

## Redesain Struktur Bawah Pada Rumah Tinggal Akibat dari Penurunan Bangunan (Studi Kasus)

Diana Ningrum<sup>1</sup>, Galih Damar Pandulu<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Prodi Teknik Sipil/Fakultas Teknik/Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malang

Email: [dningrum1977@gmail.com](mailto:dningrum1977@gmail.com), HP. 085259408825

Diterima (Juli, 2020), direvisi (Agustus, 2020), diterbitkan (September, 2020)

---

### Abstrak

Rumah Tinggal di Perumahan Gadang Regency Blok P2 no. 33 Malang berlantai 2 ini dibangun pada tahun 2005. Seiring dengan berjalannya waktu bangunan tersebut mengalami penurunan (konsolidasi) sehingga mengalami kerusakan baik struktural maupun arsitektural. Oleh karena itu, diperlukan redesain struktur bawah (pondasi). Semua konstruksi yang direncanakan akan ditopang oleh tanah. Meneruskan beban struktur yang ada di atas muka tanah dan gaya – gaya lain yang bekerja ke tanah pendukung bangunan, merupakan fungsi utama dari struktur bangunan yang biasanya disebut pondasi. Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data sekunder, rekapitulasi kondisi gedung dan pengujian sondir untuk mengetahui elevasi lapisan tanah keras (Hard Layer) dan homogenitas tanah dalam arah lateral. Hasil CPT disajikan dalam bentuk diagram sondir yang mencatat nilai tahanan konus dan friksi selubung, kemudian digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi yang diletakkan pada tanah tersebut. Dari hasil pengujian selanjutnya dilakukan analisis terhadap nilai perlawanan ujung konus dan nilai rasio gesekan maka diperoleh data di titik uji letak kedalaman penghentian uji sondir pada kedalaman 6,00 m. Sehingga dalam redesain struktur bawah rumah tinggal ini ditentukan menggunakan jenis pondasi dalam, dipilih pondasi strauss dengan kedalaman 4,1 m dan pondasi telapak 1,9 m. Berdasarkan data pembebanan dan analisisnya dengan software STAADPro maka direncanakan dimensi strauss diameter 20 cm, selimut beton 5cm dengan jumlah tulangan 8, diameter tulangan Ø12 dan sengkang Ø12-150, h=4,1m dan pondasi telapak dimensi 80x80x30 tulangan D13-150.

### Abstract

Residential house in Perumahan Gadang Regency Blok P2 no. 33 Malang was built in 2005. Over time the building experienced consolidation, that it suffered structural and architectural damage. Therefore, it is necessary to redesign the substructure (foundation). All planned construction will be supported by the ground. Passing on the load of the structure above the ground, other forces acting on the supporting ground of the building, is the main function of the building structure which is usually called the foundation. The CPT results are presented in the form of a sondir diagram which records the value of conus resistance and sheath friction, then used to calculate the bearing capacity of the foundation placed on the soil. Data was obtained at the test point where the depth of the sondir test was stopped at a depth of 6.00 m. So that in the redesign of the lower structure of the residence it was determined using the type of deep foundation, a strauss foundation was selected with a depth of 4.1 m and a foot foundation of 1.9 m. Based on the loading data and analysis with STAADPro software, it is planned that the dimensions of the strauss diameter are 20 cm, the concrete cover is 5 cm and the number of reinforcement is 8, the diameter of the reinforcement is Ø12 and the stirrup is 12-150, h = 4.1m and the foundation dimensions are 80x80x30, reinforcing D13-150.

