

ANALISA KERUSAKAN RUMAH TINGGAL DITINJAU DARI STRUKTUR TANAH DI DESA BATANG PANE KEC. HALONGONAN TIMUR KAB. PADANG LAWAS UTARA

Muhammad Rasyid¹, Sahrul Harahap², Mhd. Rahman Rambe³

- 1) Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan
- 2) Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan
- 3) Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan

Abstrak

Tanah merupakan salah satu faktor penting dalam sebuah konstruksi bangunan. Daya dukung tanah di perlukan untuk menopang beban yang di hasilkan oleh bangunan, namun dalam kenyataannya tidak semua tanah memiliki daya dukung yang baik. Dari berbagai macam jenis tanah terdapat tanah khusus yang memerlukan penanganan tertentu sebelum dapat digunakan. Salah satu contoh tanah khusus ini adalah lempung ekspansif. Jenis tanah ini paling banyak menimbulkan masalah bila di gunakan sebagai dasar proyek konstruksi, baik pada bangunan maupun sebagai lapisan tanah dasar pada proyek jalan. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui nilai CBR tanah pada rumah tinggal yang mengalami kerusakan di desa Batang Pane II serta penanganan yang tepat terhadap kerusakan rumah tinggal ditinjau dari struktur tanah. Metode yang digunakan untuk menganalisa kerusakan rumah tinggal di lakukan secara penelitian atau observasi langsung dilapangan. Dari hasil analisa data yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa nilai CBR rata-rata pada rumah tinggal yang mengalami kerusakan di desa Batang Pane II sebesar 3,35 %, artinya kekuatan tanah dasar termasuk dalam kategori Normal dan perlu tidaknya pemadatan tergantung kategori gedung karena jenis tanah termasuk dalam kategori tanah ekspansif. Penanganan yang tepat terhadap kerusakan rumah tinggal ditinjau dari struktur tanah yaitu perlu penambahan lebar dan cerucuk pada pondasi serta struktur yang standart, karena di lapangan rata-rata bangunan yang rusak tidak menggunakan ring balok.

Kata Kunci: *Dynamic Cone Penetrometer, California Bearing Ratio, Ekspansif*

1. Pendahuluan

Terjadinya kerusakan pada bangunan gedung/rumah tinggal membuat bangunan tersebut menjadi kurang nyaman sehingga diperlukan identifikasi kerusakan yang terjadi dan bagaimana upaya untuk menanganinya dengan memperhatikan kaidah-kaidah dalam membangun bangunan tersebut. Biasanya bangunan direncanakan dapat berfungsi selama masa layan/operasional tertentu. Potensi kerusakan suatu bangunan rumah, baik bangunan rumah lama ataupun yang baru dibangun sangatlah besar biasanya memunculkan kerusakan yang terjadi terlihat setelah bangunan tersebut mulai dioperasikan. Tanah merupakan salah satu faktor penting dalam sebuah konstruksi bangunan. Daya dukungnya diperlukan untuk menopang beban yang dihasilkan oleh bangunan tersebut. Tanah dalam kondisi asli memiliki karakteristik yang kompleks dan bervariasi. Dari berbagai macam jenis tanah terdapat tanah khusus yang memerlukan penanganan tertentu sebelum dapat digunakan. Salah satu contoh tanah khusus ini adalah lempung ekspansif. Lempung ekspansif akan mengembang ketika kadar air bertambah dan akan mengalami susut ketika kadar air berkurang. Jenis tanah ini paling banyak menimbulkan masalah pada pondasi pekerjaan bangunan maupun sebagai lapisan tanah dasar pada proyek jalan. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai CBR dan jenis tanah pada rumah tinggal yang mengalami kerusakan di desa Batang Pane II serta mengetahui solusi perbaikan terhadap kerusakan rumah tinggal ditinjau dari struktur tanah. Hal ini menimbulkan keresahan kepada masyarakat yang tinggal dilokasi tersebut. Namun seiring berjalan waktu, kerusakan rumah tinggal merupakan hal yang biasa bagi masyarakat setempat. Dari aspek ekonomis, kerusakan bangunan mengakibatkan masyarakat juga harus mengeluarkan biaya tambahan untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi agar bangunan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Umum

Tanah merupakan aspek yang paling penting yang tidak dapat dilepaskan dalam setiap pekerjaan Teknik Sipil. Tidak jarang masalah yang dijumpai di lapangan merupakan akibat dari sifat-sifat teknis tanah yang buruk, seperti kadar air yang tinggi, kompresibilitas yang besar, dan daya dukung yang rendah. Salah satu contoh dari jenis tanah yang memiliki sifat teknis yang buruk adalah tanah yang mudah mengalami kembang susut. Tanah yang memiliki potensi kembang susut besar adalah tanah yang dapat mengalami perubahan volume secara signifikan seiring dengan perubahan kadar air di dalamnya. Tanah jenis ini banyak mengandung mineral-mineral dengan potensi kembang susut yang tinggi. Jenis tanah ini sering disebut sebagai tanah lempung ekspansif (Hardiyatmo, 2006).

