

Potensi Rembesan Hidrokarbon Dan Pola Struktur Geologi Di Daerah Kabupaten Barru

Asri Jaya^{1}, Hasanuddin Nurdin², Ilham Alimuddin¹,
Muhammad Sulhuzair Burhanuddin¹*

1. Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

2. Bosowa Duta Energasindo, PT

*Email: asrijaya@unhas.ac.id

SARI

Penelitian ini dilatar belakangi oleh pentingnya informasi rembesan hidrokarbon yang dapat membantu dalam melakukan kajian sistem hidrokarbon sebuah wilayah, keberadaan rembesan-rembesan di permukaan bumi yang tersebar di daerah Barru belum pernah dikaji lebih mendalam. Melalui pendekatan analisis pola struktur geologi dan analisis geokimia hidrokarbon telah menyediakan informasi awal tentang keberadaan rembesan di wilayah ini. Berdasarkan pola struktur, posisi rembesan memiliki karakteristik berbeda. Lokasi Jeppee dan Kerengge berada pada kontak litologi antara blok tektonik Barru dan batuan sedimen karbonat Formasi Tonasa, dan juga dikontrol oleh pola kelurusan struktur Baratlaut-Tenggara (NW-SE). Sedangkan rembesan di Ralla, Watu, dan Ullo dikontrol oleh pola kelurusan Baratlaut-Tenggara (NW-SE) dan berada pada batuan sedimen karbonat Formasi Tonasa. Hasil pengujian *gas chromatography and mass spectrometry* (GC-MS) juga memberikan indikasi berbeda yaitu: dua lokasi menunjukkan kandungan senyawa hidrokarbon dengan komposisi kandungan senyawa organik *benzenediol* ($C_8H_{10}OS$), *ethanone* ($C_7H_8O_3$) dan *benzenetriol* ($C_6H_6O_3$), dua lokasi merupakan rembesan gas yang ditandai oleh kandungan *ethanol* (C_2H_6O) dan *phenol* (C_6H_6O). Kehadiran senyawa *alkana* (*heptadecane*, *octadecane*, and *nanodecane*) pada sampel dari lokasi Ralla mengindikasikan potensi hidrokarbon pada daerah tersebut.

Kata kunci: GC-MS, rembesan hidrokarbon, senyawa hidrokarbon aromatic, alkana

ABSTRACT

The background of this study is to provide the importance of hydrocarbon seepage information that can assist in conducting a petroleum system study, the existence of seepages on the earth's surface scattered in the Barru area has never been studied in detail. Through the analysis of geological structure analysis and hydrocarbon geochemical analysis, it has provided initial information about the presence of seepage in this region.

How to Cite: Jaya, A., Nurdin, H., Alimuddin, I., Burhanuddin, M.S., 2021. Potensi Rembesan Hidrokarbon Dan Pola Struktur Geologi Di Daerah Kabupaten Barru. Jurnal Geomine, 9 (2): 130-140.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submite 08 Juli 2021

Received in from 10 Juli 2021

Accepted 31 Agustus 2021

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



Based on the structural pattern, the seepage position appears at the lithological contact between the Barru tectonic block and the carbonate sedimentary rock of the Tonasa Formation and is also controlled by the Northwest-Southeast (NW-SE) trending direction of structural lineament. Meanwhile, seepage in Ralla, Watu, and Ullo is controlled by the Northwest-Southeast (NW-SE) trending direction of structural lineament and is placed on the sedimentary rock of the carbonate rocks of Tonasa Formation. The results of the gas chromatography and mass spectrometry (GC-MS) determination also give different indications, namely: three locations show indications of hydrocarbon seepage with the composition of the aromatic hydrocarbons benzenediol ($C_8H_{10}OS$), ethanone ($C_7H_8O_3$) and benzenetriol ($C_6H_6O_3$), two locations are including in gas seepage which is characterized by the content of ethanol (C_2H_6O) and phenol (C_6H_6O). The presence of alkane compounds (heptadecane, octadecane, and nanodecane) indicates hydrocarbon potential in Ralla Area.

Keywords: GC-MS, hydrocarbon seepages, aromatic hydrocarbons, alkane

PENDAHULUAN

Potensi hidrokarbon di sebuah wilayah sangat ditentukan oleh kepastian adanya sistem hidrokarbon (*petroleum system*), tiga komponen utama harus dapat dipastikan hadir bersama-sama yaitu: potensi batuan induk, potensi batuan reservoir dan potensi batuan penyekat. Selanjutnya kontrol perangkap dan pola migrasi mendukung kelayakan cebakan hidrokarbon. Langkah awal untuk memastikan hal tersebut adalah dengan mengetahui keberadaan rembesan hidrokarbon di permukaan.

Beberapa hasil survey dan penyelidikan telah dilakukan di daerah Barru yang menunjukkan adanya rembesan hidrokarbon. Identifikasi melalui gas kromatografi menunjukkan adanya kandungan C_5 dan gas H_2S (Hasan, 2011). Indikasi noda minyak (*oil-stain*) juga telah dilaporkan oleh Moyra (1995), disebutkan bahwa noda minyak ditemukan pada matriks batugamping fragmental batugamping redeposisi (*carbonate redeposit*) di daerah Ralla Kabupaten Barru. Potensi batuan induk juga telah dilaporkan pada Formasi Mallawa yang terdiri dari perselingan batugamping, batupasir, batulempung, dan sisipan batubara. Batubara di daerah tersebut cenderung didominasi oleh maseral vitrinit dengan kisaran angka 42,8%-88,4%, liptinit 0,4%-4,2% dan inertit 0,6%-4,4%, dengan nilai TPI dan GI termasuk dalam lingkungan *marsh* (Widodo dan Antika, 2012). Hal tersebut mengindikasikan bahwa karakteristik batubaranya kaya akan kandungan sulfur dan *mineral matter*. Informasi dari media bahwa ada semburan gas di sekitar Desa Libure, Kecamatan Tanete Riaja. Semburan gas yang terdapat pada sebuah anak sungai di desa tersebut terlihat gelembung-gelembung air pada empat titik yang membedakan dengan mata air. Semburan seperti itu tidak hanya ditemukan pada aliran sungai, tetapi juga terdapat pada pematang sawah yang tidak jauh dari sungai (Falah, 2008).

