

PENGARUH ABU AMPAS TEBU PADA PERUBAHAN PERSENTASE PENGEMBANGAN TANAH LEMPUNG TANON

Nafisah Umri Ukroi¹⁾, Noegroho Djarwanti²⁾, Niken Silmi Surjandari³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

^{2), 3)}Dosen Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126, Telp 0271-634524. Email : ukroi26@gmail.com

Abstract

This study used bagasse ash as a soil stabilization material. Utilization of bagasse ash is expected to reduce shrinkage and swelling properties of soil, reducing sugar mills waste and increase the economic value of bagasse ash. The swelling percentage was conducted by oedometer with seating pressure of 1-2 kPa with various proportion 0%, 5%, 10%, 15% and 20% of the dry weight of the soil. Swelling percentages test result the addition optimum of bagasse ash is 15%. Seen from the graph the percentage relation of bagasse ash addition to the swelling percentage, the pattern of the test result seemed close to Muntohar, Nayak and Christensen models.

Keywords: Clay of Tanon, Bagasse Ash, Swelling Percentage

Abstrak

Penelitian ini menggunakan abu ampas tebu sebagai bahan stabilisasi tanah. Pemanfaatan abu ampas tebu diharapkan dapat mengurangi sifat kembang susut tanah, mengurangi limbah pabrik gula dan meningkatkan nilai ekonomis abu ampas tebu. Pengujian persentase pengembangan menggunakan oedometer pada tekanan penyeimbang sebesar 1-2 kPa dengan variasi campuran 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat kering tanah. Hasil pengujian persentase pengembangan didapatkan bahwa penambahan abu ampas tebu optimum sebesar 15%. Dilihat dari grafik hubungan persentase penambahan abu ampas tebu dengan persentase pengembangan, pola grafik mendekati model Muntohar serta Nayak dan Christensen.

Kata Kunci: Tanah Lempung Tanon, Abu Ampas Tebu, Persentase Pengembangan

PENDAHULUAN

Terzaghi dan Peck (1967) tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan sub mikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Permasalahan yang sering timbul pada tanah lempung yaitu kembang susut yang besar, mengembang pada musim hujan dan menyusut pada musim kemarau. Kerugian yang ditimbulkan dari pengembangan tanah antara lain pengembangan (*heave*) dan retak (*cracking*) pada permukaan jalan raya, kelebihan tegangan lateral pada dinding penahan tanah, *heave* dan *buckling* pada *slab* lantai, *heave* dan *buckling* pada dinding penahan, berkurangnya daya dukung dan kuat geser tanah.

Sifat-sifat lempung sangat dipengaruhi oleh oleh mineral penyusunnya. (Bowles, 1984). Ada tiga tipe utama mineral tanah lempung yaitu: Kaolinit (*Kaolinite*), Illite (*Illite*), Montmorilonit (*Montmorillonite*). Tanah lempung yang mengandung mineral montmorilonit memiliki potensi kembang susut yang besar akibat perubahan kadar air di lapangan pada perubahan musim.

Tanah berbutir halus khususnya tanah lempung akan banyak di pengaruhi oleh air. Semakin luas permukaan lempung (*specific surface*) tentunya semakin banyak air yang diserap. Proses mengembang (*swelling*), kebalikan dari konsolidasi, adalah bertambahnya volume tanah secara perlahan-lahan akibat tekanan air pori yang berlebihan negatif, (Craig, 1987). Pengembangan bebas yaitu persentase pengangkatan akibat penyerapan air pada tekanan penyeimbang σ_{sc} . Tekanan penyeimbang atau *seating pressure* merupakan besarnya tekanan atau beban yang diberikan agar sistem yang menekan pada permukaan benda uji betul-betul duduk pada tempatnya. Biasanya beban yang diberikan sebesar 1-2 kPa. (SNI 6424:2008)

