

buletin

SUMBER DAYA GEOLOGI

ISSN 1907-5367
eISSN 2580-1023

Volume 12 No. 3, November 2017



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Badan Geologi

Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi

Buletin Sumber Daya Geologi	Vol. 12	No. 3	Halaman 144 - 209	Bandung November 2017	Terakreditasi LIPI sebagai Majalah Ilmiah Nomor : 617/AU2/P2MI-LIPI/03/2015
--------------------------------	---------	-------	----------------------	--------------------------	--

KETERANGAN SAMPUL DEPAN

Tubuh batuan beku diabas, hasil ubahan lempung menjadi kaolin dan jasperoid (Chusni Ansori, dkk.)

Terakreditasi sebagai Majalah Berkala Ilmiah Nomor : 617/AU2/P2MI-LIPI/03/2015

Buletin Sumber Daya Geologi merupakan majalah berkala ilmiah terakreditasi LIPI bidang mineral, energi fosil, dan panas bumi yang berkaitan dengan kajian sumber daya. Majalah ini terbit tiga nomor dalam satu tahun pada bulan Mei, Agustus dan November.

DEWAN REDAKSI

Editor In Chief	Ir. Denni Widhiyatna, M.T
Managing Editor	Dra. Ella Dewi Laraswati Retno Rahmawati Lestari, S.Si Eko Suryanto, S.Kom Resmi Novianti, S.T Rijal Ahmad Taufik, S.T Ernawati, A.Md
Editorial Board	Joko Parwata, S.T., M.E Ir. Herry Rodiana Eddy, M.Si Ir. Prima Muharam Hilman, M.Sc Ir. Dwi Nugroho Sunuhadi Ir. Asep Suryana Ir. Sri Widodo Ir. Teuku Ishlah Ir. Bambang Pardiarto Dr. Siti Sumilah Rita Susilawati, S.T., M.Sc Ir. Rina Wahyuningsih Fatimah, S.T., M.Sc. Edi Suhanto, S.Si., M.T Novi Handono, S.H Indra Sukmayana, S.T
Peer-Reviewer	Dr. Ir. Dicky Muslim, M.Sc Ir. Sabtanto Joko Suprpto, M.T Dr. Ir. Susilohadi Prof. Ir. Mega Fatimah Rosana, M.Sc, Ph.D Prof. Dr. Ir. Binarko Santoso Dr. Adang Saputra, S.T., S.Si., M.Si Dr. Eng. Suryantini, S.T., M.Sc Euis Tintin Yuningsih, S.T., M.T., Ph.D Dr. Nana Suwarna

Alamat sekretariat dan pengiriman naskah

Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi
Bagian Tata Usaha
Jl. Soekarno Hatta No. 444 Bandung 40254
Telepon : (022) 520 2698, 522 6270
Fax : (022) 522 6270, 522 6263
Email : buletinsdg@gmail.com
OJS : buletinsdg.geologi.esdm.go.id

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberi kesempatan untuk menghadirkan Buletin Sumber Daya Geologi edisi ketiga di tahun 2017 sebagai edisi penutup di tahun ini. Buletin ini berisi lima artikel yang mengulas secara beragam hal-hal yang berhubungan dengan kebumiharian, dimulai oleh artikel tentang kajian geokimia terhadap batuan induk pada Formasi Cinambo, analisis stabilitas lereng pada suatu area timbunan di pertambangan terbuka batubara, penyusunan tata ruang berdasarkan potensi sumber daya mineral dan kebencanaan dan kajian potensi *Underground Coal Gasification* pada lapisan-lapisan batubara di Formasi Balikpapan, dan kajian standar conto sedimen sungai untuk analisis di laboratorium.

Artikel tentang kajian geokimia batuan induk pada Formasi Cinambo menghasilkan nilai potensi minyak bumi dan memberi petunjuk bahwa tidak ada korelasi positif antara rembesan minyak di Majalengka dengan batuan induk pada Formasi Cinambo.

Kajian tentang stabilitas lereng untuk area timbunan di suatu wilayah tambang terbuka batubara menghasilkan perhitungan ketebalan timbunan maksimal, sudut dan ketinggian lereng maksimal. Hal tersebut merupakan informasi yang bermanfaat dalam membuat desain penambangan secara terbuka.

Artikel lainnya mengulas tentang penyusunan tata ruang yang mempertimbangkan potensi pertambangan dibandingkan dengan ancaman kebencanaan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dihadirkan untuk menginformasikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pengambilan kebijakan tata ruang.

Artikel keempat berupa kajian tentang potensi *Underground Coal Gasification* pada beberapa lapisan batubara yang terdapat dalam Formasi Balikpapan sehingga diharapkan dapat mengoptimalkan potensi batubara tersebut.

Sedangkan artikel terakhir mengulas tentang standar conto sedimen sungai untuk dianalisis di laboratorium sehingga diperoleh standar yang dijadikan acuan untuk analisis conto sedimen sungai selanjutnya.

Dewan Redaksi menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para Penulis, Editor dan Mitra Bestari atas partisipasi aktif untuk menghadirkan edisi ini. Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada semua pihak yang berpartisipasi sehingga buletin ini dapat hadir untuk para pembaca.

Salam hangat

Dewan Redaksi

DAFTAR ISI

MAKALAH ILMIAH

- 144 - 153 **GEOKIMIA BATUAN INDUK HIDROKARBON FORMASI CINAMBO
DI DAERAH SUMEDANG, JAWA BARAT**
*GEOCHEMISTRY OF HYDROCARBON SOURCE ROCK OF THE CINAMBO FORMATION
IN THE SUMEDANG AREA, WEST JAVA*
Oleh : Praptisih
- 154 - 164 **ANALISIS STABILITAS LERENG AREA TIMBUNAN MENGGUNAKAN METODA
KESETIMBANGAN BATAS PADA TAMBANG TERBUKA BATUBARA
DAERAH PURWAJAYA, KECAMATAN LOA JANAN, KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA**
*SLOPE STABILITY ANALYSIS OF DISPOSAL AREA USING LIMIT EQUILIBRIUM METHOD
AT OPEN PIT COALMINING, PURWAJAYA AREA, LOA JANAN DISTRICT,
KUTAI KARTANEGARA REGENCY*
Oleh : Tati Andriani, Zufialdi Zakaria, Dicky Muslim, dan Agus Wiramsya Oscar
- 166 - 182 **POTENSI PERTAMBANGAN DAN ANCAMAN KEBENCANAAN
SEBAGAI DATA PENUNJANG PENYUSUNAN TATA RUANG WILAYAH
DI KECAMATAN WADASLINTANG, KABUPATEN WONOSOBO, PROVINSI JAWA TENGAH**
*MINING AND HAZARD POTENTIAL AS SUPPORTING DATA
FOR TERRITORIAL ARRANGEMENT AT WADASLINTANG DISTRICT,
WONOSOBO REGENCY, PROVINCE OF CENTRAL JAVA*
Oleh : Chusni Ansori, Puguh Dwi Raharjo, dan Fitriany Amalia Wardhani
- 184 - 192 **EVALUASI POTENSI BATUBARA UNTUK UNDERGROUND COAL GASIFICATION
PADA LUBANG BOR JWT-02, DAERAH AMPAH, KABUPATEN BARITO TIMUR,
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**
*EVALUATION OF COAL POTENCY FOR UNDERGROUND COAL GASIFICATION
AT BOREHOLE JWT-02, AMPAH AREA, EAST BARITO REGENCY,
CENTRAL KALIMANTAN PROVINCE*
Oleh : Eska P. Dwitama, M. Rizki Ramdhani, Fajar Firmansyah, dan Wawang S. Purnomo
- 194 - 209 **PEMBUATAN BAHAN ACUAN BAKU UNTUK ANALISIS CONTO SEDIMEN SUNGAI AKTIF**
*THE ESTABLISHMENT OF ANALYSIS STANDARD REFERENCE MATERIAL
FOR STREAM SEDIMENT SAMPLE*
Oleh : Dedeh Dinarsih dan Herry Rodiana Eddy

ABSTRAK MAKALAH

Oleh : Redaksi

GALERI FOTO

Oleh : Eko Suryanto, S.Kom

PEDOMAN PENULISAN KARYA ILMIAH

Oleh : Redaksi

**GEOKIMIA BATUAN INDUK HIDROKARBON FORMASI CINAMBO
DI DAERAH SUMEDANG, JAWA BARAT****GEOCHEMISTRY OF HYDROCARBON SOURCE ROCK OF THE CINAMBO FORMATION
IN THE SUMEDANG AREA, WEST JAVA****Praptisih**Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Bandung
praptie3103@yahoo.com**ABSTRAK**

Penelitian geokimia batulempung telah dilakukan pada Formasi Cinambo di wilayah Kabupaten Sumedang, dengan tujuan untuk mengetahui karakter batuan induk dan *biomarker* ekstrak batuan serta hubungannya dengan rembesan minyak di daerah Majalengka. Metode yang dilakukan adalah penelitian lapangan dan analisis laboratorium yang meliputi analisis *Total Organic Carbon* (TOC), pirolisis *Rock Eval* dan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS). Penelitian lapangan meliputi pengamatan litostratigrafi Formasi Cinambo pada Sungai Cinambo dan Cisaar serta pengambilan percontoh untuk analisis laboratorium. Hasil analisis dari 16 percontoh batulempung Formasi Cinambo menunjukkan nilai TOC 0,32-1,47% yang berpotensi rendah hingga baik untuk membentuk hidrokarbon. Material organik di daerah penelitian termasuk dalam kerogen tipe III, berdasarkan diagram TOC vs *Hydrogen Index* (HI). Tingkat kematangan 4 percontoh mengindikasikan kondisi belum matang (*immature*), 6 percontoh termasuk matang dan 6 percontoh lainnya tidak terdeteksi. Berdasarkan nilai HI, yaitu 2-90, dapat menghasilkan gas dengan kuantitas kecil. Hasil *biomarker* ekstrak batuan Formasi Cinambo menunjukkan tidak ada korelasi positif dengan rembesan minyak di daerah Majalengka.

Kata kunci: geokimia, batuan induk, hidrokarbon, biomarker, Formasi Cinambo

ABSTRACT

Research on geochemical characteristics of the Cinambo Formation claystone was carried out in the Sumedang area. The purpose of this research is to understand the character of hydrocarbon source rock and biomarker of rock extract samples in association with oil seepage in the Majalengka area. Methods are field and laboratory research, including Total Organic Carbon (TOC) analysis, Rock Eval Pyrolysis and Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS). The field research includes lithostratigraphy of the Cinambo Formation in the Cinambo and Cisaar Rivers, collecting rock samples for laboratory analyses purposes. The results of 16 samples of claystone from the Cinambo Formation show TOC value about 0.32-1.47%, which has a low potential to well form hydrocarbons. Organic materials in the studied area include type III kerogen based on TOC vs Hydrogen Index (HI) diagrams. The maturity level of 4 samples is immature, 6 samples are mature and 6 more are undetected. Based on HI value that is 2-90, this can produce gas with small quantity. The results of biomarker of rock extract of the Cinambo Formation indicate no positive correlation with oil seepage in the Majalengka area.

Keywords: geochemistry, source rock, hydrocarbon, biomarker, Cinambo Formation

PENDAHULUAN

Dijumpainya rembesan minyak bumi di daerah Sukamurni, wilayah Kabupaten Majalengka mengindikasikan bahwa terdapat batuan induk yang dapat menggenerasi minyak bumi. Rembesan minyak tersebut muncul pada endapan vulkanik muda. Permasalahannya adalah batuan induk mana yang menjadi asal rembesan minyak tersebut. Secara stratigrafi kedudukan batuan induk berada di bawah batuan vulkanik muda (Praptisih, 2016). Berdasarkan dugaan sementara, batuan induk tersebut adalah batuan yang termasuk dalam Formasi Cinambo yang secara stratigrafi kedudukannya lebih tua dari batuan vulkanik. Formasi Cinambo di daerah Sumedang tersingkap baik dan merupakan lokasi tipe dari Formasi Cinambo yang berjarak sekitar 5 km dengan rembesan minyak di Majalengka. Untuk itu dilakukan penelitian yang bertujuan mengetahui karakter geokimia batuan induk dan *biomarker* ekstrak batuan di daerah Sumedang serta hubungannya dengan rembesan minyak bumi di daerah Majalengka. Penelitian karakteristik geokimia batulempung dilakukan pada Formasi Cinambo di lintasan Sungai Cinambo dan Sungai Cisaar di daerah Sumedang. Penelitian geokimia rembesan minyak bumi telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu diantaranya Hidayat dan Fatimah, 2007; Subroto dkk, 2007; Pramono, W. dan Amijaya, H., 2008; Praptisih, 2016; Praptisih dan Kamtono, 2016; Panggabean & Heryanto, 2009.

METODOLOGI

Penelitian ini dimulai dengan penelusuran pustaka yang berkaitan dengan cekungan sedimen yang telah terbukti mengandung hidrokarbon. Selanjutnya pengamatan litostratigrafi di lapangan dan pengambilan percontoh batuan untuk analisis laboratorium. Penelitian di laboratorium meliputi analisis geokimia batulempung yang diambil pada Formasi Cinambo di daerah Sumedang. Analisis geokimia yang dilakukan adalah kandungan TOC (*Total*

Organic Carbon), pirolisis *rock eval* dan GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) ekstrak batuan.

GEOLOGI

Daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi lembar Arjowinangun berskala 1:100.000 yang telah dipetakan oleh Djuri, (1995). Stratigrafinya disusun berdasarkan urutan dari tua ke muda, yaitu Formasi Cinambo, Formasi Halang, Subang, Formasi Kaliwungu dan Formasi Citalang yang ditutupi oleh endapan vulkanik Plistosen (Satuan Breksi terlipat) dan endapan batuan gunung api Kuartar Formasi Cinambo Anggota Batupasir disusun oleh batupasir grewake, batupasir gampingan, tufa, batulempung dan batulanau. Formasi Cinambo Anggota Serpih disusun oleh batulempung dengan selingan batupasir, batupasir gampingan dan batupasir tufaan. Formasi Halang anggota bawah disusun oleh breksi gunungapi andesitis dan basaltis, tufa, batulempung konglomerat. Formasi Halang anggota atas disusun oleh batupasir tufa, batulempung konglomerat. Formasi Subang disusun oleh batulempung mengandung lapisan batugamping, abu-abu tua. Formasi Kaliwungu disusun oleh batulempung dengan sisipan batupasir tufaan, konglomerat, kadang kala dijumpai batupasir gampingan dan batugamping. Formasi Citalang disusun oleh batupasir tufaan, coklat muda, batulempung tufaan, konglomerat, kadang dijumpai batupasir tufaan. Batuan vulkanik breksi terlipat disusun oleh breksi vulkanik dengan fragmen berkomposisi andesitis, breksi tufaan, batulempung tufaan dan grewake. Endapan gunung api Kuartar terdiri dari breksi lava, lahar dan tufa.

Kemungkinan Formasi Subang juga bisa diduga sebagai batuan induk, tetapi pada penelitian ini fokus pada Formasi Cinambo karena diambil Formasi yang berumur paling tua dan memenuhi syarat sebagai batuan induk, yaitu batuan yang berbutir halus dan berwarna gelap yaitu batulempung pada Formasi Cinambo.

Struktur yang berkembang di daerah ini berupa lipatan dan sesar. Struktur Lipatan terdiri dari sinklin dan antiklin yang melibatkan batuan-batuan berumur Miosen dengan sumbu lipatan berarah baratlaut-tenggara yang dipotong oleh sesar mendatar utara baratlaut-selatan tenggara (Gambar 1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Sebanyak 16 percontoh batulempung Formasi Cinambo pada lintasan Sungai Cinambo (3 percontoh) dan Sungai Cisaar (13 percontoh) di daerah Sumedang dianalisis TOC dan pirolisis *rock eval* (Gambar 2) dan hasilnya tersaji pada Tabel 1. Untuk analisis GCMS terhadap ekstrak batuan dilakukan pada 2 percontoh batulempung Formasi Cinambo dari lintasan Sungai Cinambo (1 percontoh) dan Sungai Cisaar (1 percontoh) (Gambar 2).

PEMBAHASAN

Tipe dan kualitas material organik

Batuan induk Formasi Cinambo di daerah Sumedang mempunyai nilai TOC 0,32-1,47%, dan berpotensi rendah hingga baik dalam membentuk hidrokarbon (Douglas W. Waples, 1985). Nilai HI di daerah penelitian berkisar antara 2-90 mg HC/g. Nilai TOC nya termasuk relatif rendah dan batuan induk ini diperkirakan mempunyai potensi membentuk gas (Douglas W. Waples, 1985). Faktor penting yang mempengaruhi kapasitas batuan induk

untuk menggenerasi minyak bumi adalah banyaknya hidrogen dalam kerogen (Hunt, 1979). Klasifikasi berdasarkan HI (Baskin, 1997) adalah sebagai berikut :

- 1) <100 mgHC/g TOC *gas prone*,
- 2) 100 - 200 mgHC/g TOC *gas* dan *oil prone*, dan
- 3) >300 mgHC/g TOC *oil prone*.

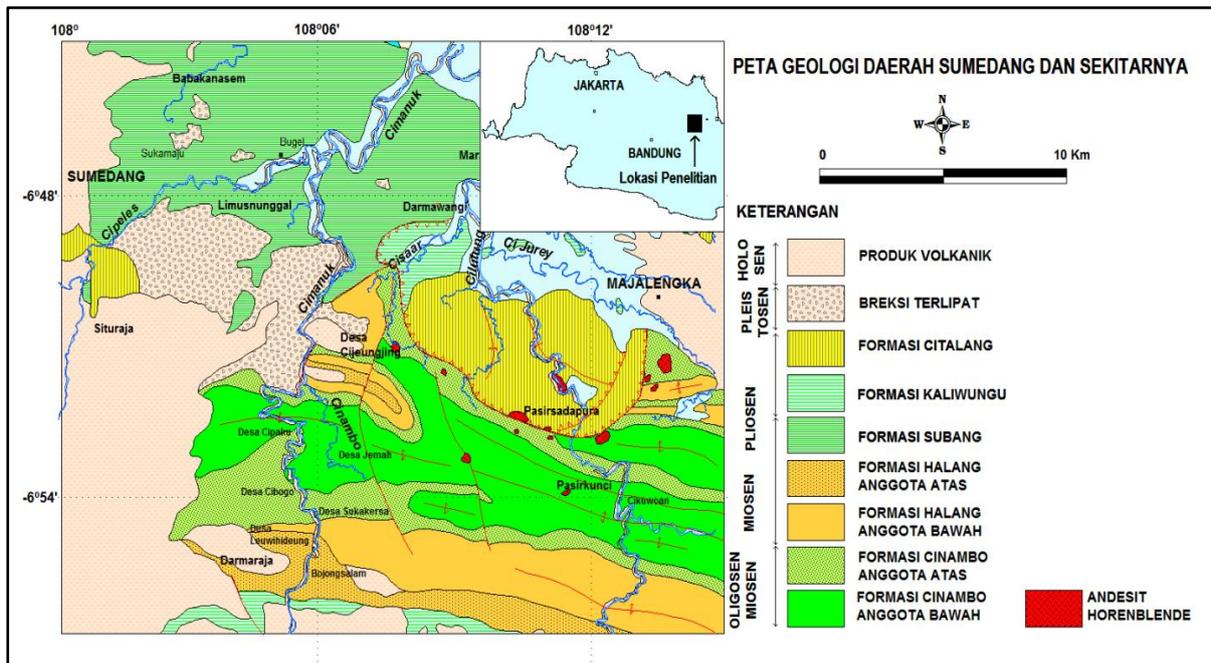
Daerah penelitian termasuk dalam kelompok *gas prone* berdasarkan klasifikasi Baskin, (1997). Hasil plot 9 percontoh di daerah penelitian pada diagram HI vs T max (Gambar 3), menunjukkan bahwa material organik percontoh tersebut termasuk kerogen tipe III, mengacu pada Mukhopadhyay, dkk, (1995).

Tingkat Kematangan

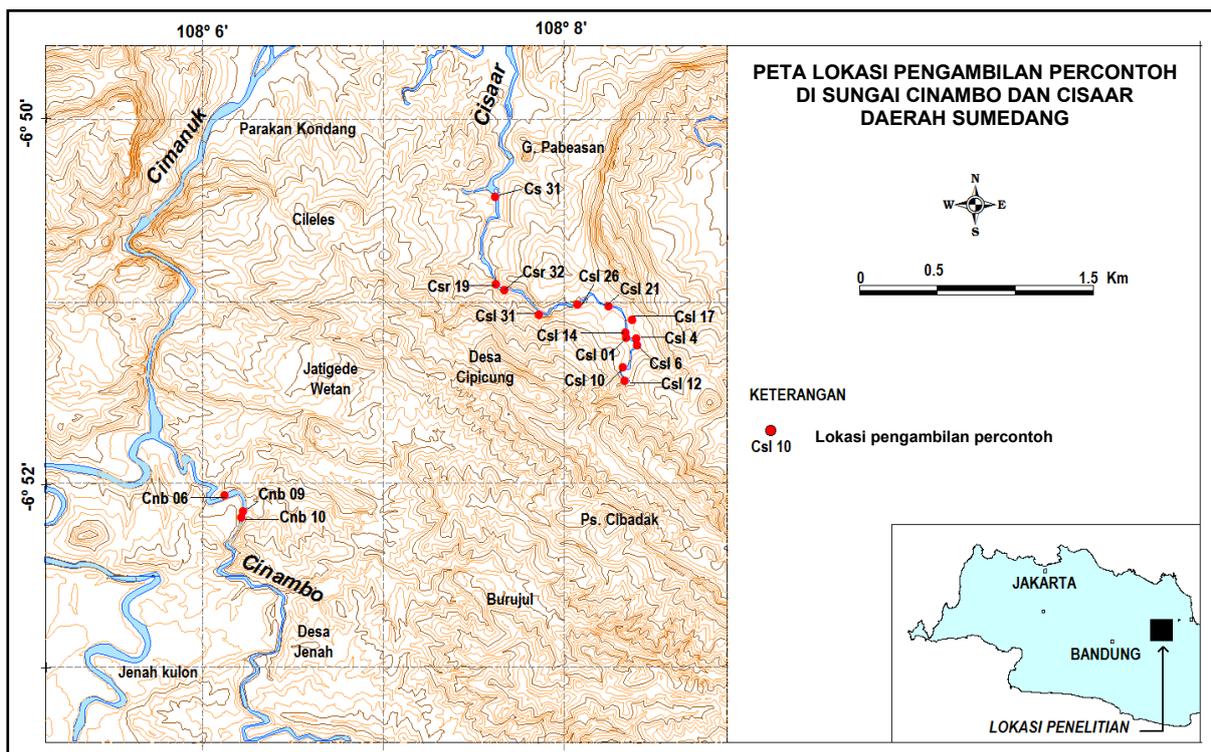
Kematangan material organik berdasarkan nilai T max yang berkisar antara 391-446°C (Tabel 1), sebanyak 5 percontoh dalam kondisi belum matang, 6 percontoh tidak terdeteksi T max-nya dan 5 percontoh lainnya termasuk matang dengan nilai T max berkisar 437-446°C.

Kekayaan material Organik

Diagram kandungan hidrokarbon (PY) vs TOC (Gambar 4) menunjukkan bahwa 7 percontoh dari Formasi Cinambo di daerah penelitian termasuk kategori miskin dengan kandungan Hidrokarbon (PY) berkisar antara 0,06-1,57 kg/ton dan kisaran kandungan karbon (TOC) 0,43-1,47% dari 7 percontoh batuan yang dianalisis dan diplot dalam diagram PY vs TOC (Gambar 4), menempati daerah *gas prone* (Rad, 1984).



Gambar 1. Peta Geologi daerah Sumedang dan sekitarnya (Djuri, 1995)



Gambar 2. Peta lokasi pengambilan percontoh batulempung Formasi Cinambo di daerah penelitian

Tabel 1. TOC dan pirolisis *rock eval* daerah Sumedang

No	Percontoh	Litologi	TOC (%)	Mg/g				PI	Tmax (°C)	HI	OI
				S1	S2	S3	PY				
1	CNB 6	Batulempung	1,03	0,03	0,53	0,06	0,56	0,05	430	51	6
2	CNB 9	Batulempung	0,58	0,02	0,23	0,06	0,25	0,08	423	40	10
3	CNB 10	Batulempung	0,47	0,01	0,01	0,12	0,02	0,50	429	2	26
4	CSL 31	Batulempung	0,45	0,02	0,00	0,05	0,02	1,00	-	0	11
5	CSR 19	Batulempung	0,55	0,05	0,00	0,07	0,05	1,00	-	0	13
6	CSR 32	Batulempung	0,46	0,02	0,02	0,06	0,04	0,50	391	4	13
7	CSL 1	Batulempung	1,19	0,23	0,87	0,21	1,10	0,21	444	73	18
8	CSL 4	Batulempung	1,14	0,29	0,76	0,20	1,05	0,28	446	67	18
9	CSL 6	Batulempung	1,30	0,33	1,16	0,03	1,49	0,22	445	89	2
10	CSL 10	Batulempung	0,43	0,06	0,00	0,03	0,06	1,00	-	0	7
11	CSL 12	Batulempung	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0	0
12	CSL 14	Batulempung	1,47	0,25	1,32	0,30	1,57	0,16	446	90	20
13	CSL 17	Batulempung	0,67	0,03	0,00	0,05	0,03	1,00	-	0	7
14	CSL 21	Batulempung	0,68	0,12	0,38	0,09	0,50	0,24	437	56	13
15	CSL 26	Batulempung	0,42	0,02	0,00	0,04	0,02	1,00	-	0	9
16	CSL 31	Batulempung	0,82	0,03	0,06	0,04	0,09	0,33	434	7	5

Keterangan:

S₁= Hidrokarbon bebas

Indek Produksi=Rasio Transformasi=S₁/(S₁+S₂)

Pirolisis menggunakan alat Rock Eval II,

TOC menggunakan alat LECO

S₂=Hidrokarbon pirolisis

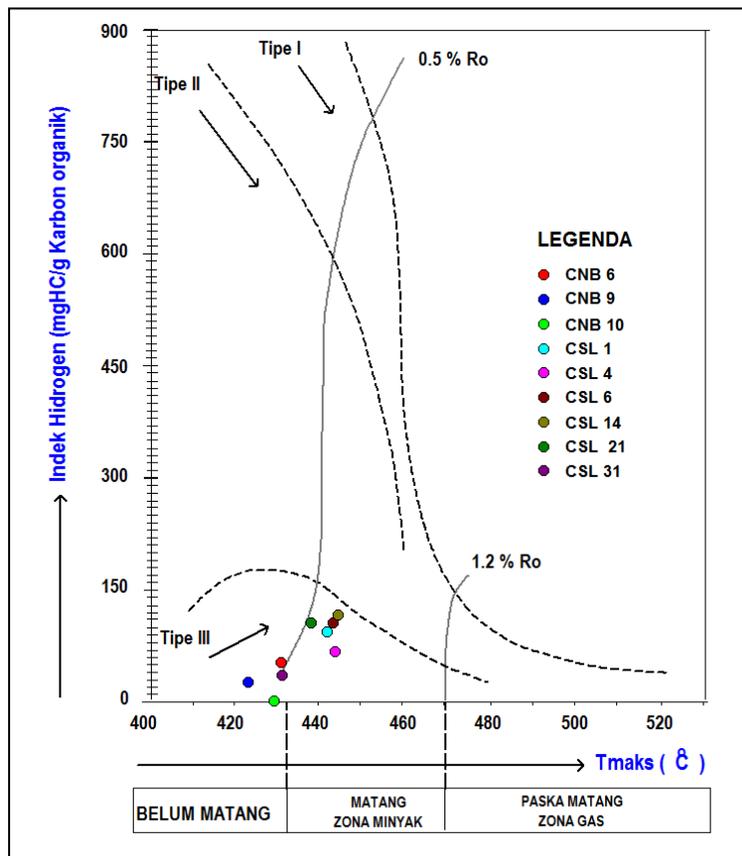
T maks =Temperatur maksimum

Indek Hidrogen=(S₂/TOC)x100

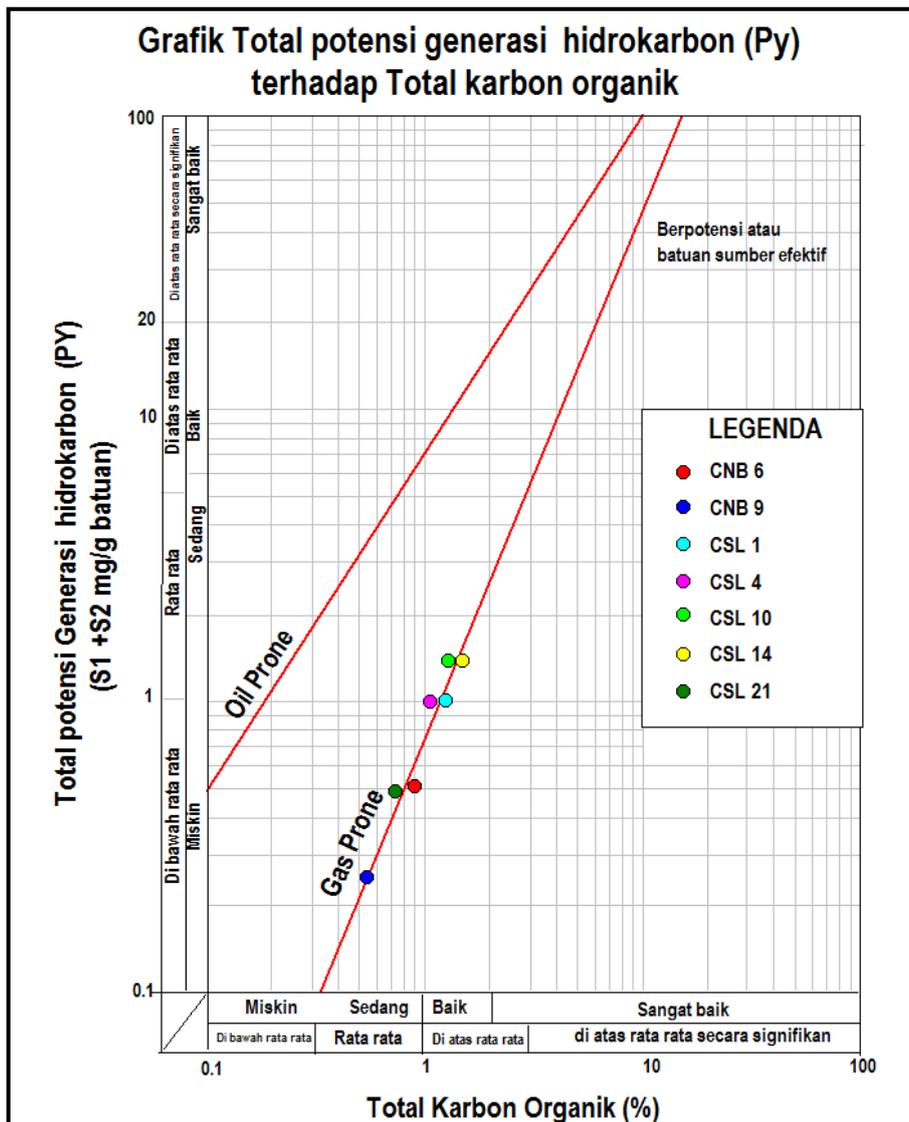
S₃= CO₂ organik

Indek Oksigen=(S₃/

TOC)x100



Gambar 3. Diagram percontoh Formasi Cinambo pada diagram T_{max} terhadap indeks hidrogen yang memperlihatkan tipe kerogen dan tingkat kematangan (Mukhopadhyay, dkk. ,1995)



Gambar 4. Diagram percontoh Formasi Cinambo pada diagram Total Potensial generasi Hidrokarbon terhadap Total Karbon Organik (TOC) terhadap Total Generation Potential (PY) (Rad, 1984)

Analisis GCMS

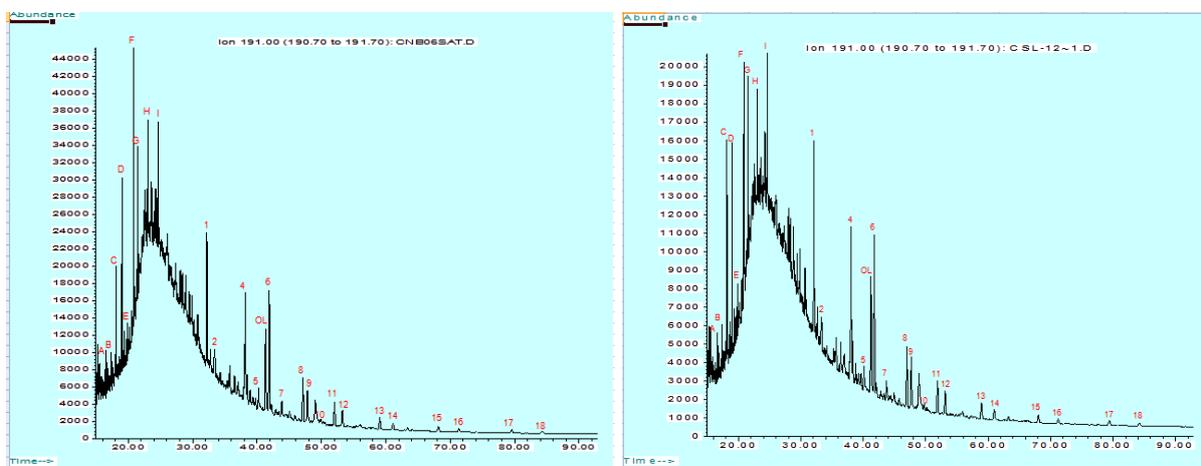
Analisis GCMS pada ekstrak batuan Formasi Cinambo daerah Sumedang diambil dari Sungai Cinambo, yaitu percontoh CNB 06 dan Sungai Cisaar, yaitu percontoh CSL 12. Analisis tersebut dilakukan bersamaan dengan analisis TOC dan *pirolisis rock eval. M/Z 191* (Gambar 5A) menunjukkan bahwa ekstrak batuan mempunyai distribusi terpana trisiklik dan tetrasiklik yang jumlah atom karbonnya berkisar dari C19 sampai C26 (Senyawa A-I pada m/z 191). Jumlah C23 (Puncak “F”)

senyawa trisiklik relatif lebih tinggi dibanding senyawa C19 dan C20 (Puncak “A-C”), merupakan suatu indikasi fasies yang sumbernya berasal dari material alga (ganggang) (Price, et.al, 1987). Fragmentogram Massa dari *biomarker* Sterana (m/z 217) (Gambar 5B) menunjukkan distribusi normal memperlihatkan sterana C27 sterana (54,32-55,83) mempunyai proporsi yang lebih besar dari C29 sterana (25,48-26,57), merupakan bukti kuat bahwa material organikya berasal dari alga (ganggang).

