

DAYA TAMPUNG TANAH TERHADAP INFILTRASI AIR PERMUKAAN PADA KASUS GENANGAN AREA PERSAWAHAN DESA KATEKAN, GANTIWARNO, KLATEN

Wisnu Aji Dwi Kristanto¹, Hurien Helmi²

¹Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK N0 104, Condongcatur, Depok, Sleman, D.I.Yogyakarta

²Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Jalan Babarsari Caturtunggal, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta 55281

¹e-mail: wisnuaji@upnyk.ac.id

Abstrak

Degradasi lingkungan menambah daftar panjang keterbatasan lahan pertanian. Kondisi tersebut diperparah dengan pemanfaatan lahan yang kurang maksimal. Faktor material penyusun tanah menjadi penyebab utama kurang maksimalnya pemanfaatan lahan pertanian. Perbedaan material penyusun tanah, menyebabkan karakter tanah satu dengan yang lain berbeda, diantaranya adalah kemampuan tanah untuk menampung dan meloloskan air. Tanah dengan ukuran butir pasir halus-pasir kasar memiliki kecepatan meloloskan air sebesar 10^2 - 10 mm/dtk, sedangkan tanah dengan ukuran butir lanau-lempung memiliki kecepatan meloloskan air sebesar 10^5 - 10^8 mm/dtk. Desa katekan merupakan daerah yang area persawahannya sering digenangi air permukaan dalam waktu tidak wajar pada musim penghujan. Dengan pengamatan kondisi geologi dilapangan, Desa Katekan tersusun oleh endapan alluvial lempung di seluruh area persawahan. Sedangkan area lainnya terdiri dari endapan alluvial lempung pasir. Desa katekan dengan luas lahan pertanian 70,6 ha, dibagi menjadi area persawahan bagian selatan dan utara. Berdasarkan analisa laboratorium, diperoleh daya tampung tanah area persawahan Desa Katekan terhadap infiltrasi air permukaan sebesar 131.219.550 liter untuk area persawahan bagian selatan dan 288.307.415 liter untuk area persawahan bagian utara, permasalahan genangan air permukaan disebabkan oleh kecepatan infiltrasi atau kemampuan meloloskan air kebawah permukaan yang sangat kecil yaitu 0,864 mm/hari untuk area persawahan bagian selatan dan 0,0864 mm/hari untuk area persawahan bagian utara.

Kata kunci: Genangan, Daya Tampung Tanah, Lempung

Abstract

Environmental degradation adds to the long list of limitations on agricultural land. This condition is exacerbated by less optimal land use. The constituent material factor of the land is the main cause of the lack of maximum utilization of agricultural land. The difference in soil constituent material, causes the character of the soil to be different from one another, including the ability of the soil to accommodate and escape water. Soils with coarse to fine sand grains sized have a water escape rate of 10^2 - 10 mm/sec, while soils with silt to clay grains sized have a water escape rate of 10^5 - 10^8 mm/sec. Katekan village is an area where rice fields are often inundated by surface water at unusual times in the rainy season.

By observing the geological conditions in the field, Katekan Village is composed of alluvial clay deposits in all rice fields. Whereas the other area consists of alluvial deposits of clay and sand. Katekan village with an agricultural land area of 70.6 ha, is divided into the southern and northern.

Based on laboratory analysis, the soil capacity of Katekan Village rice field for infiltration of surface water was 131,219,550 liters for southern rice fields and 288,307,415 liters for northern rice fields. Surface water inundation problems caused by infiltration speed or the ability to escape water down the surface is very small, which is 0.864 mm/day for the southern rice fields and 0.0864 mm/day for the northern rice fields

Keywords: Inundation, Soil Capacity, Clay

1. Pendahuluan

Ketersediaan akan lahan pertanian di Indonesia semakin menurun dengan meningkatnya alih fungsi lahan menjadi kawasan pemukiman maupun industri. Akan tetapi, hal ini berbanding terbalik dengan kebutuhan akan hasil pertanian yang meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk.

Pemanfaatan lahan pertanian yang tersedia terbatas di berbagai daerah dirasakan kurang maksimal. Salah satu faktor yang mempengaruhi kondisi tersebut adalah material penyusun tanah lahan pertanian.

