

ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI CERUCUK GALAM PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN TATAH BANGKAL BANJARMASIN

(Studi Kasus Pada Jalan Tatah Bangkal Banjarmasin)

Muhammad Richard Loren's Sulu, Dosen Pembimbing¹ Ir. Akhmad Gazali, Dosen Pembimbing² Robiatul Adawiyah,

Teknik Sipil, 22201, Fakultas Teknik, UNISKA MAB, NPM 16640198
Teknik Sipil, 22201, Fakultas Teknik, UNISKA MAB, NIDN 11.080888.03
Teknik Sipil, 22201, Fakultas Teknik, UNISKA MAB, NIDN 11.070279.01
E-mail : richard.mortuus@gmail.com/HP.+6289695782303

ABSTRAK

Lokasi Penelitian terletak pada jalan Tatah Bangkal, Banjarmasin, Kalimantan Selatan. Pada Kalimantan Selatan pondasi cerucuk kayu galam juga merupakan pondasi yang termasuk dalam kategori pondasi peralihan atau bisa juga disebut dengan pondasi mengapung yang tidak sampai ke tanah keras yang didesain untuk menahan beban diatas kondisi tanah yang kurang stabil dimana elevasi muka air tanah yang cukup tinggi. Penulisan skripsi ini ialah tidak lain bertujuan untuk menganalisa daya dukung pondasi cerucuk kayu galam, mengetahui pembebanan total yang diterima lapisan jalan, mengetahui efisiensi cerucuk galam dan juga mengetahui faktor aman cerucuk kayu galam.

Pada penelitian ini, dalam menghitung jumlah total pembebanan penulis menghitung sesuai dengan apa yang tertera dalam *SNI 1725 2016 pembebanan jalan dan jembatan* dengan data yang diperoleh melalui laporan *Job mix*, *SNI 1725 2016 pembebanan jalan dan jembatan* dan *UU LLAJ No. 22 tahun 2009 pasal 19 ayat (2)*. Pada perhitungan analisa cerucuk, efisiensi dan faktor aman, penulis menggunakan metode Terzaghi dan Peck (1948) dan metode Meyerhoff (1956).

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh pembebanan total yang diterima lapisan tanah adalah sebesar 17,501 kN, daya dukung cerucuk tunggal (Q_u) menggunakan metode meyerhoff sebesar (Q_u) = 3,722 kN dan daya dukung cerucuk kelompok yaitu (Q_g) = 22,679 kN, nilai E_g = 0,657 dan hasil tersebut memenuhi syarat efisiensi tiang cerucuk, faktor keamanan dari cerucuk galam kelompok yaitu Q_g lebih besar daripada nilai q' yaitu 29,337 kN > 17,501 kN sehingga hasil tersebut memenuhi syarat dari faktor aman cerucuk galam kelompok.

Kata kunci : Pondasi Cerucuk, Kayu Galam

ABSTRACT

The research location is located on Jalan Tatah Bangkal, Banjarmasin, South Kalimantan. In South Kalimantan, the foundation of galam wood is also a foundation that is included in the transitional foundation category or it can also be called a floating foundation that doesn't reach hard ground which is designed to withstand loads over unstable soil conditions where the groundwater level is high enough. The writing of this thesis is aimed at analyzing the bearing capacity of the galam grove foundation, knowing the total loading received by the road layer, knowing the efficiency of the galam grove and also knowing the safe factor of the galam grove.

In this study, in calculating the total amount of loading the writer calculates according to what is stated in SNI 1725 2016 Pembebanan Jalan dan Jembatan with data obtained through the Job mix report, SNI 1725 2016 Pembebanan Jalan dan Jembatan and the LLAJ Law No. 22 of 2009 article 19 paragraph (2). In the calculation of niche analysis, efficiency and safety factors, the author uses the Terzaghi and Peck (1948) method and the Meyerhoff (1956) method.

Based on the results of the calculation, the total loading received by the soil layer is 17,501 kN, the carrying capacity of the single niche (Q_u) using the Meyerhoff method is (Q_u) = 3,722 kN and the carrying capacity of the group niche is (Q_g) = 22.679 kN, the value of $E_g = 0.657$ and These results meet the requirements for the efficiency of the niche pile, the safety factor of the galam niche in the group, namely Q_g , is greater than the value of q' , which is 29.337 kN > 17.501 kN so that these results meet the requirements of the safe factor of the galam niche in the group.

