

## PENDEKATAN POLA PENGEMBANGAN TANAH EKSPANSIF DENGAN METODE ELEMEN HINGGA SAP2000

Cahyo Agung Saputra<sup>1</sup>, Bambang Setiawan<sup>2</sup>, Rojab Nurul Huda<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami No.36, Ketingan, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57126

\*Email: [Hyogung@Yahoo.co.id](mailto:Hyogung@Yahoo.co.id)

### Abstrak

Tanah ekspansif merupakan tanah yang mudah mengembang dan menyusut sehingga sering menimbulkan masalah bagi konstruksi bangunan sipil, misalnya menyebabkan dinding bangunan retak dan konstruksi jalan mengalami kerusakan retak, bergelombang, dan berlubang. Telah banyak penelitian terkait tanah ekspansif dan memberikan kriteria yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi swelling dari tanah ekspansif seperti penelitian, Seed (1962), Chen (2012) dan Raman (1967). Metode penelitian dilakukan dengan mencari swelling pressure dari dial gauge arah vertikal dan horizontal, kemudian dari data yang diperoleh digunakan mencari gaya pengembangan tanah ekspansif. Gaya pengembangan tanah dijadikan sebagai input program SAP 2000 yang mana sebelumnya telah didefinisikan material tanah pada model yang dibuat pada program SAP2000. Pada analisis model digunakan analisis shell. Berdasarkan hasil analisa perilaku tanah ekspansif pada sampel tanah trucus, ternyata bisa dilakukan pendekatan pola pengembangan tanah dengan program bantu SAP2000, hal ini terlihat ketika dilakukan analisis perbandingan antara hasil perhitungan laboratorium dan SAP2000 yang memiliki pola nilai yang relatif sama. Parameter penting dalam analisa program SAP yang digunakan adalah gaya pengembangan, modulus elastisitas ( $E$ ), dan poisson rasio ( $\nu$ ).

**Kata kunci:** ekspansif, kadar air, swelling, SAP2000

### PENDAHULUAN

Tanah ekspansif adalah istilah yang digunakan pada tanah yang mempunyai potensi pengembangan atau penyusutan yang tinggi oleh pengaruh perubahan kadar air. merupakan salah satu jenis tanah bermasalah dan sangat peka terhadap perubahan kadar air. Ciri-ciri yang bisa diamati dari perilaku tanah ekspansif adalah akan menyusut bila kadar air berkurang, dan sebaliknya akan mengembang bila kadar air bertambah, hal ini dapat menimbulkan *total heave* terhadap konstruksi yang ada sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada konstruksi tersebut.

Kondisi ekspansif umumnya terjadi di tanah lempung mengandung mineral montmorillonite, plastisitas tinggi dimana  $LL > 40\%$  ;  $PI > 35\%$ , adanya lapisan tanah di bawah permukaan tanah yang merupakan zona aktif dimana cuaca sangat mempengaruhi perubahan kadar air.

Potensi pengembangan (*swelling potential*) merupakan salah satu cara untuk menggambarkan sifat tanah ekspansif. *Swelling* adalah pembesaran volume tanah ekspansif akibat bertambahnya kadar air. Nilai tekanan pengembangan bergantung pada banyaknya mineral lempung dalam tanah dan kadar air awal. Gangguan tanah atau pembentukan kembali tanah dapat menambah sifat mudah mengembang. Potensi pengembangan diartikan sebagai rasio peningkatan ketinggian dengan ketinggian awal tanah pada tanah yang dipadatkan dengan kadar air optimum (OMC).

Pengujian pengembangan (*swelling*) pada laboratorium sangat berguna, namun tidak secara akurat dapat memprediksi perilaku pengembangan tanah di lapangan. Ada banyak faktor yang menyebabkan hal tersebut, hal ini antara lain, karena tanah di laboratorium biasanya di genangi air, sedangkan tanah di lapangan mungkin hanya sedikit saja di pengaruhi atau berhubungan dengan air. Aliran air ke dalam tanah di lapangan bergantung pada banyak faktor, antara lain :

1. Suplai air yang bergantung pada hujan, irigasi dan drainase permukaan
2. Evaporasi dan transpirasi yang bergantung pada iklim dan vegetasi.
3. Adanya retakan dalam tanah yang menyebabkan air lebih mudah melewatinya
4. Daya tarik tanah pada air (isapan tanah).

