

KAJIAN ANALISIS PERBANDINGAN JUMLAH PEMANFAATAN AIR TANAH

Acep Hidayat Gneis Setia Graha

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta 11650
email: acep_hidayat@mercubuana.ac.id, email: gneissg@gmail.com

Abstrak -- Perkembangan pertumbuhan kota meningkat sehingga fenomena yang berkaitan dengan sumber daya air semakin meningkat. Pertumbuhan penduduk setiap tahun bertambah menyertai pertumbuhan kota, menjadikan pemanfaatan air tanah semakin meningkat. Fenomena yang terjadi adalah bahwa ketersediaan lahan untuk prosesnya terjadinya resapan air ke dalam tanah semakin berkurang, dimana luasan lahan yang ada sangat tidak mencukupi resapan air ke dalam tanah. Di samping itu, resapan air ke dalam tanah dipengaruhi tingkat permeabilitas dari jenis tanah pada lingkungan daerah sekitar resapan. Akibat dari jumlah resapan air ke dalam tanah yang tidak seimbang dengan jumlah pemakaian air tanah yang digunakan mengakibatkan terjadinya penurunan muka air tanah dengan disertai penurunan lapisan tanah. Bila hal ini terjadi secara terus menerus menjadikan elevasi permukaan tanah akan lebih rendah dari permukaan laut. Untuk mengantisipasi hal tersebut terjadi, maka penelitian ini melakukan kajian tingkat permeabilitas daya resap air untuk macam jenis tanah dengan melakukan tes-tes tanah, sehingga dapat diketahui titikimbang antara jumlah air tanah yang dapat diambil dengan air yang dapat meresap ke dalam tanah. Berdasarkan perhitungan curah hujan didapat bahwa besar curah hujan dalam satu tahun sebesar 54.56 m³/detik dan yang meresap hanya 5.37 m³/detik atau 9.84 %. Hal ini menunjukkan bahwa jenis tanah di sekitar wilayah penelitian berjenis lanau dan clay, sehingga mempunyai angka pori yang kecil. Dengan kondisi tersebut maka wilayah tersebut dapat diprogramkan dengan membuat folder-folder tampungan, sumur-sumur resapan, lubang-lubang biopori dan lainnya.

Kata kunci: Pemanfaatan air tanah, Ketersediaan lahan resapan

Abstract -- The development of urban growth increases so that phenomena relating to water resources are increasing. Population growth increases every year accompanies the growth of the city, making use of groundwater is increasing. The phenomenon that occurs is that the availability of land for the process water infiltration into the soil decreases, where hectares that there was insufficient water infiltration into the soil. In addition, the absorption of water into the ground influenced the level of permeability of the soil type on the environment surrounding catchment area. As a result of the amount of water infiltration into the soil that is not balanced with the amount of usage of ground water used resulted in a drop in groundwater level, accompanied by a decrease in soil layers. When this happens continuously make the elevation of the ground surface will be lower than sea level. To anticipate this happening, then this study reviewing the level of water permeability absorbing power for different types of soil to perform tests soil, so it can be the point of balance between the amounts of groundwater that can be taken with water to soak into the ground. Based on the calculation of rainfall found that rainfall in one year amounted to 54.56 m³/sec and pervasive only 5.37 m³/sec, or 9.84%. This indicates that the type of soil around the area of research manifold silt and clay, so have a number of small pores. With these conditions, the region can be programmed to create folders reservoirs, recharge wells, pits and other biopori.

Keywords: Utilization of ground water, land availability infiltration

PENDAHULUAN

Ketersediaan lahan resapan yang semakin berkurang menjadikan proses air yang masuk ke dalam tanah semakin sedikit. Bila hal ini terjadi terus menerus dalam jangka panjang akan mengakibatkan menurunnya muka air tanah, penurunan elevasi tanah dan mudahnya terjadi intrusi air laut (Shahir *et. al.*, 2012)

Berlatarbelakang dari hal tersebut dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat resapan yang terjadi dari berbagai jenis tanah dengan tingkatan permeabilitas yang berbeda. Sehingga dapat diketahui besarnya kubikasi air tanah yang dapat diambil untuk suatu areal luasan wilayah tertentu dengan tingkatan resapan yang terjadi (Li *et. al.*, 2009).