PENDAHULUAN

Pondasi adalah merupakan bagian terpenting dalam pembangunan suatu konstruksi entah itu bangunan, jalan ataupun jembatan untuk menyalurkan beban dari struktur bagian atas ke dasar tanah.

Pondasi Cerucuk galam merupakan salah satu jenis pondasi yang umum digunakan di daerah Kalimantan Selatan. Pada daerah yang kondisi tanahnya kurang stabil seperti rawa atau tanah gambut dengan elevasi muka air yang cukup tinggi, biasanya sesuai dengan kondisi tersebut maka pondasi cerucuk sebagai pengaplikasian yang cocok. Cerucuk merupakan susunan tiang kayu yang berdiameter diantara 8 sampai dengan 15 meter dimasukkan atau ditancapkan secara vertikal kedalam tanah yang bertujuan untuk memperkuat daya dukung terhadap beban di atasnya.

Pondasi Cerucuk galam merupakan tipe Pondasi yang sering digunakan pada daerah Kalimantan Selatan dimana kondisi tanah yang kurang stabil umumnya dengan jenis tanah lumpur ataupun tanah gambut dengan elevasi muka air yang cukup tinggi. Pada proyek peningkatan jalan Tatah Bangkal, Banjarmasin menggunakan pondasi cerucuk galam yang membuat penulis menjadi tertarik untuk mengetahui pembebanan yang diterima lapisan tanah, daya dukung, efisiensi dan faktor aman dari cerucuk galam itu sendiri maka dari itu penulis meneliti dengan judul “ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI CERUCUK GALAM PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN TATAH BANGKAL BANJARMASIN”. Berlatar belakang hal tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pembebanan yang diterima lapisan jalan.
2. Mengetahui daya dukung cerucuk galam kelompok.
3. Mengetahui efisiensi cerucuk galam kelompok.
4. Mengetahui faktor aman cerucuk galam kelompok.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah

Tanah, pada kondisi alam, terdiri dari campuran hutiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan hahan organik. Butiran-hutiran tersebut dapat dengan mudah dipisahkan satu sama lain dengan kocokan air. Material ini berasal dari hasil pelapukan batuan, baik secara fisik maupun kimia. Sifat-sifat teknis tanah, kecuali dipengaruhi oleh sifat hatuan induk yang merupakan material asalnya, juga dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang menjadi penyehah terjadinya pelapukan hatuan tersebut. (Sumber : Hary Christady Hardiyatmo, Teknik Fondasi 1)

Klasifikasi Tanah

Akibat faktor lingkungan, maka tanah terbentuk dari pecahan batuan induk yang berlangsung secara terus-menerus akibat faktor-faktor lingkungan. Faktor-faktor lingkungan ini, yaitu iklim, organisme, topografi, dan waktu. Akibat dari pelapukan dan penghancuran yang terjadi melalui proses biologi, fisika dan kimia, maka pecahan dari batuan induk itu berlangsung. Beberapa ahli mengklasifikasikan tanah dengan klasifikasi yang berbeda dalam pembentukan tanah yang akan berinteraksi satu sama lain menghasilkan tanah dengan memiliki sifat-sifat yang sangat berbeda.

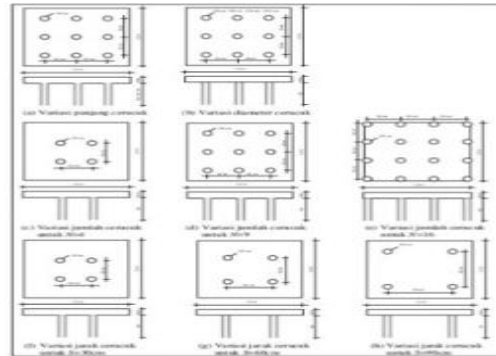
Tanah yang dibahas dalam penulisan ini yaitu jenis tanah organosol (tanah gambut). Tanah gambut atau organosol ini banyak terdapat umumnya didaerah sumatra, kalimantan dan papua, kurang baik untuk pertanian maupun perkebunan karena derajat keasaman tinggi.

