

PENENTUAN *SOIL-WATER CHARACTERISTIC CURVE* PADA TANAH DI LOKASI LERENG RUAS JALAN BANJARNEGARA-WANAYASA BERDASARKAN *SOFTWARE SOILVISION 4.23*

Reny Rochmawati

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sistem Informasi, Universitas Yapis Papua
Jl. Sam Ratulangi No.11 Dok V Atas, Jayapura, Papua
rochmawatireny@rocketmail.com

Abstrak

*Kabupaten Banjarnegara berada pada ketinggian 100 -500 m dpl, dengan kemiringan lahan bervariasi antara 15 -40 %. Lereng di sepanjang ruas jalan Banjarnegara-Wanayasa ini rentan terhadap bahaya longsor, oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik tanah pada lokasi tersebut. Penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel tanah di lapangan kemudian dilakukan pengujian di laboratorium. Penelitian yang dilakukan adalah pengukuran nilai *matric suction* dan kadar air volumetrik tanah di lapangan dengan alat uji *Irrrometer tensiometer* dan *Soil Moisture Sensors EC-5 Decagon Devices* untuk mengetahui hubungan antara *matric suction* dan kadar air lapangan. Hasil uji penelitian ini berupa kurva yang menggambarkan hubungan *matric suction* dengan kadar air lapangan yang dikenal sebagai *soil-water characteristic curve (SWCC)*. Berdasarkan hasil uji distribusi ukuran butir, dilakukan estimasi dan fitting *SWCC* pada *software SoilVision 4.23*.*

Kata kunci: *Soil-Water Characteristic Curve, SoilVision, Lereng*

PENDAHULUAN

Karakteristik daerah Kecamatan Karangkoobar merupakan daerah pegunungan dengan relief bergelombang dan curam. Ketinggian pada Kabupaten Banjarnegara bervariasi antara ketinggian 100 - 500 m dpl karena letaknya yang berada pada jalur pegunungan, ketinggian tersebut mencakup 37,04 % luas wilayah Kabupaten Banjarnegara. Apabila ditinjau dari kemiringan lahan maka Kecamatan Karangkoobar berada diatas 15 – 40 % (untuk kelerengan). Berdasarkan gambaran umum tersebut dapat dimaklumi apabila wilayah karangkoobar sering terjadi bencana longsor.

Pengujian yang dilakukan adalah dengan menginstal alat *Irrrometer tensiometer* yang dapat mengukur nilai *matric suction* tanah. Hasil pembacaan data dapat direkam dan diunduh dengan menggunakan alat *data logger*, sehingga memudahkan dalam menganalisa data. Dari hasil pengujian dapat diperkirakan *soil-water characteristic curve (SWCC)* tanah dengan *software SoilVision*. Dengan mengetahui *SWCC* tanah, dapat diperkirakan nilai koefisien permeabilitas tanah sesuai dengan kecenderungan kadar air pada lokasi penelitian. Hasil pengujian ini diharapkan dapat membantu dalam menangani masalah longsor yang sering terjadi di daerah Karangkoobar.

