

Identifikasi Zona Kerawanan Gas Dangkal Berdasarkan Kondisi Geologi dan Nilai Resistivitas Bawah Permukaan di Wilayah Pesisir Balikpapan

Identification of Shallow Gas Zone Based on Geological Conditions and Electrical Resistivity in Balikpapan Coastal Area

Abdi Suprayitno^{*1}, Dharma Arung Laby², Adinsya Yudha³, Nidaul Khairiyah⁴, Chintia Dewi⁵, Andrea Talaiftha⁶, Giffari Sahid Maulana⁷

¹⁻⁵ Program Studi Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan

⁶⁻⁷ Program Studi Teknik Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan

Corr Author: ^{*}1abdi.sttmigas@gmail.com, ²dharma@sttmigas.ac.id

ABSTRAK

Bencana geologi berupa semburan gas dangkal telah terjadi beberapa kali di Balikpapan akibat aktivitas pengeboran yang tinggi. Sebaran titik semburan gas menjadi pembahasan menarik dikarenakan sebagian besar terjadi di daerah pesisir Kota Balikpapan. Belum diketahui dengan jelas penyebab kantung-kantung gas dangkal tersebut tersebar di daerah pesisir Balikpapan. Kajian mengenai kebencanaan ini juga masih sangat minim. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi zona kerawanan gas dangkal di wilayah Balikpapan sebagai upaya mitigasi bencana dan studi pendahuluan mengenai bencana geologi ini. Penelitian ini dilakukan dengan memadukan data sekunder dan primer. Data sekunder merupakan laporan mengenai riwayat semburan gas yang telah terjadi. Laporan tersebut digunakan sebagai penentu awal daerah kerawanan gas dangkal. Data primer merupakan data hasil penyelidikan geologi dan geofisika. Penyelidikan geologi dan geofisika dilakukan di sekitar daerah pusat semburan gas dangkal. Penyelidikan geologi dilakukan dengan mengamati struktur, litologi, serta jurus dan kemiringan. Luarannya berupa peta geologi. Di sisi lain, penyelidikan geofisika dilakukan dengan pengukuran geolistrik untuk memperoleh distribusi resistivitas bawah permukaan. Zona rawan gas dangkal diduga berada pada daerah yang memiliki struktur antiklin yang berfungsi sebagai perangkap gas. Keberadaan gas dangkal dikonfirmasi oleh anomali resistivitas tinggi bawah permukaan. Dari penelitian ini diidentifikasi bahwa zona aman gas dangkal yang tersebar di sebelah utara daerah penelitian. Sedangkan daerah selatan penelitian didominasi oleh zona rawan gas dangkal. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai langkah awal mitigasi bahaya semburan gas dangkal jika masyarakat ingin melakukan pemboran dangkal di daerah penelitian

Kata-kata kunci: semburan gas dangkal, Pesisir Balikpapan, geologi, resistivitas.

ABSTRACT

The geological hazard of shallow gas blowout have occurred several times in Balikpapan due to high drilling activity. The distribution of gas blowout locations is an interesting topic due to most of them are located in Balikpapan coastal area. It is not yet clear why the shallow gas pockets are scattered in the coastal area of Balikpapan. Furthermore, studies on this geohazard are yet very few. Therefore, this study aims to identify shallow gas zones in Balikpapan area as a disaster mitigation effort and a preliminary study of this geological hazard. This research was conducted by combining secondary and primary data. Secondary data is a report on the history of gas blowouts that have occurred. The report is used as an initial determination of shallow gas vulnerability areas. Primary data is data from geological and geophysical investigations. Geological and geophysical investigations were carried out around the center of the shallow gas blowout. Geological investigations are carried out by observing the structure, lithology, strike, and dip also. The output is a geological map. On the other hand, geophysical investigations are carried out with geoelectrical measurements to obtain subsurface resistivity distributions. The shallow gas zone is suspected to be in an area that has an anticline structure that plays as a gas trap. The presence of shallow gas is confirmed by high resistivity anomalies in the subsurface. This work successfully identifies that the shallow gas-safe zone spread to the north of the study area. Meanwhile, the southern area of the study is dominated by a shallow gas zone. The results of this study can be used as a first step in mitigating the geological hazard of shallow gas blowouts by the community that wants to conduct shallow drilling in the study area

