

PENYEBARAN KARAKTERISTIK TANAH EKSPANSIF DI SURABAYA BERDASARKAN TINGKAT KEMBANG SUSUTNYA

Agnes Elena¹, Joshua Alexander², Gogot Setyo Budi³, Daniel Tjandra⁴

ABSTRAK : Tanah ekspansif merupakan tanah yang memiliki tingkat kembang susut akibat perubahan kadar air. Dampak dari sifat kembang susut yang tinggi pada tanah ekspansif dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan di atasnya. Untuk itu dalam suatu perencanaan konstruksi perlu dilakukan pengujian terhadap tingkat kembang susut tanah ekspansif. Tanah di beberapa lokasi Surabaya memiliki sifat ekspansif, terutama di daerah Surabaya barat. Tanah ekspansif di Surabaya Barat tersebut memiliki tingkat ekspansif yang berbeda-beda pada setiap lokasinya. Pada penelitian ini akan dipetakan karakteristik dari kembang susut tanah ekspansif di Surabaya.

Pada penelitian ini yang pertama mengumpulkan data tanah ekspansif berupa data karakteristik tanah asli (PI, SI, PI, SI, N-SPT, % lolos ayakan no.200, *LL* dan potensi pengembangan) lalu dibandingkan dengan klasifikasi tanah yang sudah dilakukan oleh para ahli. Data dianalisis dan dikelompokkan dengan memberi tingkat nilai kembang susut tanah (rendah, sedang, tinggi, sangat tinggi). Setelah mengetahui tingkat ekspansifnya kemudian data dipetakan, lalu dikelompokkan menjadi suatu daerah dan dianalisis terhadap lapisan geologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah di Surabaya Barat menurut PI, *LL*, % butiran lolos ayakan no.200 dan potensi pengembangannya menghasilkan rata – rata tinggi dan sangat tinggi, untuk N-SPT dan SI tingkat kembang susutnya sedang dan rendah.

KATA KUNCI: tanah ekspansif, karakteristik tanah, kembang susut, *atterberg limit*.

1. PENDAHULUAN

Tanah lempung umumnya bersifat ekspansif. Tanah ekspansif merupakan tanah yang memiliki tingkat kembang susut akibat perubahan kadar air. Pengaruh kadar air pada tanah jenis ini besar dikarenakan adanya kandungan mineral *montmorinollite*. Dengan adanya mineral *montmorinollite* akan mengakibatkan tanah mengembang karena penyerapan air yang besar, sebaliknya tanah akan menyusut jika kadar air berkurang (Hardiyatmo, 2014). Sifat kembang susut tersebut berlangsung sepanjang tahun seiring dengan adanya perbedaan musim. Dampak dari sifat kembang susut yang tinggi pada tanah ekspansif dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan di atasnya. Kerusakan-kerusakan yang terjadi seperti keretakan pada lantai bangunan, keretakan pada dinding tembok, permukaan jalan bergelombang karena penurunan yang tidak merata merupakan contoh dari kerusakan yang diakibatkan oleh tanah yang mempunyai kembang susut tinggi. Untuk itu dalam suatu perencanaan konstruksi selain daya dukung tanah, perlu dilakukan pengujian terhadap tingkat kembang susut tanah ekspansif. Hal ini dimaksudkan agar perencanaan jenis pondasi dan penanganan saluran air (drainase) dapat direncanakan dengan lebih komprehensif.