Pondasi

Pondasi adalah merupakan bagian terpenting dalam pembangunan suatu konstruksi entah itu bangunan, jalan ataupun jembatan untuk menyalurkan beban dari struktur bagian atas ke dasar tanah. Terdapat dua klasifikasi fondasi, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal adalah suatu pondasi yang mendukung bebannya secara langsung, seperti contohnya : pondasi telapak, pondasi memanjang dan pondasi rakit. Pondasi dalam didefinisikan

sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak relatif jauh dari permukaan, contohnya fondasi sumuran dan pondasi tiang.

Pondasi Cerucuk adalah pondasi yang dirancang untuk membangun suatu konstruksi diatas kondisi tanah yang kurang mendukung dengan kondisi tanah yang kurang stabil dimana elevasi muka air tanah yang cukup tinggi. Pondasi Cerucuk termasuk dalam pondasi peralihan atau pondasi mengapung yang tidak sampai ke tanah keras yang didesain untuk menahan beban diatas kondisi tanah yang kurang stabil dimana elevasi muka air tanah yang cukup tinggi.



Gambar 2.1 Pondasi Cerucuk galam kelompok
(Sumber :[http://www. Slideshare.net](http://www.Slideshare.net))

2.3 Kapasitas Kelompok Tiang

Kapasitas kelompok tiang tidak selalu harus sama dengan jumlah kapasitas tiang tunggal yang berada dalam kelompoknya. Hal ini dapat terjadi jika tiang dipancang didalam lapisan pendukung yang mudah mampat atau dipancang pada lapisan tanah yang tidak mudah mampat, namun di bawahnya terdapat lapisan lunak.

Stabilitas kelompok tiang-tiang tergantung dari dua hal, yaitu:

1. Kemampuan tanah di sekitar cian di bawah kelompok tiang untuk mendukung beban total struktur.
2. Pada baguan bawah kelompok tiang, berpengaruh dengan konsolidasi tanah

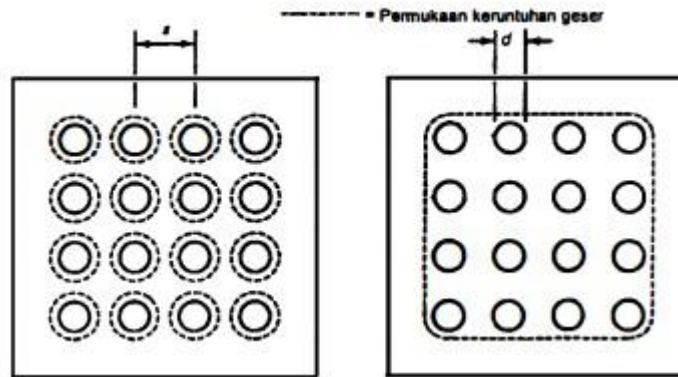
Oleh karena itu, cara pemasangan tiang tunggal, seperti: pemasangan tiang dengan cara dipancang, dibor atau ditekan, akan berpengaruh kecil pada kedua hal tersebut di atas. Pada beban struktur tertentu, penurunan kelompok tiang yang sama dengan penurunan tiang tunggal hanya terjadi jika dasar kelompok tiang terletak pada lapisan keras. Jika tiang-tiang ini dimasukan (dipancang) pada lapisan yang dapat mampat (misalnya lempung kaku), atau kondisi yang lain, dipancang pada lapisan yang tidak mudah mampat (misalnya pasir padat) tetapi lapisan tersebut berada diatas lapisan tanah lunak, maka kapasitas kelompok mungkin lebih rendah dari jumlah kapasitas masing-masing tiang.

Kapasitas Kelompok dan Efisiensi Tiang dalam Tanah Kohesif

Jika kelompok tiang dimasukan (dipancang) dalam tanah lempung lunak, pasir tidak padat, atau timbunan, dengan dasar tiang yang bertumpu pada lapisan lempung kaku. maka kelompok tiang 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 tiang masih tetap harus diperhitungkan dalam perancangan. Pada kondisi lain, sering terjadi pondasi tiang harus dipancang secara keseluruhan ke dalam tanah lempung lunak. Karena itu, tiang-tiang dalam mendukung beban sebagian besar didukung oleh tahanan gesek dindi. Kondisi Kapasitas kelompok tiang apung dipengaruhi oleh salah satu faktor dari:

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

Pada kelompok tiang yang didasarnya bertumpu pada lapisan lempung lunak tersebut, Harus memerhitungkan faktor aman terhadap keruntuhan, terutama untuk jarak tiang-tiang yang dekat.