Tatanan tektonik, struktur dan sedimetologi daerah Barru dikenal cukup rumit dan termasuk dalam kompleks tektonik pra-tersier bagian Selatan lengan Selatan Pulau Sulawesi. Tersusun atas batuan dasar metamorfik, ultrabasa, dasit dan sedimen laut dalam Formasi Balangbaru yang berumur Kapur (van Leeuwen, dkk, 2010; Jaya, dkk, 2011; Jaya, dkk, 2017). Selanjutnya ditutupi oleh sedimen *terrestrial-marine* Formasi Mallawa yang berumur Eosen dan paparan (*platform*) karbonat batugamping Formasi Tonasa yang berumur Eosen hingga Miosen Tengah. Pada bagian atas sebagai lapisan penutup adalah batuan vulkanik marin sampai dengan non-marin Formasi Camba yang berumur Miosen. Sejak kala Eosen sedimen laut dangkal batugamping Formasi Tonasa digambarkan merupakan sedimen yang terendapkan bersamaan blok sesar (*faulted block*) sehingga beberapa fasiesnya adalah sedimen redeposisi, pengendapan sedimen laut dangkal sedimen karbonat Formasi Tonasa dikontrol oleh segmen-segmen *rifting* (*rifting segmentation*) (Wilson, 1995; Wilson, 1999; Arosi dan Wilson, 2015), hal ini tentunya menggambarkan bahwa daerah ini memiliki pola struktur yang mengontrol tidak hanya terhadap pola sedimentasi, namun juga penyingkapan batuan dan tentunya adalah memfasilitasi terbentuknya jalur rembesan hidrokarbon.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola sebaran dan jenis rembesan hidrokarbon serta hubungannya dengan pola struktur geologi yang berkembang di sekitarnya, diharapkan bahwa ketersediaan data rembesan hidrokarbon akan menjadi acuan dan pertimbangan dalam kajian sistem hidrokarbon maupun eksplorasi minyak dan gas bumi di daerah ini.

METODE PENELITIAN

Sebanyak lima lokasi rembesan telah terindikasi di kabupaten Barru (Gambar 1 dan 3), setiap titik rembesan dilakukan *plotting*, analisis geologi permukaan dan pengambilan sampel rembesan gas dan minyak untuk kebutuhan analisis laboratorium.

Untuk mendapatkan hubungan lokasi rembesan dengan pola struktur geologi, interpretasi data struktur geologi dilakukan pendekatan analisis kelurusan (*lineament*) dengan bantuan citra Spot-6. Seperti pada umumnya metode citra terlebih dahulu dilakukan koreksi radiometrik, pemotongan citra, komposit band, dan *filtering*. Sistem *overlay* dengan data litologi berdasarkan hasil pemetaan di sekitar lokasi dan peta geologi regional. Untuk mendapatkan pola struktur dilakukan analisis orientasi *lineament* dan untuk mendapatkan populasi kelurusan di plot kedalam diagram *rose*.

Untuk memastikan bahwa rembesan di permukaan yang keluar bersamaan dengan air, memiliki kandungan senyawa hidrokarbon. Analisis senyawa hidrokarbon dengan metode standar menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Metode GC diawali dengan persiapan sampel, sampel dilarutkan atau diencerkan dalam pelarut dan kemudian disuntikkan ke *port inlet*. Setelah itu kemudian dilakukan penguapan yaitu kondisi dimana sampel cair diuapkan di saluran masuk panas dan menjadi gas. Setelah itu dilakukan pemisahan untuk selanjutnya dilakukan deteksi sampel. Sebanyak empat sampel air dari lima titik rembesan telah diuji di laboratorium instrumentasi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ungu Pandang Makassar (Tabel 1). Analisis geokimia hidrokarbon merupakan hal yang substansial dilakukan dalam mengetahui potensi hidrokarbon pada sampel rembesan. Analisis geokimia biomarker baik fraksi *saturated* maupun *aromatic* dapat dijumpai untuk dijadikan dasar dalam melakukan interpretasi potensi hidrokarbon. Sebagai contoh studi biomarker tentang batubara, serpih dan minyak mentah dari Delta Mahakam, Kalimantan, Indonesia *pentasiklik* yang melimpah *triterpenoid alkana*, *alkena*, dan *keton* dengan karbon kerangka *a*- dan *b-amyrin* teridentifikasi (Widodo, dkk, 2008).