**Keywords:** *foundation; redesign; settlement; sondir*

## 1. PENDAHULUAN

Syarat utama berdirinya suatu konstruksi adalah kuat, aman dan ekonomis. Semua konstruksi yang direncanakan akan ditopang oleh tanah. Meneruskan beban struktur yang ada di atas muka tanah dan gaya-gaya lain yang bekerja ke tanah pendukung bangunan, merupakan fungsi utama dari struktur bangunan yang biasanya disebut pondasi. Pondasi dapat didefinisikan sebagai bagian bawah bangunan tanah dan daerah tanah dan atau batuan yang berdekatan yang akan di pengaruhi oleh kedua elemen bagian bangunan bawah tanah dan beban-bebannya [1]. Sehingga jenis tanah dengan segala sifat teknis tanah merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan suatu pondasi agar tidak terjadi kegagalan konstruksi pada suatu bangunan. Salah satu kegagalan konstruksi yang sangat sering terjadi adalah penurunan tanah yang disebabkan karena proses konsolidasi. Konsolidasi adalah proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh berpermeabilitas rendah akibat pembebanan, dimana prosesnya dipengaruhi oleh kecepatan terperasnya air keluar dari rongga tanah [8].

Kegagalan konstruksi tersebut di atas yang terjadi pada bangunan rumah tinggal 2 lantai yang beralamat di Perumahan Gadang Regency Blok P2 no. 33 Malang. Bangunan ini dibangun sejak 2005. Seiring dengan berjalannya waktu bangunan tersebut mengalami penurunan (konsolidasi) pada bangunan sisi belakang sehingga bangunan mengalami kerusakan baik struktural maupun arsitektural. Oleh karena itu, diperlukan analisa daya dukung tanahnya dengan berdasarkan data *Cone Penetration Test* (CPT) dengan pengujian *Sondir* dan data yang didapatkan akan digunakan untuk redesain struktur bawah (pondasi).

## 2. MATERI DAN METODE

### a. Penurunan Tanah

Jika suatu lapisan tanah dibebani, maka tanah akan mengalami regangan atau penurunan (*settlement*), umumnya dikatakan tanah yang mengalami tegangan akan mengalami regangan dalam tanah tersebut [2]. Pada tanah berbutir halus yang berada dibawah muka air tanah terjadi penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*). Penurunan yang terjadi memerlukan waktu yang lama. Penurunan tanah merupakan peristiwa termampatnya suatu lapisan tanah, dapat dikarenakan karena beban luar atau pemompaan air.

Macam-macam penurunan diantaranya yaitu: [9]

- 1) Penurunan Segera (*Immediate Settlement*);  $S_e$ 
  - a) Merupakan penurunan yang terjadi seketika pada saat pembebanan terjadi atau dalam jangka waktu yang pendek
  - b) Terjadi karena sifat elastisitas tanah
  - c) Pada tanah lempung umumnya sangat kecil jika dibandingkan dengan penurunan konsolidasi sehingga seringkali diabaikan.
- 2) Penurunan Sekunder (Rangkak);  $S_s$ 

Penurunan sekunder terjadi sesudah penurunan konsolidasi terjadi,

didefinisikan sebagai penyesuaian kerangka tanah sesudah tekanan pori yang berlebih menghilang. Penurunan sekunder tergantung pada waktu dan dapat berlangsung dalam waktu yang lama

### b. Penurunan Bangunan

Penurunan bangunan di bagian belakang bangunan rumah tinggal 2 lantai Permahan Gadang Regency P2-33 adalah permasalahan pokok dalam kasus ini. Beberapa kajian teoritis menyebutkan penurunan pada bangunan dapat terjadi setempat, sebagian atau secara keseluruhan dan dapat diakibatkan oleh beberapa faktor sebagai berikut [3] [6]: (a) Penurunan yang merata (*Uniform Settlement*); (b) Penurunan yang tidak merata (*Differential Settlement*); (c) Liquefaksi (*Liquifaction*).

### c. Sondir atau Cone Penetration Test

Daya dukung yang dapat ditahan oleh tanah sangat bervariasi dan tergantung dari macam atau jenis dan kepadatan dari tanah yang bersangkutan [4]. Salah cara untuk mengetahuinya adalah dengan cara penyondiran. Maksud dari pada sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) adalah salah satu survey lapangan yang berguna untuk memperkirakan letak lapisan tanah keras.

Tekanan dari atas pada konus disalurkan melalui batang baja yang berada didalam pipa sondir (yang dapat bergerak bebas, tidak tertahan pipa sondir). Demikian juga tekanan yang diderita konus saat ditekan kedalam tanah, diteruskan melalui batang baja didalam pipa sondir tersebut ke atas, ke manometer [7].