Tanah di beberapa lokasi Surabaya memiliki sifat ekspansif, terutama di daerah Surabaya barat. Tanah ekspansif di Surabaya barat tersebut memiliki tingkat ekspansif yang berbeda-beda pada setiap lokasinya, mulai dari tingkat ekspansif rendah sampai dengan yang sangat tinggi. Tingkat kembang

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21415001@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21415129@john.petra.ac.id

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, gogot@petra.ac.id

⁴ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, danieljtj@petra.ac.id

susut dikategorikan oleh Raman (1967) yang menggunakan Indeks susut sebagai acuannya. Data dengan indeks susut lebih kecil dari 15% dikategorikan rendah, lalu 15 – 30% dikategorikan sedang, 30 – 40% dikategorikan tinggi, dan lebih besar dari 40% dikategorikan sangat tinggi. Pada pengujian tanah yang sudah dilakukan oleh Gunawan & Soetjianto (2018) di lokasi North West Park, Citraland diperoleh Indeks susut sebesar 24,4% yang dikategorikan sedang. Berbeda dengan data hasil pengujian Karim & Handoko (2002) yang berlokasi di Citraland memiliki indeks susut sebesar 14% yang dikategorikan rendah. Dalam penelitian ini akan dipetakan karakteristik dari kembang susut tanah ekspansif di Surabaya berdasarkan indeks plastis, indeks susut, nilai N-SPT, nilai *liquid limit*, % lolos ayakan no.200 dan potensi pengembangannya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Tanah Ekspansif

Selain berasal dari kandungan mineralnya, karakteristik tanah juga dapat mengindikasikan tingkat ekspansifitas sebuah tanah. Terdapat beberapa karakteristik yang menyebabkan tanah bersifat ekspansif.

Karakteristik tersebut dilihat dari Batas-batas Atterberg dan Indeks Properties serta berat volume kering.

1. Indeks Plastis dan Indeks Susut

Berikut penelitian oleh (Raman, 1967) yang diidentifikasi dari Indeks Plastisitas, Indeks Susut terhadap Derajat Pengembangan (**Tabel 1**)

Tabel 1. Hubungan Indeks Plastis, Indeks Susut terhadap Derajat Pengembangan (Raman,1967)

Indeks Plastis(%)	Indeks Susut(%)	Derajat Pengembangan
< 12	<15	Rendah
12 – 23	15 – 30	Sedang
23 - 30	30 – 40	Tinggi
> 30	>40	Sangat Tinggi

2. *Liquid Limit*, N – SPT, % Butiran Lolos Ayakan No.200

Klasifikasi tanah ekspansif juga diteliti oleh Chen (1975). Dimana tanah ekspansif diklasifikasikan berdasarkan butiran tanah lolos ayakan no.200, *Liquid Limit (LL)* dan N-SPT (**Tabel 2**)

Tabel 2. Klasifikasi Derajat Pengembangan berdasarkan Persen Butiran Lolos Ayakan no.200, N-SPT dan *Liquid Limit* (Chen, 1975)

% butiran lolos ayakan no.200	<i>Liquid Limit (%)</i>	N – SPT	Potensi pengembangan (%)	Tekanan pengembangan (kPa)	Derajat pengembangan
>95	>60	>30	>10	>35	Sangat tinggi
60 – 95	40 – 60	20 – 30	3 – 10	20 – 35	Tinggi
30 – 60	30 – 40	10 – 20	1 – 5	10 – 35	Sedang
<30	<30	<10	<1	0 – 10	Rendah

3. Potensi Pengembangan

Kemampuan pengembangan tanah juga di klasifikasikan oleh Seed et al berdasarkan Potensi Pengembangannya (1962) pada **Tabel 3**

Tabel 3. Klasifikasi Potensi Pengembangan (Seed et al., 1962)

Potensi Pengembangan (%)	Derajat Pengembangan
0 – 1,5	Rendah
1,5 – 5	Sedang
5,0 – 25	Tinggi
>25	Sangat Tinggi

