

# STUDI PERBANDINGAN PONDASI KAYU GALAM DAN MINI PILE PADA BANGUNAN PERUMAHAN TIPE RED VALERIAN KOMPLEK CITRA GARDEN BANJARMASIN

Ahmad Rifky

## ABSTRAK

Perkembangan pembangunan di Kalimantan Selatan khususnya kota Banjarmasin yang makin banyak dan besar, seperti perkantoran, perumahan, ruko, rukan dan gedung pemerintahan. Untuk menahan beban bangunan yang berat tersebut tentunya diperlukan pondasi yang kokoh. Pondasi merupakan bagian dari bangunan bawah tanah yang berfungsi untuk meneruskan beban – beban yang bekerja pada bagian bangunan atas dan beratnya sendiri kelapisan tanah pendukung. Pondasi bertujuan sebagai penopang bangunan dan meneruskan beban bangunan di atasnya ke lapisan tanah yang cukup kuat daya dukungnya. Lokasi studi yaitu pada kompleks perumahan Citra Garden jalan Kertajaya km.6 Beruntung Jaya Banjarmasin. Data – data yang diperoleh yaitu data penyelidikan tanah (sondir) dan detail gambar kerja dari pihak Perumahan Citra Garden Banjarmasin. Setelah data-data di dapat kemudian dilakukan analisis data penyelidikan tanah (sondir) dan SAP2000 untuk mendapatkan kapasitas dukung tiang tunggal dan kelompok, setelah itu melakukan perbandingan perhitungan RAB untuk tiang pondasi kayu galam dan mini pile. Dari hasil perhitungan diperoleh daya dukung pondasi kayu galam satu tiang dengan diameter 10 cm panjang 6 meter,  $Q_c$  69,6 kg/m<sup>2</sup> dan JHP rata-rata 270,96 kg/m<sup>2</sup> adalah sebesar 1368,27 kg dengan beban maksimum yang diterima tiang sebesar 1260,55 kg, sedangkan daya dukung pondasi mini pile satu tiang dengan ukuran 20 cm × 20 cm panjang 6 m,  $Q_c$  69,9 kg/m<sup>2</sup> dan JHP rata-rata 582 kg/m<sup>2</sup> adalah sebesar 6942,58 kg dengan beban maksimum yang diterima tiang sebesar 6280,03 kg. Jumlah tiang kayu galam yang dibutuhkan untuk tipe pondasi terbesar dengan ukuran poer 2,3 m × 2 m × 0,20 m adalah sebanyak 42 batang, sedangkan jumlah tiang mini pile yang dibutuhkan untuk tipe pondasi terbesar dengan ukuran 1,5 m × 1,25 m × 0,20 m adalah sebanyak 5 batang. Biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan pondasi dengan tiang kayu galam adalah sebesar Rp. 100.079.380,00, sedangkan biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan pondasi tiang mini pile adalah sebesar Rp. 102.837.362,00, dan selisih biaya untuk pembuatan pondasi tiang kayu galam dan pondasi tiang mini pile adalah sebesar Rp. 2.757.982,00.

Kata Kunci : Pondasi, Kayu galam, Mini Pile,

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Perkembangan pembangunan di Kalimantan Selatan khususnya kota Banjarmasin yang makin banyak dan besar, seperti perkantoran, perumahan, ruko, rukan dan gedung pemerintahan. Untuk menahan beban bangunan yang berat tersebut tentunya diperlukan pondasi yang kokoh. Pondasi merupakan pekerjaan yang utama dalam suatu pekerjaan teknik sipil. 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 dan beratnya sendiri kelapisan tanah pendukung. Pondasi bertujuan sebagai penopang bangunan dan meneruskan beban bangunan di atasnya ke lapisan tanah yang cukup kuat daya

dukungnya. Untuk itu, pondasi bangunan harus diperhitungkan agar dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban-beban yang bekerja, gaya-gaya luar seperti tekanan angin, gempa bumi, dan lain-lain dan tidak boleh terjadi penurunan melebihi batas yang diijinkan. (Sumber : <http://id.wikipedia.org/pondasi>).