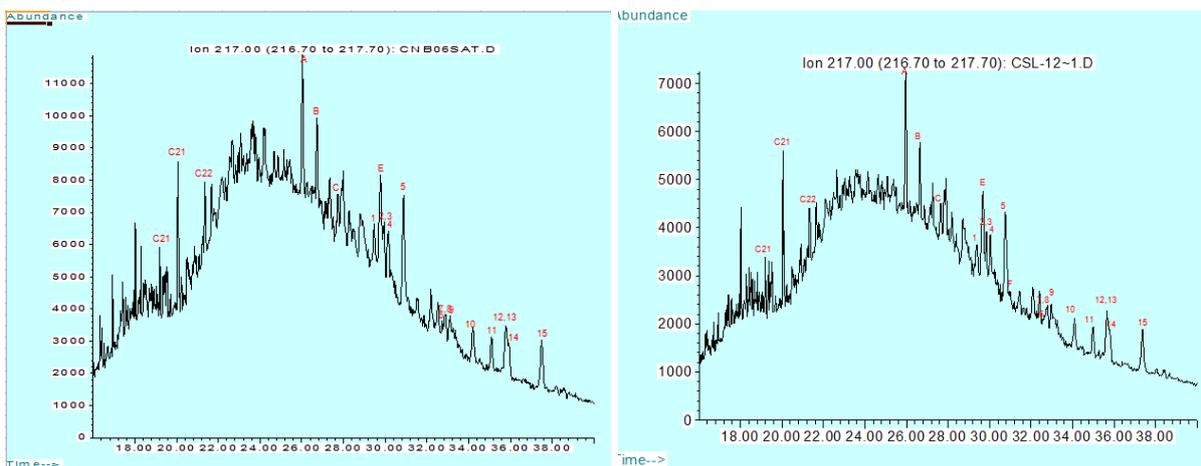
Dari perhitungan persentase luas jumlah karbon tersebut dan diplot ke diagram segitiga Huang dan Meinschein's, 1979 (Waples dan Machihara, 1991) (Gambar 6) diperkirakan diendapkan pada lingkungan laut terbuka atau danau dalam (*open marine or deep lacustrine*).

Tingkat kematangan dilihat dari perhitungan rasio TM/Ts 0,16-0,18 menunjukkan *biomarker* matang. Rasio

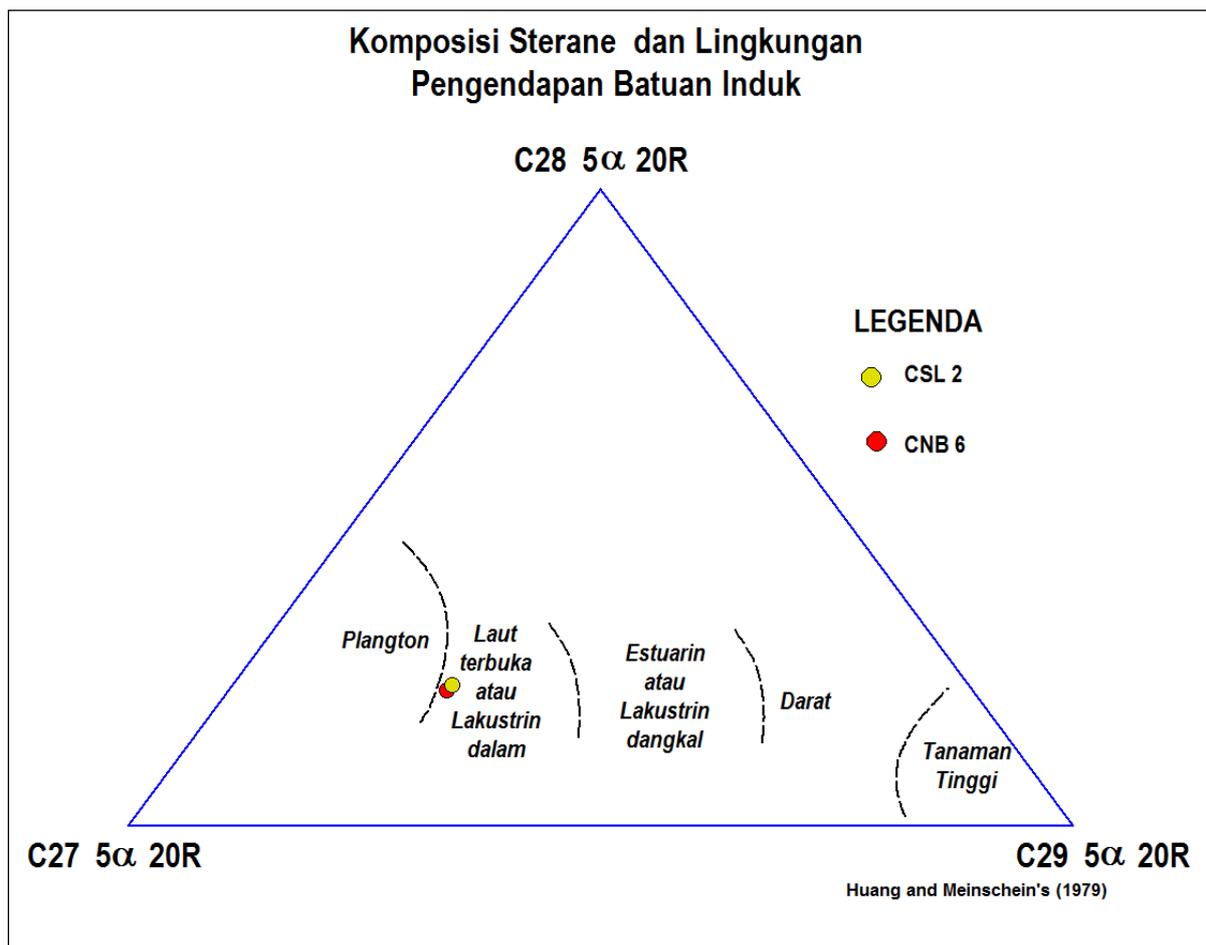
22S/22R pada C31H dan C32H diperoleh harga 1,19-1,40 dan 1,37-1,44. Proporsi 22R, 22S menunjukkan *biomarker* hampir matang dan matang. Dari data GCMS untuk fraksi aromatik, yaitu Indeks metilfenantrena (MPI-1 = 0,32-1,09) dihitung dari distribusi fenantrena (m/z178) dan metilfenantrena (m/z192) menunjukkan bahwa percontoh ekstrak batuan tergenerasi pada tingkat kematangan hampir matang dan matang.



Gambar 5A. Diagram Fragmentogram Massa dari biomarker Steranana (m/z 191) pada Formasi Cinambo daerah Sumedang



Gambar 5B. Diagram Fragmentogram Massa dari biomarker Steranana (m/z 217) pada Formasi Cinambo daerah Sumedang



Gambar 6. Diagram Komposisi sterana dan lingkungan pengendapan batuan induk rembesan minyak di daerah penelitian versi D.W. Waples & Machihara, (1991)

Korelasi batuan induk dengan rembesan minyak

Untuk mengetahui korelasi antara batuan induk Formasi Cinambo di wilayah daerah Sumedang dan rembesan minyak Majalengka dilakukan analisis GCMS pada rembesan minyak daerah Majalengka (Praptisih dan Kamtono, 2016) dan 2 percontoh ekstrak batuan dari Formasi Cinambo daerah Sumedang. Hasil analisis GCMS menunjukkan tidak adanya korelasi positif antara batuan induk Formasi Cinambo dengan rembesan minyak di daerah Majalengka. Hal ini ditunjukkan oleh perbedaan asal material organik, yaitu pada rembesan minyak Majalengka berasal dari material darat (Praptisih dan Kamtono, 2016), sedangkan percontoh batuan induk Formasi Cinambo berasal dari material ganggang. Perbedaan yang lain ditunjukkan oleh lingkungan pengendapan

asal material organik untuk rembesan minyak berasal dari material yang diendapkan pada lingkungan estuarin atau lakustrin dangkal, sedangkan pada percontoh batuan induk Sumedang berasal dari material yang diendapkan pada laut terbuka atau lakustrin dalam.

KESIMPULAN

Percontoh batuan induk Formasi Cinambo dari daerah Sumedang dengan nilai TOC 0,32-1,47% berpotensi rendah hingga baik membentuk hidrokarbon. Material organiknya termasuk kerogen tipe III, tingkat kematangan belum matang hingga matang. Nilai HI sebesar 2-90 mgHC/g TOC dapat menghasilkan gas dengan kuantitas kecil dan termasuk dalam gas *prone*. Berdasarkan percontoh yang dianalisis, batuan induk Formasi Cinambo material organiknya berasal dari material

ganggang dan diendapkan pada laut terbuka atau danau dalam. Batuan induk Formasi Cinambo di daerah Sumedang tidak mempunyai korelasi positif dengan rembesan minyak di daerah Majalengka.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan selesainya makalah ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI dan Pejabat Pembuat Komitmen yang telah memberikan kesempatan melakukan penelitian di daerah Sumedang. Ucapan terima kasih ditujukan kepada Sdr. Djoko Trisuksmono dan Sdr. Adde Tatang yang telah membantu dalam pengambilan data di lapangan. Terima kasih juga pada rekan-rekan peneliti atas diskusinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Baskin, D. K. (1997). Atomic H/C Ratio of Kerogen as a an Estimate of Thermal Maturity and Organic Matter Conversion. *American Association of Petroleum Geologist Bull*, 81, 1437–1450.
- Djuri, M. (1995). *Peta Geologi Lembar Arjowinangun, Jawa, skala 1: 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.*
- Hidayat, R. dan F. (2007). Inventarisasi Kandungan Minyak dalam Batuan Daerah Kedungjati, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah. In *Prosiding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan Pusat Sumberdaya Geologi* (p. 13 h).
- Hunt, J. M. (1979). Petroleum geochemistry and geology. *A Series of Books in Geology*, (DI), 617. [https://doi.org/10.1016/S0009-2541\(96\)00131-3](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(96)00131-3)
- Mukhopadhyay, P. K., Wade J. A, Gruge, M. A. (1995). Organic facies and maturation of Jurassic/Cretaceous rock, and possible oil-source rock correlation based on pirolisis of asphaltenes, Scotian Basin Canada. *Org. Geochem*, vol.22, no, 43–55.
- Panggabean, H., & Heryanto, R. (2009). An appraisal for the petroleum source rocks on oil seep and rock samples of the Tertiary Seblat and Lemau Formations, Bengkulu Basin. *Indonesian Journal on Geoscience*, 4(1), 43–55. Retrieved from <http://ijog.bgl.esdm.go.id>.
- Pramono, W. dan Amijaya, H. (n.d.). Karakteristik geokimia rembesan minyak bumi di daerah Bantal, Kecamatan Bancak, Semarang, Jawa Tengah. In *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan IAGI ke 37, Bandung.*
- Praptisih. (2016). Karakteristik batuan induk hidrokarbon dan hubungannya dengan rembesan minyak di lapangan Cipluk, Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah. *Buletin Sumberdaya Geologi Dan Mineral*, 11, 27–40.
- Praptisih dan Kamtono. (2016). *Potensi Batuan Induk Hidrokarbon pada Formasi Cinambo di Daerah Majalengka, Jawa Barat in the Majalengka Area, West Java* (Vol. 17).
- Price, P. L., O'Sullivan, T. and Alexander, R. (1987). The nature and occurrence of oil in Seram, Indonesia. In *Proceeding of the Indonesian Petroleum Association. Sixteenth Annual Convention, Indonesian Petroleum Association, Jakarta, Indonesia.* (pp. 141–73).

Rad, F. K. (1984). Quick Look Source Rock Evaluation by Pyrolysis Technique, 2(Volume 2), 1984.

Waples, D. W. (1985). *Geochemistry in petroleum exploration*. D. Reidel Publishing Company.
<https://doi.org/10.1007/978-94-009-5436-6>.

Waples, D. W., & , Machihara, T. (1991). Biomarkers for geologists. A practical guide to the application of steranes and triterpanes in petroleum geology. *AAPG Methods in Exploration*, 9(9), 91. Retrieved from <http://search.datapages.com/data/specpubs/me9.htm>.

Diterima	: 30 Agustus 2017
Direvisi	: 06 September 2017
Disetujui	: 29 November 2017

**ANALISIS STABILITAS LERENG AREA TIMBUNAN MENGGUNAKAN METODA
KESETIMBANGAN BATAS PADA TAMBANG TERBUKA BATUBARA
DAERAH PURWAJAYA, KECAMATAN LOA JANAN,
KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA**

***SLOPE STABILITY ANALYSIS OF DISPOSAL AREA USING LIMIT EQUILIBRIUM
METHOD AT OPEN PIT COALMINING, PURWAJAYA AREA, LOA JANAN DISTRICT,
KUTAI KARTANEGARA REGENCY***

Tati Andriani¹, Zufaldi Zakaria², Dicky Muslim², dan Agus Wiramsya Oscar²

¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Sumedang

²Pasca Sarjana Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Bandung
tatiandriani@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu prinsip pada penambangan terbuka (*open pit mine*) batubara adalah menggali tanah atau batuan penutup (*overburden*) untuk mendapatkan batubara, sehingga dibutuhkan tempat penimbunan untuk menampung *overburden*, yang disebut sebagai *disposal area*. Salah satu permasalahan pada *disposal area* adalah kondisi lereng yang tidak stabil sehingga terjadinya longsoran-longsoran yang dapat mengganggu jalannya operasi tambang seperti terhambatnya alat berat pengangkut material tambang. Agar *disposal area* tetap berada dalam kondisi stabil maka perlu adanya kajian geoteknik yang membahas mengenai kestabilan lereng, sehingga operasi tambang dapat berjalan dengan baik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kestabilan lereng *disposal area* pada tambang batubara di Purwajaya, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara. Penelitian dilakukan dengan pengambilan data lapangan berupa geometri lereng serta karakteristik material pada *disposal area*. Kemudian dilakukan simulasi lereng untuk mendapat nilai FS (*Safety-Factor*) yang diperkirakan masih aman menggunakan metode kesetimbangan batas dengan bantuan aplikasi Slide Versi 6. Ketebalan timbunan saat ini sudah mencapai 20 meter, dengan sudut lereng keseluruhan adalah 9°. Hasil perhitungan nilai FS dari tiga sayatan menunjukkan, bahwa *disposal area* berada dalam kondisi belum aman dengan nilai FS pada setiap sayatan adalah 1,108; 1,21 dan 1,756. Parameter nilai FS yang dianggap aman adalah lebih besar dari 1,25. Untuk mendapatkan nilai FS optimum hasil dari simulasi untuk lereng keseluruhan, maka geometri lereng yang disarankan adalah tebal timbunan maksimum 20 meter dan sudut lereng optimal 9°, dengan dibuat undakan-undakan tinggi 7 meter dan sudut 30° pada lereng. Hasil simulasi ini memiliki nilai FS 1,301 pada kondisi jenuh.

Kata kunci: Kestabilan lereng, *disposal area*, Purwajaya, *Safety factor*

ABSTRACT

One of the fundamental frameworks of open pit coal mining is carving out the overburden rock to reveal the coal bands, thus it needs a dumping area to dispose the overburden rocks. In disposal area, one of the problem is slope instability. It causes land failure and can endanger the workers and work flow in the mine area (e.g. hauling road can be blocked by falling material and cut the access of dumping truck loading the coal). Geotechnical approach will be needed to ensure the safety of mine area, no disruption in workflow and prevent such failure in the disposal's slope. This study aim to know slope stability of disposal area. The study conducted in a coalmine located at Purwajaya Area, Loa Janan District, Kutai Kartanegara Regency, East Kalimantan Province. The method used in this research consists of fieldwork and slope stability modeling. The thickness of overburden is 20 meter and the

angle of overall slope is 9° . Value of Safety-factor (FS) from three section in disposal area indicates that the slope is unstable with FS in each section is 1.108, 1.21 and 1.756 respectively from section one to section three. FS parameter that reputed stable is over than 1.25. To find optimum FS value, simulations with software called Slide version 6 has been conducted. The result of FS value for 20 meters height slope with overall angle of 9° is 1.301. For single slope parameter, suggested bench height is 7 meters with an angle of 30° . Result of simulation has FS value of 1.301 in saturated condition.

Keywords: Slope stability, disposal area, Purwajaya, Safety factor

PENDAHULUAN

Salah satu sistem penambangan yang digunakan untuk mengeksploitasi sumberdaya alam seperti batubara adalah sistem penambangan terbuka, yang dimana segala aktivitas penambangannya dilakukan di atas atau relatif dekat dengan permukaan bumi. Prinsip pada penambangan terbuka (*openpit mine*) batubara adalah menggali tanah atau batuan penutup untuk mendapatkan batubara, tanah atau batuan penutup ini disebut sebagai *overburden* (Prasetyo, Hariyanto, & Cahyadi, 2011). Dalam hal ini, tentunya dibutuhkan suatu area yang bisa dijadikan tempat untuk menimbun material buangan atau *overburden* ini. Area ini disebut sebagai *disposal* atau *dumping area* (Kristyanto, Muslim, & Zakaria, 2015).

Dalam (Prasetyo et al, 2011) dijelaskan bahwa *disposal area* atau tempat penimbunan harus direncanakan dengan baik agar timbunan tanah tersebut berada dalam kondisi stabil. Salah satu yang perlu dianalisis mengenai *disposal area* adalah kajian mengenai kestabilan lereng. Kajian kestabilan lereng berhubungan dengan bagaimana geometri suatu lereng yang dapat dibentuk material tertentu agar menjadi stabil. Stabilitas lereng *disposal* tergantung pada faktor utama karakteristik material timbunan. Karakteristik material ini memuat perilaku material yang berbeda dengan perilaku batuan, sehingga stabilitas lereng *disposal* akan berbeda dengan stabilitas lereng batuan pada lokasi penambangan batubara. Kajian kestabilan lereng *disposal area* ini diperlukan untuk menghindari kelongsoran pada lereng sehingga operasi tambang dapat berjalan

dengan baik (Behera, Kripamoy, Singh, Verma, & Singh, 2016).

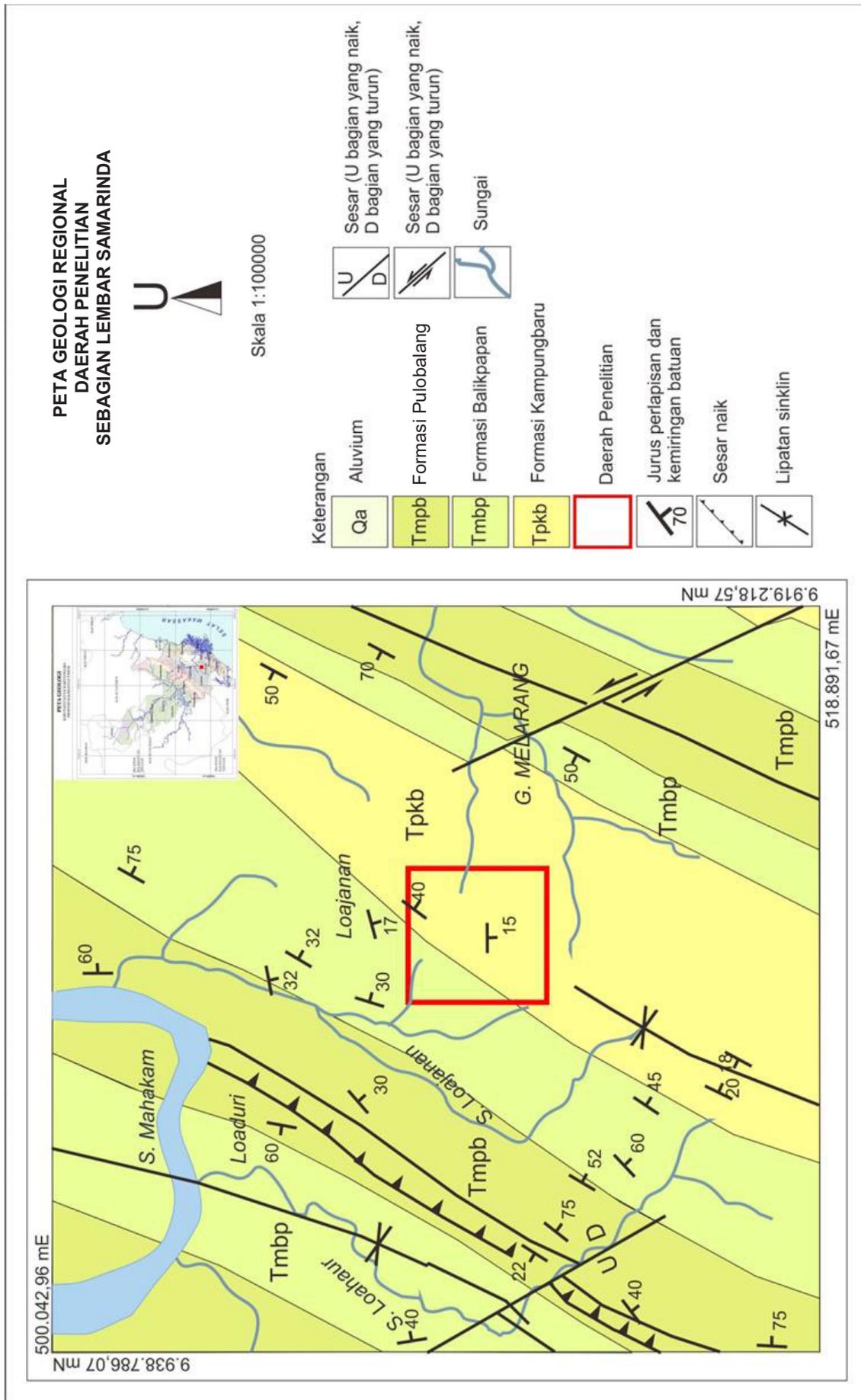
Sebaran batuan di daerah penelitian memiliki nilai jurus dan kemiringan perlapisan $N50^\circ E/15^\circ$. Lokasi *disposal* yang sedang berjalan hampir mencapai ketinggian maksimum yang direncanakan, sehingga diperlukan tempat lain untuk menampung *overburden* selanjutnya. Pemilihan area *low wall* sebagai tempat timbunan dikarenakan arena ini secara daya dukung mampu menahan beban timbunan hingga ketinggian material timbunan di area ini mencapai 100 m, selain itu jaraknya yang cukup dekat dengan *front*, sehingga dapat mengefektifkan siklus waktu kerja. Dalam hal ini diperlukan kajian mengenai kestabilan lerengnya, dalam arti meskipun area *disposal* mampu menahan beban tertentu, jika material timbunan itu sendiri tidak mampu bebannya, maka dapat terjadi lonsor.

Penelitian ini dilakukan di Desa Purwajaya, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara dengan tujuan untuk mengetahui kestabilan lereng pada *disposal area* melalui simulasi lereng untuk mendapatkan nilai faktor keamanan optimum pada lereng *disposal*.

TINJAUAN PUSTAKA

Geologi Regional Daerah Penelitian

Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Samarinda (Supriatna, Sukardi, & Rustandi, 1995) litologi daerah penelitian terdiri atas dua formasi penyusun dari tua ke muda yaitu Formasi Balikpapan (Tmbp) dan Formasi Kampungbaru (Tpkb) (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Geologi Regional (Supriatna et al, 1995)

Formasi Balikpapan (Tmbp) terdiri dari perselingan batupasir dan batulempung dengan sisipan batulanau, batugamping dan batubara. Batupasir kuarsa berwarna putih kekuningan dengan tebal lapisan 1 m s.d. 3 m disisipi lapisan batubara dengan tebal 5 cm s.d. 10 cm. batupasir gampingan berwarna coklat dengan struktur sedimen silang-siur, tebal lapisan 20 cm s.d. 40 cm, disisipi lapisan tipis karbon. Sedangkan Formasi Kumpangbaru (Tpkb) terdiri atas batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, lanau dan lignit dengan tebal 1 m s.d. 2 m, pada umumnya lunak dan mudah hancur (Supriatna et al, 1995).

Berdasarkan pengamatan di lapangan, batubara di daerah penelitian memiliki ketebalan berkisar antara 4 meter hingga 8 meter. Terdapat 3 *seam* batubara yang ditambang di daerah penelitian.

Struktur geologi yang terdapat di sekitar daerah penelitian terdiri dari lipatan dengan sumbu berarah timurlaut-baratdaya dan sesar naik yang berada di sebelah baratlaut, serta sesar mendatar di sebelah tenggara daerah penelitian.

Analisis kesetimbangan batas

Analisis kesetimbangan batas (*limit equilibrium analysis*) merupakan metode yang mempertimbangkan kesetimbangan gaya sepanjang bidang gelincir (Gurocak, Alemdag, & Zaman, 2008). Pada metode ini diasumsikan terdapat bidang gelincir yang potensial, dimana kondisi gaya (*force*) dan *moment equilibrium* ditentukan berada pada kondisi statis. Analisis ini membutuhkan informasi tentang kekuatan material (Swana, Muslim, & Sophian, 2012). Perhitungan dilakukan dengan membagi tanah yang berada di atas bidang longsor menjadi irisan-irisan, sehingga metode ini dikenal juga dengan nama metode irisan (*slice method*) (Liong & Herman, 2012).

Dalam Liong & Herman (2012), disebutkan bahwa metoda irisan yang pertama kali dipublikasikan oleh Fellenius merupakan

cara yang paling sederhana dimana semua gaya antar irisan diabaikan dan hanya memperhitungkan keseimbangan momen. Kemudian Bishop mengembangkan cara yang lebih kompleks dengan memasukkan gaya yang bekerja di sekitar bidang irisan dan memperhitungkan keseimbangan momen. Perbedaan antar metoda terdapat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Faktor Keamanan

Dalam Hoek & Bray (2005), dijelaskan bahwa untuk setiap jenis longsor, dapat diasumsikan ke dalam *Mohr-Coulomb* dimana kekuatan material ditentukan berdasarkan kohesi (*c*) dan sudut gesek dalam (ϕ). Kestabilan lereng bisa dihitung berdasarkan rasio dari gaya penahan dan gaya pendorong, yang diistilahkan sebagai *Safety-Factor* (FS). Berikut persamaannya:

$$FS = \frac{\text{Resisting Forces}}{\text{Driving Force}}$$

$$FS = \frac{cA + W \cos \alpha \tan \phi}{W \sin \alpha}$$

Dimana *c* =kohesi

A=luas area

W=berat beban diatas bidang longsor

α = sudut lereng

ϕ =sudut gesek dalam

Hal yang mempengaruhi nilai faktor keamanan (*Safety-Factor/FS*) diantaranya gravitasi, getaran dalam hal ini *blasting* maupun gempa yang berperan sebagai gaya pendorong, sedangkan kekuatan tanah itu sendiri berupa kohesi dan sudut geser dalam merupakan gaya penahan (Oscar, Muslim, Sulaksana, & Hirnawan, 2016). Menurut Bowles (1984), apabila suatu lereng memiliki nilai $FS > 1,25$, yang berarti gaya penahan lebih besar daripada gaya penggerak, maka lereng tersebut berada dalam keadaan stabil. Tetapi, jika suatu lereng memiliki nilai $1,07 < FS < 1,25$, maka lereng tersebut berada dalam keadaan kritis. Dan bila suatu lereng memiliki nilai $FS < 1,07$, maka lereng tersebut berada dalam keadaan tidak stabil dan rawan terjadi longsor (Tabel 3)

METODE

Metode penelitian terdiri dari, studi literatur, pekerjaan lapangan, analisis laboratorium dan analisis studio. Tahap studi literatur berupa pengumpulan data sekunder mengenai daerah penelitian seperti peta lokasi daerah penelitian, kondisi geologi daerah penelitian dan data penelitian sebelumnya. Tahap pengerjaan lapangan berupa pengamatan terhadap karakteristik material, pengukuran geometri lereng pada *disposal* area serta pengambilan contoh tanah tak terganggu dengan menggunakan

pipa berukuran 3 inci (Gambar 2). Tahap analisis laboratorium meliputi uji kuat geser langsung batuan (*direct shear*) untuk memperoleh parameter kohesi dan sudut geser dalam tanah, serta pengujian sifat fisik tanah berupa uji bobot isi tanah, yang dilakukan di Laboratorium Geoteknik dan Geologi Teknik Universitas Padjadjaran. Tahap analisis studio berupa simulasi lereng dengan menggunakan aplikasi Slide versi 6 untuk mencari nilai nilai FS optimum yang diperkirakan masih aman menurut klasifikasi Bowles (1984).

Tabel 1. Perbandingan kesetimbangan momen dan kesetimbangan gaya yang bekerja pada analisis kesetimbangan batas (Liong & Herman, 2012)

Metode	Kesetimbangan momen	Kesetimbangan gaya
Fellinius	Ya	Tidak
Bishop's Simplified	Ya	Tidak
Janbu's Simplified	Tidak	Ya
Morgenstern Price	Ya	Ya
Spencer	Ya	Ya
Sarma	Ya	Ya

Tabel 2. Perbandingan gaya yang bekerja pada analisis kesetimbangan batas (Liong & Herman, 2012)

Metode	Gaya Normal Antar Irisan(E)	Gaya Geser Antar Irisan(X)	Kemiringan Resultan X/E dan hubungan antar X/E
Fellinius	Tidak	Tidak	Tidak ada gaya antar irisan
Bishop's Simplified	Ya	Tidak	Horizontal
Janbu's Simplified	Ya	Tidak	Horizontal
Morgenstern Price	Ya	Ya	Variabel ; user function
Spencer	Ya	Ya	Konstan
Sarma	Ya	Ya	$X=c+E \tan \phi$

Tabel 3. Klasifikasi faktor keamanan (Bowles, 1984)

FS	Kondisi
$FS < 1,07$	Labil (Longsor biasa terjadi)
$1,07 < FS < 1,25$	Kritis (Longsor pernah terjadi)
$FS > 1,25$	Stabil (Longsor jarang terjadi)



Gambar 2. (A) Penggalian atau pengerukan permukaan tanah. (B) Menancapkan pipa ke dalam tanah dengan cara dipukul untuk pengambilan contoh tanah tidak terganggu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geologi Teknik Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil pemetaan geologi teknik, karakteristik persebaran tanah di daerah penelitian dibagi menjadi tiga satuan geologi teknik yang dikelompokkan berdasarkan sistem klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification System*) yaitu satuan tanah CH (*High Plasticity Clay*), satuan tanah CL (*Low Plasticity Clay*) untuk tanah *original* dan satuan tanah CLO (*Low Plasticity Clay of Overburden Soil*) untuk tanah timbunan (Gambar 3).

Satuan tanah CH memiliki karakteristik warna coklat, kohesif, lunak hingga agak lunak, plastisitas tinggi, ukuran lempung, tingkat pelapukan *highly weathered* hingga *completely weathered zone*, struktur homogen, terdapat material batubara dan batulempung. Satuan tanah CL pada tanah *original* memiliki karakteristik berwarna kuning kemerahan, kohesif, plastisitas rendah, kekuatan lunak hingga teguh, tingkat pelapukan *completely weathered*. Satuan tanah CL-O pada tanah timbunan memiliki karakteristik berwarna cokelat keabu-abuan hingga abu-abu, agak lunak, plastisitas rendah, tingkat pelapukan *moderately weathered* hingga *highly weathered zone*, bercampur dengan material batubara, batupasir.

Untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanika pada tanah *disposal*, maka dilakukan analisis laboratorium terhadap sampel tanah tak terganggu, yang selanjutnya data hasil analisis laboratorium tersebut akan digunakan untuk analisis kestabilan lereng tanah. Pengujian sifat fisik tanah yang dilakukan adalah uji berat volume yang bertujuan untuk mengetahui bobot isi tanah atau massa tanah per volume tertentu. Kemudian uji sifat mekanika tanah yang dilakukan adalah uji kuat geser langsung (*direct shear test*) untuk memperoleh nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah.