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1998).

Tanah (soil) menurut teknik sipil dapat didefinisikan sebagai sisa atau produk yang dibawa dari pelapukan batuan dalam proses geologi yang dapat digali tanpa peledakan dan dapat ditembus dengan peralatan pengambilan contoh pada saat pemboran. tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

- a. Berangkal (*boulders*), yaitu potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut sebagai kerakal (*cobbles*) atau pebbes.
- b. Kerikil (*gravel*), yaitu partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- c. Pasir (*sand*), yaitu batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm. Berkisar dari kasar (3 mm sampai 5 mm) sampai halus (< 1mm).
- d. Lanau yaitu partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm.
- e. Lempung yaitu partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm.
- f. Koloid (*colloids*), partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

2.2 Teori CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*Test Load*) dengan beban Standar (*Standard Load*) yang dinyatakan dalam persentase. Dengan rumus nantinya akan membentuk sebuah pola yang menunjukkan persentase perbedaan antara tanah asli dan tanah setelah dilakukan penambahan zat lain. Nilai CBR adalah perbandingan dalam persen (%) antara tekanan yang diperlukan untuk menembus tanah dengan piston berpenampang bulat seluas 3 *inch*, dengan kecepatan 0.05 *inch*/menit. Tujuan dilakukan pengujian CBR ini adalah untuk mengetahui nilai CBR pada variasi kadar air pemadatan (Joseph, 1992).

Adapun klasifikasi nilai CBR untuk tanah dasar dapat kita lihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 1. Nilai CBR Untuk Tanah Dasar (Joseph, 1992)

Nilai CBR	Kekuatan Tanah Dasar	Keterangan
< 3 %	Jelek	Pemadatan diperlukan
3 % - 5 %	Normal	Perlu tidaknya pemadatan tergantung dengan kategori gedung atau jalan
5 % - 15 %	Bagus	Pemadatan secara normal tidak diperlukan kecuali untuk bertingkat atau lalu lintas berat

Jadi untuk menilai kekuatan dasar atau bahan lain yang hendak dipakai untuk menentukan tebal lapisan perkerasan dipergunakan percobaan CBR. Nilai CBR ini digunakan untuk menilai kekuatan yang juga dipakai sebagai dasar untuk penentuan tebal lapisan dari suatu perkerasan.

California Bearing Ratio adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu beban terhadap beban standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Nilai CBR akan digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Harga CBR itu sendiri adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban. Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CBR dapat dibagi menjadi :

1. CBR Lapangan
 Digunakan untuk memperoleh nilai CBR asli di Lapangan sesuai dengan kondisi tanah pada saat itu. Umum digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi. Pemeriksaan ini dilakukan dala kondisi kadar air tanah tinggi (musim penghujan), atau dalam kondisi terbuuk yang mungkin.
2. CBR Lapangan Rendaman

Digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di Lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan yang maksimum. Hal ini sering digunakan untuk menentukan daya dukung tanah di daerah yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi, terletak pada daerah yang badannya sering terendam air pada musim penghujan dan kering pada musim kemarau. Sedangkan pemeriksaan dilakukan di musim kemarau.

3. CBR Laboratorium

Tanah dasar (*Subgrade*) pada konstruksi jalan baru dapat berupa tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang telah dipadatkan sampai mencapai kepadatan 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar tersebut merupakan nilai kemampuan lapisan tanah memikul beban setelah tanah tersebut dipadatkan. CBR ini disebut CBR laboratorium, karena disiapkan di Laboratorium. CBR Laboratorium dibedakan atas 2 macam, yaitu CBR Laboratorium rendaman dan CBR Laboratorium tanpa rendaman.

- a. CBR laboratorium terendam dilakukan perendaman selama 4 hari, perendaman ini bertujuan untuk membuat tanah menjadi jenuh air.
- b. CBR laboratorium tidak terendam dilakukan langsung setelah tanah dipadatkan untuk pengujian.

Pengujian CBR laboratorium terendam pelaksanaannya lebih sulit karena membutuhkan waktu dan biaya relatif lebih besar dibandingkan CBR laboratorium tidak terendam. Pengujian CBR laboratorium tidak terendam biasanya selalu menghasilkan daya dukung tanah lebih besar dibandingkan dengan CBR laboratorium terendam.