Pondasi terdiri dari beberapa bentuk, tetapi secara umum pondasi terdiri dari dua jenis yaitu, pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pemelilihan jenis pondasi tergantung kepada jenis konstruksi yang akan dibangun dan juga pada jenis tanah. (Sumber : Joseph E. Bowles :1991, 4). Pada studi perbandingan yang dilakukan ini ialah bangunan rumah tinggal dua lantai pada komplek perumahan Citra Garden Banjarmasin tipe Red Valerian. Diketahui jenis tanah dilapangan didominasi tanah rawa (lempung lunak) sampai dengan rata-rata 30 meter. Bahan pondasi yang umum digunakan di kota Banjarmasin untuk bangunan lantai 1 dan 2 adalah kayu galam. Untuk alternatif pondasi yang paling tepat digunakan adalah pondasi tiang pancang.

Pondasi tiang mini pile merupakan salah satu jenis dari pondasi dalam yang umum digunakan. Secara umum tiang pancang dapat di klasifikasikan dari segi bahan yang terdiri dari tiang pancang bertulang, tiang pancang pratekan, tiang pancang kayu dan tiang pancang baja. Pondasi yang menggunakan tiang pancang mini pile merupakan salah satu pondasi tiang yang mampu menjawab kebutuhan kita sebagai pondasi yang efektif dan efisien untuk masa akan datang. Tiang mini pile dalam katagori ini di olah ditempat pencoran sentral sesuai dengan panjang dan diameter tiang yang sudah ditentukan, kemudian diobati, dan dikirimkan (dikapalkan) ke tempat konstruksi. (Sumber :Joseph E. Bowles : 1991, 5).

### Identifikasi Masalah

1. Struktur tanah didominasi tanah gambut rawa-rawa dengan ke dalaman rata-rata 30 meter.
2. Semakin sulitnya diperoleh kayu galam yang sesuai dengan kebutuhan tiang pancang.
3. Kondisi topografis yang relatif datar dengan kemiringan lereng 0 sampai 3 % di hampir seluruh wilayah sering mengakibatkan genangan pada saat air sungai pasang.

### Batasan Masalah

1. Analisa yang dilakukan hanya pada bangunan tipe Red Valerian pada komplek Citra Garden Banjarmasin.
2. Besar kapasitas daya dukung pondasi tiang menggunakan metode Schmertmann-Nottingham.
3. Analisa terhadap penurunan tiang pancang tidak diperhitungkan.
4. Perbandingan RAB hanya pada pondasi kayu galam dan mini pile.

### Rumusan Masalah

1. Berapakah perbandingan daya dukung  $Q_{ultimit}$  pondasi kayu galam dan mini pile?
2. Berapakah jumlah tiang yang diperlukan untuk tiap jenis pondasi kayu galam dan mini pile?
3. Berapakah perbandingan biaya untuk pondasi kayu galam dan mini pile?

### Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin didapatkan dari studi yang dilakukan ini ialah :

1. Mengetahui perbandingan daya dukung  $Q_{ultimit}$  tiang pancang kayu galam dan mini pile.
2. Mengetahui perbandingan jumlah tiang yang diperlukan pada tiap jenis pondasi.
3. Mengetahui perbandingan biaya yang diperlukan untuk pondasi tiang pancang kayu galam dan mini pile.

Manfaat dengan tercapainya tujuan diatas, dapat diketahui alternatif pilihan jenis dan bahan pondasi tiang pancang bagi para pengembang perumahan yang lebih efektif dan efisien untuk masa akan datang.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pondasi

Pondasi secara umum adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang ada di bawahnya..Pondasi dapat digolongkan berdasarkan di mana beban itu ditopang oleh tanah di bawahnya, biasanya dibedakan atas dua bagian yaitu pondasi dangkal. Pondasi dangkal kedalamannya kurang atau sama dengan lebar pondasi ( $D \leq B$ ) dan dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terletak dengan permukaan tanah. Sedangkan pondasi dalam ialah jika kedalaman pondasi dari muka air tanah lebih dari lima kali lebar pondasi ( $D \geq 5B$ ). Pondasi dangkal dapat dibedakan atas beberapa jenis, yaitu pondasi telapak, pondasi cakar ayam, pondasi sarang laba-laba, pondasi gasing, pondasi grid dan pondasi hypaar. Sedangkan pondasi dalam terdiri dari pondasi sumuran, pondasi tiang,dan pondasi kaison.(Sumber : Hary Christady Hardiyatmo : 2010, 103)