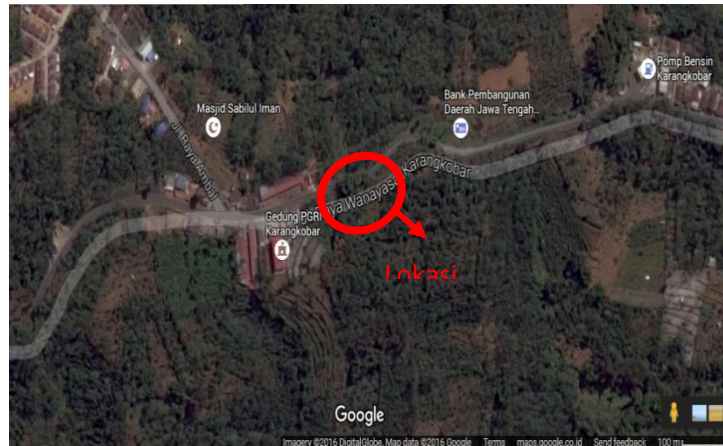
Pemicu terjadinya longsor salah satunya yaitu tanah dalam kondisi yang jenuh sehingga kuat geser tanah menjadi turun, dimana tekanan air pori negatif berkurang hingga nol pada saat jenuh sempurna dan berubah menjadi tekanan air pori positif pada tanah yang berada dibawah muka air tanah (Hardiyatmo, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur nilai *matric suction* dengan *Irrrometer Tensiometer* kemudian dianalisis untuk menentukan *soil-water characteristic curve (SWCC)* dan koefisien permeabilitas berdasarkan estimasi pada *software SoilVision 4.23*. dan diharapkan dapat memberikan hasil berupa gambaran pengaruh perubahan *volumetric water content* terhadap nilai *matric suction* yang ditampilkan pada grafik. Atau secara umum mengetahui korelasi antara jumlah kadar air dalam tanah terhadap daya hisap tanah.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah lereng yang terletak di Pos VII KM 77+000 Ruas Jalan Banjarnegara – Wanayasa, kecamatan Karangkoobar, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1: Lokasi penelitian berdasarkan google map

Lereng penelitian berada di sebelah kanan jalan apabila dilalui dari arah Jemblung. Jalan ini merupakan jalan utama lalu lintas penghubung antara Kecamatan Wanayasa dan Kecamatan Banjarnegara.

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini dirinci dalam Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1 : Data Penelitian

Data	Jenis	Sumber
Dokumentasi	Primer dan Sekunder	Survey Lapangan dan UPT Binamarga Wobosobo
Data Topografi	Sekunder	Pelaksana Lapangan
Data Uji Laboratorium	Primer dan Sekunder	Uji Lab dan Pelaksana Lapangan
Data Uji Lapangan	Sekunder	Pelaksana Lapangan

Data primer dan sekunder yang telah diperoleh tersebut kemudian digunakan untuk proses analisis.

Prosedur Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Lapangan

Pengujian di lapangan dilakukan dengan menggunakan bor tangan untuk mendapatkan sampel yang akan digunakan pada pengujian di laboratorium. Pengambilan sampel tanah di lapangan diambil sebanyak dua titik yang dianggap dapat mewakili kondisi tanah di lokasi penelitian

2. Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium bertujuan untuk melengkapi data sekunder dari penelitian maupun referensi yang didapatkan sebelumnya. Berikut adalah pengujian laboratorium yang dilakukan :

a. Pengujian indeks properties tanah.

Pengujian properties tanah yang dilakukan adalah kadar air tanah (ASTM D 2216-98), *Specific gravity* : ASTM D 854-02, distribusi ukuran butir (ASTM D 1140-00 dan ASTM D 422-63).

b. Pengujian *matric suction*

Pengujian ini dilakukan dengan sampel tanah yang sudah diambil dari lokasi penelitian. Sampel yang digunakan berupa tanah *undisturb* dengan kondisi asli lapangan, kemudian alat sensor *decagon*, pipa parameter dan *tensiometer* dipasang dan ditancapkan sedekat mungkin dari pipa parameter *constant discharge* untuk membaca perubahan nilai *matric suction* terhadap perubahan nilai *volumetric water content*. Dan sensor *decagon* dipasang

secara vertikal pada sisi pipa parameter *constant discharge* dan di dekat alat *tensiometer* dengan jarak yang sama dari sisi pipa parameter.

3. *Plotting* data pengujian, *fitting* dan estimasi *soil water characteristic curve* pada *software SoilVision 4.23*

Setelah dilakukan pengujian di laboratorium, dilakukan *fitting* dan estimasi pada *software SoilVision 4.23*. Data pengujian properties tanah yang telah dilakukan di laboratorium diinput pada *SoilVision* untuk menentukan karakteristik tanah. *Software SoilVision* memiliki lebih dari 3000 sampel tanah dengan berbagai macam jenis dan karakteristik, dari data properties tanah yang dimasukkan *Software SoilVision* dapat menampilkan estimasi *soil water characteristic curve* tanah berdasarkan persamaan-persamaan estimasi SWCC yang tersedia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium dilakukan untuk mendapatkan data-data primer yang dibutuhkan dalam analisis penelitian ini. Berikut adalah hasil dari pengujian laboratorium yang telah dilakukan.