Tanah di lapangan hanya akan mengembang sekitar 10 sampai 80% dari kemungkinan total mengembangnya (Jones dan Jones, 1987)

Perkembangan dunia komputasi di bidang teknik sipil ternyata membawa banyak kemudahan untuk menerapkan teori-teori dan perhitungan berdasarkan metode elemen hingga kedalam proses perancangan di lapangan. Metode ini dapat digunakan sebagai pemodelan untuk perilaku pelat saat menerima beban. Salah satu program yang berbasis pada perhitungan metode elemen hingga yaitu SAP2000. Program ini dapat digunakan untuk menganalisis suatu pemodelan pelat dengan memasukkan data materialnya. Pada penelitian yang berkaitan dengan permasalahan tanah ekspansif sendiri, telah banyak peneliti yang menggunakan metode elemen hingga ini diantaranya: Marid'sha (2009), Ariseno.,(2019) dan Mahmudah.,dkk(2017)

## METODOLOGI PENELITIAN

Untuk memperoleh data-data yang tepat maka dalam penelitian ini digunakan metode eksperimen dimana akan dilakukan berbagai macam pengujian sehubungan dengan data-data yang diinginkan. Adapun pelaksanaan pengujian dilakukan. Pengujian sampel tanah melalui prosedur-prosedur laboratorium sesuai dengan standar ASTM (America Society for Testing and Material).

Sampel tanah yang di uji merupakan tanah dari daerah Trucuk kabupaten Klaten Jawa Tengah. Berdasarkan dari hasil pengujian di laboratorium didapatkan indeks properties tanah sebagai berikut :

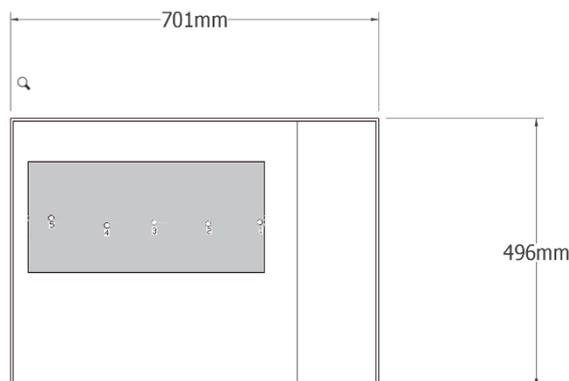
**Tabel 1. Indeks properties tanah Trucuk**

Pengujian	Persentase
Kandungan Air	44,28 %
Massa Jenis	2,31
Batas Cair	84,75 %
Batas Plastik	17,78 %
Indeks Plastisitas	66,97 %
Batas Susut	16,69 %
Grain Size	Gravel 1,32 %
	Sand 8,53 %
	Silt 48,59 %
	Clay 41,56 %

Hasil indeks properties pada tabel 1, menunjukkan bahwa jenis tanah trucuk termasuk jenis yang ekspansif, dimana  $LL > 40\%$  ;  $PI > 35\%$ .

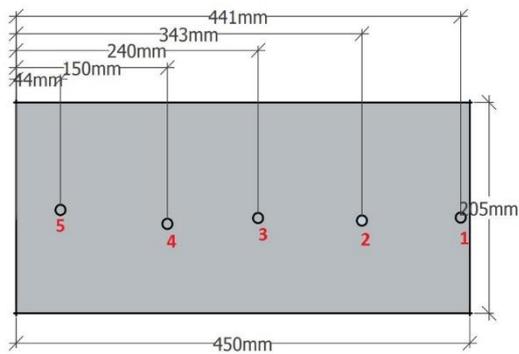
### Penempatan alat uji dan permodelan

Permodelan dilakukan di sebuah box uji seperti yang ditampilkan pada Gambar 1. Selanjutnya diatas tanah uji pada box di letakan pelat besi dengan dimensi yang bisa di lihat pada gambar 2, beserta penempatan dial indikator.