Tujuan penulisan ini adalah menentukan tingkat resapan air dalam tanah dalam hubungannya dengan karakteristik permeabilitas macam-macam jenis tanah. Target luaran jangka pendek berupa rekomendasi jumlah kubikasi air tanah yang dapat digunakan dan target jangka panjangnya sebagai penentuan rekomendasi jumlah titik maksimum pengambilan air tanah per km² bagi Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air. Dalam bidang ilmu pengetahuan kontribusi yang dihasilkan yaitu suatu metode yang dapat menyeimbangkan antara tingkat resapan dengan model permeabilitas tanah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan tahap awal melaksanakan survey lapangan terlebih dahulu dengan melihat kontur secara umum wilayah tersebut. Selain itu juga melihat tekstur tanah permukaan yang merupakan sebagai asumsi awal dalam melakukan prediksi potensi resapan air yang terjadi serta sebagai penilaian awal tingkat permeabilitas tanah yang terjadi (LaMarche *et. al.*, 2011).



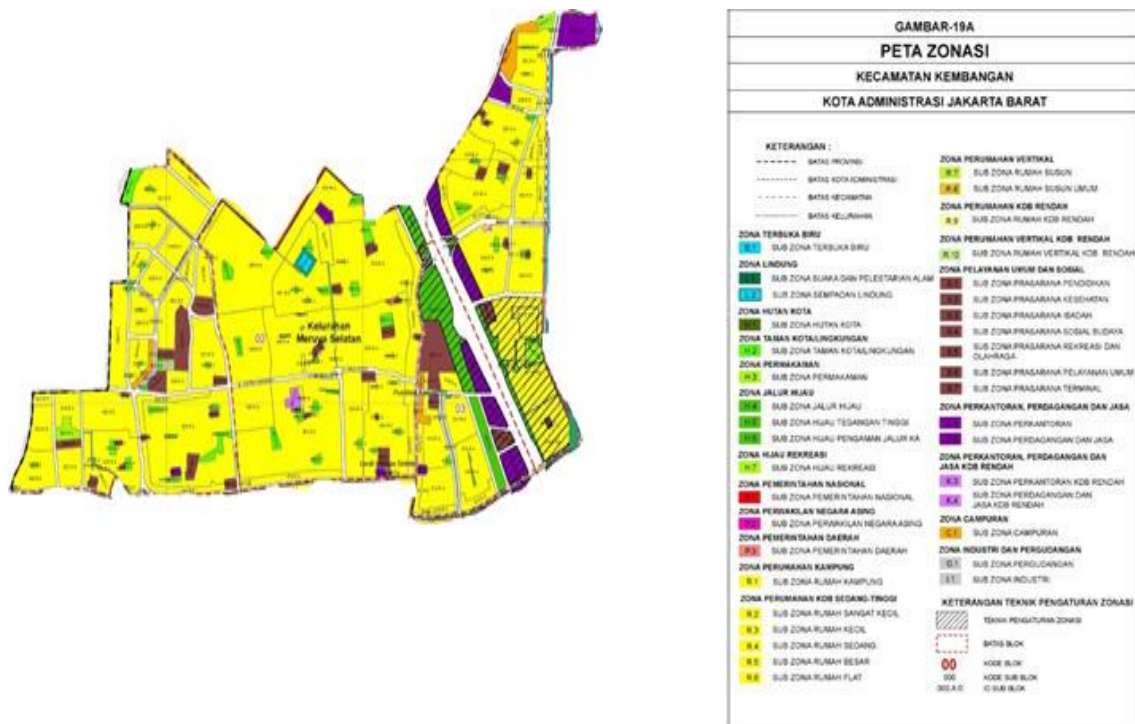
Gambar 1. Perakitan Alat *Hand Boring*

Model yang digunakan berupa survai sumur yang berada di lingkungan wilayah Maruya Selatan untuk melihat tinggi muka air tanah serta dilakukan tes *hand boring* untuk diambil sampel tanah. Selanjutnya dilakukan tes laboratorium untuk mendapat nilai permeabilitas dari jenis tanah tersebut. Proses pengambilan sampel tanah diperlihatkan pada Gambar 1.