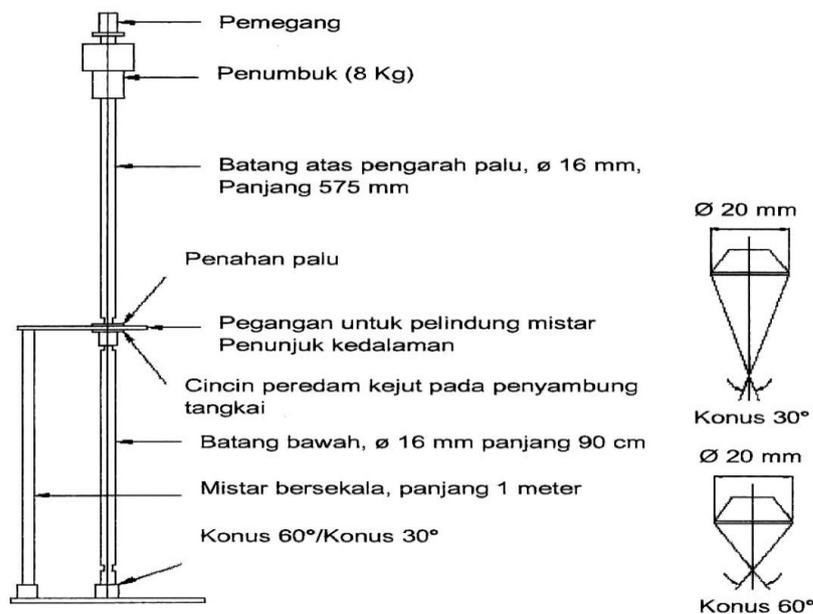
Percobaan dengan alat *Cone Penetrometer* digunakan untuk mengetahui nilai California Bearing Ratio (CBR) tanah dasar, timbunan, dan atau suatu sistem perkerasan. Pengujian ini akan memberikan data kekuatan tanah sampai kedalaman + 70 cm di bawah permukaan lapisan tanah yang ada atau permukaan tanah dasar. Pengujian ini dilakukan dengan mencatat data masuknya konus yang tertentu dimensi dan sudutnya ke dalam tanah untuk setiap pukulan dari palu/hammer yang berat dan tinggi jatuh tertentu pula. Alat penetrometer konus dinamis (DCP) terdiri dari tiga bagian utama yang satu sama lain harus disambung sehingga cukup kaku seperti terlihat pada Gambar 1 dibawah ini.

Bagian-bagian alat Penetrometer Konus Dinamis DCP dapat dijelaskan dalam 3 bagian yaitu bagian atas, tengah dan bawah.

1. Bagian atas

Adapun yang termasuk dalam bagian atas yaitu sebagai berikut :

- a. Pegangan;
- b. Batang bagian atas;
- c.



Gambar 1. Penetrometer Konus Dinamis DCP (Kirmanto, 2010)

2. Bagian tengah

Adapun yang termasuk dalam bagian tengah dari alat DCP yaitu sebagai berikut :

- a. Landasan penahan penumbuk terbuat dari baja;
- b. Cincin peredam kejut;
- c. Pegangan untuk pelindung mistar penunjuk kedalaman.

3. Bagian bawah

Adapun yang termasuk dalam bagian bawah dari alat DCP yaitu sebagai berikut :

- a. Batang bagian bawah,
- b. Batang penyambung, dengan ulir dalam di bagian ujung yang satu dan ulir luar di ujung lainnya; Mistar berskala, panjang 1 meter, terbuat dari plat baja;
- c. Konus terbuat dari baja keras berbentuk kerucut di bagian ujung, diameter 20 mm, sudut 60° atau 30°;
- d. Cincin pengaku.

Berdasarkan sudut konus *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dibagi menjadi 2 yaitu :

1. DCP dengan sudut konus 60°, yang pada umumnya digunakan untuk tanah-tanah berbutir sangat halus (*clay*) sampai dengan berbutir sangat halus bercampur sedikit pasir halus. Dengan ukuran dan karakteristik sebagai berikut :
 - ✓ Diameter bar = 10 mm
 - ✓ Tinggi bar atas = 575 + H mm
 - ✓ Konus dengan sudut = 60°

Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) Hasil Analisa DCP Sudut konus 60° dengan persamaan berikut ini :

$$CBR_{1..n} = 10^{2,8135 - 1,313 \text{ Log (DN)}} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- CBR_{1..n} = CBR pada masing-masing blow.
- Dn_{1..n} = Nilai penetrasi masing-masing (mm/blow)

2. DCP dengan sudut konus 30° yang pada umumnya digunakan untuk tanah berbutir kasar. Dengan ukuran dan karakteristik sebagai berikut:
 - ✓ Diameter bar = 16 mm
 - ✓ Tinggi bar atas = 508 + H mm
 - ✓ Konus dengan sudut = 30°

Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) Hasil DCP Sudut konus 30° dengan persamaan berikut ini :

$$CBR_{1..n} = 10^{1,352 - 1,125 \text{ Log (DN)}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- CBR_{1..n} = CBR pada masing-masing blow.
- Dn_{1..n} = Nilai penetrasi masing-masing (mm/blow)