**Gambar 1. Bentuk box Uji**

Pembahasan dari satu sisi box uji, dapat dilihat pada gambar 3, selama 8 hari hingga tanah dalam kondisi jenuh. Pembasahan dilakukan pada pagi dan sore hari, pembacaan dial dilakukan setelah pembasahan dilakukan. Skenario pembasahan dapat dilihat pada tabel 2.



Gambar 2. Dimensi pelat uji dan titik dial

Tabel 2. Skenario Pembasahan

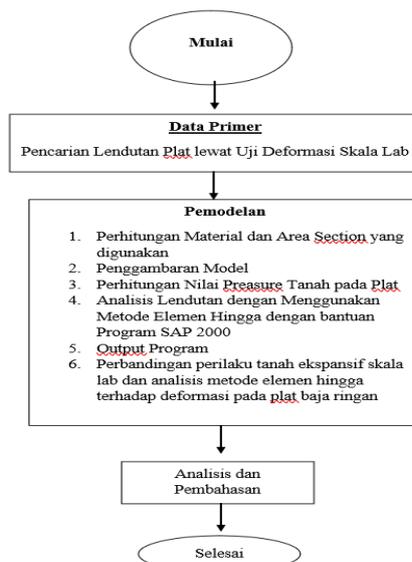
Error! Not a valid link.



Gambar 3. Proses pembasahan

**Melakukan analisis metode elemen hingga dengan program SAP2000**

Analisis besarnya pemberian tekanan *swelling* tanah pada plat dilakukan dengan cara trial error dengan Analisis Metode Elemen Hingga dengan bantuan Program SAP2000. Adapun tahapan yang dilakukan analisis elemen hingga ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Bagan alir analisis metode elemen hingga

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah dilakukan pengujian dan pembacaan dial maka diperoleh data yang di olah dan disajikan seperti berikut :

**Hasil Deformasi Setelah Pembasahan****Tabel 3. Pembasahan pagi**

Hari Ke-	Pembacaan	Dial (div) tiap jarak dari sisi terjauh pelat (mm)				
		39	125,5	212,5	313,5	413,5
1	Pagi	0	0	0	0	0
2	Pagi	-0,09	0,635	3,18	4,095	5,995
3	Pagi	0,7	3,175	7,39	10,56	12,92
4	Pagi	2,56	5,045	8,32	12,24	12,395
5	Pagi	9,565	9,53	10,4	11,755	10,225
6	Pagi	11,237	10,725	11,475	11,445	9,49
7	Pagi	11,245	10,97	11,57	11,408	9,405
8	Pagi	11,245	11,132	11,638	11,41	9,375