### Pondasi Tiang

Pondasi tiang umumnya digunakan untuk mentransfer beban dari struktur atas ke lapisan tanah yang dalam dimana dapat dicapai daya dukung yang lebih baik, dan dapat digunakan pula untuk menahan gaya angkat akibat gaya apung air tanah, menahan gaya lateral ataupun gaya gempa. Pada tanah yang lunak penggunaan pondasi tiang umumnya untuk menghindari penurunan yang berlebihan. Fungsi pondasi tiang secara umum ialah digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah keras terletak sangat dalam. Jadi pondasi tiang adalah elemen struktur yang berfungsi meneruskan beban

kepada tanah keras, baik beban dalam arah vertikal maupun horisontal.

### Pondasi Tiang Kayu

Tiang pancang kayu adalah tiang yang terbuat dari kayu, umumnya berdiameter antara 10 -25 cm. Tiang kayu akan tahan lama dan tidak mudah busuk apabila tiang kayu tersebut dalam keadaan selalu terendam penuh dibawah permukaan air tanah. Tiang kayu yang banyak dipakai di Indonesia untuk perbaikan kapasitas daya dukung tanah lunak berdiameter 8 – 10 cm dengan panjang 4 m, beban maksimum yang dapat dipikul oleh kayu tunggal dapat mencapai 270 – 300 kN. Tiang pancang kayu (kayu galam) sangat cocok untuk daerah rawa dan tanah lunak seperti daerah Kalimantan Selatan khususnya Banjarmasin.

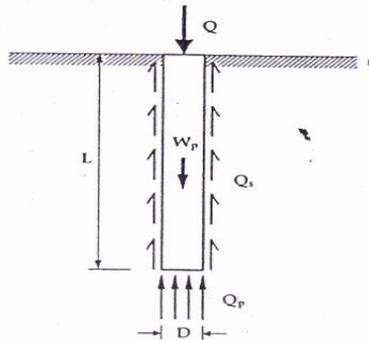
### Pondasi Tiang Beton Pracetak

Tiang beton pracetak yaitu tiang dari beton yang dicetak disuatu tempat dan kemudian diangkut ke lokasi rencana pembanguna. Tiang beton, umumnya berbentuk persegi atau bulat, ukuran diameter yang biasanya dipakai untuk tiang yang tidak berlubang di antara 20 sampai 60 cm. Untuk tiang berlubang diameternya dapat mencapai 140 cm. panjang tiang beton pracetak biasanya berkisar diantara 20 sampai 40 m. Untuk tiang beton berlubang bisa sampai 60 m. Beban maksimum untuk tiang ukuran kecil berkisar di antara 300 sampai 800 kN.

### Mekanisme Pemikulan Beban Pada Pondasi Tiang

Pondasi tiang mengalihkan beban yang diterima kepada tanah melalui dua mekanisme, yaitu berupa gesekan selimut dan tahanan ujung. Kedua komponen gaya dukung tersebut ditunjukkan dalam Gambar 2.7. Gesekan selimut diperoleh sebagai akibat adhesi atau perlawanan geseran antara selimut tiang dengan tanah disekelilingnya, sedangkan tahanan ujung timbul karena desakan ujung pondasi

terhadap tanah. (Sumber : Paulus P. Rahardjo : 2005, 8)



Gambar 1 Mekanisme Pengalihan Beban Pondasi Tiang  
(Sumber : Paulus P. Rahardjo : 2005)

Konsep yang memisahkan gesekan selimut dan tahanan ujung pondasi tiang merupakan dasar perhitungan daya dukung tiang cara statis. Persamaan dasarnya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Q_u = Q_p + Q_s - W_p$$

Dimana :

$Q_u$  = Daya dukung ultimit tiang

$Q_p$  = Daya dukung ujung tiang (ultimit)

$Q_s$  = Daya dukung gesekan tiang (ultimit)

