

MODEL PENURUNAN MUKA TANAH AKIBAT PEMOMPAAN AIR TANAH

Nurnawaty 1^{*}, Inarmiwati 2^{*}

^{1,2} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar
 Jl. Sultan Alauddin No. 259, Makassar, Sulawesi Selatan

^{**}Email: nurnadzar@yahoo.co.id, ^{**}Email : inar.teknik@yahoo.com.

Abstrak

Perkembangan penduduk dan peningkatan taraf hidup mengakibatkan kebutuhan akan air bersih meningkat, untuk memenuhi kebutuhan pokok akan air maka penyedotan air tanah secara berlebihan. Jika jumlah total pengambilan air tanah dari suatu sistem akuifer melampaui jumlah rata-rata imbunan, maka akan terjadi penurunan muka air tanah secara menerus serta pengurangan cadangan air tanah dalam akuifer. Penelitian ini adalah bertujuan untuk mengetahui berapa besar penurunan muka tanah akibat pemompaan air tanah .dengan uji model laboratorium Hasil penelitian menunjukkan lama pemompaan berpengaruh terhadap penurunan muka tanah untuk waktu pemompaan 5 menit sampai 10 menit mengalami penurunan muka air tanah meningkat sebesar 14,9 % dan untuk waktu pemompaan 10 menit sampai 15 menit mengalami penurunan muka air tanah meningkat sebesar 10,64 %.

Kata kunci: air tanah, penurunan muka tanah, waktu pemompaan

1. PENDAHULUAN

Perkembangan penduduk dan peningkatan taraf hidup mengakibatkan kebutuhan akan air bersih meningkat, untuk memenuhi kebutuhan pokok akan air maka penyedotan air tanah secara berlebihan, Banyaknya sumur pompa menjadi salah satu penyebab mempercepat penurunan permukaan tanah sehingga Tanpa disadari bahwa tanah yang kita pijak makin lama makin turun. Untuk mencegah penurunan tanah akibat pemompaan yakni dengan mengetahui kondisi struktur tanah di lokasi pompa sehingga dapat di atur jumlah maksimal debit air yang dipompa dan sebaran sumur pompa pada suatu daerah.

Jika jumlah total pengambilan air tanah dari suatu sistem akuifer melampaui jumlah rata-rata imbunan, maka akan terjadi penurunan muka air tanah secara menerus serta pengurangan cadangan air tanah dalam akuifer. Jika ini hal ini terjadi, maka kondisi demikian disebut pengambilan berlebih (*over exploitation*), dan penambangan air tanah terjadi

Amblesan tanah adalah proses penurunan permukaan tanah yang terjadi secara alamiah karena penurunan tekanan air tanah pada sistem aquifer dibawahnya akibat pengaruh kegiatan manusia diatas permukaan tanah dan pengambilan air tanah. Fenomena amblesan tanah yang secara perlahan-lahan namun pasti ini dikenal dengan istilah *land subsidence*. Penurunan tanah alami terjadi secara regional yaitu meliputi daerah yang luas atau terjadi secara lokal yaitu hanya sebagian kecil permukaan tanah. Hal ini biasanya disebabkan oleh adanya rongga di bawah permukaan tanah, biasanya terjadi didaerah yang berkapur (Whittaker and Reddish, 1989).

Untuk mengetahui besar penurunan tiap lapisan digunakan persamaan rumus penurunan setiap sub lapisan (Si) dan perhitungan penurunan dilakukan secara terpisah untuk tiap – tiap sub lapisan. Jadi, penurunan total dari seluruh lapisan tersebut adalah :

$$S = \sum \left[\frac{C_c H_i}{1+e_o} l_o \left(\frac{P_{oi} \Delta p_i}{P_{oi}} \right) \right] \quad (1)$$

Dimana :

S = Besar penurunan

H_i = tebal sub- lapisan I

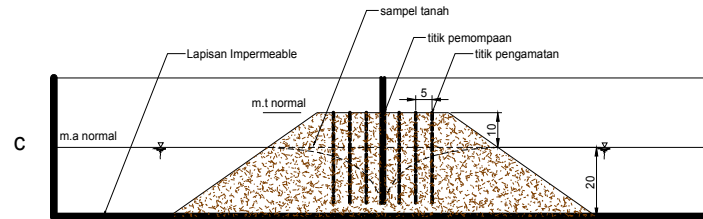
P_{oi} = tekanan efektif overburden untuk sub-lapisan I

p_i = penambahan tekanan vertikal untuk sub-lapisan I,

e_o = angka pori (e_o)

C_c = indeks pemampatan

Penelitian ini adalah bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama pemompaan terhadap penurunan air tanah dengan uji model laboratorium dan Berapa besar penurunan muka tanah akibat pemompaan air tanah.