Setiap jenis tanah memiliki karakter yang berbeda. Diantaranya adalah kemampuan setiap jenis tanah untuk menampung infiltrasi air permukaan baik itu air meteorik maupun air limpasan. Sebagai contoh, tanah pasir memiliki kemampuan menampung air 30-46% dari volume total tanah, sedangkan tanah lempungan memiliki kemampuan menampung air 66-75% dari volume total tanah [1]. Disamping itu kemampuan tanah untuk meloloskan air permukaan juga memiliki kecepatan yang berbeda. Tanah dengan ukuran butir pasir halus sampai dengan pasir kasar memiliki kecepatan meloloskan air sebesar 10^{-2} -10 mm/s, sedangkan tanah dengan ukuran butir lanau sampai dengan lempung memiliki kecepatan meloloskan air sebesar 10^{-5} - 10^{-8} [1]. Dengan kondisi suplai air permukaan yang sama tetapi material penyusun tanah lahan pertanian berbeda, mengakibatkan terjadi keberagaman daya tampung tanah lahan pertanian terhadap infiltrasi air permukaan pada tiap daerah, sehingga mempengaruhi produktifitas pertanian masing-masing daerah tersebut.

Menurut data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Klaten, Desa Katekan merupakan daerah yang memiliki luas wilayah 106,2 ha [2]. Secara bentuk morfologi, daerah Desa Katekan termasuk dalam bentuk dataran yang terletak di kaki perbukitan batuan piroklastik memanjang dengan arah barat-timur di sebelah selatan Desa Katekan [3]. Secara administratif, Desa Katekan masuk dalam Kecamatan Gatiwarno, Kabupaten Klaten yang berbatasan langsung dengan Desa Sawit dan Desa Sengon di sebelah utara, Desa Kerten di sebelah timur, Desa Gayam Harjo di sebelah selatan, dan Desa Sambi Rejo di sebelah barat. Dengan jumlah penduduk 1.568 jiwa [4], rata-rata penduduk bermata pencaharian sebagai petani yang didukung oleh 66,48% wilayah Desa Katekan merupakan lahan pertanian yaitu seluas 70,6 ha [2].

Setiap musim hujan, daerah persawahan Desa Katekan digenangi air hujan hingga mencapai ketinggian 1 meter diatas permukaan tanah bahkan lebih, dengan kecepatan surut rendah. Hal ini mengakibatkan turunnya tingkat produktifitas pertanian Desa Katekan dikarenakan tidak dapat ditanaminya lahan pertanian tersebut. Yang menjadi menarik adalah dengan karakter Desa Katekan yang masih termasuk lahan terbuka dan memiliki potensi sebagai area resapan tinggi, akan tetapi selalu digenangi air (Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3).



Gambar 1. Genangan air permukaan di area persawahan Desa Katekan bagian barat laut.



Gambar 2. Genangan air permukaan di area persawahan Desa Katekan bagian utara.



Gambar 3. Genangan air permukaan di area persawahan Desa Katekan bagian timur laut.

Desa Katekan tersusun oleh satuan endapan alluvial yang didominasi oleh lempung [3]. Lempung adalah jenis tanah yang memiliki sifat kohesif dan plastis [1]. Tanah kohesif merupakan tanah yang memiliki daya lekat antar butirannya [5]. Keberadaan air di sekeliling partikel butiran tanah lempung menyebabkan meningkatnya sifat kohesif dan plastis dari tanah lempung [6]. Lempung memiliki ukuran butir lebih kecil dari 0,005 mm [7]. Ukuran butir lempung yang sangat kecil, hubungan antar butir dari material lempung yang rapat dan memiliki daya tarik antar butir yang lebih kuat dibandingkan dengan material dengan ukuran butir yang lebih besar. Sifat lempung ini menjadi menarik karena cenderung sulit meloloskan air. Hal ini menjadi masalah saat air permukaan yang seharusnya diinfiltrasi kebawah permukaan melalui media tanah lempung ini jauh lebih sedikit dibandingkan dengan total suplai air permukaan.

