1954

Experiment as an aid to the understanding of the natural world. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia.* 106:1-12.

1955

With J. F. Schairer. The system $K_2O-Al_2O_3-SiO_3$. *Am. J. Sci.* 253:681-746.

1956

With J. F. Schairer. The system $Na_2O-Al_2O_3-SiO_3$. *Am. J. Sci.* 254:129-95.



Dinding tegak Formasi Ignimbrit, yang sedang ditambang oleh rakyat secara tradisional di Citarler - Tomohon



Jasperoid dalam cebakan emas Carlin Type di Pantai Ayah, Kebumen (Konservasi-PMG)

GALERI FOTO



Singkapan cebakan High Sulfidation di Motomboto, Kab.Suwawa, Prov Gorontalo.
(Koleksi : KPP Konservasi-PMG)



Berkubang lumpur mencari butiran kuning kemilau di Sungai Tahite, Bombana
(Konservasi)



Andesit – yang ditemukan di luar area Danau Tondano- Manado, diperkirakan merupakan hasil eksplosive dari danau tersebut



Butiran emas aluvial dari endapan alluvial tua di Tambang Yunus Andrian Sungai Musairo, Kecamatan Legare, Kabupaten Nabire, Provinsi Papua. (Koleksi : KK Konservasi, 2006)

GALERI FOTO



Metode Tambang Semprot pada penambangan emas koluvial di daerah Gunung Pani, Gorontalo (Konservasi-PMG)



Singkapan cebakan Low Sulfidation di Mopuya, Kab.Suwawa, Prov Gorontalo.
(Koleksi : KPP Konservasi-PMG)



Singkapan Batuan Mikro Diorit, telah teralterasi Prophyllit – phylic, dengan mineralisasi malachite, Azurit dan pyrite disseminated. Daerah K. Sanen, Jember, Jatim (Koleksi : KPP Konservasi-PMG)



Lubang-lubang bekas penambangan di Gunung Pani, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo. (Koleksi : KK Konservasi-PMG)

PEDOMAN PENULISAN
Makalah/karya tulis ilmiah
BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

ISI DAN KRITERIA UMUM

Naskah makalah/karya tulis ilmiah untuk publikasi di Buletin Sumber Daya Geologi dapat berupa artikel hasil penelitian, ulasan balik (*review*) dan ulasan/tinjauan (*feature*) tentang geologi baik sains maupun terapan terutama berkaitan dengan tugas pokok dan fungsi Institusi Pusat Sumber Daya Geologi. Naskah yang diajukan belum pernah dipublikasikan atau tidak sedang diajukan pada wadah publikasi lain.

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris sesuai kaidah masing-masing bahasa yang digunakan. Judul naskah ditulis dengan huruf capital di tengah atas halaman dan disetak tebal (**bold**). Naskah harus selalu dilengkapi dengan Sari dalam bahasa Indonesia dan Abstract dalam bahasa Inggris. Kata-kata bahasa asing yang tidak dapat dialihbahasa/disadur dicantumkan dalam bentuk asli dan ditulis dengan huruf miring (*italic font*).

FORMAT

Umum. Seluruh bagian dari naskah termasuk Sari, Abstract, judul tabel dan gambar, catatan kaki tabel, keterangan gambar dan daftar acuan diketik satu spasi pada electronic file dan dicetak dalam kertas HVS; menggunakan huruf Arial berukuran 11 (sebelas) point. Setiap lembar tulisan dalam naskah diberi nomor halaman dengan jumlah maksimum 15 halaman termasuk tabel dan gambar. Susunan naskah dibuat sebagai berikut :

Judul (Title). Pada halaman judul makalah/karya tulis dicantumkan nama setiap penulis dengan jumlah penulisan maksimum 5 (lima) orang, nama dan alamat institusi bagi masing-masing penulis; disaran dibuat catatan kaki yang berisi nomor telepon, faxsimile serta e-mail.

Sari dan Abstract. Berisi ringkasan pokok bahasan lengkap dari keseluruhan isi naskah tanpa harus memberikan keterangan terlalu rinci dan setiap bab, dengan jumlah maksimum 250 kata. Sari dicantumkan terlebih dahulu apabila naskah berbahasa Indonesia. sementara Abstract tercantum di bawah Sari, dan berlaku sebaliknya apabila naskah ditulis dalam bahasa Inggris. Disarankan disertai kata kunci/keyword yang ditulis di bawah Sari/Abstract, terdiri dari 4 (empat) hingga 6 (enam) kata. Abstract atau sari yang ditulis di bawah sari atau abstract menggunakan italic font.

Pendahuluan (Introduction). Bab ini dapat berisi latar belakang, maksud dan tujuan penyelidikan/penelitian, permasalahan, metodologi, lokasi dan kesempatan daerah serta materi yang diselidiki/diteliti dengan bab dan sub-bab tidak perlu menggunakan nomor. Bab berisi pernyataan yang mencukupi hingga sehingga pembaca dapat memahami dan mengevaluasi hasil penyelidikan/penelitian yang berkaitan dengan topik makalah/karya tulis

Hasil dan Analisis (Results and Analysis). Berisi hasil-hasil penyelidikan/penelitian yang disajikan dengan tulisan, tabel, grafik, gambar maupun foto; diberi nomor secara berurutan. Hindarkan penggunaan grafik secara berlebihan apabila dapat disajikan dengan tulisan secara singkat. Pencantuman foto atau gambar tidak berlebihan dan hanya mewakili hasil penemuan. Semua tabel, grafik gambar dan foto yang disajikan harus diacu dalam tulisan dengan keterangan yang jelas dan dapat dibaca. Font huruf/angka untuk keterangan tabel, gambar dan foto berukuran minimum 6 (enam) point.

