

PENGUKURAN KADAR AIR TANAH DENGAN MENGGUNAKAN *GYP SUM BLOCK*

Tri Mardiyati Wahyuningsih Sir^{1*}, Margareth Evelyn Bolla^{2*}

Pekerjaan teknik sipil banyak dilakukan pada tanah tidak jenuh air (*unsaturated*). Perubahan kedudukan muka air tanah akan mempengaruhi tingkat kadar air dalam tanah. Pengukuran kadar air biasanya dilakukan dalam laboratorium yang memerlukan waktu yang lama. Sebagai alternatif *gypsum block* dapat dipakai sebagai alat sensor kadar air yang dapat mempercepat pengukuran kadar air tanah dan langsung dipakai dilapangan setelah dikalibrasi secara individu.

Penelitian ini dilakukan terhadap dua jenis tanah yaitu tanah lempung (*CH*) dan pasir berlanau (*SM*) dengan volume contoh tanah yaitu menggunakan *mold Standard* serta usaha pemadatan sampel tanah yaitu 25 pukulan per lapis. Pemberian kadar air untuk tanah lempung yaitu 10% , 15% ,20% ,30% dan 40% sedangkan pada sampel pasir berlanau, kadar air yang diberikan yaitu 5% ,8% ,11%, 14% dan 17%.

Hasil pengujian menunjukkan hubungan kadar air dengan resistansi *gypsum block* yang menghasilkan koefisien korelasi (R^2) = 0.904 pada sampel uji tanah lempung dan R^2 = 0.146 pada pasir lanau. Dengan demikian hasil penelitian memperlihatkan bahwa *gypsum block* dapat digunakan untuk mengukur kadar air pada tanah lempung, sedangkan pada pasir berlanau, penggunaan *gypsum block* tidak cocok, karena tidak memberikan hasil yang baik, disebabkan oleh sifat permeabilitas pasir lanau yang besar.

Kata-kata kunci : tanah jenuh sebagian, kadar air, *gypsum block*, resistansi.

1. PENDAHULUAN

Pekerjaan teknik sipil banyak dilakukan pada tanah kenyang air sebagian (*unsaturated*) seperti pada pekerjaan pemadatan tanah untuk konstruksi jalan raya. Perubahan kedudukan muka air tanah akan mempengaruhi tingkat kadar air dalam tanah.

Pengukuran kadar air biasanya dilakukan dalam laboratorium dengan metode *gravimetrik* atau *volumetric*. Metode ini memerlukan waktu yang cukup lama. Sebagai alternatif penggunaan *gypsum block* dapat mempersingkat waktu pengukuran kadar air.

Gypsum block adalah salah satu alat sensor tanah yang dapat langsung dipakai dilapangan setelah dikalibrasi, dengan prinsip kerja yaitu memanfaatkan sifat hantar listrik dari air dan telah lama dipakai dalam bidang pertanian guna mengukur kelembaban atau kelengasan tanah.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *gypsum block* sebagai alat sensor tanah dalam bidang teknik sipil yaitu pengukuran kadar air pada tanah lempung maupun tanah granuler.

2. TUJUAN PENELITIAN

Mempelajari penggunaan *gypsum block* dalam lingkungan teknik sipil yaitu pengukuran kadar air pada tanah lempung maupun granuler dengan mengukur resistansi yang terjadi pada *gypsum block*.