Gambar 2.3 Tipe keruntuhan dalam kelompok tiang
(Sumber: Buku teknik pondasi II edisi ke-4 karangan Hardiyatmo, H.C.)

Untuk menghitung kapasitas dengan menggunakan data sondir dapat menggunakan Metoda Langsung (*Direct Cone Method*) yang dikemukakan oleh Mayerhof (1956). Berikut persamaan untuk metoda langsung sebagai berikut:

$$Q_u = \frac{qc \cdot Ap}{SF_1} + \frac{As \cdot F_{total}}{SF_2} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan Efisiensi tiang : $E_g = 1 - \theta \frac{(n'-1)m + (m-1)n'}{90 m n'} \dots \dots \dots (2.2)$

Sehingga : $Q_g = E_g n Q_u \dots \dots \dots (2.3)$

Dimana faktor amannya adalah :SF = >1,5 dimana F = Qg > Qu. (2.4)

Tabel 2.5 keruntuhan umum terzaghi
(Sumber: Buku teknik pondasi I karangan Hardiyatmo, H.C.)

| Φ | Keruntuhan Geser Umum | | | Keruntuhan Geser Lokal | | |
|----|-----------------------|-------|--------|------------------------|------|------|
| | Nc | Nq | Nγ | N'c | N'q | N'γ |
| 0 | 5,7 | 1 | 0 | 5,7 | 1 | 0 |
| 5 | 7,3 | 1,6 | 0,5 | 6,7 | 1,4 | 0,2 |
| 10 | 9,6 | 2,7 | 1,2 | 8 | 1,9 | 0,5 |
| 15 | 12,9 | 4,4 | 2,5 | 9,7 | 2,7 | 0,9 |
| 20 | 17,7 | 7,4 | 5 | 11,8 | 3,9 | 1,7 |
| 25 | 25,1 | 12,7 | 9,7 | 14,8 | 5,6 | 3,2 |
| 30 | 37,2 | 22,5 | 19,7 | 19 | 8,3 | 5,7 |
| 34 | 52,6 | 36,5 | 35 | 23,7 | 11,7 | 9 |
| 35 | 57,8 | 41,4 | 42,4 | 25,2 | 12,6 | 10,1 |
| 40 | 95,7 | 81,3 | 100,4 | 34,9 | 20,5 | 18,8 |
| 45 | 172,3 | 173,3 | 297,5 | 51,2 | 35,1 | 37,7 |
| 48 | 258,3 | 287,9 | 780,1 | 66,8 | 50,5 | 60,4 |
| 50 | 347,6 | 415,1 | 1153,2 | 81,3 | 65,5 | 87,1 |