Berdasarkan hasil pengujian pada tiga conto tanah pada *disposal area*, serta satu

conto tanah *in situ* diperoleh nilai bobot isi tanah, kohesi dan juga sudut geser dalam tanah dari masing-masing conto (Tabel 4).

Tabel 4. Nilai kohesi, sudut geser dalam dan bobot isi tanah dari conto tanah tak terganggu

Kode conto	C (kg/cm ²)	φ (o)	γ wet (gr/cm ³)	ω (%)	γ dry (gr/cm ³)
GT01	1,34	23,3	2,086		1,767
SO5	0,29	14	2,07	19,86	1,525
SO6	0,31	14	1,902	24,32	1,524
SO7	0,38	14	1,89	26,33	1,430

Simulasi Kestabilan Lereng

Disposal area berada di sebelah utara *pit*. Material pada *disposal area* ini berupa material overburden atau material timbunan dari *pit* berupa material berukuran lempung, lanau, dan pasir. Berdasarkan pengamatan lapangan, terdapat beberapa lokasi atau titik longsor yang berada pada lereng *disposal area* di daerah penelitian seperti pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Untuk dapat mengetahui nilai FS pada lereng *disposal*, dibuat tiga penampang yang berarah barat-laut-tenggara (Gambar 3). Perhitungan nilai FS dilakukan menggunakan analisis kesetimbangan batas, dimana pada analisis ini dibutuhkan parameter nilai kohesi, sudut gesek dalam dan bobot isi tanah. Dari penampang tersebut memiliki nilai FS berkisar antara 1,186 s.d. 1,746 (Tabel 5).

Tabel 5. Nilai FS lereng aktual

Penampang	Tinggi lereng (m)	Tebal timbunan (m)	Sudut lereng (°)	FS
1	82	20	8	1,186
2	71,8	19	11	1,21
3	72	9	10	1,746

Pada *disposal* ini, nilai FS minimum yang disarankan adalah 1,25 (Bowles, 1984), sehingga kondisi lereng *disposal (overall slope)* aktual saat ini masih belum aman karena dari ketiga sayatan, dua sayatan memiliki nilai FS kurang dari 1,25. Untuk mendapatkan nilai FS yang aman dengan sudut lereng optimum, dilakukan simulasi lereng terhadap *overall slope* dalam

beberapa kondisi ketebalan timbunan dan variasi sudut (Tabel 6 dan Gambar 7).

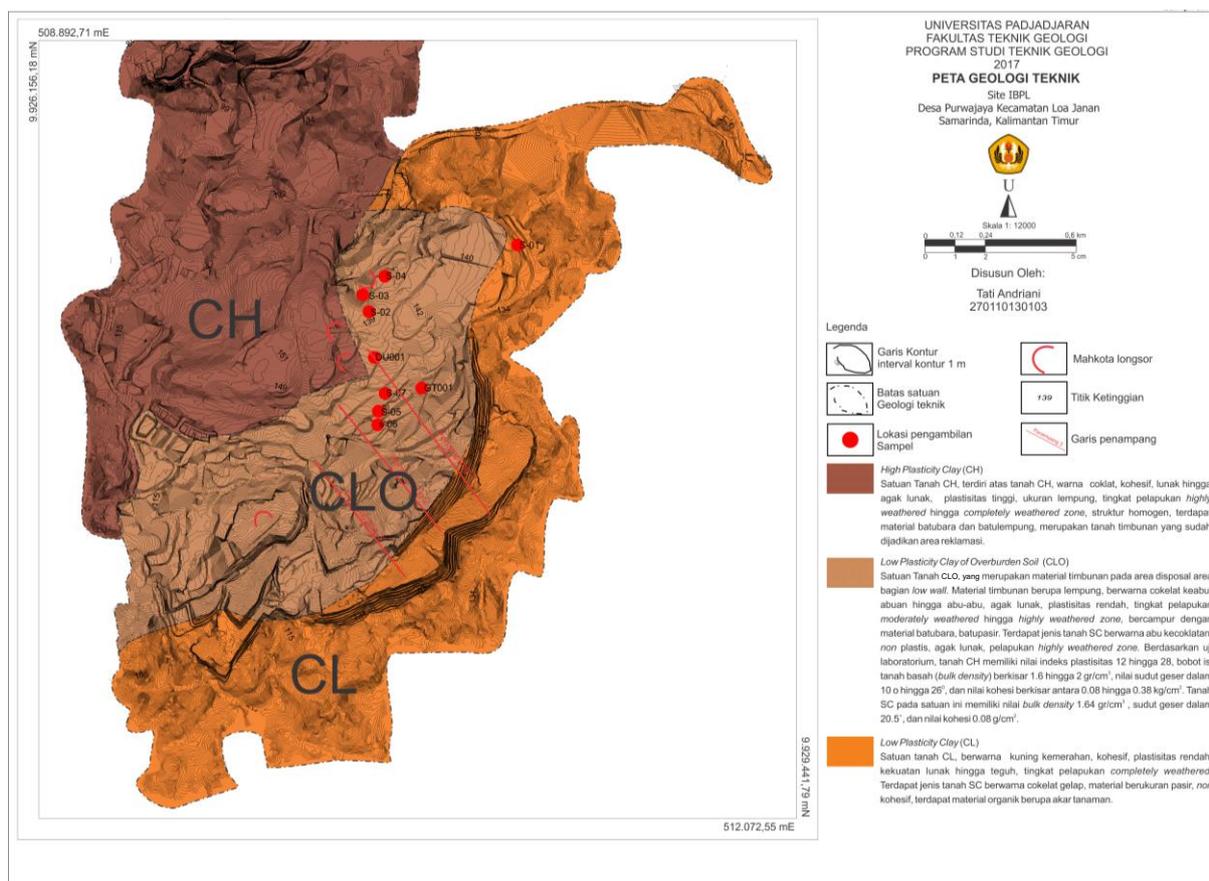
Pada kolom yang diberi warna merah merupakan nilai FS pada kondisi lereng labil atau kritis, dengan nilai FS kurang dari 1,25.

Tabel 6. Nilai FS hasil simulasi lereng

Tebal timbunan (m)	Nilai FS Pada Kondisi Simulasi Desain Lereng			
	Slope= 9		Slope= 12	
	Jenuh	Tak jenuh	Jenuh	Tak jenuh
15	1,35	2,165	0,937	1,552
20	1,174	1,552	0,809	1,440
25	1,066	1,807	0,817	1,285
30	1,026	1,76	0,757	1,304

Hasil analisis studio menggunakan aplikasi Slide Versi 6, pada penampang 1 diperoleh nilai FS lereng *disposal* 1,186 (Tabel 5 dan Gambar 6).

Seperti yang terdapat pada Tabel 5, lereng berada dalam kondisi aman dengan maksimum tinggi timbunan 15 meter dengan kemiringan lereng keseluruhan adalah 9° dengan kondisi jenuh air, sementara pada kondisi lereng tak jenuh, lereng berada dalam kondisi masih aman hingga tinggi timbunan mencapai 30 meter dengan kemiringan lereng keseluruhan 12°. Kondisi pada simulasi ini, lereng digambarkan tidak memiliki undakan, sehingga jika lereng dibuat berundak, maka nilai FS dapat lebih besar.



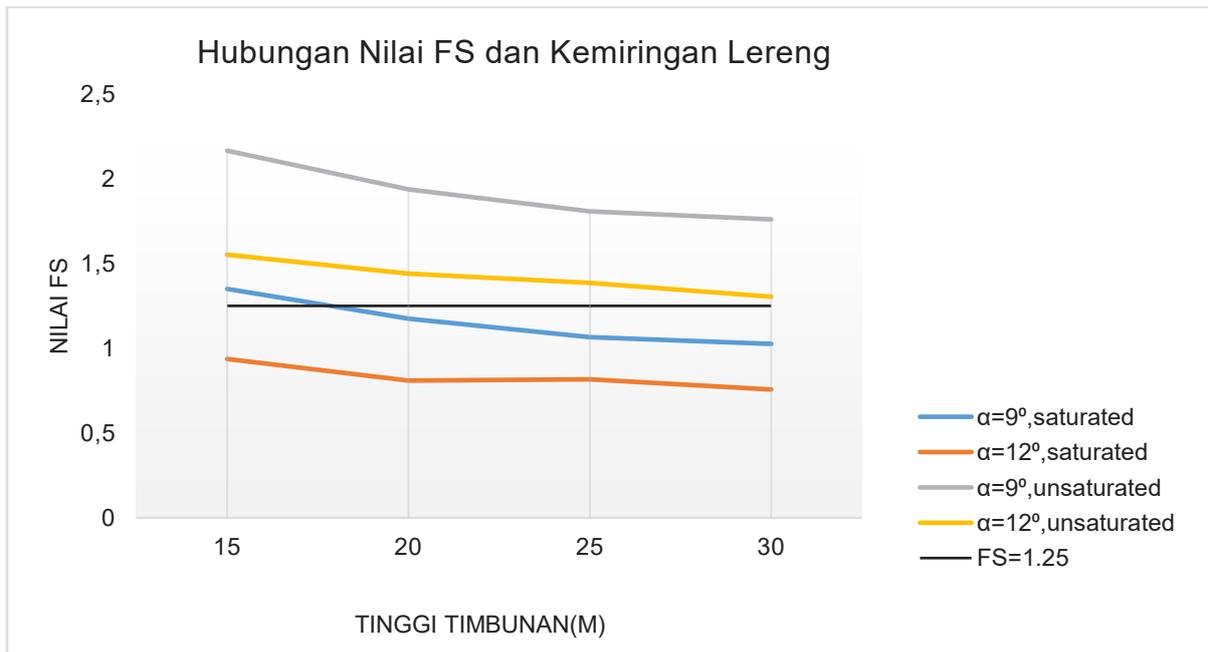
Gambar 3. Peta geologi teknik daerah penelitian



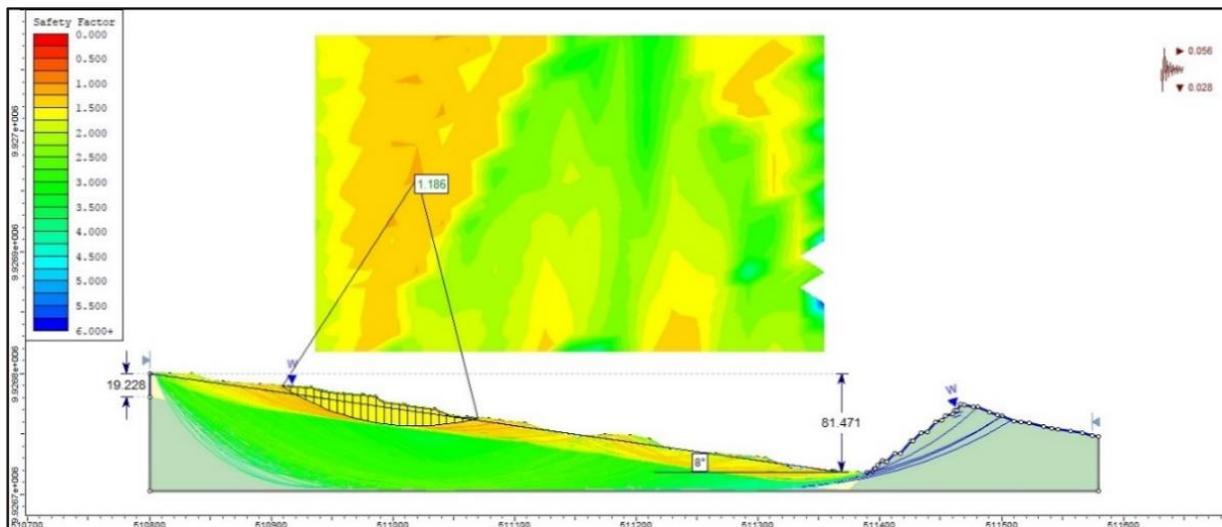
Gambar 4. Kondisi area *disposal* daerah penelitian, bagian barat yang ditandai merupakan longsoran pada *disposal*



Gambar 5. Longsoran dengan jenis *circular failure* pada *disposal area* di daerah penelitian



Gambar 6. Hubungan nilai FS dengan kemiringan lereng pada simulasi lereng keseluruhan

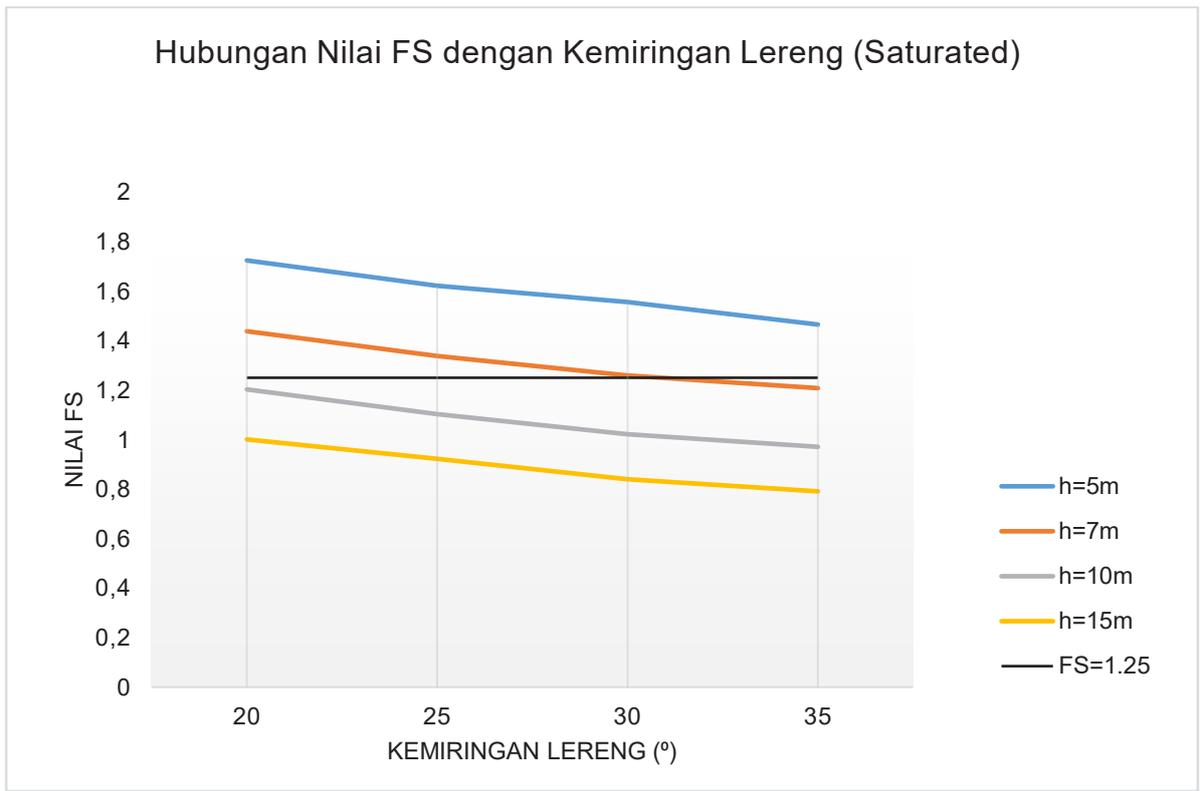


Gambar 7. Sayatan lereng dan nilai FS pada penampang 1, bagian yang diberi arsir merupakan bidang gelincir longsor

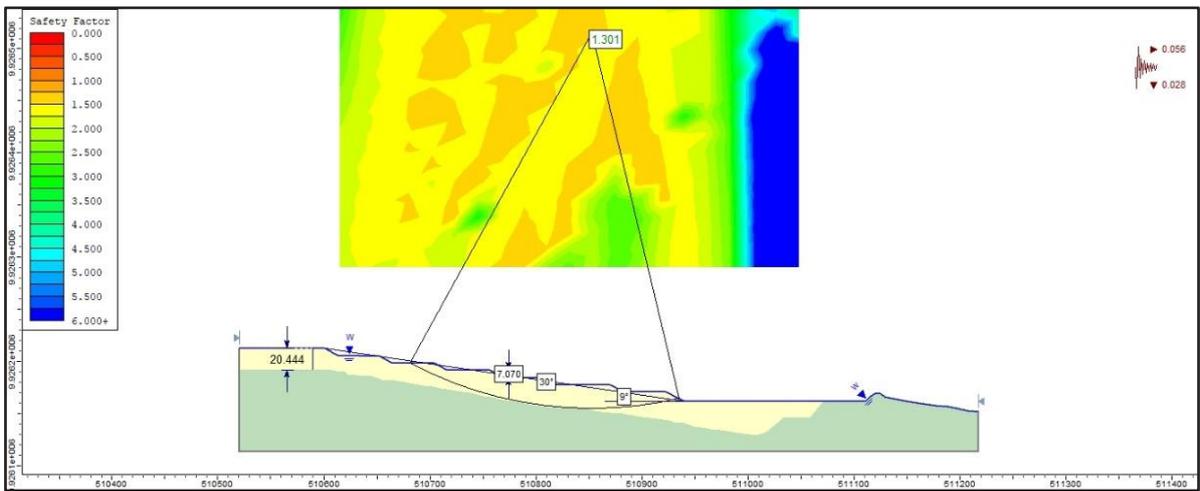
Pada Gambar 8, dapat dilihat bahwa untuk kondisi jenuh, lereng tunggal dapat stabil atau memiliki nilai FS lebih dari 1,25 hingga pada tinggi lereng 7 m dengan sudut lereng 31°, artinya untuk ketinggian lereng 5 meter, lereng masih dapat stabil pada setiap variasi sudut yang disimulasikan. Sedangkan untuk tinggi lereng 10 meter dan 15 meter, lereng berada dalam kondisi

labil dengan nilai FS kurang dari 1,25.

Pada Gambar 9 merupakan contoh desain lereng yang disarankan pada *disposal* area dengan geometri lereng tunggal, tinggi lereng 7 m, sudut lereng 30°. Sedangkan untuk lereng keseluruhan, tebal timbunan 20 m dan sudut lereng 9° dengan nilai FS 1,301.



Gambar 8. Hubungan nilai FS dengan kemiringan lereng *saturated* pada simulasi lereng tunggal



Gambar 9. Contoh simulasi lereng yang disarankan dengan tinggi timbunan 20 m, sudut lereng keseluruhan 9° dan sudut lereng tunggal 30°

KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan nilai FS aktual lereng *disposal* saat ini masih berada dalam kondisi belum stabil dengan nilai FS 1,186 untuk sayatan 1; FS 1,21 untuk sayatan 2 dan FS 1,756 untuk sayatan 3 sehingga perlu adanya perbaikan geometri lereng. Berdasarkan hasil simulasi

terhadap variasi tinggi dan sudut kemiringan lereng, didapatkan geometri lereng optimum dengan nilai FS 1,301 yaitu dengan tinggi timbunan 20 meter dan sudut lereng 9° untuk lereng keseluruhan, serta tinggi lereng 7 meter dengan sudut lereng maksimum 30° untuk lereng tunggal.

SARAN

Parameter tinggi lereng serta sudut kemiringan ini dipengaruhi oleh kondisi materialnya, material *disposal* bersifat lunak dengan tingkat pelapukan yang tinggi, dan juga nilai kekuatan material berkurang akibat penggaruan, sehingga geometri lereng yang dapat dibuat agar kondisi lereng tetap aman ialah dengan tinggi lereng tidak terlalu besar dan kemiringan lereng tidak terlalu curam. Parameter yang dapat digunakan adalah tinggi lereng keseluruhan 20 meter dengan sudut lereng keseluruhan 9°, serta tinggi lereng tunggal 7 meter dengan sudut kemiringan lereng 30°.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pimpinan PT. Kalimantan Prima Persada (KPP) yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk pengambilan data di salah satu *site* KPP.

DAFTAR PUSTAKA

Behera, P. Ku., Kripamoy, S., Singh, A. K., Verma, A. K., & Singh, T. N. (2016). Dump Slope Stability Analysis – A Case Study, *88*(December), 725–735.

Bowles, J. E. (1984). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga.

Gurocak, Z., Alemdag, S., & Zaman, M. M. (2008). Rock slope stability and excavatability assessment of rocks at the Kapikaya dam site , Turkey, *96*, 17–27.
<https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2007.08.005>.

Hoek, E., & Bray, J. (2005). *Rock Slope Engineering Civil and Mining* (4th ed.). New York: Press, Spon.

Kristyanto, T. H. W., Muslim, D., & Zakaria, Z. (2015). Determination of Dumping Area Based on Engineering Geological Study. In *ACEAIT-3662* (pp. 638–644).

Liong, G. T., & Herman, D. J. (2012). Analisa Stabilitas Lereng Limit Equilibrium vs Finite Element Method. In *HATTI-PIT-XVI*. Jakarta.

Oscar, A. W., Muslim, D., Sulaksana, N., & Hirnawan, F. (2016). Response of Stable Overall Slope Geometry of Open Pit Coal Mine in Warukin Formation to Dewatering and Peak Ground Seismic in South Kalimantan, Indonesia. *Buletin Sumber Daya Geologi*, *11*(1), 55–72.

Prasetyo, S. I., Hariyanto, & Cahyadi, T. A. (2011). Studi Kasus Analisa Kestabilan Lereng Disposal di Daerah karuh, Kecamatan Kintap, kabupaten Tanah laut, kalimantan selatan. In *Seminar Nasional ke 6 Tahun 2011: Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi* (pp. 381–387). Yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta.

Supriatna, Sukardi, & Rustandi. (1995). Peta Geologi Lembar Samarinda. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Swana, G. W., Muslim, D., & Sophian, I. (2012). Desain Lereng Final Dengan Metode Rmr, Smr dan Analisis Kestabilan Lereng: pada Tambang Batubara Terbuka, di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. *Buletin Sumber Daya Geologi*, *7*, 92–108.

Diterima	: 25 September 2017
Direvisi	: 06 Oktober 2017
Disetujui	: 29 November 2017

**POTENSI PERTAMBANGAN DAN ANCAMAN KEBENCANAAN
SEBAGAI DATA PENUNJANG PENYUSUNAN TATA RUANG WILAYAH
DI KECAMATAN WADASLINTANG, KABUPATEN WONOSOBO,
PROVINSI JAWA TENGAH**

***MINING AND HAZARD POTENTIAL AS SUPPORTING DATA
FOR TERRITORIAL ARRANGEMENT AT WADASLINTANG DISTRICT,
WONOSOBO REGENCY, PROVINCE OF CENTRAL JAVA***

Chusni Ansori, Puguh Dwi Raharjo, dan Fitriany Amalia Wardhani
Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangasambung, LIPI
chus001@lipi.go.id, ansorich.63@gmail.com

ABSTRAK

Kecamatan Wadaslintang mempunyai potensi pertambangan berupa andesit, diabas, batupasir, sirtu, tanah urug, breksi, batu mulia dan kaolin. Sejalan dengan peningkatan pembangunan, kebutuhan bahan tambang untuk memenuhi pembangunan bertambah secara signifikan, namun ketersediaan wilayah pertambangan tidak terakomodasi dalam Rencana Tata Ruang Wilayah. Paradigma pembangunan saat ini adalah pembangunan berkelanjutan sehingga penambangan yang dilakukan juga harus memperhatikan aspek kebencanaan. Untuk dapat mengakomodasi kepentingan penambangan dalam tata ruang wilayah, maka dilakukan kajian ini.

Penelitian bahan tambang dilakukan dengan survei lapangan dan analisis laboratorium (petrografi, geokimia, difraksi sinar X, dan sifat fisik batuan) yang menghasilkan peta sebaran dan kualitas bahan tambang. Sedangkan penelitian kebencanaan dilakukan melalui survei lapangan serta analisis Citra Landsat menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), sehingga didapatkan peta ancaman bencana. Peta sebaran bahan tambang dan peta ancaman bencana dilakukan proses tumpang susun, sehingga menghasilkan peta wilayah pertambangan.

Kaolin tersebar pada area 17,26 ha, setelah dilakukan proses tumpang susun, maka wilayah yang layak tambang menjadi 14,76 ha (wilayah dengan tingkat ancaman bencana rendah dan sedang). Diabas tersebar 41,84 ha, mengalami pengurangan menjadi 35,29 ha. Kalkarenit seluas 22,51 ha menjadi 5,88 ha; breksi andesit seluas 1.440,6 ha menjadi 838,92 ha, tanah merah 55,06 ha menjadi 32,29 ha, batupasir 737,6 ha menjadi 523,4 ha. Wilayah pertambangan yang dihasilkan dari proses tumpang susun antara peta ancaman bencana dengan peta potensi tambang lebih layak diterapkan untuk mengurangi resiko yang terjadi akibat penambangan.

Kata kunci: Wonosobo, Wadaslintang, potensi tambang, ancaman bencana, wilayah tambang

ABSTRACT

Wadaslintang District has the potential of mining materials such as andesite, diabase, sandstone, sirtu, red soil, breccias, precious stones and kaolin. In line with the increase of regional development, the need for mining materials has increased significantly but the availability of mining areas is not accommodated in the regional planning (RTRW) of the study area. The current development paradigm is sustainable development so that mining

should also pay attention to the disaster aspect. This study aims to accommodate the mining interests in the regional planning.

This research is conducted through field surveys and laboratory analysis (petrography, geochemistry, XRD, rock physical properties) resulting in distribution maps and quality of mining materials. While disaster research is carried out through field survey and Landsat Image analysis using AHP method to obtain the map of disaster threat. The distribution map of mining materials and maps of disaster threats is then overlapped to produce a map of the mining area.

Kaolin is distributed over 17.26 ha area, after overlapping process, the area worthy of mining becomes 14.76 ha (area with low and medium disaster threat). Diabase is of 41.84 ha, downsize into 35.29 ha. Calcarenite is of 22.51 ha to 5.88 ha; andesite breccia is of 1440.6 ha to 838.92 ha, red soil is of 55.06 ha to 32.29 ha, sandstone is of 737.6 ha to 523.4 ha. Mining areas generated from overlapping processes between disaster threat maps and mining potential maps are more likely to be applied to reduce the risks posed by mining.

Keywords: Wonosobo, Wadaslintang, mining potential, disaster threat, mining area

PENDAHULUAN

Latar belakang

Kegiatan pembangunan infrastruktur tidak terlepas dari kegiatan pertambangan. Landasan hukum kegiatan penambangan antara lain berupa Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara serta peraturan turunannya seperti Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2010 tentang Wilayah Pertambangan; Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara; Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2010 tentang Pembinaan Pengawasan Penyelenggaraan Pengelolaan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara; dan Peraturan Pemerintah Nomor 78 tahun 2010 tentang Reklamasi dan Pasca Tambang. Berdasarkan PP Nomer 23 tahun 2010 kegiatan penambangan harus berwawasan lingkungan dan berada pada wilayah izin usaha pertambangan. Potensi bahan yang berada pada suatu wilayah harus dipetakan dan diatur dalam Wilayah Usaha Pertambangan (WUP) maupun Wilayah Pertambangan Rakyat (WPR). Keberadaan wilayah pertambangan seharusnya juga tertuang dalam dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), sehingga aktivitas penambangan dapat terkendali secara legal.

Sejalan dengan perkembangan pembangunan di Kabupaten Wonosobo, peningkatan kebutuhan material tambang juga meningkat. Pada sisi lain, hingga saat ini di Kecamatan Wadaslintang hanya terdapat wilayah tambang di hulu Sungai Luk Ulo. Aktivitas penambangan yang dilakukan umumnya merupakan penambangan illegal. Komoditas tambang yang terdapat di Kabupaten Wonosobo meliputi andesit, diabas, batupasir, sirtu, tanah urug, breksi, zeolit, bentonit, kaolin, tras, tufa, napal, sekis mika, konglomerat (Anonim, 2014) Perencanaan pembangunan di Indonesia saat ini mengalami perubahan paradigma yang didasari oleh Undang-Undang nomor 26 Tahun 2007 tentang penataan ruang yaitu perencanaan pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*). Terdapat tiga aspek yang mendasari paradigma baru ini yaitu ekonomi, sosial, dan lingkungan. Ketiga aspek ini diharapkan mampu berjalan secara bersama-sama agar terjadi keseimbangan dalam perencanaan pembangunan. Keberadaan pembangunan berkelanjutan membuat pengurangan risiko bencana menjadi salah satu aspek penting dalam penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) di Kecamatan Wadaslintang termasuk dalam penyusunan wilayah pertambangan. UU Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang mengamanatkan

bahwa proses dan prosedur penataan ruang wilayah di Indonesia harus mempertimbangkan aspek kebencanaan dan konsep mitigasi bencana.

Pada saat ini upaya manajemen bencana di Indonesia masih menitikberatkan pada tahap “saat terjadi bencana” dan “pasca bencana” saja, sehingga untuk ke depan peran dan fungsi penataan ruang sebagai aspek mitigasi bencana sebenarnya menjadi sangat strategis. Pertimbangan tersebut sebagai upaya untuk mencegah atau paling tidak dapat meminimalkan jatuh korban yang diakibatkan oleh adanya bencana (Karnawati D, 2003).

Geologi Daerah penelitian

Geologi daerah penelitian tersusun oleh kelompok batuan yang cukup kompleks berupa batuan-batuan berumur pra- Tersier hasil proses tektonik hingga batuan Kuartar yang dihasilkan dari proses aktivitas gunungapi Dieng (Gambar 1).

Batuan Terbreksikan (Ktm)

Kepingan batuan sedimen dan gunungapi terubah, granit, porfir plagioklas-kuarsa, gabro, amfibolit, serpentinit dan tuf, terbreksikan, tercampur aduk secara tektonika dan tersesarkan secara massa di atas batuan sedimen berumur Kapur. Sebagian granit dan porfir diduga berasal dari batuan beku dan sebagian lagi berasal dari tuf terkarsikan dan batuan sedimen yang terkena proses metamorfosa (Condon, W. H., Pardyanto, L., Ketner, K. B. Amin, T. C. Gafoer, S. Samodra, 1996)

Formasi Totogan (Tomt)

Formasi Karangsambung-Formasi Totogan tersusun oleh kelompok batuan sedimen yang tercampur aduk karena proses pelongsoran gaya berat yang sering dikenal dengan istilah *olistostrome*. Bongkah-bongkah batuan sedimen berukuran centimeter hingga ratusan meter tersebar secara acak dalam masa dasar lempung hitam bersisik (*scaly clay*). Pada bagian bawah, variasi fragmenya sangat heterogen dengan ukuran besar, pada bagian atas lebih homogen dengan ukuran lebih kecil, pada bagian bawah *scaly clay*

sangat intensif terbentuk namun pada bagian atas tidak intensif (Ansori C, 2002)

Anggota Tuf Formasi Waturanda (Tmwt)

Formasi ini berada pada sebagian kecil Desa Kalidadap, tersusun oleh perselingan tuf kaca, tuf hablur, batupasir gampingan dan napal tufan; padat, berlapis baik setebal 2 cm s.d. 80 cm; rekahan terisi kalsit. Tuf, terdiri dari felspar, kaca, kuarsa dan mineral bijih. Batupasir gampingan, tebal 4 cm s.d. 15 m, mengandung foraminifera plangton yang menunjukkan umur N6 akhir – N8 awal (Miosen Awal). Lingkungan pengendapan batial atas, tebal satuan beberapa meter hingga 200 m. Satuan menindih selaras Formasi Totogan dan merupakan bagian bawah Formasi Waturanda. (Condon, W. H., Pardyanto, L. Ketner, K. B. Amin, T. C. Gafoer, S. Samodra, 1996)

Formasi Waturanda (Tmw)

Formasi ini tersusun oleh breksi vulkanik serta batupasir dalam perulangan pelapisan yang tebal. Breksi umumnya tersusun oleh fragmen andesitik dengan ukuran beragam dari kerikil hingga bongkah lebih dari 1 meter. Masa dasar berupa pasir kasar, struktur sedimen yang dijumpai berupa pelapisan bersusun normal, bersusun terbalik, dan laminasi sejajar. Formasi ini selaras di atas Formasi Totogan dan selaras ditindih Formasi Penosogan, diendapkan sebagai endapan turbidit, berumur Miosen Awal (N5 –N8).

Formasi Penosogan (Tmp)

Formasi ini terletak selaras di atas Formasi Waturanda, tersusun oleh perselingan batupasir, batulempung, tuf, napal dan kalkarenit; berlapis baik dengan tebal lapisan antara 5 cm s.d. 60 cm, berwarna kelabu. Bagian bawah, berupa batupasir wacke; batupasir gampingan. Bagian atas, lebih gampingan dan berbutir lebih halus; terdiri terutama dari napal tufan dan tuf, serta sedikit kalkarenit (Asikin, S. Handoyo, A. Busono, H. Gafoer, 1992).

Anggota Breksi Formasi Halang (Tmpb)

Formasi ini tersusun oleh breksi gunungapi dengan komponen basal dan sebagian

andesit, masa dasar berupa batupasir tufan. Di beberapa tempat, terdapat sisipan batupasir dan lava basal. Secara mendatar litologi satuan ini berubah menjadi konglomerat yang berselingan dengan batupasir dan napal (Asikin, S., Handoyo, A. Busono, H. Gafoer, 1992).