Departemen Pekerjaan Umum (2005) Tanah ekspansif memiliki karakteristik yang berbeda dengan jenis tanah pada umumnya, yaitu sebagai berikut :

a. Mineral lempung

Mineral lempung yang menyebabkan perubahan volume umumnya mengandung montmorillonite atau vermiculite, sedangkan illite dan kaolinite dapat bersifat ekspansif bila ukuran partikelnya sangat halus.

b. Kimia tanah

Meningkatnya konsentrasi kation dan bertambahnya tinggi valensi kation dapat menghambat pengembangan tanah. Sebagai contoh kation Mg^{++} akan memberikan pengembangan yang lebih kecil dibandingkan Na^{+} .

c. Plastisitas

Tanah dengan indeks plastisitas dan batas cair yang tinggi mempunyai potensi untuk mengembang yang lebih besar.

d. Struktur tanah

Tanah lempung yang berflokulasi cenderung bersifat lebih ekspansif dibandingkan dengan yang terdispersi.

e. Berat isi kering

Tanah yang mempunyai berat isi kering yang tinggi menunjukkan jarak antara partikel yang kecil, hal ini berarti gaya tolak yang besar dan potensi pengembangan tinggi.

Chen (1975) dalam (Das, 1985) berpendapat bahwa potensi mengembang tanah ekspansif sangat erat hubungannya dengan indeks plastisitas sehingga Chen membuat klasifikasi potensi pengembangan pada tanah lempung berdasarkan indeks plastisitas. Hubungan indeks plastisitas dengan potensial pengembangan dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hubungan indeks mengembang dengan indeks plastisitas (Chen, 1975 dalam Das 1985)

Plasticity Index (%)	Swelling Potential
0 – 15	Low
10 - 15	Medium
20 - 35	High
>35	Very High

Seed et al (1962) membuat hubungan antara potensi pengembangan dengan derajat pengembangan sebagaimana terlihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Klasifikasi derajat ekspansif (Seed et al, 1962 dalam Das, 1985)

Swelling Potential (%)	Swelling Degree
0 - 1,5	Low
1,5 - 5	Medium
5 – 25	High
>25	Very High

Abu ampas tebu (AAT) merupakan sisa pembakaran ampas tebu yang digunakan dalam proses pengolahan tebu. Haryono dan Sudjatmiko (2011) dalam Puri (2012) *silika oksida* (SiO₂) yang terdapat pada abu ampas tebu berbentuk *amorf*, yaitu suatu padatan dengan susunan partikel yang tidak teratur atau tidak berbentuk. Namun, ada juga yang memiliki keteraturan sebagian, tetapi terbatas dan tidak muncul di sebagian padatan, sehingga dari perbandingan – perbandingan tersebut dapat disimpulkan bahwa abu ampas tebu memenuhi persyaratan sebagai stabilisator yang bersifat *pozzolan*. Abu ampas tebu dalam kondisi kering berfungsi sebagai *filler* yang mengisi rongga-rongga di antara butiran tanah. Perbandingan unsur kimia yang terkandung di dalam abu ampas tebu dengan *pozzolan* lainnya dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Perbandingan unsur-unsur kimia dalam abu ampas tebu dengan *pozzolan* lainnya (Haryono & Sudjatmiko, 2011) dalam Puri (2012)

No	Unsur Kimia	Semen	Abu sekam padi	Blast furnace slag	Trass	Silica fume	Abu ampas tebu
1	SiO ₂	20	86,55	35,85	25,71	75,54	86,2
2	Al ₂ O ₃	6	0,41	20,04	20,04	1	2,26
3	Fe ₂ O ₃	3	0,28	1,46	1,46	2	1,52
4	CaO	63	0,46	3,43	3,43	1,5	5,12
5	MgO	1,5	0,36	0,7	0,7	0,7	1,27
6	Na ₂ O	1	0,09	-	-	-	0,17
7	K ₂ O	-	1,29	-	-	-	2,08
8	MnO	-	0,14	-	-	-	0,09
9	TiO ₂	-	-	-	-	-	0,14
10	P ₂ O ₅	-	0,5	-	-	-	0,92
11	HD	2	9,76	-	-	0,74	0,12