2. Metodologi

Penelitian daya tampung tanah terhadap infiltrasi air permukaan pada area persawahan Desa Katekan, Kecamatan Gantiwarno, Kabupaten Klaten ini dilakukan dengan pemetaan satuan batuan dilapangan dan pengambilan sampel tanah dengan terukur guna mewakili setiap perbedaan jenis tanah untuk kemudian diuji di laboratorium mekanika tanah. Sampel tanah dari lapangan mulanya di saring dengan alat penyaring berjenjang untuk memilah dan mengkategorikan ukuran butir. Untuk mengetahui sifat keteknikan tanah yang diperlukan dalam penelitian ini diantaranya batas cair (*liquid limit*) dan batas plastis (*plastic limit*), sampel tanah yang lolos saringan 425 μm (no. 40) diuji dengan menggunakan alat *cassagrande* untuk mengetahui batas cair serta diuji dengan menggunakan metode pilin dengan cara menggulung tanah sapel menyerupai silinder dengan diameter 3,2 mm sampai muncul retakan (tergantung banyaknya kadar air yang ditambahkan) untuk mengetahui batas plastis [8].

Nilai batas cair dan plastis digunakan untuk menentukan secara langsung daya tampung tanah terhadap air pada luasan area lahan pertanian dengan memperhatikan zona pengaruh pada setiap titik sampel yang diambil. Daya tampung tanah dibandingkan dengan curah hujan untuk mengetahui besaran air permukaan yang dapat terinfiltrasi kedalam tanah dan besaran limpasan air yang mungkin dihasilkan. Pada akhirnya rekayasa apa yang diperlukan untuk menangani limpasan air yang tidak mampu tertampung oleh tanah lahan pertanian.

3. Hasil dan Pembahasan

Daerah Desa Katekan didominasi oleh satuan endapan alluvial lempung (Gambar 4) hampir di seluruh area. Semua area persawahan masuk dalam satuan endapan alluvial lempung ini. Sebagian yang lain terdiri dari satuan endapan alluvial lempung pasir (Gambar 5), yang meliputi area pemukiman, kebun, semak belukar, dan tegalan (Gambar 6, 7, dan 8).

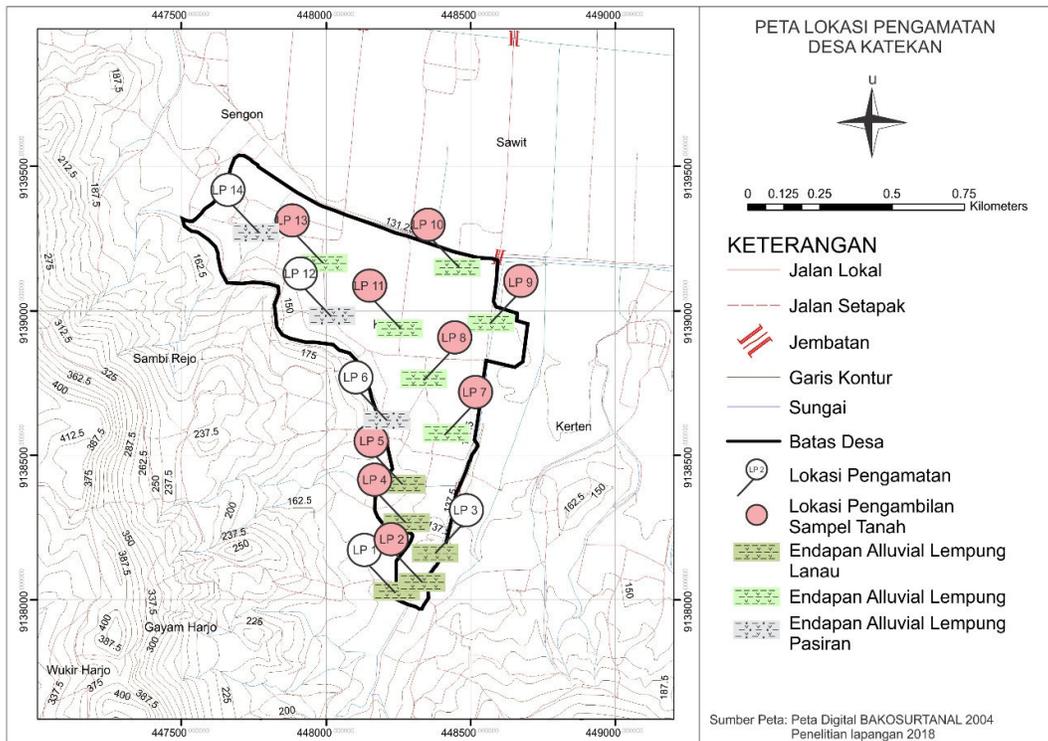
Satuan endapan alluvial lempung tersusun oleh lempung yang merupakan hasil rombakan dari batuan piroklastik, sehingga memiliki karakter lekat dengan tingkat ekspansifitas atau kembang kerut tinggi. Sedangkan satuan endapan alluvial lempung pasir tersusun oleh endapan lempung dari rombakan batuan piroklastik, dan batuan sedimen klastik dengan hadir fragmen pasir sangat halus sampai dengan pasir kasar.