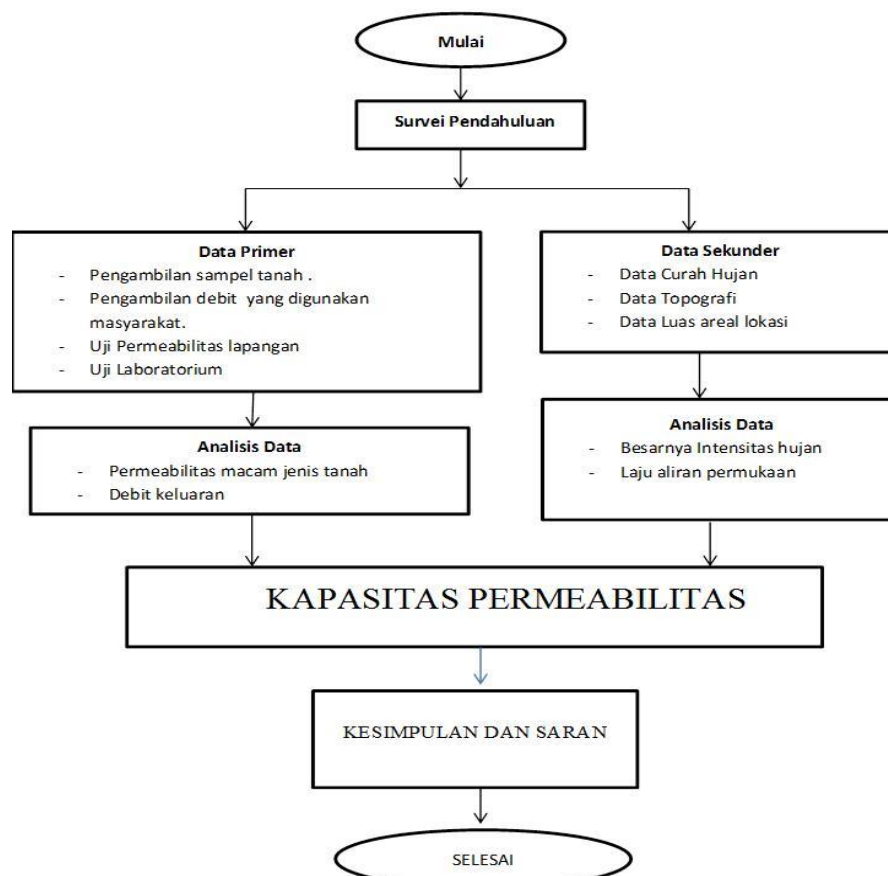
Setelah itu, berdasarkan Hasil Uji Tanah dapat diketahui nilai permeabilitas tanah, dimana hasil uji ini menentukan air yang dapat meresap ke dalam tanah.

Kemudian selanjutnya dilakukan perhitungan analisi Hidrologi yakni perhitungan intensitas curah hujan, uji konsistensi data, analisis kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun. Lalu, dilanjutkan Survai drainase lingkungan di wilayah Meruya Selatan, sebagaimana tampak pada Gambar 2.

Keseluruhan proses penelitian ditampilkan dalam bentuk carta alir pada Gambar 3.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

Gambar 3. Metodologi Penelitian **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada peta di atas, luas daerah ruang terbuka hijau dan jalur hijau untuk wilayah Kelurahan Meruya Selatan sebesar 18.617,92 m² (1.8 Ha) atau 0.63% dari total luas wilayahnya. Dalam penelitian ini luas daerah penelitian adalah 285 Ha, dengan mayoritas tutupan lahan adalah pemukiman. Harga koefisien limpasan (C) adalah 0,6 untuk daerah pemukiman. Nilai intensitas hujan (I) sebesar 114,778 mm/hari, Nilai Kc adalah 0,00278. Laju aliran permukaan dihitung menggunakan perhitungan debit banjir Metode Rasional, pada Persamaan (1) dan (2).

$$Q \text{ hujan} = Kc \times C \times I \times A \quad (1)$$

$$Q \text{ hujan} = 54,563 \text{ m}^3/\text{det} \quad (2)$$

Sifat bahan pori merupakan sifat yang menentukan tingkat aliran cairan yang berupa air atau minyak melalui rongga pori (Rangeard *et. al.*, 2003). Permeabilitas digambarkan sebagai bahan sifat tanah yang mengalirkan air melalui rongga pori tanah (Gleeson *et. al.*, 2011). Di dalam tanah, sifat aliran mungkin laminar atau turbulen. Tahanan terhadap aliran bergantung pada jenis tanah, ukuran butiran, bentuk butiran, rapat massa, serta bentuk geometri rongga pori (Zhai dan Rahardjo, 2012).