Uji sondir (*Cone Penetration Test* atau CPT) merupakan salah satu uji lapangan yang secara luas telah diterima oleh para praktisi dan perencana geoteknik. Uji sondir ini telah menunjukkan manfaat untuk pendugaan profil atau pelapisan (stratifikasi) tanah, karena jenis perilaku tanah telah dapat diidentifikasi dari kombinasi hasil pembacaan tahanan ujung ( $q_c$ ) dan gesekan selimutnya ( $f_s$ ) [10].

### d. Pondasi Dangkal

Untuk pondasi dangkal dengan bentuk telapak bujur sangkar dan pondasi lajur dengan lebar pondasi ( $B \leq 1,2m$ ), maka kapasitas dukung ijin tanah ( $q_a$ ) adalah [5]:

$$q_a = \frac{q_c}{30} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (1)$$

Sedangkan untuk lebar pondasi ( $B \geq 1,2m$ ), maka kapasitas dukung ijin tanah ( $q_a$ ) adalah:

$$q_a = \frac{q_c (B+0,3)^2}{50 B} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (2)$$

dimana,

- $q_a$  : Kapasitas dukung ijin tanah
- $q_c$  : Tahanan konus hasil uji sondir
- $B$  : Lebar pondasi

### e. Pondasi Dalam

Untuk pondasi dalam, kapasitas dukung tiang pancang dapat diperoleh dari data uji kerucut statis atau uji sondir [6]. Tahanan ujung yang termobilisasi pada tiang pancang harus setara dengan tahanan ujung saat uji penetrasi. Kapasitas ultimit ( $Q_u$ ) untuk pondasi tiang dihitung sebagai berikut:

$$Q_u = A_b \cdot f_b + A_s \cdot f_s - W_p$$

dimana,

$A_b$  = Luas ujung bawah tiang

$A_s$  = Luas selimut tiang

$f_b$  = Tahanan ujung satuan tiang

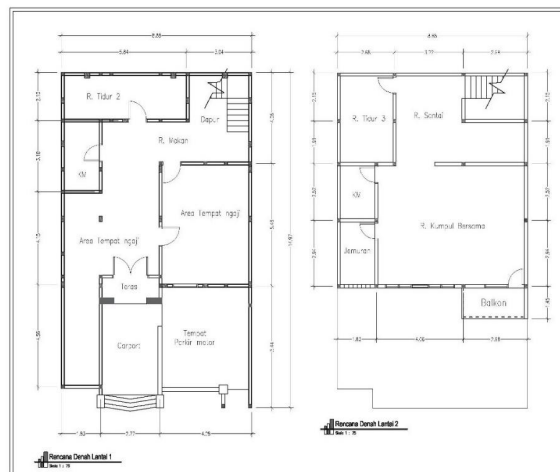
$f_s$  = Tahanan gesek satuan tiang

$W_p$  = Berat tiang

Metodologi Penelitian ini diawali dengan kunjungan lapangan dan pengamatan visual pada rumah tinggal 2 lantai yang beralamatkan di Perumahan Gadang Regency P2-33 untuk mendapatkan data sekunder. Selanjutnya untuk memperoleh informasi tentang kondisi lapisan tanah, terutama perkiraan daya dukung fondasi (*bearing capacity*), dilakukan pengujian sondir (*Cone Penetration Test atau CPT*). Hasil dari CPT ini akan digunakan perencanaan jenis pondasi yang tepat untuk redesain struktur bawah pada rumah tinggal ini dan pembebanan dianalisis dengan software STAADPro untuk merencanakan dimensi pondasi dan kebutuhan tulangnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tempat penelitian studi kasus ini adalah rumah tinggal dua lantai di Perumahan Gadang Regency blok P2 No. 33 Kecamatan Sukun Kota Malang Jawa Timur. Berikut adalah denah rumah:



Gambar 1. Denah Lt. 1 dan Lt. 2

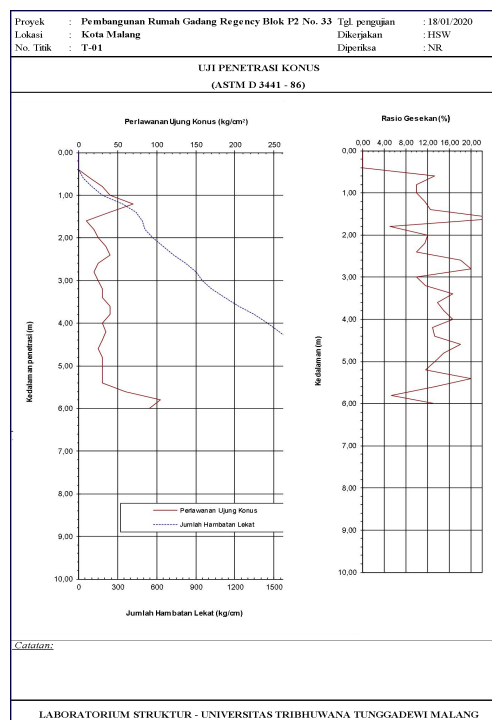
#### Uji Sondir - Penetrasi Konus (*Cone Penetration Test*)

Untuk memperoleh informasi tentang kondisi lapisan tanah, terutama perkiraan daya dukung fondasi (*bearing capacity*), telah dilakukan pengujian sondir sebanyak 3 (tiga) titik uji di lokasi Rencana Pembangunan Rumah Gadang Regency

Blok P2 No. 33. Uji sondir dilakukan oleh tim sondir dari Laboratorium Struktur Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malang. Karena sulitnya medan kondisi dalam rumah tinggal ini pelaksanaan uji sondir yang dilakukan pada 1 (satu) titik terpilih ditentukan bersama sama oleh pemberi tugas langsung dilokasi pekerjaan (Lampiran L-1). Prosedur pengujian mengikuti standar internal yang mengacu pada standar pengujian yang dipublikasikan oleh *American Society of Testing Material (ASTM)*.

Spesifikasi alat Sondir-Penetrasi Konus (Cone Penetration Test) yang digunakan yaitu sondir mekanis tipe *Begemann Friction-Cone* (Bikonus) / *Dutch Cone* berkapasitas maksimum 2,5 ton, memiliki luas proyeksi horisontal ujung konus 10 cm<sup>2</sup>, dan luas bidang geser (*sleeve*) adalah 100 cm<sup>2</sup>. Pemberian gaya dengan kecepatan penetrasi rata-rata 2 cm/detik menggunakan sistem penekan hidrolis dengan luas torak 10 cm<sup>2</sup>, sementara pengukuran gaya (tegangan) yang dilakukan untuk tiap rentang kedalaman 20 cm, menggunakan 2 (dua) buah manometer berskala 0-50 dan 0-250 kg/cm<sup>2</sup>. Pengujian dihentikan pada kedalaman-kedalaman dimana kapasitas maksimum alat telah dicapai atau bilamana tidak ditemukan lapisan tanah keras, maka pengujian akan dihentikan pada kedalaman 20 meter. Analisis hasil-hasil pengujian selanjutnya ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik, ditunjukkan dalam lampiran (L-1) *Metode pengujian mengikuti aturan ASTM D 3441-86*. Berikut dokumentasi pelaksanaan test Sondir dan hasilnya:

**Tabel 2. Hasil Pengujian CPT**



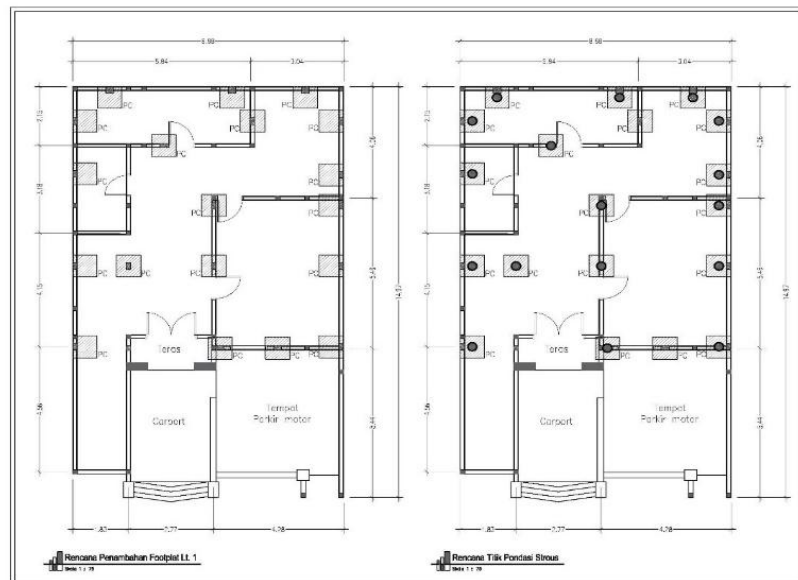
Dalam laporan ini dikemukakan salah satu formulasi alternatif untuk perencanaan daya dukung pondasi dangkal dan daya dukung pondasi dalam berdasarkan uji Sondir (*CPT*). Terhadap hasil-hasil pengujian yang diperoleh di lapangan, selanjutnya dilakukan analisis terhadap nilai perlawanan ujung konus dan

nilai rasio gesekan, maka diperoleh kesimpulan dan saran sebagai berikut: Hasil uji sondir untuk Rumah di Gadang Regency Blok P2 No. 33 di titik uji T-01, letak kedalaman penghentian ujisondir dari titik uji T-01 pada kedalaman 6,00 m.

Berdasarkan hasil di lapangan setelah dilakukan pembongkaran tanah sampai bertemu dengan dasar pondasi eksisting, diukur kedalaman pondasi eksisting perumahan tersebut adalah jenis pondasi telapak setempat dengan kedalaman 1,8 m dengan dimensi pondasi 50x50x20 dan tulangan 10-100 dengan jumlah 4 beugel. Dari pembongkaran tanah yang telah dilakukan, tampak bahwa pondasi eksisting masih berada pada tanah urugan. Hal ini menjadi sumber permasalahan yang terjadi sehingga bangunan mengalami penurunan bagian belakang yang menyebabkan bangunan mengalami kerusakan baik struktural maupun arsitektural.

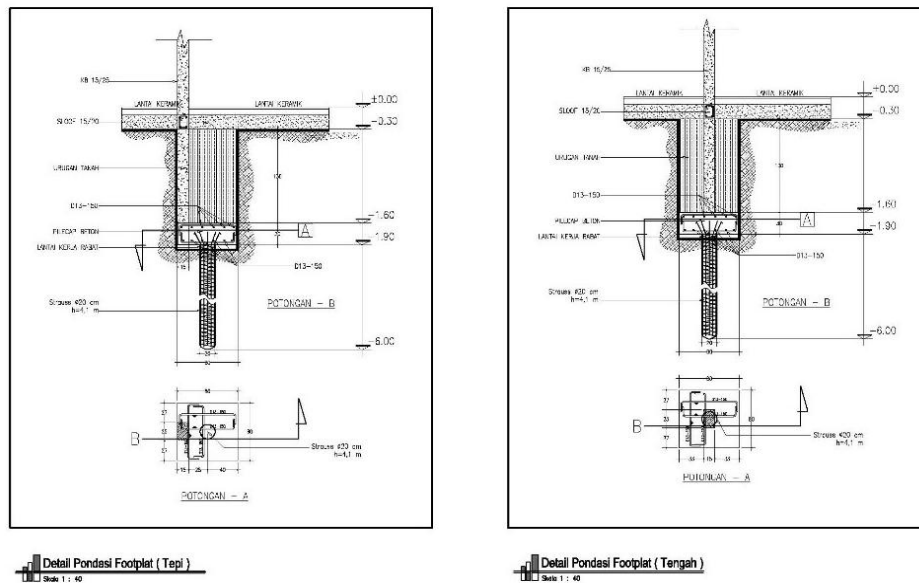
Redesain dari pondasi menggunakan hasil test CPT dengan uji sondir yang dipilih pondasi dalam yaitu menggunakan jenis pondasi strauss dan pondasi telapak. Kedalaman pondasi sesuai hasil test CPT yaitu 6m, dengan desain ukuran 4,1m untuk pondasi strauss dan desain ukuran 1,9m pondasi telapak (*footplat*). Analisa pembebanan agar mendapatkan Momen Maximal dan Gaya P maksimal menggunakan software STAADPro. Output dari software tersebut digunakan sebagai dasar ukuran dimensi pondasi, serta menentukan kebutuhan tulangan, dan diameter tulangan secara tepat. Berikut hasil dari perencanaan pondasi strauss dan pondasi telapak:

#### Denah Rencana Pondasi :

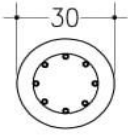
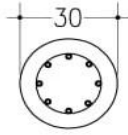


Gambar 2. Denah Rencana Penambahan Pondasi Footplat (telapak) dan Pondasi Strauss





**Gambar 3. Rencana Pondasi Strauss dan Pondasi Footplat Bagian Tepi dan Tengah**

JENIS BALOK	Strauss Ø20 cm	
	1/4 L	1/2 L
DESKRIPSI		
TULANGAN UTAMA	8 # 12	8 # 12
SENGKANG	Ø8 - 150	Ø8 - 150

**Gambar 4. Detail Pondasi**

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian *Cone Penetration Test* (CPT) di rumah tinggal 2 lantai yang beralamat di Perumahan Gadang Regency P2-33 selanjutnya dilakukan analisis terhadap nilai perlawanan ujung konus dan nilai rasio gesekan maka diperoleh data di titik uji letak kedalaman penghentian uji sondir pada kedalaman 6,00 m. Sehingga dalam redesain struktur bawah rumah tinggal ini ditentukan menggunakan jenis pondasi dalam, dipilih pondasi strauss dengan kedalaman 4 m dan pondasi telapak 2 m. Berdasarkan data pembebanan dan analisisnya dengan software STAADPro maka direncanakan dimensi strauss diameter 20 cm, selimut beton 5cm dengan jumlah tulangan 8- Ø12 dan sengkang Ø12-150, h=4,1m dan pondasi telapak dimensi 80x80x30 tulangan D13-150.

Redesain struktur bawah (pondasi) pada rumah tinggal di Perumahan Gadang Regency P2-33 ini diharapkan ada penelitian lanjutan yaitu redesain struktur atas

perbaikan dengan redesain struktur sloof, balok, kolomnya sehingga perbaikan dari rumah yang telah terjadi penurunan ini dapat terselesaikan dengan baik.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bowles, Joseph E. (1993). *Analisis dan Desain Pondasi*. Edisi 4 Jilid kedua. Jakarta: Penerbit Erlangga
- [2] Bowles, J.E. (1983), Alih Bahasa Ir.Johan Kelana Putra Edisi Kedua. *Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [3] Craig, R.F. (1991). *Mekanika Tanah*. Diterjemahkan oleh Budi Susilo. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [4] Das Braja M, 1995, *Mekanika Tanah Jilid 2*. Surabaya: Penerbit Erlangga.
- [5] Das Braja M, 1998, *Principles of Foundation Engineering*. California: PWS Publishing.
- [6] Hardiyatmo C, Hary, 2007, *Teknik Pondasi 1*, Yogyakarta: Penerbit Beta Offset.
- [7] Irsyam. M., 2005. *Rekayasa Pondasi*, Bandung: ITB
- [8] Marto, A. dan Othman, B. A., (2011), *The Potential use of Bambu as Green Material for Soft Clay Reinforcement System*. International Conference on Environment Science and Engineering IPCBEE vol.8. IACSIT Press, Singapore, pp. 124-143.
- [9] Pranoto, Yudi (2017). *Evaluasi Penurunan Gedung dan Metode Perbaikannya (Studi Kasus: Kantor Pos Balikpapan)*. Jurnal Teknik Mesin Volume 6, hal 102-107
- [10] Rumiris, Lambok. 2018. *Aanalisis Daya Dukung PondasiTiang Pancang pada Proyek Pembangunan Perhotelan/ Apartemen Di Jalan Ring Road Medan, Medan*