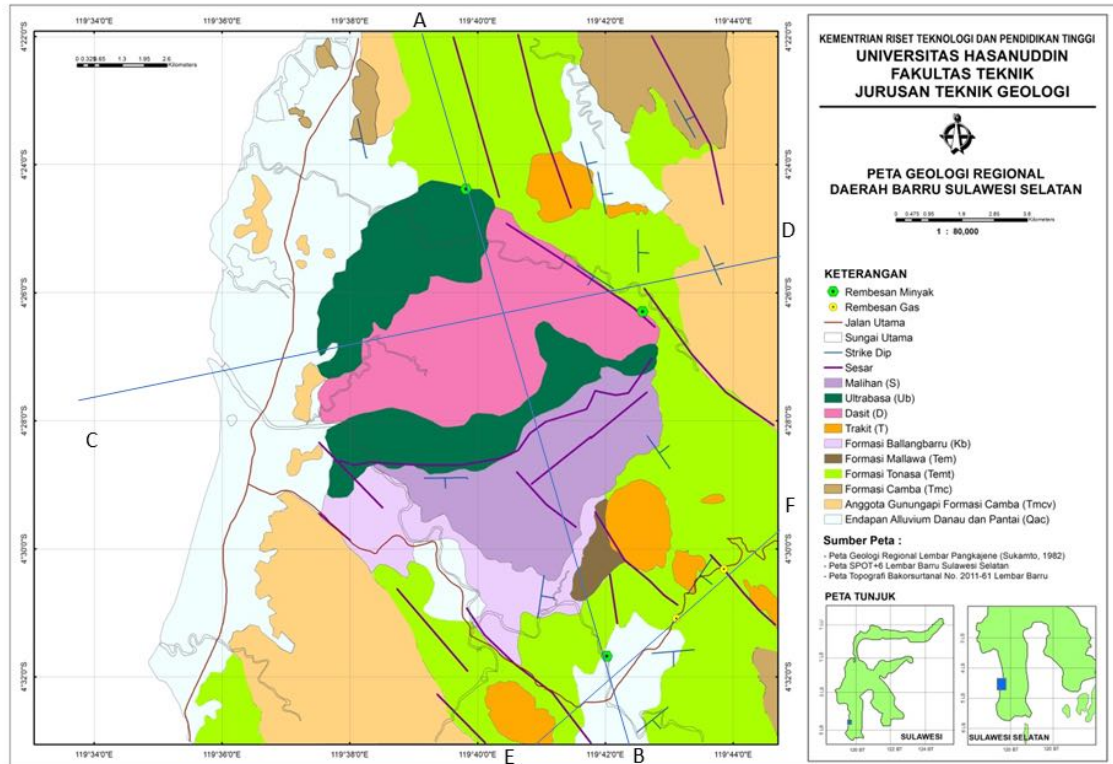
HASIL PENELITIAN

Pola Kelurusan Struktur Geologi

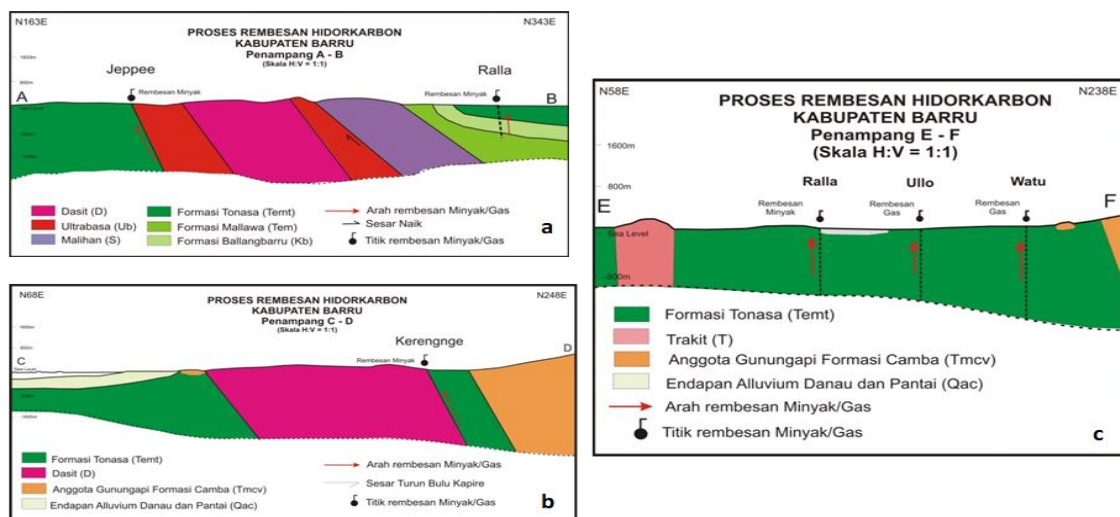
Hasil interpretasi citra Spot-6 memperlihatkan kecenderungan dua pola kelurusan struktur geologi di daerah penelitian yaitu 1) Kelurusan Baratlaut-Tenggara berarah N 310°E – N 320°E hingga N 130°E – N 140°E, kelurusan ini memotong semua unit stratigrafi di daerah penelitian dan sejajar dengan arah jurus perlapisan batuan, 2) Timurlaut-Baratdaya berarah N 33°E – N 213°E, kelurusan ini umumnya memotong batuan sedimen Tersier dan tegak lurus dengan jurus perlapisan batuan (Gambar 1 dan 4). Hasil populasi data kelurusan dari data citra menunjukkan bahwa arah kelurusan Baratlaut-Tenggara konsisten dengan arah kelurusan Jeppee, Bulukapire, dan Pekkae, sedangkan arah kelurusan Timurlaut-Baratdaya konsisten dengan pola kelurusan Ralla (Gambar 4). Walaupun terdapat dua kelompok pola kelurusan, namun kelihatannya semua rembesan konsisten dengan kelurusan Timurlaut-Baratdaya. Menariknya, berdasarkan rona citra semua rembesan kelihatannya berada pada sisi batas dengan blok tektonik Barru (Gambar 3).

