

## **IDENTIFIKASI SAMPEL CORING ASPAL DENGAN METODE PEMBORAN DI PIT WINTO PADA WILAYAH TAMBANG PT. WIKA BITUMEN IUP KABUNGKA**

**Alda Milanda Aslim<sup>1,a</sup>, Muh Said L<sup>2,b</sup>, dan Rahmaniah<sup>3,c</sup>**

*Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar*

<sup>a</sup>milandaaslim@gmail.com, <sup>b</sup>muhammad.saidlanto@uin-alauddin.ac.id,

<sup>c</sup>niahrahma88@gmail.com

**ABSTRACT:** This research was conducted in the mining area of PT. Wika Bitumen Pit Winto Banabungi Village, Pasarwajo Buton, Southeast Sulawesi Province which aims to determine the asphalt exploration process in the PT. Wika Bitumen Pit Winto mining area, to determine the stages in drilling and to determine the physical characteristics of asphalt samples obtained from drilling results. The research method consisted of the initial survey, mapping outcrops, and drilling results. The results showed that at the KF-21-039 point, most asphalt was found at a depth of 1.00 m – 7.80 m with a dark black asphalt color accompanied by a pungent odor that was not sticky. Meanwhile, at a depth of 7.80 m – 23.60 m, siltstone was found with a bluish-gray color, odorless, and not sticky. At a depth of 23.60 m – 25.20 m, another type of asphalt was found with black color, black spout, massive, pungent smell, and not sticky. From a depth of 25.20 m – 39.80 m, no asphalt was found, but siltstone.

**ABSTRAK:** Penelitian ini dilakukan di wilayah tambang PT. Wika Bitumen Pit Winto desa Banabungi, Pasarwajo Buton, provinsi Sulawesi Tenggara yang bertujuan untuk mengetahui proses eksplorasi aspal pada wilayah tambang PT Wika Bitumen Pit Winto, dan karakteristik fisik sampel aspal yang diperoleh dari hasil pengeboran. Metode penelitiannya dilakukan terdiri dari tahapan survey awal, pemetaan singkapan, dan pengeboran. Hasil penelitiannya diperoleh bahwa di titik KF-21-039 kebanyakan aspal ditemukan pada kedalaman 1,00 m – 7,80 m dengan warna aspal yang hitam pekat disertai bau menyengat yang tidak lengket. Sedangkan pada kedalaman 7,80 m – 23,60 m ditemukan jenis batuan siltstone (batu lanau) dengan warna abu-abu kebiruan, tidak berbau, dan tidak lengket. Pada kedalaman 23,60 m – 25,20 m ditemukan lagi jenis aspal dengan warna hitam, cerat hitam, masif, bau menyengat, dan tidak lengket. Dari kedalaman 25,20 m – 39,80 m tidak lagi ditemukan adanya aspal melainkan batu lanau.

**Kata Kunci:** Aspal, eksplorasi, pengeboran, batu lanau

---

*\*corresponding author*

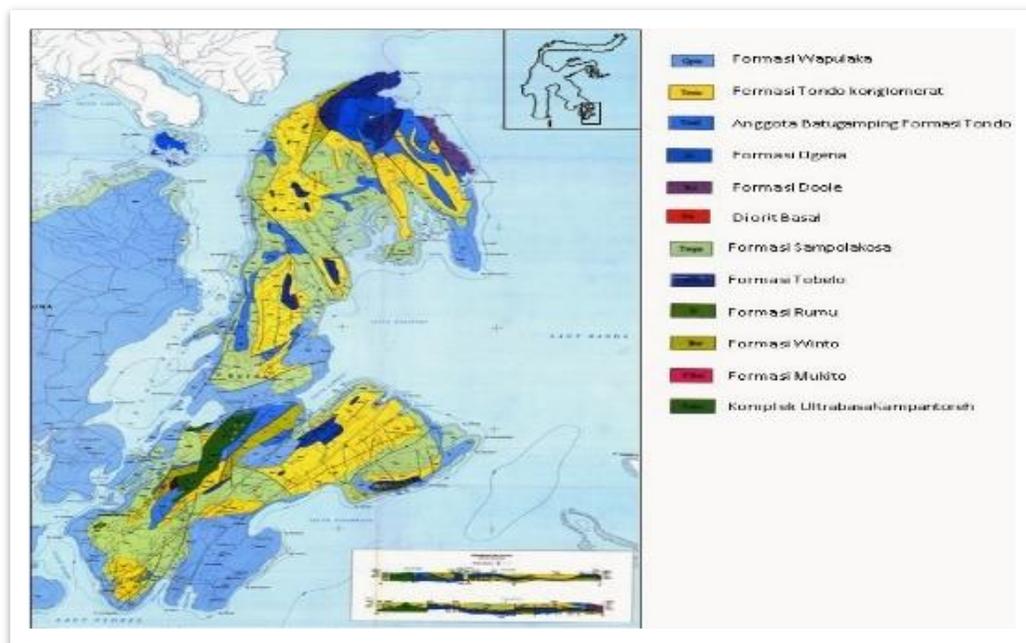
*email: muhammad.saidlanto@uin-alauddin.ac.id*