Penelitian ini memakai dasar penelitian Wiqoyah (2006) yang melakukan uji *swelling potential* pada tanah lempung Tanon dengan bahan tambah kapur. Penelitian ini menggunakan uji mengembang bebas (*free swell*) seperti pengujian yang dilakukan Yuliet (2007) dengan bahan tambah abu ampas tebu. Abu ampas tebu merupakan *pozzolan* sesuai penelitian yang dilakukan oleh Haryono dan Sudjatmiko (2011). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya persentase penambahan abu ampas abu optimum ditinjau dari persentase pengembangan serta membandingkan persentase pengembangan hasil pengujian laboratorium dengan perhitungan dengan rumus empiris Seed (1962), Chen (1975), Nayak dan Christensen (1974), dan Muntohar (2006).

METODE

Penelitian ini dilakukan beberapa pengujian antara lain:

1. Uji Indeks Properties
2. Uji Penentuan Klasifikasi
3. Uji Mineralogi dengan Defraksi Sinar X (XRD)
4. Uji Komposisi Kimia abu ampas tebu dengan *X-ray fluorescence* (XRF)
5. Uji *Standard Proctor*
6. Pengujian persentase mengembang (*Swelling Percentage*) sesuai SNI 6424:2008

Tahap – tahap penelitian sebagai berikut:

Tahap I Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanah dilakukan di Desa Jono, Tanon, Sragen dalam keadaan terganggu (*disturbed*) pada kedalaman 50 – 100 cm di bawah permukaan tanah asli. Sampel abu ampas tebu diambil dari pabrik gula Mojo, Sragen.

Tahap II Pengujian Karakteristik Sampel

Pengujian sifat-sifat fisis tanah desa Jono, Tanon, Sragen serta kandungan komposisi kimia abu ampas tebu . Pengujian yang dilakukan meliputi :

- a. *Water contains* (ASTM D 4643-93), untuk mengetahui kadar air tanah.
- b. *Bulk density* (ASTM D 6111-03), untuk mengetahui berat isi tanah basah.
- c. *Specific gravity* (ASTM D 854-92), untuk mengetahui berat jenis butiran tanah.
- d. *Grain size analysis* (ASTM D 422-63), untuk mengetahui distribusi ukuran butiran tanah.
- e. *Atterberg limit* (ASTM D 4318–95a), untuk mengetahui batas-batas konsistensi tanah (batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas).
- f. Pengujian defraksi sinar X (XRD) untuk mengetahui mineral-mineral penyusun tanah.
- g. Pengujian komposisi kimia abu ampas tebu dengan XRF (*X-ray fluorescence*)

Tahap III Pengujian *Standard Proctor*

Pengujian *standard Proctor* dilakukan dengan variasi penambahan abu ampas tebu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat sampel tanah kering. Hasil pengujian kemudian diplot pada grafik hubungan antara kepadatan kering dengan kadar air untuk mendapatkan nilai kadar air optimum (w_{opt}) . Kondisi ini dijadikan sebagai standar kepadatan masing-masing sampel untuk pengujian potensi mengembang.

Campuran tanah lempung Tanon dengan abu ampas tebu pada variasi penambahan 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% juga dilakukan pengujian fraksi lempung dan *Atterberg limit*. Hasil pengujian selanjutnya digunakan untuk menghitung persentase pengembangan dengan rumus empiris.