Untuk menghitung tekanan hidrostatik yang terjadi dalam tanah dapat digunakan persamaan Bernoulli yakni:

$$h = \frac{p}{\gamma_w} + \frac{v^2}{2g} + z \quad (3)$$

Dengan:

h = tinggi energi total (*total head*)(m)

p/γ_w = tinggi energi tekanan (*pressure head*) (m)

p = tekanan air (t/m², kN/m²)

$v^2/2g$ = tinggi energi kecepatan (*velocity head*) (m)

v = kecepatan air (m/det)

γ_w = berat volume air (t/m³, kN/m³)

g = percepatan gravitasi (m/dt²)

z = tinggi energi elevasi (m)

Karena Kecepatan infiltrasi air di dalam tanah sangat kecil maka tinggi energi kecepatan dalam suku persamaan Bernoulli dapat diabaikan. Sehingga persamaan tinggi energi total menjadi:

$$h = \frac{p}{\gamma_w} + z \quad (4)$$

Untuk menghitung air yang masuk dalam tanah dengan melihat kondisi tekstur tanah yang ada (Fredlund *et. al.*, 2011) (Cihan *et. al.*, 2009).

Untuk luasan daerah ruang terbuka dan jalur hijau, khusus tinjauan wilayah Kelurahan Meruya Selatan seluas 18.617,92 meter persegi dari luas wilayah 285.000 meter persegi. Maka dari curah hujan dan air yang dapat masuk ke dalam tanah, dengan perhitungan Hukum Darcy, yang mengusulkan hubungan antara kecepatan dan gradient hidrolis sebagai berikut:

$$v = ki \quad (5)$$

dengan:

v = Kecepatan air (cm/det)

i = Gradien hidrolis

k = Koefisien permeabilitas (cm/det)

Debit rembesan (q) dinyatakan dalam persamaan:

$$q = kiA \quad (6)$$

Koefisien permeabilitas (k) mempunyai satuan yang sama dengan kecepatan cm/det atau mm/det. Yaitu menunjukkan ukuran tahanan tanah terhadap air, bila pengaruh sifat-sifatnya dimasukkan, Maka: [6]

$$k \text{ (cm/det)} = \frac{k\rho_w g}{\mu} \quad (7)$$

dengan:

k = koefisien absolute (cm²), tergantung dari sifat butiran tanah


ρ_w = Rapat massa air (g/cm³)

μ = koefisien kekentalan air (g/cm.det)

g = percepatan gravitasi (cm/det²)

Dari pengujian tiga sampel tanah di tiga lokasi kelurahan Meruya Selatan didapat hasil sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tanah

 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS MERCU BUANA Jalan Meruya Selatan No. 01 Kembangan - Jakarta Barat 11650 Telp. 021-5861779					
PERMEABILITAS					
Sampel 1					
DATA LABORATORIUM			Lokasi : Lapangan bola Univ. Mercu Buana		
Diameter Tabung : 6,38 cm			Kedalaman : 1.8 meter		
Tinggi Tanah : 7,5 cm			Di tes oleh : Dani Ramdani CS		
Tinggi Tabung (L) : 10 cm			Tanggal tes : 10 Oktober 2016		
luas Tabung (A) : 31,9 cm					
Tinggi tekanan air					
H1 : 70 cm					
H2 : 0 cm					
Kemiringan Hidrolik					
i: $h_1-h_2/L = 70-0/10 = 7$					
Waktu (menit)	selang Waktu (Δt) (menit)	Volume air Terukur (ml)	Debit air rata-rata (q) ml/menit	i/vt	Q
2	2	150	75	4.949	q = 85 ml/menit
4	2	164	82	3.5	
6	2	146	73	2.86	
8	2	170	85	2.474	
10	2	172	86	2.213	
12	2	170	85	2.021	
14	2	130	65	1.871	
16	2	170	85	1.75	
18	2	185	92.5	1.649	
20	2	180	90	1.565	
22	2	160	80	1.492	
24	2	175	87.5	1.429	
Koefisien kelolosan air					
$K = q/A.i.60 = 85/31,95.7.60 = 0.00633$					

