



## Analisis Pondasi Tiang Pancang Theematic Mall dan Hotel Majalaya Bandung

Arip Yusup<sup>1</sup>, Eko Walujodjati<sup>2</sup>

Jurnal Kontruksi  
Sekolah Tinggi Teknologi Garut  
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia  
Email : [jurnal@sttgarut.ac.id](mailto:jurnal@sttgarut.ac.id)

<sup>1</sup>1511058@sttgarut.ac.id

<sup>2</sup>eko.walujodjati@sttgarut.ac.id

**Abstrak** – Salah satu pondasi dalam adalah pondasi tiang pancang, pondasi ini digunakan pada Proyek Theematic Mall dan Hotel Majalaya-Bandung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pondasi yang ada pada proyek tersebut. Analisis pembebanan yang diperhitungkan mengacu pada SNI 1727-2013. Perencanaan pembebanan menggunakan program analisis struktur yang menghadirkan state of the art dalam teknologi tiga dimensi finite element method bagi struktur teknik dan untuk perhitungan pondasi menggunakan metode Begemann dan Borms dengan menggunakan data kekuatan bahan hasil uji tanah SPT dan CPT untuk tiang pancang, untuk kekuatan Pondasi pilecap menggunakan SNI-03-2847-2002. Berdasarkan dari hasil analisis dan data tanah didapatkan tahanan aksial  $*P_n=720,96$  Kn dan tahanan lateral tiang pancang  $*H_n = 27,14$  kn. Untuk tahanan geser tinjauan pondasi telapak/pile cap arah y  $V_c^* = 2274,3$  kn, arah x  $V_c^* = 2173,5$  kn dan tinjauan dua arah  $V_{np}= 12012$  kn. Untuk perhitungan penulangan pile cap didapatkan hasil analisis yang lebih besar daripada yang dilapangan yaitu  $A_s= 18480$  mm<sup>2</sup> (analisis) dan  $A_s = 9575,89$  mm<sup>2</sup> (lapangan), dikarenakan pada hasil analisis perhitungan dilapangan didapatkan nilai tahanan aksial dan lateral lebih kecil daripada hasil analisis.

**Kata Kunci** – Pembebanan, Pondasi Tiang Pancang, Pile Cap.

### I. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Struktur Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat dan kedudukannya, sebagian penahan beban seluruhnya berada yang berada diatas, didalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai bagian penahan atau pun penyalur beban beban yang bekerja ke tempat dan kedudukannya, Perkembangan pembangunan di Indonesia kian maju mengikuti. perkembangan zaman dan teknologi dilihat dari maraknya pembangunan yang ada. Pembuatan suatu bangunan meliputi berbagai pertimbangan dimana harus melakukan suatu perencanaan yang matang dan perhitungan struktur dilakukan oleh seseorang yang ahli dibidangnya

Pondasi tiang pancang ini berfungsi untuk memindahkan atau mentransferkan beban-beban dari konstruksi diatasnya (upper structure/super struktur) kelapisan tanah yang lebih dalam. Kebanyakan tiang pancang dipancang kedalam tanah, akan tetapi ada beberapa tipe yang dicor setempat dengan cara dibuatkan lubang terlebih dahulu dengan mengebor tanah dan pada umumnya tiang pancang dipancarkan tegak lurus kedalam tanah, tetapi apabila diperlukan untuk menahan gaya horizontal maka tiang pancang akan dipancarkan miring (better pile), Melihat data tanah yang peneliti dapat dari proyek Pembangunan Hotel Theematic Mall Dan Hotel seperti ada kerancuan yang dimana daya dukung tanah tersebut cukup bagus jadi dapat diasumsikan bahwa perlu pengkajian ulang atau perhitungan ulang. Maka dari itu penulis bertujuan untuk menganalisis kekuatan yang di butuhkan pada pondasi tiang pancang Pembangunan gedung Thee Matic Mall and Hotel Majalaya-Bandung. Perhitungan ulang yang berdasarkan SNI, Analisa Struktur dan perhitungan manual.

dibandingkan dengan perhitungan daya dukung tiang pancang pondasi pile cap dilapangan untuk mencoba mendapatkan hasil yang lebih maksimum ataupun sebagai bahan evaluasi efisiensi penggunaan material.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penulisan penelitian ini adalah :