1. Pengujian indeks properties tanah

Adapun hasil dari pengujian indeks properties tanah adalah sebagai berikut :

- a. Lanau kelempungan

Pada lapisan pertama ini mempunyai tipe lanau kelempungan dengan sedikit pasir sangat lunak sampai lunak berwarna coklat, mempunyai *Spesific Gravity Of Solid* (Gs) 2.59, *Water Content* (w) 82.77 %, *Void Ratio* (e) 1.96, *Porosity* (n) 66.25 %. Sedangkan untuk parameter uji geser langsung diperoleh nilai kohesi (c) 12.74 kPa dan sudut gesek dalam (ϕ) 10°.

- b. Lempung Kelanauan

Pada lapisan kedua ini mempunyai tipe lempung kelanauan dengan sedikit pasir, lunak dan berwarna coklat kemerahan. Mempunyai *Spesific Gravity Of Solid* (Gs) 2.60, *Water Content* (w) 73.30 %, *Void Ratio* (e) 1.81, *Porosity* (n) 64.52 %. Sedangkan untuk parameter uji geser langsung diperoleh nilai kohesi (c) 19.61 kPa dan sudut gesek dalam (ϕ) 12°.

- c. Lempung Kepasiran

Pada lapisan ketiga ini mempunyai tipe lempung kepasiran kaku sampai sangat kaku dengan warna coklat tua. Mempunyai *Spesific Gravity Of Solid* (Gs) 2.62, *Water Content* (w) 55.00 %, *Void Ratio* (e) 1.49, *Porosity* (n) 59.96 %. Sedangkan untuk parameter uji geser langsung diperoleh nilai kohesi (c) 24.51 kPa dan sudut gesek dalam (ϕ) 18°.

2. Pengujian *matric suction*

Pengukuran dilakukan pada sampel tanah *undisturbed* yang diambil dari lokasi penelitian, seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2: Pengujian *matric suction* di laboratorium



Gambar 3: Pembacaan kadar air pada alat *Watermark Data Logger*

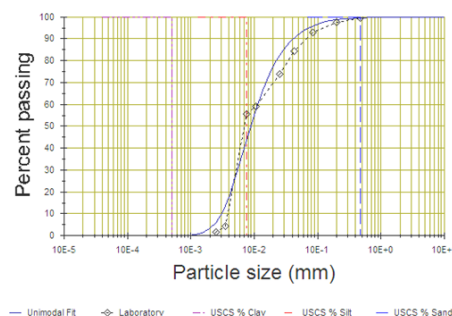
Adapun hasil pengujian *matric suction* dengan menggunakan alat *tensiometer* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 2 : Hasil pengujian *matric suction* dengan alat *tensiometer*

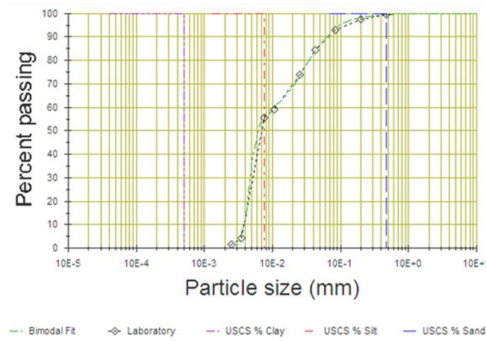
θ (VWCC)			Kadar Air (W)	Matric Suction (U_a-U_w)
Pengukuran	Kalibrasi			
$\text{cm}^3 / \text{cm}^3$	$\text{cm}^3 / \text{cm}^3$	%	%	kPa
0.507	0.448	58.450	148.000	5
0.489	0.449	57.960	123.802	5
0.501	0.443	57.960	123.802	9
0.515	0.447	57.870	123.610	10
0.479	0.432	57.870	123.610	11
0.476	0.424	53.110	113.443	14
0.228	0.421	53.110	113.443	14
0.226	0.183	52.620	112.396	14
0.231	0.186	14.870	31.762	83
0.231	0.186	15.690	33.514	84