3. TINJAUAN PUSTAKA

Gypsum block adalah alat sensor yang dipakai dalam bidang pertanian untuk mengukur lengas tanah atau kelembaban tanah guna memilih jenis tanaman dan mengatur kesuburannya pada suatu tanah atau lahan yang akan dikerjakan. Alat ini dapat digunakan dengan biaya yang terjangkau dan paling sederhana dari pada alat sensor elektrik yang lain. *Gypsum block* terdiri dari sebuah *gypsum* padat yang sudah dicetak berbentuk silinder maupun persegi empat dengan kisaran ukuran yang ditentukan dan dilengkapi dua elektroda dalam hal ini menggunakan sebuah kabel yang ditanamkan pada *block* dengan jarak 1 cm dalam keadaan elektroda parallel atau searah (Skinner, 1997). Prinsip kerja *gypsum block* yaitu jika dalam kondisi basah, *gypsum block* akan menghasilkan resistansi yang kecil. Demikian sebaliknya dalam kondisi kering, *block* akan menghasilkan resistansi yang lebih tinggi. Sebelum dipakai, *gypsum block* harus dikalibrasi dahulu secara individu, karena setiap *gypsum block* memiliki karakteristik tersendiri.

Beberapa keuntungan dari *gypsum block* yaitu (1) Pembuatan *block* dapat dilakukan oleh orang awam sekalipun dan relatif lebih murah dibandingkan dengan alat sensor yang lain, (2) Mudah dalam pemasangan dan penggunaannya serta memerlukan sedikit pemeliharaan. (3) Tidak merusak struktur tanah sekitarnya. Sedangkan kerugiannya : (1) lama penggunaan *block* terbatas., (2) sensitif terhadap garam dan suhu, (3) memerlukan kalibrasi secara individu serta (4) Histerisis *gypsum block* sangat berpengaruh terhadap kerja *gypsum block*.

Pembacaan resistansi *gypsum block* memerlukan tegangan arus bolak-balik (*AC current*), untuk mencegah efek polarisasi pada *gypsum block* yang akan mengakibatkan pembacaan yang salah dan tidak stabil.

Beberapa penelitian tentang penggunaan gypsum block telah dilakukan antara lain oleh Keyhani (2001) mengungkapkan temperatur mempunyai pengaruh yang signifikan dalam pengukuran kadar air dengan menggunakan *gypsum block* pada sampel tanah yang tipis (30 mm).

Dalam bidang teknik sipil, oleh Setianto (2008) melakukan pengukuran kadar air tanah dengan menggunakan *gypsum block* konvensional menghasilkan suatu korelasi antara kadar air dan resistansi *gypsum block* pada jenis tanah granuler.

Supriyono (2009) melakukan pengamatan terhadap kelayakan penggunaan gypsum block dalam pengukuran kadar air pada tanah lempung ekspansif yang menunjukkan bahwa *gypsum block* dapat dipakai sebagai alat sensor untuk pengukuran kadar air pada tanah lempung.

4. METODE PENELITIAN

A. Bahan dan alat

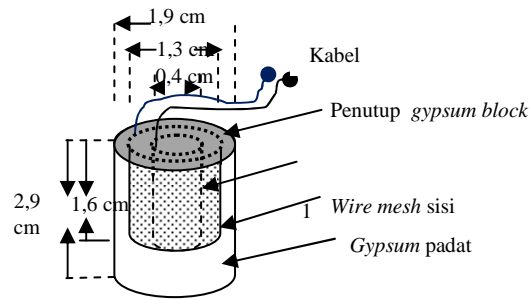
Bahan penelitian yang digunakan adalah sampel tanah granuler lolos saringan no.20 dan tanah lempung tak organik lolos saringan no.4

Serbuk *gypsum* yang dipakai adalah merk 'Siam Gips Powder', kawat jaring (*wire mesh*) dengan bukaan 1mm dan kabel *speaker* AWG 12.

Alat penelitian yang digunakan terdiri dari satu set alat uji saringan standar dengan acuan pengujian berdasarkan ASTM D421-58, alat uji *hydrometer*, alat uji *specific gravity* dan pematat *Standard*, Multimeter analog merk Sanwa YX 360 TRF, timbangan dengan ketelitian 0,1 dan 0,01, pipa PVC sebagai bahan cetakan dan alat pengukur waktu.

