

PENGGUNAAN GYPSUM BLOCK UNTUK MENGUKUR KADAR AIR PADA TANAH LEMPUNG

Tri M.W. Sir¹
Margareth E. Bolla²
Danial Nesnay³

ABSTRACT

The test of soil moisture content that most often method applied is gravimetric. By the development of sciences, nowadays a sensor device test on soil moisture content that is called gypsum block. Such devices could be directed implanted in the place where the moisture content would be measured. This research aimed at getting the calibration equation and correlation coefficient of gypsum block and to determine whether gypsum block could be used as a test of moisture content of clay.

The kind of sample was taken from Oebelo village, Central Kupang Subdistrict, East Nusa Tenggara and variations of water used were 15%, 20%, 30.7% and 40%, and total samples were 20.

The results of the research revealed that calibration equation of gypsum block to the measurements for 7 days (constant resistance) was $Y=1.323x^{-0.54}$ by $r = 0.835$. The results of field testing and compared with gravimetric method obtained difference moisture content value in the range of 0.26%-2.56%. From the results it could be concluded that the gypsum block could be used as a device to measure the moisture content of clay.

Key words: *water content, resistance, gypsum block, calibration equations*

ABSTRAK

Pengujian kadar air tanah yang paling sering dipakai dalam bidang teknik sipil adalah metode *gravimetric*. Namun dengan berkembangnya ilmu pengetahuan maka kini dikembangkan sebuah alat sensor uji kadar air tanah yang disebut *gypsum block*, di mana alat tersebut dapat ditanam langsung di tempat yang akan diukur kadar airnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan persamaan kalibrasi *gypsum block* dan koefisien korelasi *gypsum block*.

Sampel tanah yang dipakai pada penelitian ini berasal dari Desa Oebelo, Kecamatan Kupang Tengah Provinsi NTT dan variasi kadar air yang dipakai adalah sebesar 15%, 20%, 30,7% dan 40% dengan jumlah sampel sebanyak 20 sampel.

Dari hasil penelitian diperoleh persamaan kalibrasi *gypsum block* untuk pengukuran sampai resistansi konstan yaitu $Y=1.323x^{-0.54}$ dengan $r = 0.835$. Hasil pengujian di lapangan dan dibandingkan dengan metode *gravimetric* diperoleh selisih nilai kadar air antara 0.26% sampai 2.56%, sehingga dapat disimpulkan bahwa *gypsum block* dapat dipakai sebagai alat ukur kadar air tanah lempung.

Kata kunci : *Kadar air, resistansi, gypsum block, persamaan kalibrasi*

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

PENDAHULUAN

Pengujian properties tanah adalah salah satu hal yang paling penting dalam ilmu teknik sipil. Salah satu pengujian properties tanah yang paling penting adalah pengujian kadar air tanah karena melalui pengukuran kadar air, maka dapat diketahui jenis tanahnya yang juga akan berpengaruh terhadap pemilihan jenis fondasi suatu bangunan konstruksi. Pengukuran kadar air yang paling sering dipakai adalah dengan cara atau metode *oven* atau yang sering disebut metode *gravimetric*, di mana sampel tanah diambil kemudian dikeringkan dengan cara dimasukkan ke dalam *oven* lalu dibandingkan antara berat sebelum *dioven* dan sesudah *dioven* (Das, 1993). Namun dengan menggunakan metode *oven* membutuhkan waktu yang lama dan juga dilakukan di laboratorium atau tidak dilakukan di tempat asal tanah sehingga tanah yang diuji bersifat terganggu atau tidak asli.

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan maka pengetahuan mengenai metode pengukuran kadar air pun semakin banyak yaitu dengan menggunakan alat sensor. Salah satu alat sensor yang sekarang sering dipakai adalah alat sensor *gypsum block* di mana alat ini terbuat dari serbuk gipsum.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah Lempung

Pengertian tanah secara umum adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan – endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Mineral lempung merupakan pelapukan akibat reaksi kimia yang menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter ukuran butiran lebih kecil dari 0,002 mm (Hardiyatmo, 2006).