- 1 Apakah penulangan pada struktur pondasi *pile cap* proyek pembangunan Thee Matic Mall and Hotel Majalaya Bandung sudah efisien?
- 2 Apakah kekuatan pondasi tiang pancang yang ada dilapangan sudah memenuhi kekuatan menahan beban maksimum dari bangunan?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian penelitian ini adalah :

- 1 Mengevaluasi kekuatan struktur pondasi tiang pancang yang ada dilapangan dan dicoba pembebanan maksimum yang sudah dianalisis.
- 2 Mengetahui dan menganalisis efisiensi penggunaan tulangan pada *pile cap*.
- 3 Mengetahui dan menganalisis penggunaan pondasi tiang pancang.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini peneliti mengambil judul berupa Analisis Struktur Pondasi Tiang Pancang Gedung Thee Matic Mall Dan Hotel Majalaya-Bandung.

### 2.1 Studi Literatur

Studi literatur dimaksud untuk mendapatkan arahan, wawasan dan melakukan penelaahan dari berbagai referensi buku/jurnal, pengamatan dilapangan dan pengolahan data-data yang ada sehingga mempermudah dalam pengumpulan data, analisis data maupun dalam penyusunan hasil penelitian. Dalam rangka studi literatur teori-teori yang berkaitan dengan penelitian dipelajari dan kemudian dicocokkan dengan keperluan-keperluan yang ada pada penelitian.

### 2.2 Pengumpulan Data

Untuk mencapai maksud dan tujuan studi ini, dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu dan secara garis besar diawali dengan pengumpulan data yang di perlukan selengkap mungkin baik data primer maupun data sekunder, kemudian dianalisa untuk memperhitungkan pembebanan terhadap struktur portal yang akan membebani pondasi *pile cap* dan perhitungan kekuatan pondasi terhadap beban. Data primer untuk menyokong terhadap perhitungan analisa nantinya, [1] sedangkan data sekunder digunakan untuk landasn perhitungan nantinya.

#### A. Data Primer

Data-data primer yang di perlukan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1 Lokasi pengambilan data yang dianggap perlu.
- 2 Foto-foto pelaksanaan di lapangan.

#### B. Data Sekunder

Data-data sekunder yang di perlukan untuk penelitian ini adalah sebgai berikut:

- 1 Data Tanah berasal dari data penyelidikan tanah yang dilakukan seperti profil tanah, data boring & sondir, tabel bearing capacity dan data laboratorium dari PT. PUTRA DWI MANDIRI untuk data lengkapnya dilampirkan dilampiran data tanah.
- 2 Data Gambar berasal dari data pelaksana proyek PT. INASA yang ada dilapangan, seperti gambar penulangan, gambar dimensi, dan gambar denah. Lengkapnya lihat dilampiran gambar.

## 2.3 Pembebanan

Beban-beban yang di perhitungkan pada Pelat lantai pembebanan terdiri dari beban mati (DL) dan beban hidup (LL). Dalam [2] kuat perlu untuk menahan beban mati dan beban hidup yang dipikul oleh struktur adalah  $U=1,2 D + 1,6 L$ . Berdasarkan [3] beban hidup pada lantai gedung untuk hotel adalah  $250 \text{ KN/m}^2$ . Koefisien reduksi beban hidup untuk hotel 0,8.

$$\begin{aligned} Q_{\text{balok anak}} &= \text{b.s.balok anak} + \text{berat pelat} + \text{beban hidup.} \\ Q_{\text{balok induk}} &= \text{b.s.balok anak dan induk} + \text{berat pelat} + \text{beban hidup.} \end{aligned}$$

Untuk perencanaan perhitungan pembebanan menggunakan program Analisis Struktur yang menghadirkan *state of the art* dalam teknologi tiga dimensi *finite element method* bagi struktur teknik, yang menghasilkan beban pertikal dan beban horizontal yang membebani pondasi nantinya.