Gambar 1 Ilustrasi pemompaan air tanah

2. METODOLOGI

Penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilakukan di laboratorium dengan menggunakan flume sebagai media untuk pengukuran penurunan muka air tanah dan muka tanah akibat pemompaan air bawah tanah yang di laksanakan di laboratorium Bahan yang digunakan adalah tanah timbunan sedangkan alat yang digunakan : flume yang terbuat dari acrylic dengan ukuran lebar 30 cm tinggi 40 cm dan panjang 250 cm, pompa air, timer, alat ukur debit dan kecepatan, kamera, gelas ukur, penggaris meteran dan lain - lain.

Tahap pelaksanaan uji pemompaan yaitu: pertama-tama dilakukan persiapan uji model dan pemompaan, setelah sampel tanah dimasukkan ke dalam flume dengan panjang 100 cm, tinggi 40 cm kemiringan di hilir 1 :1, lalu air di alirkan kedalam flume dan diukur debit serta kecepatan yang terjadi. Kemudian selang pompa diletakkan ke dalam sampel tanah dengan variasi kedalaman 20 cm sampai 30 cm. uji pemompaan dilaksanakan dengan waktu yang ditentukan pada penelitian ini menggunakan (5, 10 dan 15 menit). Pengamatan penurunan muka tanah berdasarkan variasi lamanya pemompaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

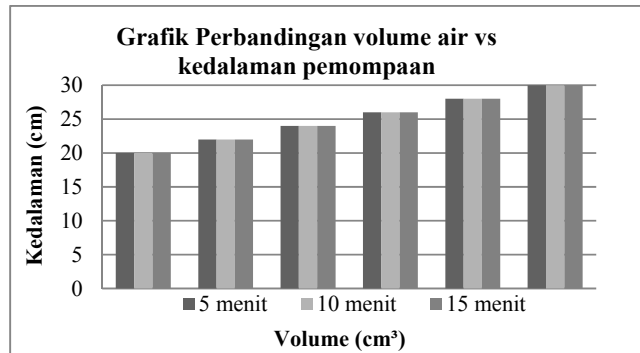
3.1. Hasil Volume Pemompaan

Untuk memperoleh data pengaruh pemompaan air tanah terhadap penurunan muka tanah, maka dilakukan simulasi pemompaan air tanah dilaboratorium. Pelaksanaan uji pemompaan air tanah dilakukan dengan berbagai variasi kedalaman pemompaan dan variasi waktu pemompaan.

Tabel 1. Data hasil uji pemompaan air tanah

Kedalaman pompa (cm)	Waktu (Menit)				
	0	2	5	10	15
20	0,00	1651,00	2195,00	3397,00	2934,00
22	0,00	2243,00	2579,00	3962,00	3557,00
24	0,00	2457,00	3493,00	4810,00	4312,00
26	0,00	3494,00	4325,00	5785,00	5117,00
28	0,00	3298,00	4575,00	5967,00	5484,00
30	0,00	2685,00	3843,00	5487,00	5095,00

Tabel 1, menunjukkan hasil pengamatan pada uji pemompaan air tanah, yaitu data volume pemompaan di mana semakin lama waktu pemompaan semakin banyak volume air yang di pompa, dan semakin dalam pemompaan semakin banyak pula volume air yang di pompa. Hasil pengamatan volume pemompaan air tanah pada tiap kedalaman dan waktu diplot pada gambar 2.