3. *Fitting* Distribusi Ukuran Butir dengan *SoilVision*

Program *SoilVision* dapat menampilkan grafik distribusi ukuran butir berdasarkan data hasil pengujian ukuran butir yang telah dilakukan. *Fitting* dengan *SoilVision* memiliki dua model persamaan, yaitu persamaan *unimodal* dan persamaan *bimodal*. Persamaan *unimodal* digunakan untuk *fitting* distribusi tunggal sedangkan persamaan *bimodal* untuk *fitting* distribusi ganda. Adapun grafik *fitting* distribusi ukuran butir pada *SoilVision* seperti pada Gambar 4 dan 5. Pada Gambar 4, menunjukkan persamaan *unimodal* mempunyai *output error* (R^2) dari *SoilVision* sebesar 0.9789 dan Gambar 5, persamaan *bimodal* mempunyai *output error* (R^2) sebesar 0.9984.



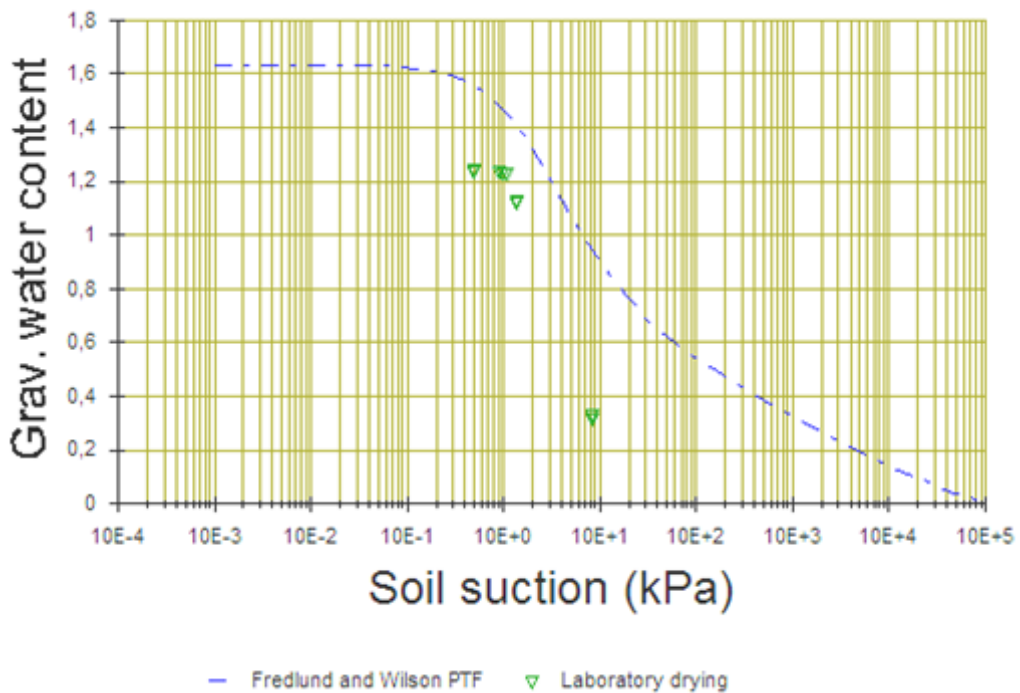
Gambar 4 : *Fitting* grafik *unimodal* pada *SoilVision*