Keywords: shallow gas blowout, Balikpapan coastal area, geology, resistivity

Submitted: 27-01-2023; Revised: 09-10-2023; Accepted: 11-10-2023; Available Online: 11-10-2023

Published by: Mining Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Lambung Mangkurat

This is an open access article under the CCBYND license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

©2023, Geosapta

PENDAHULUAN

Semburan gas dangkal telah terjadi di Balikpapan sebanyak tujuh kali akibat dari pengeboran sumur air minum. Semburan berupa gas dan sebagian tempat bercampur lumpur. Ketinggian semburan gas tersebut tercatat mencapai 35 meter dari permukaan tanah [1].

Sebaran titik semburan gas menjadi pembahasan menarik dikarenakan sebagian besar terjadi di daerah

pesisir Kota Balikpapan. Ditambah lagi kajian ilmiah dan kebencanaan geologi terkait gas dangkal di Balikpapan masih sangat minim. Belum diketahui dengan jelas apa yang menyebabkan kantung-kantung gas dangkal tersebut tersebar di daerah pesisir Kota Balikpapan. Oleh karena itu, penelitian ini perlu diangkat untuk memberi konfirmasi daerah yang diprediksi jenuh gas dangkal di Kota Balikpapan. Penentuan zona-zona kantung gas

dangkal akan meminimalisir bahaya yang ditimbulkan oleh semburan gas dangkal. Seiring dengan peningkatan aktivitas pemboran di Balikpapan, maka urgensi ketersediaan peta zona gas dangkal semakin besar.

Secara geologi, wilayah Balikpapan didominasi oleh struktur lipatan berupa antiklin dan sinklin yang berarah timur laut dan barat daya di mana sumbu antiklin tersebut berimpit dengan punggung – punggung yang ada [2]. Struktur antiklin tersebut dapat berperan sebagai jebakan (*trap*) di mana gas yang bermigrasi dari lapisan yang lebih dalam terakumulasi dan tidak dapat berpindah ke tempat yang bertekanan lebih rendah. Aktivitas pemboran yang intens di Balikpapan diduga mengenai puncak antiklin sehingga memicu terjadinya semburan gas. Pemetaan struktur antiklin dapat dilakukan sebagai dugaan awal zona gas dangkal.

Keberadaan gas dangkal di bawah permukaan dapat diidentifikasi menggunakan metode geofisika, salah satunya ialah metode geolistrik resistivitas. Nilai resistivitas tinggi dapat digunakan untuk mengkarakterisasi gas dangkal di bawah permukaan. Oleh karena itu, metode resistivitas perlu dilakukan pada zona-zona antiklin yang telah dipetakan untuk mengkonfirmasi keberadaan gas dangkal.

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan zona akumulasi gas dangkal secara vertikal dan lateral. Penyelidikan geologi yang dikombinasi dengan metode geolistrik resistivitas diharapkan dapat menemukan daerah - daerah anomali untuk menarik batas zona gas dangkal. Karakteristik geologi dapat dijadikan dasar dalam meyakinkan penarikan batas zona gas dangkal secara lateral. Penelitian ini merupakan langkah awal untuk mengetahui tingkat kerentanan bahaya bencana geologi berupa semburan gas. Harapannya dengan terpetakan zona gas dangkal ini maka dapat dijadikan acuan mitigasi kepada masyarakat dan pihak – pihak lainnya yang akan melakukan aktivitas pemboran.