### 2.4 Perencanaan Pondasi

Hasil analisis portal akan mendapatkan pembebanan terhadap pondasi yang akan berpengaruh terhadap perhitungan kekuatan, ketahanan, penulangan dan volume/dimensi pondasi nantinya, dilakukan untuk mencari perbandingan perencanaan yang ada dilapangan PT. INASA dengan hasil analisis peneliti, setelah mendapatkan hasil data perbandingan akan dilakukan evaluasi apakah sudah sesuai atau masih dapat dilakukan efisiensi perencanaan yang lebih baik. Adapun langkah-langkah yang di ambil dalam analisis adalah sebagai berikut::

- 1 Menganalisis beban yang bekerja/ditahan oleh pondasi terhadap kekuatan dan daya dukun pondasi nantinya.
- 2 Mengevaluasi hasil analisis dimana akan dilakukan perbandingan antara perencanaan yang dilakukan dilapangan terhadap hasil analisis peneliti.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk pembebanan di atas balok anak di rencanakan akan menerima beban merata akibat beban sendiri, berat dinding dan beban e $q$ ivalen trapesium dan beban e $q$ ivalen segitiga dari pelat yang berada diatasnya serta beban terpusat seperti gambar diatas. Beban mati =  $4,51 \text{ KN/m}^2$ , beban hidup =  $2,5 \text{ KN/m}^2$ , Perhitungan beban e $q$ ivalen pada pelat.

- Beban Mati

$$\begin{aligned} q_{\text{ek}} &= \frac{1}{2} \cdot q \cdot l_x \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{l_x}{l_y}\right)^2\right) \\ &= \frac{1}{2} \cdot 6,01 \cdot 4 \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{4}{7,5}\right)^2\right) \\ &= 10,08 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

- Beban Hidup

$$\begin{aligned} q_{\text{ek}} &= \frac{1}{2} \cdot q \cdot l_x \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{l_x}{l_y}\right)^2\right) \\ &= \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot 4 \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{4}{7,5}\right)^2\right) \\ &= 4,52 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

### Akibat Beban Hidup

$$\text{Berat} = ((25 \times 26) + (49 \times 21)) \times 0,8 \times 250 = 206450 \text{ kn}$$

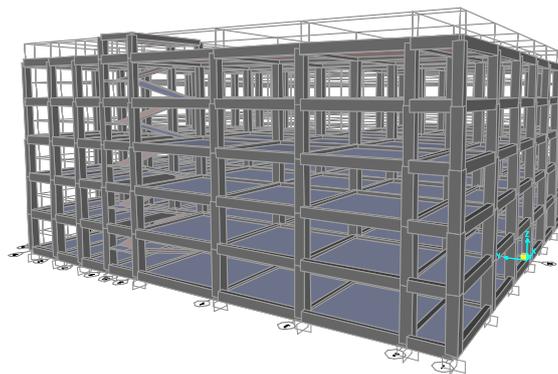
Dari perhitungan secara langsung dengan menggunakan gambar kerja yang ada dilapangan, dengan menghitung luas, tinggi dan volume dari kolom, balok, plat lantai yang biasa disebut berat sendiri didapatkan berat keseluruhan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Beban w gedung total

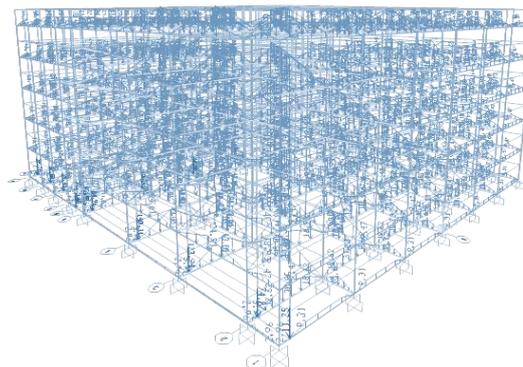
| NO                 | Jenis Beban            | W (Kg)           |
|--------------------|------------------------|------------------|
| 1                  | Berat lantai           | 3606492          |
| 2                  | Dinding Panel          | 1061350          |
| 3                  | Balok Memanjang        | 2386944          |
| 4                  | Akibat Balok Memanjang | 2685312          |
| 5                  | Akibat Kolom           | 5042004          |
| <b>Beban Total</b> |                        | <b>14782102</b>  |
| <b>KN</b>          |                        | <b>147821,02</b> |

### 3.1 Perhitungan Beban Aksial Struktur

Perhitungan beban yang di pikul oleh pondasi pada struktur ini dihitung menggunakan *Software* analisis Struktur yang meng hadirkan *state of the art* dalam teknologi tiga dimensi *finite element method* bagi struktur teknik, Dan menyediakan metode antar muka secara grafis yang sangat mudah di gunakan selama proses aktivitas analisis struktur, seperti pada Gambar 3.1, Gambar 3.2.