Dari hasil 3 sampel yang dilakukan pengujian di dapat koefisien kelolosan air adalah:

$$= 5\,369\,142 \text{ cm}^3/\text{detik}$$

$$= 5.37 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{krata-rata} = (k_1 + k_2 + k_3) / 3$$

$$= (0.00633 + 0.002794 + 0.00324) / 3$$

$$= 0.00412$$

Untuk mendapatkan kecepatan rembesan dilakukan perhitungan:

$$V = k.i$$

Dimana

$$i = 7 \text{ dari hasil laboratorium.}$$

$$V = 0.00412 \times 7 = 0.02884 \text{ cm /detik}$$

Sehingga debit yang masuk ke dalam tanah untuk luasan daerah terbuka di wilayah Meruya Selatan yakni:

$$Q = V.A = 0.02884 \text{ cm/detik} \times 186\,170\,000 \text{ cm}^2$$

Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat dilihat bahwa untuk wilayah Meruya Selatan tergolong jenis tanah dengan tipe pori sangat kecil atau jenis tanah clay / lempung (Tuli *et. al.*, 2005). Sehingga air yang dapat masuk ke dalam tanah hanya 9.84 %.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka pemanfaatan air tanah untuk wilayah Meruya Selatan sangatlah terbatas. Sehingga, untuk wilayah ini diperlukan pengadaan sumur resap, biopori dan tampungan-tampungan guna menjaga stabilitas air tanah (Cihan *et. al.*, 2009) (Moldrup *et. al.*, 2003).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat diambil simpulan sebagai berikut. Pertama: jenis tanah di lokasi penelitian berdasarkan hasil uji permeabilitas diketahui masuk dalam kategori *low permeability* yaitu jenis tanah lanau tidak padat. Selain itu, laju aliran daya serap air 0.02884 cm /detik sehingga debit yang dapat masuk ke dalam tanah sebesar 5.37 m³/detik atau 9.84 %. Kemudian, dengan debit rembesan yang sangat kecil, diperlukan media untuk menambah daya serap air tersebut seperti sumur resapan, biopori dan tampungan-tampungan guna menjaga stabilitas air tanah.

REFERENSI

- Cihan, A., J. S. Tyner dan E. Perfect. Predicting relative permeability from water retention: A direct approach based on fractal geometry. *Water Resources Research*, 2009; 45 (4): 1-15.
<http://dx.doi.org/10.1029/2008WR007038>
- Fredlund, D., D. Sheng dan J. Zhao. Estimation of soil suction from the soil-water characteristic curve. *Canadian Geotechnical Journal*, 2011; 48 (2): 186-198.
<http://dx.doi.org/10.1139/T10-060>
- Gleeson, T., L. Smith, N. Moosdorf, J. Hartmann, H. H. Dürr, A. H. Manning dan A. M. Jellinek. Mapping permeability over the surface of the Earth. *Geophysical Research Letters*, 2011; 38 (2).
<http://dx.doi.org/10.1029/2010GL045565>
- LaMarche, C. Q., J. S. Curtis dan P. T. Metzger. Permeability of JSC-1A: A lunar soil simulant. *Icarus*. 2011; 212 (1): 383-389.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.icarus.2010.12.015>
- Li, J. H. Z., L. M., Y. Wang dan D. G. Fredlund. Permeability tensor and representative elementary volume of saturated cracked soil. *Canadian Geotechnical Journal*, 2009; 46 (8): 928-942.
<http://dx.doi.org/10.1139/T09-037>
- Moldrup, P., S. Yoshikawa, T. Olesen, T. Komatsu dan D. E. Rolston. Air permeability in undisturbed volcanic ash soils: Predictive model test and soil structure fingerprint. *Soil Science Society of America Journal*. 2003: 67 (1): 32-40.
<http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2003.3200>
- Rangeard, D., P. Y. Hicher dan R. Zentar. Determining soil permeability from pressuremeter tests. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 2003: 27 (1): 1-24.
<http://dx.doi.org/10.1002/nag.258>
- Shahir, H., A. Pak, M. Taiebat dan B. Jeremić. Evaluation of variation of permeability in liquefiable soil under earthquake loading. *Computers and Geotechnics*, 2012; 40: 74-88.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.compgeo.2011.10.003>
- Tuli, A., J. W. Hopmans, D. E. Rolston dan P. Moldrup. Comparison of Air and Water Permeability between Disturbed and Undisturbed Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 2005; 69: 1361-1371.
<http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2004.0332>
- Zhai, Q. dan H. Rahardjo. Determination of soil-water characteristic curve variables. *Computers and Geotechnics*, 2012; 42: 37-43, 2012.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.compgeo.2011.11.010>