METODOLOGI

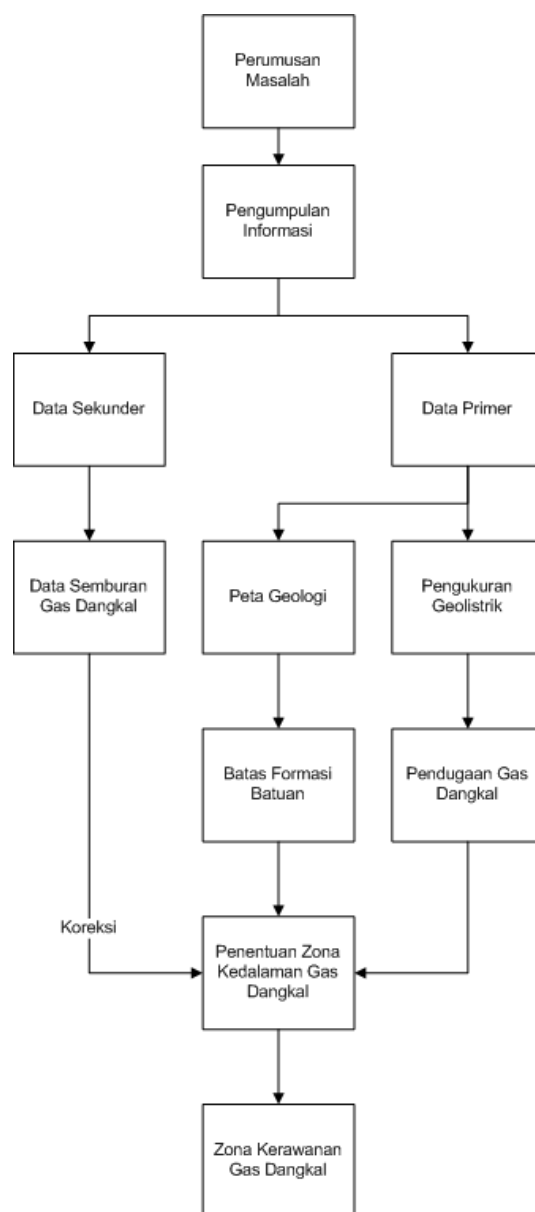
Penelitian “Karakteristik Respon Batuan Dalam Pemetaan Gas Dangkal di Wilayah Balikpapan Selatan dan Timur” akan dilaksanakan di Kecamatan Balikpapan Selatan dan Timur. Mengambil sebagian besar lokasi di pesisir laut. Berikut bagan alir penelitian yang akan dilaksanakan.

Penelitian ini didasari oleh penelitian geologi dan geofisika berupa pengukuran geolistrik. Penelitian geologi berupa pemetaan struktur di seluruh wilayah penelitian untuk mendapatkan kesimpulan mengenai keterdapatan lipatan antiklin sebagai perangkap gas dangkal [3]. Pengukuran geolistrik digunakan untuk memvalidasi keberadaan gas dangkal di bawah permukaan. Pengukuran geolistrik yang digunakan ialah metode resistivitas dengan konfigurasi *Schlumberger*. Data resistivitas ini diolah guna memperoleh model resistivitas 1-D yang akan digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan gas dangkal. Setelah ditentukan zonasi kerawanan gas dangkal dari penyelidikan diatas maka data sekunder berupa semburan gas dangkal yang telah terjadi menjadi kalibrasi zonasinya.

Di sisi lain, data geologi yang diambil berupa data jurus dan kemiringan lapisan yang kemudian direkonstruksi struktur lipatan di wilayah penelitian dengan menganalisa arah kemiringan lapisan batupasir. Arah utama jurus lapisan batuan dianalisa dengan menggunakan

diagram mawar [4]. Pengukuran geolistrik ditentukan pada wilayah semburan gas dangkal agar didapatkan nilai anomali yang menjadi penciri karakter gas dangkal.

Titik semburan gas dangkal selain merupakan bukti kuat keterdapatan gas dangkal juga dapat digunakan untuk menentukan zona kerawanan dengan menggunakan prinsip keragaman geologi menggunakan Metode Circular USGS 1983 [5]. Radius yang digunakan ialah sejauh 1 km dari pusat semburan gas dangkal. Penentuan zona kerawanan gas dangkal ditentukan dengan menampalkan sebagai berikut : (1) Data semburan gas dangkal terdahulu dengan zona sirkularnya; (2) Data geologi berupa litologi dan antiklin sebagai perangkap gas dangkal; (3) Data pengukuran geolistrik. Kombinasi ketiga data tersebut menjadikan dasar penarikan zona kerawanan gas dangkal di wilayah penelitian.