Nilai persentase *California Bearing Ratio* tiap titik diperoleh dengan persamaan berikut ini :

$$CBR = D \cdot CBR_{Analisa}^{1/3} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

- D = Nilai penetrasi masing-masing (cm atau mm).
- CBR_{Analisa} = Hasil nilai CBR masing-masing titik

Nilai persentase *California Bearing Ratio* diperoleh dengan persamaan berikut ini :

$$CBR = (\sum CBR_{Analisa} \cdot \sum D)^3 \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

- $\sum CBR_{Analisa}$ = Nilai CBR total
- $\sum D$ = Nilai pukulan terakhir penetrasi

DCP terdiri dari konus didasar dari batang vertikal. Sebuah palu diangkat dan dijatuhkan secara berulang-ulang kedalam perangkat pada setengah tinggi batang untuk menghasilkan pukulan yang standar, "*blow*" kepada konus yang menekan perkerasan. Skala vertikal sepanjang batang digunakan untuk mengukur kedalaman

penetrasi dari konus. Penetrasi dan jumlah pukulan dicatat pada lembar data uji. Selanjutnya setiap masuknya konus yang tercatat diubah dalam nilai CBR equivalen ini. Kemudian digambarkan di grafik yang ada pada formulir yang telah tersedia. Desain CBR minimum yang dibutuhkan dengan menggunakan sebuah plastik skala transparan yang telah disesuaikan dengan metode-metode desain yang telah perencanaan perkerasan yang telah disetujui.

1. Menentukan R segmen secara analitis:

Nilai R segmen secara analitis ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$CBR \text{ segmen} = CBR_{rata-rata} - \frac{CBR_{max} - CBR_{min}}{R} \dots\dots\dots (5)$$

Nilai R tergantung pada jumlah data.

Tabel 2. Nilai R Segmen Secara Analitis (Joseph, 1992)

Jumlah Titik Pengamatan	R
2	1.41
3	1.41
4	2.24
5	2.48
6	2.67
7	2.83
8	2.96
9	3.08
> 10	3.18

2. Menentukan CBR secara Grafis

Ada beberapa tahapan dalam menentukan nilai CBR secara grafis dari hasil *Dynamic Cone Penetrometer*. Adapun tahapan yang dimaksud, yaitu:

- a. Tentukan nilai CBR yang terendah.
- b. Tentukan berapa banyak CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR dan kemudian di susun secara tabelaris mulai dari nilai CBR yang terkecil sampai yang terbesar.
- c. Angka terbanyak di nilai 100% angka lain merupakan persentase dari 100%.
- d. Berat grafik hubungan antara harga CBR dan persentase jumlah.
- e. Nilai CBR segmen adalah 90 %.

2.3 Tanah Ekspansif

Tanah ekspansif merupakan material atau batuan yang memiliki karakteristik kembang susut yang sangat besar ketika mengalami perubahan kadar air. Hal ini disebabkan karena mineral pembentuk tanah ini didominasi oleh mineral *montmorillonite* yang bersifat sangat ekspansif. Karena sifat kembang susutnya tersebut, tanah jenis ini memberikan permasalahan yang cukup besar dalam bidang geoteknik, baik untuk pondasi bangunan maupun sebagai tanah dasar pada suatu lapisan jalan.

Tanah yang memiliki potensi kembang susut besar adalah tanah yang dapat mengalami perubahan volume secara signifikan seiring dengan perubahan kadar air di dalamnya. Tanah jenis ini banyak mengandung mineral-mineral dengan potensi kembang susut yang tinggi. Jenis tanah ini sering disebut sebagai tanah lempung ekspansif (Hardiyatmo, 2006).

Kaolinite adalah salah satu struktur utama mineral lempung. Bagian dasar struktur ini adalah gabungan lembaran tunggal silika tetrahedron dengan alumina *octahedron*. Substitusi *isomorfis* praktis tidak terjadi dalam struktur ini. Kombinasi lembaran *silica – alumina* diperkuat oleh hidrogen sebagai perekat. Mineral ini stabil dan air tidak dapat masuk di antara lempengannya untuk menghasilkan pengembangan atau penyusutan pada sel satuannya

Montmorillonite adalah mineral yang dibentuk oleh dua buah lembaran silika dan satu lembaran aluminium. Dalam lembaran oktahedral terdapat substitusi parsial aluminium oleh magnesium. Tanah-tanah yang mengandung *montmorillonite* sangat mudah mengembang oleh tambahan kadar air. Adanya gaya ikatan *van der Waals* yang lemah di antara ujung lembaran silika dan terdapat kekurangan muatan negatif dalam lembaran *oktahedral*, sehingga air dan *ionion* dapat masuk dan memisahkan lapisannya. Jadi, kristal *montmorillonite* pada waktu tertentu mempunyai gaya tarik yang kuat terhadap air (Hardiyatmo, 2006).