Semua rembesan ditemukan di sisi alur sungai, namun secara struktur, morfologi, dan keadaan litologi sekitarnya berbeda. Dua rembesan masing-masing ST-1 (Jeppee) dan ST-2 (Kerengnge) berada pada kontak batuan batugamping Formasi Tonasa (Temt) dan batuan ultrabasa (Ub) dan batuan dasit (D) (Gambar 1), secara morfologi posisi rembesan berada pada lembah sisi utara pegunungan blok Barru. Selain kontak litologi posisi rembesan juga berada pada kelurusan struktur satu Baratlaut-Tenggara). Tiga rembesan ST-3 (Ralla), ST-4 (Ullo) dan

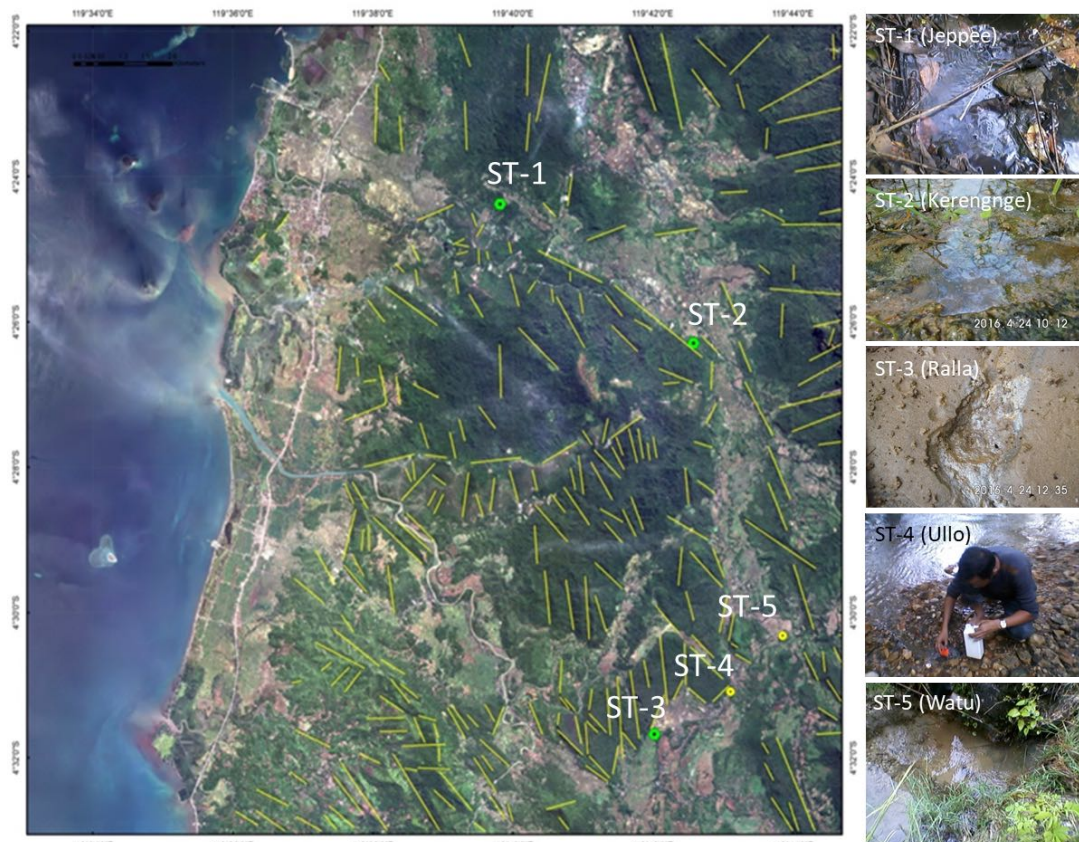
ST-5 (Watu) berada pada batugamping Formasi Tonasa. *Trend* kelurusan struktur masih berkaitan dengan arah Baratlaut-Tenggara berarah N 310°E – N 320°E hingga N 130°E – N 140°E (Gambar 1, 3 dan 4).



Gambar 1. Peta Geologi daerah Kabupaten Barru (modifikasi dari Sukamto 1982)

