

## Studi Daya Dukung Pondasi Kayu Galam Pada Bangunan Ruko Yamaha Di Jalan Ahmad Yani Km.2,5 Kota Banjarmasin

Akhmad Gazali<sup>1, a \*</sup>, Fathurrahman<sup>2, b</sup> dan Mulyana<sup>3, c</sup>

<sup>1 2 3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Kalimantan MAB, Jl. Adhyaksa No. 2 Kayutangi Banjarmasin, 70123

<sup>a</sup>akhmadgazali51@gmail.com, <sup>b</sup>fathurrahman221273@gmail.com,

<sup>c</sup>16640020mulyana@gmail.com

### Abstrak

Kota Banjarmasin memiliki tekstur tanah sangat lunak dengan jenis lempung lunak jenuh dan berongga kapiler yang sangat kecil. Daya dukung tanah yang rendah juga menyebabkan ketidakmampuan tanah dasar menahan beban, sehingga berdampak terjadinya kerusakan pada struktur bangunan di atasnya. Kerusakan struktur yang terjadi pada bangunan Ruko Yamaha di Jalan Ahmad Yani Km 2,5 Banjarmasin diprediksi akibat adanya penurunan pada pondasinya. Pondasi bangunan Ruko Yamaha ini menggunakan pondasi kayu galam dan merupakan pondasi khas yang sering digunakan di Kota Banjarmasin. Metode yang digunakan dalam menganalisis pembebanan struktur bangunan Ruko Yamaha tersebut menggunakan bantuan program STAAD Pro V8i. Setelah diperoleh hasil pembebanan struktur selanjutnya menganalisis daya dukung pondasi kayu galam tunggal dan kelompok menggunakan metode Meyerhoff, sehingga diperoleh jumlah kayu galam kelompok pada pondasinya. Analisis pembebanan struktur menggunakan bantuan program STAAD Pro V8i diperoleh nilai gaya vertikal maksimum sebesar 139.104,13 kg. Sedangkan analisis daya dukung pondasi kayu galam kelompok menggunakan metode Meyerhoff diperoleh jumlah kayu galam sebanyak 196 batang dengan formasi 14×14 dan nilai daya dukung pondasinya sebesar 143.640,6 kg. Nilai daya dukung pondasi kayu galam kelompok ini memiliki nilai lebih besar dari nilai pembebanan strukturnya, hal ini dapat disimpulkan bahwa pondasi kayu galam aman terhadap nilai beban struktur atas yang ditumpunya.

**Kata kunci :** Daya Dukung Pondasi Kayu Galam, Metode Meyerhoff, STAAD Pro V8i

### Latar belakang

Perkembangan pembangunan di Provinsi Kalimantan Selatan khususnya Kota Banjarmasin yang semakin banyak dan besar, seperti perkantoran, perumahan ruko, rukan dan gedung pemerintahan yang semakin banyak dan selalu bertambah bahkan banyak bangunan yang berdempetan dikarenakan lahan yang mulai berkurang. Dengan selalu bertambahnya bangunan-bangunan maka keadaan tanah juga akan terganggu. Kota Banjarmasin memiliki jenis tanah lempung lunak jenuh tanah dengan rongga kapiler yang sangat kecil sehingga proses konsolidasi saat tanah

terbebani memerlukan waktu cukup lama.

Daya dukung tanah yang rendah akan menyebabkan ketidak mampuan tanah dasar menahan beban yang bekerja di atasnya. Selain itu pemampatan tanah yang tinggi mengakibatkan adanya perbedaan penurunan konsolidasi dan berdampak terjadinya kerusakan pada struktur diatas tanah dasar, maka dibutuhkan perkuatan tanah dasar agar mampu menahan beban diatasnya.

Semua konstruksi yang merupakan bagian bangunan atas tanah yang direkayasa untuk bertumpu pada tanah harus didukung oleh suatu pondasi.

Pondasi merupakan bagian dari bangunan bawah tanah yang berfungsi

untuk meneruskan beban-beban yang bekerja pada bagian bangunan atas daberatnya sendiri kelapisan tanah pendukung. Pondasi bertujuan sebagai penompang bangunan yang diatasnya ke lapisan tanah yang cukup kuat daya dukungnya. hal inilah yang sangat dipertimbangkan agar bangunan tidak mengalami kemiringan, kerusakan dan lain sebagainya.