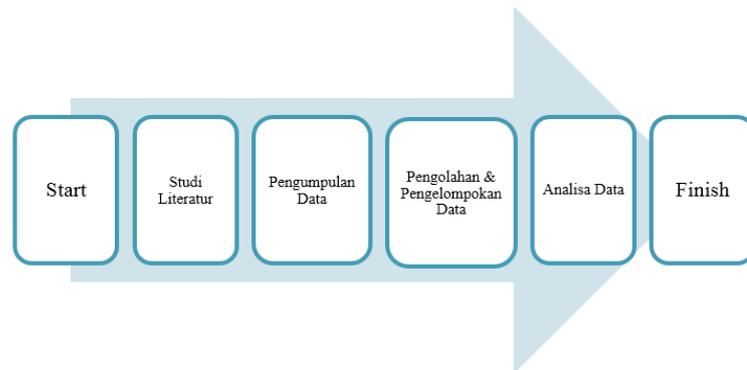
2.2. Peta Geologi Surabaya

Geologi daerah Surabaya diklasifikasikan menjadi 4 daerah yaitu:

1. Endapan aluvial (Qa).
2. Formasi Lidah (Tpl).
3. Formasi Pucangan (QTp).
4. Formasi Kabuh (Qpk).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada **Gambar 1** merupakan alur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini



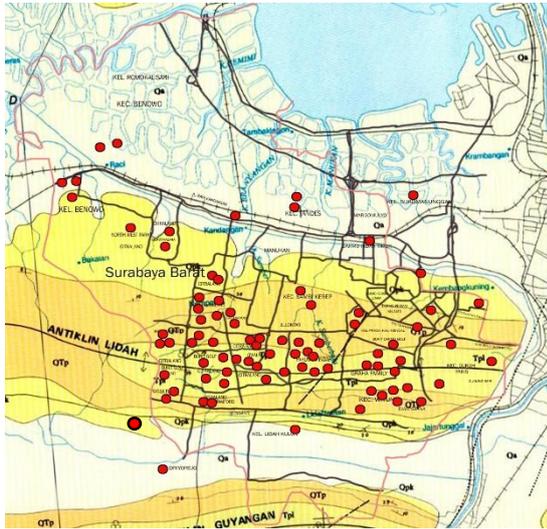
Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

1. Studi Literatur
Sumber studi literatur pada penelitian ini didapatkan dengan cara mencari buku dan jurnal yang memiliki lingkup bahasan yang serupa, sehingga data yang pernah diolah atau dihasilkan dari suatu penelitian sebelumnya dapat dipakai dan dijadikan dasar penelitian.
2. Metode Pengumpulan Data
Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan membaca dan mengumpulkan data tanah ekspansif yang berada di Surabaya Barat dan sekitarnya. Data tanah tersebut merupakan data tanah asli atau karakteristik tanah asli. Data meliputi *liquid limit*, *plastic limit*, indeks plastis, *shrinkage limit*, *specific gravity*, *water content*, N-SPT, *cohesion*, nilai kembang susut, berat volume kering dan % Lolos Ayakan no 200. Namun data yang diambil untuk penelitian ini meliputi Indeks Plastis, Indeks Susut, *Liquid Limit*, N – SPT, % Lolos Ayakan no 200 dan, nilai kembang susut.
3. Pengolahan Data dan Pengelompokan Data
Data tanah asli yang sudah dikumpulkan akan dibandingkan karakteristik tanahnya (*LL, PI, SI, dst...*) dengan klasifikasi tanah yang sudah dilakukan oleh para ahli dan dikelompokan dengan memberi tingkat nilai kembang susut tanah (Rendah, Sedang, Tinggi, Sangat tinggi). Memberi tanda sesuai kode tingkat ekspansif tanah berupa warna. Warna yang dipilih yaitu :
 - Merah untuk tingkat kembang susut yang sangat tinggi
 - Biru untuk tingkat kembang susut yang tinggi
 - Ungu untuk tingkat kembang susut yang sedang
 - Hijau untuk tingkat kembang susut yang rendah.
4. Pemetaan pada Peta Geologi Surabaya.
Pemetaan berupa warna dan akan dikelompokan lagi berupa wilayah sesuai warna yang mendominasi pada tiap wilayah tertentu
5. Analisa Data
Setelah dikelompokan dan membentuk suatu wilayah, hasil akan dianalisa berdasarkan tingkat ekspansif tanah terhadap lokasi dan jenis lapisan tanah pada peta geologi