$W_p$  = Berat sendiri tiang

Dalam perencanaan pondasi tiang, pada umumnya berat tiang sendiri ( $W_p$ ), tidak diikutsertakan dalam perhitungan karena praktis tidak memberikan kontribusi terhadap pemikulan beban rencana, sehingga daya dukung ultimit pondasi tiang dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

#### Analisa Struktur Menggunakan SAP 2000

SAP (*Structural Analysis Program*) adalah program aplikasi komputer yang digunakan untuk menganalisis dan merancang status struktur terutama pada bidang teknik sipil. Dari analisis program SAP 2000 ini dapat diketahui gaya geser, momen lentur, momen torsi dan simpangan (manual SAP 2000). Pemodelan struktur diusahakan mendekati kondisi struktur yang dianalisis atau mewakili perilaku struktur yang sebenarnya, agar didapat hasil analisis yang valid.

#### Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang (Metode Schmertmann – Nottingham, 1975)

Metode yang diberikan oleh Schmertmann dan Nottingham (1975) ini hanya berlaku untuk pondasi tiang pancang. Schmertmann dan Nottingham menganjurkan perhitungan daya dukung ujung pondasi tiang mengikuti cara Begemann, yaitu dengan mininjau perlawanan ujung sondir sehingga jarak  $8.D$  di atas ujung tiang dan dari  $0,7.D$  hingga  $4.D$  di bawah ujung tiang dengan  $D$  adalah diameter atau sisi tiang sehingga :

$$Q_p = ((q_{c1} + q_{c2}) / 2) \times A_p$$

Dimana :

$Q_p$  = Daya dukung ujung tiang ultimit tiang.

$q_{c1}$  = Nilai  $q_c$  rata-rata pada  $0,7.D \sim 4.D$  dibawah tiang ujung tiang.

$q_{c2}$  = Nilai  $q_c$  rata-rata dari ujung tiang hingga  $8.D$  diatas tiang.

$A_p$  = Luas proyeksi penampang tiang.

#### Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah suatu dokumen yang berisi komponen masukan (input) dari sebuah kegiatan besaran biaya dari masing-masing komponen. RAB merupakan penjabaran lebih lanjut dari unsur perkiraan biaya dalam kerangka acuan kegiatan (*Term Of Reference*). Jadi rencana anggaran biaya bangunan atau RAB adalah perhitungan biaya bangunan berdasarkan gambar bangunan dan spesifikasi pekerjaan dan konstruksi yang akan di bangun, sehingga dengan adanya RAB dapat dijadikan sebagai acuan pelaksanaan pekerjaan nantinya.

#### METODE PENELITIAN

##### Lokasi Studi

Lokasi studi yaitu pada kompleks perumahan Citra Garden jalan Kertajaya km.6 Beruntung Jaya Banjarmasin. Metode penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah metode developmental dengan mengikuti konsep

ilmiah yaitu melakukan percobaan dan penyempurnaan dengan mengikuti cara-cara yang sudah ditentukan dan prinsip yang digunakan untuk memperoleh ilmu pengetahuan.

### **Metode Pengumpulan Data**

Untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian ini, dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu dan secara garis besar diuraikan sebagai berikut :

1. Tahapan pertama adalah melakukan tinjauan pustaka pada buku-buku, jurnal dan skripsi terdahulu yang terkait dengan skripsi ini.
2. Tahapan kedua adalah mencari data-data yang diperlukan untuk penelitian skripsi ini yaitu seperti data penyelidikan tanah (sondir) dan detail gambar kerja (denah, tampak potongan dll).
3. Tahapan ketiga adalah melakukan analisis data penyelidikan tanah (sondir) dan gambar kerja yang salah satunya menggunakan program komputer SAP 2000 untuk mendapatkan kapasitas dukung tiang.
4. Tahapan empat adalah melakukan perhitungan RAB pondasi tiang kayu galam dan mini pile.
5. Tahapan keenam adalah membuat kesimpulan dan saran dari hasil analisis data yang telah dilakukan.

### **Data yang Diperlukan**

Untuk kelancaran tugas akhir ini maka diperlukan beberapa data yang digunakan sebagai sarana untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian. Data yang diperlukan yaitu gambar detail bangunan, hasil uji penyelidikan tanah (sondir), denah dan da potongan.