Gambar 3. 1 Pemodelan gedung dengan *Software* analisis Struktur.



Gambar 3.2 penerapan pembebanan dengan *Software* analisis Struktur.

Tabel 3.2 Beban W gedung total *Output Software* analisis Struktur.

| <b>TABLE: Groups 3 - Masses and Weights</b> |
|---|
| <b>SelfWeight</b>                           |
| <b>188403,75 KN</b>                         |

Dari perhitungan analisis struktur atas menggunakan *software* didapatkan nilai-nilai beban yang akan ditahan oleh pondasi tiang pancang nantinya yang diantaranya nilai tersebut adalah  $P_{uk} = 5414,46$  Kn,  $M_{uy} = 666,6$  Kn/m,  $M_{ux} = 86,4$  Kn/m,  $H_{uy} = 431,8$  Kn dan  $H_{ux} = 47,6$  Kn, lalu nilai-nilai ini akan digunakan sebagai perhitungan pada tahanan aksial, lateral, geser dan penulangan.

### 3.2 Perhitungan Dengan Data Dilapangan Untuk Tahanan Aksial & Lateral Tiang Pancang

Dari hasil uji tanah aksial pada tabel untuk tiang pancang ukuran 40x40 diambil nilai terbesar pada DB 3 yaitu:

$$\begin{aligned} P &= 152,58 \text{ ton.} \\ P &= 152,58 \text{ ton} \text{ -----} \square P = 150,2 \text{ Kn} \\ \phi &= 0,6 \\ \phi * P_n &= 0,8 * 150,2 = 90,12 \text{ Kn} \\ E_c &= 4700 \times \sqrt{f'c'} \times 10^3 = 4700 \times \sqrt{40} \times 10^3 = 297225410,01 \text{ Kn/m}^2 \\ I_c &= 1/12 \times 0,4 \times 0,4^3 = 0,00013 \\ \beta &= (k_n \times D / 4 \times E_c \times I_c)^{0,25} = (2 \times 0,4 / 4 \times 297225410,01 \times 0,00013)^{0,25} = 9,3 \text{ m} \\ H_n &= y_o \times k_h \times D / 2 \times \beta \times (e \times \beta + 1) \\ &= (0,3 \times 5 \times 0,4) / 2 \times 9,3 \times (1,2 \times 9,3 + 1) \\ &= 33,92 \text{ KN} \\ \phi \times H_n &= 0,8 \times 33,92 = 27,14 \text{ Kn} \end{aligned}$$

Dari perhitungan ateral dan aksial dengan persamaan di atas di dapatkan tahanan lateral ting pancang sebesar  $\phi \times H_n = 27,14$  Kn dan tahanan aksial tiang pancang lapangan adalah  $\phi * P_n = 90,12$  Kn, nilai ini akan di bandingkan dengan beban yang dapat ditahan oleh tiang pancang.

### 3.3 Perhitungan Kekuatan Pondasi

#### 1 Gaya Aksial Pada Tiang Pancang

Dari perhitungan tahanan aksial tiang pancang dengan persamaan diatas didapatkan tahanan aksial tiang pancang sebesar  $\phi * P_n = 90,12 \times 8 = 720,96$  Kn sednagkan gaya yang harus di tahan sebesar  $P_{umax} = 794,02$  Kn maka dapat di simpulkan dari ketentuan perhitungan tahanan aksial tiang pancang dimana tahanan aksial dengan beban aksial harus lebih besar tetapi karena disini tahanan aksial lebih kecil daripada gaya yang harus ditahan maka dapat di simpulkan bahwa tegangan aksial pada tiang pancang BAHAYA.