B. Metode Penelitian

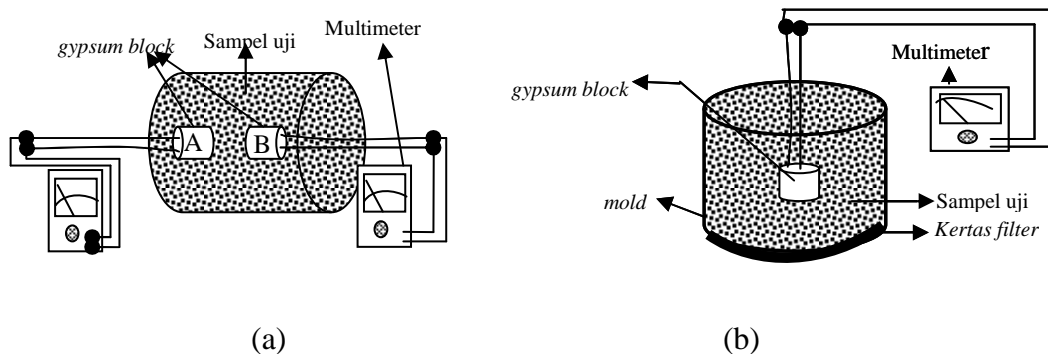
Menyiapkan kabel sepanjang 27 cm dengan kedua ujungnya telah dibuka sepanjang 2 cm. Membuat aksesoris bagian dalam *gypsum block* berupa jaring kawat dengan bukaan 1 mm yang terdiri dari 2 buah masing-masing berdiameter 0.4 cm dan 1,3 cm. Serbuk *gypsum* sebanyak 10 gram dan air sebanyak 7.5 ml dicampur dan diaduk selama waktu kurang lebih 15 detik dalam cawan yang sudah tersedia. Adonan yang telah homogen dimasukkan dalam cetakan *gypsum block*, dan dibiarkan memadat selama kurang lebih 1 jam. Setelah mengeras *block* direndam dalam air destilasi selama 3 jam agar *gypsum block* menjadi lebih kuat serta seragam, kemudian dikeringkan dengan kering oven selama kurang lebih 2 jam serta diukur resistansi yang terjadi.



Gambar 1. Skema *gypsum block* yang dipakai dalam penelitian

Langkah-langkah pengujian pada tanah lempung yaitu:

1. Menyiapkan tanah lempung dan memasukkan tanah kedalam *mold* (*mold Standard*) dengan volume tertentu, kemudian tanah dipadatkan dengan menggunakan penumbuk *Standard Proctor* seberat 2,5 kg dengan usaha pemadatan 25 pukulan per lapis ,lalu ditimbang.
2. Pemasangan *gypsum block* dengan membuat lubang ditengah-tengah tanah dengan menggunakan pipa yang berdiameter sama dengan diameter *gypsum block* yang digunakan.
3. Memasukkan *gypsum block* yang telah dikeringkan tepat ditengah-tengah tanah tersebut pada kedua sisi sampel tanah untuk tanah lempung dan pada satu *block* tepat ditengah-tengah sampel tanah untuk tanah granuler, lalu ditimbang. Skema posisi *gypsum block* seperti pada **Gambar 3.5**.



Gambar 2. Skema pengujian kadar air menggunakan *gypsum block* pada:

(a) tanah lempung.

(b) tanah granuler.

4. Tanah dikeluarkan dari kontainer,ditimbang serta dibungkus dengan wadah plastik agar kadar airnya tidak berubah akibat masuknya udara. Selama masa pemeraman, resistansi yang terjadi pada *gypsum block* akan diukur dengan multimeter hingga konstan.

5. Setelah tercapai resistansi konstan, sampel tanah dibongkar dan diukur kadar airnya dengan menggunakan oven.
6. Mengkorelasikan grafik kadar air tanah lempung dengan resistansi yang terjadi pada *gypsum block*.

Langkah-langkah pengujian pada tanah granuler diperlakukan sama seperti pada tanah lempung tetapi perbedaannya yaitu setelah sampel tanah dipadatkan, pada dasar *mold* dipasang kertas filter agar air dapat terdrainase keluar.

5. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian properties pada tanah lempung, butir lolos saringan No. 200 adalah 89,46%, pasir sebesar 10,54%, dengan berat jenis adalah 2,58. Batas cair (LL) yang diperoleh sebesar 80,00% dan batas plastis (PL) adalah 26,91% serta Indeks plastisitasnya sebesar 53,09% maka sesuai klasifikasi tanah menurut *Unified Soil Classification System (USCS)* tanah lempung ini termasuk dalam klasifikasi *CH (clay high plasticity)* yaitu lempung dengan plastisitas yang tinggi. Sedangkan untuk hasil pengujian properties tanah granuler dengan butir lolos saringan No. 200 sebesar 24,63%, pasir sebesar 75,37%, dan berat jenis adalah 2,75 termasuk dalam klasifikasi campuran pasir-lanau (*SM*) dengan berat volume kering maksimum, γ_d sebesar $1,91 \text{ g/cm}^3$ dan kadar air optimumnya adalah 13,55%.

Dalam pengujian utama dipakai 20 buah *gypsum block* yang akan digunakan dalam pengujian kadar air pada tanah lempung dan granuler. *Gypsum block* yang dipakai mempunyai (d)=1,9cm dan (h)=2,9cm serta volumenya sebesar $8,22 \text{ cm}^3$. Volume *mold* sampel tanah uji sebesar $947,87 \text{ g/cm}^3$ (*mold Standard*).

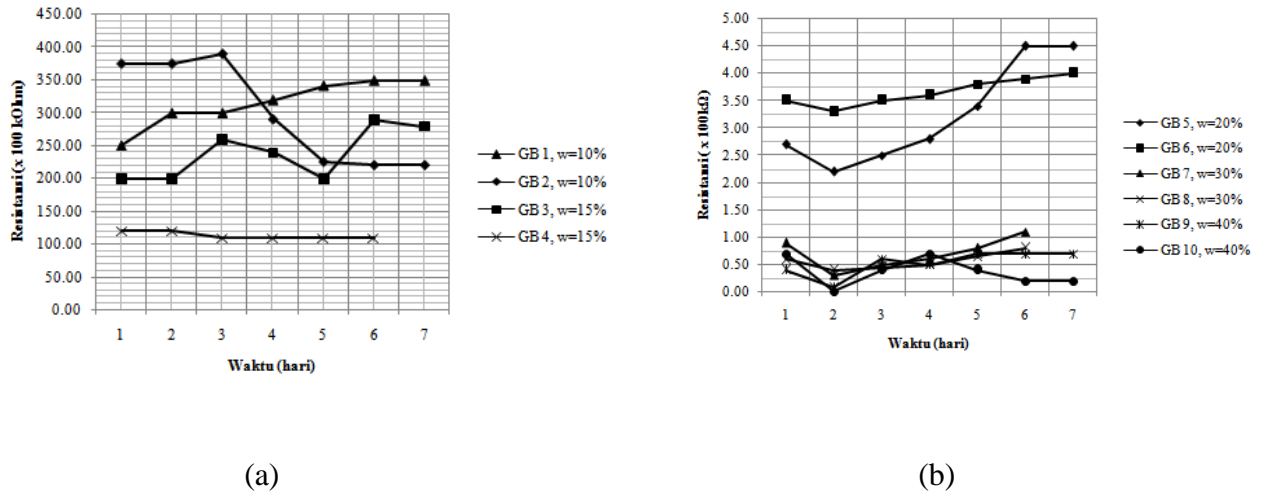
Uji kadar air dengan menggunakan *gypsum block* pada tanah lempung dan pasir lanau

Pembacaan resistansi *gypsum block* dilakukan selama 7 hari dengan menggunakan multimeter analog. Pembacaan dilakukan satu kali dalam sehari sampai tercapai nilai resistansi konstan. **Gambar 3** dan **Gambar 4** berturut-turut memperlihatkan hubungan antara waktu (hari) dengan pembacaan resistansi pada sampel uji tanah lempung dan pasir lanau.