Dalam tanah yang jenuh sebagian, air tidak mengisi seluruh ruang pori yang ada dalam tanah. Jadi, dalam hal ini terdapat sistem 3 fase yaitu butiran padat, air pori dan udara (Hardiyatmo, 2006).

Lempung (*clays*) sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

lempung (*clay minerals*) dan mineral-mineral yang sangat halus lain. Tanah lempung terbentuk dari banyak jenis mineral sehingga jika mineral pembentuk berbeda maka berbeda pula sifatnya (Hardiyatmo, 2006).

Selain itu, secara umum sifat-sifat yang dimiliki oleh tanah lempung adalah sebagai berikut:

1. Ukuran butiran lebih kecil dari 0.002 mm.
2. Nilai permeabilitasnya rendah.
3. Bersifat kohesif.
4. Proses konsolidasi/penurunan berlangsung lambat.
5. Kembang susut yang tinggi.

Untuk mengetahui karakteristik suatu jenis tanah maka dapat dilakukan beberapa jenis pengujian karakteristik. Melalui pengujian karakteristik tanah tersebut, maka akan diketahui termasuk dalam klasifikasi tanah apakah tanah yang diuji. Dalam penelitian ini, klasifikasi yang dipakai adalah klasifikasi *Unified*.

Pengujian karakteristik tanah yang umum dilakukan pada penelitian ini antara lain :

- a. Uji kadar air
- b. Analisa distribusi ukuran butiran
- c. Batas-batas konsistensi
- d. Uji pemadatan standar *proctor*

Gypsum

Kata gipsum berasal dari kata kerja dalam bahasa *Yunani* yang artinya memasak. Gipsum merupakan mineral yang tidak larut dalam air dalam waktu yang lama, sehingga gipsum jarang ditemui dalam bentuk butiran atau pasir.



Gambar 1. Gipsum yang Terdapat di Alam

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

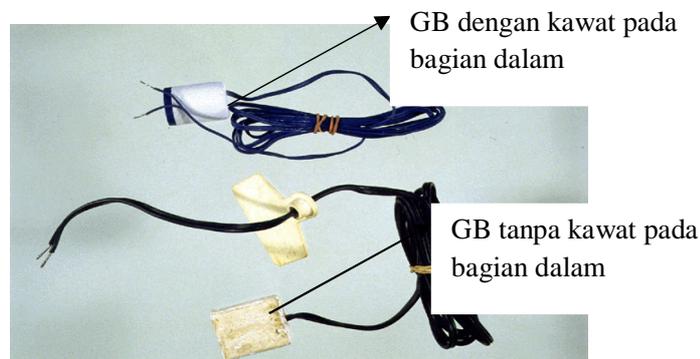
Sumber :id.wikipedia.org/wiki.gypsum

Gypsum Block

Gypsum block adalah alat yang terbuat dari serbuk gipsum. *Gypsum block* pertama kali dipakai di bidang pertanian untuk mengukur kelengasan tanah dengan cara dikalibrasi dulu, lalu ditanam di tempat yang akan diteliti. Sekarang *gypsum block* dipakai di bidang teknik sipil dalam pengukuran kadar air tanah dengan tujuan agar tidak merusak struktur tanah di sekitar daerah penelitian.

Untuk mengetahui nilai resistansi yang terjadi, kedua kabel dihubungkan dengan multimeter sehingga diperoleh nilai tahanan *gypsum block*. Kemudian nilai tahanan *gypsum block* dimasukkan dalam grafik kalibrasi maka diperoleh suatu persamaan resistansi tanah yang akan dipakai dalam pengukuran kadar air.

Gypsum block terdiri dari 2 jenis yaitu yang tidak memakai kawat kasa (konvensional) dan yang memakai kawat kasa pada lapisan bagian dalam seperti ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Jenis-Jenis *Gypsum Block*
Sumber : id.wikipedia.org/wiki.gypsum

METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut :

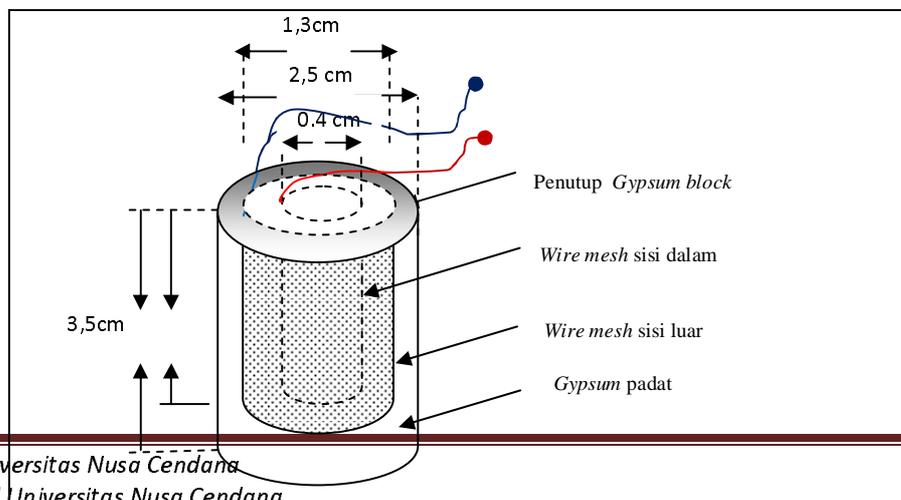
Tahap persiapan

- a. Persiapan tanah lempung
 - Pengeringan tanah.

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

- Menumbuk dan menyaring sampel hingga lolos saringan no .4.
 - Mempersiapkan alat – alat pengujian yang dibutuhkan.
- b. Persiapan pembuatan *gypsum block* :
- Menyiapkan bubuk *gypsum* sebanyak 10 gram dan air sebanyak 7.5 ml.
 - Menyiapkan kabel sepanjang 30 cm dengan kedua ujungnya telah dibuka sepanjang 2 cm.
 - Membuat aksesoris *gypsum block* berupa jaring kawat dengan bukaan 1 mm yang terdiri dari 2 buah masing-masing berdiameter 0.4 cm dan 1,3 cm, serta penutup bagian atas *gypsum block* berupa tutup plastik .
 - Ujung kabel bagian luar dihubungkan dengan jaring kawat besar dan ujung kabel disisi tengah dihubungkan dengan jaring kawat yang kecil.
 - Bubuk *gypsum* dicampur dengan air dan diaduk selama waktu kurang lebih 15 detik dalam cawan yang sudah tersedia.
 - Bubur *gypsum* yang sudah homogen dimasukkan dalam cetakan dari pipa PVC yang telah tersedia.
 - Bubur *gypsum* dibiarkan memadat selama kurang lebih 1 jam
 - Setelah 1 jam memadat cetakan dibuka, kemudian direndam dalam air destilasi selama 3 jam dengan tujuan *gypsum block* menjadi lebih kuat serta seragam.
 - *Gypsum block* yang telah direndam kemudian dikeringkan dengan kering oven selama kurang lebih 2 jam serta diukur resistansi yang terjadi.



^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

Gambar 3. Skema *Gypsum Block* yang Dipakai dalam Penelitian
Tahapan pengujian pendahuluan

Tahapan pengujian pendahuluan ini terdiri dari 2 tahapan yaitu :

a. Uji properties tanah lempung

Pada tahap ini dilakukan beberapa pengujian terhadap tanah lempung yaitu:

- Kadar air.
- *Specific gravity* (G_s).
- Batas-batas konsistensi.
- Analisis ukuran butiran.
- Uji pemadatan standar (*Standard Proctor*).

b. Uji persamaan kalibrasi

Pada tahap ini dilakukan pengujian alat *gypsum block* untuk mendapatkan persamaan resistansi yang akan dipakai pada pengujian utama (pengujian di lapangan). Tahap-tahap pengujian adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan tanah lempung yang lolos saringan No. 4
- Memasukkan tanah kedalam cetakan tanah dengan volume tertentu di mana pada penelitian ini menggunakan cetakan dari alat pemadat *Standard Proctor* dengan volume 940.3 cm^3 .
- Tanah dipadatkan dengan menggunakan penumbuk *Standard Proctor* seberat 2,5 kg dan kemudian ditimbang.
- Membuat lubang di tengah-tengah tanah dengan menggunakan pipa yang berdiameter sama dengan diameter *gypsum block* yang digunakan.
- Memasukkan *gypsum block* yang telah dikeringkan tepat di tengah-tengah tanah tersebut pada kedua sisi sampel tanah kemudian ditimbang.
- Tanah dikeluarkan dari container dengan menggunakan dongkrak agar struktur tanah tidak rusak, kemudian ditimbang serta dibungkus dengan wadah plastik agar kadar airnya tidak berubah akibat masuknya udara.