Perilaku kembang-susut tanah lempung ekspansif sangat kompleks dan dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi tersebut dapat dibagi menjadi 2 kategori, yaitu pengaruh sifat tanah lempung ekspansif dan pengaruh kondisi lingkungan terhadap sifat tanah lempung ekspansif (Nelson dan Miller, 1992). Kedua faktor yang mempengaruhi kembang susut tanah ekspansif seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Sifat Tanah Yang Mempengaruhi Perilaku Kembang Susut Tanah Ekspansif (Nelson, 1992)

Faktor-faktor	Keterangan
Mineral Lempung	Mineral lempung yang menyebabkan perubahan volume adalah <i>montmorillonite</i> dan <i>vermicullite</i> . <i>Illite</i> dan <i>kaolinite</i> kurang mengembang, tapi bisa menyebabkan perubahan volume jika ukuran partikel sangat halus (< 0,001 mm).
Kimia Air Tanah	Pengembangan tanah lempung ekspansif disebabkan oleh penambahan konsentrasi kation dan penambahan valensi kation, contohnya kation Mg ²⁺ dalam air tanah akan menghasilkan pengembangan tanah lempung ekspansif yang lebih kecil dari kation Na ⁺ .
<i>Soil Suction</i>	<i>Soil Suction</i> adalah variabel tegangan efektif bebas, diwakili oleh tekanan air pori negatif pada tanah lempung ekspansif tak jenuh. <i>Soil Suction</i> dipengaruhi kejenuhan, berat jenis, ukuran pori dan karakteristik kimia dan elektrik dari partikel tanah lempung ekspansif dan air.
Plastisitas	Tanah yang secara umum memperlihatkan sifat plastis dengan batasan daerah kadar air dan mempunyai batas cair tinggi akan sangat berpotensi mengalami kembang susut. Plastisitas adalah indikator dari potensi pengembangan tanah lempung ekspansif.
Susunan dan Struktur Tanah	Lempung terdispersi cenderung lebih ekspansif dari lempung terflokulasi. Pengikatan partikel pada tanah lempung ekspansif akan menyebabkan pengembangan menjadi lebih kecil.
Berat Volume Kering/Kepadatan Tanah	Tanah ekspansif yang lebih padat biasanya mengindikasikan jarak antar partikel yang rapat, berarti gaya tolak menolak akan lebih besar antar partikel dan potensi pengembangan tanah lempung ekspansif menjadi kecil

Tabel 4. Kondisi Lingkungan Yang Mempengaruhi Potensi Kembang Susut Tanah Ekspansif (Nelson, 1992)

Faktor-faktor	Keterangan
Kadar air awal	Tanah lempung ekspansif dengan kadar air rendah akan memiliki potensi pengembangan yang lebih besar dibandingkan dengan lempung ekspansif yang sama dan memiliki kadar air awal tinggi. Pada lempung ekspansif kering ketika terjadi pembasahan, maka proses penyerapan air tinggi sehingga menyebabkan terjadinya pengembangan yang lebih tinggi
Variasi kadar air	Perubahan kadar air pada zona aktif dekat permukaan tanah lempung ekspansif menentukan gaya dorong tanah. Pada lapisan ini terjadi perbedaan kadar air yang cukup signifikan dan perubahan volume akan terjadi.
Iklim	Jumlah dan variasi presipitasi dan evapotranspirasi sangat mempengaruhi tersedianya kadar air dan fluktuasi kadar air.
Air tanah	Muka air tanah dangkal memberikan sumber kadar air dan fluktuasi muka air tanah berkontribusi pada kadar air.
Drainase	Drainase permukaan akan membantu pengaliran air menuju ke pembuangan / tampungan sehingga menjaga kadar air di daerah sekitar.
Tumbuhan	Pohon, semak dan rumput menyerap kadar air tanah selama proses transpirasi sehingga menyebabkan terjadi perbedaan kadar air tanah di sekitar area tumbuhan ini menjadi lebih tinggi.
Permeabilitas	Tanah dengan permeabilitastinggi, terutama terjadi retakan pada tanah, akan menyebabkan migrasi air secara cepat dan menaikkan kecepatan pengembangan tanah.
Temperatur	Penambahan <i>temperature</i> menyebabkan kadar air berkurang, karena terjadinya penguapan.
Kondisi	Tanah lempung yang terkonsolidasi berlebih memiliki sifat ekspansif

tegangan/sejarah yang lebih kecil dari pada tanah lempung yang terkonsolidasi normal
 tegangan

3. Metode

Metode penelitian adalah tata cara atau jalan yang ditempuh sehubungan dengan penelitian yang dilakukan, yang memiliki langkah - langkah yang sistematis untuk menyelesaikan masalah. Metode ini juga merupakan cara kerja untuk dapat memahami hal yang menjadi sasaran penelitian yang bersangkutan, meliputi prosedur penelitian dan teknik penilaian (Nawawi, 2005).