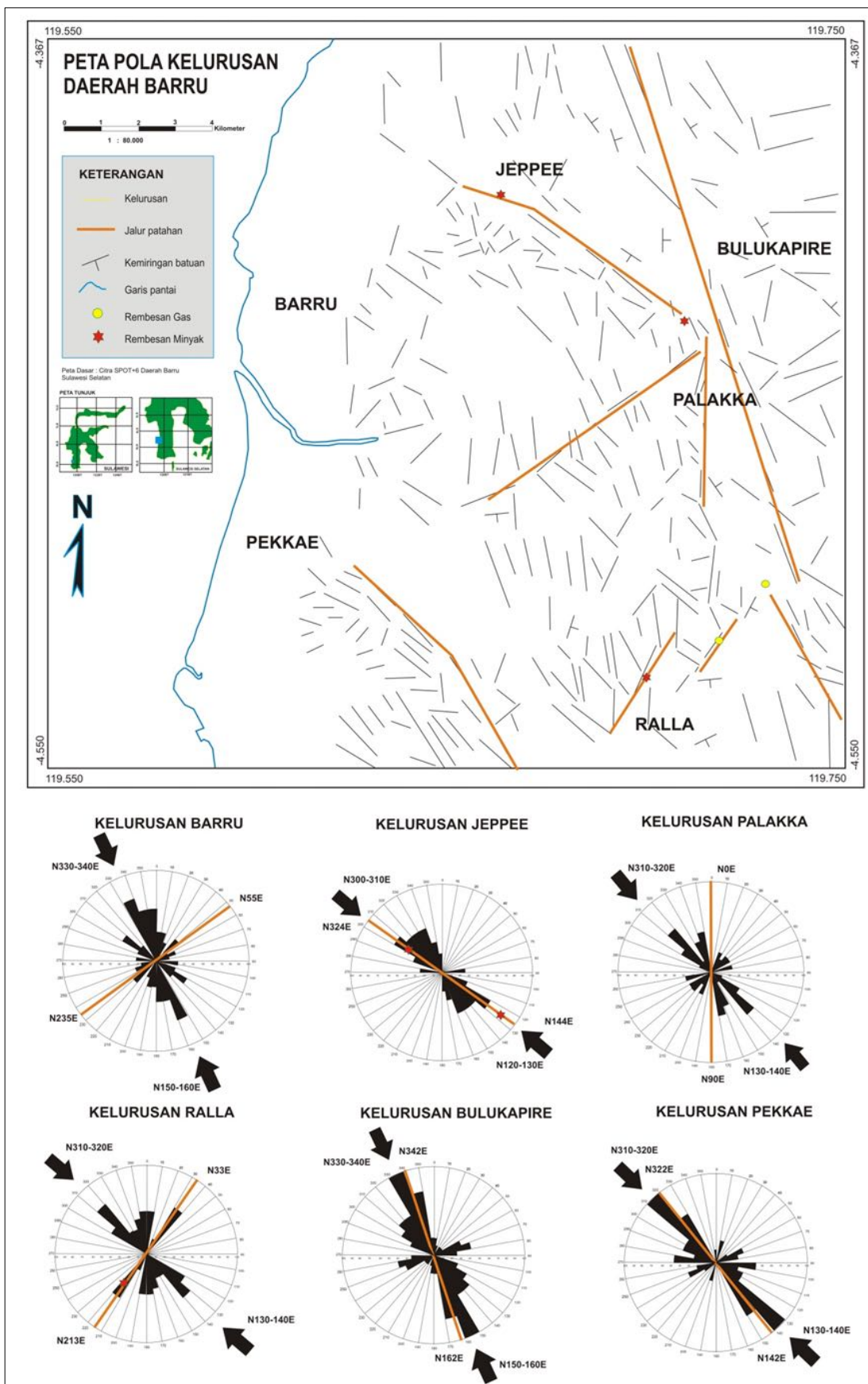


Gambar 2. Penampang geologi yang menunjukkan skema rembesan hidrokarbon di daerah Kabupaten Barru, potongan melintang pada gambar 1.



Gambar 3. Peta Pola Kelurusan dan lokasi titik rembesan hidrokarbon Kabupaten Barro

Hasil rekonstruksi penampang geologi menunjukkan bahwa indikasi migrasi hidrokarbon hanya dimungkinkan pada rembesan di lokasi Ralla, hal ini didukung oleh keberadaan batuan sedimen klastik Formasi Mallawa yang secara horizontal melampar di bawah atau tersusun berurut dengan lapisan batuan sedimen karbonat Formasi Tonasa. Patahan yang memotong susunan lapisan potensial sebagai jalur migrasi ke permukaan (Gambar 2a). Sedangkan rekonstruksi penampang gambar 2b dimana lokasi rembesan Karengge berada cenderung mendukung rembesan melalui jalur sesar dan juga merupakan kontak litologi, rekonstruksi penampang gambar 2c dimana memotong lokasi rembesan Ullo dan Watu belum bisa menafsirkan unit stratigrafi lapisan batuan yang ada di bawah Formasi Tonasa.