DOI:

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah. Salah satu sumber kekayaan alam Indonesia yang cukup potensial adalah aspal alam yang terletak di pulau Buton Sulawesi Tenggara disebut asbuton. Aspal alam di pulau Buton ini telah diketahui sejak awal abad ke-20. Sejak dimulainya usaha penambangan asbuton hingga saat ini, status dan legalitas perusahaan sebagai pengelola telah mengalami beberapa kali perubahan pada tanggal 07 Juli 2014 diputuskan menyetujui mengubah nama perseroan dari yang semula bernama PT. Sarana Karya berubah menjadi PT. Wijaya Karya Bitumen.

Pulau Buton yang terdapat di kawasan timur Indonesia terletak di batas bagian barat Laut Banda, provinsi Sulawesi Tenggara. Secara geografis, pulau Buton terletak diantara garis lintang  $04^{\circ}20'$  -  $05^{\circ}45'$  S, dan garis bujur  $122^{\circ}00'$  -  $123^{\circ}30'$  E. Pulau Buton terkenal dengan kekayaan aspalnya yang melimpah serta ditemukan juga banyak rembesan minyak, sehingga mengindikasikan adanya hidrokarbon yang sudah matang di daerah tersebut.



**Gambar 1.** Peta geologi daerah pulau buton (*Hadiwisastra, 2009*).

Daerah Buton disusun oleh satuan batuan yang dapat dikelompokkan ke dalam batuan mesozoikum dan kenozoikum. Kelompok batuan mesozoikum berumur trias hingga kapur atas, sedangkan kelompok kenozoikum berumur miosen dan plistosen. Kelompok batuan yang termasuk mesozoikum terdiri atas formasi Winto, formasi Ogena, formasi Rumu dan formasi Tobelo yang diendapkan dari trias hingga kapur akhir. Kelompok batuan

sedimen yang termasuk kenozoikum kemudian menutupi sebagian besar Buton yang terdiri atas formasi Tondo, formasi Sampolakosa dan formasi Wapulaka yang diendapkan pada miosen awal hingga plistosen (Suryana, 2005).

Aspal buton adalah suatu material kental yang merupakan senyawa hidrokarbon dengan sedikit mengandung sulfur, oksigen dan klor, dimana aspal alam ini terkandung dalam deposit batuan yang terdapat di Pulau buton dan sekitarnya (Syamsul bahri, dkk. 2018). Aspal alam di pulau Buton terbentuk dari minyak bumi yang keluar merembes naik ke permukaan melalui pori-pori batu-batuan yang dilewatinya selama ribuan tahun. Dengan demikian yang tertinggal di dalam pori-pori batu-batuan adalah fase berat dari minyak bumi tersebut, karena fase ringannya sudah menguap ke udara. Aspal alam yang tersedia di pulau Buton mempunyai cadangan yang sangat besar, merupakan deposit aspal alam terbesar di dunia. Menurut bidang wilayah pertambangan dan energi provinsi Sulawesi Tenggara (1997) serta data satelit (Kurniadji, 2003), memperlihatkan cadangan aspal alam total adalah sekitar 677,247 juta ton (Setiawan, 2011). Asbuton pada umumnya berbentuk padat yang terbentuk secara alami akibat proses geologi. Terdapat dua jenis unsur utama dalam asbuton yaitu aspal dan mineral. Potensi asbuton yang diperkirakan memiliki cadangan yang cukup besar membuat para produsen untuk kembali menggalakkan kegiatan eksplorasi.