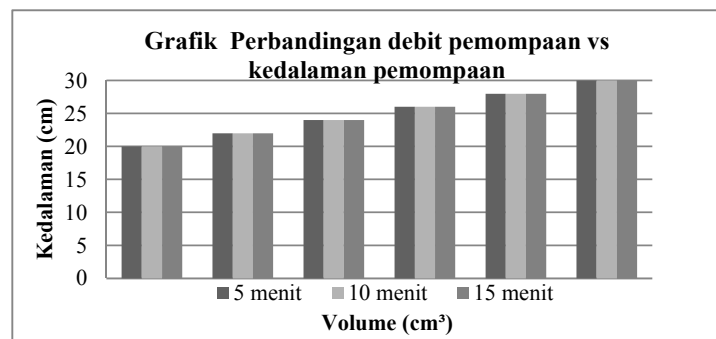
Gambar 2. Grafik perbandingan volume air pemompan pada 5, 10 dan 15 menit

Berdasarkan tabel 1 hasil uji pemompaan air tanah, dapat dihitung debit pemompaan dari setiap variasi kedalaman dan variasi waktu dari uji pemompaan air tanah, perhitungan debit pemompaan dengan menggunakan persamaan : $Q = \text{Volume} / \text{waktu}$. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Data debit Pemompaan air tanah

Kedalaman pompa (cm)	Q (ml/dtk)				
	0	2	5	10	15
20	0,00	13,31	12,43	11,37	10,37
22	0,00	17,74	15,38	13,32	11,83
24	0,00	21,18	19,33	15,89	14,11
26	0,00	27,05	23,76	19,36	16,96
28	0,00	27,93	24,16	20,38	18,50
30	0,00	22,85	21,09	18,52	16,55

Berdasarkan data dari tabel 2, maka dapat digambarkan laju volume pemompaan air tanah dalam bentuk grafik seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 3. Grafik perbandingan debit air pemompaan pada 5,10 dan 15 menit

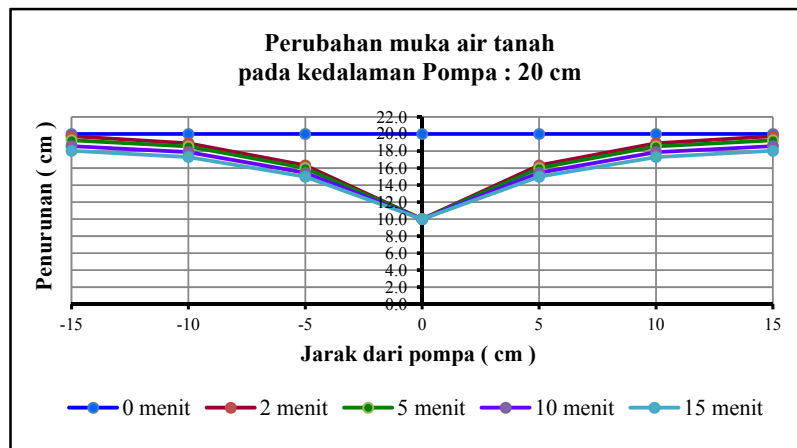
Dari grafik 2 pada kedalaman 20 cm sampai 28 cm debit pemompaan semakin meningkat, namun pada kedalaman 30 cm debit pemompaan kembali menurun, ini dikarenakan ujung pipa pada pompa menyentuh dasar alat sehingga ruang untuk pengaliran air masuk kedalam pipa pompa menjadi sempit sehingga mengurangi debit pemompaan.

3.2. Hasil Pengamatan Muka Air Tanah

Pada tabel 3 pada kedalaman pompaan 20 cm , penurunan muka air tanah terbesar selama pemompaan berada pada titik pemompaan, ini dikarenakan semua aliran air tanah menuju ke ujung pipa pemompaan sehingga penurunan muka air tanahnya menjadi besar. Untuk lebih jelasnya penurunan muka air tanah pada masing- masing kedalaman dan pada tiap-tiap titik pengamatan diplot pada gambar 4.