### **Gambar Detail Bangunan**

Gambar detail bangunan yang akan digunakan untuk pembahasan pada skripsi ini yaitu, gambar struktur bangunan yang meliputi : denah bangunan dan fungsi bangunan, potongan, tampak dan data-data lain yang sekiranya diperlukan sebagai lembar lapiran pada skripsi ini.

### **Hasil Uji Penyelidikan Tanah (sondir)**

Pada pembangunan kompleks perumahan Citra Garden yang dibahas di dalam skripsi ini, penyelidikan tanah yang dilakukan adalah penyelidikan lapangan (*In-Situ Test*), yang terdiri dari (*Cone Penetration Test CPT*) atau uji sondir, dan uji laboratorium. Dari hasil penyelidikan tanah tersebut diketahui bahwa kedalaman tanah kerasnya, jenis tanah pada lapisan dan kedalamannya yang akan digunakan untuk mendesain pondasi pada pembangunan rumah di kompleks Citra Garden Banjarmasin.

### **Analisis Pembebanan**

Pada analisis pembangunan menggunakan program aplikasi computer yaitu SAP 2000. Analisis pembangunan sangat diperlukan untuk mengetahui seberapa besar beban yang akan diterima pondasi dan dapat diketahui dari analisis struktur program (SAP 2000), dari program tersebut dapat diperoleh gaya yang terjadi antara lain berupa : gaya normal P, gaya geser H, dan gaya momen yang terjadi M. Setelah analisis pembebanan selesai dan beban aksial pada kolom telah diketahui, maka dapat direncanakan dimensi pondasi yang akan dipakai untuk rumah tinggal tersebut.

### **Analisis Pondasi**

Dalam menganalisis pondasi tiang pancang, beban yang bekerja pada kolom harus diketahui terlebih dahulu. Analisis pondasi dapat dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus yang telah di jelaskan di Bab II. Setelah kapisitas daya dukung kelompok tiang didapat, maka

perlu dihitung juga efisiensi kelompok tiang dan safety factor tersebut.

**Analisis RAB**

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah banyaknya biaya yang dibutuhkan baik upah maupun bahan dalam sebuah pekerjaan proyek konstruksi, baik rumah, gedung, jembatan, jalan, bandara, pelabuhan dan lain-lain. RAB sangat dibutuhkan dalam sebuah proyek konstruksi agar proyek dapat berjalan dengan efisien karena dana yang cukup.

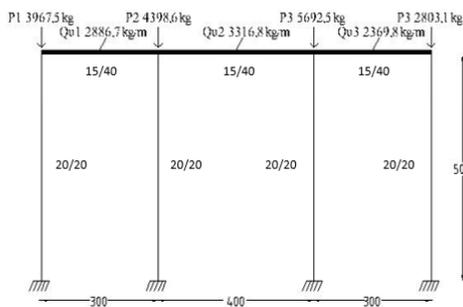
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Data Perencanaan Pembebanan**

Data-data perencanaan :

- Jenis bangunan : Rumah Tinggal Tipe Red Valerian
- Lokasi : Komplek Citra Garden Banjarmasin
- Mutu Baja (fy) : 240 Mpa
- Mutu Beton (fc'): Struktur bawah K225 Struktur atas K175

**Pembebanan Pada Balok Induk**

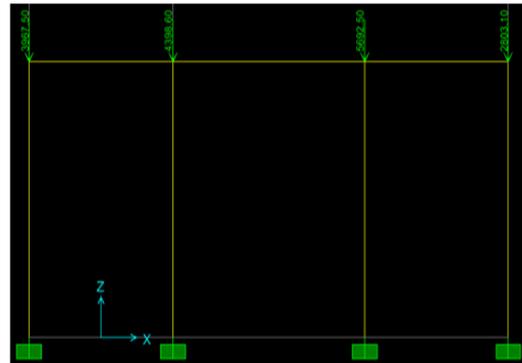


Beban Mati pada tiap tumpuan adalah :