Gambar-1 Diagram alir penelitian

HASIL DAN DISKUSI

Penelitian gas dangkal ini, mengumpulkan data sekunder dan data primer. Data sekunder berupa plot lokasi semburan gas dangkal yang terjadi tujuh tahun kebelakang. Sedangkan data primer yang dikumpulkan adalah data pemetaan geologi dan pengukuran geolistrik.

Data Semburan Gas Dangkal

Data lokasi semburan gas dangkal dikumpulkan dari data yang direkam oleh Pemerintah Kota Balikpapan. Pada wilayah penelitian diketahui terdapat enam semburan gas dangkal yang pernah terjadi. Dimana semua titik tersebut cenderung berada di daerah pesisir Kota Balikpapan (Tabel-1).

Tabel-1. Lokasi Semburan Gas Dangkal di Balikpapan

No	Lokasi	Tinggi Semburan	Kedalaman
1	Komplek Bethany Kelurahan Kecamatan Balikpapan Selatan	35 meter	64 meter
2	RT.05 Kel. Sepinggang, Balikpapan Selatan	50 meter	60 meter
3	RT 10 kelurahan Sepinggang Raya, Balikpapan	20 meter	35 meter
4	Jl.Marsma R. Iswahyudi Sepinggang Raya	0,5 meter	10 meter
6	Perumahan Griya Bukit Reidence 7, Kelurahan Sepinggang,	50 meter	

Secara jelas akan terlihat sebaran semburan berada tidak jauh dari pesisir Kota Balikpapan (Gambar-2). Terlihat bahwa sebaran semburan yang terjadi berada di daerah pesisir Balikpapan, dimana berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Balikpapan [6] dijumpai struktur geologi berupa lipatan.

Peta Geologi

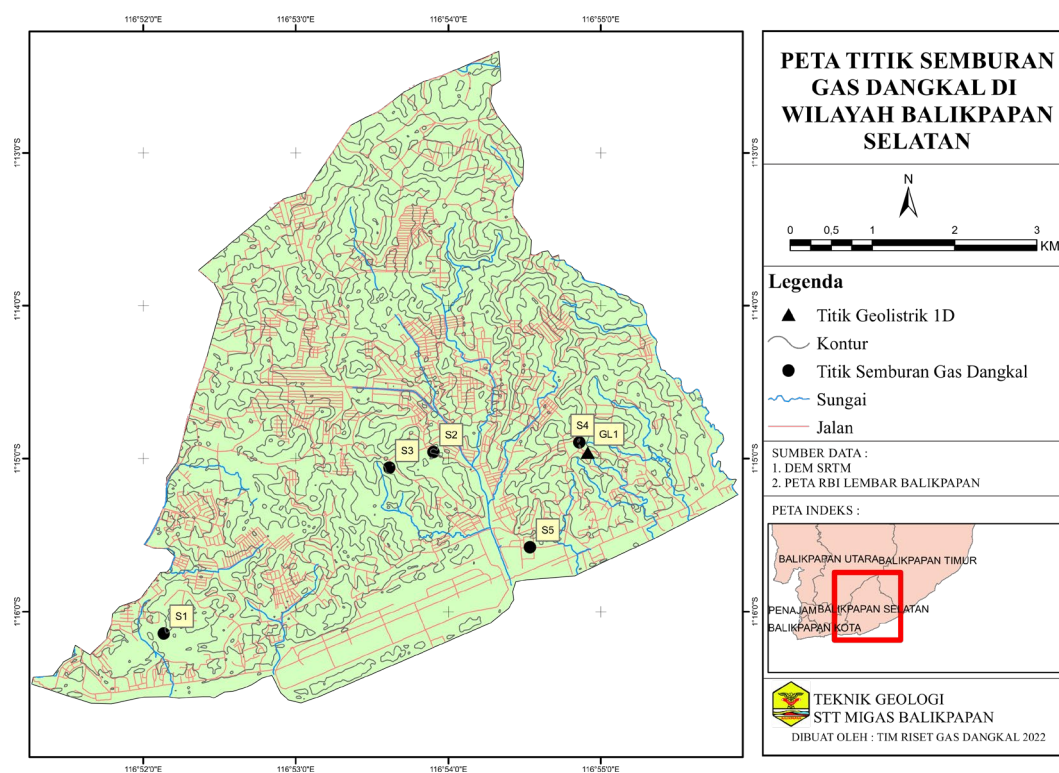
Pemetaan geologi dilakukan sebagai usaha untuk mengumpulkan informasi pengaruh jenis batuan dan struktur geologi yang bekerja di wilayah penelitian. Lokasi