Pembahasan atau Diskusi (Discussion). Berisi tentang interpretasi terhadap hasil penyelidikan/penelitian dan pembahasan yang terkait dengan hasil-hasil yang pernah dilaporkan.

Kesimpulan dan Saran (Conclusions and Recommendation). Berisi kesimpulan dan saran dari isi yang dikandung dalam makalah/karya tulis.

PEDOMAN PENULISAN

Ucapan Terima kasih (Acknowledgements). Dapat digunakan untuk menyebutkan sumber dana penyelidikan/penelitian dan untuk pernyataan penghargaan kepada institusi atau orang yang membantu dalam pelaksanaan penyelidikan/penelitian dan penulisan makalah/karya tulis.

Daftar Pustaka (References). Daftar Pustaka ditulis dengan menggunakan sistem nama tahun (Harvard), nama penuli/pengarang yang tercantum didahului oleh nama akhir (surename), disusun menurut abjad dan judul makalah/karya tulis dengan huruf miring (*italic font*).

Beberapa contoh penulisan daftar pustaka :

Jurnal

Harvey, R.D. dan Dillon, J.W. 1985. Maceral distribution in Illinois coals and their palaeoenvironmental implication. *International Journal of Coal Geology*, 5, h, 141-165.

Buku

Petters, W.C., 1987. *Exploration and Mining Geology*. John Willey & Sons, New York, 685 h.

Bab dalam Buku

Chen, C.H., 1970. Geology and geothermal power potential of the Tatun volcanic region. Di dalam : Barnes, H.L. (ed.), 1979. *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 2nd edition, John Wiley and Sons, New York, h.632-683.

Prosiding

Suwama. N. dan Suminto, 1999. Sedimentology and Hydrocarbon Potential of the Permian Mengkarang Formation. Southern Sumatera. *Proceedings Southeast Asian Coal Geology*, Bandung.

Skripsi/Tesis/Deisertasi

DAM, M.A.C., 1994. *The Late Quaternary evolution of The Bandung Basin, West Java, Indonesia*. Ph.D Thesis at Dept. of Quaternary Geology Faculty of Earth Science Vrije Universiteit Amsterdam. h.1-12.

Informasi dari Internet

Cantrell, C., 2006. *Sri Lanka's tsunami drive blossom : Local man's effort keeps on giving*. [Http://www.boston.com/news/local/articles/2006/01/26/sri_lankas_tsunami_](http://www.boston.com/news/local/articles/2006/01/26/sri_lankas_tsunami_)

[Drive_blossoms/\[26 Jan 2006\]](#)

WEWENANG REDAKSI

- x Redaksi berwenang penuh melakukan penyuntingan atas naskah yang akan dipublikasikan tanpa merubah dan mengurangi isi naskah.
- x Redaksi mempunyai hak dan wewenang penuh untuk menolak naskah dengan isi dan format yang tidak sesuai dengan pedoman penulisan Buletin Sumber Daya Geologi dan tidak berkewajiban untuk mengembalikan naskah tersebut.

PENGIRIMAN NASKAH

Penulis dimohon untuk mengirimkan 1 (satu) eksemplar naskah asli baik hard copy maupun soft copy kepada :

Sekretariat Buletin Sumber Daya Geologi
Sub Bidang Penyediaan Informasi Publik
Gedung Pusat Sumber Daya Geologi



LEMBAGA
ILMU PENGETAHUAN
INDONESIA



SERTIFIKAT

Nomor: 237/Akred-LIPI/P2MBI/05/2010

Akreditasi Majalah Berkala Ilmiah

Kutipan Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Nomor 451/D/2010 Tanggal 6 Mei 2010

Nama Majalah : Buletin Sumber Daya Geologi

ISSN : 1907-5367

Penerbit : Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi,
Kementerian ESDM

Ditetapkan sebagai Majalah Berkala Ilmiah

TERAKREDITASI B

Akreditasi sebagaimana tersebut di atas berlaku selama
2 (dua) tahun sejak ditetapkan

Cibinong, 6 Mei 2010

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Ketua Panitia Penilai Majalah berkala Ilmiah

Prof. Dr. Rochadi

↳ NIP 195007281978031001

Alamat Redaksi

Buletin Sumber Daya Geologi
Bagian Tata Usaha, Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi
Jalan Soekarno Hatta No. 444 Bandung 40254
Tel. (022) 522 6270, 520 2698, Fax: (022) 522 6263,
Website : <http://psdg.geologi.esdm.go.id/>
OJS: buletinsdg.geologi.esdm.go.id
Email: buletinpsdg@gmail.com

ISSN 1907-5367



9 771907 536770

eISSN 2580-1023



9 772580 102009