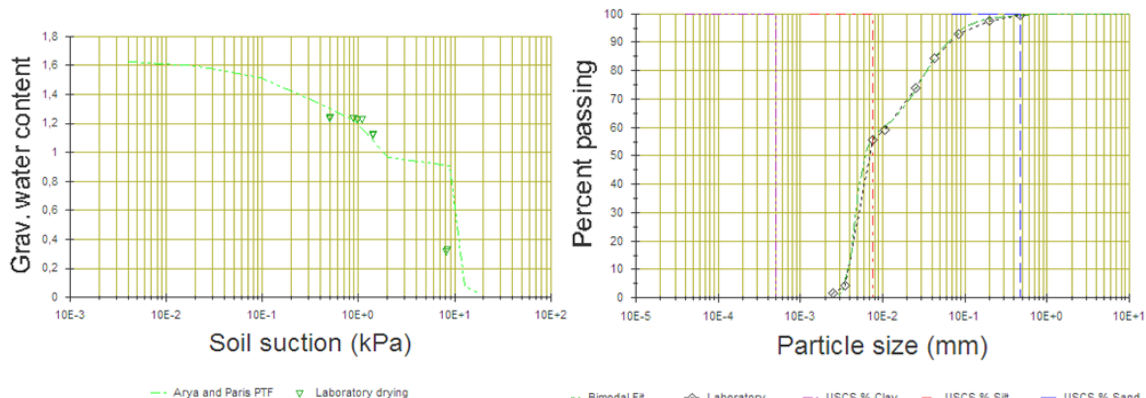
Gambar 5 : Fitting grafik bimodal pada SoilVision

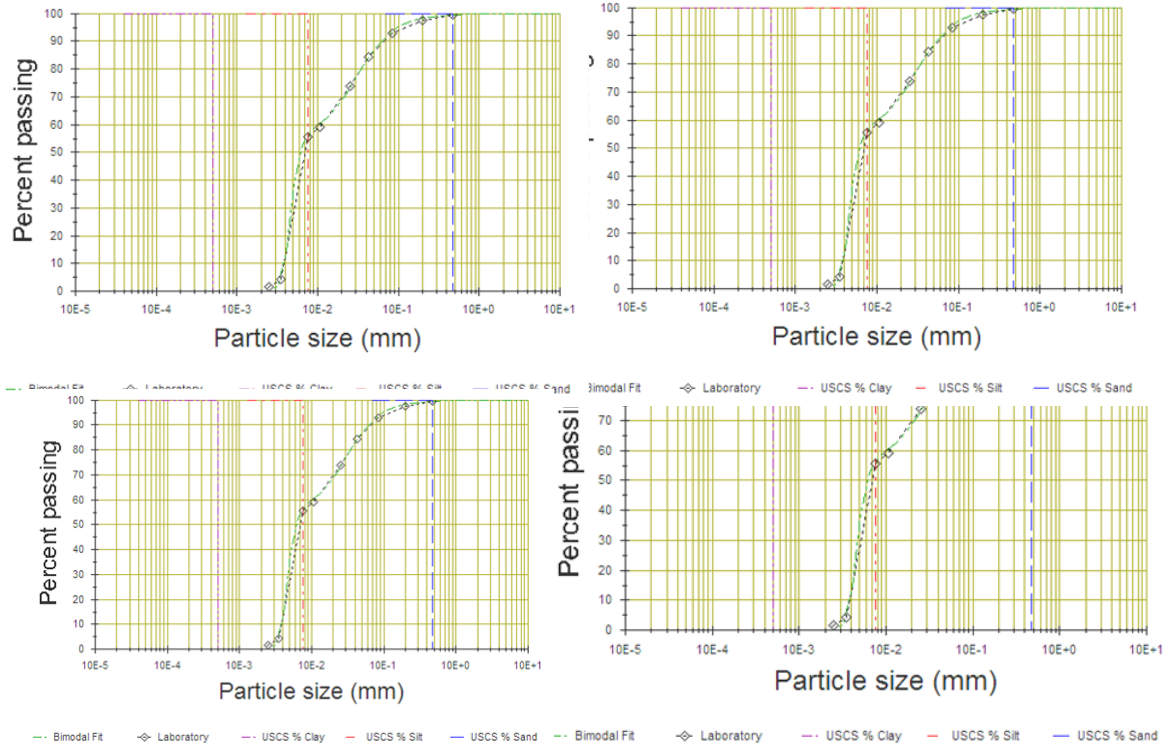
4. Estimasi dan fitting SWCC dengan SoilVision