penelitian didominasi batuan batupasir lempungan yang diselingi dengan lapisan serpih juga batubara. Batuan tersebut akhirnya membentuk morfologi perbukitan dan lembah. Batuan serpih dan batubara dapat menjadi batuan sumber gas dangkal yang terperangkap di lokasi ini [7]. Batupasir bertindak sebagai reservoir gas dangkalnya dan serpih dapat menjadi batuan tudung.

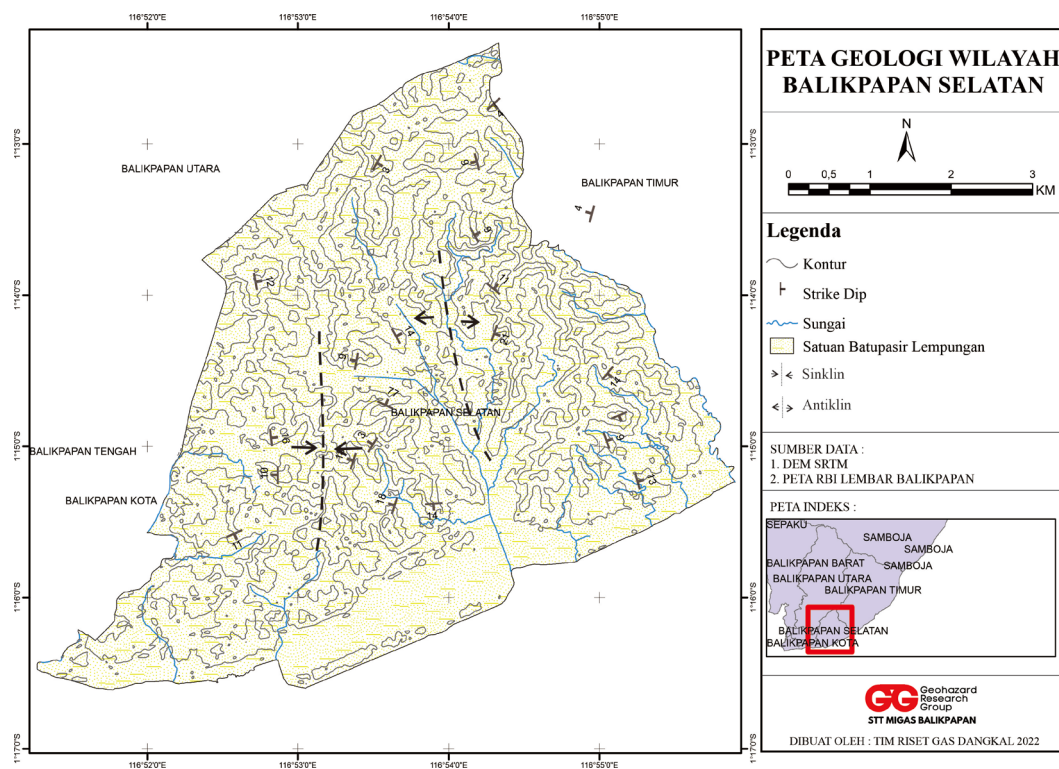
Sementara itu, pengukuran jurus dan kemiringan lapisan batupasir lempungan ini umumnya berarah utara selatan dan timur laut barat daya. Dengan arah kemiringan lapisan ke timur dan barat yang membentuk lipatan. Berdasarkan arah kemiringan lapisan hasil pengukuran sebagian saling berhadapan dan sebaian yang lain saling bertolak belakang, maka dapat ditentukan lipatan yang terbentuk adalah antiklin dan sinklin [8] dengan arah sumbu lipatan relatif utara-selatan. Dengan ditemukannya lipatan ini maka dapat diinterpretasikan gas dangkal terperangkap di bagian atas sumbu lipatan antiklin yang ada [9]. Gambar-3 merupakan peta geologi yang dilengkapi dengan pengukuran kedudukan lapisan untuk menentukan arah lipatan di daerah penelitian.