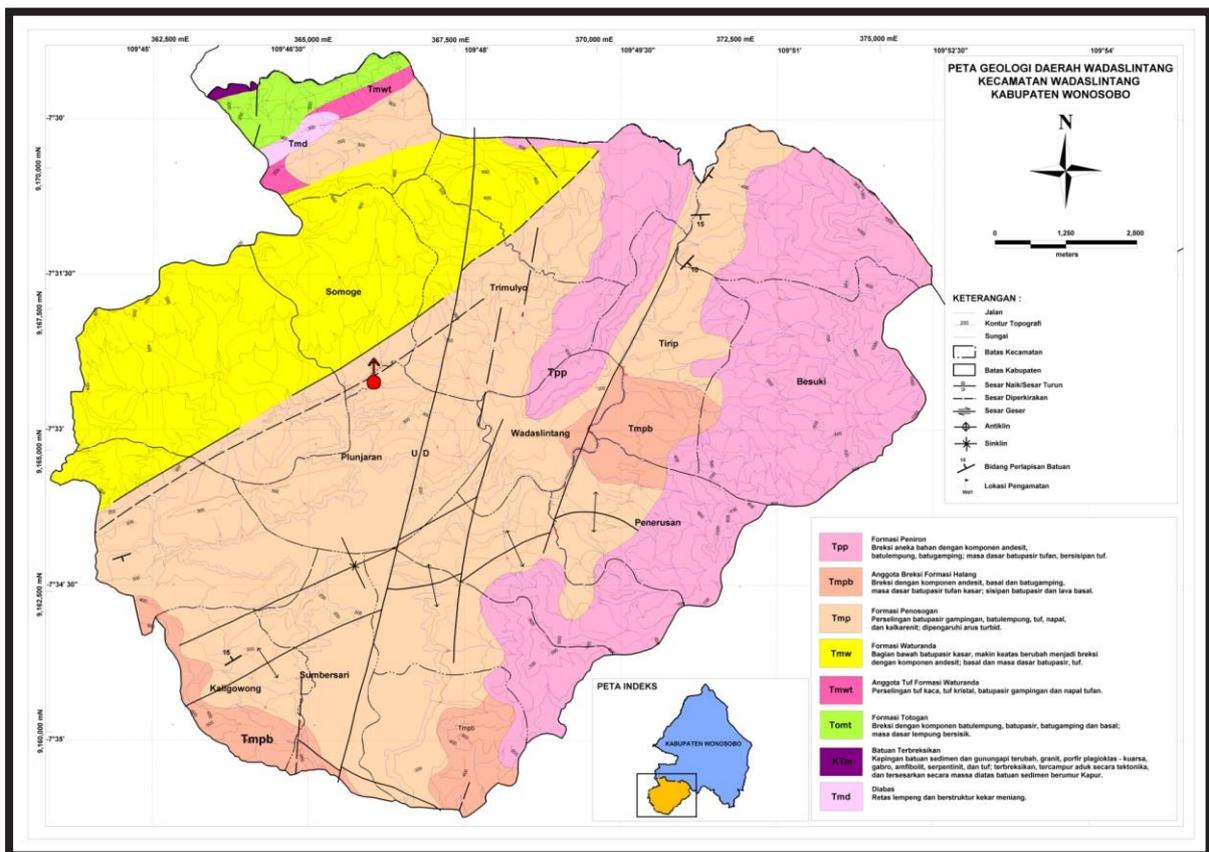
Formasi Peniron (Tpp)

Horizon Breksi III, setempat mengandung sisa tumbuhan dan terkersikkan. Breksi aneka bahan komponen andesit piroksen, batu lempung dan batugamping, matrik batupasir lempungan dan tufan, bersisipkan batupasir, tuf dan napal. Merupakan endapan turbit yang diendapkan di bagian atas kipas bawah laut (Suharyanto, 1982 dalam (Asikin, S. Handoyo, A. Busono, H. Gafoer, 1992). Umur formasi diduga Pliosen (Suyanto F.X., 1975). Tebal satuan diduga 700 m, tidak selaras di atas Formasi Halang dan ditindih secara tidak selaras di bawah oleh

batuan gunungapi Sumbing Muda. Ke arah utara dikorelasikan dengan anggota breksi Formasi Tapak (Tptb). Harloff (1933 dalam (Asikin, S. Handoyo, A. Busono, H. Gafoer, 1992) menamakan “*derde breccie horizon*”.

Intrusi Diabas (Tmd)

Diabas dijumpai sebagai batuan beku intrusif yang mengintrusi Formasi Totogan. Pada beberapa bagian didapatkan aliran lava berstruktur bantal, namun sifatnya lebih andesitik dengan tekstur lebih kasar dibandingkan lava bantal pada kompleks *mélange*. Kelompok batuan ini mempunyai afinitas tholeit busur kepulauan yang diduga sebagai hasil vulkanisme bawah laut. Menurut Soeria-Atmadja dkk, (1990) berdasarkan pentarikan radiometrik K-Ar, diabas Gunung Parang berumur 26 Ma s.d. 39 Ma atau sekitar Eosen –sampai dengan Oligosen yang identik dengan kisaran umur Formasi Karangsembung-Formasi Totogan.



Gambar 1. Peta Geologi Kecamatan Wadaslintang

METODE PENELITIAN

Penelitian lapangan dilakukan melalui kegiatan survei pada seluruh wilayah melalui lintasan jalan dan sungai. Pemilihan lintasan berdasarkan pendekatan terhadap peta geologi yang memungkinkan terjadinya proses mineralisasi terutama pada formasi batuan yang bersifat vulkanik dan sekitar tubuh intrusi. Untuk dapat mengetahui kualitas mineral dan batuan yang ada, maka dilakukan analisis kimia, petrografi, difraksi sinar X (XRD), berat jenis, kuat tekan, daya serap terhadap air, ketahanan terhadap pelapukan dan keausan.

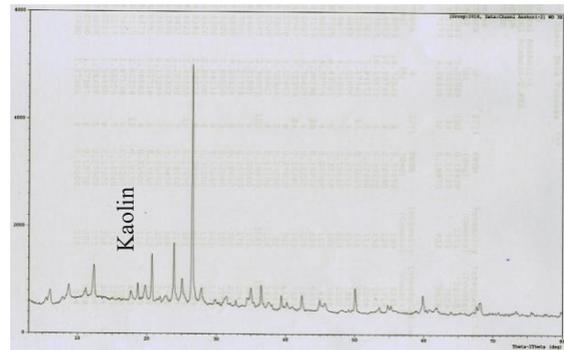
Sedangkan untuk mengetahui ancaman bencana dilakukan pengamatan lokasi-lokasi longsor, kemiringan lahan, penggunaan lahan, pengukuran unsur struktur dan pengambilan contoh tanah. Metode analisis menggunakan *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, yang dikembangkan oleh (Saaty T.L., 1980) yang mencoba menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki.

**HASIL DAN PEMBAHASAN
Potensi Mineral Bukan Logam dan Batuan**

Sumber daya mineral yang terdapat di daerah penelitian mencakup mineral bukan logam (kaolin) dan batuan seperti (batu tempel, diabas, andesit, batu mulia dan tanah merah). Sedangkan peta sebarannya dapat dilihat pada Gambar 9.

Kaolin

Kaolin dijumpai di Desa Kalidadap merupakan zone altrasi, berasosiasi dengan mineral sulfida pirit, kalsedon dan urat silika pada tubuh intrusi diabas yang mengintrusi lempung Formasi Totogan. Terbentuk akibat proses alterasi hidrotermal pada kondisi sulfida rendah di zone atas. Sebaran kaolin 17,26 ha, dengan sumber daya hipotetik sekitar 8.630.000 m³.



Gambar 2. Pola XRD lempung kaolin

Analisis kimia menunjukkan kandungan SiO₂ 53% s.d. 56,99%, CaO 0,26% s.d. 3%, Al₂O₃ 16% s.d. 22,02%, Fe₂O₃ 12,72% s.d. 8,67% (Tabel 1). Persyaratan untuk industri kertas, kandungan Fe₂O₃ < 0,92%, CaO 0,05%, Al₂O₃ 37,3%. Sedangkan jika digunakan untuk industri keramik komposisi Fe₂O₃ < 1%, TiO₂ < 0,7%, CaO < 0,8%, SO₃ < 0,4% (Suhala, 1997). Kandungan Fe₂O₃ dan CaO yang tinggi, serta Al₂O₃ yang sangat rendah, menjadikan kualitasnya kurang baik jika dimanfaatkan untuk industri kertas maupun keramik. Kandungan Fe₂O₃ tinggi mengindikasikan adanya mineral pengotor, misalnya pirit yang mempunyai kandungan Fe tinggi. Asosiasi mineral pengotor lain dapat berupa pasir kuarsa, oksida besi, maupun oksida titan. Agar kaolin dapat dimanfaatkan dalam industri perlu proses pengolahan lebih lanjut.

Tabel 1. Hasil analisis kimia kaolin

Parameter	Conto Kaolin(%)	
	WD 3A	WD 3C
SiO ₂	53,64	56,99
Al ₂ O ₃	16,00	22,02
CaO	3,06	0,26
MgO	2,87	2,09
Na ₂ O	4,86	2,31
Fe ₂ O ₃	12,72	8,79

Diabas

Diabas ditemukan di Desa Kalidadap berupa batuan beku intrusif dangkal dengan tekstur diabasik/ofitik (Gambar 6) yang terlihat cukup jelas secara megaskopis dan mikroskopis. Komposisi mineralnya terdiri dari plagioklas, piroksen, dan mineral opak. Selain itu berdasarkan

pengamatan mikroskopis, batuan ini memiliki tekstur aliran, intergranular dan inequigranular. Sebaran diabas memanjang ke arah barat hingga wilayah Kecamatan Sadang, Kabupaten Kebumen. Luas sebaran mencapai 41,84 ha, dengan ketebalan batuan 2,0 m maka sumberdaya hipotetik diabas diperkirakan mencapai 8.368.000 m³. Berdasarkan hasil analisis; kuat tekan rata-rata 721,7 kg/cm², BJ 2,77 gr/cm³ dan porositas 7,75% (Tabel 2) sehingga diabas dapat digunakan untuk pondasi bangunan ringan, batu tonggok tepi jalan, penutup trotoar maupun *paving block*.

Kalkarenit

Kalkarenit dijumpai di Dukuh Pacekelan dan Kemejing, berwarna kuning muda, berlapis-lapis dengan ketebalan lapisan antara 5 cm s.d. 10 cm. Jika digali maka bisa mendapatkan lapisan batuan yang lebar yang dapat digunakan untuk batu tempel. Sebaran kalkarenit meluas hingga 22,51 ha sehingga dengan asumsi ketebalan dapat ditambang setebal 1 m, maka sumberdaya hipotetik kalkarenit mencapai 2.251.000 m³. Berdasarkan analisis petrografi termasuk batugamping *grain stone* (Gambar 4) sedangkan analisis kuat tekan mencapai 666,9 kg/cm² dengan BJ 2,519 gr/cm³ dan porositas batuan 3,755% (Tabel 2) yang dapat digunakan sebagai batu hias dan *paving block*.

Breksi Andesit

Breksi andesit dijumpai di daerah penelitian dalam areal yang luas hingga 1.440,6 ha yang termasuk dalam Formasi Waturanda (Tmw), anggota breksi Formasi Halang (Tmpb) dan Formasi Peniron (Tpp). Breksi tersusun oleh fragmen andesit dengan ukuran 5 cm s.d. 40 cm, kemas terbuka dan sortasi jelek, komponen fragmen > 20 cm sekitar 30% sehingga sumberdaya hipotetik fragmen andesit mencapai sekitar 44.504.400 m². Analisis petrografi fragmen breksi termasuk andesit dengan kandungan feldspar tinggi (Gambar 8). Berdasarkan hasil analisis, sifat fisiknya mempunyai kuat tekan rata-rata 1.251,9 kg/cm², sehingga fragmen andesit dapat digunakan untuk pondasi bangunan

bertingkat sedang (Tabel 2). Matriks breksi bisa digunakan sebagai pasir bangunan serta material urug.

Tanah Merah

Tanah merah merupakan hasil pelapukan dari breksi serta tuff pada Formasi Peniron dan Formasi Halang. Sebaran tanah merah ini banyak terdapat di bagian tengah wilayah penelitian di sekitar Trimulyo. Tanah urug biasanya dipersyaratkan bebas dari bahan organik dan merupakan tanah merah podzolik atau latosol coklat kekuningan. Menurut pedoman, kualitas tanah urug bukan tanah organik yang berwarna hitam atau tanah liat yang susah dikeringkan, sirtu termasuk salah satu jenis tanah urug yang sering dipakai. Tanah padas juga sering digunakan sebagai tanah urug karena tidak lengket dan licin jika basah (hujan), tidak pecah-pecah jika kering. Tanah jenis ini sangat baik digunakan untuk urugan karena tanah langsung padat dan tidak mudah bergeser. Sebaran tanah merah ini mencapai luas sekitar 55,06 ha, sehingga dengan asumsi ketebalan tanah mencapai 2 m, maka sumber daya hipotetiknya sebesar 11.012.000 m³.

Batupasir

Batupasir padat dan kompak banyak dijumpai di bagian bawah Formasi Waturanda yang tersebar berarah barat-timur dengan arah sekitar N79° E/19° mulai Desa Lancar, Desa Somagede, Desa Trimulyo dan Desa Ngalian. Ketebalan lapisan sekitar 5 m s.d. 10 m yang berada di bawah soil merah dengan ketebalan 2 m s.d. 3 m. warna abu-abu kehijauan, sortasi baik, kemas tertutup, tersusun oleh fragmen batupasir, batulempung, batuan beku dalam masa dasar pasir kasar berupa feldspar, kuarsa dan piroksen dengan semen silika. Berdasarkan analisis petrografi termasuk dalam *lithic wacke*. Di lapangan potensi batupasir ini digunakan sebagai pondasi rumah. Berdasarkan analisis kuat tekan sekitar 137,4 kg/cm² s.d. 125,35 kg/cm² dengan porositas antara 17% s.d. 20% serta BJ sekitar 2,5 gr/cm³ (Tabel 2), sehingga tidak memenuhi syarat untuk pondasi bangunan maupun batu hias

namun dapat digunakan sebagai sumber pasir bangunan setelah melalui proses penghancuran (*crushing*) sehingga terurai menjadi partikel kecil. Sebaran potensi batupasir sekitar 737,6 ha, sehingga jika dengan asumsi ketebalan 5 m, maka besarnya sumber daya hipotetiknya mencapai 368.800.000 m³.

Batumulia

Potensi batumulia di daerah penelitian terdapat di hulu Sungai Luk Ulo sekitar Dukuh Melokan, Kalidadap. Batu mulia yang ditemukan dalam bentuk kerikil – bongkah di sepanjang sungai. Jenis batu

mulia yang ditemukan antara lain berupa agate, kalsedon, badar besi merah (*red magnetite*), jasper, batu bergambar dan panca warna. Sebaran batu mulia dijumpai secara sporadis dan banyak diburu para kolektor batuan dari sekitar Wonosobo. Ukuran bongkah bervariasi, umumnya berukuran kerikil sehingga pemanfaatannya bisa langsung dibentuk untuk menjadi cincin. Sebaran batu mulia hanya berada di sekitar aliran Sungai Luk Ulo yang diperkirakan sebagai hasil proses pelapukan batuan kompleks *melange* Luk Ulo yang berada di bagian utara wilayah penelitian di Kecamatan Kaliwiro.



Gambar 3. Intrusi diabas serta lempung yang teruban menjadi kaolin disertai pembentukan jasperoid



Gambar 4. Singkapan kalkarenit dan foto mikroskopnya yang menunjukkan adanya butiran mineral dan fosil termasuk *grainstone*



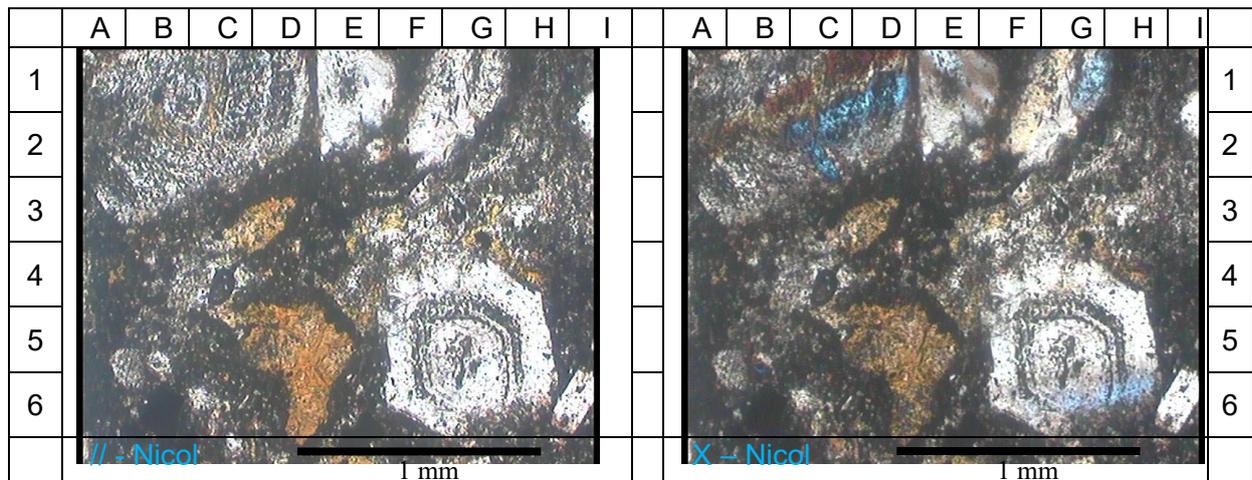
Gambar 5. Bekas quarry breksi andesit dan tanah merah



Gambar 6. Aktivitas penambangan batupasir Formasi Waturanda serta fragmen batu mulia pada endapan sungai

	A	B	C	D	E	F	G	H	I		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
1																						1
2											2											
3											3											
4											4											
5											5											
6											6											
	// - Nicol											X - Nicol										
	1 mm											1 mm										

Gambar 7. Sayatan tipis diabas dari Desa Kalidadap yang menunjukkan tekstur diabasik/ofitik



Gambar 8. Foto mikroskop fragmen breksi andesit dengan struktur zoning

Tabel 2. Hasil analisis sifat fisik batuan

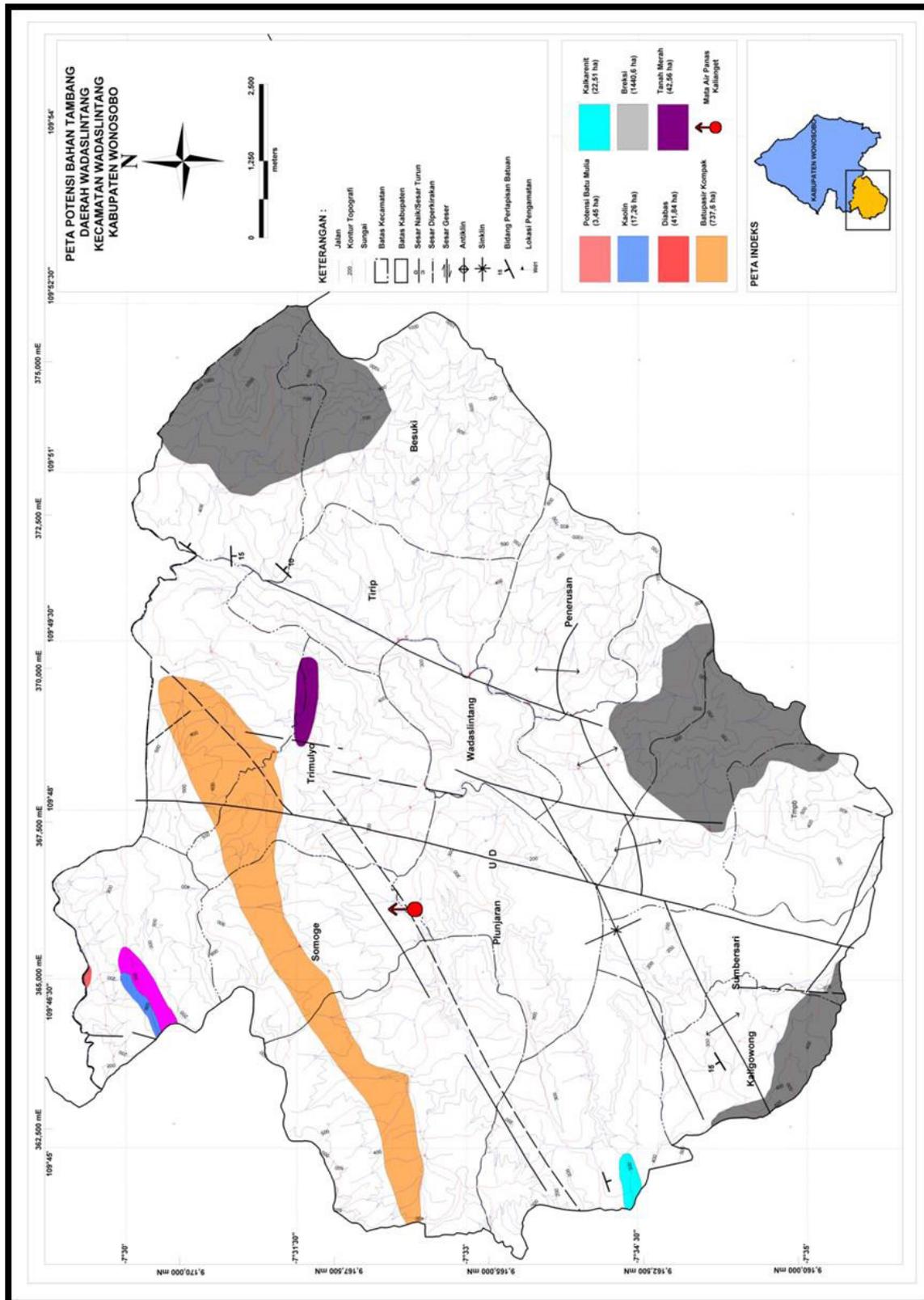
No	Lokasi	Kuat tekan (kg/cm ²)		Bj (gr/cm ³)		Porositas (%)	
		terukur	rata-rata	terukur	rata-rata	terukur	rata-rata
1	WD-3	717	719,35	2,782	2,7785	7,22	7,75
	Diabas	721,7		2,775		8,28	
2	WD-7	652,1	659,5	2,535	2,527	3,93	3,755
	Kalkarenit	666,9		2,519		3,58	
3	WD-11	143,5	137,4	2,66	2,65	20,52	20,055
	Batupasir	131,3		2,64		19,59	
4	WD-12	133,5	130,25	2,593	2,587	19,03	18,745
	Batupasir	127		2,581		18,46	
5	WD-13	122	125,35	2,544	2,54	16,42	17,085
	Batupasir	128,7		2,536		17,75	
6	WD-30	1.331,1	1291,5	2,53	2,55	6,08	6,165
	Andesit	1.251,9		2,57		6,25	

Tabel 3. Syarat Mutu Batu Alam untuk Bahan Bangunan (Anonim, 1989)

Sifat - sifat	Batu Alam untuk					
	Pondasi Bangunan			Tonggak Batu Tepi Jalan	Penutup Lantai Trotoar	Batu Hias/ Tempel
	Berat	Sedang	Ringan			
Kuat tekan minimum, kg/cm ²	1.500	1.000	800	500	600	200
Ketahanan geser Los Angeles, bagian tembus 1,7 mm (% mak)	27	40	50	-	-	-
Ketahanan aus gesekan dengan <i>Bauschinger</i> , mm/menit, mak	-	-	-	-	0,16	-
Penyerapan air maksimum, %	5	5	8	5	5	5* 12**
Kekekalan bentuk dengan Na ₂ SO ₄ bagian:						
a. Hancur maksimum %	12	12	12	12	12	12
b. Retak/Pecah/Cacat						

* Untuk tempat yang terlindung air

** Untuk tempat terbuka



Gambar 9. Peta potensi pertambangan di Kecamatan Wadasilintang

Ancaman Bencana Longsor

Komponen ancaman disusun berdasarkan parameter intensitas dan probabilitas kejadian. Indeks Ancaman Bencana Longsor di Kecamatan Wadaslintang disusun menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yaitu pengambilan keputusan berdasarkan permasalahan multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, kemiringan lereng, geologi, karakteristik tanah, dan penggunaan lahan.

Indeks Ancaman Bencana disusun berdasarkan dua komponen utama, yaitu kemungkinan terjadi suatu ancaman dan besaran dampak yang pernah tercatat untuk bencana yang terjadi tersebut. Tabel 4 merupakan persentase pengaruh dari tiap-tiap faktor dalam mempengaruhi (pengontrol) terjadinya longsor di Kecamatan Wadaslintang dengan menggunakan metode *analytic hierarchy processes*. Kemiringan lereng pada penelitian ini memberikan pengaruh paling besar, yaitu sekitar 60%, sedangkan faktor geologi memiliki pengaruh sekitar 21%. Asumsi yang digunakan untuk faktor geologi ini didasarkan bahwa lithologi yang ada di Kecamatan Wadaslintang ini rata-rata karakteristiknya sama. Tidak ada litologi yang sangat dominan dalam mempengaruhi terjadinya longsor di daerah ini. Faktor karakteristik tanah memiliki pengaruh yang kecil, hanya sekitar 13%. Hal ini diakibatkan pada perhitungan *factor of safety* di Kecamatan Wadaslintang ini dihasilkan nilai dengan rentan yang relatif pendek sehingga pengklasifikasian untuk karakteristik ini masih pada tipe nilai yang hampir sama. Pada faktor jenis penggunaan lahan memiliki pengaruh sangat kecil, hanya sekitar 6%. Hal ini dinilai sangat kondisional di lapangan. merupakan peta ancaman longsor di Kecamatan Wadaslintang ditampilkan pada Gambar 9.

Pada lahan terbangun (pemukiman) konsentrasi banyak berada di daerah dengan topografi datar sampai landai.

Meskipun banyak pemukiman yang berada di daerah dengan topografi berbukit. Namun skala peta yang digunakan dalam pemetaan jenis penggunaan lahan ini tidak bisa merekam dari kedetailan jenis penggunaan lahan, sebagian besar tertutup oleh adanya vegetasi. Tipe pemukiman yang ada di Kecamatan Wadaslintang ini juga memiliki tipe lahan pemukiman pedesaan, dimana pada lahan terbangun masih memiliki halaman yang bervegetasi dari sedang hingga rapat. Hasil yang diperoleh, ancaman longsor paling tinggi berada di desa-desa; Medono, Gumelar, Mergolangu, Giyambong, Cepedak, Trimulyo, Sumberrejo, Erorojo, Kumenjing, dan Tirip. Sedangkan ancaman longsor menengah terjadi di sekitar desa-desa; Somoge, Kaligowong, dan Lancar. Sebagian dari lokasi penelitian ini memiliki jenis penggunaan lahan berupa tubuh air (Waduk Wadaslintang). Sehingga tubuh air ini tidak masuk dalam klasifikasi meskipun pada perhitungannya tetap dilakukan mengingat penelitian ini bersifat spasial.

Penataan Wilayah Tambang

Wilayah Pertambangan (WP) terdiri atas WUP, WPR dan/atau Wilayah Pencadangan Negara (WPN). WUP terdiri atas WUP mineral radioaktif, mineral logam, batubara, mineral bukan logam, dan batuan. Penyusunan rencana WUP berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2010 harus memenuhi kriteria: memiliki formasi batuan pembawa, baik di darat maupun lepas pantai; memiliki singkapan geologi untuk mineral, batubara dan batuan; memiliki potensi sumber daya mineral atau batubara; memiliki 1 atau lebih jenis mineral termasuk mineral ikutannya dan/atau batubara; tidak tumpang tindih dengan WPR dan/atau WPN; merupakan wilayah yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pertambangan secara berkelanjutan; merupakan kawasan peruntukan pertambangan sesuai rencana tata ruang. Mengacu pada UU no 4/2009 dan PP no 23/2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara, Izin Usaha Pertambangan (IUP) dan Izin Pertambangan Rakyat (IPR)

mempunyai batasan luasan seperti terlihat pada Tabel 4.

Dalam PERDA No 2 Tahun 2011 tentang RTRW Kabupaten Wonosobo 2011-2031 pasal 39 menyatakan bahwa Kawasan Peruntukan Pertambangan mencakup kawasan pertambangan mineral bukan logam dan batuan serta kawasan pertambangan panas bumi. Kawasan pertambangan bukan logam dan batuan mencakup luasan sekitar 194 ha di kecamatan kecamatan Watumalang, Mojotengah, Garung, Sukaharjo, Kalibawang, Kertek dan Wadaslintang. Andesit berada di kecamatan-kecamatan Watumalang, Mojotengah dan Garung. Batu belah di Sokoharjo dan Watumalang, sirtu berada di Kertek, Wadaslintang dan bentonit di Kecamatan Kalibawang. Di Kecamatan Wadaslintang peruntukan wilayah tambangnya hanya berupa sirtu yang berada di sekitar Sungai Luk Ulo. Di lokasi ini tidak termasuk kawasan lindung, namun peruntukannya lebih banyak sebagai kawasan hutan produksi, hutan rakyat, pertanian, hortikultura, perkebunan, peternakan dan perikanan. Pada sisi lain Kecamatan ini juga merupakan kawasan resiko longsor. Keberadaan sebaran potensi bahan tambang dimungkinkan untuk dijadikan sebagai WUP ataupun WPR namun harus mempertimbangkan keberadaan ancaman longsor. Dalam penyusunan Rencana Detail Tata Ruang Kota (RDTRK) jika akan memperluas wilayah pertambangan perlu dilakukan proses tumpang susun antara sebaran potensi mineral bukan logam dan batuan

dengan sebaran ancaman bencana tanah longsor. Wilayah pertambangan yang disarankan adalah pada areal yang mempunyai potensi bahan tambang dengan luasan sesuai PP no 23/2010 namun berada pada areal dengan ancaman bencana longsor rendah hingga sedang. Pada areal dengan ancaman bencana longsor tinggi tidak diperbolehkan untuk melakukan penambangan karena sangat potensial terhadap terjadinya longsor.

Potensi batu mulia seluas 3,45 ha yang semuanya berada di Sungai Luk Ulo bisa dimanfaatkan, karena berada pada areal dengan tingkat ancaman bencana rendah dan sedang. Mineral bukan logam berupa Kaolin dengan potensi seluas 17,26 ha merupakan areal tambang yang mudah longsor. Wilayah Pertambangan yang disarankan berada pada areal dengan ancaman bencana longsor rendah sampai sedang seluas 14,76 ha. Diabas yang merupakan batuan beku dan memenuhi syarat sebagai bahan pondasi bangunan dijumpai pada areal 42,84 ha, namun yang layak untuk ditambang berada pada areal 35,29 ha. Breksi yang merupakan areal dengan potensi terluas 1.440,6 ha, sebagian besar berada pada lokasi dengan ancaman bencana tinggi sehingga luas areal yang bisa dijadikan wilayah pertambangan adalah 838,92 ha. Luas potensi tanah merah 42,56 ha dengan luas wilayah tambang yang disarankan hanya 32,29 ha, luas potensi batupasir 737,6 ha dengan luas areal yang disarankan 523,4 ha.