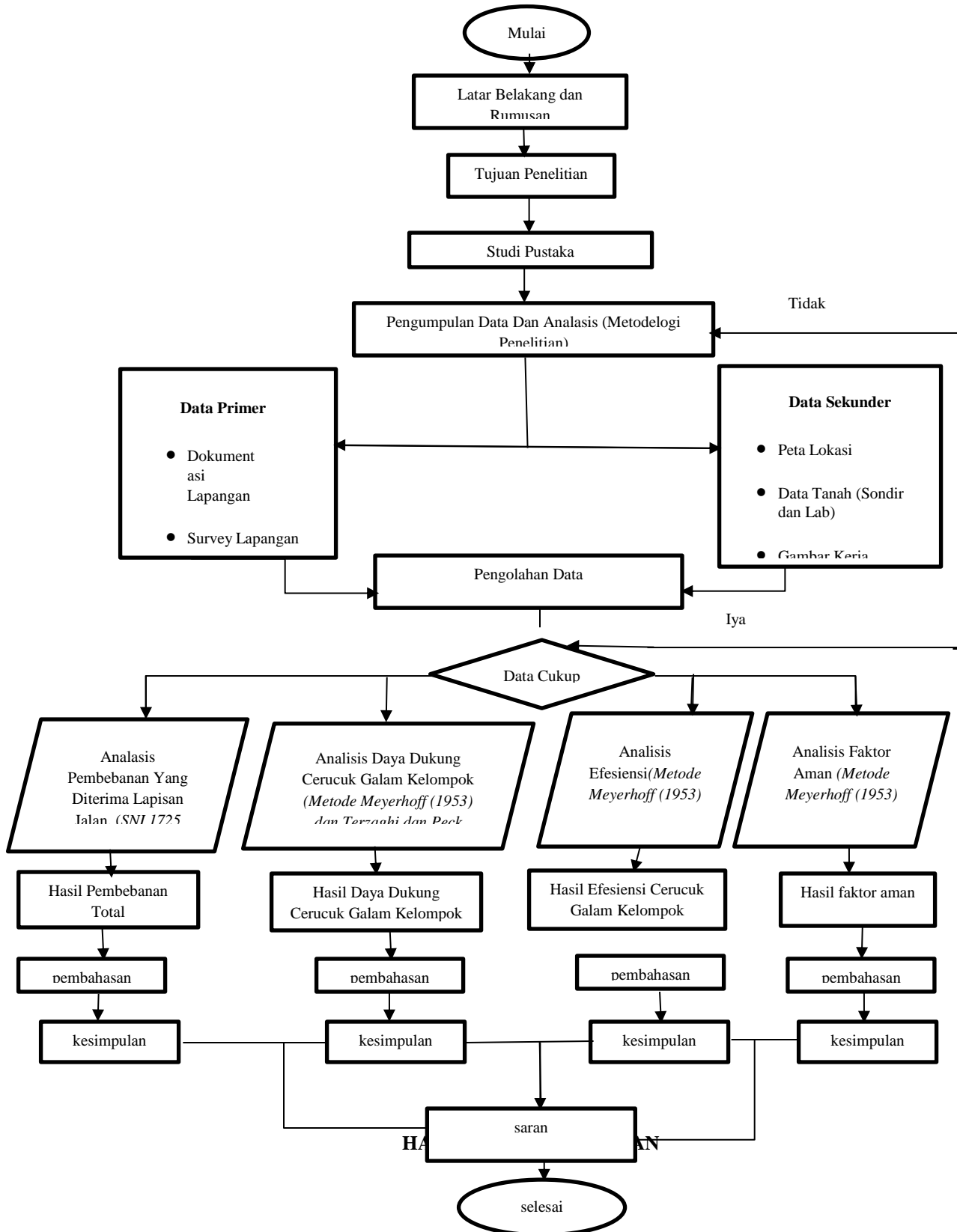
METODELOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian berletak di Proyek peningkatan jalan Jl. Tatah Bangkal (SMAN 9 Banjarmasin) RT. 32/RW. 02, Kelayan Timur, Kecamatan Banjarmasin Selatan, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan 70247, Indonesia.

Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.2 Bagan Alir (*Flow Chart*)



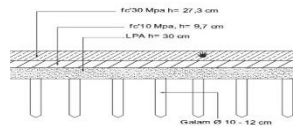
Tinjauan Penelitian

Penelitian berletak pada Jalan Tatah Bangkal, Banjarmasin, dengan panjang jalan seluas 300 meter dan luas 9 meter, dimana jalan ini termasuk dalam kategori jalan lingkungan dengan ciri kecepatan rata-rata rendah.

Spesifikasi Pekerjaan

Pada Proyek Peningkatan Jalan Tatah Bangkal, Banjarmasin ini terdiri dari beberapa lapisan yaitu :

1. Lapis Pondasi Agregat (LPA) kelas A dengan tebal : 30 cm = 0,3 m
2. Beton fc' 10 Mpa dengan tebal : 9,7 cm = 0,097 m
3. Beton fc' 30 Mpa dengan tebal : 27,3 cm = 0,273 m
4. Cerucuk Galam dengan diameter = 10 cm, panjang = 2,5 meter dan jarak spasi pancang sebesar = 0,30 m
5. Berat kendaraan terbesar sebesar = 98 kN



Gambar 4.1. Struktur Lapisan Jalan

Struktur Lapisan dari data diatas dibangun pada Jalan yang kriterianya masuk kedalam jalan kelas I dengan ciri jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak lebih dari 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak lebih dari 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi yaitu 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat tidak melebihi dari 10 ton.

Analisis Struktur Pada Jalan

Berikut merupakan data yang didapat penulis untuk menghitung berat total lapisan diatas pondasi.