Kemiringan (*slope*) adalah keadaan dimana ada bidang atau permukaan yang tidak rata, disebabkan ada bagian yang tinggi dan ada bagian yang rendah. Gradien, persentase, dan derajat merupakan tiga bentuk besar kemiringan.

Di Banjarmasin sering kita melihat adanya bangunan miring yang dikarenakan selalu bertambahnya bangunan gedung yang berdekatan dan gedung yang baru di buat lebih besar dibandingkan bangunan gedung yang berada di sekitar kawasan tersebut. Seperti Bangunan Ruko Yamaha di Jalan Ahmad Yani KM. 2,5 Banjarmasin yang mengalami kemiringan.

Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 1 dibawah ini kondisi pada saat bangunan miring.



Sumber : Koleksi Pribadi

Hal tersebut yang menjadi latar belakang dalam melakukan penelitian

pada lokasi di Jalan Ahmad Yani km. 2,5 Kota Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui analisis nilai pembebanan struktur yang terjadi dan untuk mengetahui analisis daya dukung pondasi kayu galam kelompok pada Bangunan Ruko Yamaha di jalan Ahmad Yani Km 2,5 Kota Banjarmasin.

### Tinjauan Pustaka

Daya dukung tanah adalah parameter tanah yang berkenaan dengan kekuatan tanah yang menompang suatu beban diatasnya. Daya dukung tanah dipengaruhi oleh jumlah air yang terdapat didalamnya, kohesi tanah, sudut geser dalam, dan tegangan normal tanah.

Daya dukung tanah merupakan salah satu faktor penting dalam perencanaan pondasi beserta struktur diatasnya. Daya dukung yang diharapkan untuk mendukung pondasi adalah daya dukung yang mampu memikul beban struktur, sehingga pondasi mengalami penurunan yang masih berada dalam batas toleransi.

Daya dukung ultimit didefinisikan sebagai tekanan terkecil yang dapat menyebabkan keruntuhan geser pada tanah pendukung tepat dibawah dan di sekeliling pondasi. Daya dukung ultimit suatu tanah terutama di bawah beban pondasi dipengaruhi oleh kuat geser tanah. Nilai kerja atau nilai izin untuk desain akan ikut mempertimbangkan karakteristik kekuatan dan deformasi.

Kayu galam mempunyai nama latin *Melaleuca Leucadendron*, termasuk jenis *Melaleuca* dari keluarga *Myrtaceae* yang mempunyai sifat batang terbungkus kulit berlapis-lapis, keras, dan berat. Kayu galam banyak tumbuh di Kalimantan dan harganya pun relatif murah.

Sifat-sifat fisik kayu galam antara lain memiliki berat jenis 0.79, kelas awet adalah III dan kelas kuat adalah II. Kayu

galam mempunyai sifat unik yaitu jika dalam keadaan terendam terus menerus kekuatannya akan lebih terjaga. Selain itu meskipun lapisan kulitnya dikupas sampai mendekati lapisan kambiumnya, maka tidak mempengaruhi kondisi dan kekuatan batangnya.

Tiang galam selalu digunakan berdasarkan prinsip friction piles karena panjangnya yang terbatas. Selama ini, daya dukung tiang galam diperhitungkan hanya berdasarkan teoritis atau berdasarkan data hasil uji sondir.

Pada tanah rawa, apabila suatu tiang dipancang masuk ke dalam tanah, maka tanah di sekeliling tiang akan rusak/terganggu sehingga tanah berkurang kekuatannya (sensitivity) yang mengakibatkan daya dukung ultimit tiang lekatan mengecil. Namun sesuai fungsi waktu akan terjadi proses pulihnya kembali kekuatan tanah tersebut (thixotropy) hingga pada waktu tertentu kekuatan tanah akan pulih kembali 100%, yang berarti daya lekatan tanah pada tiang akan maksimal sehingga daya dukung ultimit tiang juga akan maksimal.

Gejala kerusakan pondasi atau penurunan tambahan bukan hanya menyebabkan konstruksi yang tidak berfungsi semestinya, melainkan dapat juga mengakibatkan permukaan tanah di sekeliling konstruksi itu naik turun, atau permukaan air tanah atau penguapan air di tempat konstruksi.