#### 2 Gaya Lateral Pada Tiang Pancang

Dari perhitungan tahanan lateral tiang pancang dengan persamaan diatas didapatkan tahanan lateral tiang pancang sebesar  $H_n = 27,14$  kn sednagkan gaya yang harus di tahan sebesar  $h_{umax} = 54,29$  kn maka dapat disimpulkan dari ketentuan perhitungan tahanan lateral tiang pancang dimana tahanan lateral dengan beban lateral harus lebih besar tetapi karena disini tahanan lateral lebih kecil daripada gaya yang harus ditahan maka dapat di simpulkan bahwa tegangan lateral pada tiang pancang BAHAYA.

#### 3 Tinjauan Geser Arah x dan y

- Di ambil yang terkecil  $V_c = 2898,1$  kn dan dikalikan nilai reduksi  $\theta = 0.75$  maka:

$$\begin{aligned} V_c &= v_c * \theta \\ &= 2898,1 * 0,75 \\ &= 2173,5 \text{ Kn} \\ \text{Syarat:} \\ \text{Untuk arah x } V_c * \theta &= 2173,5 \text{ Kn} > V_{ux} = 1436,2 \text{ Kn} \end{aligned}$$

- Diambil yang terkecil  $V_c = 3032,5$  kn dan dikalikan nilai reduksi  $\theta = 0.75$  maka:

$$\begin{aligned}
 V_c &= v_c * \theta \\
 &= 3032,5 * 0,75 \\
 &= 2274,3 \text{ kn} \\
 \text{Syarat:} \\
 V_c * \theta &= 2274,3 \text{ kn} > V_{uy} = 1458,1 \text{ kn}
 \end{aligned}$$

Tinjauan geser arah x dan y ini bertujuan untuk menghitung volume dan kebutuhan tiang pancang yang dibutuhkan untuk menahan gaya geser, pada perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa pondasi dapat menahan geser atau AMAN.

#### 4 Tinjauan Geser Dua Arah

$$\begin{aligned}
 \phi * V_{np} &= \phi * A_p * f_p * 10^3 \\
 &= 0,75 * 8,8 * 1,82 * 10^3 \\
 &= 12012 \text{ KN} \\
 \text{Syarat: } \phi * V_{np} &= 12012 \text{ KN} > P_{uk} = 5414,46 \text{ kn}
 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan/persamaan untuk tahanan geser dua arah dapat disimpulkan bahwa tahanan geser pondasi dengan volume dan jumlah tiang pancang yang ada dilapangan mendapatkan nilai tahanan geser pondasi lebih besar daripada gaya yang ditahan pondasi maka pondasi bisa dibilang AMAN.

### 3.4 Perhitungan Penulangan Pada Pondasi

- Tulangan Lentur Arah x dan y

$$\begin{aligned}
 R_n &= M_n * 10^6 / (b * d^2) \\
 &= 108 * 10^6 / (2600 * 1100^2) \\
 &= 0,34
 \end{aligned}$$

Syarat:  $R_n = 0,34 < R_{max} = 1,63$  OK  
Untuk arah x

$$\begin{aligned}
 R_n &= M_n * 10^6 / (b * d^2) \\
 &= 833,2 * 10^6 / (2600 * 1100^2) \\
 &= 0,26
 \end{aligned}$$

Syarat:  $R_n = 0,26 < R_{max} = 1,63$  OK  
Untuk arah y

Perhitungan tulangan arah x

$$\begin{aligned}
 \rho &= 0,85 * f_c / f_y * \{1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0,85 * f_c')}\} \\
 &= 0,85 * 30 / (400 * 10^2) * \{1 - \sqrt{1 - 2 * 0,34 / (0,85 * 30)}\} \\
 &= 0,00566 \\
 A_s &= \rho * b * d \\
 &= 0,00566 * 2,6 * 1,1 \\
 &= \mathbf{16187,6 \text{ mm}^2 \text{..D20-75 (4189)}}
 \end{aligned}$$