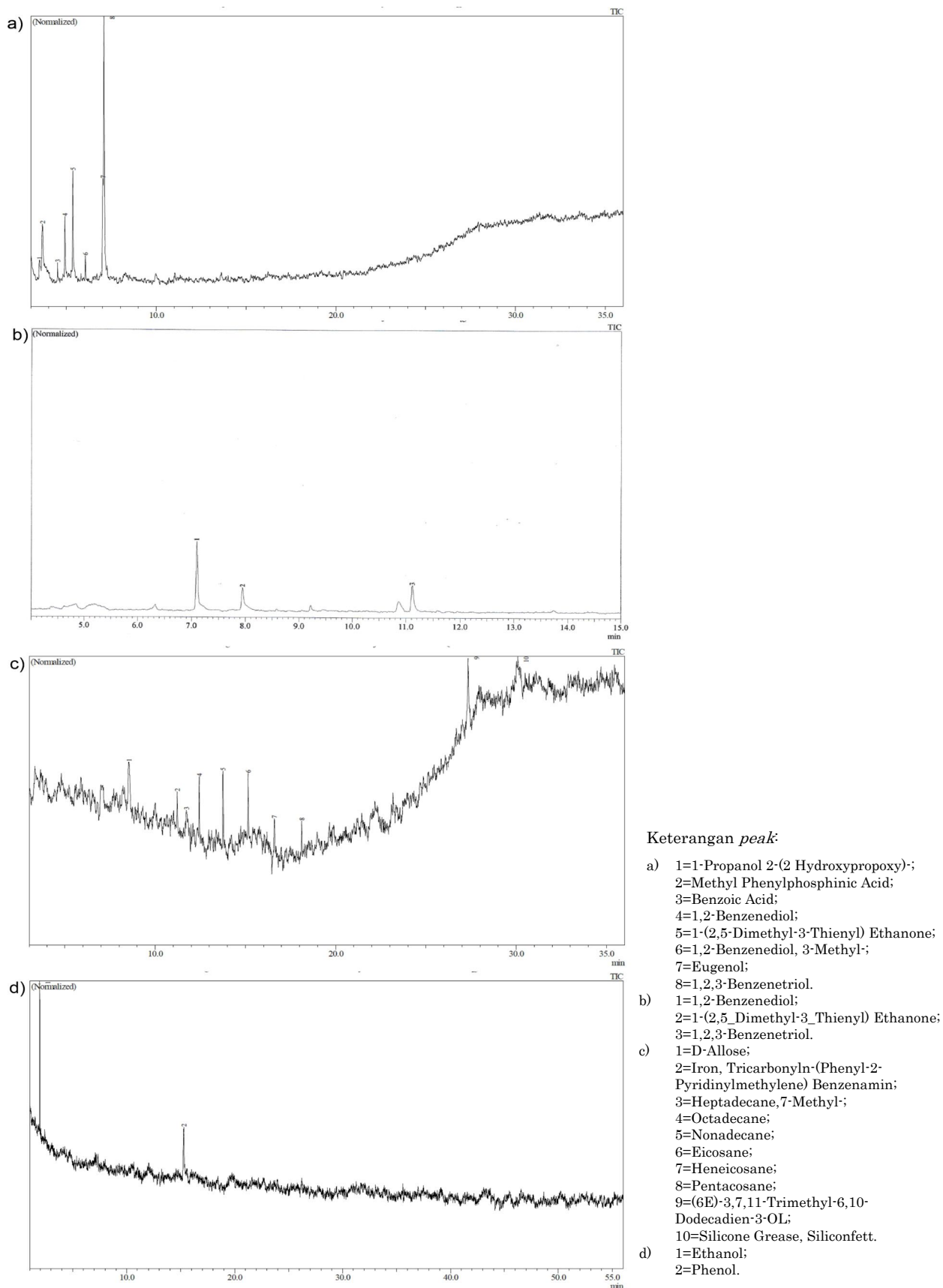
Gambar 4. Pola kelurusan dan diagram *rose* di daerah Kabupaten Barru
Jurnal Geomine; Copyright © 2021, Jurnal Geomine, Page: 135

Geokimia Rembesan

Hasil pengujian empat sampel dengan metode *Gas Chromatography -Mass Spectrometry* (GC-MS) menunjukkan adanya senyawa hidrokarbon (Tabel 1), tiga titik masing-masing ST-1 (Jepee), ST-2 (Kerengnge) dan ST-3 (Ralla) memiliki kesamaan senyawa hidrokarbon berupa *benzenediol* ($C_6H_6O_2$), *ethanone* ($C_8H_{10}OS$) dan *benzenetriol* ($C_6H_6O_3$). Benzenediol dan Benzenetriol merupakan senyawa aromatik (hidrokarbon tidak jenuh) yang berbentuk cair masuk dalam kelompok Phenol (Koesoemadinata, 1980). *Benzenediol* merupakan senyawa organik yang mengandung dua gugus hidroksil yang terikat pada cincin *benzene*. Kehadiran senyawa ini menunjukkan bahwa sampel yang diambil memiliki kandungan senyawa hidrokarbon dan mengikat gugus -O. Sehingga diindikasikan bahwa sampel berasal dari *recent liquid* yang mengandung senyawa hidrokarbon. Berbeda dengan lokasi yang lain, sampel yang dijumpai pada daerah Ralla memiliki ikatan H dan C tanpa ada gugus -O. Kehadiran senyawa alkana berupa *heptadecane*, *octadecane*, *nanodecane* menunjukkan indikasi bahwa sampel berasal dari rembesan minyak yang menunjukkan adanya indikasi potensi hidrokarbon (Gambar 5). Berdasarkan data ketiga lokasi tersebut dapat dikategorikan dalam titik rembesan minyak.

Sedangkan pada lokasi rembesan gas di ST-4 (Watu) terindikasikan merupakan senyawa hidrokarbon aromatik berupa *ethanol* ($C_6H_6O_3$) dan *phenol* (C_6H_6O). *Ethanol* merupakan senyawa hidrokarbon (alkohol) yang umum digunakan sebagai campuran bahan bakar *biodiesel*, sedangkan *phenol* merupakan senyawa hidrokarbon yang sangat berbahaya dan bersifat racun kronik yang dapat mematikan makhluk hidup yang mengkonsumsinya (Amresco, Inc., 2010). *Phenol* merupakan senyawa yang mengandung gugus fenol, yaitu *benzena* yang mengandung gugus hidroksil. Rembesan ini juga merupakan sampel yang mengandung senyawa organik hidrokarbon dengan ikatan O dan diperkirakan tidak berpotensi sebagai sumberdaya hidrokarbon (*hydrocarbon resources*). Hidrokarbon terdiri dari unsur C dan H saja, sedangkan *ethanol* memiliki gugus -OH oleh karena itu dapat diklasifikasikan bahwa kandungan *ethanol* hanya merupakan senyawa dengan gugus H dan C yang mengandung gugus -OH (atau atom O) sehingga bukan merupakan hidrokarbon karena tersusun lebih dari C dan H.