Tahap IV Pengujian Persentase Pengembangan

Sampel disiapkan berdasarkan kadar air optimum (w_{opt}) dan berat isi kering (γ_{dmax}) dari hasil pengujian pemadatan (*standard Proctor*). Pengujian presentase mengembang menggunakan tekanan penyeimbang (σ_{se}) sebesar 1-2 kPa. Dalam waktu 5 menit sejak pemberian tekanan penyeimbang tersebut, arloji ukur deformasi diatur sebagai pembacaan awal atau pembacaan nol. Setelah pembacaan deformasi awal dicatat, benda uji digenangi dengan air dan dicatat deformasi pada interval waktu yang telah ditentukan, yaitu 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 15,0 dan 30 menit dan kemudian diteruskan pada 1; 2; 4; 8; 24; 48 dan 72 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian properties tanah Tanon menunjukkan bahwa kadar air *natural* (w_n) 53,87%, *Specific Gravity* (G_s) sebesar 2,62 dan berat isi basah (γ_b) sebesar 1,42 gr/cm³. Tanah Tanon merupakan tanah berbutir halus dengan persentase lolos saringan no.200 sebesar 96,23%. Hasil pengujian *Atterberg limit* didapatkan batas cair (LL) sebesar 87,35% dan indeks plastisitas (IP) sebesar 53,98%. Berdasarkan klasifikasi USCS yang dimodifikasi ASTM tanah

Tanon termasuk golongan lempung berplastisitas tinggi (CH). Hasil pengujian XRD tanah lempung Tanon mengandung mineral montmorilonit, hal ini terlihat pada kemunculan puncak utama pada sudut 5,828 °. Hasil pengujian XRF menunjukkan bahwa kandungan utama dari abu ampas tebu yaitu SiO₂ sebesar 67,33% dan CaO sebesar 12,51%.

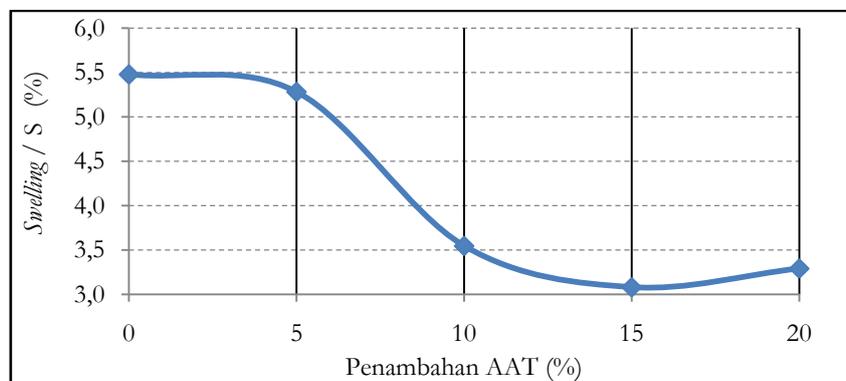
Pengujian fraksi lempung pada campuran tanah lempung Tanon dan abu ampas tebu dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% menunjukkan adanya pengurangan persentase fraksi lempung. Persentase fraksi lempung pada tanah asli sebesar 96,23% berkurang menjadi 75,60% pada penambahan abu ampas tebu sebesar 20%. Hasil pengujian *Atterberg limit* menunjukkan bahwa penambahan abu ampas tebu optimum sebesar 10% dan indeks plastisitas berkurang dari 53,98% menjadi 39,27%.

Hasil pengujian *standard Proctor* pada campuran tanah lempung Tanon dengan abu ampas tebu menunjukkan adanya peningkatan kepadatan tanah. Hal ini terlihat pada penurunan nilai kadar air optimum (w_{opt}), angka pori (e) dan porositas (n) serta peningkatan berat isi basah (γ_b) dan berat isi kering (γ_d). Penambahan abu ampas tebu optimum dari hasil pengujian *standard Proctor* sebesar 20% dari berat kering tanah. Dengan demikian abu ampas tebu berfungsi sebagai *filler* yang mengisi rongga – rongga antar butiran tanah sehingga kepadatan tanah meningkat.