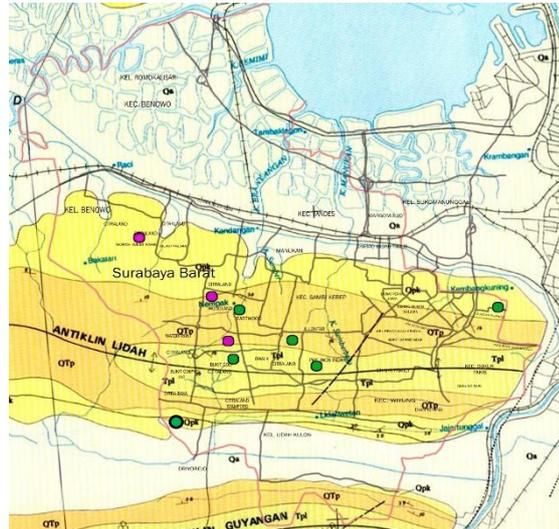
4. HASIL DAN ANALISA DATA

4.1 Tingkat Ekspansif Tanah di Surabaya Barat

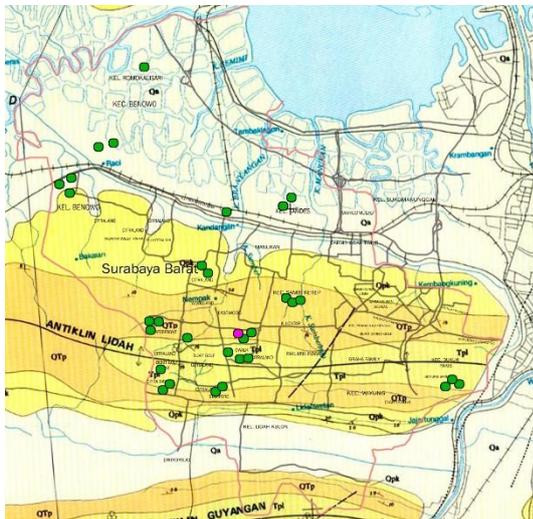
Berikut adalah data tanah dan hasil pengelompokan tingkat ekspansif di Surabaya Barat. Tingkat ekspansif tanah pada penelitian ini dikategorikan berdasarkan indeks plastis (**Gambar 2**), indeks susut (**Gambar 3**), N-SPT (**Gambar 4**), *liquid limit* (**Gambar 5**), ayakan lolos no 200 (**Gambar 6**), dan potensi pengembangan (**Gambar 7**).



Gambar 2. Tingkat Ekspansif Berdasarkan Indeks Plastis



Gambar 3. Tingkat Ekspansif Berdasarkan Indeks Susut



Gambar 4. Tingkat Ekspansif Berdasarkan N-SPT

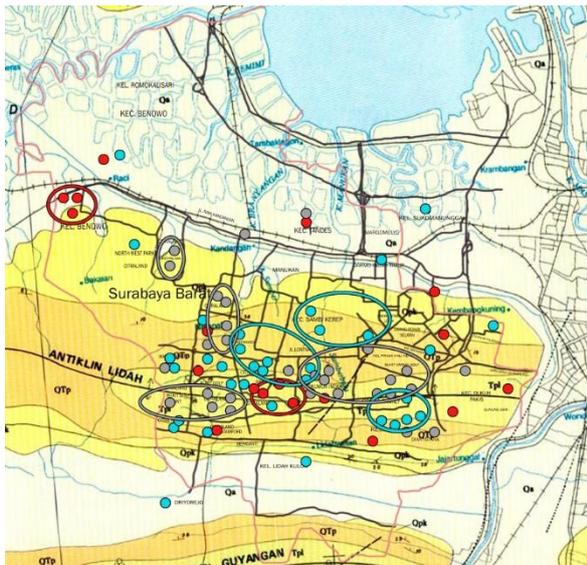
Keterangan:

- = tingkat kembang susut yang sangat tinggi
- = tingkat kembang susut yang sedang
- = tingkat kembang susut yang rendah

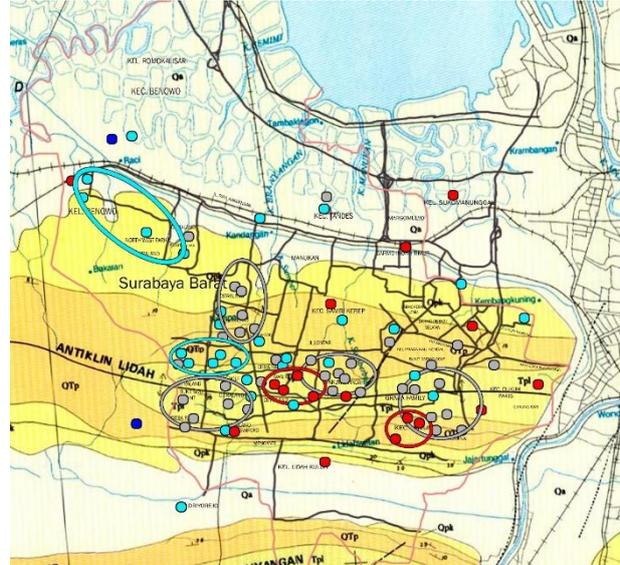
tekanan air. Ada kemungkinan bisa terjadi kelongsoran di daerah zona aktif yang mempunyai daerah kembang susut. Tetapi untuk tanah yang dibawah mungkin saja nilai N-SPT nya lebih valid karena pengaruh airnya tidak sampai sana. Tetapi letaknya tidak di zona aktif.

4.2 Penyebaran Tingkat Ekspansif Tanah di Surabaya Barat

Untuk tingkat ekspansif tanah di Surabaya Barat berdasarkan Indeks Plastis (PI) dan *Liquid Limit* (LL) rata – rata menghasilkan sangat tinggi. Maka untuk mengetahui tingkat ekspansifnya akan dibagi kedalam beberapa tingkat. Untuk Indeks Plastis, hasil tingkat ekspansif dapat dilihat pada **Gambar 8** dan untuk *Liquid Limit* hasil tingkat ekspansif dapat dilihat pada **Gambar 9**



Gambar 8. Penyebaran Tingkat Ekspansif Berdasarkan Indeks Plastis



Gambar 9. Penyebaran Tingkat Ekspansif Berdasarkan *Liquid Limit*

Keterangan :

- = $30 < PI \leq 50$ = Sangat tinggi – (Rendah)
- = $50 < PI \leq 70$ = Sangat Tinggi – (Moderate)
- = $70 < PI$ = Sangat Tinggi – (Tinggi)

Keterangan :

- = $40 < LL \leq 60$ = Tinggi
- = $60 < LL \leq 80$ = Sangat tinggi – (Rendah)
- = $80 < LL \leq 100$ = Sangat Tinggi – (Moderate)
- = $100 < LL$ = Sangat Tinggi – (Tinggi)

Pada **Gambar 8** pada lingkaran abu - abu dapat dilihat bahwa tingkat ekspansif sangat tinggi – tinggi ($PI > 70$) terdapat pada daerah Pakuwon Indah, Graha Family dan Citraland bagian utara. Citraland bagian pusat (Gwalk dan Citra Raya) dan selatan (Lakarsantri) dapat dikatakan sangat tinggi – moderate ($50 < PI \leq 70$) begitu juga di daerah Sambu Kerep, Lontar, Darmo Permai dan daerah Graha Family bagian selatan sampai Wiyung-Menganti. Untuk tingkat ekspansif sangat tinggi – rendah ($30 < PI \leq 50$) terdapat pada daerah barat yaitu Benowo dan beberapa daerah di Citraland.

