

HUBUNGAN BULK DENSITY DAN PERMEABILITAS TANAH DI WILAYAH KERJA MIGAS BLOK EAST JABUNG

(The Relationship of Bulk Density and Soil Permeability in East Jabung Oil and Gas Working Area)

Murachmad Dwi Atmanto

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi “LEMIGAS”
Jl. Ciledug Raya Kav.109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan
Telepon: +62-21-7394422, Fax.: +62-21-7246150

E-mail: mdatmanto@lemigas.esdm.go.id

Teregistrasi I tanggal 13 Januari 2017; Diterima setelah perbaikan tanggal 10 Maret 2017;
Disetujui terbit tanggal: 28 April 2017

ABSTRAK

Wilayah Kerja *East Jabung* merupakan salah satu wilayah kerja yang terdapat di Cekungan Sumatra Selatan. Wilayah kerja tersebut meliputi Kabupaten Muaro Jambi, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Kabupaten Tanjung Jabung Timur, di Provinsi Jambi, Kabupaten Indragiri Hilir di Provinsi Riau, Kabupaten Banyuasin, di Provinsi Sumatera Selatan. Secara fisiografi tanah di wilayah kerja Migas Blok *East Jabung* terdiri atas Grup kubah gambut, Grup marin, Grup alluvial. Untuk mengetahui sifat fisika dan kimia tanah telah dilakukan pengambilan percontohan tanah di 7 lokasi sampling dan dilakukan pengujian sifat fisika dan kimia tanah. Berdasarkan hasil analisis fisika tanah, menunjukkan bahwa tanah di lokasi kajian didominasi oleh tekstur liat dengan sebaran fraksi-fraksi liat lebih besar dibandingkan dengan sebaran fraksi pasir dan debu, kecuali tanah di lokasi sampling di Kecamatan Nipah Panjang Kabupaten Tanjung Jabung Timur yang didominasi oleh tekstur pasir. Permeabilitas tanah pada lokasi *sampling* berkisar antara 12,32 cm/jam – 16,51 cm/jam (0,0034 cm/det – 0,0046 cm/det) hal ini menunjukkan kelas permeabilitas sedang sampai cepat. Dan hasil analisis terhadap *bulk density* tanah dari lokasi kajian menunjukkan hasil terendah adalah 0,61 gr/cc dan tertinggi adalah 1,18 gr/cc. Hal ini menunjukkan bahwa tanah di lokasi *sampling* kurang dari kondisi ideal (1,3 -1,35 g/cc). Untuk mengetahui hubungan (korelasi) antara *bulk density* dan permeabilitas tanah telah dilakukan analisa korelasi dengan menggunakan SPSS, hasil analisa yang diperoleh adalah terdapat korelasi antara *bulk density* dan permeabilitas yang dapat digambarkan bahwa hubungan kedua variabel tersebut adalah negatif yang berarti kenaikan nilai *bulk density* akan mengakibatkan penurunan permeabilitas tanah. Tingkat hubungan antara kedua variabel *bulk density* dan permeabilitas tanah adalah sangat kuat hal ini ditunjukkan dengan nilai korelasi berdasarkan korelasi Pearson yaitu 0,998.

Kata Kunci: *bulk density, permeabilitas, korelasi*

ABSTRACT

East Jabung work area is one of the working areas located in South Sumatra Basin. The working area includes Muaro Jambi Tanjung Jabung Barat, East Tanjung Jabung, Jambi, Indragiri Hilir in Riau Province, Banyuasin, in the province of South Sumatra. In physiographic land in the region of East Jabung Block Oil and Gas Group consists of peat dome, marin Groups, Groups alluvial. To determine the physical and chemical properties of soil have been conducted soil sampling at 7 locations sampling and testing the physical and chemical properties of the soil. Based on the analysis of soil physics, indicating that the soil in these studies area was dominated by the texture of clay with a distribution fractions of clay is greater than the distribution of sand fraction and dust,

except land at sampling locations in the District of Nipah Panjang East Tanjung Jabung dominated by sand texture, Permeability soil sampling locations ranged from 12.32 cm / hour - 16.51 cm / hour (0.0034 cm / sec - 0.0046 cm / sec) it shows the class of moderate to rapid permeability. And the analysis of soil bulk density of the location of the study showed the lowest yield was 0.61 g / cc and the highest was 1.18 g / cc. This indicates that the soil at the sampling location is less than ideal conditions (1.3 -1.35 g /cc). To determine the relationship (correlation) between the bulk density and permeability of the soil has been performed a correlation analysis using SPSS, the analysis results obtained correlation between bulk density and permeability can be drawn that the relationship of both parameters is negative, which means the increase in bulk density values will result in a decrease permeability of the soil. The degree of correlation between the two variables bulk density and soil permeability is very strong as indicated by a correlation value based on the Pearson correlation is 0.998.