Hasil pengujian persentase pengembangan yang didapatkan dari *free swell* dengan oedometer pada variasi penambahan abu ampas tebu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% seperti ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 1 dibawah ini.

Tabel 4. Hubungan penambahan AAT dengan persentase pengembangan

Penambahan AAT (%)	Swelling / S (%)
0	5,48
5	5,28
10	3,54
15	3,08
20	3,29



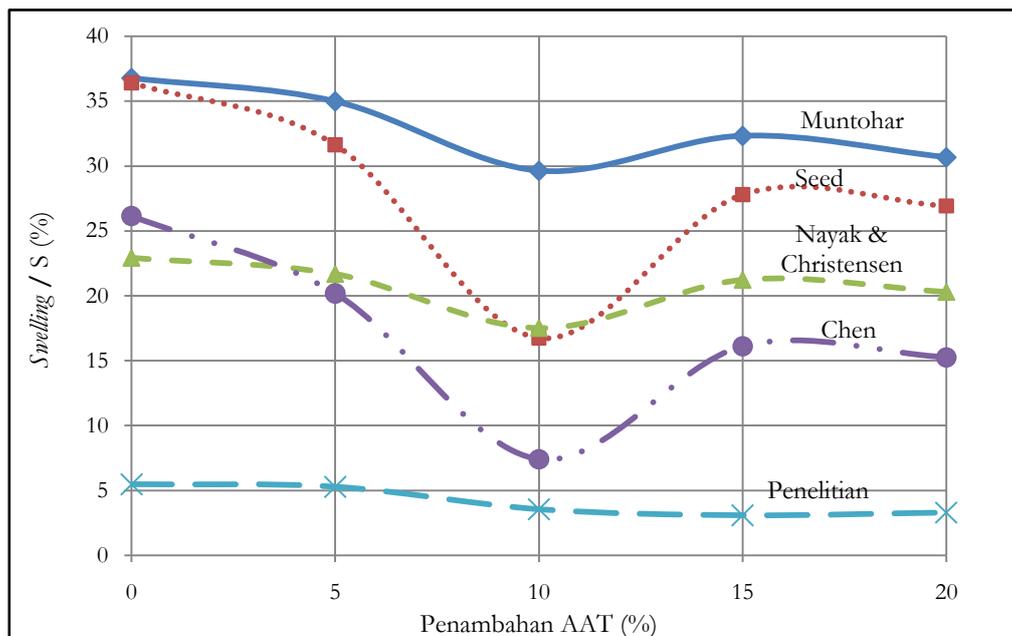
Gambar 1. Grafik hubungan penambahan AAT dengan persentase pengembangan

Pengujian persentase pengembangan dengan menggunakan oedometer pada pembebanan sebesar 1-2 kPa menunjukkan bahwa persentase penambahan abu ampas tebu optimum sebesar 15% dari berat kering tanah. Penambahan abu ampas tebu diatas 15% mengakibatkan kenaikan persentase pengembangan.

Data yang didapat dari hasil pengujian persentase pengembangan oedometer dibandingkan dengan persentase pengembangan dari hasil perhitungan berdasarkan rumus empiris Seed (1962), Chen (1975), Nayak dan Christensen (1974), dan Muntohar (2006) dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 2 sebagai berikut.

Tabel 5. Perbandingan $S_{Penelitian}$ dengan $S_{Empiris}$

<i>Swelling/ S (%)</i>				
Penelitian	Seed (1962) (pers. 2)	Chen (1975) (pers. 3)	Nayak dan Christensen (1974) (pers. 4)	Muntohar (2006) (pers. 5)
5,48	36,40	26,15	22,92	36,77
5,28	31,63	20,19	21,68	34,98
3,54	16,75	7,41	17,52	29,63
3,08	27,79	16,11	21,23	32,32
3,29	26,92	15,26	20,30	30,67