Menurut lapisan tanah pada peta Geologi Surabaya, dapat dilihat bahwa daerah yang tergolong sangat tinggi – tinggi rata – rata berada pada Formasi Lidah (Tpl). Pada daerah berwarna biru muda yang berarti tingkat ekspansif sangat tinggi – moderate, rata – rata terdapat di daerah Formasi Pucangan (QTP). Untuk daerah berwarna merah yang berarti tingkat ekspansif sangat tinggi – rendah, tersebar pada formasi kabuh (Qpk), formasi lidah (Tpl) dan endapan aluvial (Qa). Namun bisa lihat pada **Gambar 8** bahwa semakin ke utara penyebaran nilai PI semakin kecil. Bagian utara merupakan daerah dengan endapan aluvial (Qa). Pada daerah yang merupakan material lepas. Dapat terbilang bahwa pada daerah ini tingkat tanah ekspansif cenderung lebih kecil dari penyebaran tanah ekspansif di daerah lainnya.

Pada **Gambar 9** pada lingkaran abu - abu dapat dilihat bahwa tingkat ekspansif sangat tinggi – tinggi ($LL > 100$) terdapat pada daerah Pakuwon Indah, Graha Family dan Citraland bagian utara dan Citraland selatan. Citraland bagian pusat (Gwalk, Citra Raya, dan Bukit Golf Internasional) dan Citraland utara dan Benowo dapat dikatakan sangat tinggi – moderate ($80 < LL \leq 100$) begitu juga di daerah Darmo Permai. Untuk tingkat ekspansif sangat tinggi – rendah ($60 < LL \leq 80$) terdapat pada daerah Citraland Pusat dan Wiyung.

Menurut lapisan tanah pada peta Geologi Surabaya, dapat dilihat bahwa daerah yang tergolong sangat tinggi – tinggi rata – rata berada pada Formasi Lidah (Tpl) dan Formasi Pucangan (QTP). Pada daerah berwarna biru muda yang berarti tingkat ekspansif sangat tinggi – moderate, rata – rata terdapat di daerah Formasi Pucangan (QTP) dan Formasi Kabuh (Qpk). Untuk daerah berwarna merah yang berarti tingkat ekspansif sangat tinggi – rendah, tersebar pada beberapa daerah. Beberapa penyebaran terdapat pada Formasi Lidah (Tpl), lalu juga terdapat pada Formasi Pucangan (QTP) dan endapan aluvial (Qa).

5. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Tingkat ekspansif tanah di Surabaya Barat berdasarkan Indeks Plastis tergolong sangat tinggi
2. Tingkat ekspansif tanah di Surabaya Barat berdasarkan Indeks Susut tergolong rendah dan sedang
3. Tingkat ekspansif tanah di Surabaya Barat berdasarkan N-SPT tergolong rendah dan sedang
4. Tingkat ekspansif tanah di Surabaya Barat berdasarkan *Liquid Limit* tergolong sangat tinggi dan tinggi
5. Tingkat ekspansif tanah di Surabaya Barat berdasarkan % Lolos Ayakan no.200 tergolong rendah dan sedang
6. Tingkat ekspansif tanah di Surabaya Barat berdasarkan potensi pengembangan tergolong sedang, tinggi dan sangat tinggi
7. Tingkat ekspansif tanah di Surabaya Barat cenderung tinggi sampai sangat tinggi. Ada ketidakkonsistenan dari hasil pemetaan berdasarkan N-SPT yang tergolong rendah. Data N-SPT diambil pada lapisan atas. Uji SPT berasal dari pengeboran, biasanya uji SPT di Surabaya menggunakan metode *wash boring*. Ada kemungkinan bisa terjadi kelongsoran di daerah zona aktif yang mempunyai daerah kembang susut.
8. Penyebaran tingkat ekspansif di Surabaya Barat berdasarkan Indeks Plastis dapat disimpulkan bahwa :
 - Tingkat ekspansif sangat tinggi – tinggi ($PI > 70$) terdapat pada daerah Pakuwon Indah, Graha Family dan Citraland bagian utara.
 - Tingkat ekspansif sangat tinggi – moderate ($50 < PI \leq 70$) terdapat pada Citraland bagian pusat (Gwalk dan Citra Raya) dan selatan (Lakarsantri) begitu juga di daerah Sambi Kerep, Darmo Permai dan daerah Graha Family bagian selatan sampai Wiyung-Menganti.
 - Tingkat ekspansif sangat tinggi – rendah ($30 < PI \leq 50$) terdapat pada daerah barat yaitu Benowo dan beberapa daerah di Citraland.
 - Menurut lapisan tanah pada peta Geologi Surabaya dapat disimpulkan:
 - ✓ Daerah yang tergolong sangat tinggi – tinggi rata – rata berada pada Formasi Lidah (Tpl) dan beberapa daerah pada Formasi Pucangan (QTP)
 - ✓ Tingkat ekspansif sangat tinggi – moderate, rata – rata terdapat di daerah Formasi Pucangan (QTP)
 - ✓ Tingkat ekspansif sangat tinggi – rendah, tersebar pada formasi kabuh (Qpk), formasi lidah (Tpl) dan endapan aluvial (Qa).