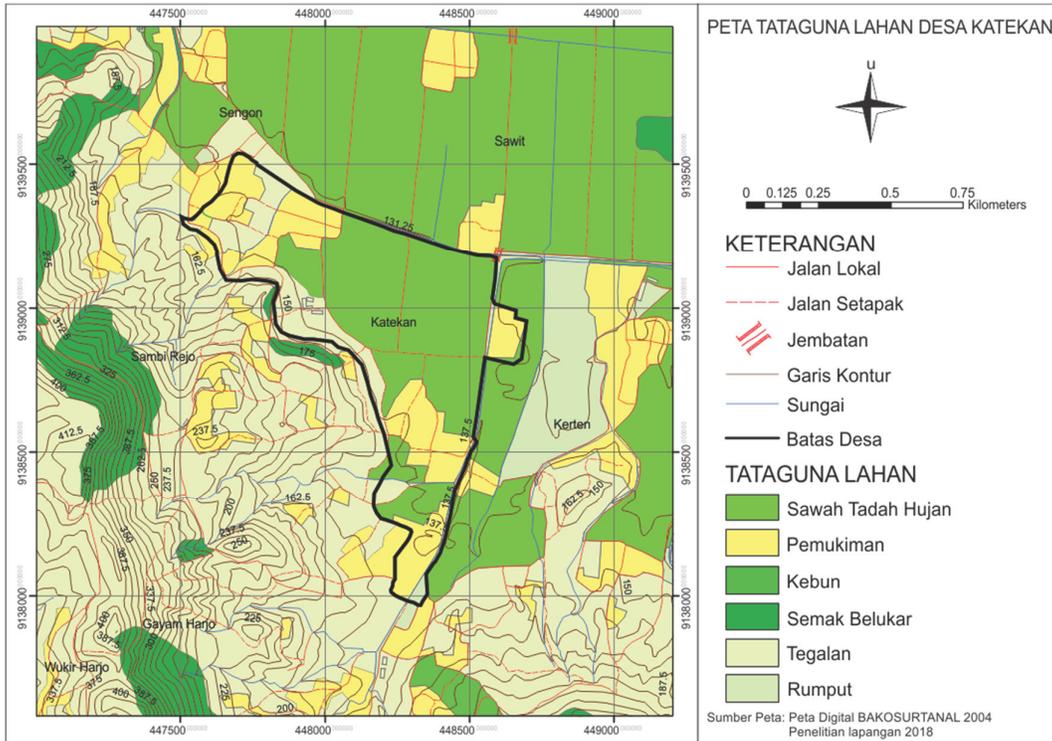
Gambar 4. Satuan endapan alluvial lempung (LP 7).