Penelitian yang digunakan yaitu penelitian kualitatif deskriptif. Penelitian kualitatif deskriptif adalah berupa penelitian dengan metode atau pendekatan studi kasus. Penelitian ini didasarkan atas pemikiran dan pertimbangan bahwa permasalahan yang akan di teliti merupakan fenomena yang terjadi sesuai keadaan yang ada di lapangan. Penelitian ini memusatkan diri secara intensif pada satu obyek tertentu yang mempelajarinya sebagai suatu kasus.

Selain studi kasus juga diperlukan studi literatur yang menjadi tinjauan pustaka berhubungan dengan penulisan hasil Skripsi yang akan disusun. Literatur ini dapat berupa buku - buku, jurnal, yang bersumber dari perpustakaan atau bahan mata kuliah yang memiliki hubungan dengan analisa kerusakan rumah tinggal di tinjau dari struktur tanah.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Hasil Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Desa Batang Pane II yang tersebar di beberapa rumah terutama pada Blok A, B dan C. Jumlah data yang di ambil yaitu sebanyak 17 data atau 17 rumah mengalami kerusakan terutama kerusakan pada pondasi dan dinding bangunan. Adapun hasil survey yang diperoleh selama penelitian yang dilaksanakan tanggal 24, 25 dan 26 Juli 2020 sampai selesai, dapat kita lihat pada tabel di bawah ini (Tabel 5).

Tabel 5. Data Hasil Survey

Jumlah Pukulan	PEMBACAAN MISTAR (cm)																
	TITIK																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	8	4	3	1	8	2	3	7	11	10	4	3	2	1	10	5	3
2	14	6	5	3	18	5	7	15	18	19	10	8	11	5	20	9	7
3	18	10	6	6	25	7	9	25	23	25	16	11	20	9	28	12	15
4	22	13	7	9	29	11	12	33	27	30	24	15	25	13	33	18	20
5	26	17	8	13	33	15	14	39	31	35	26	18	28	17	38	22	24
6	28	19	10	16	36	19	16	46	35	41	31	21	33	19	43	27	29
7	33	22	11	20	40	25	18	52	38	46	36	24	39	21	47	32	33
8	40	25	13	22	42	32	21	57	42	51	40	26	44	24	52	36	38
9	47	28	14	27	45	40	23	61	47	55	44	29	50	27	57	40	42
10	52	32	16	31	48	50	26	67	52	59	49	31	55	30	62	46	47
11	58	36	17	34	51	58	29	70	57	64	53	34	59	33	66	54	52
12	66	40	19	38	53	65	32	75	62	67	57	37	64	36	71	60	58
13	76	43	20	42	56	71	35	79	68	71	61	39	72	40	76	69	61
14	83	47	22	46	59	77	39	83	73	75	64	41	79	43	80	71	67
15	90	50	25	50	61	84	42	87	80	79	68	44	80	47	85	75	73
16	97	54	26	54	64	90	45	91	86	83	72	47	84	51	90	79	79
17	100	57	29	58	66	95	48	95	91	87	76	48	88	55	95	84	83
18	-	60	33	61	68	100	50	100	97	92	80	51	93	59	100	88	88
19	-	66	36	65	70	-	53	-	100	96	83	54	97	63	-	92	94
20	-	67	39	68	72	-	56	-	-	100	87	57	100	67	-	95	97
21	-	70	44	71	74	-	58	-	-	-	90	61	-	72	-	98	100
22	-	73	48	75	76	-	61	-	-	-	93	64	-	77	-	100	-
23	-	77	52	78	78	-	64	-	-	-	100	67	-	82	-	-	-
24	-	80	53	82	81	-	67	-	-	-	-	71	-	86	-	-	-

25	-	83	62	86	83	-	69	-	-	-	-	75	-	91	-	-	-
26	-	86	67	90	86	-	71	-	-	-	-	78	-	95	-	-	-
27	-	89	72	91	88	-	74	-	-	-	-	82	-	100	-	-	-
28	-	92	77	97	91	-	76	-	-	-	-	85	-	-	-	-	-
29	-	95	82	100	94	-	78	-	-	-	-	89	-	-	-	-	-
30	-	100	86	-	100	-	80	-	-	-	-	97	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-

Adapun data yang diperoleh dari lapangan pada Blok A titik 1 (satu) dapat kita lihat pada Tabel 6 di bawah ini. Angka pembacaan pada mistar dengan satuan cm. Ada beberapa langkah dalam menentukan CBR lapangan, yaitu :