Tabel 3. Perubahan muka air tanah pada kedalaman pompa: 20 cm

Kedalaman pompa (cm)	Waktu (menit)	Tinggi muka air tanah pada titik pengamatan (cm)						
		-15	-10	-5	0	5	10	15
20	0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	2	19,7	18,9	16,3	10,0	16,3	18,9	19,7
	5	19,3	18,5	16,0	10,0	16,0	18,5	19,3
	10	18,6	17,9	15,4	10,0	15,4	17,9	18,6
	15	18,0	17,3	15,0	10,0	15,0	17,3	18,0

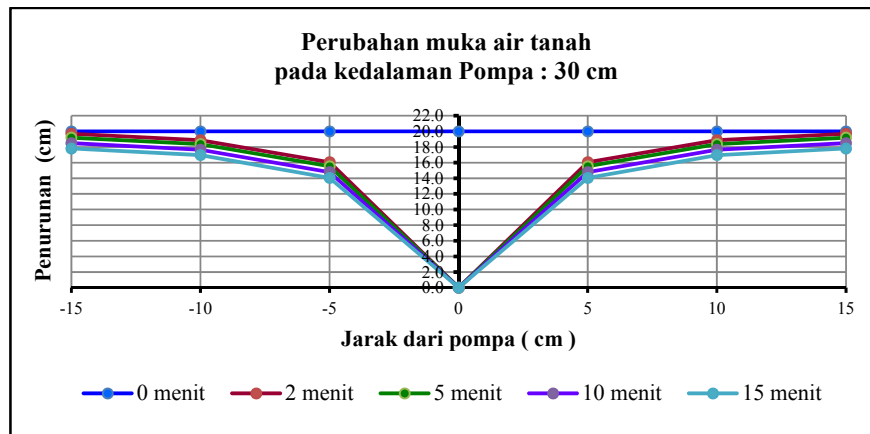


Gambar 4. Grafik perubahan muka tanah pada kedalaman pompa 20 cm

Pada kedalaman pompaan 30 cm , penurunan muka air tanah terbesar selama pemompaan berada pada titik pemompaan, ini dikarenakan semua aliran air tanah menuju ke ujung pipa pemompaan sehingga penurunan muka air tanahnya menjadi besar. penurunan permukaan tanah terbesar selama pemompaan berada pada titik pemompaan, ini dikarenakan terjadi penurunan terbesar muka air tanah sehingga penurunan permukaan tanahnya menjadi besar. Untuk lebih jelasnya penurunan muka air tanah pada masing- masing kedalaman dan pada tiap-tiap titik pengamatan diplot pada tabel 4 dan gambar 5.

Tabel 4. Perubahan muka air tanah pada kedalaman pompa: 30 cm

Kedalaman pompa (cm)	Waktu (menit)	Tinggi muka air tanah pada titik pengamatan (cm)						
		-15	-10	-5	0	5	10	15
30	0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
	2	30,0	30,0	29,9	29,9	29,9	30,0	30,0
	5	30,0	29,9	29,8	29,8	29,8	29,9	30,0
	10	30,0	29,9	29,8	29,6	29,8	29,9	30,0
	15	30,0	29,8	29,7	29,5	29,7	29,8	30,0



Gambar 5. Grafik perubahan m. tanah pada kedalaman pompa: 30 cm

Besarnya penurunan muka tanah pada kedalaman pompa 20 cm dan 30 cm dengan waktu pemompaan 5, 10 dan 15 menit hasilnya dapat dilihat pada tabel 5 berikut

Tabel 5. Elevasi Muka Tanah dengan variasi waktu pemompaan air tanah

Waktu (menit)	Tinggi Muka Tanah Pada Titik Pengamatan (cm)						
	-15	-10	-5	0	5	10	15
5	30.0	29.9	29.9	29.80	29.9	29.9	30.0
10	30.0	29.9	29.8	29.75	29.8	29.9	30.0
15	30.0	29.8	29.7	29.72	29.7	29.9	30.0
5	30.0	29.9	29.8	29.80	29.8	29.9	50.0
10	30.0	29.9	29.8	29.74	29.8	29.9	30.0
15	30.0	29.8	29.7	29.68	29.7	29.8	30.0

4. KESIMPULAN

Waktu pemompaan air tanah berpengaruh terhadap penurunan muka tanah, semakin lama waktu pemompaan maka permukaan tanah akan semakin menurun. Lamanya pemompaan air tanah berpengaruh terhadap penurunan muka air tanah, waktu pemompaan 2 menit mengalami penurunan muka air tanah sebesar 3,6 cm, 5 menit sebesar 0,4 cm, 10 menit sebesar 0,6 cm dan 15 menit sebesar 0,4 cm, sedangkan muka tanahnya pada titik pengamatan 0 atau dimana pompa diletakkan dengan kedalaman 20 cm 5 menit ke 10 menit mengalami penurunan sebesar 0,05 mm dan 15 menit sebesar 0.03 mm, untuk kedalaman 30 cm pada waktu pemompaan 5 ke 10 menit sebesar 0.06 mm dan waktu 10 – 15 menit sebesar 0.06 cm.