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

- Untuk mencegah masuknya udara dan berkurangnya kadar air pada saat pemeraman, maka sampel tanah disimpan di tempat yang tidak terkena sinar matahari secara langsung.
- Selama masa pemeraman, resistansi yang terjadi pada *gypsum block* akan diukur dengan multimeter setiap 24 jam hingga resistansi konstan.
- Mengkorelasikan kadar air tanah lempung dengan nilai resistansi konstan *gypsum block* dalam sebuah persamaan kalibrasi.
- Setelah resistansinya konstan, sampel tanah selanjutnya dikeringkan dengan cara dibuka bungkusannya lalu dikeringkan dengan kering udara sambil diukur resistansinya setiap 24 jam sampai kadar air tanah berkurang. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui apakah *gypsum block* masih berfungsi atau tidak.
- Sampel tanah uji dibongkar dan diukur kadar airnya dengan menggunakan *oven* untuk mengetahui apakah kadar air mengalami perubahan atau tidak.

Tahapan pengujian utama

Pada tahap ini akan dilakukan pemasangan alat uji *gypsum block* di lapangan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- *Gypsum block* yang telah dikalibrasi dan masih dalam keadaan baik ditanam dalam tanah di lokasi pengambilan sampel tanah untuk pembuatan persamaan kalibrasi yaitu di Desa Oebelo, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang, NTT.
- Proses pemasangan yaitu membuat lubang sesuai dengan diameter *gypsum block* yang akan dipasang menggunakan alat bantu yaitu linggis dengan kedalaman 50 cm.
- Setelah *gypsum block* dipasang, kemudian diukur resistansinya sampai keadaan konstan lalu disubstitusikan ke dalam persamaan kalibrasi yang telah diperoleh untuk mendapatkan nilai kadar air.
- *Gypsum block* kemudian dikeluarkan lalu diambil sampel tanah yang berdekatan dengan *gypsum block* tersebut.

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

- Sampel tanah yang diambil kemudian diukur kadar airnya dengan memakai metode *gravimetric*.
- Hasil uji dengan metode *gravimetric* kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan *gypsum block* untuk mendapatkan selisih persentase kadar air antara kedua metode tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Karakteristik Tanah

Tabel 1. Hasil Pengujian Properties Tanah Lempung

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
Persentase lolos saringan 200	80,030 %
Batas cair (LL)	63,600 %
Batas plastis (PL)	37,030 %
Batas susut (SL)	22,740%
Indeks Plastisitas (PI)	26,520 %
Berat spesifik (Gs)	2,660
Berat volume kering maksimum (γ_d), g/cm ³	1,346
Kadar air optimum (w)	30,700 %

Dari hasil pengujian seeperti pada tabel di atas maka dapat disimpulkan bahwa tanah lempung yang dipakai termasuk dalam klasifikasi OH yaitu lempung organik dengan palstisitas sedang sampai tinggi.

Pengujian Kadar Air Tanah Lempung dengan Alat *Gypsum Block* di Laboratorium

Pada pengujian ini sampel tanah yang dipakai adalah sampel tanah yang lolos ayakan no. 4 yang kemudian akan diberikan variasi penambahan kadar air yang berbeda berdasarkan uji kadar air optimum yaitu penambahan kadar air sebesar 15 %, 20 %, 30.7 % dan 40 %. Proses pemadatan pada pengujian ini mengikuti langkah-langkah proses pemadatan *standard proctor* di mana terdiri dari 3 lapis pemadatan dengan jumlah pukulan atau tumbukan tiap lapisan sebanyak 25 kali.