9. Penyebaran tingkat ekspansif di Surabaya Barat berdasarkan Liquid Limit dapat disimpulkan bahwa:
- Tingkat ekspansif sangat tinggi – tinggi ($LL > 100$) terdapat pada daerah Pakuwon Indah, Graha Family dan Citraland bagian utara dan Citraland selatan.
 - Tingkat ekspansif sangat tinggi – moderate ($80 < LL \leq 100$) terdapat pada daerah Darmo Permai, Citraland bagian pusat (Gwalk, Citra Raya, dan Bukit Golf Internasional) dan Citraland utara dan Benowo.
 - Tingkat ekspansif sangat tinggi – rendah ($60 < LL \leq 80$) terdapat pada daerah Citraland Pusat dan Wiyung.
 - Menurut lapisan tanah pada peta Geologi Surabaya dapat disimpulkan:
 - ✓ Tingkat ekspansif sangat tinggi – tinggi rata – rata berada pada Formasi Lidah (Tpl) dan Formasi Pucangan (QTp).
 - ✓ Tingkat ekspansif sangat tinggi – moderate, rata – rata terdapat di daerah Formasi Pucangan (QTp) dan Formasi Kabuh (Qpk).
 - ✓ Tingkat ekspansif sangat tinggi – rendah, tersebar pada beberapa daerah. Beberapa penyebaran terdapat pada Formasi Lidah (Tpl), lalu juga terdapat pada Formasi Pucangan (QTp) dan endapan aluvial (Qa).

6. DAFTAR REFERENSI

- Chen, F.H., (1975). *Foundation on Expansive Soils*, Developments in Geotechnical Engineering 12, Else-Vier Scientific Publishing Company, New York.
- Gunawan, G.A. dan Soetjianto, P.J. (2018). *Pengaruh Kepadatan dan Cuaca terhadap Kemampuan Kedap Air Campuran Nanomaterial dengan Tanah Ekspansif* (TA No.21012216/SIP/2018). Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Hardiyatmo, H.C., (2014). *Tanah Ekspansif*, Edisi Pertama. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Karim,L dan Handoko,E. (2002). *Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Penambahan Fly Ash dan Portland Cement* (TA No.1182/SIP/2002). Universitas Kristen Petra ,Surabaya.
- Raman, V.(1967), *Identification of Expansive Soils From Plasticity Index and Shrinkage Index Data*, The Indian Engineer, Caltuta, 11(1), pp.17 - 22.
- Seed, H.B., Woodward, R.J. and Lundgren, R.(1962). *Prediction of Swelling Potential for Compacted Clay*, Journal ASCE, Soil Mech. And Found, Div. 88.