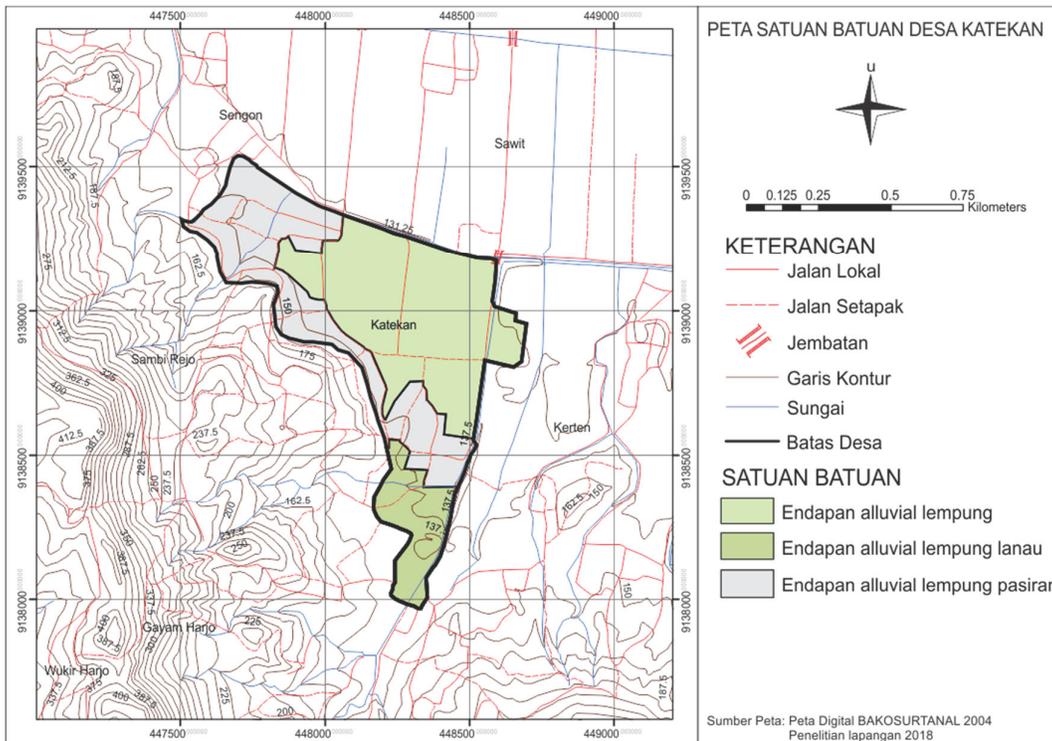
Gambar 5. Satuan endapan alluvial lempung pasir (LP 12).



Gambar 6. Peta Lokasi Pengamatan Desa Katekan.



Gambar 7. Peta tataguna lahan Desa Katekan [9].



Gambar 8. Peta satuan batuan Desa Katekan.

3.1. Area Persawahan

Dengan total keseluruhan area persawahan Desa Katekan 70,6 ha terbagi menjadi area persawahan bagian selatan dengan luas 24,345 ha, dan area persawahan bagian utara dengan luas mencapai 46,255 ha.

Satuan endapan alluvial lempung pada area persawahan daerah Desa Katekan terbagi menjadi dua karakter yang berbeda menurut prosentase material kasar (lanau-pasir halus). Endapan alluvial lempung area persawahan bagian selatan memiliki prosentase material kasar lebih tinggi dibandingkan endapan alluvial lempung area persawahan bagian utara (Gambar 9). Hal ini dipengaruhi oleh proses pengendapan yang berbeda diantara kedua satuan tersebut.



Gambar 9.a. Endapan alluvial lempung area persawahan bagian selatan (LP 2), b. Endapan alluvial lempung area persawahan bagian utara (LP 13).

Satuan endapan alluvial lempung pada area persawahan Desa Katekan memiliki ketebalan rata-rata 1 meter (Gambar 10). Endapan alluvial lempung ini berbatasan dengan endapan alluvial dengan ukuran butir yang lebih kasar dibawahnya. Terlihat adanya pola gradasi mengkasar dari atas ke bawah.



Gambar 10. Profil vertikal endapan alluvial lempung.

3.2. Hasil Uji Laboratorium

Berdasarkan uji laboratorium mekanika tanah sampel tanah dengan menggunakan alat *cassagrande* dan uji plastis, diperoleh hasil seperti pada Tabel 1. Sampel nomor 1-3 diperoleh dari area persawahan bagian selatan Desa Katekan. Sedangkan sampel nomor 4-9 diperoleh dari area persawahan bagian utara Desa Katekan.

Rata-rata tanah bagian selatan memiliki nilai batas cair sebesar 53,90%, batas plastis 34,99 %, dan indek plastis 18,91 %. Sedangkan tanah bagian utara memiliki nilai batas cair sebesar 62,33%, batas plastis 29,91 %, dan indek plastis 32,41 %.