Tabel 4.berat lapisan jalan

| berat jenis | | | tinggi lapisan | | |
|-----------------|---|--------|-------------------|-------|---|
| Berat LPA | = | 21.477 | kN/m ³ | 0.3 | m |
| Beton fc'10 Mpa | = | 24 | kN/m ³ | 0.273 | m |
| Beton fc'30 Mpa | = | 24 | kN/m ³ | 0.097 | m |

(Sumber : sumber SNI 1725 2016 pembebanan untuk jalan dan jembatan)

Syarat kendaraan maksimal yang boleh melewati jalan kategori kelas 1 yaitu Truck dengan kategori yang tidak boleh lebih dari data berikut :

| | | | |
|-------|---|-------|------|
| p | = | 18 | m |
| L | = | 2.5 | m |
| Qmaks | = | 98 | kN |
| Q' | = | 2.178 | kN/m |

(Sumber UU LLAJ No. 22 tahun 2009 pasal 19 ayat (2))

Dari data yang didapat dari struktur lapisan jalan dan berat maksimal dari kendaraan yang melewati maka penulis perhitungan dilanjutkan dengan mencari nilai q' dari masing-masing lapisan serta beban jalan tersebut dengan :

$$q' = \Sigma \gamma \cdot H$$

Dimana :

q' = berat beban

$\Sigma\gamma$ = beban lapisan

H = tinggi lapisan

berikut perhitungannya :

1. q' LPA

$$q' = 21.477 \text{ Kn/m}^3 \cdot 0,3 \text{ m} \\ = 6.443 \text{ Kn/m}^2$$

2. q' Beton f_c '10 Mpa

$$q' = 24 \text{ Kn/m}^3 \cdot 0,097 \text{ m} \\ = 2,328 \text{ Kn/m}^2$$

3. q' Beton f_c ' 30 Mpa

$$q' = 24 \text{ Kn/m}^3 \cdot 0,273 \text{ m} \\ = 6,552 \text{ Kn/m}^2$$

4. q beban antar sumbu

$$q = \frac{q_{maks}}{P L} \\ = \frac{98 \text{ kN}}{18 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ m}} \\ = 2,178 \text{ Kn}$$

$$\text{Total } q' = 6.443 + 2.328 + 6,552 + 2,178$$

$$= 17,501 \text{ Kn}$$

Jadi, Total keseluruhan lapisan jalan yaitu sebesar :
17,501 Kn

Analisis Daya Dukug Cerucuk Kelompok

Dalam beberapa data yang didapat, dengan metode perhitungan Terzaghi dan Peck, 1948 (**pada persamaan 2.5.1**). Maka dalam penyelidikan ini yang di analisis adalah :

1. Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal dan Kelompok Menggunakan Metode Langsung (*Direct Cone Method*)

Pada perhitungan ini, data yang diambil pada kedalaman 6 meter Sondir.

Dikeahui :

| | | | | | | | |
|-------------|---|-------|--------------------|----------|---|--------|--------|
| Q_c | = | 2 | kg/cm ² | m' | = | 4 | batang |
| A_p | = | 0,785 | cm ² | n' | = | 3 | batang |
| A_s | = | 31,4 | cm | θ | = | 21,801 | |
| F_{total} | = | 58 | kg/cm | | | | |

Dari data yang diketahui di atas maka penulis langsung melanjutkan ke perhitungan Q_u yaitu :

$$Q_u = \frac{q_c \cdot A_p}{3} + \frac{A_s \cdot F_{total}}{5} \\ Q_u = 2 \cdot 0,785/3 + 31,4 \cdot 58/5 \\ = 3,722 \text{ Kn}$$

2. Menghitung Efisiensi Tiang Kelompok.

Untuk menghitung efisiensi tiang kelompok yaitu menggunakan rumus :

$$E_g = \frac{1 - \theta (n' - 1)m + (m - 1)n'}{90 m n'} \\ E_g = \frac{1 - 21,801 (3 - 1)4 + (4 - 1)3}{90 \cdot 4 \cdot 3} \\ E_g = 0,657$$

Syarat efisiensi tiang ialah nilai $E_g < 1$.