Pengambilan air tanah melalui pemompaan sebaiknya dibatasi sebab akan menyebabkan terjadinya pengurangan cadangan air tanah dalam akuifer serta penurunan muka tanah. Untuk mencegah penurunan tanah akibat pemompaan sumur sebaiknya diketahui kondisi struktur tanah dilokasi sumur tersebut, sehingga dapat diketahui jumlah maksimal debit air yang dapat dipompa dan sebaran sumur pompa pada suatu daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, Mohammed, 2012. *Studi Kapasitas Debit Air Tanah Pada Akuifer Tertekan Di Kota Malang*. Jurnal Teknik Pengairan Vol. 3, Universitas Brawijaya.
- De Wiest, 1965. *Hidrogeologia (Amerika Latin), study of groundwater with particular emphasis given to its chemistry, mode of migration, and relation to the geological environment*

- Dam, J.C. van. 1960. *Geohydrology Lecture Notes*. Delft, Technological University. Dan P. Santema. 1966. *Groundwater: the Use and Interpretation of Hydrologic Data*. Water Resources Series 34: United Nations. pp. 119-128.
- Hanry, Trisianus. 2008. *Pengendalian Pemanfaatan Air Bawah Tanah Di Kota Kupang*, Universitas Diponegoro.
- Herlambang, A. 1996. *Kualitas Air tanah Dangkal di Kabupaten Bekasi*. Program Pascasarjana, IPB. Bogor.
- Ilham, Ahmad, 2009. *Permodelan Gerakan Penurunan Tanah (Land Subsidence) Area Lumpur Lapindo Sidoarjo Menggunakan Data Mikrogravity*, Universitas Indonesia.
- Kodoaatie, Robert J, 2010. *Tata Ruang Air*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kruseman dan de Rieder. N.A, 1991 *Analysis and Evaluation of Pumping Test Data*. ILRI 47, Wageningen.
- Mori, Kiyotoka, 1999. *Hidrologi untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta. Penerjemah : L. Taulu, Editor : Ir. Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda.
- Maulana, Iwan, 2012. *Analisis 4D Mikrogravity Dan Gradien Vertikal 4D Mikrogravity (Studi Kasus Amblesan Semarang)*. Tesis Magister. Universitas Indonesia.
- Prawati, Eri, 2011. *Studi dan Permodelan Air Tanah Akibat Pengaruh Pemompaan (Studi Kasus Kelurahan Imopuro, Metro Pusat*. Jurnal Vol. 1, Lampung.
- Riyadi, A dkk, 2005. *Identifikasi Potensi Air Tanah Di Kecamatan Mangkubumi Tasikmalaya Dengan Metode Uji Pompa*. Pusat Pengkajian Dan Penerapan Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi.
- Sosrodarsono, S., Takeda, K, 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, Cetakan Kesembilan.
- Sosrodarsono S, Kazuto N, 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, Cetakan Ketujuh.
- Seyhan, E 1990, *Dasar dasar Hidrologi*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1990
- Samsuhadi, 2009. *Pemanfaatan Air Tanah Jakarta*. Jurnal Vol. 5. Pusat Teknologi Lingkungan.
- Suripin, 2003. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Sriyono, Edy, 2007. *Debit Aliran Air Tanah Melalui Pipa Berpori*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, Vol. 10 (1). pp.21-30.
- Todd, D.K., 1980, *Groundwater Hydrology*, John Wiley and Sons, New York.
- Terzaghi dan Peck (1987) *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*, Penerbit Erlangga Edisi kedua Jilid-1
- Wilson, E.M., 1990. *Hidrologi Teknik*. Terjemahan MM Purbohadiwidjoyo, ITB Bandung 1993, Edisi Keempat.
- Wuryantoro, 2007. *Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis untuk Menentukan Letak dan Kedalaman Aquifer Air Tanah*. Skripsi pada Program Studi Fisika. UNNES: Semarang.