Keywords: bulk density, permeability, correlation

I. PENDAHULUAN

Wilayah Kerja *East Jabung* merupakan salah satu wilayah kerja yang terdapat di Cekungan Sumatra Selatan. Secara geografis Blok *East Jabung* terletak antara 103°20'00.00" BT - 104°17'00.00" BT dan 00°29'00.00" LS - 01°49'00.00", yang meliputi Kabupaten Muaro Jambi dengan 1 kecamatan, Kabupaten Tanjung Jabung Barat dengan 2 kecamatan dan Kabupaten Tanjung Jabung Timur dengan 6 kecamatan, di Provinsi Jambi, Kabupaten Indragiri Hilir dengan 3 kecamatan, di Provinsi Riau, Kabupaten Banyuasin dengan 1 kecamatan, di Provinsi Sumatera Selatan dengan total luas adalah 6.227,72 km². Provinsi Jambi merupakan provinsi yang paling besar cakupannya di Blok *East Jabung* ini seluas 2.656, 84 km² atau sekitar 43% dari total luas Blok *East Jabung* yang sebesar 6.227,72 km², dan 2. Provinsi Sumatera Selatan merupakan provinsi terkecil areanya di blok ini yaitu seluas 30,12 km². Provinsi ini terletak di bagian paling selatan dari Blok *East Jabung*.

Kabupaten yang memiliki area terluas di blok ini adalah Kabupaten Tanjung Jabung Timur yaitu sebesar 1.478,43 km² yang di dalamnya terdapat 6 (enam) kecamatan dari total 13 (tiga belas) kecamatan yang ada di Blok *East Jabung*. Kabupaten Banyuasin yang terletak di Provinsi Sumatera Selatan merupakan kabupaten terkecil yang tercakup dalam blok ini.

Di lokasi penelitian terdapat 13 kelas tutupan lahan, yaitu hutan, ladang, lahan pasang surut, lahan terbuka, mangrove, perkebunan kelapa sawit, perkebunan, permukiman, rawa, sawah, semak belukar, sungai dan tambak. Tutupan lahan terluas merupakan perkebunan 1.283,56 km² atau sekitar 41,13%. Perkebunan yang dimaksud adalah suatu lahan yang digunakan untuk kegiatan budidaya,

terutama untuk jenis tanaman tahunan, seperti kelapa, pinang, karet, kelapa sawit dan lainnya. Penduduknya terutama bermata pencaharian sebagai petani. Tutupan lahan yang terluas kedua adalah hutan, luasnya mencapai 1.123,51 km² atau sekitar 36% berada di Kecamatan Sadu dan Kumpeh, Kabupaten Tanjung Jabung Timur. Hal ini disebabkan adanya Taman Nasional Berbak dan hutan lindung. Tutupan lahan lainnya relatif kecil persentasenya, hanya mencapai 22, 87%. Permukiman pada lokasi kajian terpusat pada ibukota kabupaten, yaitu di Kuala Tungkal dan Muara Sabak dan sebagian kecil berada di pusat kecamatan, seperti di Kuala Enok. Tutupan lahan berupa mangrove tersebar di sepanjang pantai, dimana mangrove tersebut merupakan wilayah konservasi yang berada di wilayah konservasi pantai Timur.

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui sifat fisika tanah khususnya *bulk density* dan permeabilitas serta hubungan kedua sifat fisika tanah tersebut, dimana informasi sifat fisika tanah sangat diperlukan dalam pengelolaan tanah pada saat pasca operasi kegiatan migas di wilayah kerja migas di wilayah *East Jabung*.