Tabel 4. Perhitungan ancaman longsor dengan Metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* di Kecamatan Wadaslintang

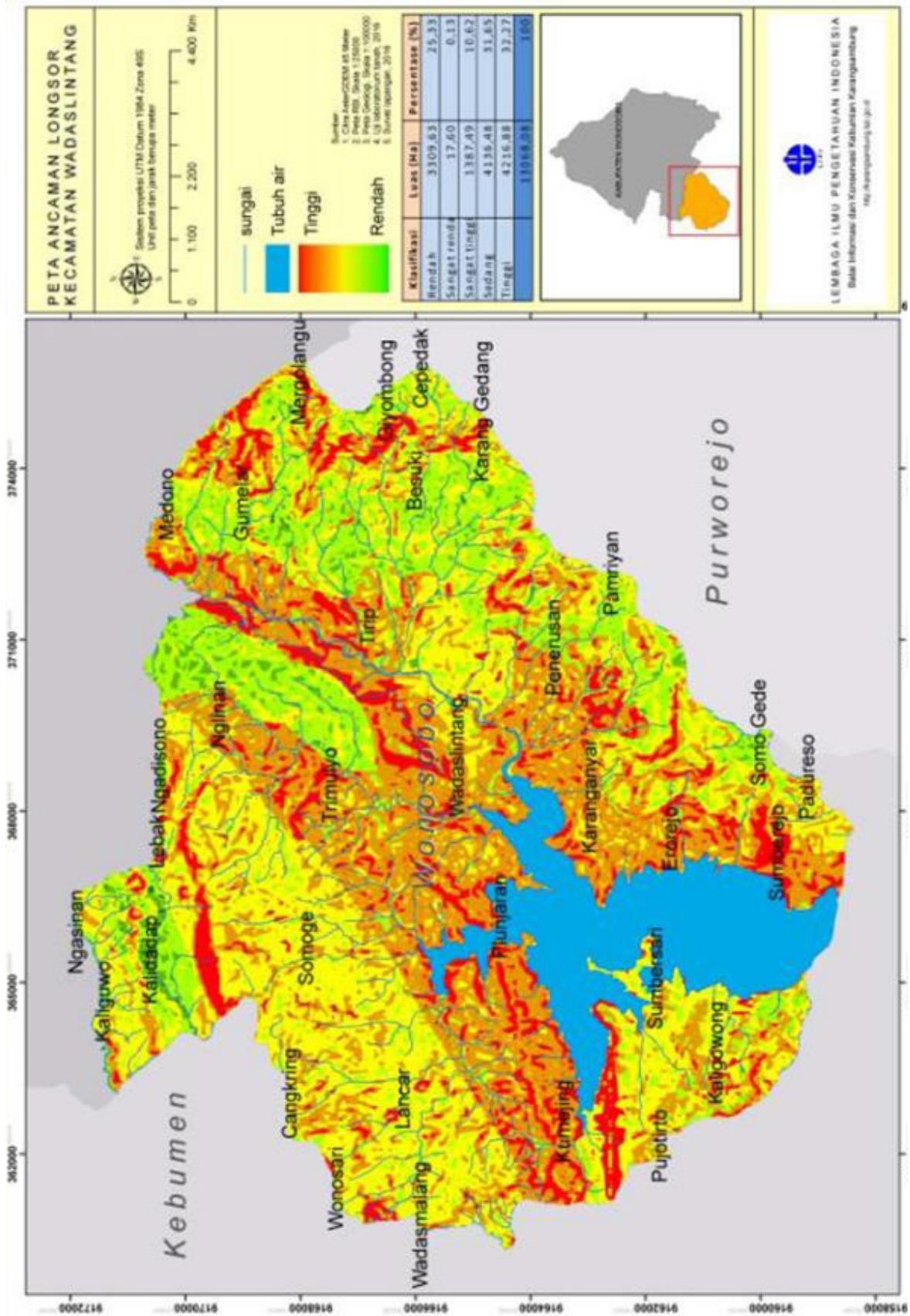
Keterangan	Kemiringan	Geologi	Tanah	Penggunaan Lahan
Kemiringan	1,00	4,00	5,00	7,00
Geologi	0,25	1,00	2,00	4,00
Tanah	0,20	0,50	1,00	3,00
Pengg. Lahan	0,14	0,25	0,33	1,00
	1,59	5,75	8,33	15,00
Keterangan	Kemiringan	Geologi	Tanah	Penggunaan Lahan
Kemiringan	0,63	0,70	0,60	0,47
Geologi	0,16	0,17	0,24	0,27
Tanah	0,13	0,09	0,12	0,20
Pengg. Lahan	0,09	0,04	0,04	0,07
	1,00	1,00	1,00	1,00
Jumlah	Jumlah per rerata	Pengaruh (%)	Pembulatan (%)	Urutan
2,39	0,60	59,75	60	1 (kemiringan)
0,84	0,21	20,94	21	2 (geologi)
0,53	0,13	13,31	13	3 (tanah)
0,24	0,06	6,00	6	4 (penggunaan lahan)
	1,00	100	100,00	

Tabel 5. Batasan Wilayah Pertambangan (Ansori C; Hastria, 2012)

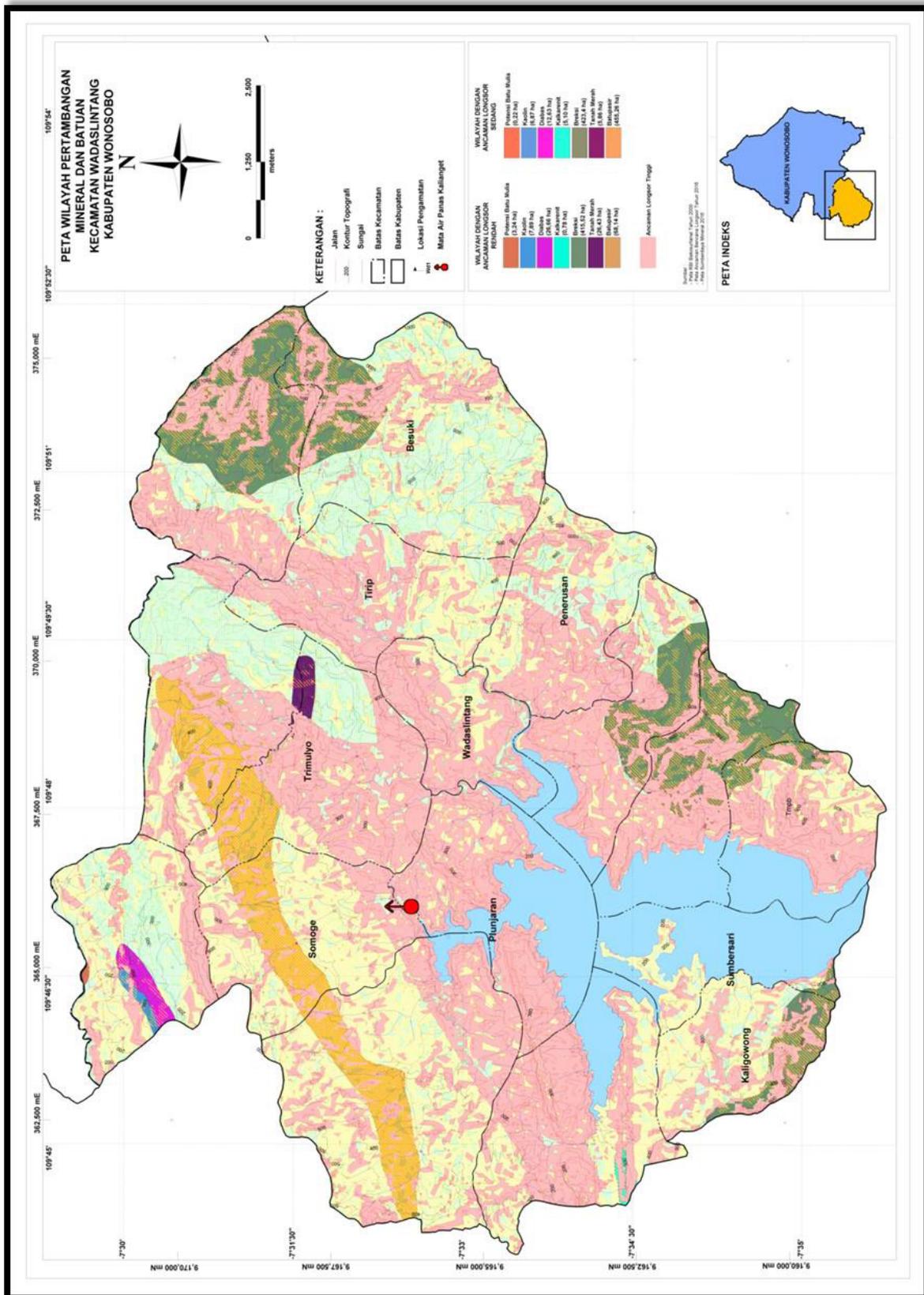
	Komoditas	Eksplorasi		Operasi Produksi	
		Minimal (ha)	Maksimal (ha)	Minimal (ha)	Maksimal (ha)
IUP	Logam	5.000	10.000	-	5.000
	Batubara	5.000	15.000	-	5.000
	Non Logam	500	1000	-	20
	Batuan	5	500	-	10
IPR	Pemohon		Eksplorasi		Operasi Produksi
	Perorangan	-	-	-	1
	Kel. Masyarakat	-	-	-	5
	Koperasi	-	-	-	10

Tabel 6. Luas wilayah pertambangan di daerah penelitian

Komoditas Tambang	Luas Potensi (ha)	Luas Potensi Pada Ancaman bencana		Luas WP (ha)	% Pengurangan Luas
		Rendah (ha)	Sedang (ha)		
Batu mulia	3,45	3,23	0,22	3,45	0
Kaolin	17,26	7,89	6,87	14,76	14,484
Diabas	41,84	22,66	12,63	35,29	15,655
Kalkarenit	22,51	0,78	5,1	5,88	73,878
Breksi	1440,6	415,52	423,4	838,92	41,766
Tanah Merah	42,56	26,43	5,86	32,29	24,131
Batu pasir	737,6	68,14	455,26	523,4	29,040



Gambar 10. Peta ancaman longsor di Kecamatan Wadaslintang



Gambar 11. Peta wilayah pertambangan mineral bukan logam dan batuan di Kecamatan Wadaslintang

KESIMPULAN

Kondisi geologi Kecamatan Wadaslintang tersusun oleh batuan kompleks melange, Formasi Totogan, anggota tuff Formasi Waturanda, Formasi Waturanda, Formasi Penosogan, anggota breksi Formasi Peniron, Formasi Peniron dan intrusi diabas. Potensi tambangnya berupa kaolin, diabas, kalkarenit, breksi andesit, tanah merah, batupasir dan batu mulia. Kemiringan lereng mempunyai pengaruh 60% terhadap ancaman longsor, batuan 21%, tanah 13% dan penggunaan lahan 6%. Berdasarkan sebaran ancaman longsor yang terjadi pada zone tinggi maka luasan Wilayah Pertambangan rata-rata berkurang 28% dengan prosentase pengurangan terluas pada bahan tambang kalkarenit/batu lempeng sebesar 73,88% akibat sebarannya pada kemiringan terjal serta faktor geologi, breksi 41,77% yang lebih dikontrol oleh keberadaannya pada kelerengan terjal. Sedangkan batu mulia prosentase pengurangannya 0%, karena sebarannya berada pada dataran alluvial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas terlaksananya penelitian ini penulis mengucapkan terima kasih pada Kepala Balai Informasi dan Konservasi Kebumihan Karangsembung LIPI yang telah memberikan pendanaan penelitian serta seluruh anggota tim.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1989. SNI 03-0394-1989. Batu alam untuk bahan bangunan, Mutu dan Cara Uji. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Anonim, 2014; Peta Sebaran Komoditas Tambang Kabupaten Wonosobo, BAPPEDA Wonosobo (tidak dipublikasikan)

Asikin, S., Handoyo, A., Busono, H., Gafoer, S., 1992. Peta Geologi Lembar Kebumen, Jawa (*Geologic Map of The Kebumen Quadrangle, Jawa*), Lembar (*Quadrangle*) 1401-1, Skala (Scale) 1:100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung

Ansori, C., Hadiwisastra, S., 2002; Karakteristik Fragmen Endapan Olistostrome di Karangsembung, Kebumen; Buku Geologi Jawa Tengah – Yogyakarta, Publikasi Khusus IAGI Komda Jateng-DIY, Yogyakarta

Ansori, C., Hastria, 2012; Potensi Bahan Tambang, Penataan Wilayah Usaha Pertambangan (WUP) dan Wilayah Pertambangan Rakyat (WPR) di Kebumen; Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, Kementrian ESDM, Bandung, Vol 8. No 3, September 2012, ISSN :1979-6560.

Condon, W. H., Pardyanto, L., Ketner, K., B. Amin, T. C. Gafoer, S., Samodra, H., 1996 Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan (*Geological Map of The Banjarnegara and Pekalongan Sheet, Jawa*), Lembar (*Quadrangle*) 1408-4 dan 1409-1, Skala (Scale) 1:100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung.

Suyanto, F.X., Roskamil; 1975; *The hydrology and hydrocarbon aspect of south central java*; Proceeding IAGI; Bandung

Karnawati D., 2003; Manajemen Bencana Gerakan Tanah, Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Geologi UGM.

Saaty T.L., 1980; *The Analytic Hierarchy Process*, Mc.Graw-Hill Book Company, New York

Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., Bellon, H., Pringgopawiro, H., Polve, M., Priadi, B., 1990; *Tertiary Magmatic Belt in Jawa*; Journal of Southeast Asian Earth Sciences, Vol 4, No 3, pp 171-187.

Suhala, S., dan Arifin, M. , 1997. *Bahan Galian Industri*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung, 366 hal.

Diterima	: 29 September 2017
Direvisi	: 09 Oktober 2017
Disetujui	: 29 November 2017

**EVALUASI POTENSI BATUBARA UNTUK UNDERGROUND COAL GASIFICATION
PADA LUBANG BOR JWT-02, DAERAH AMPAH, KABUPATEN BARITO TIMUR,
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

**EVALUATION OF COAL POTENCY FOR UNDERGROUND COAL GASIFICATION
AT BOREHOLE JWT-02, AMPAH AREA, EAST BARITO REGENCY,
CENTRAL KALIMANTAN PROVINCE**

Eska P. Dwitama, M. Rizki Ramdhani, Fajar Firmansyah, dan Wawang S. Purnomo
Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi
epd.0973@gmail.com

ABSTRAK

Potensi batubara Indonesia, baik yang dapat ditambang secara terbuka maupun yang ada di bawah permukaan (kedalaman >100m), sebagian besar merupakan batubara peringkat rendah. Salah satu pemanfaatan batubara peringkat rendah adalah gasifikasi bawah permukaan. Data dan evaluasi awal tentang potensi batubara untuk kegiatan gasifikasi ini sangat diperlukan. Evaluasi potensi batubara untuk gasifikasi ini pada Lubang Bor JWT-02 telah dilakukan dengan parameter evaluasi antara lain, kedudukan/kedalaman batubara, ketebalan batubara, karakteristik batubara, batuan pengapitnya dan sumber daya batubara. Hasil evaluasi tersebut menunjukkan adanya potensi lapisan batubara yang dapat dikembangkan untuk gasifikasi bawah permukaan.

Kata kunci: batubara, sumber daya, gasifikasi bawah permukaan, Ampah

ABSTRACT

Indonesia's coal potency, either for open pit mining or subsurface (depth >100m), is mostly low rank coal. One of the utilizations of this low-rank coal is underground coal gasification. Preliminary data and evaluation of the coal potency for gasification activities are needed. Evaluation of the potency for coal gasification at borehole JWT-02 has been done with several parameters such as depth, thickness, coal properties, overburden/underburden rocks as well as coal resources. The evaluation indicates the potential of coal seams that can be developed for underground coal gasification.

Keywords: coal, resources, underground coal gasification, Ampah

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi sumber daya batubara yang cukup besar. Neraca sumber daya energi tahun 2016 (Anonim, 2016) menunjukkan sumber daya batubara Indonesia sampai dengan tahun 2016 sebesar 128 miliar ton, sedangkan cadangan batubara sebesar 28 miliar ton. Data neraca batubara juga menunjukkan jumlah sumber daya batubara tambang dalam (*deep seated coal*), yaitu potensi batubara yang diperkirakan berada pada kedalaman lebih dari 100 meter di bawah

permukaan sebesar 43,37 miliar ton. Sebagian besar sumber daya batubara Indonesia tersebut merupakan batubara kalori rendah dan kalori sedang, atau pada peringkat lignit sampai subbituminus. Pemanfaatan batubara tersebut di Indonesia saat ini dilakukan dengan cara penambangan terbuka. Penambangan terbuka hanya dapat memanfaatkan batubara yang terdapat dekat dengan permukaan atau kedalaman kurang dari 100 meter dan tidak dapat memanfaatkan batubara yang berada pada kedalaman lebih dari 100 meter. Alternatif lain untuk

memanfaatkan potensi batubara peringkat rendah tersebut adalah dengan cara gasifikasi batubara bawah permukaan (*underground coal gasification/UCG*) dengan memanfaatkan batubara yang berada pada kedalaman lebih dari 100 meter. UCG merupakan teknologi pemanfaatan batubara yang dilakukan melalui konversi batubara secara *in-situ* dengan cara menyuntikan udara atau oksigen melalui sumur injeksi untuk membakar lapisan batubara, yang kemudian dihasilkan gas untuk dialirkan melalui sumur produksi, selanjutnya diolah menjadi bahan bakar gas dan bahan penggunaan industri kimia lainnya (Burton, dkk., 2006). Sebagian gas hasil gasifikasi ini dapat dipergunakan sebagai bahan bakar stasiun pembangkit tenaga listrik dan sebagian lagi dapat dipergunakan sebagai bahan sintesis (*syngas*) bahan kimia, seperti hidrogen, metanol atau bahan kimia gas lainnya.

Maksud tulisan ini adalah untuk penyediaan data awal potensi batubara bawah permukaan (*deep seated coal*) untuk dimanfaatkan sebagai sumber UCG.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengevaluasi data batubara pada lubang bor JWT-02. Hal-hal yang dikaji berupa log bor hasil pemerian inti batuan untuk mengetahui karakteristik, ketebalan, kedalaman dan batuan pengapit batubaranya. Selain itu juga dilakukan evaluasi terhadap hasil analisis laboratorium berupa analisis proksimat dan analisis petrografi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lubang bor JWT-02 merupakan lubang bor hasil kegiatan Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas bumi di daerah Ampah dan sekitarnya, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah, oleh Purnomo dan Dwitama (2016). Secara administratif, kegiatan ini terletak Desa Jaweten, Kecamatan Dusun Timur, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. Secara

geologi, lubang bor JWT-02 termasuk pada Cekungan Barito dengan stratigrafi di sekitar lubang bor terdiri atas Formasi Warukin berumur Miosen dan Formasi Dahor berumur Pliosen-Plistosen (Gambar 1). Formasi Warukin dan Formasi Dahor merupakan formasi pembawa batubara, khususnya Formasi Warukin yang memiliki lapisan batubara cukup tebal. Kondisi geologi daerah penelitian dikategorikan memiliki kondisi geologi yang sederhana, hal ini tercermin dari data kedudukan atau kemiringan lapisan batuan yang hanya berada pada rentang 5°-10° serta tidak teramati adanya pengaruh struktur geologi, seperti lipatan dan sesar.

Data yang digunakan untuk mengevaluasi potensi batubara pada lubang bor JWT-02 adalah data logbor (Gambar 2) dan data hasil analisis laboratorium berupa analisis proksimat dan petrografi (Tabel 1). Pengeboran pada lubang bor JWT-02 mencapai kedalaman 515,50 meter. Berdasarkan laporan Purnomo dan Dwitama (2016), litologi yang dijumpai antara lain batupasir, batulempung, batulanau, dan batubara.

Pada kedalaman 0 meter hingga 98,55 meter, batuan penyusunnya didominasi oleh perselingan batulempung dengan batubara serta sisipan batupasir dan batulanau. Batubara pada kedalaman ini ditemukan sebanyak 5 lapisan batubara yaitu Lapisan 1, 2, 3, 4, dan 5. Posisi kedalaman dan tebal lapisan batubara dapat dilihat pada tabel 1. Secara umum kelima lapisan batubara tersebut memiliki karakteristik megaskopis yang sama yaitu, warna coklat kehitaman, kusam, rapuh, goresan coklat, terlihat struktur kayu, mengotori tangan, terdapat getah damar setempat maupun tersebar.

Pada kedalaman 98,55 meter hingga 140,88 meter, litologi penyusunnya didominasi oleh batulanau dengan sisipan batulempung dan batulempung batubaraan. Selanjutnya, pada kedalaman 140,80 meter hingga 188,10 meter, litologi penyusunnya hanya berupa batupasir.

Pada kedalaman 188,10 meter hingga 232,10 meter, litologi penyusunnya berupa batubara dengan sisipan batulempung. Pada kedalaman ini, batubara ditemukan sebanyak 3 lapisan batubara yaitu lapisan 6, 7 dan 8. Secara umum ketiga lapisan tersebut memiliki karakteristik megaskopis yang sama yaitu berwarna hitam kecoklatan, kusam, goresan coklat, agak rapuh, setempat terdapat getah damar, terdapat sisipan batulempung tipis pada lapisan 6 dan 7, setempat terdapat lensa atau pita-pita batu lempung.

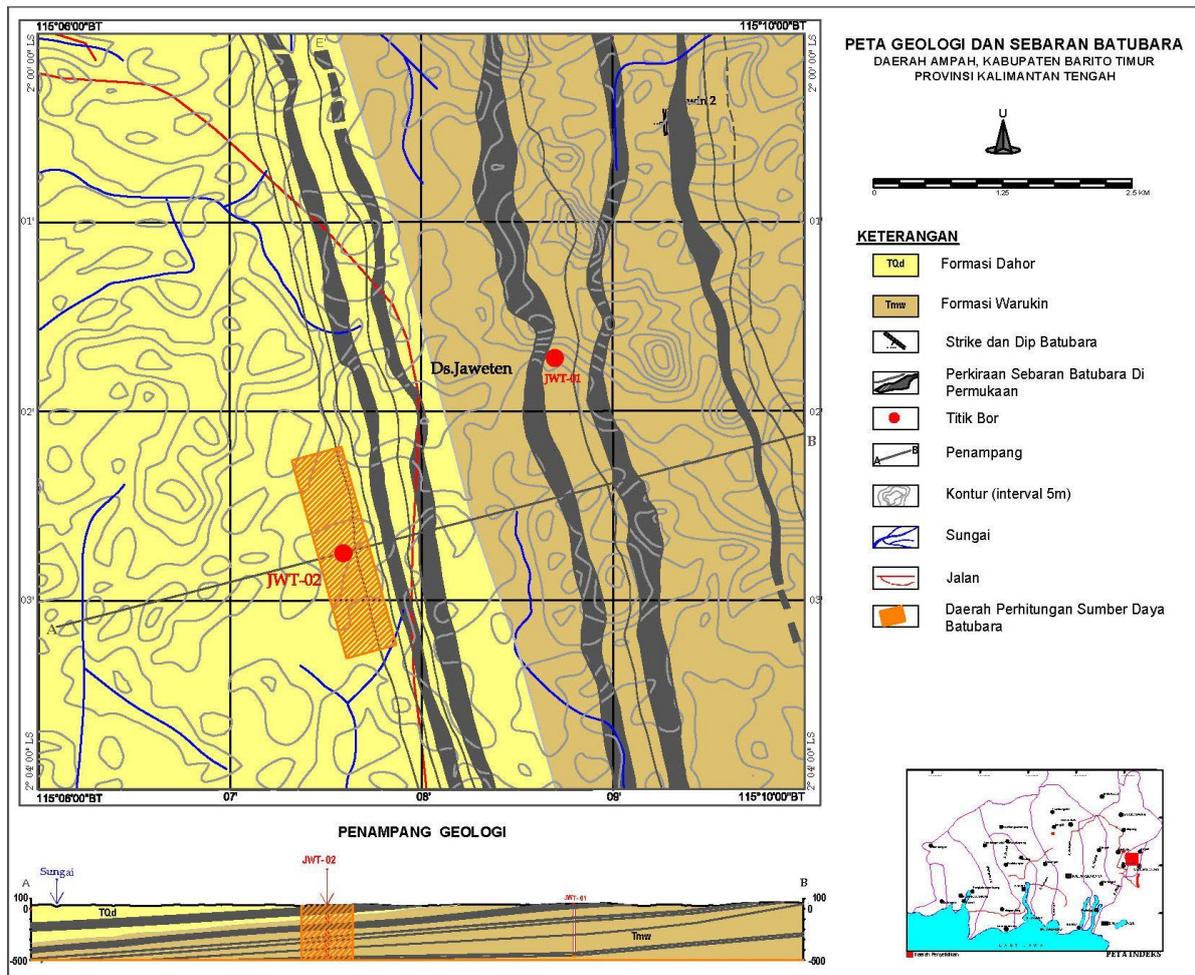
Pada kedalaman 232,10 meter hingga 389,30 meter, litologi penyusunnya berupa batupasir dengan sisipan konglomeratan, batulempung, batulanau dan batubara. Pada kedalaman ini lapisan batubara dijumpai hanya sebagai sisipan dengan tebal 0,5 meter hingga 0,87 meter. Lapisan tersebut adalah lapisan 9 dan 10. Secara megaskopis karakteristik batubara-batubara tersebut memiliki ciri fisik berwarna hitam, kusam-agak cerah, agak keras -agak rapuh, goresan coklat, terdapat pengotor pirit setempat dan getah damar.

Pada kedalaman 389,0 meter hingga 439,20 meter, litologi penyusunnya berupa batulempung dengan sisipan batupasir, batulanau dan batubara. Batubara yang dijumpai adalah lapisan batubara 11. Batubara lapisan 11 memiliki karakteristik secara megaskopis berwarna hitam kecoklatan, agak rapuh, agak kusam, goresan coklat, kontak atas dan bawah gradasional.

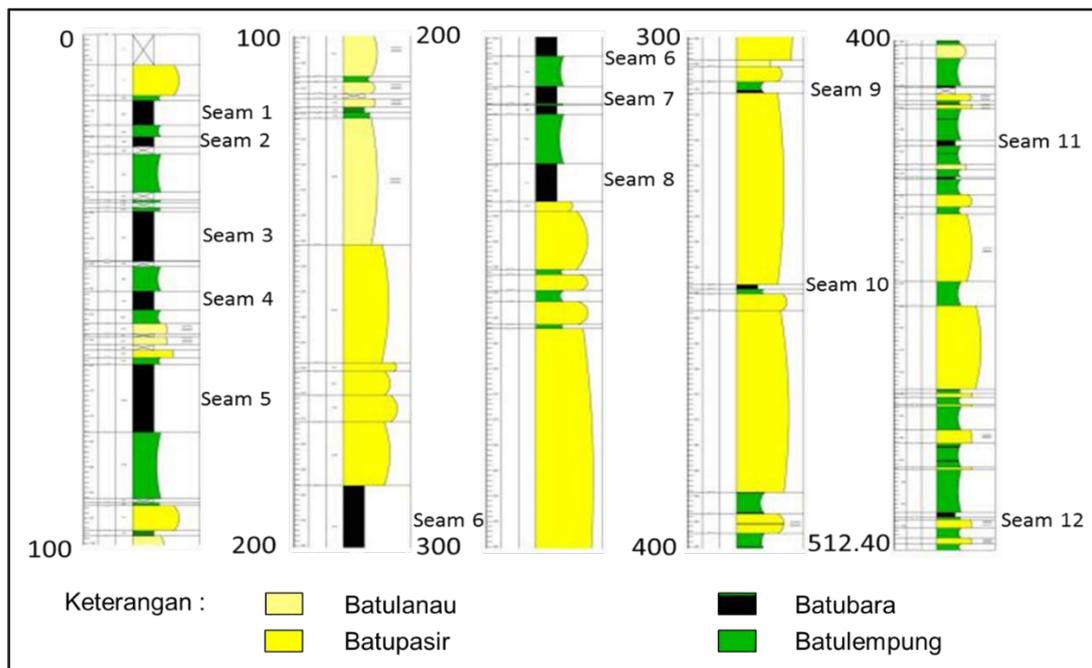
Selanjutnya, pada kedalaman 439,20 meter hingga 479,00 meter, litologi penyusunnya berupa batupasir dengan sisipan batulempung. Pada kedalaman 479,00 meter hingga 515,50 meter yang merupakan kedalaman akhir lubang bor JWT-02, litologi penyusunnya berupa batulempung dengan sisipan batupasir dan batubara. Lapisan batubara terdalam yang berhasil ditembus pada kedalaman 506,98 meter hingga 507,98 meter, yaitu lapisan batubara 12. Karakteristik secara megaskopis batubara lapisan 12 memiliki ciri warna hitam dan kecoklatan pada bagian atas, agak rapuh, agak kusam-agak cerah, goresan coklat, terdapat banyak pengotor pada bagian atas berupa pirit dan getah damar, kontak atas tegas, kontak bawah gradasional.

Secara garis besar, pengeboran pada titik bor JWT-02 berhasil menembus 12 lapisan batubara utama. Ketebalan batubara pada lubang bor JWT-02 dapat dilihat pada Tabel 1, disertai dengan hasil analisis proksimat dan petrografinya. Data yang dimunculkan, disederhanakan sesuai kebutuhan, yaitu berupa data air lembab, abu, dan reflektansi vitrinit.

Selanjutnya, dari data di atas dilakukan evaluasi potensi batubara daerah penelitian untuk dikembangkan ke arah UCG. Parameter yang dijadikan acuan antara lain, kedalaman batubara, ketebalan batubara, karakteristik batubara, batuan pengapitnya dan sumber daya batubara (Burton, dkk, 2006; Shafirovich, dkk, 2008, 2009; Imran, dkk., 2012; Madiutomo, 2014).



Gambar 1. Peta Geologi dan Sebaran Batubara Daerah Ampah (Modifikasi dari Purnomo dan Dwitama, 2016; Soetrisno, dkk., 1994)



Gambar 2. Log litologi titik bor JWT-02 (Purnomo dan Dwitama, 2016)

Tabel 1. Data Informasi Batubara Daerah Penelitian (Purnomo dan Dwitama, 2016)

Lapisan	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Air lembab (%adb)	Abu (%adb)	Reflektansi vitrinit (%)
1	12,98-17,80	4,82	11.32	7.51	0,28
2	22,00-23,50	1,50	-	-	-
3	34,75-44,52	9,77	11.35	2.72	0,23
4	50,75-54,15	3,40	12.90	5.70	0,25
5	64,80-78,20	13,40	12.46	3.30	0,25
6	188,10-203,45	15,35	11.09	6.13	0.28
7	209,40-214,95	5,20	10.28	5.48	0.29
8	224,70-232,10	7,40	11.13	5.22	0.29
9	310,15-310,65	0,50	11.63	8.27	0.31
10	348,44-349,1	0,87	12.08	3.58	0.34
11	422,50-423,70	1,20	11.80	5.75	0.30
12	506,98-507,98	1,00	9.92	4.94	0.31

Kedalaman Lapisan Batubara

Kedalaman lapisan batubara untuk pengembangan UCG dari beberapa proyek yang telah dilakukan di dunia cukup bervariasi antara 12 meter hingga 1.200 meter (Burton, dkk., 2006; Shafirovich & Varma, 2009). Di Indonesia, saat ini batubara mulai permukaan hingga kedalaman 100 meter lebih dimanfaatkan untuk tambang terbuka. Burton, dkk. (2006) merekomendasikan untuk mengurangi risiko terjadinya amblesan, kedalaman yang baik adalah lebih dalam dari 200 meter. Sedangkan terkait keekonomian dan tingkat kesulitannya, kedalamannya tidak lebih dari 800 meter. Dengan demikian, kedalaman yang cocok untuk pengembangan UCG adalah kedalaman 100 meter hingga 800 meter. Berdasarkan kriteria kedalaman batubara tersebut, batubara pada lubang bor JWT-02 yang dapat dikembangkan untuk UCG adalah Lapisan 6, 7, 8, 9, 10, 11, dan 12.

Ketebalan Lapisan Batubara

Ketebalan minimum batubara untuk pengembangan UCG memiliki variasi dan juga kontradiksi. Gastech (2007, dalam Shafirovich & Varma, 2009), mengindikasikan bahwa ketebalan optimal untuk UCG adalah lebih dari 10 meter, Ergo Exergy (dalam Shafirovich & Varma, 2009) mengatakan bahwa UCG dapat diaplikasikan dengan batubara berketebalan minimal 0,50 meter, sedangkan pada *Former Soviet Union*

Project memperlihatkan bahwa terjadi penurunan nilai panas yang menghasilkan gas pada ketebalan batubara di bawah 2 meter (Shafirovich and Varma, 2009). Beberapa pendapat lain tentang ketebalan minimum batubara yang bisa menjadi penengah beberapa pendapat di atas adalah 2 meter hingga 20 meter (diutamakan 5-10 m) (Couch, 2009; Sury, dkk., 2004). Berdasarkan pendapat terakhir tentang ketebalan minimal lapisan batubara untuk pengembangan UCG, batubara pada lubang bor JWT-02 yang dapat dikembangkan untuk UCG adalah lapisan 6, 7 dan 8 (setelah dihubungkan dengan kriteria kedalaman).

Karakteristik Batubara

Peringkat batubara yang baik untuk UCG adalah batubara peringkat rendah, yaitu lignit-subbituminus. Batubara pada lubang bor JWT-02 seluruhnya merupakan batubara lignit dengan nilai reflektansi vitrinit berkisar 0,23% - 0,34%. Selain itu, nilai kadar abu ditambah kandungan air <60% (Madiutomo, 2014; Santoso, 2015 dalam Purnama, dkk., 2017). Batubara pada lubang bor JWT-02 memiliki nilai kadar abu+air seluruhnya <60%. Nilai permeabilitas dan porositas batubara sebetulnya cukup penting untuk diketahui, akan tetapi data tersebut tidak dimiliki serta cukup jarang tersedia. Secara teoritis lapisan dengan *cleat* yang berkembang dan lebih permeabel memungkinkan lebih banyak hubungan efektif antara sumur

injeksi dan sumur produksi yang berdampak peralihan reaktan lebih cepat dan tingkat gasifikasi yang tinggi. Di sisi lain, porositas dan permeabilitas yang lebih tinggi meningkatkan masuknya air dan meningkatkan kehilangan gas yang diproduksi. Sury, dkk. (2004) mengatakan kemiringan lapisan batubara yang baik untuk UCG adalah yang landai dan GastTech (2007) dalam laporannya merekomendasikan kemiringan lapisan batubara yang baik untuk UCG berada pada rentang 0°-20°. Lapisan batuan pada lubang bor JWT-02 memiliki kemiringan 5°-10°.