Gambar 3(a) menunjukkan kurva *block* (GB 2) pada kadar air 10% saat konstan mempunyai nilai resistansi lebih kecil dari *block* (GB 3) pada kadar air 15%. Hal ini mengungkapkan bahwa setiap *gypsum block* mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, artinya setiap *block* menghasilkan nilai resistansi berbeda yang dapat dipengaruhi oleh konsistensi *gypsum block* antara lain proses pembuatan *gypsum block* baik lama waktu pengadukan bubuk *gypsum*, kekentalan yang dihasilkan dari setiap proses pengadukan ataupun perbedaan dalam waktu

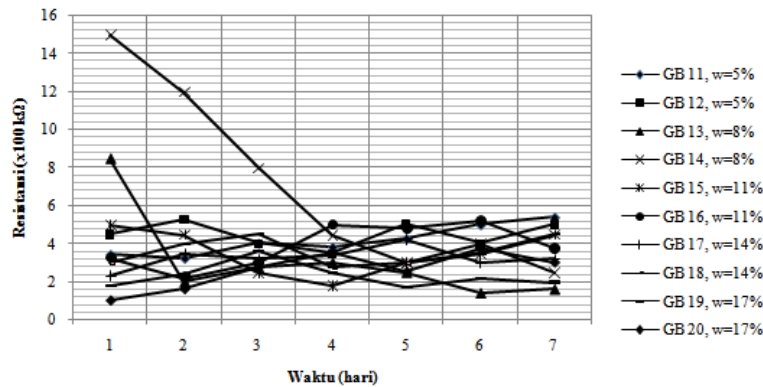
pengeringan. Waktu untuk mencapai nilai resistansi konstan adalah 6 - 7 hari disetiap variasi kadar air pada sampel uji tanah lempung.

Pada **Gambar 4** menunjukkan pembacaan nilai resistansi *gypsum block* pada sampel uji pasir lanau. Pembacaan resistansi *block* pada pasir lanau memperlihatkan bahwa sampai hari pembacaan ke- 7 resistansi tidak dapat konstan atau stabil.



Gambar 3. Pembacaan resistansi *gypsum block* pada tanah lempung :