A. KONDISI FISIOGRAFI DAN METODOLOGI

Kondisi fisiografi khususnya titik *sampling* di desa Kuala Enok Kabupaten Indragiri Hilir dan Desa Tungkal III di Kabupaten Tanjung Jabung Barat merupakan kubah gambut dan dataran.

- Kubah gambut

Kubah gambut tersusun dari bahan organik di permukaan berumur pleistosen kuartar dengan bentuk wilayah datar sampai cembung dengan lereng 0-2% dan tinggi tempat 3-25 m. Kubah gambut terdiri atas 3 tipe yaitu:

1. Kubah gambut oligotrofik air tawar.

2. Kubah gambut oligotrofik terpengaruh air asin.
3. Kubah gambut yang telah diolah.

1. Kubah Gambut Oligotrofik Air Tawar

Kondisi fisiografi di Desa Tanjung di Kabupaten Muaro Jambi merupakan alluvial tertutup endapan sedimen dan sebagian merupakan kubah gambut pengaruh air tawar.

- Endapan aluvial

Endapan aluvial tersebar di daerah yang relatif datar sampai agak berombak, berasal dari endapan resen berupa pasir, liat, debu dan bahan organik. Penyebarannya di sekitar jalur aliran Sungai Batanghari dan cabang-cabangnya dan daerah pelembahan (rawa belakang sungai). Aluvial diendapkan di dataran banjir dari sungai yang bermeander, jalur meander, rawa belakang dan pelembahan sempit.

- Kubah Gambut Oligotrofik Air Tawar

Di daerah ini dijumpai kubah gambut oligotrofik air tawar terbentuk di daerah yang relatif datar-cekung, umumnya terletak di belakang jalur aliran sungai atau rawa belakang pantai dan tergenang sepanjang tahun. Dalam lingkungan ini dekomposisi sisa tumbuhan kurang intensif dan menumpuk sebagai gambut dengan ketebalan bervariasi antara 0,5-4 meter. Gambut yang dekat dengan pemukiman penduduk telah diolah untuk lahan pertanian.

2. Daerah Pengaruh laut/ kubah gambut Oligotrofik air asin

Daerah ini tersusun oleh sedimen laut halus. Bentuk wilayah datar, sampai agak cembung, lereng <3%, menempati daerah sepanjang pantai dan estuarin dengan lebar bervariasi 1-3 km. dan dapat

dibagi 2 bagian yaitu :

- 1 Pengaruh pasang surut
- 2 Rawa belakang pantai

Kondisi fisiografi ini terdapat di Desa Kampung Laut dan Nipah Panjang. Kabupaten Tanjung Jabung Timur tertutup sedimen laut merupakan daerah tertutup endapan laut resen yang terdiri atas pasir, lumpur dan liat. Unit fisiografi ini menempati sepanjang pantai timur. Semua endapan laut terjadi pada lingkungan yang bergaram atau payau dan menghasilkan tanah yang umumnya masih mengandung garam terutama pada daerah yang masih muda. Daerah ini mempunyai drainase terhambat, pada tempat-tempat yang telah mendekati garis pantai akan memungkinkan terbentuknya tanah sulfat masam atau sulfat masam potensial. Daerah-daerah yang dekat dengan pantai dan sepanjang sungai dipengaruhi oleh pasang surut. Daerah yang jauh dari laut menjadi rawa permanen yang dapat bersifat payau dan umumnya ditumbuhi oleh hutan rawa. Pada garis pantai ditandai oleh adanya dataran pasang surut bervegetasi mangrove atau vegetasi rendah/rawa terbuka. Beberapa tempat terdapat kompleks beting pantai berselang-seling dengan batuan muda. Rawa belakang pantai telah dimanfaatkan untuk usaha pertanian antara lain sekitar pemukiman.