Rembesan di daerah Kampung Ullo tidak menunjukkan senyawa hidrokarbon organik, namun berdasarkan laporan penelitian terdahulu (Hasan, 2001), pada lokasi rembesan yang sama menunjukkan senyawa asam sulfur (H_2S). Kenampakan rembesan di lapangan berupa gelembung-gelembung gas dengan suhu hangat kuku, yang oleh masyarakat sekitar seringkali digunakan untuk pengobatan penyakit kulit. Pada industri minyak dan gas hidrokarbon umumnya berasosiasi dengan hydrogen sulfid (H_2S), akan tetapi sulfur adalah kontaminan umum dari deposit minyak dan gas. Kehadirannya sebagai senyawa hydrogen sulfida dan organo-sulfur menyebabkan kesulitan dalam pengolahan bahan baku karena cenderung menyebabkan korosi, kualitas produk yang menurun, dan bahaya terhadap produksi dan proses penyulingan. Komposisi H_2S yang tinggi pada sampel gas tidak menunjukkan adanya potensi hidrokarbon (Drummond, dkk, 1996).



Gambar 5. Chomatogram hasil analisis GC-MS. a) Jeppe, b) Kerengnge, c) Ralla dan d) Watu.

Tabel 1. Hasil analisis GC-MS rembesan di daerah Barru

No	Senyawa	Rumus Molekul	ST.1 (Jeppie)	Lokasi		
				ST-2 (Kerengge)	ST-3 (Ralla)	ST-5 (Watu)
1	1-Propanol, 2-(2-hydroxypropoxy)-	C ₆ H ₁₄ O ₃	√	X	X	X
2	Methyl Phenyl Phosphinic Acid	C ₇ H ₉ O ₂ P	√	X	X	X
3	Benzoic Acid	C ₇ H ₆ O ₂	√	X	X	X
4	1,2-Benzenediol	C ₆ H ₆ O ₂	√	√	X	X
5	1-(2,5-Dimethyl-3-Thienyl) Ethanone	C ₈ H ₁₀ OS	√	√	X	X
6	1,2-Benzenediol, 3-Methyl-	C ₇ H ₈ O ₃	√	X	X	X
7	Eugenol	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	√	X	X	X
8	1,2,3-Benzenetriol	C ₆ H ₆ O ₃	√	√	X	X
9	Ethanol	C ₂ H ₆ O	X	X	X	√
10	Phenol	C ₂ H ₆ O	X	X	X	√
11	D-Aliose	C ₆ H ₁₂ O ₆	X	X	√	X
12	Benzenamine	C ₂₁ H ₁₄ FeN ₂ O ₃	X	X	√	X
13	Heptadecane, 7-Methyl-	C ₁₈ H ₃₈	X	X	√	X
14	Octadecane	C ₁₈ H ₃₈	X	X	√	X
15	Nanodecane	C ₁₉ H ₄₀	X	X	√	X
16	Eicosane	C ₂₀ H ₄₂	X	X	√	X
17	Heneicosane	C ₂₁ H ₄₄	X	X	√	X
18	Pentacosane	C ₂₅ H ₅₂	X	X	√	X
19	Trimethyl	C ₁₅ H ₂₈ O	X	X	√	X
20	Silicone Grease	CAS	X	X	√	X

Batuan sumber hidrokarbon di daerah ini diperkirakan berasal dari batulempung dan batubara Formasi Mallawa. Batuan sedimen klastik Formasi Mallawa juga menjadi pertimbangan sebagai batuan sumber hidrokarbon di Lapangan Gas Sengkang di sebelah timur lokasi penelitian (Grainge dan Davies, 1983). Hanya saja studi batuan induk dan *source-gas correlation* pada lapangan gas Sengkang belum terlalu jauh dilakukan, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait potensi sedimen klastik Formasi Mallawa sebagai batuan induk. Perbedaan lain adalah batuan penyekat di cekungan Sengkang umumnya adalah sedimen klastik berumur Miosen-Pliosen Formasi Walanae (Grainge dan Davies, 1983; Jaya dkk, 2021), sedangkan di daerah penelitian adalah batuan sedimen karbonat berumur Eosen-Miosen Formasi Tonasa dan batuan vulkanik berumur Miosen Formasi Camba, perbedaan ini akan menjadi tantangan eksplorasi minyak dan gas bumi di wilayah bagian selatan Sulawesi.

KESIMPULAN

Hasil analisis kelurusan struktur geologi baik di lapangan maupun dengan citra Spot-6 serta hasil analisis kimia organik menggunakan metode *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS), maka dapat disimpulkan bahwa:

- Kondisi geologi dan pola kelurusan struktur rembesan terbagi atas dua, titik rembesan di Jeppie dan Kerengge dikontrol oleh kontak litologi antara blok tektonik Barru dan batuan sedimen karbonat Formasi Tonasa, batas ini juga dikontrol oleh pola kelurusan struktur geologi Baratlaut-Tenggara (NW-SE). Sedangkan rembesan di Ralla, Watu, dan Ullo dikontrol oleh pola kelurusan Baratlaut-Tenggara (NW-SE) pada batuan sedimen karbonat Formasi Tonasa. Sedangkan rembesan di Ralla, Watu, dan Ullo dikontrol oleh pola kelurusan Baratlaut-Tenggara (NW-SE) dan ketiganya berada pada batuan sedimen karbonat Formasi Tonasa.