Data Resistivitas 1-D

Model resistivitas 1-D diperoleh dengan melakukan pengukuran geolistrik menggunakan konfigurasi *Schlumberger*. Pada metode ini, arus diinjeksikan ke dalam bumi dengan menggunakan dua buah elektroda dan diukur beda potensial antara dua titik (elektroda arus). Sejumlah arus yang diinjeksikan dan beda potensial yang terukur dapat digunakan untuk mengetahui resistansi titik di bawah permukaan antara elektroda. Nilai resistansi tersebut merupakan fungsi dari geometri konfigurasi elektroda dan parameter-parameter listrik bawah permukaan. Sehingga nantinya akan diperoleh nilai resistivitas semu sebagai fungsi jarak antara elektroda. Nilai resistivitas semu ini akan diinversi lalu diperoleh model resistivitas 1-D.



Gambar 2. Peta Sebaran Semburan Gas Dangkal



Gambar-3. Peta Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil inversi data geolistrik di lokasi penelitian, diperoleh model bumi lima lapis (Gambar-4a). Lapisan satu dan dua menunjukkan nilai resistivitas *intermediate*. Lapisan ketiga dan kelima (*half-space medium*) menunjukkan nilai resistivitas rendah. Anomali resistivitas tinggi (*high resistivity*) terlihat pada lapisan empat, yang memiliki ketebalan lapisan paling besar. Gambar-4b menunjukkan kecocokan antara data resistivitas semua teoritis dan observasi.

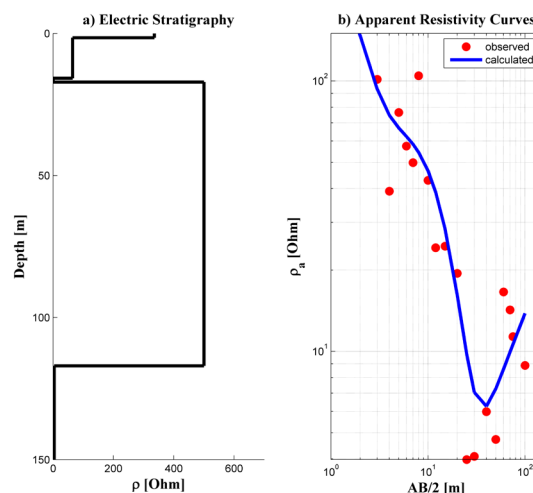
Zona Kerawanan Gas Dangkal

Hasil pengumpulan data semburan, pemetaan geologi dan pengukuran geolistrik yang telah dilakukan menghasilkan sebuah peta kerawanan semburan gas dangkal di lokasi penelitian. Lokasi tersebut rawan akan kandungan gas dangkal ditandai dengan adanya semburan serta telah di buktikan oleh hasil pengukuran geolistrik dengan keberadaan anomali *high resistivity*.