- a. Menentukan selisih penetrasi antara titik (D). Sebagai contoh perhitungan :
 - Selisih nilai penetrasi pukulan 1 $\rightarrow 8 = 8$ cm
 - Selisih nilai pukulan 2 dengan 1 $\rightarrow 14 - 8 = 6$ cm
 Untuk hasil selanjutnya dapat kita lihat pada Tabel 6 di bawah ini.
- b. Menentukan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) hasil DCP sudut konus 30^0 dengan persamaan 2, maka hasilnya dapat kita peroleh. Sebagai contoh perhitungan :
 - Nilai Penetrasi (8) $\rightarrow CBR_1 = 10^{1,352 - 1,125 \text{ Log}(8)} = 2,17$
 - Nilai Penetrasi (6) $\rightarrow CBR_1 = 10^{1,352 - 1,125 \text{ Log}(6)} = 3,00$
 Untuk hasil selanjutnya dapat kita lihat pada Tabel 6 di bawah ini.
- c. Menentukan nilai Persentase *California Bearing Ratio* (CBR) tiap titik dengan persamaan 3, maka hasilnya dapat kita peroleh. Sebagai contoh perhitungan :
 - Nilai persentase $CBR_1 = D \cdot CBR_{Analisa}^{1/3} = 8 \cdot (2,17)^{1/3} = 10,35 \%$
 - Nilai persentase $CBR_2 = D \cdot CBR_{Analisa}^{1/3} = 6 \cdot (3,00)^{1/3} = 8,65 \%$
 Untuk hasil selanjutnya dapat kita lihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Hasil CBR Lapangan Pada Titik 1 Lokasi Blok A

Nomor Pukulan	N Blow	D cm	$\sum D$ cm	P cm/Blow	CBR $10^{(1.352-1.125 \cdot \text{LOG} P)}$	CBR %
1	1	8	8	8,00	2,17	10,35
2	1	6	14	6,00	3,00	8,65
3	1	4	18	4,00	4,73	6,71
4	1	4	22	4,00	4,73	6,71
5	1	4	26	4,00	4,73	6,71
6	1	2	28	2,00	10,31	4,35
7	1	5	33	5,00	3,68	7,72
8	1	7	40	7,00	2,52	9,52
9	1	7	47	7,00	2,52	9,52
10	1	5	52	5,00	3,68	7,72
11	1	6	58	6,00	3,00	8,65
12	1	8	66	8,00	2,17	10,35
13	1	10	76	10,00	1,69	11,90
14	1	7	83	7,00	2,52	9,52
15	1	7	90	7,00	2,52	9,52
16	1	7	97	7,00	2,52	9,52
17	1	3	100	3,00	6,53	5,61
Jumlah Total CBR						143,07
CBR %						2,93

Dari Tabel 6 diperoleh nilai persentase CBR dengan jumlah pukulan yaitu 17. Dengan menggunakan persamaan 4, maka persentase CBR dapat di tentukan. Adapun CBR pada titik 1, yaitu sebagai berikut :

$$CBR_{rata-rata} = (\sum CBR_{Analisa} \cdot \sum D)^3 = (143,07 \cdot 100)^3 = 2,93 \%$$

Dari hasil perhitungan nilai CBR yang sudah dilakukan, bahwa nilai CBR yang diperoleh secara rata - rata masih termasuk dalam kategori Normal. Adapun nilai rekapitulasi yang di peroleh dapat kita lihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil CBR Lapangan Keseluruhan

No	Titik Penelitian	Jumlah	Nilai CBR (%)	Pembulatan Nilai Rata -
----	------------------	--------	---------------	-------------------------

		Pukulan		Rata CBR (%)
1	1	17	2,93	3
2	2	30	5,66	6
3	3	30	6,04	6
4	4	29	5,37	5
5	5	30	5,31	5
6	6	18	3,09	3
7	7	25	4,52	5
8	8	18	3,15	3
9	9	19	3,36	3
10	10	20	3,56	4
11	11	23	4,17	4
12	12	31	5,78	6
13	13	20	3,42	3
14	14	27	5,00	5
15	15	18	3,17	3
16	16	22	3,91	4
17	17	21	3,78	4
Jumlah Nilai CBR Total			72,25	72
Rata - Rata Nilai CBR Total			4,25	4,25

Dari Tabel 7 di atas dapat kita peroleh nilai CBR maksimum dan nilai CBR minimum dari 17 titik yang dilakukan. Adapun nilai yang diperoleh dapat kita lihat di bawah ini :

CBR max = 6 %
 CBR min = 3 %.

Nilai R dari 17 pengamatan = 3,18

CBR rata-rata = **Error! Objects cannot be created from editing field codes.** = 4,25 %.