Tabel 1. Hasil analisis pengujian laboratorium mekanika tanah

No.	Lokasi Sampel	Kode Uji	Batas Cair %	Batas Plastis %	Indek Plastis
1	LP 2	K1	54,66	35,55	19,11
2	LP 4	K2	52,38	34,45	17,94
3	LP 5	K3	54,65	34,96	19,69
4	LP 7	K4	67,90	29,91	37,98
5	LP 8	K5	61,75	30,26	31,49
6	LP 9	K6	61,40	29,70	31,70
7	LP 10	K7	60,34	30,09	30,25
8	LP 11	K8	61,45	29,66	31,79
9	LP 13	K9	61,13	29,86	31,28

3.3. Perhitungan Daya Tampung Tanah Terhadap Infiltrasi Air Permukaan

Berdasarkan nilai batas cair, mengidentifikasi bahwa kemampuan satuan endapan lempung pada bagian selatan dalam menampung air dengan ketebalan tanah rata-rata 1 meter adalah sebesar $53,90\% \times 1000 \text{ l/m}^3 = 539 \text{ l/m}^3$. satuan endapan lempung pada bagian utara dapat menampung air dengan ketebalan tanah rata-rata 1 meter adalah sebesar $62,33\% \times 1000 \text{ l/m}^3 = 623,3 \text{ l/m}^3$.

Jika dihitung volume endapan alluvial lempung dengan ketebalan rata-rata 1 meter, area persawahan bagian selatan memiliki volume lempung sebesar 1 meter x 24,345 ha = 243.450 m³, sedangkan area persawahan bagian utara memiliki volume lempung sebesar 1 meter x 46,255 ha = 462.550 m³.

Kapasitas menampung infiltrasi air permukaan pada lapisan tanah lempung dengan ketebalan rata-rata 1 meter, untuk area persawahan bagian selatan sebesar 243.450 m³ x 539 l/m³ = 131.219.550 liter, sedangkan untuk area persawahan bagian utara sebesar 462.550 m³ x 623,3 l/m³ = 288.307.415 liter.

Jika dibandingkan dengan data curah hujan tahunan rata-rata Kecamatan Gantiwarno yang sebesar 151 mm (data bps kabupaten klaten, 2017), ini berarti dalam tiap m² air yang dicurahkan dari langit sebesar 150 liter dalam 24 jam waktu efektif hujan. Jika terjadi hujan non-stop dalam 24 jam, maka area persawahan bagian selatan harus menampung air hujan sebesar 155 liter/m² x 243.480 m² = 37.739.400 liter, sedangkan area persawahan bagian utara harus menampung air hujan sebesar 155 liter/m² x 462.550 m² = 71.695.250 liter.

Untuk tanah lempung area persawahan bagian selatan dengan pendekatan prosentase lempung 60-75 % memiliki permeabilitas 10⁻⁵ mm/s, jika kecepatan infiltrasi ini dihitung dalam 24 jam menjadi 10⁻⁵ mm/s x 86.400 s = 0,864 mm/hari. Sedangkan Untuk tanah lempung area persawahan bagian utara dengan pendekatan prosentase lempung >75 % memiliki permeabilitas 10⁻⁶ mm/s, jika kecepatan infiltrasi ini dihitung dalam 24 jam menjadi 10⁻⁶ mm/s x 86.400 s = 0,0864 mm/hari.

3.4. Penyebab Genangan

Permasalahan muncul ketika laju infiltrasi lambat sedangkan suplai air permukaan melimpah. Untuk area persawahan bagian selatan dengan kemampuan kecepatan infiltrasi dalam 24 jam (satu hari) sebesar 0,864 mm/hari dengan pendekatan bahwa dalam 1 m² ketinggian air 1 liter adalah 1 mm maka untuk ketinggian 0,864 mm yang terinfiltrasi dalam 1 hari adalah sebesar

0,864 liter/m², sehingga untuk menghabiskan air hujan absolut dengan curah hujan 151 mm yang terjadi dalam 24 jam membutuhkan 174,77 hari (dengan mengabaikan faktor pengurangan lain). Sedangkan untuk area persawahan bagian utara membutuhkan waktu lebih lambat mengingat prosentase lempung yang lebih dominan. Lamanya laju infiltrasi ini terbukti dilapangan dengan adanya genangan air yang menggenangi area persawahan cukup lama. Menurut wawancara dengan tokoh masyarakat setempat, Bapak Hening selaku ketua RW 3, genangan air di area persawahan Desa Katekan lazim terjadi sampai dengan enam bulan, bahkan dalam kurun lima tahun terakhir terjadi genangan dalam waktu 6-10 bulan.