Batuan Pengapit

Batuan pengapit batubara untuk UCG, baik *overburden* maupun *underburden*, harus memiliki permeabilitas yang rendah, kuat tekan uniaksial (UCS) (50-<250 Mpa), densitas (<2g/cm³), dan *low shear wave* (Zieleniewski and Brent, 2008; Couch, 2009). Data yang tersedia pada lubang bor JWT-02 hanya permeabilitas batuan pengapitnya dan terbatas pada hasil deskripsi megaskopis inti batuan hasil pengeboran. Berdasarkan hasil pengeboran, lapisan batubara 6, 7 dan 8 memiliki batuan pengapit sebagai berikut:

Lapisan 6 memiliki batuan pengapit atasnya berupa batupasir berukuran sedang dan bersifat lepas. Hal tersebut mengindikasikan bahwa batuan tersebut memiliki permeabilitas yang tinggi, sedangkan batuan pengapit bagian bawahnya merupakan batulempung yang kemungkinan memiliki permeabilitas rendah. Lapisan 7 memiliki batuan pengapit pada bagian atas yang sama dengan batuan pengapit bagian bawah lapisan 6, yaitu batulempung. Batuan pengapit bagian bawah lapisan 7 juga berupa batulempung. Lapisan 8 memiliki batuan pengapit bagian atas berupa batulempung dan bagian bawahnya merupakan batupasir berukuran pasir halus yang kemungkinan memiliki permeabilitas cukup rendah. Berdasarkan hal tersebut lapisan yang memenuhi kriteria adalah lapisan 7 dan lapisan 8.

Berdasarkan berbagai parameter yang telah dibahas, lapisan batubara yang berpotensi untuk pengembangan UCG adalah lapisan 7 dan 8.

Sumber Daya Batubara

Jumlah sumber daya batubara yang baik untuk UCG masih bersifat tentatif. Jumlah minimal sumber daya batubara disesuaikan dengan pemanfaatan gas untuk industri ataupun kapasitas *power plant* serta lamanya waktu pengoperasian. Sumber daya batubara pada lubang bor JWT-02 termasuk kelas sumber daya hipotetik, karena hanya menggunakan satu titik acuan saja. Perhitungan sumber daya pada lubang bor JWT-02 mengacu pada SNI 13-5014-1998 Amandemen 1, dengan kriteria jarak yang dihitung ke arah jurus (panjang) dibatasi sampai sejauh 1.000 m dari lokasi setiap titik bor, sehingga jarak total yang dihitung ke arah jurus mencapai 2.000 m. Jarak yang dihitung ke arah *down dip* atau *up dip* (lebar) untuk batubara dibatasi sampai sejauh 250 m dari lokasi setiap titik bor, sehingga jarak totalnya mencapai 500 m (dalam hal ini lokasi sumur terletak di tengah). Data berat jenis yang digunakan adalah data dari hasil analisis laboratorium dari masing-masing lapisan.

Rumus untuk menghitung sumber daya batubara yaitu:

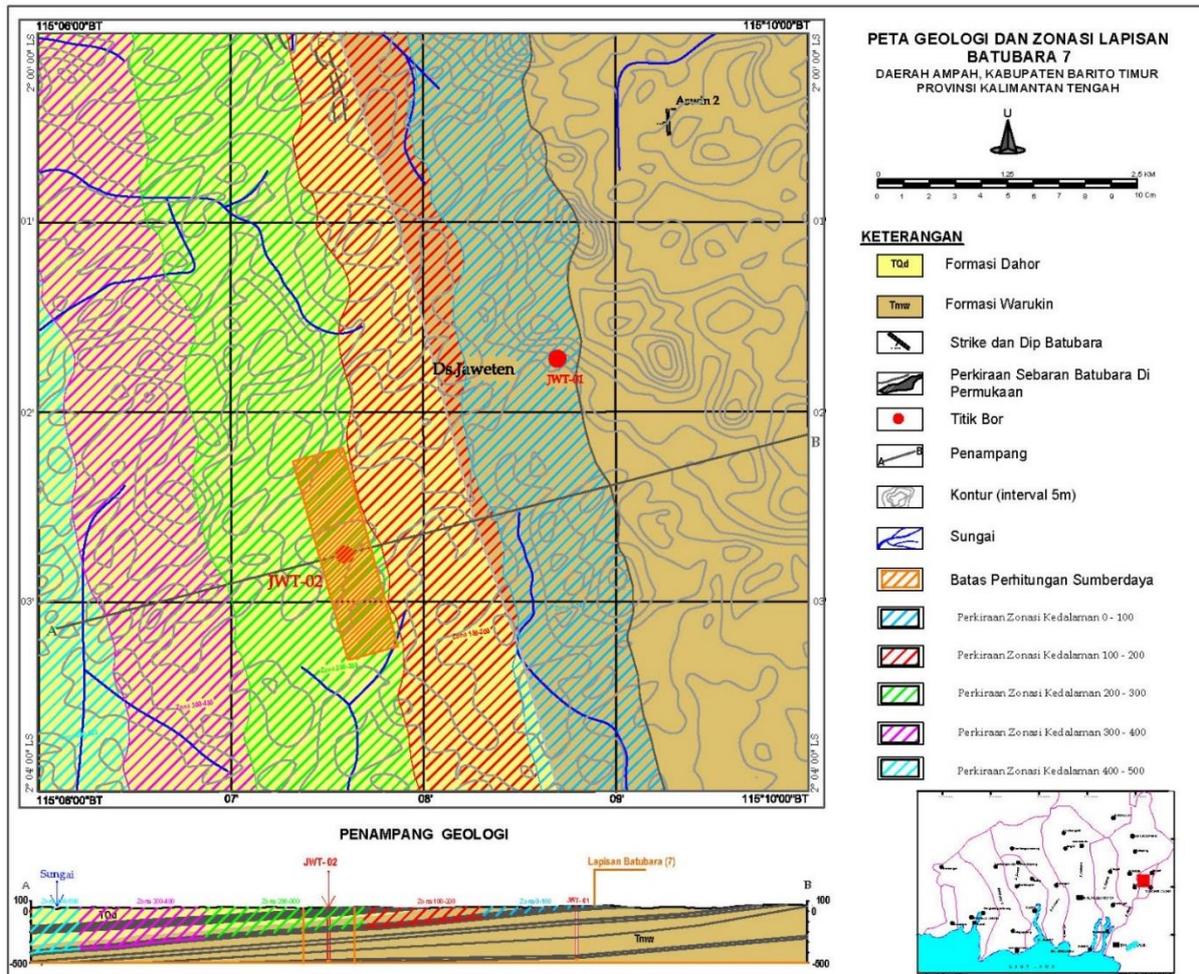
$$\text{Sumber Daya} = \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \times \text{Tebal (m)} \times \text{Berat Jenis (ton/m}^3\text{)}$$

Hasil perhitungan sumber daya batubara pada lapisan 7 dan 8 yang dianggap memenuhi kriteria UCG adalah sebesar 7.176.000 ton untuk lapisan 7 dan 10.212.000 ton untuk lapisan 8 yang mana sumber daya tersebut dihitung pada area seluas 1 km², pada kisaran kedalaman 200 meter hingga 300 meter (Gambar 3 dan Gambar 4).

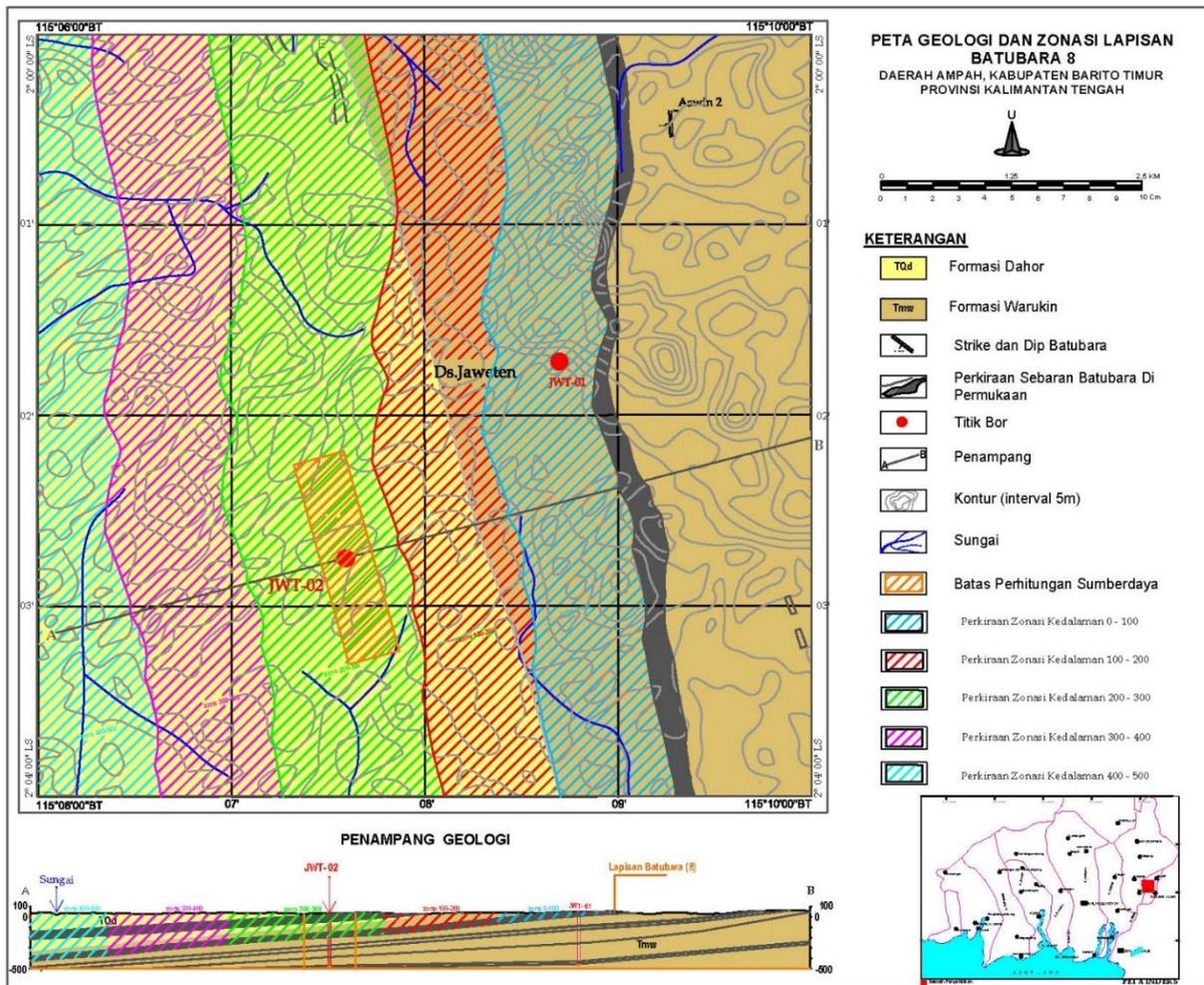
Kelas sumber daya dan jumlah sumber daya masing-masing lapisan kemungkinan masih dapat meningkat, jika dilakukan

pengeboran lanjutan pada beberapa titik sebagai titik acuan tambahan perhitungan sumber daya batubaranya. Berdasarkan data singkapan dan pengeboran pada lubang bor JWT-02 dan JWT-01 dibuat peta zonasi lapisan batubara pada lapisan 7 dan lapisan 8 untuk kedalaman 0-500 meter. Batas-batas zonasi kedalaman hanya berdasarkan data elevasi di lokasi perkiraan

lapisan batubara di permukaannya. Peta Zonasi lapisan batubara 7 dan 8 disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Peta ini dapat digunakan sebagai acuan untuk penentuan titik pengeboran selanjutnya, untuk didapat penyebaran lapisan 7 dan 8 ke arah jurus maupun ke arah kemiringan lapisannya.



Gambar 3. Peta Zonasi Lapisan 7



Gambar 4. Peta Zonasi Lapisan 8

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa pada lubang bor JWT-02 terdapat potensi batubara bawah permukaan (*deep seated coal*) yang dapat dikembangkan untuk UCG yaitu pada lapisan 7 dan lapisan 8.

Hasil perhitungan sumber daya batubara pada lapisan 7 dan 8 yang dianggap memenuhi kriteria UCG adalah sebesar 7.176.000 ton untuk lapisan 7 dan 10.212.000 ton untuk lapisan 8 yang mana sumber daya tersebut dihitung pada area seluas 1 km², pada kisaran kedalaman 200 meter hingga 300 meter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada rekan-rekan Tim Pengeboran CBM Ampah dan rekan-rekan Bidang Batubara yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi dan bertukar pikiran, sehingga makalah ini dapat dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2016. *Executive Summary Pemutakhiran Data Dan Neraca Sumber Daya Energi Tahun 2016*, Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung.

- Burton, E., Friedmann, J. and Upadhye, R., 2006. *Best Practices in Underground Coal Gasification*, Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA.
- Couch, G., 2009. *Underground coal gasification*, IEA Clean Coal Centre, International Energy Agency, London.
- GastTech, 2007. *Viability of Underground Coal Gasification in the 'Deep Coals' of the Powder River Basin*, Prepared for the Wyoming Business Council Business and Industry Division State Energy Office, Casper, WY.
- Imran, M., Bohar, M., Burdi, Ameer., Qayyum, A., Bhatti, M., Shabbir, M., 2012. *Underground Coal Gasification and Power Generation, The Operational Aspects*, 45th IEP Convention 2012.
- Madiutomo, N., 2014. *Potensi Resiko Lingkungan Teknologi Gasifikasi Batubara Bawah Tanah (Underground Coal Gasification - UCG)*, Majalah Mineral & Energi, h. 49-59.
- Purnama, A. B., Subarna, Y,S., Sendjadja, Y,A., Muljana, B. dan Santoso, B., 2017. *Potensi Batubara Untuk Pengembangan Gasifikasi Bawah Permukaan: Studi Kasus Desa Macang Sakti, Provinsi Sumatera Selatan*, Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, 13(September 2016), pp. 13–30.
- Purnomo, Wawang S. dan Dwitama, E. P., 2016. *Pengeboran Dalam Untuk Evaluasi CBM Dan Batubara Bawah Permukaan Di Daerah Ampah Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah*, Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Bandung.
- Shafirovich, E. ., Mastalerz, M., Rupp, J., dan Varma, A., 2008. *The Potential for Underground Coal Gasification in Indiana*, Phase I Report to the Indiana Center for Coal Technology Research (CCTR), Indiana.
- Shafirovich, E. and Varma, A., 2009 *Underground Coal Gasification: A Brief Review of Current Status*, School of Chemical Engineering, Purdue University, 480 Stadium Mall Drive, West Lafayette, Indiana 47907.
- Soetrisno, Supriatna, S., Rustandi, E., Sanyoto, P., dan Hasan, K., 1994. *Peta geologi lembar Buntok, Kalimantan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sury, M. White, M., Kirton, J., Carr, P., Woodbridge, R., Mostade, M., Chappell, R., Hartwell, D., Hunt, D., and Rendell N., 2004, *Review of Environmental Issues of Underground Coal Gasification*, Report No. COAL R272, DTI/Pub URN 04/1880, DTI, UK.
- Zieleniewski, M. and Brent, A. C., 2008. *Evaluating the costs and achievable benefits of extending technologies for uneconomical coal resources in South Africa: the case of underground coal gasification*, *Journal of Energy in Southern Africa*, 19(4), pp. 21–31.

Diterima	: 11 September 2017
Direvisi	: 06 Oktober 2017
Disetujui	: 30 November 2017

PEMBUATAN BAHAN ACUAN BAKU UNTUK ANALISIS
CONTO SEDIMEN SUNGAI AKTIF

*THE ESTABLISHMENT OF ANALYSIS STANDARD REFERENCE MATERIAL
FOR STREAM SEDIMENT SAMPLE*

Dedeh Dinarsih dan Herry Rodiana Eddy

Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi
dedeh.dinarsih@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pembuatan bahan acuan baku untuk analisis conto sedimen sungai aktif (*standard reference material for stream sediment*) merupakan bahan acuan sekunder dalam analisis laboratorium pengujian yang dapat menunjang akurasi serta presisi hasil analisis conto sedimen sungai sesuai SNI ISO/IEC 17025 : 2008 Komite Akreditasi Nasional.

Pemercontaan bahan acuan baku ini dilakukan di wilayah Nagari Surian, Kecamatan Pantai Cermin, serta di wilayah Nagari Air Dingin dan Nagari Kotabaru, Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat dengan metode pengambilan secara acak. Parameter yang dianalisis terdiri dari total seluruh unsur yang dianalisis meliputi tembaga (Cu), timbal (Pb), seng (Zn) dan perak (Ag). Hasil analisis internal dan eksternal/uji banding dengan parameter analisis Cu, Pb, Zn dan Ag, kemudian dilakukan pengolahan data dan ditentukan uji homogenitas, nilai presisi, akurasi, relatif standar deviasi, limit deteksi, uji histogram, uji Dixon, Nilai Z- Score/ (*Out-In Lier*).

Pembuatan bahan acuan baku ini menghasilkan enam jenis conto standar dengan tiga kriteria yaitu nilai kadar rendah, sedang dan tinggi (*low, middle and high level*) dengan kehalusan 80 mesh dan 150 mesh sampai dengan 200 mesh.

Bahan acuan baku yang mempunyai kehalusan 80 mesh terdiri dari tiga kriteria yaitu kode conto SS.SLK-L1 termasuk kriteria kadar rendah dengan kandungan Cu 25,50 ppm, Pb 13,21 ppm, Zn 44,96 ppm dan Ag 1,26 ppm, kode conto SS.SLK-M1 merupakan bahan acuanbaku kriteria kadar sedang dengan kandungan Cu 38,80 ppm, Pb 16,60 ppm, Zn 70,05 ppm dan Ag 1,70 ppm, sedangkan kode conto SS.SLK-H1 termasuk kriteria kadar tinggi dengan kandungan Cu 82,20 ppm, Pb 39,80 ppm, Zn 95,10 ppm dan Ag 2,08 ppm.

Bahan acuan baku dengan kehalusan 150 mesh sampai dengan 200 mesh terdiri dari tiga macam yaitu kode conto SS.SLK-L2 yang termasuk kriteria kadar rendah dengan kandungan Cu 32,70 ppm, Pb 25,90 ppm, Zn 89,90 ppm dan Ag 1,31 ppm, kode conto SS.SLK-M2 merupakan bahan acuan baku kriteria sedang dengan kandungan Cu 44,40 ppm, Pb 35,20 ppm, Zn 14,00 ppm dan Ag 1,70 ppm sedangkan kode conto SS.SLK-H2 termasuk kriteria kadar tinggi dengan kandungan Cu 90,90 ppm, Pb 56,30 ppm, Zn 160,00 ppm dan Ag 2,52 ppm.

Kata kunci: bahan acuan baku, sedimen sungai aktif, analisis laboratorium, Pantai Cermin, Lembah Gumanti

ABSTRACT

The establishment of stream sediment standard reference material is a secondary reference in the internal quality control of a testing laboratory that can support the accuracy and precision

of stream sediment analysis results as required by the National Accreditation Committee (KAN) listed in SNI ISO/IEC 17025: 2008.

Stream sediment standard reference material sampling was conducted in Nagari Surian Area, Pantai Cermin District and Nagari Air Dingin Area, Gumanti Valley District, Solok Regency, West Sumatera Province with random sampling method. The analyzed parameters consists of total copper (Cu), lead (Pb), zinc (Zn) and silver (Ag). From the results of internal and external analysis/ comparative test with analysis parameters of Cu, Pb, Zn, and Ag, data processing were done and the homogeneity test, precision value, accuracy, relative standard deviation (RSD), limit of detection, histogram test, Dixon test, Z- Score (Out-In Lier) were determined.

The establishment of stream sediment standard reference material successfully delivers 6 types of standard samples with 3 kinds of standard work criteria i.e. low, medium and high level with fineness of 80 mesh and 200 mesh.

Stream sediment standard reference material with fineness of 80 mesh consists of three criteria i.e. SS.SLK-L 1 which is categorized into low level criteria with Cu of 25.50 ppm, Pb of 13.21 ppm, Zn of 44.96 ppm and Ag of 1.26 ppm, SS.SLK-M1 is a medium level stream sediment with Cu of 38.80 ppm, Pb 16.60 of ppm, Zn of 70.05 ppm and Ag of 1.70 ppm while SS.SLK-H1 is categorized into high level criteria with Cu of 82.20 ppm, Pb of 39.80 ppm, Zn of 95.10 ppm and Ag of 2.08 ppm.

Stream sediment standard reference material with fineness of 150-200 mesh consists of three criteria i.e. SS.SLK-L2 which is categorized into low criteria with Cu of 32.70 ppm, Pb of 25.90 ppm, Zn of 89.90 ppm and Ag of 1.31 ppm, SS.SLK-M2 is a medium stream sediment with Cu of 44.40 ppm, Pb of 35.20 ppm, Zn of 14.00 ppm and Ag of 1.70 ppm while SS.SLK-H2 is categorized into high criteria with Cu of 90.90 ppm, Pb of 56.30 ppm, Zn of 160.00 ppm and Ag of 2.52 ppm.

Keywords: *standard reference material, stream sediment, laboratory analysis, Pantai Cermin, Lembah Gumanti*

PENDAHULUAN

Stream Sediment atau sedimen sungai aktif memiliki kandungan unsur sesuai dengan daerah yang dilalui oleh aliran sungai, baik secara alamiah dari mineral yang terkandung dalam batuan/tanah atau berkaitan dengan adanya aktifitas manusia yang menghasilkan buangan unsur tersebut. Unsur dalam batuan atau tanah dapat berinteraksi dengan udara dan air sehingga beberapa unsur larut dalam air dan akan merembes ke dalam daerah aliran sungai. Sebaliknya unsur dalam air dapat mengendap kembali jika keadaan hidrologi dan pH air berubah.

Kandungan unsur dalam sedimen sungai aktif merupakan gabungan dari kadar unsur dalam mineral yang ada dalam sedimen dan hasil keseimbangan unsur tersebut antara

fasa air dan koloid. Satuan batuan yang dilalui aliran anak sungai yang sangat mempengaruhi jenis mineral/fragmen batuan yang terkandung dalam endapan sungai.

Komposisi unsur kimia dalam conto mineral, sedimen sungai aktif dan batuan, sangat heterogen sehingga akan terjadi saling mempengaruhi pada proses reaksi kimia (metode konvensional) dan reaksi fisika (metode instrumen), sehingga akan mempengaruhi respon atau pembacaan pada alat detektor dan pada akhirnya akan mempengaruhi akurasi hasil analisis. Conto baku yang sesuai dengan conto yang dianalisis dapat menghindarkan dari pengaruh pembacaan oleh unsur-unsur lain (efek matrik), sehingga mendapatkan hasil analisis yang akurat.

Salah satu upaya untuk mendapatkan hasil analisis sedimen sungai aktif yang akurat di laboratorium, selain metode analisis yang digunakan harus *valid*, juga mutlak diperlukan contoh acuan baku *sedimen sungai aktif* yang telah diketahui kandungannya (*Certified Reference Material/CRM*) seperti yang dipersyaratkan oleh Komite Akreditasi Nasional (SNI ISO/IEC 17025 : 2008) bahwa laboratorium harus memiliki acuan baku (*Reference Material*) atau *Standard Reference Material (SRM)* yang mampu telusur (*traceability*). Hasil analisis menjadi salah satu pertimbangan dalam menentukan metode analisis di laboratorium, agar dapat diperoleh data hasil analisis untuk Cu, Pb, Zn, dan Ag yang akurat.

Akurasi hasil analisis tergantung pada tiga faktor utama yaitu analisis yang kompeten, metode yang *valid*, dan adanya contoh standar (*Standard Reference Material/SRM*). Selama ini contoh baku (*Standard Reference Material/SRM*) yang digunakan diperoleh dari *National Bureau of Standards (NBS)*, *National Institute of Standards and Technology (NIST)*, *British Standard (BS)*, *National China of Standards (NCS)* dan lainnya, yang selain harganya mahal, pemesanannya juga memerlukan waktu yang lama.

Pembuatan bahan acuan baku untuk analisis contoh sedimen sungai aktif (*in-house standard stream sediment*), yang selanjutnya disebut pembuatan bahan acuan baku yang bertujuan untuk mendapatkan contoh standar *sedimen sungai aktif* yang dapat dijadikan acuan dan selalu siap digunakan untuk kegiatan analisis contoh sedimen sungai di

Laboratorium Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP), sehingga diperoleh hasil analisis yang terjamin/terkendali mutunya dan lebih ekonomis, sehingga kegiatan analisis contoh *sedimen sungai aktif* berjalan lancar dan akurat.

Pengambilan contoh pembuatan bahan acuan baku analisis untuk contoh *sedimen sungai aktif* ini dilakukan di Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat (Gambar 1). Suprpto (2014) menyatakan daerah ini mempunyai potensi mineralisasi logam besi-tembaga-timbal-seng (Fe-Cu-Pb-Zn), berdasarkan pada kondisi struktur geologi dan litologi (Gambar 2 dan Gambar 3).

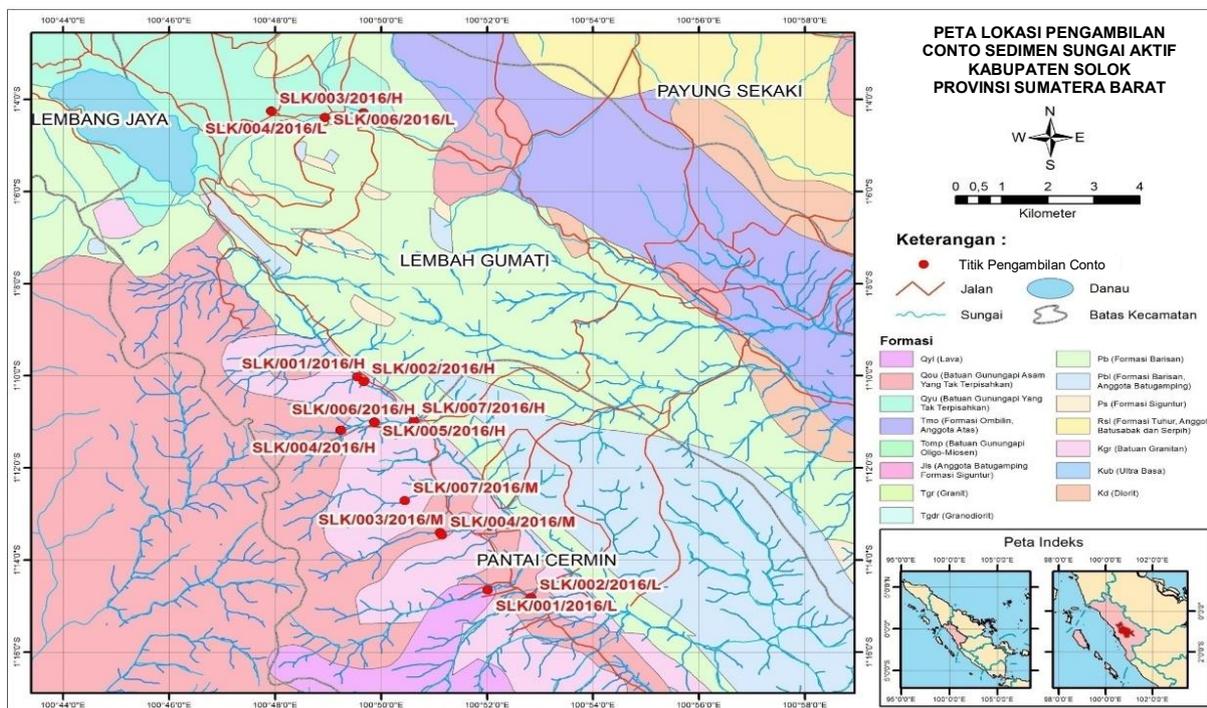
Secara geologi daerah Kabupaten Solok berada pada jalur metalogenik Sunda Banda. Batuan penyusun terdiri dari batuan metamorf berumur Perem sampai Trias, batuan terobosan dijumpai berumur Pra-Tersier dan Tersier. Pada batuan Tersier secara stratigrafi di atasnya menumpang batuan sedimen dan vulkanik. Batuan vulkanik Tersier dan Kuartar menutup sebagian besar Daerah Kabupaten Solok dan sekitarnya.

METODOLOGI

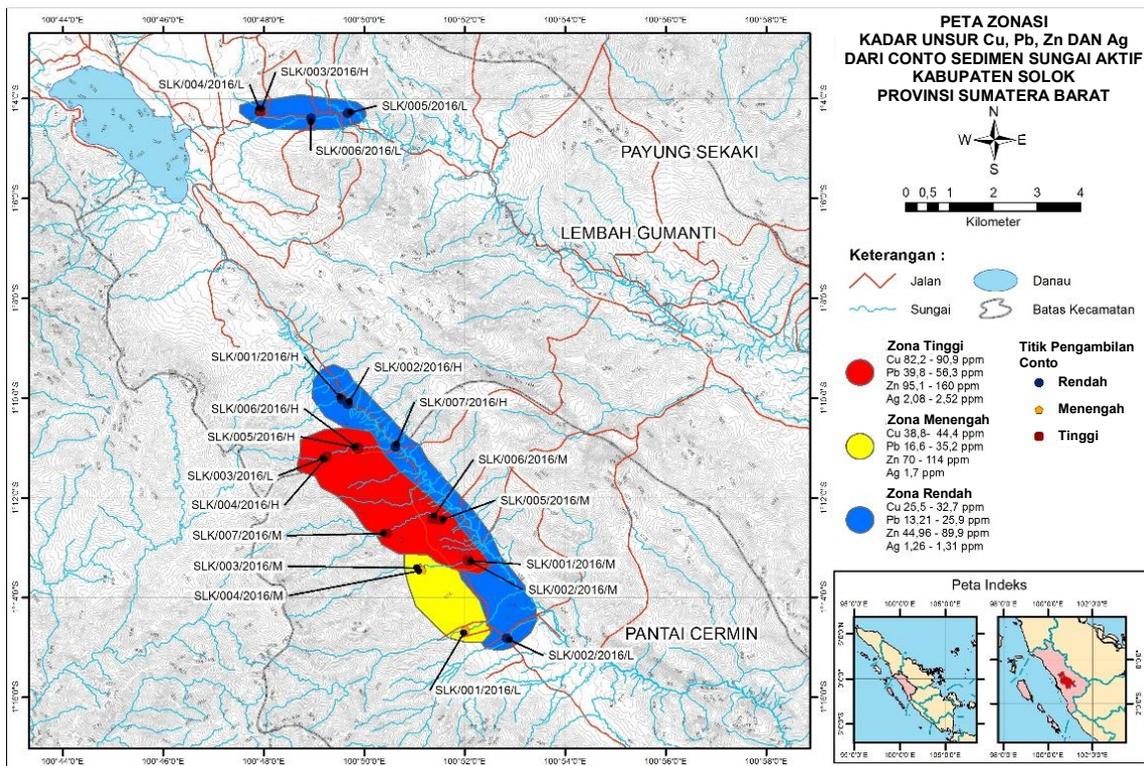
Tahapan pembuatan bahan acuan baku meliputi studi literatur, pemercontaan sedimen sungai, menganalisis contoh, dan mengolah data baik di laboratorium internal maupun eksternal. Analisis eksternal dilakukan di delapan laboratorium di luar Laboratorium PSDMBP. Pengolah data hasil analisis tersebut menggunakan metode statistik, seperti; uji Histogram, uji *Dixon* dan uji *Z-Score*.



Gambar 1. Kegiatan pengambilan contoh sedimen sungai aktif dilakukan di tiga wilayah di Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat



Gambar 2. Peta lokasi pengambilan contoh sedimen sungai aktif Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat



Gambar 3. Peta zonasi conto *Sedimen sungai aktif* Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat

Permercontaan Sedimen Sungai Aktif

Kegiatan pemercontaan sedimen sungai aktif di lapangan dapat dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

Pengambilan Conto

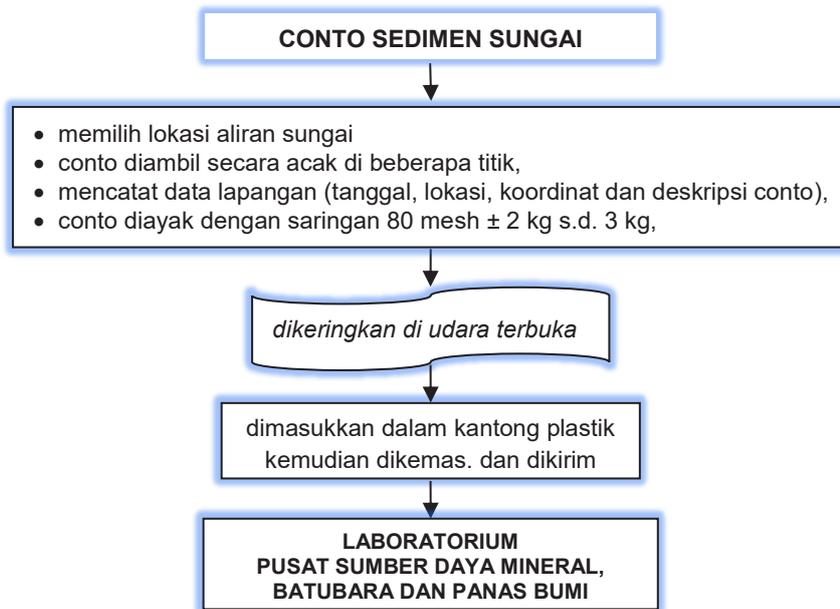
Pengambilan conto merupakan tahapan pertama dalam proses pembuatan bahan acuan baku. Salah satu prinsip yang penting dalam pengambilan conto yaitu conto harus *representative*, sehingga hasil analisis laboratorium dapat memberikan gambaran kandungan unsur-unsur yang terdapat di daerah tersebut.