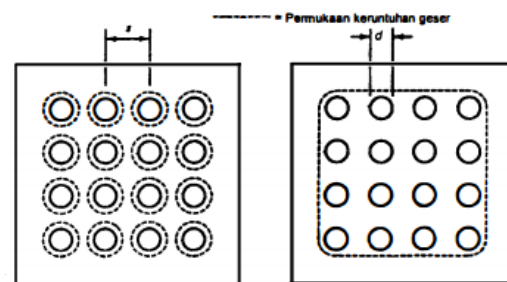
Jika kelompok pondasi galam dipancang dalam tanah lempung lunak, pasir tidak padat, atau timbunan, dengan dasar tiang yang bertumpu pada lapisan lempung kaku. maka kelompok pondasi galam tersebut tidak mempunyai resiko akan mengalami keruntuhan geser umum (*general shear failure*), asalkan diberikan faktor aman yang cukup terhadap bahaya keruntuhan tiang tunggalnya. Akan tetapi, penurunan kelompok pondasi kayu galam masih tetap harus diperhitungkan dalam

perancangan. Pada kondisi lain, sering terjadi Fondasi pondasi galam harus dipancang secara keseluruhan ke dalam tanah lempung lunak. Karena itu, tiang-tiang dalam mendukung beban sebagian besar didukung oleh tahanan gesek dinding. Kondisi Fondasi pondasi galam semacam ini, disebut Fondasi pondasi galam apung (*floating pile*).

Kapasitas kelompok pondasi galam apung dipengaruhi oleh salah satu faktor dari:

1. Jumlah kapasitas tiang tunggal dalam kelompok pondasi galam bila jarak tiang jauh, atau
2. Tahanan gesek tiang yang dikembangkan oleh gesekan antara bagian luar kelompok pondasi galam dengan tanah di sekelilingnya, jika jarak tiang terlalu dekat.

Pada kelompok pondasi galam yang dasarnya bertumpu pada lapisan lempung lunak tersebut, faktor aman terhadap keruntuhan blok harus diperhitungkan, terutama untuk jarak tiang-tiang yang dekat.



Gambar 2. Tipe Keruntuhan Pondasi Kayu Galam

Sumber : Hardiyatmo, H. C, 2003

Untuk menghitung kapasitas tiang sendiri dapat menggunakan Metoda Langsung (*Direct Cone Method*) yang dikemukakan oleh Mayerhof (1956).

Berikut persamaan untuk metoda langsung sebagai berikut:

$$Q_u = \frac{q_c \cdot A_p}{SF_1} + \frac{A_s \cdot F_{total}}{SF_2} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

$Q_u$  = Beban maksimum tiang tunggal yang mengakibatkan keruntuhan

$q_c$  = Perlawanan conus

$A_p$  = Luas penampang tiang

$A_s$  = Keliling tiang

$F_{total}$  = Jumlah hambatan

$SF$  = Faktor keamanan

Formula ini diadaptasi di Indonesia dengan mengambil angka keamanan 3 dan 5 untuk geseknya. Sehingga daya dukung ijin yang diperoleh aman, tetapi faktor keamanannya bukan 3 dan 5 (Rahardjo, 2008).

Dalam hitungan kapasitas kelompok tiang maka dipilih dari hal-hal berikut:

1. Jika kapasitas kelompok tiang ( $Q_g$ ) lebih kecil daripada kapasitas tiang tunggal kali jumlah tiang ( $nQ_u$ ), maka kapasitas dukung fondasi tiang yang dipakai adalah kapasitas kelompoknya ( $Q_g$ ).
2. Sebaliknya, bila dari hitungan kapasitas kelompok tiang ( $Q_g$ ) lebih besar, maka dipakai kapasitas tiang tunggal kali jumlahnya ( $nQ_u$ )
3. Beberapa persamaan efisiensi tiang telah diusulkan untuk menghitung kapasitas kelompok tiang, namun semuanya hanya bersifat pendekatan. Persamaan-persamaan yang diusulkan didasarkan pada susunan tiang, jarak relatif dan diameter tiang, dengan mengabaikan panjang tiang, variasi bentuk tiang yang meruncing, variasi sifat tanah dengan kedalaman dan pengaruh muka air tanah. Salah satu dari persamaan-persamaan efisiensi tiang tersebut, yang disarankan oleh Converse-Labarre Formula, sebagai berikut:

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n' - 1)^{m+(m-1)n'}}{90 m n'} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