II. BAHAN DAN METODE

Pengumpulan data tanah dimulai dengan pengambilan percontohan tanah pada 7 lokasi dan dilakukan pengambilan contoh tanah utuh (*undisturbed soil sample*) dari masing-masing titik *sampling* dengan menggunakan cangkul/sekop, pisau tajam tipis dan tabung logam yang terbuat dari tembaga, kuningan dan besi yang mempunyai ukuran tinggi 4 cm; diameter dalam 7,63 cm; dan

Tabel 1
Lokasi pengambilan percontohan tanah

No.	Kode	Desa	Kecamatan	Kabupaten
1	TN-01	Kuala Enok	Tanah Merah	Indragiri Hilir
2	TN-02	Tungkal III	Tungkal Ilir	Tanjung Jabung Barat
3	TN-03	Tungkal III	Tungkal Ilir	Tanjung Jabung Barat
4	TN-04	Kampung Laut	Muara Sabak	Tanjung Jabung Timur
5	TN-05	Tanjung	Kumpeh	Muaro Jambi
6	TN-06	Koto Kandis	Dendang	Tanjung Jabung Timur
7	TN-07	Nipah Panjang II	Nipah Panjang	Tanjung Jabung Timur

diameter luar 7,93 cm, kemudian tabung ditutup pada kedua ujungnya dan diberi label tanggal pengambilan, lokasi pengambilan dan kedalaman tanah. Kemudian percontohan tanah dalam tabung yang tertutup plastik disusun dalam kotak yang diberi pelindung dan dibawa ke laboratorium tanah untuk dilakukan analisa/pengujian fisika tanah. Lokasi titik pengambilan percontohan tanah seperti tabel 1.

Metode penentuan *bulk density* gunanya adalah untuk :

1. Deteksi adanya lapisan padas dan tingkat perkembangannya. Makin berkembang makin tinggi *bulk density*-nya
2. Menentukan adanya kandungan abu vulkan dan batu apung yang cukup tinggi
3. Menunjukkan tingkat pelapukan batuan
4. Evaluasi terhadap kemungkinan akar menembus tanah
5. Evaluasi perubahan volume tanah karena proses pembentukan tanah, akibat penambahan pencucian dari horisan-horisan tertentu.

Bulk density atau kerapatan lindak atau bobot isis menunjukkan perbandingan antara Berat tanah kering dengan volume tanah termasuk volume pori-pori tanah, nilai *bulk density* dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Bulk Density} = \frac{\text{berat tanah kering (g)}}{\text{volume tanah (cc)}}$$

Menurut Hardjowigeno (2007) *bulk density* merupakan petunjuk kepadatan tanah, makin padat suatu tanah makin tinggi *bulk density*, berarti makin sulit meneruskan air atau ditembus akar tanaman. *Bulk density* penting untuk menghitung kebutuhan pupuk atau air untuk tiap-tiap hektar tanah yang didasarkan pada berat tanah per hektar.

Nilai *bulk density* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya pengolahan tanah, bahan organik, pemadatan oleh alat-alat pertanian, tekstur, struktur, dan kandungan air tanah. Nilai ini banyak dipergunakan dalam perhitungan-perhitungan seperti dalam penentuan kebutuhan air irigasi, pemupukan, pengolahan tanah, dan lain-lain.

Secara kuantitatif permeabilitas tanah diartikan sebagai kecepatan Bergeraknya suatu cairan /air pada suatu media berpori dalam keadaan jenuh dalam hal ini adalah tanah. Berdasarkan hukum Darcy permeabilitas tanah sangat dipengaruhi oleh geometri (ruang) pori dan sifat dari cairan

yang mengalir di dalamnya. Tinggi rendahnya permeabilitas tanah dapat ditentukan oleh ukuran pori dan adanya hubungan antar pori-pori tanah. Air akan dapat mengalir dengan mudah di dalam tanah yang mempunyai pori-pori besar dan mempunyai hubungan antar pori yang baik. Pori-pori kecil dengan hubungan antar pori yang seragam akan mempunyai permeabilitas lebih rendah. Sifat dari cairan yang secara langsung berpengaruh terhadap permeabilitas tanah adalah viskositas (*Viscosity*) dan berat jenis (*density*). (Muhajir et al. 2016).