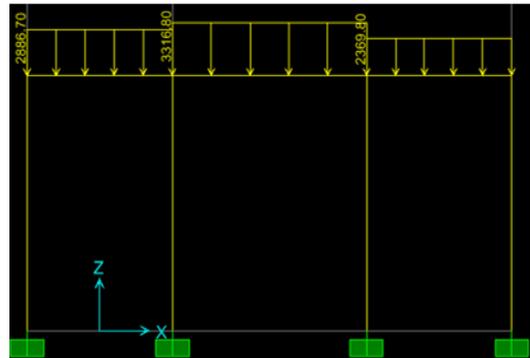
- P1 = 3967,5 kg
- P2 = 4398,6 kg
- P3 = 5692,5 kg
- P4 = 2803,1 kg

Beban ultimit dengan kombinasi 1,2 DL + 1,6 LL pada tiap bentang lapangan adalah :

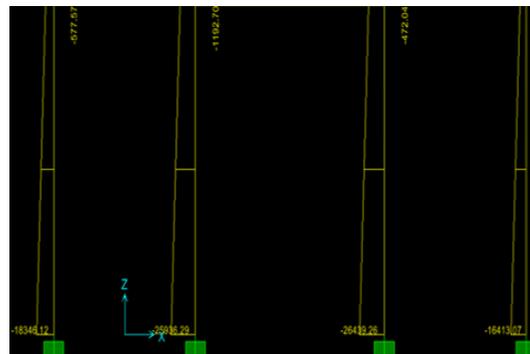
- Q1 = 2868,7 kg/m
- Q2 = 3316,8 kg/m
- Q3 = 2369,8 kg/m



Gambar 2 Diagram Beban Terpusat



Gambar 3 Diagram Beban Merata



Gambar 4 Axial Force Diagram

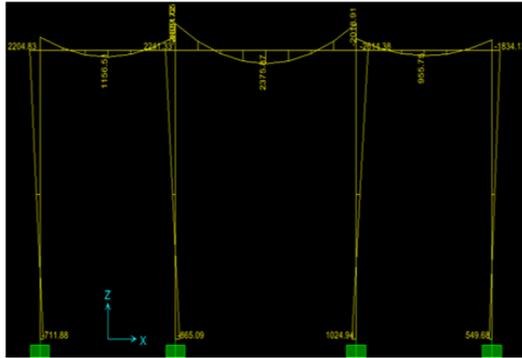
**Analisis Pembebanan Dengan SAP 2000**

Input data yang dimasukkan ke program SAP2000 adalah :

Balok 15/40 cm dengan masing-masing bentang :

- Bentang 1 = 3,00 m
- Bentang 2 = 4,00 m
- Bentang 3 = 3,00 m

Kolom 20/20 cm dengan tinggi 5,05 m (jepit)



Gambar 5 Moment Diagram

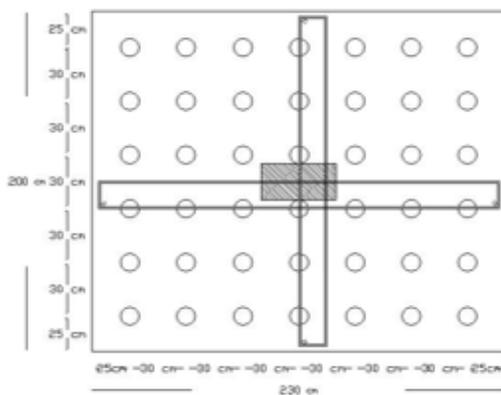
Tabel 1 Joint Reaction

Joint Text	Step Type Text	F1 Kgf-m	F3 Kgf-m	M2 Kgf-m
1	Max	557,57	18346,12	711,881
2	Max	615,13	25936,29	865,095
3	Max	720,66	26439,26	1,024,924
4	Max	472,04	16413,07	549,679

### Penulangan Poer Pondasi Tiang Kayu Galam

Dari data :

$P_{max}$	= 1260,55 kg
Ukuran Poer	= 2,00 m . 2,30 m
Tebal Poer	= 20 cm
Tebal Selimut	= 3 cm
Kuat Tekan Kayu	= 15,5 Mpa
Mutu Baja ( $f_y$ )	= 240 Mpa