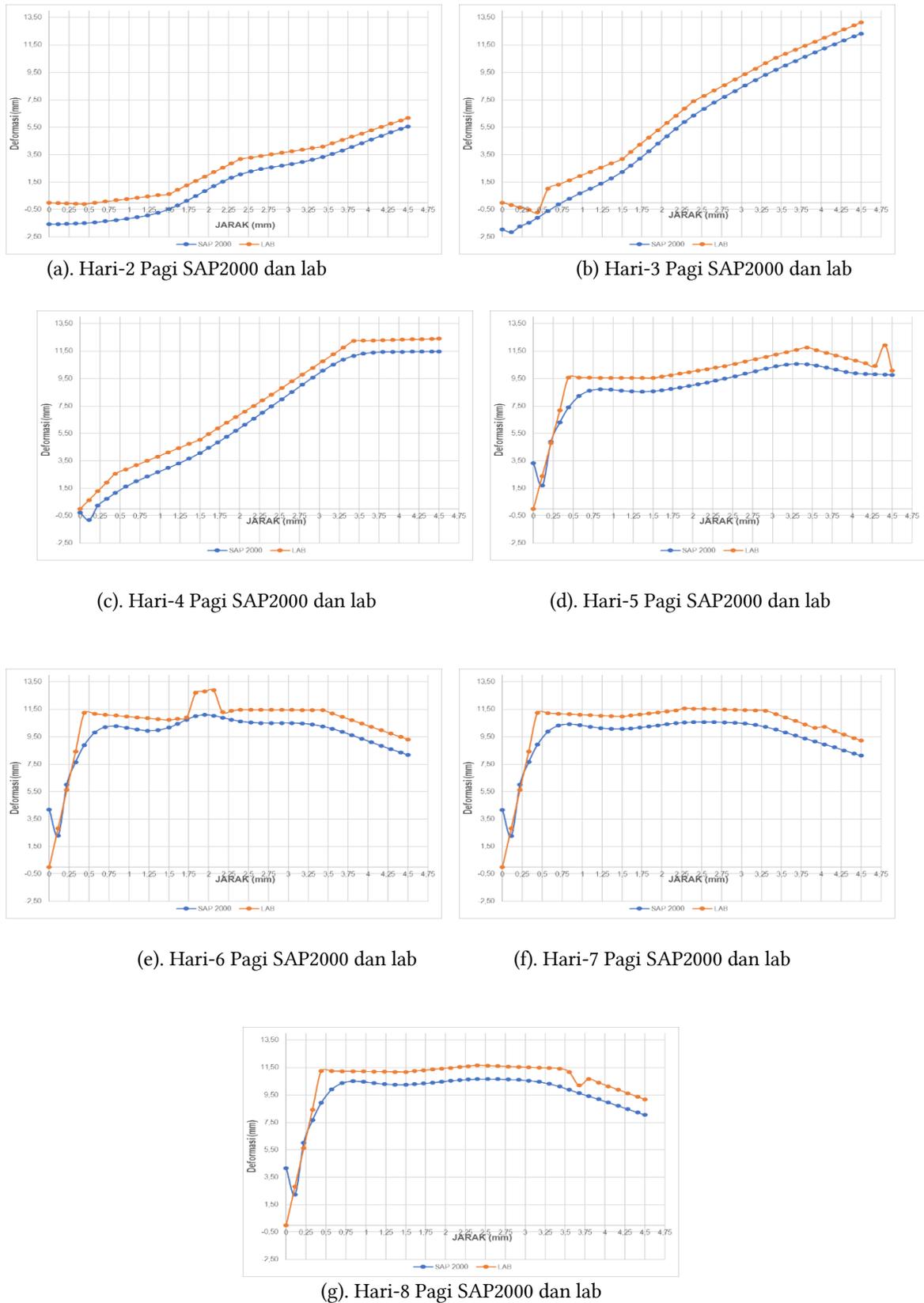
**Tabel 4. Pembasahan sore**

Hari Ke-	Pembacaan	Dial (div) tiap jarak dari sisi terjauh pelat (mm)				
		39	125,5	212,5	313,5	413,5
1	Sore	-0,155	-0,01	0,19	0,72	1,48
2	Sore	0,32	2,64	3,965	7,495	9,94
3	Sore	1,38	3,885	7,96	10,56	13,135
4	Sore	7,335	6,525	9,1	12,76	12,28
5	Sore	11,236	9,935	11,055	11,565	10,125
6	Sore	11,245	10,86	11,56	11,469	9,48
7	Sore	11,245	11,02	11,59	11,402	9,41
8	Sore	11,245	11,175	11,658	11,425	9,365

Dari deformasi yang terjadi setelah pembasahan, dapat dilihat titik jenuh tanah pada setiap dial memiliki nilai yang berbeda-beda, pada dial 1 = 13,135, dial 2 =12,76, dial 3 =11,658, dial 4 =11,75 dan dial 5 =11,245.