Kegiatan eksplorasi merupakan suatu kegiatan penting yang harus dilakukan sebelum suatu usaha pertambangan dilaksanakan hasil dari kegiatan eksplorasi tersebut harus dapat memberikan informasi lengkap dan akurat mengenai sumber daya mineral atau bahan galian maupun kondisi kondisi geologi yang ada agar dapat diketahui layak atau tidaknya suatu pembukaan usaha penambangan. Salah satu keputusan penting didalam kegiatan eksplorasi adalah menentukan kapan kegiatan pemboran dimulai dan diakhiri. Pelaksanaan pemboran sangat penting jika kegiatan yang dilakukan adalah menentukan zona endapan dari permukaan. Kegiatan ini dilakukan untuk memperoleh gambaran geometri endapan dari permukaan sebaik mungkin.

Pengeboran adalah usaha secara teknis membuat lubang dengan aman sampai menembus lapisan formasi yang ada di bawah permukaan bumi. Lubang tersebut kemudian dilapisi dengan *casing* dan disemen, dengan maksud untuk menghubungkan lapisan formasi tersebut dengan permukaan bumi yang memungkinkan penambangan secara komersial. Proses pengeboran yaitu dengan membuat lubang pada permukaan tanah atau batuan untuk melihat koleksi sampel untuk memperkirakan kualitas dan kuantitas dari cadangan suatu mineral tertentu. Pengeboran jenis ini biasa disebut sebagai pengeboran eksplorasi (Pathak, 2014). Dalam pengeboran terdiri atas beberapa tipe yaitu *open hole*, *full core* dan *touch core*. Metode *open hole* adalah metode pengeboran dengan melubangi area tertentu sesuai perencanaan sampai kedalaman yang telah di rencanakan. Selanjutnya metode *full core* merupakan kegiatan pengeboran eksplorasi batubara langsung sampai kedalaman yang

direncanakan tanpa menggunakan *open hole*. Artinya langsung ke dalam dengan mengambil contoh dari intinya. Adapun metode *touch core* merupakan teknik campuran yang awalnya menggunakan teknik *open hole* untuk mengambil contoh dari setiap gerusan dengan menggunakan mata bor sebagai indikasinya. Lalu mata bor akan diganti dan dilanjutkan dengan menggunakan teknik *full core* untuk mengambil contoh pada inti batuan. Dengan perpaduan kedua teknik ini, tentu akan membuat biaya produksi lebih tinggi.

Terdapat beberapa sampel coring yang dihasilkan pada hasil pengeboran di Pit Winto IUP Kabunga, yaitu topsoil yang merupakan tanah yang berada di lapisan paling atas tanah dengan kedalaman sekitar 5 cm hingga 30 cm dari permukaan bumi. Topsoil akan terbentuk apabila batuan telah berderai dan hancur melalui proses geologi dan berubah menjadi serpihan-serpihan kecil yang kemudian terkumpul di atas bumi. Ada beberapa ciri yang dimiliki lapisan tanah topsoil seperti, topsoil berada dibagian teratas dari permukaan bumi, memiliki sifat yang subur, terbentuknya dari bebatuan yang telah hancur karena proses *geological* bumi. Sampel coring kedua yaitu berupa aspal yang merupakan material kental yang sedikit mengandung hidrokarbon, sulfur dan klor. Adapun sifat fisik aspal yaitu tingkat kekerasannya kurang dari 2,5 skala mohs, memiliki daya lengket, dan berwarna hitam. Selanjutnya berupa batu lanau yang merupakan suatu partikel berukuran lumpur berkisar antara 0,00015 dan 0,0025 inci. Batu lanau muncul dalam berbagai warna. Biasanya abu abu, cokelat, atau cokelat kemerahan. Kadang juga berwarna putih, kuning, hijau, merah, ungu, orange, hitam, dan lainnya.

Berdasarkan uraian di atas maka hal yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui proses eksplorasi aspal pada wilayah tambang PT. Wika Bitumen Pit Winto, untuk mengetahui proses dan tahapan dalam pengeboran, dan untuk mengetahui bagaimana karakteristik fisik sampel aspal yang diperoleh dari hasil pengeboran.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 26 Juli sampai 30 Agustus 2021 di PT. Wijaya Karya Bitumen yang secara administratif berada di desa Banabungi, Kec. Pasarwajo, Kab. Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara.

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *global position system* (GPS), mesin pompa air, mesin pengeboran, satu buah *corl barel*, beberapa pipa panjang, *core box*, meteran, gergaji, plastik sampel, kertas pengamatan, helm, dan kos tangan. Tahapan prosedur kerja dilakukan dengan survey awal yaitu melakukan kunjungan ke lokasi tambang IUP Kabungka Pit Winto untuk mengetahui bagaimana kondisi alam atau geomorfologi lokasi tersebut sebagai perencanaan selanjutnya. Selanjutnya yaitu mapping dengan bertujuan untuk mencari aspal dengan melihat singkapan-singkapan yang terdapat

pada lokasi yang sudah disurvei. Dari singkapan tersebut dapat dijadikan sebagai letak titik pengeboran. Adapun metode pengeboran yang digunakan pada eksplorasi aspal di IUP Kabungka Pit Winto menggunakan metode *full coring*.

Teknis analisis data yang digunakan adalah metode makroskopis yaitu dengan memperhatikan variabel-variabel pada sampel coring seperti dari segi bau, warna, lengket, kekerasan batuan, cerat, dan kilap.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Kegiatan Eksplorasi di IUP Kabungka Pit Winto

#### a. Hasil survei awal

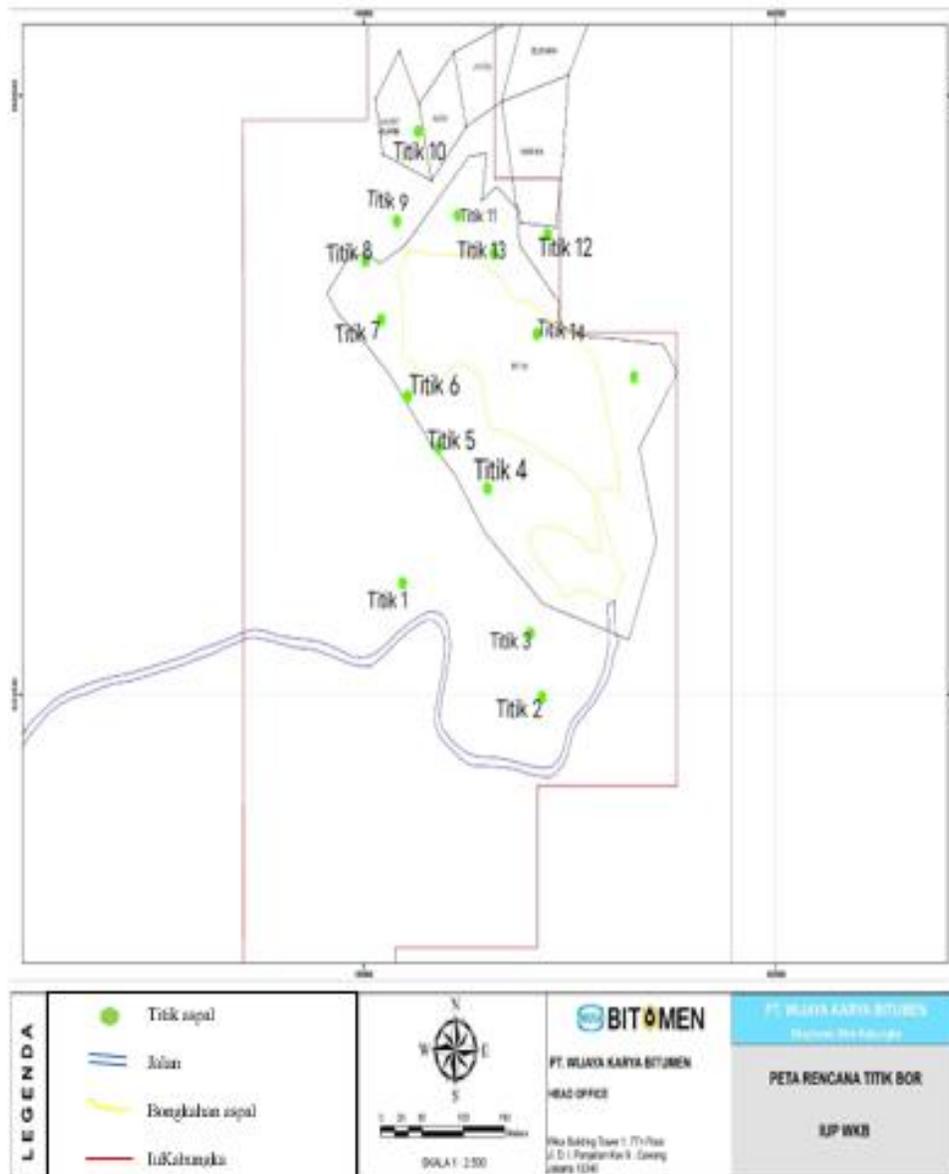
Wilayah IUP Kabungka Pit Winto memiliki luas  $\pm 6$  hektar yang berada jauh dari pemukiman warga dan dipenuhi banyak tumbuhan. Pada saat melakukan survey di lokasi IUP Kabungka Pit Winto terdapat banyak singkapan bebatuan yang berwarna hitam dan berbau (bau aspal).



**Gambar 2.** Kondisi geomorfologi dan singkapan batuan aspal di Pit Winto

#### b. Hasil mapping

Gambar di bawah ini merupakan hasil pemetaan geologis berdasarkan singkapan-singkapan yang terlihat di permukaan. Berdasarkan singkapan tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk dijadikan titik atau letak pengeboran. Pada IUP Kabungka Pit Winto diperoleh 15 titik aspal.



**Gambar 3.** Pemetaan geologis berdasarkan singkapan di permukaan

c. Hasil pengeboran

Hasil pengeboran di titik KF-21-039 Pit Winto adalah sebagai berikut:



No	Coring			Jenis Coring	Interval Aspal			Panjang Coring	Core Rec.	Keterangan
										ukuran butir lempung; tersusun tanah dan akar
2.	0,50	1,00	0,50	Topsoil				0,50	100%	Warna kuning terang; ukuran butir lempung; tersusun tanah dan akar
3.	1,00	1,50	0,50	Asphalt	1,00	1,50	0,50	0,50	100%	Warna hitam; ub lanau; cerat hitam; masif; bau menyengat; tidak lengket
4.	1,50	2,60	1,10	Asphalt	1,50	2,60	1,10	1,10	100%	Warna hitam; ub lanau; cerat hitam; masif; bau menyengat; tidak lengket
5.	2,60	3,10	0,50	Asphalt	2,60	3,10	0,50	0,50	100%	Warna hitam; ub lanau; cerat hitam; masif; bau menyengat; tidak lengket
6.	3,10	4,70	1,60	Asphalt	3,10	4,70	1,60	1,60	100%	Warna hitam; ub lanau; cerat hitam; masif; bau menyengat; tidak lengket
7.	4,70	6,20	1,50	Asphalt	4,70	6,20	1,50	1,50	100%	Warna hitam; ub lanau; cerat hitam; masif; bau menyengat; tidak lengket
8.	6,20	7,80	1,60	Asphalt	6,20	7,80	1,60	1,60	100%	Warna hitam; ub lanau; cerat hitam; masif; bau menyengat; tidak lengket
9.	7,80	9,40	1,60	Asphalt	7,80	8,20	0,40	1,60	100%	Warna hitam; ub lanau; cerat hitam; masif; bau menyengat; tidak lengket
10.	9,40	11,00	1,60	Siltstone				1,20	75%	Warna abu-abu

No	Coring			Jenis Coring	Interval Aspal			Panjang Coring	Core Rec.	Keterangan
										kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
11.	11,00	12,60	1,60	Siltstone				1,60	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
12.	12,60	14,20	1,60	Siltstone				1,60	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
13.	14,20	15,60	1,40	Siltstone				1,40	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
14.	15,60	17,20	1,60	Siltstone				1,60	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
15.	17,20	18,80	1,60	Siltstone				1,60	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
16.	18,80	20,40	1,60	Siltstone				1,60	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
17.	20,40	22,00	1,60	Siltstone				1,60	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
18.	22,00	23,60	1,60	Siltstone				1,60	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak

No	Coring			Jenis Coring	Interval Aspal			Panjang Coring	Core Rec.	Keterangan
										lengket;
19.	23,60	25,20	1,60	Asphalt	24,20	25,00	0,80	1,60	100%	Warna hitam; ub lanau; cerat hitam; masif; bau menyengat; tidak lengket;
20.	25,20	27,00	1,80	Siltstone				1,80	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
21.	27,00	28,60	1,60	Siltstone				1,60	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
22.	28,60	30,20	1,60	Siltstone				1,40	87%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
23.	30,20	31,80	1,60	Siltstone				1,60	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
24.	31,80	33,40	1,60	Siltstone				1,60	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
25.	33,40	35,00	1,60	Siltstone				1,40	87%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
26.	35,00	36,60	1,60	Siltstone				1,60	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;
27.	36,60	38,20	1,60	Siltstone				1,60	100%	Warna abu-abu kebiruan; ub lanau;

No	Coring			Jenis Coring	Interval Aspal			Panjang Coring	Core Rec.	Keterangan
29.	38,20	39,80	1,60	Siltstone				1,60	100%	cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket; Warna abu-abu kebiruan; ub lanau; cerat abu-abu; masif; tidak berbau; tidak lengket;

Aspal buton atau yang dikenal dengan asbuton adalah suatu material kental yang merupakan senyawa hidrokarbon dengan sedikit mengandung sulfur, oksigen dan kalor, dimana aspal alam ini terkandung dalam deposit batuan yang terdapat di Pulau buton dan sekitarnya. Proses eksplorasi aspal pada wilayah tambang PT. Wika Bitumen Pit Winto yang pertama yaitu survei awal dimana melakukan kunjungan ke lokasi tambang IUP Kabungka Pit Winto. Pada saat melakukan survey terdapat banyak singkapan batuan yang berwarna hitam dan berbau (bau aspal). Selanjutnya yaitu pemetaan geologi, dimana mapping ini dilakukan untuk mencari aspal dengan melihat singkapan-singkapan yang terdapat pada lokasi. Dari singkapan tersebut dapat dijadikan sebagai letak titik pengeboran. Metode Pengeboran yang digunakan yaitu menggunakan metode *full coring*.

Berdasarkan hasil pengeboran di titik KF-21-039 untuk kedalaman 0 - 1,00 m ditemukan sampel coring berupa topsoil yang memiliki karakteristik berwarna kuning terang, berukuran butir lempung, tersusun tanah dan berakar. Selanjutnya untuk kedalaman 1,00 m - 7,80 m ditemukan sampel coring berupa aspal yang memiliki karakteristik warna hitam pekat, cerat hitam, masif, disertai bau menyengat dan tidak lengket. Pada kedalaman 7,80 m – 23,60 m sampel coring berupa silstone (batu lanau) dengan karakteristik warna abu-abu kebiruan, tidak berbau, dan tidak lengket.. Selanjutnya untuk kedalaman 23,60 m - 25,20 m ditemukan lagi sampel coring berupa aspal. Kemudian untuk kedalaman 25,20 m – 39,80 m ditemukan sampel coring berupa silstone.

Berdasarkan data-data di Laboratorium PT. Wika Bitumen dapat disimpulkan bahwa batuan yang memiliki karakteristik dengan warna yang hitam pekat, bau menyengat dengan sifat batuan yang keras mengandung kadar bitumen yang tinggi yaitu sekitar 30% dan mengandung kadar air paling rendah sekitar 5%.. Sedangkan batuan dengan warna yang hitam keabu-abuan dengan bau yang tidak terlalu menyengat mengandung kadar bitumen sekitar 17% dan kadar air sekitar 13%.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengeboran di titik KF-21-039 untuk kedalaman 0-1,00 m ditemukan sampel coring berupa topsoil yang memiliki karakteristik berwarna kuning

terang, berukuran butir lempung, tersusun tanah dan berakar. Selanjutnya untuk kedalaman 1,00 m - 7,80 m ditemukan sampel coring berupa aspal yang memiliki karakteristik warna hitam pekat, cerat hitam, masif, disertai bau menyengat dan tidak lengket . Pada kedalaman 7,80 m – 23,60 m sampel coring berupa batu lanau (siltstone) dengan karakteristik warna abu-abu kebiruan, tidak berbau, dan tidak lengket.. Selanjutnya untuk kedalaman 23,60 m - 25,20 m ditemukan lagi sampel coring berupa aspal. Kemudian untuk kedalaman 25,20 m – 39,80 m ditemukan sampel coring berupa *siltstone*