Maka didapat CBR analisa = **Error! Objects cannot be created from editing field codes.**

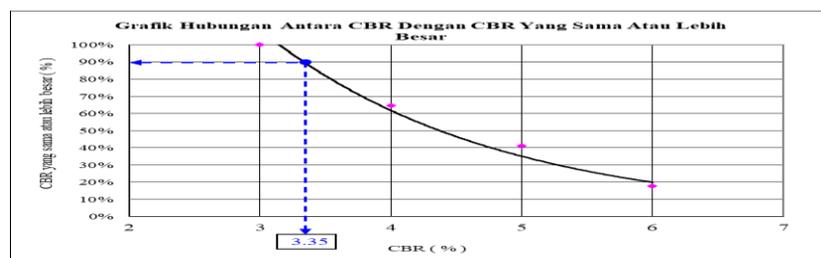
CBR analisa = **Error! Objects cannot be created from editing field codes. Error! Objects cannot be created from editing field codes.** CBR analisa = 4,00 %.

Dari tabel 3 diatas diperoleh nilai CBR rata - rata dari masing - masing titik diperoleh nilai CBR segmen menurut grafis adalah diambil 90 % dimana data CBR yaitu : 3 + 6 + 6 + 5 + 5 + 3 + 5 + 3 + 3 + 4 + 4 + 6 + 3 + 5 + 3 + 4 + 4 adalah 17 data, lalu dibuat kedalam tabel seperti berikut ini.

Tabel 8. Nilai CBR Grafis

Nilai CBR	CBR Yang Sama Atau Lebih Besar	% CBR Yang Sama Atau Lebih Besar
2	17	100 %
4	11	65 %
5	7	41 %
6	3	18 %

Dari Tabel 8 di atas, maka nilai CBR grafis 90 % berada pada nilai CBR 3,35 %. Dalam bentuk grafik dapat kita lihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara CBR Dan CBR Yang Sama

Dari Gambar 2 di atas, maka nilai CBR grafis 90 % berada pada nilai CBR 3,35 %.

4.2 Pembahasan

Setelah dilakukan Analisa Kerusakan Rumah Tinggal Ditinjau Dari Struktur Tanah Di Desa Batang Pane Kec. Halongonan Timur Kab. Padang Lawas Utara, maka diperoleh beberapa hasil, yaitu:

1. Adapun nilai CBR rata-rata pada rumah tinggal yang mengalami kerusakan di desa Batang Pane II sebesar 3,35 %, artinya kekuatan tanah dasar termasuk dalam kategori Normal dan perlu tidaknya pemadatan tergantung kategori gedung karena jenis tanah termasuk dalam kategori tanah ekspansif.
2. Adapun penanganan yang tepat terhadap kerusakan rumah tinggal ditinjau dari struktur tanah yaitu perlu penambahan lebar dan cerucuk pada pondasi serta struktur yang standart, karena di lapangan rata-rata bangunan yang rusak tidak menggunakan ring balok.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Adapun nilai CBR rata-rata pada rumah tinggal yang mengalami kerusakan di desa Batang Pane II sebesar 3,35 %, artinya kekuatan tanah dasar termasuk dalam kategori Normal dan perlu tidaknya pemadatan tergantung kategori gedung karena jenis tanah termasuk dalam kategori tanah ekspansif.
2. Adapun penanganan yang tepat terhadap kerusakan rumah tinggal ditinjau dari struktur tanah yaitu perlu penambahan lebar dan cerucuk pada pondasi serta struktur yang standart, karena di lapangan rata-rata bangunan yang rusak tidak menggunakan ring balok.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeswastoto, H., Islah, M., 2018, Analisis Jenis Kerusakan Pada Bangunan Perumahan, *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi* 1 (2), Bangkinang.
- Kirmanto. D., 2010, Pemberlakuan Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) Dengan *Dynamic Cone Penetrometer*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Bella, A. R., Bunganen, W., Sogen, P. M., 2015, Identifikasi Kerusakan Konstruksi Akibat Potensi Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif Di Desa Oebelo, *Jurnal Teknik Sipil IV* (2), Kupang.
- Braja M. Das. 1993, *Mekanika Tanah (Prinsip - Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Erlangga, Jakarta.
- Braja, M.Das, 1998, *Mekanika Tanah Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.
- Braja, M.Das, 1998, *Mekanika Tanah Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- Dardiri, A, 2012, Analisis Pola, Jenis, Dan Penyebab Kerusakan Bangunan Gedung Sekolah Dasar, *Teknologi dan Kejuruan* 35 (1), Malang.
- Hadibroto, B., Ronitua, S., 2018, Perbaikan Dan Perkuatan Bangunan Sederhana Akibat Gempa, *Jurnal Education Building* 4 (1), Medan.
- Hardiyatmo, H. C., 2006, *Mekanika Tanah I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Joseph, E, Boules, Jhon, K. Hainim, 1992, *Sifat – Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah*, Erlangga, Jakarta.
- Kusumaningrum, E. 2017, Evaluasi Kriteria Kerusakan Bangunan Rumah Tinggal Sederhana Akibat Gempa Bumi, *Tesis*, Yogyakarta.