Pengambilan conto di lapangan dilakukan secara acak dari endapan sungai aktif yang diayak menggunakan ayakan berukuran 80 mesh dan diberi nomor, berat conto lebih kurang dua kg sampai dengan tiga kg (Gambar 5 s.d. Gambar 8). Setelah itu conto dimasukkan ke dalam kantong plastik, kemudian diikat dengan baik. Jumlah lokasi yang dapat dilakukan pengambilan conto sebanyak 20 lokasi yang termasuk dalam tiga blok wilayah. Pengambilan conto

sedimen sungai dengan fraksi halus dilakukan pada sungai orde satu, orde dua, dan orde tiga. Pengambilan conto dengan cara diambil langsung dari sungai aktif, menggunakan mangkok plastik. Conto yang diambil dari daerah aliran sungai aktif tidak terpengaruh oleh bahan-bahan yang berasal dari sampingnya seperti bahan runtunan tebing sungai, bahan organik, dan pengotor lainnya (Ghazali dkk, 1990; (Davis dan Hartati, 1991).

Preparasi dan Pengemasan Conto

Kegiatan preparasi conto dengan cara mengeringkan conto di udara terbuka, sedangkan pengemasan conto yaitu conto dimasukkan ke dalam kantong plastik yang sudah di beri kode conto. Conto tersebut dikemas dengan baik, dan diberi label (lokasi conto, jenis conto, jumlah conto, serta tujuan pengiriman). Tujuan pengiriman yaitu laboratorium yang akan menganalisis conto tersebut dalam hal ini Laboratorium PSDMBP yang beralamat di Jalan Soekarno Hatta nomor 444 Bandung (Nicholson dan Budhiastuty, 1986).



Gambar 4. Bagan alir pengambilan dan preparasi conto di lapangan



Gambar 5. Pengambilan Conto SLK/006/2016/M di Sungai Cabang Tanah Pendek



Gambar 6. Pengambilan Conto SLK/001/2016/L di Sungai Kayu Padang



Gambar 7. Pengambilan Conto SLK/002/2016/H di Sungai Air Pinang Tebu



Gambar 8. Pengambilan Conto SLK/006/2016/H di Sungai Cabang Batang Baru Kapuk

Preparasi Conto di Laboratorium

Preparasi conto di laboratorium antara lain dilakukan dengan mengeringkan, mengayak, menghaluskan, menghomogenkan dan membagi conto sampai diperoleh sejumlah conto yang diinginkan.

Conto dikeringkan sesuai masing-masing kriteria conto, dalam oven pengering suhu 105° C apabila conto masih dalam keadaan basah.

Conto diayak dengan cara dimasukkan dalam saringan dengan kehalusan 80 *mesh*, kemudian dihaluskan apabila masih terdapat conto yang butirannya masih keras dan besar butir kerakal. Conto diambil sekitar 25 gram sebanyak 10 bagian (Gambar 9) setelah diaduk dan di split dengan cara *coning* dan *quartering*. Setelah itu conto dimasukkan dalam kantong plastik yang sudah diberi kode. Conto tersebut dibawa ruang analisis untuk dianalisis kadar Cu, Pb, Zn dan Ag dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (Supriyanto dan Purwanto, 2010). Hasil analisis kadar Cu, Pb, Zn dan Ag dijadikan dasar pengelompokan kriteria conto kadar rendah, kadar sedang dan kadar tinggi.

Conto sekitar 11 kg sampai dengan 13 kg dari ketiga kriteria conto standar tadi digerus dalam mesin *Tema Mill* dengan kehalusan 150 *mesh* sampai dengan 200 *mesh* (Gambar 10). Kemudian melakukan *blending* atau diaduk dengan mesin pengaduk (*blending machine*) conto dengan kehalusan 80 *mesh* dan conto 150 *mesh* sampai dengan 200 *mesh* selama 12 x 8 jam, 10 x 8 jam dan 21 x 8 jam. Ketiga conto tersebut diuji homogenitasnya menggunakan metode AAS dengan parameter Cu, hasilnya conto dengan kehalusan 80 *mesh* homogen (Gambar 11 dan Gambar 12). Apabila conto sudah homogen, kemudian diaduk, setelah itu dibagi rata dengan cara *coning and quartering*, dipisahkan masing-masing sekitar 25 gr sebanyak 10 bagian. Keenam conto standar yang sudah homogen dibagi dengan jumlah yang sama (sekitar 100

gram) pada setiap bagian dengan *rotary divided*, kemudian dimasukkan masing-masing conto ke dalam botol conto 150 ml (Purwanto dkk, 2007). Selanjutnya dikirimkan minimal delapan botol conto ke Laboratorium PSDMBP dan beberapa laboratorium di luar untuk uji eksternal untuk keperluan uji banding analisis (Sumadi, 2007).

Pengolahan Data Statistik

Validasi Metode

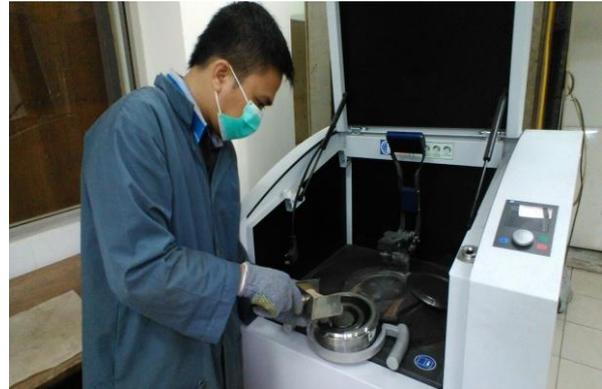
Validasi metode analisis diperlukan untuk memberikan kepercayaan kepada konsumen akan hasil analisis yang dikeluarkan memiliki ketepatan dan kecermatan. Hal ini sesuai dengan persyaratan yang ada dalam ISO/IEC 17025-2005 bahwa suatu laboratorium pengujian diharuskan melakukan pengujian sesuai dengan ruang lingkup akreditasi yang telah disetujui oleh Komite Akreditasi Nasional (Dubai Accreditation Center, 2008).

Presisi dan Akurasi

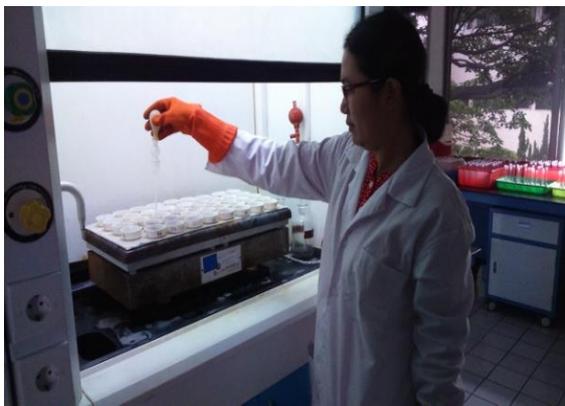
Parameter yang diperlukan untuk memperoleh validitas data hasil uji adalah validitas alat uji dan validitas metode uji. Salah satu parameter yang menunjang ke-*valid*-an suatu pengukuran adalah tingkat presisi dan akurasi dari alat dan metode uji yang dilakukan. Validasi metode uji dilakukan terhadap conto *Certified Reference Material* (CRM). CRM adalah bahan referensi yang bersertifikat yang sifatnya homogen dan stabil yang digunakan dalam proses pengukuran. Presisi dan akurasi dilakukan dengan melakukan pengujian berulang pada conto CRM dengan metode uji yang digunakan kemudian dibandingkan dengan nilai CRM berdasarkan sertifikat (*true value*). CRM yang digunakan pada pengujian ini yaitu DC 73309. Hasil presisi dan akurasi dikatakan memenuhi persyaratan apabila perolehan persentase akurasi pada kisaran antara 90% sampai dengan 110% dan prosentase presisi lebih kecil dari 5%.



Gambar 9. Blending Machine



Gambar 10. Tema Mill Machine



Gambar 11. Proses pelarutan conto dengan HF/HClO₄ menggunakan Hot Plate



Gambar 12. Analisis conto dengan alat AAS

Batas Deteksi

Batas deteksi (*detection limit*) unsur didefinisikan sebagai konsentrasi analit terendah yang masih dapat dideteksi. Batas deteksi unsur ditentukan berdasarkan perhitungan secara statistik dari kurva kalibrasi masing-masing unsur yang diperoleh. Berdasarkan kurva kalibrasi standar unsur diperoleh persamaan garis linier $y = ax + b$. Dari persamaan garis linier, dihitung besar serapan yang diperoleh (y^{\wedge}), harga standar deviasi penyimpangan ($S_{y/x}$), besar serapan pada limit deteksi ($Y_{l,d}$) dan kadar unsur pada limit deteksi ($X_{l,d}$). Berikut contoh perhitungan batas deteksi unsur Cu:

x (ppm)	y (abs)	y [^]	(y-y [^]) ²
1	0,1282	0,1487	0,00042
2	0,253	0,2506	0,00001
5	0,5898	0,5563	0,00112
10	1,0511	1,0658	0,00022
		Σ=	0,00177

Persamaan garis linier yang diperoleh adalah $y = 0,1019x + 0,0468$ dengan regresi sebesar 0,9965. Nilai standar deviasi penyimpangan ($S_{y/x}$) dihitung dengan formula :

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{\sum(y-y^{\wedge})^2}{(n-2)}} = 0,0297$$

$$Y_{l,d} = a + 3 S_{y/x} = 0,1359$$

$$X_{l,d} = \frac{Y_{l,d}-b}{a} = 0,87 \text{ ppm}$$

Dengan menggunakan formula yang sama, maka diperoleh batas deteksi untuk unsur Pb 0,79 ppm, Zn 0,88 ppm dan Ag 0,01 ppm.

Estimasi Ketidakpastian

Estimasi ketidakpastian merupakan salah satu faktor penting dalam penentuan validitas suatu pengukuran. Agar hasil suatu pengujian dari beberapa laboratorium dapat diperbandingkan, maka hasil analisis dari setiap laboratorium harus dilaporkan

dengan estimasi ketidak-pastiannya. Ketidakpastian adalah parameter yang menetapkan rentang nilai yang di dalamnya ada nilai benar yang diukur. Pengertian dan kegunaan ketidakpastian pengujian dapat berbeda-beda, bergantung pada bidang kerjanya.

Dalam beberapa kasus, ketidakpastian pengujian hanya melingkupi pengulangan, namun dalam beberapa kasus lain ada pula yang melingkupi keseluruhan sumber ketidakpastian pengujian (Tuning dan Supriyanto, 2010).

Uji Homogenitas

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk melakukan uji homogenitas, diantaranya adalah uji homogenitas menurut ASTM E826-85,

reapproved 1996, dan uji ANOVA/uji F (Tuning dan Samin, 2012).

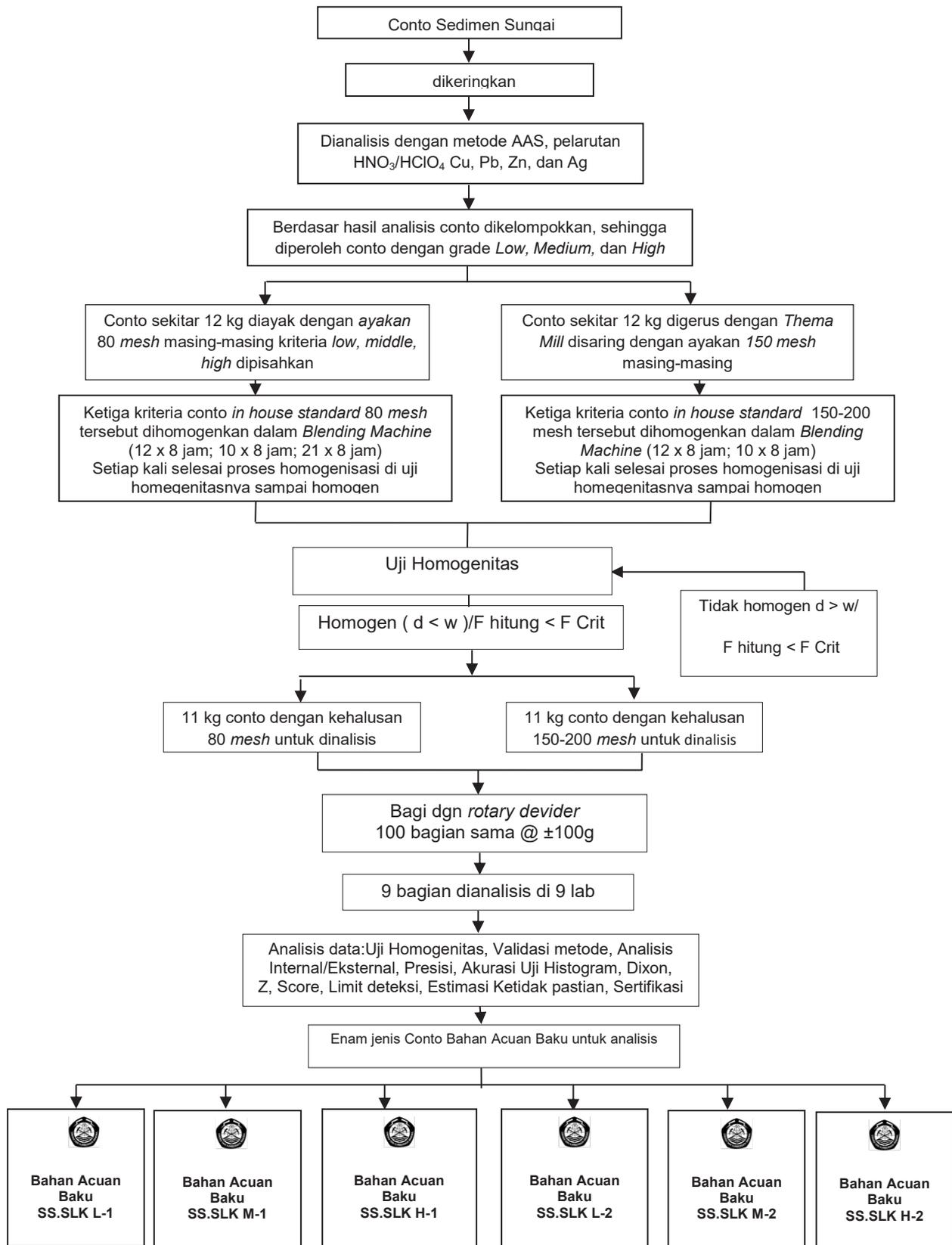
Pelabelan Conto

Pelabelan conto dibuat secara lengkap yang mencakup nama institusi, *in-house standard*, nama conto, kode conto dan urutan pembuatan dengan tulisan yang jelas dan menarik sebagai contoh nama institusi (Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi), nama standar (*IN-HOUSE STANDARD*), Jenis conto (*Sedimen sungai aktif*). Label ditempelkan pada botol conto ukuran 150 ml conto.

Tata cara pelabelan conto bahan baku tersebut seperti terlihat pada Tabel 1. Secara garis besar bagan alir pembuatan bahan acuan baku dapat dilihat pada Gambar 13.

Tabel 1. Daftar Label Conto Bahan Baku

No.	Kode conto	Label	Keterangan
1	SS.SLK L-1	 PUSAT SUMBER DAYA MINERAL, BATUBARA DAN PANAS BUMI <i>IN-HOUSE STANDARD STREAM SEDIMENT</i> SS.SLK L-1	SS = <i>stream sediment</i> SLK = Solok, Sumbar L=grade low/rendah 1=kehalusan 80 <i>mesh</i>
2	SS.SLK M-1	 PUSAT SUMBER DAYA MINERAL, BATUBARA DAN PANAS BUMI <i>IN-HOUSE STANDARD STREAM SEDIMENT</i> SS.SLK M-1	SS = <i>stream sediment</i> SLK = Solok, Sumbar L=grade low/rendah 1=kehalusan 80 <i>mesh</i>
3	SS.SLK H-1	 PUSAT SUMBER DAYA MINERAL, BATUBARA DAN PANAS BUMI <i>IN-HOUSE STANDARD STREAM SEDIMENT</i> SS.SLK H-1	SS = <i>stream sediment</i> SLK = Solok, Sumbar L=grade low/rendah 1=kehalusan 80 <i>mesh</i>
4	SS.SLK L-2	 PUSAT SUMBER DAYA MINERAL, BATUBARA DAN PANAS BUMI <i>IN-HOUSE STANDARD STREAM SEDIMENT</i> SS.SLK L-222	SS = <i>stream sediment</i> SLK = Solok, Sumbar L=grade low/rendah 2=kehalusan 150 sd. 200 <i>mesh</i>
5	SS.SLK M-2	 PUSAT SUMBER DAYA MINERAL, BATUBARA DAN PANAS BUMI <i>IN-HOUSE STANDARD STREAM SEDIMENT</i> SS.SLK M-2	SLK = Solok, Sumbar M =grade low/rendah 2=kehalusan 150 sd. 200 <i>mesh</i>
6	SS.SLK H-2	 PUSAT SUMBER DAYA MINERAL, BATUBARA DAN PANAS BUMI <i>IN-HOUSE STANDARD STREAM SEDIMENT</i> SS.SLK H-2	SLK = Solok, Sumbar H=grade low/rendah 2=kehalusan 150 sd. 200 <i>mesh</i>



Gambar 13. Bagan alir pembuatan bahan acuan baku

HASIL DAN ANALISIS

Analisis Conto Sedimen Sungai Aktif

Analisis conto sedimen sungai aktif-meliputi metode analisis internal dan eksternal Laboratorium Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi. Analisis internal dilaksanakan di Laboratorium Mineral Logam, Laboratorium PSDMBP dengan metode AAS, pelarutan secara partial menggunakan HNO₃ (asam nitrat) dan analisis total menggunakan pelarut HF (asam fluorida), HClO₄ (asam perchlorat) dan HNO₃ (asam nitrat) dengan parameter Cu, Pb, Zn dan Ag. Analisis diawali dengan validasi Metode terhadap SRM (*Standard Reference Material*) dari NCS *Cerified Reference Material* SRM ini berasal dari China yaitu NCS DC 73309.

Analisis eksternal sedimen sungai aktif dilaksanakan di delapan laboratorium di luar Laboratorium PSDMBP yaitu Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara (Tekmira), Institut Teknologi Bandung (ITB), Universitas Padjadjaran (UNPAD), Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN), Pusat Survei Geologi (PSG), Geo Services (Geo Assay), Intertek Utama Services (INTERTEK) dan PT Aneka Tambang Tbk Unit Geomin (ANTAM), dengan parameter analisis unsur Cu, Pb, Zn dan Ag.

Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data internal analisis meliputi metode validasi metode, presisi dan akurasi, limit deteksi (batas deteksi), estimasi ketidakpastian dan uji homogenitas.

Laboratorium Mineral Logam PSDMBP melakukan validasi metode dengan parameter uji antara lain presisi dan akurasi, limit deteksi dan estimasi ketidakpastian.

Pada Tabel 2 disajikan hasil analisis dari conto DC 73309 dan perolehan nilai presisi dan akurasinya. Tabel tersebut menunjukkan bahwa metode uji unsur Cu, Pb, Zn, dan Ag telah memenuhi persyaratan dengan akurasi berada di kisaran 95,64 sampai dengan 103,13% dan presisi lebih

kecil dari 5% untuk unsur Cu dan Ag, sedangkan presisi untuk unsur Pb dan Zn masih di atas 5% karena perhitungan presisi yang digunakan adalah:

$$presisi = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{n-1}}$$

Dimana:

Δ = selisih antara hasil analisis dengan nilai sebenarnya (sertifikat)
n = jumlah pengukuran (Purwanto, dkk, 2007)

Karena nilai kadar unsur Pb dan Zn besar (ratusan ppm), dengan perhitungan di atas dan jumlah pengukuran yang kurang banyak, maka nilai presisi yang dihasilkan akan besar.

Pada pengujian ini, estimasi ketidakpastian melalui pendekatan *bottom up* menggunakan diagram *cause-effect*. Sumber-sumber ketidakpastian yang dipertimbangkan pada pengujian pembuatan bahan baku untuk Cu, Pb, Zn, dan Ag antara lain larutan standar induk dan kalibrasi, kurva kalibrasi, *recovery*, preparasi conto, presisi dan linieritas. Hasil perhitungan estimasi ketidakpastian conto ditampilkan pada Tabel 3.

Uji homogenitas dilakukan terhadap conto SS.SLK-L1, SS.SLK-M1, SS.SLK-H1, SS.SLK-L2, SS.SLK-M2, dan SS.SLK-H2. Conto tersebut setelah *diblending*, kemudian diambil 10 titik conto secara acak, setelah itu dianalisis unsur Cu sebagai parameter uji secara *duplo* (a, b). Pada Tabel 4 ditampilkan hasil pengujian unsur Cu dari tiap-tiap conto.

Kegiatan pembuatan bahan baku untuk Cu, Pb, Zn dan Ag menghasilkan enam macam conto baku dengan tiga kriteria dan dua jenis tingkat kehalusan, untuk conto baku kehalusan 80 *mesh* kriteria rendah dengan kode SS.SLK-L1 sebanyak 32 botol, kriteria sedang dengan kode SS.SLK-M1 sebanyak 39 botol, dan kriteria tinggi dengan kode SS.SLK-H1 sebanyak 32 botol sedangkan standar kehalusan 150 *mesh* sampai

dengan 200 mesh kriteria rendah dengan kode SS.SLK-L2 sebanyak 34 botol, kriteria sedang dengan kode SS.SLK-M2 sebanyak 37 botol, dan kriteria tinggi dengan kode

SS.SLK-H2 sebanyak 32 botol, masing-masing seberat sekitar 100 gram. Kemasan conto baku seperti terlihat pada Gambar 14 dan Gambar 15.

Tabel 2. Hasil akurasi dan presisi metode uji menggunakan CRM NCS DC 73309

Unsur	Kadar unsur sertifikat (ppm)	Kadar unsur pengukuran (ppm)	Akurasi (%)	Presisi (%)
Cu	79 ± 3	77,38 ± 1,19	97,94	2,10
Pb	636 ± 22	649,75 ± 8,71	102,16	17,09
Zn	373 ± 14	356,75 ± 5,75	95,64	18,30
Ag	3,2 ± 0,4	3,3 ± 0,27	103,13	0,29

Tabel 3. Estimasi ketidakpastian hasil analisis conto bahan acuan baku

No	Nama Conto	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ag (ppm)
1	SS.SLK-L1	25,5 ± 3,14	13,21 ± 1,4	44,96 ± 5,92	1,26 ± 0,22
2	SS.SLK-M1	38,8 ± 4,78	16,6 ± 1,8	70,05 ± 9,2	1,7 ± 0,29
3	SS.SLK-H1	82,2 ± 12,94	39,8 ± 4,21	95,1 ± 12,53	2,08 ± 0,36
4	SS.SLK-L2	32,7 ± 4,02	25,9 ± 4,41	89,9 ± 11,76	1,31 ± 0,23
5	SS.SLK-M2	44,4 ± 7,1	35,2 ± 6	114 ± 14,9	1,7 ± 0,3
6	SS.SLK-H2	90,9 ± 14,5	56,3 ± 9,57	160 ± 20,91	2,52 ± 0,44

Tabel 4. Data hasil pengujian unsur Cu dari tiap-tiap conto di Laboratorium PSDMBP

Conto	SS.SLK-L1 (ppm)		SS.SLK-M1 (ppm)		SS.SLK-H1 (ppm)		SS.SLK-L2 (ppm)		SS.SLK-M2 (ppm)		SS.SLK-H2 (ppm)	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1	25,67	25,15	38,49	37,77	86,99	86,20	34,09	33,77	46,40	46,54	96,22	96,69
2	25,40	25,66	37,88	37,84	86,65	85,92	32,60	33,27	46,74	45,57	95,22	97,55
3	25,38	25,90	38,25	37,99	86,94	86,76	33,44	32,31	46,60	46,03	96,50	97,35
4	25,79	24,73	38,56	38,57	86,89	87,06	33,88	33,94	46,32	46,14	95,80	97,36
5	25,47	25,71	37,78	38,72	86,26	87,09	32,46	33,36	46,20	46,61	95,47	97,17
6	25,17	25,14	37,62	38,42	86,91	86,92	33,21	32,62	45,74	46,96	97,57	95,78
7	25,84	25,16	37,86	38,14	87,05	87,04	33,53	32,54	46,54	46,02	97,12	96,12
8	25,09	25,45	38,41	37,65	86,71	86,53	32,74	33,29	46,67	46,68	97,46	95,33
9	25,46	25,20	37,77	38,42	87,03	86,28	32,52	33,55	45,93	47,09	97,87	95,18
10	25,09	25,42	37,92	38,23	86,39	86,26	32,37	33,81	45,89	46,78	96,48	96,24



Gambar 14. Conto bahan baku analisis dengan kriteria tinggi



Gambar 15. Kemasan contoh bahan baku dengan enam kriteria dan berbeda kehalusannya, yaitu kode contoh SS.SLK-L1, SS.SLK-M1, SS.SLK-H1, SS.SLK-L2, SS.SLK-M2, SS.SLK-H2

Pembahasan

Pembuatan bahan baku berdasarkan pada kadar unsur yang paling stabil yakni tembaga (Cu) berhasil diperoleh contoh bahan baku dengan kriteria rendah, sedang dan tinggi.

Pengambilan contoh bahan baku di wilayah Nagari Air dingin, Kecamatan Lembah Gumanti dan wilayah Nagari Surian, Wilayah Nagari Kota Baru, Kecamatan Pantai Cermin, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat, tepat sesuai sasaran, karena mengacu pada hasil penelitian Suprpto (2014) dalam tesis berjudul Penentuan Daerah Potensi Mineralisasi Besi-Tembaga-Timbal-Seng dengan Metode Integrasi Data Geokimia dan Geologi Berbasis Spasial di Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat. Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa kadar Cu bervariasi dari rendah (25 ppm), sedang (40 ppm) dan tinggi (90 ppm).

Berdasarkan perhitungan statistik, validitas metode uji AAS yang digunakan Laboratorium Mineral Logam PSDMBP untuk contoh dengan parameter Cu, Pb, Zn, dan Ag sebagian besar mempunyai tingkat akurasi dan presisi yang baik. Nilai akurasi dan presisi yang dihasilkan memenuhi syarat yang ditetapkan (akurasi 95% sampai dengan 105% dan akurasi lebih kecil dari 5%). Namun presisi untuk kadar

Pb dan Zn kurang baik (lebih besar dari 5%), meskipun masih masuk dalam kisaran yang tertera dalam sertifikat, hal ini dimungkinkan adanya kontaminasi pada saat pelarutan sehingga hasilnya menjadi lebih besar.

Batas deteksi alat AAS untuk kadar Cu, Pb, Zn, dan Ag berdasarkan perhitungan masing-masing sebesar 0,87 ppm; 0,79 ppm; 0,88 ppm dan 0,01 ppm. Sehingga standar kerja larutan yang dibuat untuk metode pengujian ini masih valid karena standar terendah yang digunakan untuk pembuatan kurva kalibrasi standar dari Cu/Pb/Zn (1 ppm) dan Ag (0,1 ppm).

Metode pengujian AAS dilakukan dalam beberapa tahapan yang berperan dalam hasil analisis yang diperoleh yang disebut sumber ketidakpastian. Sumber-sumber ketidakpastian dalam metode pengujian ini antara lain larutan standar masing-masing unsur, kurva kalibrasi standar, preparasi/pelarutan, *recovery*, presisi dan linearitas. Nilai ketidakpastian ini merupakan kisaran nilai kadar unsur yang masih dapat diterima dari nilai yang sebenarnya.

Pengujian homogenitas contoh dilakukan dengan dua metode pengujian yang umum digunakan dalam uji profisiensi, yaitu uji homogenitas menurut ASTM E826-85, *reapproved* 1996 dan uji ANOVA.

Berdasarkan hasil dua metode pengujian tersebut, keenam conto (SS.SLK-L1, SS.SLK-M1, SS.SLK-H1, SS.SLK-L2, SS.SLK-M2, dan SS.SLK-H2) telah homogen.

Conto yang telah homogen kemudian dikirim ke beberapa laboratorium uji lain untuk dilakukan perbandingan hasil yang diperoleh dari conto sedimen sungai tersebut. Dari hasil analisis beberapa laboratorium tersebut kemudian dibandingkan dengan metode uji histogram, uji *Dixon*, dan uji *z-score*. Hasil analisis yang diperoleh dari semua laboratorium menunjukkan hasil yang baik untuk unsur Cu, Pb dan Zn, akan tetapi untuk unsur Ag, hasil analisisnya beragam dan banyak yang berada di bawah batas deteksi alat yang digunakan oleh beberapa laboratorium tersebut. Sehingga unsur Ag tidak dapat dilakukan uji banding dengan perhitungan statistik. Keberagaman hasil analisis Ag ini dimungkinkan karena kadar unsur Ag dalam conto yang dikirim relatif rendah (Tabel 5. s.d. Tabel 10.).

Tabel 5. Hasil Analisis Conto SS.SLK-L1 dari sembilan laboratorium

Lab	SS.SLK-L1			
	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ag (ppm)
PSDMBP	25,0	13,5	43,00	1,30
Geoservices	29,0	10,0	49,00	0,50
BATAN	22,5	10,5	37,50	< 0,02
Tekmira	19,5	6,5	42,00	1,50
PSG	26,0	7,0	46,50	< 0,04
ITB	28,5	21,0	63,50	37,50
UNPAD	43,1	17,1	41,35	12,95
Intertek	27,0	13,0	66,00	< 1,00
ANTAM	22,0	27,5	59,50	-1,58

Tabel 6. Hasil Analisis Conto SS.SLK-M1 dari sembilan laboratorium

Lab	SS.SLK-M1			
	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ag (ppm)
PSDMBP	38,0	17,00	67,0	1,75
Geoservices	45,5	12,50	74,0	0,00
BATAN	34,0	11,50	56,0	< 0,02
Tekmira	33,0	5,50	60,0	1,00
PSG	40,0	7,00	70,0	< 0,04
ITB	43,5	29,00	92,0	46,50
UNPAD	52,6	17,45	60,6	11,40
Intertek	41,0	13,00	97,0	< 1,00
ANTAM	38,0	32,50	52,5	-1,10

Tabel 7. Hasil Analisis Conto SS.SLK-H1 dari sembilan laboratorium

Lab	SS.SLK-H1			
	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ag (ppm)
PSDMBP	80,50	39,0	91,0	2,15
Geoservices	95,50	35,5	101,0	0,50
BATAN	69,00	35,0	87,5	< 0,02
Tekmira	80,00	34,5	95,0	1,00
PSG	83,00	30,0	99,5	< 0,04
ITB	94,00	48,0	112,5	29,50
UNPAD	101,85	43,7	79,8	15,60
Intertek	97,00	50,0	96,0	< 1,00
ANTAM	86,00	53,0	89,5	-1,56

Tabel 8. Hasil Analisis Conto SS.SLK-L2 dari sembilan laboratorium

Lab	SS.SLK-L2			
	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ag (ppm)
PSDMBP	32,0	26,5	86,00	1,35
Geoservices	36,5	11,9	99,50	0,50
BATAN	24,0	14,5	83,00	< 0,02
Tekmira	25,5	11,0	85,00	1,50
PSG	32,5	11,5	120,50	< 0,04
ITB	35,5	40,0	110,50	13,00
UNPAD	37,1	22,4	73,45	11,85
Intertek	< 50,0	50,0	110,00	< 5,00
ANTAM	30,0	45,5	80,00	-0,35

Tabel 9. Hasil Analisis Conto SS.SLK-M2 dari sembilan laboratorium

Lab	SS.SLK-M2			
	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ag (ppm)
PSDMBP	43,50	36,00	109,00	1,75
Geoservices	52,00	18,40	124,50	0,50
BATAN	31,50	22,50	106,00	< 0,02
Tekmira	40,00	19,00	115,00	1,50
PSG	46,50	18,50	89,50	< 0,04
ITB	52,00	42,00	136,50	17,50
UNPAD	48,65	32,35	91,85	11,65
Intertek	< 50,00	90,00	150,00	< 5,00
ANTAM	44,50	54,00	114,50	-0,04

Tabel 10. Hasil Analisis Conto SS.SLK-H2 dari sembilan laboratorium

Lab	SS.SLK-H2			
	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ag (ppm)
PSDMBP	89,0	57,5	153,00	2,60
Geoservices	107,5	34,8	176,50	0,50
BATAN	64,5	36,0	165,00	< 0,02
Tekmira	90,0	37,0	160,00	2,50
PSG	96,0	34,5	251,00	< 0,04
ITB	107,5	64,0	174,00	19,00
UNPAD	98,9	56,9	122,35	14,80
Intertek	100,0	70,0	200,00	< 5,00
ANTAM	97,5	78,5	183,00	0,81

Berdasarkan uji histogram, hasil analisis conto sedimen sungai untuk unsur Cu, Pb dan Zn juga beragam. Kemudian diuji dengan metode uji *Dixon*, dihasilkan beberapa hasil analisis laboratorium luar yang *outlier*, seperti hasil analisis Cu pada SS.SLK-L1 dari Laboratorium UNPAD, dan hasil analisis Cu pada SS.SLK-H2 dari Laboratorium BATAN.