Gambar 2. Grafik perbandingan $S_{penelitian}$ dengan $S_{Empiris}$

Pola grafik persentase pengembangan yang dihitung berdasarkan metode Nayak dan Christensen (1974) sama dengan metode Muntohar (2006) dan hasil penelitian. Nayak dan Christensen (1974) menggunakan parameter indeks plastisitas, fraksi lempung dan kadar air awal untuk menghitung persentase pengembangan. Penambahan abu ampas tebu optimum untuk mengurangi persentase pengembangan tanah lempung Tanon yang dihitung berdasarkan metode Nayak dan Christensen (1974) sebesar 10%.

Persentase pengembangan yang dihitung dengan metode Seed (1962), Chen (1975), Nayak dan Christensen (1974), dan Muntohar (2006) memiliki perbedaan hasil yang cukup signifikan dibandingkan dengan hasil penelitian. Pola grafik hubungan hasil penelitian mendekati grafik metode Muntohar (2006) dan metode Nayak dan Christensen (1974).

SIMPULAN

1. Persentase penambahan abu ampas tebu optimum untuk mengurangi persentase mengembang tanah lempung Tanon yaitu sebesar 15% dari berat kering tanah.
2. Nilai persentase mengembang yang dihitung berdasarkan rumus empiris Seed (1962), Chen (1975), Nayak dan Christensen (1974), dan Muntohar (2006) memiliki perbedaan yang cukup signifikan yaitu 20% sampai 30% dibandingkan dengan hasil pengujian persentase pengembangan laboratorium, namun pola grafik hasil penelitian mendekati pola grafik Muntohar (2006) serta Nayak dan Christensen (1974).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Ir. Noegroho Djarwanti, MT dan Dr. Niken Silmi S, ST, MT di jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret yang telah membimbing penulisan skripsi ini.

REFERENSI

- American Society for Testing and Materials, 1997, *Annual Book of ASTM Standard, Section 4 Construction, Volume 04.08, Soil and Rock (I)*, ASTM European Office, England.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 6424:2008: *Cara uji potensi pengembangan atau penurunan satu dimensi tanah kohesif.*
- Bowles, J.E., 1984, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, (Alih Bahasa Hainim, J.K., 1991) Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Craig, R.F., 1987, *Mekanika Tanah*, (Alih Bahasa Soepandji, B.S., 1994) Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M., 1985, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, (Alih Bahasa Mochtar, N.E. dan Mochtar, I.B., 1995) Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Penanganan Tanah Ekspansif untuk Konstruksi Jalan.*
eprints.undip.ac.id/34669/6/1731_CHAPTER_II.pdf
- Hardiyatmo, H.C., 1992, *Mekanika Tanah*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2001, *Prinsip-Prinsip Mekanika Tanah dan Soal Penyelesaian I*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Hatmoko, J.T. dan Lulie, Y., 2007, *UCS Tanah Lempung Ekspansif yang Distabilisasi dengan Abu Ampas Tebu dan Kapur*, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Puri, D.T.R., 2012, *Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung yang Distabilisasi Dengan Kapur*, Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Sasanti, A.A., 2012, *Kajian Pengembangan Tanah Lempung Ditinjau dari Besarnya Kadar Air*, Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Terzaghi, K. and Peck, R.B., 1967, *Mekanika Tanah dalam Rekayasa Geoteknik*, (Alih Bahasa Witjaksono, B. dan Krisna, B.R., 1993), Erlangga, Jakarta.
- Wiqoyah, Q, 2006. *Pengaruh Kadar Kapur, Waktu Perawatan dan Perendaman Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung*, Dinamika Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Wiqoyah, Q, 2007. *Pengaruh Tras Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Lempung*, Dinamika Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Yuliet, dkk, 2007. *Uji Perilaku Mengembang pada Tanah Lempung Aie Pacah dengan Metode Free Swell Test*, Teknik, Universitas Andalas, Sumatera Barat.