3. Faktor aman

Kapasitas ultimit tiang kelompok tiang dengan memperhatikan faktor aman yang dinyatakan oleh persamaan :

$$\begin{aligned} Q_g &= E_g \cdot N \cdot Q_u \\ &= E_g (m' \cdot n') Q_u + 5 \\ &= 0,657 \cdot (4 \cdot 3) 3,722 \cdot \\ &= 29,337 \text{ Kn.} \end{aligned}$$

Syarat mengetahui faktor aman tiang yaitu :

$$\begin{aligned} SF &= Q_g > q' \\ SF &= 29,337 \text{ Kn} > 17,501 \text{ Kn} \\ SF &= 1,67634 > 1,5 \\ SF &= \text{Aman karena } Q_g > q' \end{aligned}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berikut merupakan hasil dari kesimpulan yang didapat dalam penulisan skripsi ini yaitu :

1. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh pembebanan total yang diterima lapisan tanah adalah sebesar 17,501 Kn
2. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh daya dukung cerucuk tunggal (Q_u) menggunakan metode meyerhoff sebesar (Q_u) = 3,722 Kn dan daya dukung cerucuk kelompok yaitu (Q_g) = 22,679 Kn.
3. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai $E_g = 0,657$ dan hasil tersebut memenuhi syarat efisiensi tiang cerucuk.
4. Berdasarkan hasil perhitungan faktor keamanan dari cerucuk galam kelompok yaitu Q_g lebih besar daripada nilai q' yaitu 29,337 Kn > 17,501 Kn sehingga hasil tersebut memenuhi syarat dari faktor aman cerucuk galam kelompok.

Saran

Adapun saran yang terdapat dalam penulisan skripsi ini yaitu :

1. Dapat menggunakan aplikasi *Plaxis* untuk perhitungan penelitian selanjutnya
2. Diharapkan dapat mendapatkan data yang sesuai dengan lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Andre Prasetya, Laporan Praktik Kerja Pekerjaan Pembuatan Konstruksi Apron dan Taxiway-Paket II Proyek Pengembangan Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Jl. Puad A. Yani, Semarang. Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata

Daya Dukung Pondasi Kacapuri Alternatif Pada Tanah Lempung, Muhammad Afief Ma'rif^{1*}, Ulfa Fitriati¹ Dan Lailan Ni'mah²

Gazali, A., & Fathurrahman, F. (2019). Analisis Stabilitas Tanah Timbunan dengan Perkuatan Turap Kayu Gelam di Daerah Rawa Kalimantan Selatan. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 7(2), 79-86.

Hardiyatmo, Hary Christady, 2002, mekanika Tanah 1 (edisi ketiga), yogyakarta: Gajah Mada Universitas Press

Hikmad Lukman, Jurnal Teknologi, Vol. II, Edisi 34, Periode Juli-Desember 2019 (6-11)

J. Manusia Dan Lingkungan, Vol. 22, No.1, Maret 2015: 94-99, Kearifan Lokal Penggunaan Kayu Gelam Dalam Tanah Rawa Gambut Di Kalimantan Tengah (Local Wisdom of Utilization of Gelam Wood on Peatswamp Land of Central Kalimantan)

Jurnal C Simanullang - 2016 - 183.91.64.37 , Perkuatan Pondasi Dangkal Pada Rumah Sakit Mahinrus

Jurnal Sudarwanto¹ , Muhardi² , Ferry Fatnanta³ Volume 2, No 2, Desember 2017, Analisis Kapasitas Daya Dukung Cerucuk Pada Tanah Gambut Dan Lunak Di Kabupaten Siak

Jurnal Volume 9 No.2, Desember 2008 (212 – 217), Pondasi Dangkal diatas Tanah Lunak dengan Perkuatan Cerucuk Galam Berdasarkan Percobaan Lapangan

M.Supriadi, Perancangan subgrade jalan raya pada tanah gambut menggunakan tiang cerucuk.

Mekanika Tanah 1, Hary Christady Hariyatmo

Mekanika Tanah 1, Hary Christady Hariyatmo

Putu Aditya Setiawan, jurnal , 2013, analisis teknis pondasi cerucuk galam.

SII No.0458 dan PKKI No. 16

SNI NO. 7394 Tahun 2008

Teknik Pondasi 1 Edisi ke-4 Hary Christady Hardiyatmo

Teknik Pondasi 2 Edisi ke-4 Hary Christady Hardiyatmo

Wildan Hamdi, Perencanaan perbaikan tanag dasar lunak dengan pemakaian cerucuk dan geotekstil untuk konstruksi jalan akses bandara, Lombok

Yusti Yudiawati¹,Ahmad Marzuki² Jurnal Volume 9 No.2, Desember 2008 (212 – 217) Pondasi Dangkal diatas Tanah Lunak dengan Perkuatan Cerucuk Galam Berdasarkan Percobaan Lapangan