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Pimpinan PT. Wijaya Karya Bitumen yaitu Bapak Bambang Dwi Wijayanto yang telah memberikan penulis wawasan, sarana dan prasarana untuk melakukan kegiatan praktek kerja lapangan, Bapak Wahyu Martono, BE selaku Kepala Teknik Tambang (KTT) IUP Kabungka, Bapak Said Zaidun, S.T selaku pembimbing lapangan, dan seluruh staff dan pegawai PT. Wijaya Karya Bitumen.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abbaspour, H., Drebenstedt, C., Badroddin, M. & Maghaminik, A., 2018. International Journal of Mining Science and Technology Optimized Design of Drilling and Blasting Operation in Open Pit Mines under Technical and Economic Uncertainties By System Dynamic Modelling. *International Journal of Mining Science and Technology*, 28(6), pp. 839-848.
- Afum, B. & Temeng, V., 2015. Reducing Drill and Blast Cost Through Blast Optimisation – A Case Study. *GMJ*, pp. 50-57.
- Agus, Subarnas. 2011. *Penyelidikan Pendahuluan Endapan Bitumen Padat Di Daerah Pasarwajo Dan Sekitarnya, Kabupaten Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara*. Sub Direktorat Batubara: DISM.
- Akbar, Yaumil. 2015. *Jurnal Eksplorasi Aspal*. Universitas Syiah Kuala: Aceh.
- Anggayana, K. 2005. Pengeboran Eksplorasi dan Penampang Lubang Bor. Bandung. Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral ITB.
- Bakri, dkk. 2017. Pengaruh Efisiensi Kerja Alat Bor Pada Pemboran Produksi Nikel Laterit. *Jurnal Geomine*. Vol. 5. No.1.
- Basarir, H., Tutluoglu, L. & Karpuz, C., 2014. Penetration Rate Prediction For Diamond Bit Drilling By Adaptive. *Engineering Geology*, Vol. 173, pp. 1-9. <https://mria.co.id/pengeboran-eksplorasi-batubara/>
- Hadiwisastra. 2009. Kondisi Aspal Alam dalam Cekungan Buton. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*. Jilid 19 No. 1, 49-57. Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI Kompleks: Bandung.

- Kipsang, C., 2015. Cost Model for Geothermal Wells. *Proceedings World Geothermal Congress*.
- Kurnadji. 2014. *Jurnal Ekstraksi Asbuton dengan Pelarut Berbasis Bahan Organik dan Media Air*. Volume 317, No. 1, ISSN: 1907-0284. Bandung.
- Mohammad, Babaei, K. & Robert, H., 2016. Processing of Measurement while Drilling Data for Rock Mass Characterization. *International Journal of Mining Science and Technology*, 26(6), pp. 989-994.
- Moraveji, M. & Naderi, M., 2016. Drilling rate of Penetration Prediction and Optimization Using Response Surfacement methodology and Bat Algorithm. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, Vol. 31, pp. 829-994.
- Pathak, K., 2014. *Introduction to Drilling Technology for Surface Mining*. Dalam: Kharagpur: s.n.
- Sikumbang, dkk. 1995. *Peta Geologi Lembar Buton Sulawesi Tenggara*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi: Bandung.
- Subagio, dkk. 2003. Fatigue Characteristics Of HRA Mix Using Indonesian Rocks Asphalt As A Filter. EASEC. Bali: Indonesian.
- Suryana. 2005. *Inventarisasi Endapan Bitumen Padat dengan Outcrop Drilling di Daerah Kulisusu dan Sekitarnya Kabupaten Muna, Provinsi Sulawesi Tenggara (Lembar Peta : 2211-34, 2211=62, 2311-13, 2311-41)*. Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan Subdit Batubara: Kalisusu Muna.
- Syamsul, dkk. 2018. *Pemanfaatan Buton Granular Aspal (Bga) Sebagai Bahan Pengganti Filter pada Campuran AC-WC. Vol. 3, No. 2*. Universitas Muhammadiyah Buton: Buton.