- (a) Kadar air 10% dan 15%
- (b) Kadar air 20%,30% dan 40%

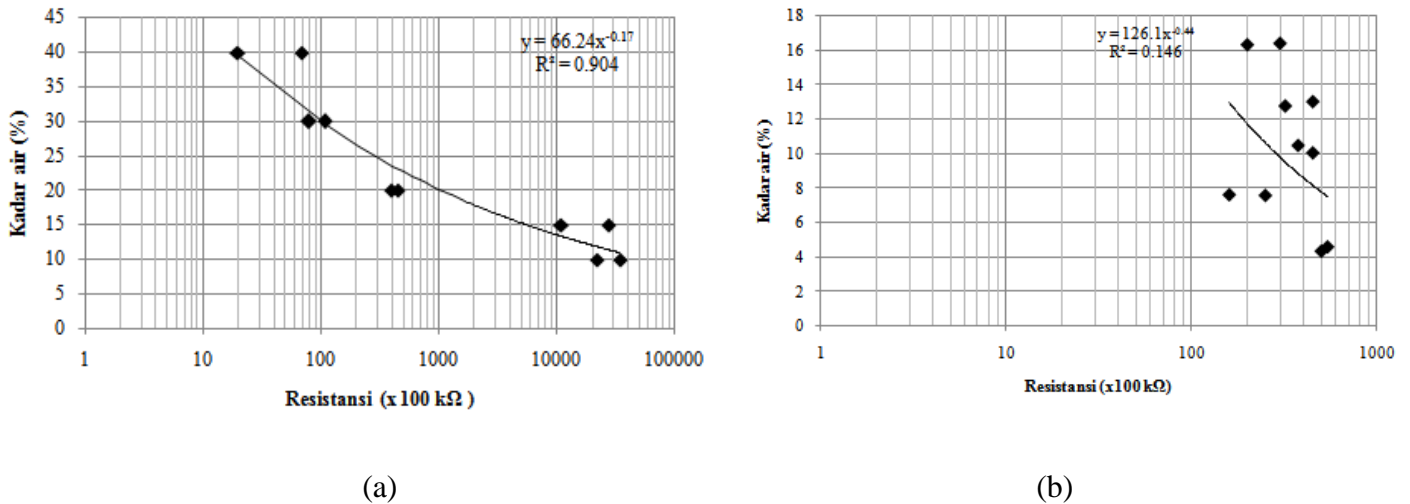


Gambar 4. Pembacaan resistansi *gypsum block* pada pasir lanau.

Hasil pengukuran kadar air dengan menggunakan *gypsum block* diperlihatkan dalam **Gambar 5**. Pada sampel uji lempung menunjukkan bahwa pengukuran kadar air dapat dilakukan dengan *gypsum block* . Hal ini terlihat dari grafik hubungan kadar air dengan resistansi block yang menghasilkan koefisien korelasi (R^2) sebesar 0.904 (**Gambar 5.a**). Selain itu dapat dinyatakan pengaruh kadar air terhadap nilai resistansi yang dihasilkan oleh *gypsum block* bahwa semakin

tinggi kadar air tanah maka semakin kecil nilai resistansi yang dihasilkan, demikian juga sebaliknya.

Pada **Gambar 5.b** memperlihatkan hubungan pengukuran kadar air dengan resistansi *block* yang memberikan nilai koefisien korelasi yang sangat kecil yaitu $(R^2) = 0.146$. Hal ini mengungkapkan bahwa *gypsum block* tidak dapat dipakai dalam pengukuran kadar air tanah granuler. Resistansi yang tidak konstan ini disebabkan oleh sifat permeabilitas pasir lanau (granuler) yang besar sehingga menyebabkan perubahan kadar air secara cepat dan terus-menerus.



Gambar 5. Hubungan kadar air dengan resistansi *gypsum block* pada :

- a. Sampel tanah lempung
- b. Sampel pasir lanau

6. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengukuran kadar air tanah lempung dengan menggunakan *gypsum block* menunjukkan bahwa *gypsum block* dapat dipakai pada tanah lempung.
2. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kadar air terhadap nilai resistansi yang dihasilkan oleh *gypsum block* bahwa semakin tinggi kadar air tanah maka semakin kecil nilai resistansi yang dihasilkan, demikian juga sebaliknya.
3. *Gypsum block* tidak cocok digunakan dalam pengukuran kadar air pada tanah pasir berlanau (SM) karena nilai resistansi *gypsum block* tidak dapat konstan sebagai akibat dari sifat permeabilitas tanah granuler yang besar serta proses pemadatan yang dilakukan terhadap sampel tanah pasir berlanau.

B. Saran

Pembacaan resistansi *gypsum block* dapat dilakukan dengan menggunakan Data Logger yang khusus untuk mengukur resistansi sehingga pengukuran resistansi lebih tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Keyhani, A, *Development of Mini Gypsum Block for Soil Moisture Measurement and their Calibration to Compensate for Temperature* , 2001.
- Setianto, Y.C, Pengukuran Kadar Air dengan menggunakan *Gypsum Block*, Tesis, Program Studi Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, 2008.
- Skinner, A, *Resurrecting The Gypsum Block for Soil Moisture Measurement, Measurement Engineering Australia, in Australian Viticulture*, 1997.
- Supriyono, *The Benefit if Gypsum Block for Measuring Water Content, Proceeding of 1st International Conference on Rehabilitation and Maintenance in Civil Engineering*, pp, 359-365, Maret 2009, Solo, Indonesia.