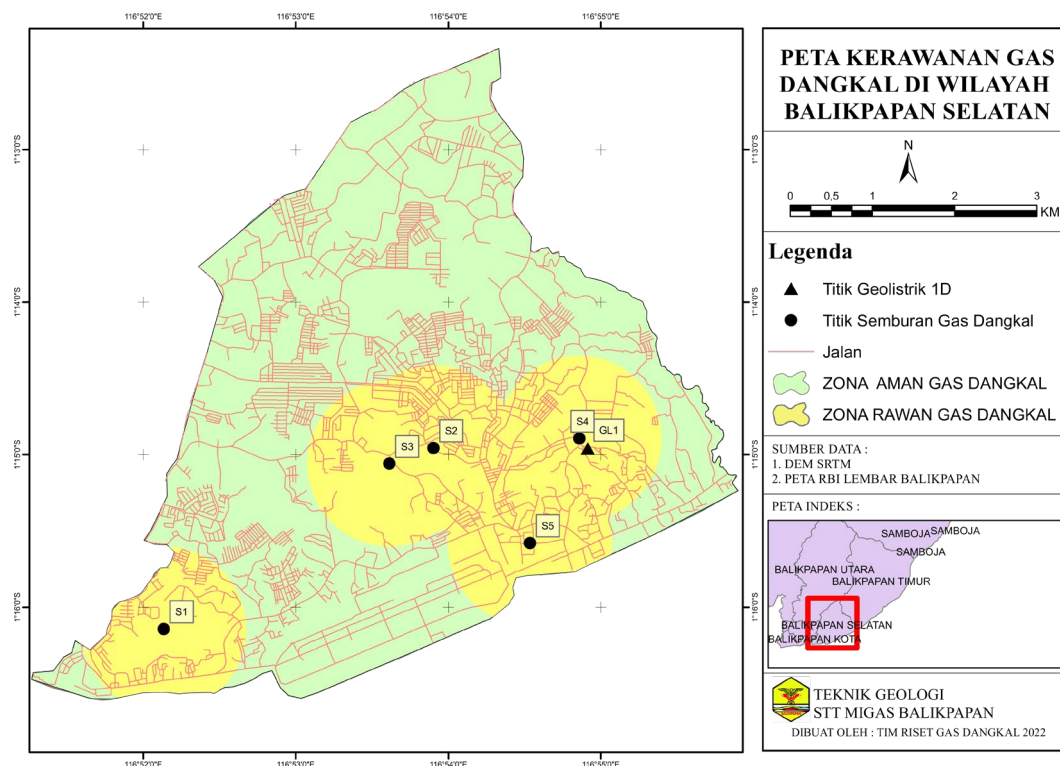
Hasil pemetaan geologi wilayah penelitian dengan menunjukkan sebaran strike dip saling berhadapan dan bertolak belakang yang menunjukkan bahwa lokasi penelitian berada di wilayah pengaruh kontrol struktur geologi. Struktur geologi yang mengontrol daerah penelitian berupa struktur antiklin dan sinklin, dimana struktur antiklin diduga sebagai trap atau perangkap bagi gas dangkal di bawah permukaan. Hasil pemetaan litologi menunjukkan sebaran batuan di daerah penelitian berupa satuan batupasir lempungan. Batupasir lempungan merupakan litologi yang berperan sebagai salah satu batuan reservoir yang berkemampuan menyimpan fluida. Dalam kasus ini keterkaitan antara struktur geologi dan

satuan batuan, serta hasil pengukuran geolistrik mengarah kepada keberadaan daerah yang menyimpan reservoir gas dangkal.

Merujuk pada Metode Circular USGS 1983 [10] di mana zonasi kerawanan gas dangkal ditentukan radius 1 km dari pusat semburan dengan alasan radius tersebut masih memiliki kondisi geologi yang sama.