$E_g$  = efisiensi tiang kelompok

$\theta$  = arc tg  $d/s$

$m$  = jumlah baris tiang

$n$  = jumlah tiang pada satu baris

$s$  = jarak pusat ke pusat tiang

$d$  = diameter tiang

Kapasitas ultimit kelompok pondasi galam dengan memperhatikan faktor efisiensi tiang dinyatakan oleh persamaan:

$$Q_g = E_g nQ_u \dots \dots \dots (3)$$

Faktor aman ( $F$ ) kelompok pondasi galam dapat dinyatakan oleh persamaan

$$F = Q_g > Q' \dots \dots \dots (4)$$

Dimana

$Q_g$  = Kapasitas ultimit kelompok ( $K_N$ )

$Q'$  = beban kelompok pondasi galam akibat beban struktur

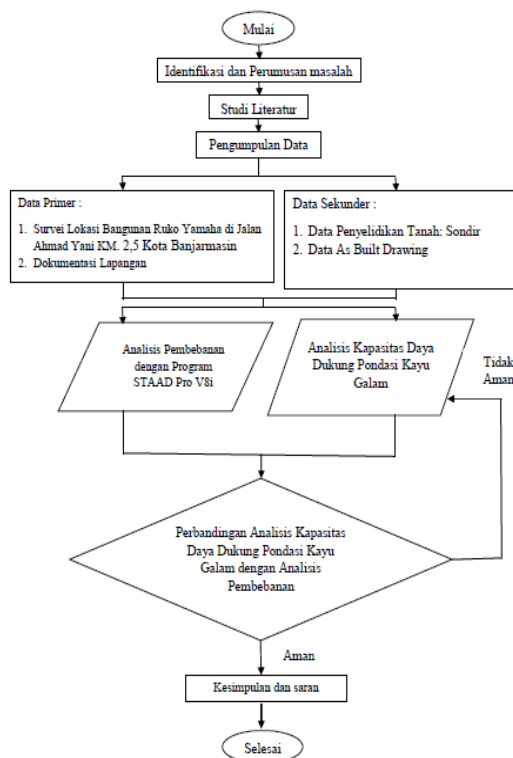
Dalam analisis pembebanan struktur bisa menggunakan beberapa aplikasi program STAAD Pro V8i, SAP 2000, ANSYS, atau aplikasi struktur lainnya. Dalam analisis ini menggunakan aplikasi STAAD Pro V8i hal ini dikarenakan, aplikasi STAAD Pro V8i sangat cocok untuk karakteristik pembebanan penelitian ini. Adapun kelebihan-kelebihannya sebagai berikut:

- 1) Program STAAD Pro V8i sangat cocok untuk pada analisis pembebanan pada bangunan konstruksi seperti: gedung, pelabuhan, bandara, dan bangunan konstruksi lainnya.
- 2) Program STAAD Pro V8i memberikan nilai dalam analisis menghasilkan faktor keamanan bernilai dari 2,5 sampai 3. Sedangkan SAP 2000 dan ANSYS dapat menghasilkan faktor keamanan sebesar 5 dan seterusnya. Dapat disimpulkan bahwa dalam STAAD Pro V8i ini akan menghasilkan dimensi pembebanan yang lebih ekonomis dibandingkan dengan program SAP 2000 dan ANSYS.
- 3) Pada program STAAD Pro V8i dalam input data lebih sederhana dibandingkan program yang lainnya.

Pada program ANSYS menggunakan bahasa pemrograman yang sangat detail jika dalam pemrograman yang salah pada aplikasi ini tidak bisa run analisis.

### Metodologi Penelitian

Bagan alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian  
 Sumber : Analisis Pribadi

### Analisis Pembebanan Struktur

Didapatkan gaya-gaya akibat kombinasi beban yaitu gaya normal (p), gaya geser (H), dan momen (M) yang bekerja pada setiap dasar. Gaya pada kolom dasar inilah yang dipakai untuk beban rencana pada analisis pondasi kayu galam.

Perhitungan pembebanan portal meliputi sebagai berikut:

1. Beban dari plat lantai
2. Beban dari dinding

3. Beban dari berat sendiri balok

Analisis pembebanan struktur pada dasarnya untuk mendapatkan Gaya Momen, Gaya Vertikal, dan Gaya Normal. Dalam analisis ini memerlukan bantuan program STAAD PRO V8i. Sehingga diperoleh:

Tabel 1. Hasil Analisis Pembebanan Struktur

Gaya Momen (z)	3.031,747 kgm
Gaya Vertikal (y)	139.104,13 kg
Gaya Horizontal (x)	16.574,124 kg