- Hasil pengujian *Gas Chromatography - Mass Spectrometry* (GC-MS) juga memberikan indikasi berbeda yaitu: dua lokasi menunjukkan indikasi kandungan senyawa hidrokarbon dengan komposisi kandungan senyawa organik *benzenediol* ($C_8H_{10}O_2$), *ethanone* ($C_7H_8O_3$) dan *benzenetriol* ($C_6H_6O_3$), yang merupakan hasil dari *recent liquid organic compound*. Hal ini mengindikasikan bahwa sampel tersebut belum memiliki potensi oil dan gas yang ekonomis.
- Satu lokasi rembesan minyak menunjukkan adanya indikasi potensi hidrokarbon karena kehadiran senyawa alkana berupa *heptadecane*, *octadecane*, dan *nanodecane*. Sampel pada daerah ini perlu diidentifikasi lebih detail dengan melakukan analisis *Liquid Chromatography* untuk memisahkan fraksi saturat dan aromatik untuk penelitian yang lebih komprehensif.
- Dua lokasi merupakan rembesan gas yang ditandai oleh kandungan *ethanol* (C_2H_6O) dan *phenol* (C_6H_6O). Akan tetapi kehadiran ethanol dan phenol bukan merupakan indikasi potensi hidrokarbon.
- Pada lokasi Ullo dijumpai rembesan gas dengan komposisi H_2S yang tinggi yang merupakan kontaminan terhadap hidrokarbon. Hal ini *menyebabkan* hidrokarbon tidak potensial pada lokasi tersebut.
- Keberadaan senyawa hidrokarbon yang sangat berbahaya dan bersifat racun kronik (*ethanol* dan *phenol*) pada area Watu perlu untuk disosialisasikan kepada masyarakat dalam bentuk edukasi oleh akademisi dan pihak terkait sebagai peringatan akan bahaya gas alami tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Atas selesainya penelitian ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan data dan diskusinya untuk memperkaya substansi penelitian ini, antara lain: Rifai (Lab Instrumentasi Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang). Kepada Syarifuddin, Mega, Chandra (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional – LAPAN Pare-Pare), Darwis, Amirullah (Dinas Pertambangan dan Energi Kab. Barru).

REFERENSI

- Amresco, Inc., 2010. Material Safety Data Sheet Phenol. 6681 Cochran Road, SOLON, OHIO 44139.
- Arosi, H.A., Wilson, M.E.J., 2015. Diagenesis and fracturing of a large-scale, syntectonic carbonate platform, *Sedimentary Geology* 326, pp. 109–134.
- Drummond, I., House, F., McMullen, W.G., Stewart, I., 19996. Hydrocarbon Gases and Hydrogen Sulfide: A Code of Practice, *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 11:5, 493–500,
- Falah, D., 2008. Muncul Semburan Gas Di Barru Provinsi Sulawesi Selatan. Diakses 26 April 2016. Available from : http://nasional.kompas.com/read/2008/07/09/0949490/muncul_semburan_gas.di.barru
- Hasan, U., 2011. Pemetaan Bahan Galian Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan, Bandung : Lembaga Penelitian Dan Pengembangan Geologi.
- Grainge, A.M., Davies, K.G., 1983. Reef exploration in the East Sengkang Basin, Sulawesi, Indonesia. *Mar. Petrol. Geol.* 2, 142–155.
- Jaya, A., Sufriadin, Nur, I., 2011. A short note on sedimentary rocks of the Barru Area, South Sulawesi. *Berita Sedimentologi* 22, p. 9–14.
- Jaya, A., Nishikawa, O., Hayasaka, Y., 2017. LA-ICP-MS Zircon U-Pb and Muscovite K-Ar Ages of Basement Rocks from the South Arm of Sulawesi, Indonesia. *Lithos* 291–293, 96–110
- Jaya, A., Nishikawa, O., Sufriadin., Jumadil, S., 2021. Fluid migration along faults and gypsum vein formation during basin inversion: An example in the East Walanae fault zone of the Sengkang Basin, South Sulawesi, Indonesia. *Mar. Petrol. Geol.* 133. 10308
- Koesoemadinata, R.P., 1980. Geologi Minyak dan Gas Bumi. Edisi kedua, Jilid 2. Bandung: Penerbit ITB.

- Sukanto, R., 1982. Geologi Regional Lembar Pangkajene dan Watampone bagian Barat. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Widodo, S., Antika, R., 2012. Studi Fasies Pengendapan Batubara Berdasarkan Komposisi Maseral di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan, Prosiding Hasil Penelitian Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. 6 : TG8-1 – TG1-10.
- Widodo, S., Bechtel, A., Anggayana, A., Püttmanna, W., 2009. Reconstruction of Floral Changes During Deposition of The Miocene Embalut Coal from Kutai Basin, Mahakam Delta, East Kalimantan, Indonesia by Use of Aromatic Hydrocarbon Composition and Stable Carbon Isotope Ratios of Organic Matter. *Organic Geochemistry*, 40, 206–218.
- Wilson, M.E.J., 1995. The Tonasa limestone formation, Sulawesi, development of a Tertiary carbonate platform. Ph.D. Thesis, University of London. p. 520.
- Wilson, M.E.J., 1999. Prerift and synrift sedimentation during early fault segmentation of a Tertiary carbonate platform, Indonesia. *Mar. Petrol. Geol.*, 16, 825–848.
- Van Leeuwen, T.M., Susanto, E.S., Maryanto, S., Hadiwisastra, S., Sudijono, Muharjo, 2010. Tectonostratigraphic evolution of Cenozoic marginal basin and continental margin successions in the Bone Mountains, South Sulawesi, Indonesia. *J. Asian Earth Sci.* 38, 233-254.