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

Setelah alat dipasang maka dilakukan pengukuran resistansi sampai keadaan konstan

Kadar air rencana (%)	Sampel	Kadar air akhir (%)	No. GB	Waktu (hari)						
				1	2	3	4	5	6	7
				Pembacaan Resistansi (Ω)						
15%	1	14.20	GB1	34,0	36,0	38,0	44,0	50,0	50,0	50,0
	2	13.99	GB2	34,0	40,0	42,0	44,0	45,0	48,0	48,0
	3	14.47	GB3	10,0	13,0	17,0	18,0	19,0	21,0	21,0
	4	14.59	GB4	21,0	22,0	24,0	28,0	30,0	34,0	40,0
	5	14.23	GB5	17,0	17,0	60,0	65,0	85,0	95,0	100,0
	6	18.92	GB6	15,0	16,5	16,0	16,5	18,0	20,0	21,0
	7	18.64	GB7	22,0	23,0	25,0	27,0	30,0	32,0	34,0

yang dicapai pada hari ke-7. Hasil pengukuran seperti pada Tabel 2.

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

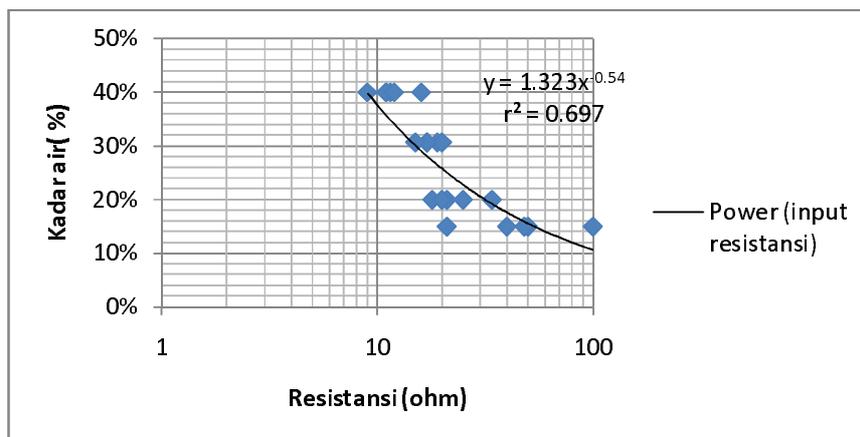
³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

20%	8	18.61	GB8	8,5	13,0	13,5	16,0	21,0	24,0	25,0
	9	18.62	GB9	12,0	13,5	15,0	15,5	16,5	17,0	18,0
	10	18.63	GB10	8,5	12,0	14,0	16,5	19,0	20,0	20,0
30.70%	11	29.63	GB11	7.5	9,0	9,5	13,0	15,0	19,0	19,0
	12	29.88	GB12	11,0	14,5	16,0	16,0	17,0	17,0	17,0
	13	29.41	GB13	5,5	9,0	14,0	15,0	18,0	19,0	20,0
	14	29.83	GB14	7,0	10,0	13,0	17,0	18,5	16,0	17,0
	15	29.57	GB15	7,5	8,0	8,5	9,0	12,0	14,0	15,0
40%	16	39.36	GB16	7,5	9,0	10,0	10,0	10,5	11,5	11,5
	17	39.24	GB17	10,0	12,0	12,0	12,0	12,5	11,0	11,0
	18	38.77	GB18	10,0	12,0	12,5	13,0	14,0	14,5	16,0
	19	38.59	GB19	6,0	6,5	7,0	8,5	9,0	9,0	9,0
	20	39.17	GB20	8,5	11,0	11,5	11,5	12,0	12,0	12,0

Tabel 2. Hasil Pembacaan Resistansi *Gypsum Block* Perhari

Berdasarkan Tabel di atas maka dapat dilihat bahwa nilai konstan resistansi tiap *gypsum block* berbeda walaupun pada kadar air yang sama. Hal ini diakibatkan oleh karakteristik *gypsum block* yang berbeda sebagai akibat dari lama pengadukan yang berpengaruh terhadap kepadatan *gypsum block*.

Kemudian selanjutnya dibuat sebuah grafik korelasi antara kadar air dan resistansi yang terjadi dengan menggunakan program *Microsoft Excel*. Pada grafik ini di ambil 20 buah sampel hasil pengujian resistansi yang akan dibuat sebuah grafik yaitu berdasarkan hasil pengujian resistansi pada hari ke-7 setelah konstan untuk memperoleh suatu persamaan kalibrasi *gypsum block*.