Setelah melakukan pengujian *matric suction* dan uji *properties* tanah sebagai data dasar di laboratorium kemudian dilakukan estimasi dan fitting SWCC. Pada *software SoilVision* tanah dapat dikalkulasi dengan menggunakan persamaan-persamaan yang terdapat didalamnya dengan memasukkan data tersebut. Pertama dilakukan estimasi nilai SWCC dengan *SoilVision* dimana terdapat 5 metode yaitu metode Fredlund and Wilson PTF (Gambar 6), Arya and Paris PTF (Gambar 7), Aubertin PTF (Gambar 8), Vereecken PTF (Gambar 9) dan Scheinost PTF (Gambar 10).

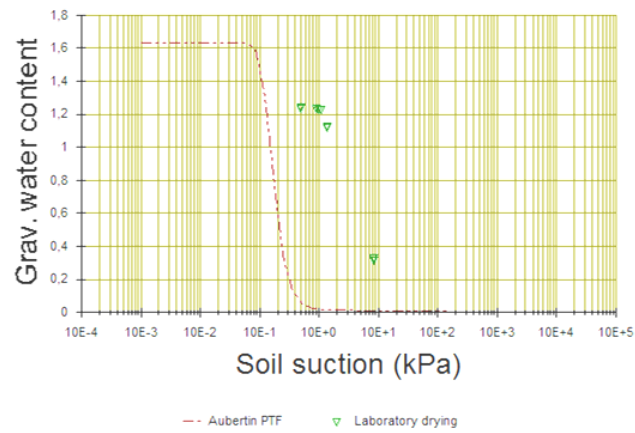


Gambar 6 : Estimasi metode Fredlund and Wilson PTF

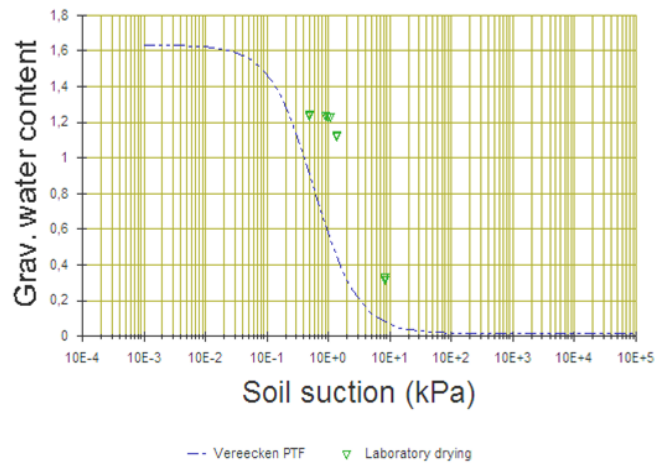




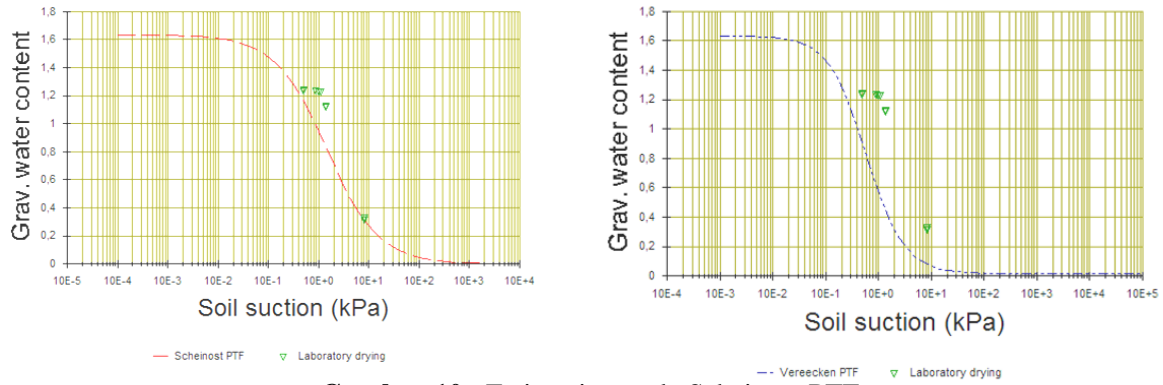
Gambar 7 : Estimasi metode Arya and Paris PTF