Sama halnya dengan uji *Dixon*, uji *z-score* juga untuk mengetahui hasil analisis laboratorium mana saja yang *outlier* pada conto *sedimen sungai aktif* ini dan sebagai evaluasi kinerja pengujian dari laboratorium tersebut. Berdasarkan uji *z-score* ada beberapa hasil analisis laboratorium yang *outlier* diantaranya Laboratorium UNPAD (kadar Cu pada SS.SLK-L1), Laboratorium Intertek (kadar Pb pada SS.SLK-M2), Laboratorium BATAN (kadar Cu pada SS.SLK-H2), dan Laboratorium PSG (kadar Zn pada SS.SLK-H2). Disamping hasil analisis yang *outlier*, ada pula laboratorium yang hasil analisisnya masuk dalam kategori kurang baik, diantaranya Laboratorium UNPAD (kadar Cu pada SS.SLK-M1 dan kadar Zn pada SS.SLK-H2), Laboratorium ANTAM (kadar Pb pada SS.SLK-M1), Laboratorium INTERTEK (kadar Zn pada SS.SLK-M1), Laboratorium ITB (kadar Zn pada SS.SLK-H1), dan Laboratorium BATAN (kadar Cu pada SS.SLK-M2).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi memiliki dua conto bahan baku analisis conto sedimen sungai aktif yaitu dengan kehalusan 80 *mesh* dan kehalusan 150 *mesh* sampai dengan 200 *mesh*, masing-masing dengan kriteria rendah, sedang dan tinggi. Parameter untuk analisis Cu, Pb, Zn dan Ag dengan kode conto SS.SLK-L1, SS.SLK-M1 dan SS.SLK-H1 untuk conto bahan baku dengan kehalusan 80 *mesh*, sedangkan kode conto SS.SLK-L2, SS.SLK-M2 dan SS.SLK-H2 untuk conto bahan baku dengan kehalusan 150 *mesh* sampai dengan 200 *mesh*.

Conto bahan baku dikemas dalam botol plastik, dengan berat masing-masing 100 gram sebanyak 101 botol untuk conto dengan kehalusan 80 *mesh* dan 101 botol dengan kehalusan 150 *mesh* sampai dengan 200 *mesh*.

Tersedianya bahan baku dapat menjamin mutu dan akurasi hasil analisis pengujian logam dasar (*base metal*) dalam conto *sedimen sungai aktif*.

Data hasil analisis conto bahan baku yang dibuat Laboratorium PSDMBP, memberikan hasil dan presisi yang baik, dengan metode yang valid.

Pembuatan bahan baku akan membantu peraihan akreditasi dalam ruang lingkup endapan sungai, tanah dan batuan dengan parameter Cu, Pb, Zn dan Ag, sesuai dengan yang dipersyaratkan Komite Akreditasi Nasional dalam SNI ISO/IEC 17025–2008 tentang ketertelusuran pengukuran dalam jaminan mutu hasil analisis.

Saran

Kegiatan eksplorasi geokimia di Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi dapat terus ditingkatkan, karena laboratorium telah mempunyai bahan baku yang dapat dijadikan acuan untuk analisis sedimen sungai aktif yang akurat. Pembuatan bahan baku untuk komoditi lainnya perlu dilakukan agar dapat meningkatkan kinerja laboratorium dan terhindar dari ketergantungan pada negara lain yang memproduksi bahan acuan analisis tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan di Laboratorium PSDMBP khususnya Laboratorium Mineral Logam yang telah membantu dalam proses pembuatan bahan acuan baku ini, sehingga dapat diselesaikan dengan lancar. Ucapan terima kasih kami sampaikan juga kepada Dewan Redaksi yang telah membantu dalam penulisan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Davis, A. E. dan Hartati, R. D. 1991. *The Preparation of Quality Control Sample for The Analysis of Sample from Southern Sumatra Geological and Mineral Exploration Project*. Bandung.
- Dubai Accreditation Center 2008. *Guidance for Statistical Evaluation of Interlaboratory Proficiency Testing, Dubai Municipality*, (3), Hal. 10.
- Ghazali, S. A., Suganda, E. dan Johnson, C. C. 1990. *Methods and Techniques Used in Southern Sumatra Geochemical Mapping Programme*. Bandung.
- Nicholson., Budhiastuty 1986. *Sample Preparation and Methods of Chemical Analysis used by The Northern Sumatra Geochemical and Mineral Exploration Project*. Bandung.
- Purwanto, A., Supriyanto, C. dan Samin, P. 2007. Validasi Pengujian Cr, Cu dan Pb Dengan Metode Spektrometri Serapan Atom, in *Prosiding PPI - PDIPTN*. Yogyakarta: Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan - BATAN, Hal. 151–158.
- Sumadi, K. 2007. *Bahan Acuan untuk Uji Kompetensi, Homogenitas Bahan Acuan, Uji Stabilitas Conto Acuan, Kompetensi Kemampuan Pengujian Antar Analis*. Bandung.
- Suprpto, S. J. 2014. *Penentuan Daerah Potensi Mineralisasi Besi-Tembaga-Timbal-Seng dengan Metode Integrasi Data Geokimia dan Geologi Berbasis Spasial di Kabupaten Solok, Provinsi Sumatra Barat*. Universitas Padjajaran.
- Supriyanto, C. dan Purwanto, A. 2010. *Validasi Metode Spektrometri Serapan Atom pada Analisis Logam Berat Cr, Cu, Cd, Fe, Pb, Zn dan Ni dalam Contoh Uji Air Laut*, in *Prosiding PPI - PDIPTN*. Yogyakarta: Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan – BATAN, Hal. 115–122.
- Tuning, S. dan Samin, S. 2012. *Uji homogenitas dan stabilitas kandidat srm natrium zirkonat dengan metode xrf*, in *Prosiding PPI - PDIPTN*. Yogyakarta: Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan - BATAN, Hal. 176–183.
- Tuning, S. and Supriyanto, C. 2010. *Estimasi Ketidakpastian Hasil Pengujian Cu, Cr Dan Fe Dalam Contoh Sedimen Dengan Metode F-Aas*, in *Prosiding PPI - PDIPTN*. Yogyakarta: Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan – BATAN, Hal. 139–146.

Diterima	: 17 Juli 2017
Direvisi	: 03 Agustus 2017
Disetujui	: 30 November 2017

UCAPAN TERIMA KASIH

Dewan Redaksi dalam kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para editor dan mitra bestari atas kerja keras, kerja kritis dan kerja sama yang baik dalam penyiapan artikel-artikel untuk edisi ketiga. Secara khusus, kami mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bestari yang berkontribusi sesuai keahliannya untuk edisi saat ini, antara lain Prof. Dr. Binarko Santoso, Dr. Ir. Dicky Muslim, M.Sc, Prof. Dr. Ir. Mega Fatimah Rosyana, M.Sc dan Ir. Sabtanto Joko Suprpto, MT. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada semua unsur Dewan Redaksi atas usaha yang sangat baik dalam menyelesaikan penerbitan Buletin Sumber Daya Geologi Volume 12 Nomor 3, sebagai edisi terakhir di tahun 2017. Kami berharap kehadiran Buletin Sumber Daya Geologi kepada masyarakat umum dapat memberikan informasi yang menarik dan akurat tentang potensi sumber daya geologi di Indonesia.

BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

Volume 12 Nomor 3 Tahun 2017

ISSN 1907-5367, eISSN 2580-1023

INDEKS PENULIS

Agus Wiramsya Oscar
Pasca Sarjana Fakultas Teknik Geologi,
Universitas Padjadjaran
Bandung
Email: oscar.agus@yahoo.co.id

Chusni Ansori
Balai Informasi dan Konservasi Kebumian
Karangsambung, LIPI
Email: chus001@lipi.go.id

Dedeh Dinarsih
Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara
dan Panas Bumi
Email: dedeh.dinarsih@yahoo.co.id

Dicky Muslim
Pasca Sarjana Fakultas Teknik Geologi,
Universitas Padjadjaran
Bandung
Email: dicky.muslim@unpad.ac.id

Eska P Dwitama
Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara
dan Panas Bumi
Bandung
Email: epd.0973@gmail.com

Fajar Firmansyah
Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara
dan Panas Bumi
Bandung
Email: fajarfirmsyah88@gmail.com

Fitriany Amalia Wardhani
Balai Informasi dan Konservasi Kebumian
Karangsambung, LIPI
Email: f.amaliawardhani@gmail.com

Herry Rodiana Eddy
Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara
dan Panas Bumi
Email: h_rodiana@yahoo.com

M Rizki Ramdhani
Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara
dan Panas Bumi
Bandung
Email: m.rizki.ramdhani@gmail.com

Praptisih
Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI
Bandung
Email: praptie3103@yahoo.com

Puguh Dwi Raharjo
Balai Informasi dan Konservasi Kebumian
Karangsambung, LIPI
Email: puguh.draharjo@gmail.com

Tati Andriani
Fakultas Teknik Geologi,
Universitas Padjadjaran, Jatinangor
Sumedang
Email: tatiandriani@gmail.com

Wawang S Purnomo
Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara
dan Panas Bumi
Bandung
Email: wawang_sp@yahoo.com

Zufialdi Zakaria
Pasca Sarjana Fakultas Teknik Geologi,
Universitas Padjadjaran
Bandung
Email: zufialdi.zakaria@unpad.ac.id

BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

Volume 12 Nomor 3 Tahun 2017

ISSN 1907-5367, eISSN 2580-1023

INDEKS KATA KUNCI

- Ampah 184, 185, 187, 191, 192
 Analisis laboratorium 144, 145, 158, 159, 166, 185, 189, 194, 198, 208
 Ancaman bencana 166, 170, 176, 178
 Bahan acuan baku 194, 196, 198, 202, 205, 208
 Batuan induk 144-146, 151, 152
 Batubara 154, 155, 157, 159, 164, 167, 176, 178, 181, 185, 186, 188-192, 194, 196, 199, 202, 204
 Biomarker 144, 145, 150
Disposal area 154, 155, 159, 161, 162
 Formasi Cinambo 144-152
 Gasifikasi bawah permukaan 184, 192
 Geokimia 144, 145, 166, 206, 208, 209
 Hidrokarbon 144-146, 148, 149, 151, 152
 Kestabilan lereng 154, 155, 157, 159, 164
 Lembah Gumanti 194, 195, 206
 Pantai Cermin 194, 195, 206
 Purwajaya 154, 155
 Potensi tambang 166
Safety factor 154, 155
 Sedimen sungai aktif 194-198, 202, 204, 208
 Sumber daya 164, 170-172, 176, 184, 185, 189-192, 194, 196, 199, 202, 204, 208
 Wadasiintang 166, 167, 169, 175, 176, 177-181
 Wilayah tambang 166, 167, 176
 Wonosobo 166, 167, 172, 177, 181

BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

Terbit : November 2017

ISSN 1907-5367, eISSN 2580-1023

DDC:

Praptisih
(Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Bandung)

GEOKIMIA BATUAN INDUK HIDROKARBON FORMASI CINAMBO DI DAERAH SUMEDANG, JAWA BARAT

Buletin Sumber Daya Geologi

BSDG Agustus 2017 Vol. 12 No. 3 Hal. 144 - 153

Penelitian geokimia batulempung telah dilakukan pada Formasi Cinambo di wilayah Kabupaten Sumedang, dengan tujuan untuk mengetahui karakter batuan induk dan biomarker ekstrak batuan serta hubungannya dengan rembesan minyak di daerah Majalengka. Metode yang dilakukan adalah penelitian lapangan dan analisis laboratorium yang meliputi analisis Total Organic Carbon (TOC), pirolisis Rock Eval dan Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS). Penelitian lapangan meliputi pengamatan litostratigrafi Formasi Cinambo pada Sungai Cinambo dan Cisaar serta pengambilan percontoh untuk analisis laboratorium. Hasil analisis dari 16 percontoh batulempung Formasi Cinambo menunjukkan nilai TOC 0,32-1,47% yang berpotensi rendah hingga baik untuk membentuk hidrokarbon. Material organik di daerah penelitian termasuk dalam kerogen tipe III, berdasarkan diagram TOC vs Hydrogen Index (HI). Tingkat kematangan 4 percontoh mengindikasikan kondisi belum matang (immature), 6 percontoh termasuk matang dan 6 percontoh lainnya tidak terdeteksi. Berdasarkan nilai HI, yaitu 2-90, dapat menghasilkan gas dengan kuantitas kecil. Hasil biomarker ekstrak batuan Formasi Cinambo menunjukkan tidak ada korelasi positif dengan rembesan minyak di daerah Majalengka.

Kata kunci: geokimia, batuan induk, hidrokarbon, biomarker, Formasi Cinambo

DDC:

Tati Andriani¹, Zufaldi Zakaria², Dicky Muslim², dan Agus Wiramsya Oscar²
(¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran. ²Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi)

ANALISIS STABILITAS LERENG AREA TIMBUNAN MENGGUNAKAN METODA KESETIMBANGAN BATAS PADA TAMBANG TERBUKA BATUBARA DAERAH PURWAJAYA, KECAMATAN LOA JANAN, KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA

Buletin Sumber Daya Geologi

BSDG Agustus 2017 Vol. 12 No. 3 Hal. 154 - 164

Salah satu prinsip pada penambangan terbuka (open pit mine) batubara adalah menggali tanah atau batuan penutup (overburden) untuk mendapatkan batubara, sehingga dibutuhkan tempat penimbunan untuk menampung overburden, yang disebut sebagai disposal area. Salah satu permasalahan pada disposal area adalah kondisi lereng yang tidak stabil sehingga terjadinya longsoran-longsoran yang dapat mengganggu jalannya operasi tambang seperti terhambatnya alat berat pengangkut material tambang. Agar disposal area tetap berada dalam kondisi stabil maka

perlu adanya kajian geoteknik yang membahas mengenai kestabilan lereng, sehingga operasi tambang dapat berjalan dengan baik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kestabilan lereng disposal area pada tambang batubara di Purwajaya, Kecamatan Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara. Penelitian dilakukan dengan pengambilan data lapangan berupa geometri lereng serta karakteristik material pada disposal area. Kemudian dilakukan simulasi lereng untuk mendapat nilai FS (Safety-Factor) yang diperkirakan masih aman menggunakan metode kesetimbangan batas dengan bantuan aplikasi Slide Versi 6. Ketebalan timbunan saat ini sudah mencapai 20 meter, dengan sudut lereng keseluruhan adalah 9°. Hasil perhitungan nilai FS dari tiga sayatan menunjukkan, bahwa disposal area berada dalam kondisi belum aman dengan nilai FS pada setiap sayatan adalah 1,108; 1,21 dan 1,756. Parameter nilai FS yang dianggap aman adalah lebih besar dari 1,25. Untuk mendapatkan nilai FS optimum hasil dari simulasi untuk lereng keseluruhan, maka geometri lereng yang disarankan adalah tebal timbunan maksimum 20 meter dan sudut lereng optimal 9°, dengan dibuat undakan-undakan tinggi 7 meter dan sudut 30° pada lereng. Hasil simulasi ini memiliki nilai FS 1,301 pada kondisi jenuh.

Kata kunci: Kestabilan lereng, disposal area, Purwajaya, Safety factor

DDC:

Chusni Ansori, Puguh Dwi Raharjo, dan Fitriany Amalia Wardhani
(Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangasambung, LIPI)

POTENSI PERTAMBANGAN DAN ANCAMAN KEBENCANAAN SEBAGAI DATA PENUNJANG PENYUSUNAN TATA RUANG WILAYAH DI KECAMATAN WADASLINTANG, KABUPATEN WONOSOBO, PROVINSI JAWA TENGAH

Buletin Sumber Daya Geologi

BSDG Agustus 2017 Vol. 12 No. 3 Hal. 166 - 182

Kecamatan Wadaslintang mempunyai potensi pertambangan berupa andesit, diabas, batupasir, sirtu, tanah urug, breksi, batu mulia dan kaolin. Sejalan dengan peningkatan pembangunan, kebutuhan bahan tambang untuk memenuhi pembangunan bertambah secara signifikan, namun ketersediaan wilayah pertambangan tidak terakomodasi dalam Rencana Tata Ruang Wilayah. Paradigma pembangunan saat ini adalah pembangunan berkelanjutan sehingga penambangan yang dilakukan juga harus memperhatikan aspek kebencanaan. Untuk dapat mengakomodasi kepentingan penambangan dalam tata ruang wilayah, maka dilakukan kajian ini.

Penelitian bahan tambang dilakukan dengan survei lapangan dan analisis laboratorium (petrografi, geokimia, difraksi sinar X, dan sifat fisik batuan) yang menghasilkan peta sebaran dan kualitas bahan tambang. Sedangkan penelitian kebencanaan dilakukan melalui survei lapangan serta analisis Citra Landsat menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP), sehingga didapatkan peta ancaman bencana. Peta sebaran bahan tambang dan peta ancaman bencana dilakukan proses tumpang susun, sehingga menghasilkan peta wilayah pertambangan.

Kaolin tersebar pada area 17,26 ha, setelah dilakukan proses tumpang susun, maka wilayah yang layak tambang menjadi 14,76 ha (wilayah dengan tingkat ancaman bencana rendah dan sedang). Diabas tersebar 41,84 ha, mengalami penciutan menjadi 35,29 ha. Kalkarenit seluas 22,51 ha menjadi 5,88 ha; breksi andesit seluas 1.440,6 ha menjadi 838,92 ha, tanah merah 55,06 ha menjadi 32,29 ha, batupasir 737,6 ha menjadi 523,4 ha. Wilayah pertambangan yang dihasilkan dari proses tumpang susun antara peta ancaman bencana dengan peta potensi tambang lebih layak diterapkan untuk mengurangi resiko yang terjadi akibat penambangan.

Kata kunci: Wonosobo, Wadasintang, potensi tambang, ancaman bencana, wilayah tambang

DDC:

Eska P. Dwitama, M. Rizki Ramdhani, Fajar Firmansyah, dan Wawang S. Purnomo
(Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi)

EVALUASI POTENSI BATUBARA UNTUK UNDERGROUND COAL GASIFICATION PADA LUBANG BOR JWT-02, DAERAH AMPAH, KABUPATEN BARITO TIMUR, PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Buletin Sumber Daya Geologi

BSDG Agustus 2017 Vol. 12 No. 3 Hal. 184 - 192

Potensi batubara Indonesia, baik yang dapat ditambang secara terbuka maupun yang ada di bawah permukaan (kedalaman >100m), sebagian besar merupakan batubara peringkat rendah adalah gasifikasi bawah permukaan. Data dan evaluasi awal tentang potensi batubara untuk kegiatan gasifikasi ini sangat diperlukan. Evaluasi potensi batubara untuk gasifikasi ini pada Lubang Bor JWT-02 telah dilakukan dengan parameter evaluasi antara lain, kedudukan/kedalaman batubara, ketebalan batubara, karakteristik batubara, batuan pengapitnya dan sumber daya batubara. Hasil evaluasi tersebut menunjukkan adanya potensi lapisan batubara yang dapat dikembangkan untuk gasifikasi bawah permukaan.

Kata kunci: batubara, sumber daya, gasifikasi bawah permukaan, Ampah

DDC:

Dedeh Dinarsih dan Herry Rodiana Eddy
(Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi)

PEMBUATAN BAHAN ACUAN BAKU UNTUK ANALISIS CONTO SEDIMEN SUNGAI AKTIF

Buletin Sumber Daya Geologi

BSDG Agustus 2017 Vol. 12 No. 3 Hal. 194 - 209

Pembuatan bahan acuan baku untuk analisis conto sedimen sungai aktif (standard reference material for stream sediment) merupakan bahan acuan sekunder dalam analisis laboratorium pengujian yang dapat menunjang akurasi serta presisi hasil analisis conto sedimen sungai sesuai SNI ISO/IEC 17025 : 2008 Komite Akreditasi Nasional.

Pemercontaan bahan acuan baku ini dilakukan di wilayah Nagari Surian, Kecamatan Pantai Cermin, serta di wilayah Nagari Air Dingin dan Nagari Kotabaru, Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat dengan metode pengambilan secara acak. Parameter yang dianalisis terdiri dari total seluruh unsur yang dianalisis meliputi tembaga (Cu), timbal (Pb), seng (Zn) dan perak (Ag). Hasil analisis internal dan eksternal/uji banding dengan parameter analisis Cu, Pb, Zn dan Ag, kemudian dilakukan pengolahan data dan ditentukan uji homogenitas, nilai presisi, akurasi, relatif standar deviasi, limit deteksi, uji histogram, uji Dixon, Nilai Z- Score/ (Out-In Lier).

Pembuatan bahan acuan baku ini menghasilkan enam jenis conto standar dengan tiga kriteria yaitu nilai kadar rendah, sedang dan tinggi (low, middle and high level) dengan kehalusan 80 mesh dan 150 mesh sampai dengan 200 mesh.

Bahan acuan baku yang mempunyai kehalusan 80 mesh terdiri dari tiga kriteria yaitu kode conto SS.SLK-L1 termasuk kriteria kadar rendah dengan kandungan Cu 25,50 ppm, Pb 13,21 ppm, Zn 44,96 ppm dan Ag 1,26 ppm, kode conto SS.SLK-M1 merupakan bahan acuanbaku kriteria kadar sedang dengan kandungan Cu 38,80 ppm, Pb 16,60 ppm, Zn 70,05 ppm dan Ag 1,70 ppm, sedangkan kode conto SS.SLK-H1 termasuk kriteria kadar tinggi dengan kandungan Cu 82,20 ppm, Pb 39,80 ppm, Zn 95,10 ppm dan Ag 2,08 ppm.

Bahan acuan baku dengan kehalusan 150 mesh sampai dengan 200 mesh terdiri dari tiga macam yaitu kode conto SS.SLK-L2 yang termasuk kriteria kadar rendah dengan kandungan Cu 32,70 ppm, Pb 25,90 ppm, Zn 89,90 ppm dan Ag 1,31 ppm, kode conto SS.SLK-M2 merupakan bahan acuan baku kriteria sedang dengan kandungan Cu 44,40 ppm, Pb 35,20 ppm, Zn 14,00 ppm dan Ag 1,70 ppm sedangkan kode conto SS.SLK-H2 termasuk kriteria kadar tinggi dengan kandungan Cu 90,90 ppm, Pb 56,30 ppm, Zn 160,00 ppm dan Ag 2,52 ppm.

Kata kunci: bahan acuan baku, sedimen sungai aktif, analisis laboratorium, Pantai Cermin, Lembah Gumanti



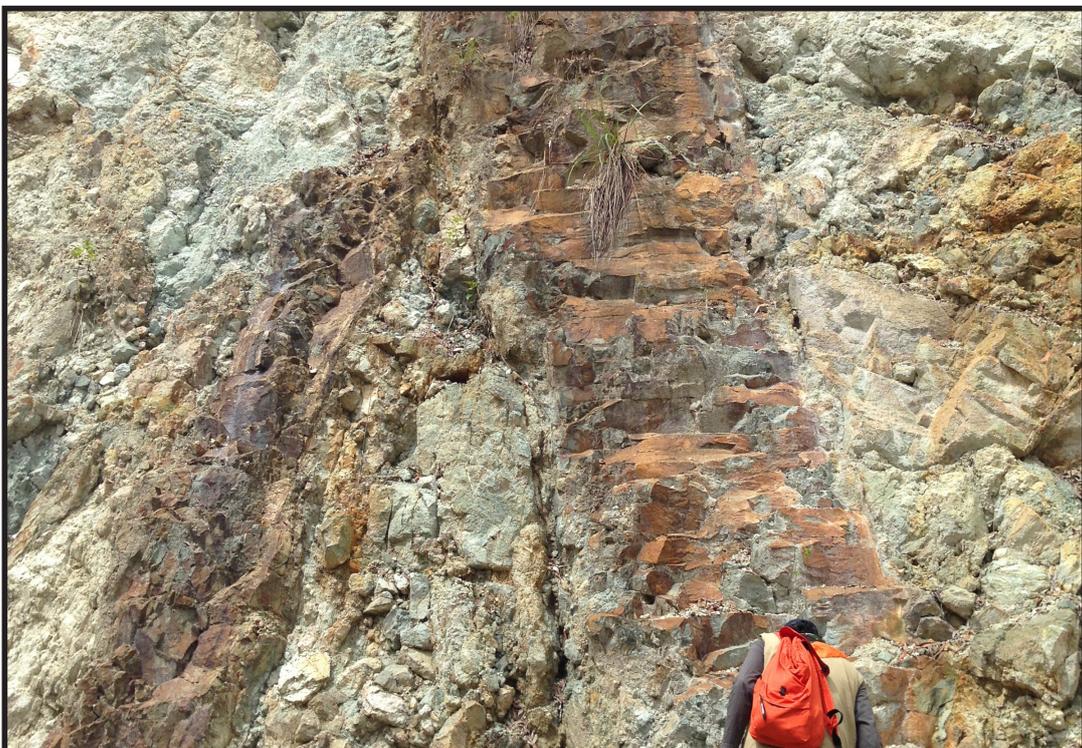
Batuan beku berbentuk *columnar joint* di Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur



Perlapisan batupasir kasar - konglomerat yang merupakan endapan Danau Talago Biru di Kecamatan Padang Ganting, Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat



Besi berwarna hitam di dalam Granit Magnetan yang terpotong struktur berarah timur laut - barat daya di Kecamatan Padang Ganting, Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat



Singkapan intrusi batuan beku berupa dike yang menerobos batuan terubah argilik di Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur



Batuan Alterasi Argilik dengan sublimasi belerang di daerah Wolo Puti, Kabupaten Ngada, Provinsi Nusa Tenggara Timur



Pengukuran temperatur pada Manifestasi Panas Bumi berupa Fumarol dan endapan belerang di daerah Nage, Kabupaten Ngada, Provinsi Nusa Tenggara Timur

GALERI FOTO



Pengukuran temperatur pada Batuan Alterasi Argilik dengan sublimasi belerang di daerah Wolo Puti, Kabupaten Ngada, Provinsi Nusa Tenggara Timur



Mineralisasi Pirit mengisi rekahan pada Batuan Metasedimen di daerah bukit Pangkuruhan, Kecamatan Pegagan Hilir, Kabupaten Dairi, Provinsi Sumatera Utara



Diorit mengintrusi Batuan Filit di Gunung Senyang,
Kecamatan Entikong, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat



Endapan Konglomerat Muda menumpang secara tidak selaras di atas Tufa Litik
di daerah Bukit Pangkuruhan, Kecamatan Pegagan Hilir, Kabupaten Dairi,
Provinsi Sumatera Utara



Perselingan Filit - Metasedimen di Gunung Senyang, Kecamatan Entikong, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat



Runtuhan Koluviyal batuan teroksidasi dan termineraliasasi di daerah bukit Pangkuruhan, Kecamatan Pegagan Hilir, Kabupaten Dairi, Provinsi Sumatera Utara



Ubahan Argilik akibat sesar di sekitar Batuan Metasedimen di daerah Bukit Pangkuruhan, Kecamatan Pegagan Hilir, Kabupaten Dairi, Provinsi Sumatera Utara



Urut Kuarsa dengan Fragmen Turmalin di daerah Bukit Pangkuruhan. Kecamatan Pegagan Hilir, Kabupaten Dairi, Provinsi Sumatera Utara



Hamparan Pasir Kuarsa dalam kegiatan penyelidikan sumber daya REE dan mineral ikutannya di Daerah Seruyan dan Lamandau, Provinsi Kalimantan Tengah



Singkapan Batuan Ultrabasa yang sebagian telah lapuk di Pulau Halmahera, Provinsi Maluku Utara

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, ulas balik (*review*) dan ulasan/tinjauan (*feature*) tentang geologi baik sains maupun terapan terutama berkaitan dengan tugas pokok dan fungsi Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi. Naskah yang diajukan belum pernah dipublikasikan atau tidak sedang diajukan pada publikasi lain.

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris sesuai kaidah masing-masing bahasa yang digunakan. Judul naskah ditulis dengan huruf besar (*capital*) di tengah atas halaman dan di cetak tebal (*bold*). Naskah harus selalu dilengkapi dengan Sari dalam bahasa Indonesia dan *Abstract* dalam bahasa Inggris. Kata-kata bahasa asing yang tidak dapat dialih bahasa/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 dalam bentuk *electronic file* dan dicetak pada kertas HVS A4; menggunakan huruf Arial berukuran 11 *point*. Setiap lembar tulisan dalam naskah diberi nomor halaman dengan jumlah maksimum 15 halaman termasuk tabel dan gambar. Susunan naskah dibuat sebagai berikut:

NO	POKOK BAHASAN	POKOK PIKIRAN
I	Judul (<i>Title</i>)	Pada halaman judul makalah/karya tulis dicantumkan nama setiap penulis dengan jumlah penulis maksimum 5 orang, nama dan alamat institusi bagi masing-masing penulis; disarankan dibuat catatan kaki yang berisi nomor telepon, faxsimile serta email.
II	Abstrak dan <i>Abstract</i>	Berisi ringkasan pokok bahasan lengkap dari keseluruhan isi naskah seperti latar belakang (yaitu berupa alasan ilmiah ataupun alasan keperluan penting mengapa tulisan ini dipublikasikan), obyek yang diteliti, permasalahan riset, tujuan riset, kegunaan hasil riset, metode yang digunakan dalam mencapai solusi riset tanpa harus memberikan keterangan terlalu rinci dari setiap bab, dengan jumlah maksimum 250 kata. Abstrak dicantumkan terlebih dahulu apabila naskah berbahasa Indonesia, sementara <i>Abstract</i> tercantum di bawah Abstrak; dan berlaku sebaliknya apabila naskah ditulis dalam bahasa Inggris. Disarankan disertai kata kunci/ <i>keyword</i> yang ditulis di bawah <i>Abstrak/Abstract</i> , terdiri dari 4 hingga 6 kata. <i>Abstract</i> atau abstrak yang ditulis di bawah abstrak atau <i>abstract</i> menggunakan <i>italic font</i> .

PEDOMAN PENULIS

III	Pendahuluan (<i>Introduction</i>)	Bab ini dapat berisi latar belakang (alasan ilmiah dan maksud penelitian fenomena aktual bermasalah sebagai tema sentral penelitian), masalah aktual yang perlu solusi, pengantar tentang profil wilayah/lokasi kajian/riset, tujuan penelitian, spesifik, metode riset, hipotesis (kalau ada) dengan gaya bahasa lebih populer dengan bab dan sub-bab tidak perlu menggunakan nomor. Bab berisi pernyataan yang mencukupi sehingga pembaca dapat memahami dan mengevaluasi hasil penyelidikan/penelitian yang berkaitan dengan topik makalah/karya tulis.
IV	Metodelogi (<i>Methodology</i>)	Metode yang digunakan harus spesifik dan jelas, mencakup uji-uji hipotesis atau model-model uji statistik, dapat menghimpun data primer/ <i>sampling</i> , cara pengukuran dan komputasi.
V	Hasil dan Analisis (<i>Results and Analysis</i>).	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. <i>Font</i> huruf/angka untuk keterangan tabel, gambar dan foto berukuran minimum 6 <i>point</i> .
VI	Pembahasan atau Diskusi (<i>Discussion</i>).	Berisi tentang interpretasi dan bahasan singkat mengenai penjabaran hasil verifikasi/validasi yang ditekankan kepada kejelasan penelitian, keterlibatan aneka variabel dan peristiwa atau produk dari penelitian tersebut.
VII	Kesimpulan dan Saran (<i>Conclusions and Recommendation</i>)	Berisi kesimpulan dan saran dari hasil uji hipotesis tentang penelitian, dan berisi segitiga konsistensi (masalah, tujuan dan kesimpulan).
VIII	Ucapan Terima Kasih (<i>Acknowledgements</i>)	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.
IX	Acuan (<i>References</i>)	Acuan ditulis dengan menggunakan sistem nama tahun, nama penulis/pengarang yang tercantum didahului oleh nama akhir (<i>surname</i>), disusun menurut abjad dan judul makalah/karya tulis ditulis dengan huruf miring (<i>italic font</i>)

Beberapa contoh penulisan sumber acuan:

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

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

Skripsi/Tesis/Disertasi

DAM, M.A.C., 1994. *The Late Quarternary evolution of The Bandung Basin, West Java, Indonesia*. Ph.D Thesis at Dept. of Quarternary Geology Faculty of Earth Science Vrije Universitet 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_Drive_blossoms/](http://www.boston.com/news/local/articles/2006/01/26/sri_lankas_tsunami_Drive_blossoms/)[26 Jan 2006].

Wewenang Redaksi

- Redaksi berwenang penuh melakukan penyuntingan atas naskah yang akan dipublikasikan tanpa mengubah substansi isi naskah.
- 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 eksemplar naskah asli baik *hardcopy* maupun *softcopy* kepada:

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



LEMBAGA
ILMU PENGETAHUAN
INDONESIA

**P2
MI**

Panitia
Penilai
Majalah
Ilmiah



SERTIFIKAT

Nomor: 617/AU2/P2MI-LIPI/03/2015

Akreditasi Majalah Ilmiah

Kutipan Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Nomor 335/E/2015 Tanggal 15 April 2015

Nama Majalah : Buletin Sumber Daya Geologi
ISSN : 1907-5367
Redaksi : Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi, Kementerian ESDM,
Jl. Soekarno-Hatta No. 444 Bandung 40254

Ditetapkan sebagai Majalah Ilmiah

TERAKREDITASI

Akreditasi sebagaimana tersebut di atas berlaku selama 3 (tiga) tahun

Cibinong, 15 April 2015
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Ketua Panitia Penilai Majalah Ilmiah-LIPI

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



eISSN 2580-1023