Permeabilitas tanah diukur di laboratorium menggunakan persamaan Darcy pada suatu kolom tanah dalam keadaan jenuh dari suatu penampang melintang yang bersifat seragam dengan menggunakan persamaan:

$$K_s = \frac{VL}{[At(H_2 - H_1)]}$$

Dimana:

K_s = Konduktivitas hidrolik dalam keadaan jenuh

V = Volume air yang mengalir melalui masa (contoh) tanah dengan luas penampang A dalam waktu t ; dan $(H_2 - H_1)$ adalah perbedaan tinggi permukaan air yang mengalir melewati contoh (kolom) tanah sepanjang L

H_1 = tinggi hidrolik pada titik masuknya air

H_2 = tinggi hidrolik pada tempat keluarnya air

Data hasil uji fisika tanah terutama *bulk density* dan permeabilitas tanah kemudian dicari hubungan (korelasinya) dengan menggunakan analisa korelasi dengan tujuan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara *bulk density* dengan permeabilitas tanah dan seberapa kuat hubungannya. Metode korelasi yang digunakan adalah korelasi Pearson yaitu korelasi sederhana merupakan suatu teknik statistik yang dipergunakan untuk mengukur kekuatan hubungan 2 variabel dan juga untuk dapat mengetahui bentuk hubungan antara 2 variabel tersebut dengan hasil yang sifatnya kuantitatif. Rumus yang dipergunakan untuk menghitung Koefisien Korelasi Sederhana adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (\sum x)^2\}\{n\sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

Dimana :

n = Banyaknya Pasangan data X dan Y

Σx = Total Jumlah dari Variabel X

Σy = Total Jumlah dari Variabel Y

Σx^2 = Kuadrat dari Total Jumlah Variabel X

Σy^2 = Kuadrat dari Total Jumlah Variabel Y

Σxy = Hasil Perkalian dari Total Jumlah Variabel X dan Variabel Y

III. HASIL DAN DISKUSI

Bobot isi tanah (*Bulk Density*) adalah ukuran pengepakan atau kompresi partikel-partikel tanah (pasir, debu, dan liat). Bobot isi tanah penting untuk diketahui, karena dapat digunakan untuk menghitung kebutuhan pupuk dan air per hektarnya yang didasarkan pada berat tanah per hektar. Berat isi merupakan suatu sifat tanah yang menggambarkan taraf kemampatan tanah. Tanah dengan kemampatan tinggi dapat mempersulit perkembangan perakaran

tanaman, pori makro terbatas dan penetrasi air terhambat.

Berdasarkan hasil analisis tanah, menunjukkan bahwa tanah di lokasi kajian didominasi oleh tekstur liat dengan sebaran fraksi-fraksi liat lebih besar dibandingkan dengan sebaran fraksi pasir dan debu, kecuali tanah di lokasi sampling di Kecamatan Nipah Panjang Kabupaten Tanjung Jabung Timur yang didominasi oleh tekstur pasir. Permeabilitas tanah pada lokasi sampling berkisar antara 12,32 cm/jam – 16,51 cm/jam (0,0034 cm/det – 0,0046 cm/det) hal ini menunjukkan klas permeabilitas sedang sampai cepat.

Bobot isi atau *bulk density* menunjukkan perbandingan antara berat kering dengan volume tanah termasuk pori-pori tanah. *Bulk density* merupakan petunjuk kepadatan tanah, makin tinggi *bulk density* makin padat tanah tersebut. Hasil analisis terhadap *bulk density* tanah dari lokasi kajian menunjukkan hasil terendah adalah 0,61 gr/cc dan

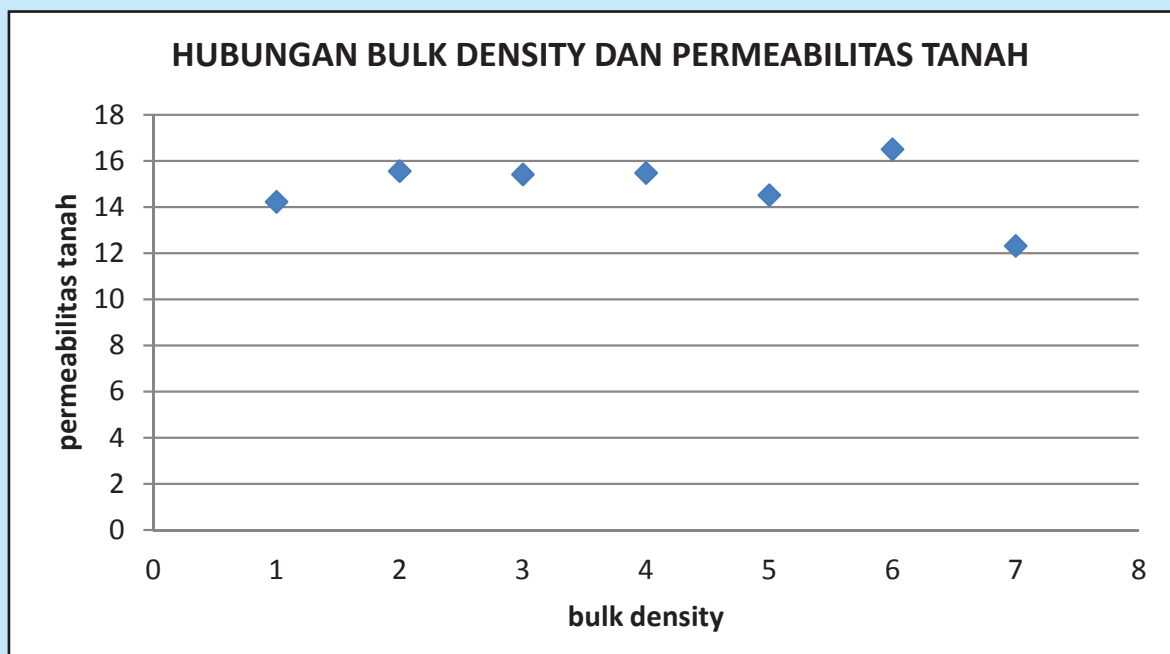
Tabel 2
Hasil analisis fisika tanah

No	Kode	Bobot isi (gr/cc) (<i>bulk density</i>)	Permeabilitas (cm/jam)	Tekstur (%)		
				Pasir	Debu	Liat
1	TN-01	0,92	14,23	28,2	27,7	44,1
2	TN-02	0,76	15,56	1,9	25,8	72,3
3	TN-03	0,79	15,42	6,7	36,3	57,0
4	TN-04	0,79	15,48	7,5	36,0	56,5
5	TN-05	0,90	14,52	3,8	37,5	58,7
6	TN-06	0,61	16,51	8,5	36,4	55,1
7	TN-07	1,18	12,32	79,9	6,9	13,2

Tabel 3
Hasil perhitungan korelasi

		Bulk density	Permeabilitas
Bulk density	Pearson Correlation	1	-.998**
	Sig. (2-tailed)		0
	N	7	7
Permeabilitas	Pearson Correlation	-.998**	1
	Sig. (2-tailed)	0	
	N	7	7

*Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)



Gambar 1
Hubungan antara *bulk density* dan permeabilitas tanah.

tertinggi adalah 1,18 gr/cc. Hal ini menunjukkan bahwa tanah di lokasi sampling kurang dari kondisi ideal (1,3 -1,35 g/cm³), hal ini disebabkan oleh tekstur tanah yang didominasi oleh kandungan liat yang cukup tinggi dibandingkan pasir dan debu serta kandungan/ kadar bahan organik tanah. Hasil analisa laboratorium terhadap fisika tanah seperti ditunjukkan pada tabel 2.

Analisa korelasi dilakukan terhadap hasil analisa laboratorium *bulk density* dan permeabilitas tanah. Perhitungan korelasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS ver. 2.2 dengan hasil seperti tabel 3.

Berdasarkan analisa korelasi terhadap *bulk density* dan permeabilitas tanah dapat digambarkan bahwa hubungan kedua variabel tersebut adalah negatif, berarti kenaikan nilai *bulk density* akan mengakibatkan penurunan permeabilitas tanah. Tingkat hubungan antara kedua variabel *bulk density* dan permeabilitas tanah adalah sangat kuat ditunjukkan dengan nilai korelasi berdasarkan korelasi Pearson yaitu 0,998. Hal ini disebabkan pada lokasi tersebut tekstur tanah didominasi oleh tekstur liat. Tanah dengan tekstur liat yang tinggi mempunyai sedikit pori-pori kasar sehingga menyebabkan air yang masuk kedalam tanah menjadi lambat sekali. Menurut Muhajir (2016), struktur tanah adalah susunan atau agregasi butir-

butir primer dan sekunder seperti pasir, debu dan liat/clay. Struktur tanah merupakan suatu sifat yang penting dalam menentukan dan mempengaruhi kondisi fisik tanah, perkembangan akar tanaman, peredaran udara atau aerasi tanah dan tata air. Struktur tanah dan stabilitas agregat menentukan beberapa ciri tanah diantaranya: a) hubungan tanah dan air, b) aerasi, c) pergerakan, d) infiltrasi, e) permeabilitas dan f) pencucian hara. Tekstur tanah berpengaruh besar terhadap laju masuknya air ke dalam tanah.

Secara grafis hubungan *bulk density* dan permeabilitas tanah di wilayah Kerja Migas Blok East Jabung dapat digambarkan pada gambar 1.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa tanah di lokasi wilayah Kerja Migas Blok East Jabung didominasi oleh tekstur liat dengan sebaran fraksi-fraksi liat lebih besar dibandingkan dengan sebaran fraksi pasir dan debu. Hasil analisis terhadap *bulk density* tanah dari lokasi kajian menunjukkan hasil terendah adalah 0,61 gr/cc dan tertinggi adalah 1,18 gr/cc. Hal ini menunjukkan bahwa tanah di lokasi sampling kurang dari kondisi ideal (1,3 -1,35 g/cm³) Permeabilitas tanah pada lokasi sampling berkisar antara 12,32 cm/jam – 16,51 cm/jam (0,0034 cm/det – 0,0046 cm/det) hal ini menunjukkan klas permeabilitas sedang

sampai cepat berdasarkan klasifikasi permeabilitas tanah menurut Umland dan O'Neil.

Hasil analisis korelasi terhadap *bulk density* tanah dan permeabilitas tanah, menunjukkan adanya tingkat hubungan atau korelasi sangat kuat antara *bulk density* dan permeabilitas ditunjukkan dengan besarnya angka korelasi Pearson yaitu 0,998 dan hubungan kedua variabel tersebut adalah negatif, berarti kenaikan nilai *bulk density* akan mengakibatkan penurunan permeabilitas tanah.

KEPUSTAKAAN

- Ali Kemas Hanafiah**, 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Raja Grafindo Persada : Jakarta.
- Anonim 2**, 2011. Faktor-faktor yang mempengaruhi *Bulk Density*. Diakses dari <http://struktur tanah.blogspot.com/> pada 5 November 2011. Makassar.
- Anonim**, 2013, Kadar air tanah bulk density dan ruang pori total, Diakses dari <http://iputyuliawanapp.blogspot.co.id/2012/02/kadar-air-tanah-bulk-density-dan-ruang.html> pada 22 Pebruari 2017
- Buckman, H.O., N.C Brady**, 1982. Ilmu Tanah. Penerbit Bharata Karya Aksara, Jakarta
- Christady Hardiyatmo, Hary.**, 2006, Penanganan Tanah Longsor Dan Erosi, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Darmawijaya, M. Isa**. 1997. Klasifikasi Tanah. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Environmental Baseline Assesment** Wilayah Kerja East Jabung Propinsi Riau, Propinsi Jambi, Propinsi Sumatera Selatan, Propinsi Kepulauan Riau PAN Orient Energy East Jabung PTE.LTD, 2012.
- Foth, Hendry D.**, 1994. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Erlangga, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Gina Nurul H. H** , 2015 Laporan Praktikum Dasar Ilmu Tanah "Penentuan Bobot isi Tanah (Bulk Density) Uji Laboratorium Agroteknologi 2-A, Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
- Hakim, dkk.** 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung : Lampung
- Hanafiah, Kemas Ali**. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT Raja Grafindo : Yogyakarta
- Hardjowigeno, Sarwono.**, 2007, Ilmu Tanah, Akademika Pressindo, Jakarta.
- Muhajir, Utomo., Sudarsono., Rusman, Bujang., Sabrina, Tengku., Lumbanraja, Jmalam., Wawan.**, 2016, Ilmu Tanah Dasar-Dasar Dan Pengelolaan, Prenamedia Group, Jakarta.
- Notohadiprawiro, T.** 1986. Tanah Estuarin, Watak, Sifat, Kelakuan Dan Kesuburannya. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta
- Santoso, Singgih.**, 2015, Menguasai Statistik Parametrik Konsep dan Aplikasi Dengan SPSS, PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Sarief Saifuddin.** 1986. Fisika-Kimia Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Jakarta
- Supranto, J.**, 2008, Statistik Teori Dan Aplikasi, Erlangga, Jakarta.