Gambar 8 : Estimasi metode Aubertin PTF

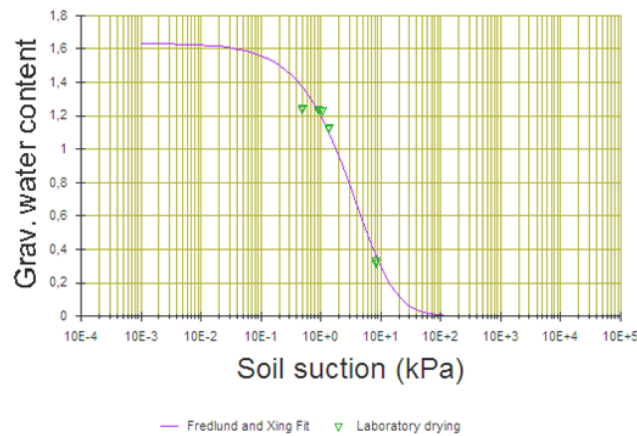


Gambar 9 : Estimasi metode Fredlund and Wilson PTF

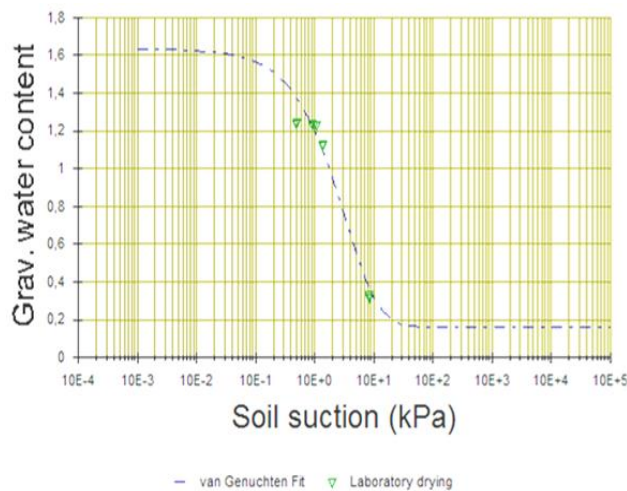


Gambar 10 : Estimasi metode Scheinost PTF

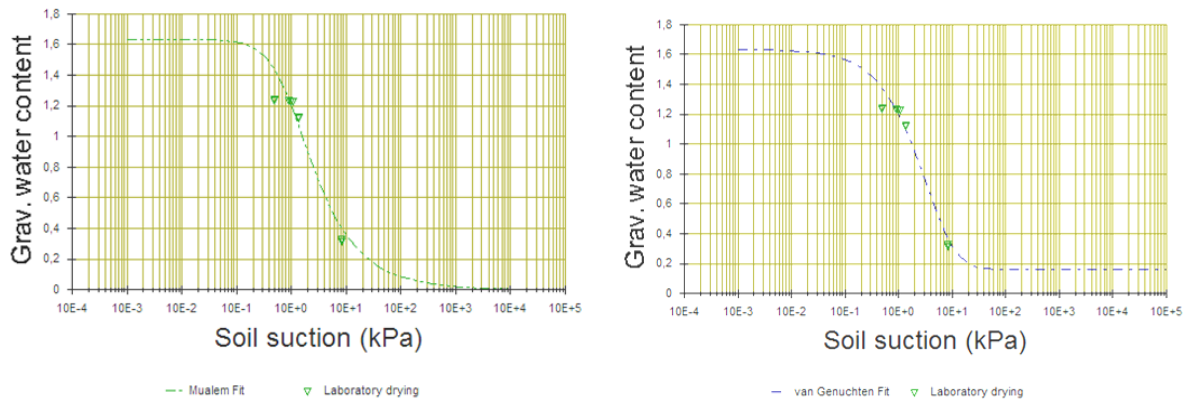
Berdasarkan hasil estimasi yang diperoleh dari 5 metode tersebut hanya 2 metode yang mendekati *trendline* dari masing-masing metode yaitu Arya and Paris PTF dan Scheinost PTF. Metode yang ditunjukkan pada Gambar 10 mempunyai nilai *error* (R^2) sebesar 0.4274 sedangkan pada Gambar 10 mempunyai nilai *error* (R^2) sebesar -0.2431. Hasil estimasi ini kurang sesuai sehingga perlu dilakukan *fitting* dengan *input* data yang sama seperti yang telah dilakukan pada estimasi. Data hasil pengujian *matric suction* tersebut kemudian digunakan sebagai data *fitting* SWCC dengan menggunakan *Software* SoilVision sehingga diperoleh kurva SWCC seperti pada Gambar 11, Gambar 12 dan Gambar 13. Metode yang digunakan yaitu metode Fredlund and Xing, Van Genuchten dan Mualem.



Gambar 11 : *Fitting* metode Fredlund and Xing



Gambar 12 : *Fitting* metode Van Genuchten



Gambar 13 : *Fitting* metode Mualem

Pada gambar tersebut terlihat model *fitting* SWCC secara umum mendekati hasil pengujian laboratorium. Hasil *fitting* metode Fredlund and Xing menunjukkan nilai *error* (R^2) sebesar 0.9644 sedangkan metode Van Genuchten nilai *error* (R^2) sebesar 0.9602 dan metode Mualem sebesar 0.9124. Dari ketiga metode tersebut dipilih *fitting* metode Fredlund and Xing yang paling sesuai karena menunjukkan nilai *koefisien determinasi* yang lebih tinggi dibandingkan yang lainnya.