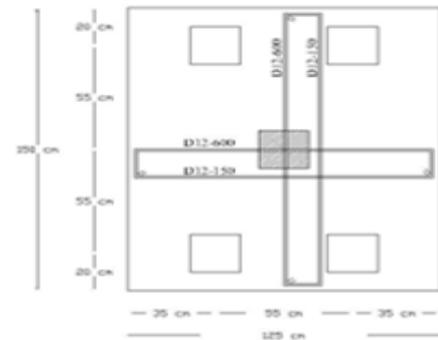
Gambar 6 Penulangan Poer Kayu Galam

### Penulangan Poer Pondasi Tiang Pancang Mini Pile

Dari data :

$P_{max}$	= 6310,03 kg
Ukuran Poer	= 1,5 m . 1,25 m
Tebal Poer	= 20 cm

Tebal Selimut	= 3 cm
Mutu Beton ( $f_c'$ )	= 22,5 Mpa
Mutu Baja ( $f_y$ )	= 240 Mpa



Gambar 7 Penulangan Poer Mini Pile

## PENUTUP

Dari hasil analisis yang dilakukan pada Bab IV, didapat kesimpulan dan saran sebagai berikut :

### Kesimpulan

1. Daya dukung pondasi kayu galam satu tiang dengan diameter 10 cm panjang 6 meter,  $Q_c$  69,6 kg/m<sup>2</sup> dan JHP rata-rata 270,96 kg/m<sup>2</sup> adalah sebesar 1368,27 kg dengan beban maksimum yang diterima tiang sebesar 1260,55 kg, sedangkan daya dukung pondasi mini pile satu tiang dengan ukuran 20 cm x 20 cm panjang 6 m,  $Q_c$  69,9 kg/m<sup>2</sup> dan JHP rata-rata 582 kg/m<sup>2</sup> adalah sebesar 6942,58 kg dengan beban maksimum yang diterima tiang sebesar 6280,03 kg.
2. Jumlah tiang kayu galam yang dibutuhkan untuk tipe pondasi terbesar dengan ukuran poer 2,3 m x 2 m x 0,20 m adalah sebanyak 42 batang, sedangkan jumlah tiang mini pile yang dibutuhkan untuk tipe pondasi terbesar dengan ukuran 1,5 m x 1,25 m x 0,20 m adalah sebanyak 5 batang.
3. Biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan pondasi dengan tiang kayu galam adalah sebesar Rp. 100.079.380,00, sedangkan biaya

- yang dibutuhkan untuk pembuatan pondasi tiang mini pile adalah sebesar Rp. 102.837.362,00, dan selisih biaya untuk pembuatan pondasi tiang kayu galam dan pondasi tiang mini pile adalah sebesar Rp. 2.757.982,00.

Wahyu Eko Setiawan, 2012, Rencana Anggaran Biaya Bangunan, (<http://id.tekniksipil.org/rab>, diakses tanggal 4 juni 2013).

Hasanzainuddin, 2013, Sifat-sifat Kayu dan Penggunaannya, ([www.dephut.go.id](http://www.dephut.go.id)), diakses tanggal 16 Desember 2013).

### Saran

- Perlu adanya tinjauan pada penurunan kelompok tiang.
- Hendaknya di adakan kembali tinjauan pada luasan dan ketebalan pile cap mini pile.

### DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum, 1993 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, Penerbit Stensil, Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum, 2002 Tata Cara Perhitungan Stuktur Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1726-2002, Jakarta.

Gideon H. Kusuma, 1994, Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Gideon H. Kusuma, 1993, Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Hary Christady Hardiyatmo, 2010, Teknik Fondasi II, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.

Indra Saputra dan Wirahadikusuma, 2011, Perencanaan Pondasi, (<http://id.wikipedia.org/Pondasi>, diakses tanggal 28 Maret 2013).

Sardjono HS, 1998, Pondasi Tiang Pancang Jilid 2, Penerbit CV Sinar Wijaya, Surabaya.

Joseph E. Bowles, 1991, Analisa dan Desain Pondasi Jilid I, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Paulus P. Rahardjo, 2005, Manual Pondasi Tiang Edisi 3, Penerbit Geotechnical Engineering Center, Bandung.

Teguh Santoso, 2006, Desain Konstruksi Dengan SAP 2000 Versi 8, Penerbit Sinar Jaya, Yogyakarta.