**Perbandingan hasil Swelling maksimum antara Laboratorium dan SAP2000**

Analisis besarnya pemberian tekanan *swelling* tanah pada plat dilakukan dengan cara trial error dengan Analisis Metode Elemen Hingga dengan bantuan Program SAP 2000 hingga deformasi yang terjadi pada pemodelan mendekati lendutan skala lab yang ada. Besarnya tekanan diperoleh hasil sebagai berikut :



Gambar 5. Hasil hari ke 2 sampai ke-8 Pagi SAP2000 dan lab

Pada grafik yang di sajikan pada gambar 5(a) sampai gambar 5(g) diatas, bisa diamati swelling yang terjadi perharinya. Pengembangan (swelling) mulai terlihat terjadi pada hari kedua, dan terus

terjadi hingga maksimum di hari ketiga. Di hari keempat sampai dengan hari kedelapan tanah mulai mengalami penurunan seiring dengan pembasahan yang terus dilakukan perharinya.

Hasil perbandingan antara nilai lendutan Lab dengan SAP2000, terlihat bahwa hasilnya memiliki pola yang relatif sama. Setelah dilakukan analisis antara nilai keduanya didapatkan selisih nilai yang kecil dan standar deviasi yang diperoleh relatif kecil sehingga selisih rata-rata yang diperoleh cenderung menampilkan nilai yang representatif. Pada tabel 5 akan di tampilkan nilai selisih rata-rata dan standar deviasi yang di peroleh dari lendutan yang terjadi per harinya.

**Tabel 5. Nilai rata-rata lendutan**

Hari	Selisih rata-rata lendutan Lab dan SAP2000	Standar Deviasi
2	1,0652	0,30
3	1,0217	0,31
4	0,9627	0,20
5	0,8526	0,78
6	0,8423	0,94
7	0,8474	0,89
8	0,8468	0,90

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil Identifikasi tanah yang telah di lakukan di laboratorium, tanah trucus merupakan tanah lempung ekspansif dengan potensi pengembangan (*swelling potential*) sangat tinggi.
2. Berdasarkan hasil analisa perilaku tanah ekspansif pada sampel tanah trucus, ternyata bisa dilakukan pendekatan pola pengembangan tanah dengan program bantu SAP2000, hal ini terlihat ketika dilakukan analisis perbandingan antara hasil perhitungan laboratorium dan SAP2000 yang memiliki pola nilai yang relatif sama

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariseno, N. M., Utama, A. M., Setiawan, B., & Djarwanti, N. (2019). Pengaruh Pola Pada Sistem Cam Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 2(2), 59-64.
- Chen, F. H. (2012). *Foundations on expansive soils* (Vol. 12). Elsevier.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. Pedoman Penanganan Tanah Ekspansif untuk Konstruksi Jalan. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Hardiyatmo, H.C. (2012). *Mekanika Tanah I*. edisi keenam. Yogyakarta: Gadjah Mada Univeristy Press
- Hardiyatmo, H.C. (2017). *Tanah Ekspansif Permasalahan dan Penanganan*. edisi kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Jones, D. E. Jr., and Jones, K. A. (1987), *Treating Expansive Soils, Civil Engineering*, ASCE, Vol.57, No. 8, August, pp. 62-65
- Marid'sha, E. (2019). Analisis Settlement gedung bertingkat tinggi pada tanah ekspansif: studi kasus Pakuwon Indah Surabaya.
- Mahmudah, M., Dananjaya, R. H., & Surjandari, N. S. (2017). Perbandingan Deformasi Tanah Lempung Plastisitas Tinggi Dengan Penambahan Sampah Plastik Menggunakan Uji Laboratorium dan Analisis Metode Elemen Hingga. *Matriks Teknik Sipil*, 5(2).
- Raman, V. (1967). Identification of expansive soils from the plasticity index and the shrinkage index data. *Indian Eng., Calcutta*, 11(1), 17-22.
- Seed, H. B., Woodward, R. J., & Lundgren, R. (1963). Prediction of swelling potential for compacted clays. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 128(1), 1443-1477
- W. G. Holtz and H. J. Gibbs, " Engineering Properties of Expansive Clays, " Trans. ASCE, Vol. 121, pp.641-663. 1956