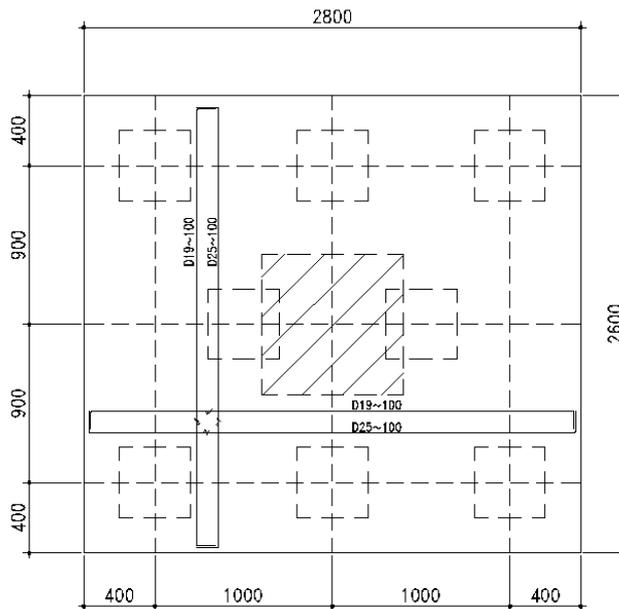
Perhitungan tulangan arah y

$$\begin{aligned}
 \rho &= 0,85 * f_c / f_y * \{1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0,85 * f_c')}\} \\
 &= 0,85 * 30 / (400 * 10^2) * \{1 - \sqrt{1 - 2 * 0,26 / (0,85 * 30)}\} \\
 &= 0,0060
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho * b * d \\
 &= 0,0060 * 2,8 * 1,1 \\
 &= 18480 \text{ mm}^2 \dots \text{D19-75 (3780)}
 \end{aligned}$$

### 3.5 Luasan Penulangan Dilapangan

Untuk membandingkan penulangan maka peneliti akan melakukan rekap penulangan yang ada di lapangan dengan melihat detail penulangan pada pondasi pilecap dan melihat berapa luasan penggunaan As di lapangan.



Gambar 3.3 Detail pondasi pilecap

- Perhitungan luasan tulangan As lapangan Ly  

$$\begin{aligned}
 A_{s ly} &= (1/4 * \pi * D^2) * (L'/d) \\
 &= [(1/4 * 3,14 * 19^2) * (2268/100)] * 2 \\
 &= 12866,04 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{D19-100}
 \end{aligned}$$

Untuk luasan penulangan yang diperlukan sebesar 12866,04 mm<sup>2</sup> didapatkan dari dari perhitungan diatas yang nantinya luasan ini akan di cari di tabel penulangan dengan diameter 19 mm didapatkan jarak sengkang 100 mm.

- Perhitungan luasan tulangan As lapangan Lx  

$$\begin{aligned}
 A_{s lx} &= (1/4 * \pi * D^2) * (L'/d) \\
 &= [(1/4 * 3,14 * 25^2) * (1950/100)] * 2 \\
 &= 9575,89 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{D25-100}
 \end{aligned}$$

Untuk luasan penulangan yang diperlukan sebesar 9575,89 mm<sup>2</sup> didapatkan dari dari perhitungan diatas yang nantinya luasan ini akan dicari ditabel penulangan dengan diameter 25 mm didapatkan jarak sengkang 100 mm.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis pondasi tiang pancang Theematic Mall Dan Hotel Majalaya-Bandung ini, maka penulis

dapat menyimpulkan.

- 1 Dari hasil pembahasan dan analisis untuk membuktikan efisiensi penggunaan tulangan yang ada dilapangan dapat disimpulkan bahwa penulangan dilapangan sudah efisien untuk menahan beban, dan ini adalah hasil dari analisis penulangan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Luasan pada penulangan pondasi

| Arah | Luasan As hasil rekapan lapangan | Luasan As hasil analisis |
|------|----------------------------------|--------------------------|
| Lx   | 9575,89 mm <sup>2</sup>          | 16187,6 mm <sup>2</sup>  |
| Ly   | 12866,04 mm <sup>2</sup>         | 18480 mm <sup>2</sup>    |

- 2 Untuk analisis pondasi tiang pancang didapatkan bahwa tiang pancang yang ada dilapangan tidak dapat menerima beban maksimum, namun untuk tahanan geser pada pondasi pilcap sudah memenuhi atau aman dengan luasan, penulangan, dan volume beton yang ada. Untuk tahanan aksial dan lateral tidak memenuhi karena tahanan maksimum yang ada lebih besar dari tahanan pondasi tiang pancang yang ada.

#### 4.2 Saran

- 1 Untuk analisis pembebanan struktur portal pada penelitian ini menggunakan salah satu *software* program analisis struktur, maka penulis menyarankan sebaiknya melakukan analisis dengan dua *software* untuk membandingkan hasil *output* nantinya.
- 2 Peneliti melakukan analisa portal menggunakan *software* untuk membandingkan hasil *output* nantinya, disarankan untuk mencoba analisis manual menggunakan metode-metode perhitungan portal.
- 3 Dikarenakan pada penelitian ini peneliti melakukan pengambilan beban maksimum, peneliti menyarankan untuk melakukan pengambilan beban pada pondasi sesuaikan dengan gaya yang terjadi disetiap kolom untuk mendapatkan keakuratan hasil analisis.
- 4 Analisis pondasi hanya dilakukan pada satu dimensi pondasi yang ada dilapangan, disarankan apabila melakukan analisis pondasi lakukan analisis disemua pondasi untuk mendapatkan perbandingan yang lebih maksimal.
- 5 Untuk perhitungan dimensi struktur atas peneliti mengambil hasil penerapan yang ada dilapangan, disarankan dicoba analisis setiap item struktur atas seperti pelat, kolom dan balok supaya mendapatkan perbandingan dengan hasil analisis *software*.
- 6 Menganalisis jumlah kebutuhan tulangan hanya dilakukan pada satu pondasi saja, disarankan dilakukannya analisis diseluruh pondasi dan lakukan perbandingan apakah kebutuhan tulangan dan penerapan di lapangan sudah efisien.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam menyelesaikan penelitian ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan, arahan, serta bantuan yang sangat bermanfaat dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nasution, Analisa dan Desain Struktur Beton Bertulang, Bandung: ITB, 2009.
- [2] A. Widodo and M. A. Basit, "Analisis Kuat Tekan Beton," Jurnal Teknik Sipil, 2017.
- [3] D. R. Teruna and R. R. Silalahi, "Perbandingan Kuat lentur balok beton bertulang dengan balok fiber," jurnal teknik sipil, 2013.
- [4] L. Azizah, W. Partono and S. , "Jurnal Teknik Sipil," Studi Analisis Tingkat Kerentanan Gedung Terhadap Gempa Menggunakan Softwear Analisis, 2018.
- [5] M. "Pengertian Analisis," 1 Juni 2015. [Online]. Available: <https://www.maxmanroe.com/vid/umum/pengertian-analisis.html>.

- [6] P. B. S. U. B. G. SNI, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, Bandung: BSN, 2013.
- [7] P. D. Mandiri, "Penyelidikan Tanah," Laporan Hasil Penyelidikan Tanah, 2016.
- [8] R. A. Saputra, "Artikel," Metode Pengumpulan Data dan Penelitian, 2016.
- [9] R. Gunawan, Pengantar Teknik Pondasi, Yogyakarta: Kanisius, 1999.
- [10] R. Paingi, "Studi daktilitas hubungan balok dengan kolom," tugas akhir, 2017.
- [11] R. Perhitungan Struktur Beton Bertulang, Bandung, 2008.
- [12] S. Pondasi Tiang Pancang Jilid 1, Surabaya: SINAR WIJAYA, 1988.
- [13] S. Pondasi Tiang Pancang Jilid 2, Surabaya: Sinar Wijaya, 1990.
- [14] SNI 1727, Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, Bandung: BSN Badan Standar Nasional, 2013..
- [15] SNI, Tatacara Peraturan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, Bandung: BSN (Badan Standar nasional Nasional), 2002
- [16] S. Sihotang, "Analisa Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek pembangunan Gedung DJP Dan KPP Sumbangut I Jalan Sukia Mean," Penelitian Teknik Sipil, 2009.
- [17] T. Rizki, "Perencanaan Apartemen 7 Lantai Dengan Portal," Jurnal Teknik Sipil, 2017.