Berdasarkan data daya tampung tanah lapisan atas area persawahan Desa Katekan terhadap infiltrasi air permukaan yang sebenarnya cukup besar yaitu 131.219.550 liter untuk area persawahan bagian selatan dan 288.307.415 liter area persawahan bagian utara, dan kecepatan infiltrasi yang sangat kecil yaitu 0,864 mm/hari untuk area persawahan bagian selatan dan 0,0864 mm/hari untuk area persawahan bagian utara, ada beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk memaksimalkan daya tampung tersebut, yaitu:

1. Meningkatkan permeabilitas tanah lempung dengan mencampur lempung dengan material berukuran kasar atau material penurun sifat kohesi lempung.
2. Membuat sumur resapan untuk meningkatkan air yang masuk ke bawah permukaan (perlu kajian lebih lanjut untuk mengetahui kondisi bawah permukaan).

Disamping upaya peningkatan kecepatan infiltrasi, untuk mengurangi genangan air di permukaan, diperlukan perbaikan sistem drainase. Dalam kasus area persawahan Desa Katekan sistem drainase sama sekali tidak tertata dan seolah sengaja tidak ditata oleh pemerintah setempat.

4. Kesimpulan

Daya tampung tanah lapisan atas area persawahan Desa Katekan terhadap infiltrasi air permukaan sebesar 131.219.550 liter untuk area persawahan bagian selatan dan 288.307.415 liter untuk area persawahan bagian utara, permasalahan genangan air permukaan disebabkan oleh kecepatan infiltrasi yang sangat kecil yaitu 0,864 mm/hari untuk area persawahan bagian selatan dan 0,0864 mm/day untuk area persawahan bagian utara sehingga air lebih banyak tertahan dipermukaan.

5. Saran

Berdasarkan data dan kondisi lapangan, penulis merekomendasikan untuk dilakukan rekayasa terhadap area persawahan dengan cara melakukan perbaikan drainase, jika diperlukan dilakukan peningkatan nilai permeabilitas tanah, untuk itu diperlukan penelitian lanjutan.

6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Pemerintah Desa Katekan, tokoh masyarakat Desa Katekan Bapak Soebarno M. K. yang telah mengijinkan penelitian di wilayahnya sekaligus mendanai selama penelitian lapangan. Tak lupa terima kasih kepada partner penelitian yang telah menemani saat pengambilan data dilapangan sekaligus isteri tercinta "W. R. Indah Permatasari".

Daftar Pustaka

- [1] Hardiyatmo, H. C. Mekanika Tanah I. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press. 2002.
- [2] Badan Pusat Statistik Kabupaten Klaten. Statistik Daerah Kecamatan Gantiwarno. Klaten. BPS Kabupaten Klaten. 2016.
- [3] Kristanto, W. A. D. Karakteristik Geologi Teknik Dan Kemampuan Geologi Teknik Untuk Pemukiman Daerah Prambanan. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada. 2016.
- [4] Badan Pusat Statistik Kabupaten Klaten. Kecamatan Gantiwarno Dalam Angka. Klaten. BPS Kabupaten Klaten. 2017.
- [5] Santosa B., Suprpto H., Suryadi H. S. Mekanika Tanah Lanjutan. Jakarta. Penerbit Gunadarma. 1998.

- [6] Das, B. M. Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis). Jakarta. Penerbit Erlangga. 1995.
- [7] American Standard Testing and Material D 2487. Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System). United States. 100 Barr Harbor Drive.2000.
- [8] American Standard Testing and Material D 4318. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. United States. 100 Barr Harbor Drive.2000.
- [9] BAKOSURTANAL, Peta Digital Jawa Tengah. Cibinong. Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional, 2004.