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil-hasil pengujian dan analisis, maka dapat diberikan simpulan bahwa pengukuran nilai *matric suction* dengan alat *Irrrometer tensiometer* cukup efektif karena hasil bacaan alat cukup akurat dan praktis. Perubahan nilai kadar air menyebabkan perubahan pada nilai *matric suction* dan koefisien permeabilitas tanah. *Fitting soil-water characteristic curve* yang paling mendekati hasil pengujian di laboratorium ialah dengan persamaan Fredlund dan Xing sebesar (R^2) = 0,9644.

Sebaiknya untuk peneliti berikutnya bisa membuat perbandingan dengan menggunakan alat yang lain sehingga dapat dibandingkan hasilnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Fredlund, D. G., and Morgenstern, N. R., 1997, Stress State Variables for Unsaturated Soils, Journal of Geotechnical Engineering Division, Proceeding, American Society of Civil Engineering (GTS), 103 : 447 – 466. Hardiyatmo, H.C., 2012, Tanah Longsor dan Erosi, Kejadian dan Penanganan, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hasrullah, 2009, Studi Pengaruh Infiltrasi Air Hujan Terhadap Kestabilan Lereng, Jurnal Ilmu-ilmu Teknik – Sistem, Vol 5 No. 2 : 1-13.
- Leroueil, S., Hight, D., 2003, Characteritiation and Engineering Properties of Natural Soil, Proceeding of the International Workshop, Singapura : 170 – 192.
- Putri, F. A. 2015. Penentuan Soil-Water Characteristic Curve Tanah Berpasir Berdasarkan Alat Tensiometer dan Software SoilVision 4.23. Yogyakarta: Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada.
- Wesley, D, Laurence. 2012, Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan & Residu, Penerbit Andi, Yogyakarta.