Sumber: Hasil Perhitungan

### Analisis Daya Dukung Pondasi Kayu Galam Kelompok

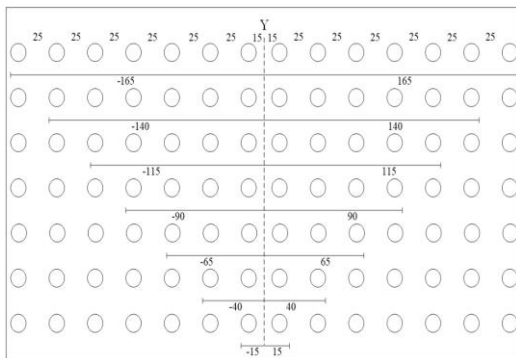
Absis tiang galam terhadap pusat poer yang berisi kayu galam 14 x 14 di setiap poer, dengan diameter 10 dan kedalaman 7m. Untuk mendapatkan nilai baris di setiap pondasi kayu galam maka perlu menghitung terlebih dahulu jarak antar kayu galam dimulai dari titik sumbu poer ke arah negatif dan positif di kali banyak kayu galam.

Daya Dukung Kelompok Tiang ( $Q_{ug}$ )

$$\begin{aligned}
 Q_{ug} &= Q_{ut} \times n \times E_g \\
 &= 917 \times 196 \times 0,80 \\
 &= 143.640,6 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$143.640,6 \text{ kg} > 139.104,13 \text{ kg} \dots (\text{Aman})$$

Jadi jumlah tiang kayu galam yang digunakan pada perhitungan ini berjumlah 196 batang dalam satu pondasi. Susunan tiang kayu galam dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Susunan Tiang Kayu Galam  
Dalam Pondasi  
Sumber : Hasil Perhitungan

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis di atas diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis pembebanan struktur pada bangunan Ruko Yamaha di jalan Ahmad Yani KM. 2,5 Kota Banjarmasin, menggunakan bantuan Program STAAD Pro V8i diperoleh nilai gaya vertikal maksimum sebesar 139.104,13 kg.
2. Berdasarkan analisis kapasitas daya dukung pondasi kayu galam kelompok pada bangunan Ruko Yamaha di jalan Ahmad Yani KM. 2,5 Kota Banjarmasin diperoleh nilai daya dukung pondasi sebesar 143.640,6 kg, yang mana nilai daya dukung ini melebihi nilai beban struktur atas bangunan Ruko Yamaha, sehingga pondasi kayu galam tersebut tergolong kategori Aman.

### Referensi

- [1] A. Usman, "Studi Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Gambut Menggunakan Kombinasi Perkuatan Anyaman Bambu Grid Dengan Variasi Lebar dan Jumlah Lapisan Perkuatan", *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2.3 (2014): 297-302.
- [2] J.E. Bowles. *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi Keempat Jilid 2, Erlangga, Jakarta, 1999.

[3] F.E. Rienanda, E.J. Kumaat dan R.S. Windah, "Pengaruh *Bracing* Pada Bangunan Bertingkat Rangka Baja Yang Berdiri Di Atas Tanah Miring Terhadap Gempa", *Jurnal Sipil Statik*, 7.6 (2019): 605-614.

[4] A. Gazali dan F. Fathurrahman, "Analisis Stabilitas Tanah Timbunan dengan Perkuatan Turap Kayu Galam di Daerah Rawa Kalimantan Selatan", *Jurnal Media Ilmiah Teknik Sipil*, 7.2 (2019): 79-86.

[5] H.H. Christiady. *Mekanika Tanah I*, Edisi Ketiga, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2002.

[6] H.H. Christiady. *Mekanika Tanah II*, Edisi Ketiga, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2003.

[7] H.H. Christiady. *Teknik Fondasi I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2003.

[8] H.H. Christiady. *Teknik Fondasi II*, Edisi Keempat, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2003.

[9] O.S Metang, S. Balamba, B.A. Sompie dan A.N. Sarajar, "Analisis Penurunan Pada Pondasi Rakit Jenis Pelat Rata Dengan Metode Konvensional", *Jurnal Sipil Statik*, 1.11 (2013): 718-729.

[10] Y. Yudiawati dan A. Marzuki, "Pondasi Dangkal Di Atas Tanah Lunak Dengan Perkuatan Pondasi Galam Berdasarkan Percobaan Lapangan", *Jurnal Info-Teknik*, 9.2 (2008): 212-217.