Gambar – 4 a) model resistivitas 1-D daerah penelitian; b) Pencocokan data teoritis dan data lapangan



Gambar 5 - Peta Kerawanan Gas Dangkal

Peta Kerawanan Gas Dangkal di wilayah Balikpapan Selatan memiliki 2 (dua) zona kerawanan, yakni : (1) Zona Aman Gas Dangkal yang ditandai oleh warna hijau, dan (2) Zona Rawan Gas Dangkal yang ditandai oleh warna kuning. Zona aman gas dangkal berada di sebelah utara daerah penelitian sampai ke bagian barat dan tengah. Zona rawan gas dangkal memanjang dominan dari bagian tengah ke bagian selatan lokasi penelitian. Penarikan batas zonasi dengan mempertimbangkan kondisi geologi dan geofisika di sekitar lokasi semburan gas dangkal serta telah terkonfirmasi dengan anomali *high resistivity*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian Penentuan Zona Kerawanan Gas Dangkal ini adalah suatu usaha untuk elaborasi data yakni data kebencanaan berupa data semburan gas dangkal, data geologi dan data geolistrik. Untuk menghasilkan suatu kesimpulan berupa Peta Zona Gas Dangkal di wilayah penelitian.

Adapun zonasi yang dihasilkan adalah Zona Aman gas Dangkal yang tersebar dominan di sebelah utara daerah penelitian. Sedangkan daerah selatan penelitian didominasi Zona Rawan Gas Dangkal.

Peta ini dapat digunakan sebagai langkah awal mitigasi bahaya semburan gas dangkal jika masyarakat ingin melakukan pemboran dangkal di daerah penelitian. Sebagai acuan pengembangan penelitian ini dan sebagai usaha untuk mendetailkan zonasi perlu dilakukan pemetaan geologi bawah permukaan kembali menggunakan metode geofisika yang lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Direktur Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset Dan Teknologi. Kementerian

Pendidikan, Kebudayaan, Riset Dan Teknologi. Atas dana hibah Penelitian Dosen Pemula. Ucapan terimakasih kami sampaikan juga kepada Ketua STT Migas Balikpapan yang telah memberikan dukungan kepada para peneliti.

DAFTAR ACUAN

- [1] Ramadhani MF. 2019. Semburan Gas yang Hanguskan 6 Rumah di Balikpapan Harus jadi Pelajaran, Ini Saran Untuk Warga. <https://kaltim.tribunnews.com/2019/01/29/semburan-gas-yang-hanguskan-6-rumah-di-balikpapan-harus-jadi-pelajaran-ini-saran-untuk-warga>
- [2] Luthfi dan Sunarwan. 2009. Tinjauan Geologi terhadap Potensi dan Tingkat Kerawanan Bahaya Longsor di Kota Balikpapan - Kalimantan Timur. Jurnal Teknik. Vol.10. No.1. Juni
- [3] Astawa IN, Setiady D, Wijaya PH, Hermansyah G, Saputra MD. Indikasi Gas Biogenik Di Perairan Delta Mahakam, Provinsi Kalimantan Timur. J Geol Kelaut. 2016;14
- [4] Zufaldi Zakaria (2006), "Analisis Geomekanika Formasi Halang di Daerah Struktur Geologi Sekitar Sungai Citaal, Kuningan, Jawa Barat", Bulletin of Scientific Contribution, Volume 4, Nomor 1, Januari 2006: 19-28. <https://doi.org/10.24198/bsc%20geology.v4i1.8110.g3687>
- [5] Gordon H. Wood, Jr., Thomas M. Kehn, M. Devereux Carter, and William C. Culbertson (1983), "Coal Resource Classification System of the U.S. Geological Survey", Geological Survey Circular 891, Denver
- [6] Hidayat, S., & Umar, L. (1994). Peta Geologi Lembar Balikpapan. Kalimantan. P3G. Bandung.
- [7] Widiyanto DW. Studi Penentuan Fasies Lingkungan

Pengendapan Batubara Dalam Pemanfaatan Potensi Gas Metana Batubara Di Daerah Balikpapan, Kalimantan Timur Berdasarkan Analisis Proximate Dan Petrografi. Mindagi. 2016 Apr 13;

- [8] Bhattacharya, A. R. (2022), Structural Geology, Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment, Switzerland
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-80795-5>
- [9] Gluyas, J. and Swarbrick, R. (2004), Petroleum Geoscience, Blackwell Science Ltd, Australia
- [10] Wood, G.H., Kehn, T.M., Carter, M.D and Culbertson, W.C. 1983. Coal Resource Classification System of the U.S. Geological Survey . United States Government Printing Office