^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

Gambar 4. Grafik Hubungan Nilai Resistansi dengan Kadar Air Tanah untuk Pengujian 7 Hari

Dari gambar grafik korelasi di atas diperoleh persamaan $Y=1.323x^{-0.54}$ dengan nilai $r^2 = 0.697$, sehingga $r = 0.835$

di mana :

Y = Kadar air

X = Resistansi *gypsum block*

r = Koefisien korelasi

Pengujian Kadar Air Tanah Lempung dengan Alat *Gypsum Block* di Lapangan

Selanjutnya *gypsum block* yang dibuat dipasang di Desa Oebelo pada lokasi pengambilan sampel tanah. Hasil pengukuran resistansi *gypsum block* selama 7 hari ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pembacaan Resistansi *Gypsum Block* Perhari di Lapangan

No. GB	Waktu (Hari)						
	1	2	3	4	5	6	7
	Resistansi (Ω)						
1	400	95	32	29	21	20	20
2	200	80	28	26	20	20	20
3	300	90	25	24	21	21	21
4	180	65	36	35	20	19	19
5	190	75	24	24	20	20	20
6	400	90	32	31	21	21	21
7	500	75	28	28	20	19	19
8	400	80	30	29	20	19	19

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

9	300	65	26	26	19	18	18
10	500	75	28	26	20	20	20

Hasil pengukuran resistansi kemudian di substitusikan ke dalam persamaan kalibrasi yang telah diperoleh kemudian dibandingkan dengan metode *gravimetric*, Hasilnya seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Persentase Kadar Air antara *Gypsum Block* dan Metode *gravimetric*

No. <i>gypsum block</i>	Kadar air dengan menggunakan persamaan resistansi (%)	Kadar air dengan metode <i>oven</i> (%)	Selisih (%)
A	26,24%	25,30%	0,94%
B	26,24%	25,30%	0,94%
C	25,56%	25,30%	0,26%
D	26,98%	25,30%	1,68%
E	26,24%	25,26%	0,98%
F	25,56%	25,30%	0,26%
G	26,98%	25,39%	1,59%
H	26,98%	25,26%	1,72%
I	27,78%	25,22%	2,56%
J	26,24%	25,39%	0,85%

KESIMPULAN

Melalui hasil pengujian dan pengolahan data yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian maka tanah lempung dari Desa Oebelo, Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang, Propinsi NTT termasuk klasifikasi OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi dan juga penelitian menggunakan alat *gypsum block* menghasilkan persamaan kalibrasi *gypsum block* untuk lama pengukuran 7 hari (resistansi konstan) yaitu $Y=1.323x^{-0.54}$.

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

2. Koefisien korelasi yang diperoleh dari hasil penelitian adalah untuk lama pengukuran 7 hari $r = 0.835$.
3. Perbandingan antara hasil uji kadar air di lapangan dengan metode *gravimetric* menghasilkan perbedaan kadar air yang tidak terlalu besar yaitu antara 0.26% sampai 2.56% sehingga disimpulkan bahwa *gypsum block* yang dibuat dapat dipakai sebagai alat pengukur kadar air tanah lempung.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J, Hainim, J, 1984. *Sifat-Sifat Fisik dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Erlangga, Jakarta
- Das, B.M 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Erlangga, Jakarta
- Hardiyatmo, H.C., 2006, *Mekanika Tanah I*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Keyhani, A, 2001, *Development of Mini Gypsum Block for Soil Moisture Measurement and Their Calibration to Compensate for Temperature*
- Setianto, Y.C, 2008, *Pengukuran Kadar Air dengan Menggunakan Gypsum Block*, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta
- Sir, T.M. 2010, *Pengaruh Variasi Volume Contoh Tanah Terhadap Pengukuran Kadar Air Tanah Dengan Menggunakan Gypsum Block*, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.
- Sosrodarsono, S, Nakazawa, K 1980, *Mekanika Tanah dan Teknik Fondasi*, Pradnya Paramita, Jakarta

^{1,2)}Dosen Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana