

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan analisis pondasi pada proyek pembangunan Gedung Kampus Esa Unggul di Kota Bekasi, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. hasil analisa joint reaction dengan aplikasi ETABS pada *pile cap* yang berada di AS 11D menunjukkan bahwa dengan kombinasi beban  $(1,2+0,2\text{SDS})D+L-0,3\rho\text{EQX}+1,0\rho\text{EQY}$  terdapat gaya sebesar  $M_x = 314,85 \text{ kN}$  dan  $M_y = -17,68 \text{ kN}$ , yang menandakan timbulnya komponen gaya lateral baik pada sumbu X maupun Y. Sementara itu, gaya vertikal  $F_z$  mencapai  $3,323,2591 \text{ kN}$ , yang merupakan komponen paling besar dan merepresentasikan beban tekan utama yang dipikul oleh joint tersebut.
2. Kapasitas aksial tiang pancang diperoleh dari kontribusi gesekan selimut ( $P_s = 169,34 \text{ kN}$ ) dan tahanan ujung ( $P_b = 2,482,31 \text{ kN}$ ), sehingga menghasilkan kapasitas nominal  $P_n$ . Setelah diterapkan faktor reduksi kekuatan  $\phi$  sesuai SNI 8460:2017, didapatkan kapasitas aksial ultimit sebesar  $1,856,15 \text{ kN}$ . Nilai ini masih lebih besar daripada beban kerja maksimum pada satu tiang ( $862,62 \text{ kN}$ ), sehingga tiang dinyatakan aman.
3. Hasil analisa menunjukkan bahwa gaya aksial maksimum pada satu tiang pancang, baik dalam kondisi ideal maupun kondisi eksentris, masing-masing bernilai  $930,2 \text{ kN}$  untuk kondisi ideal dan  $1183,46 \text{ kN}$  untuk kondisi eksentris. Nilai tersebut masih berada dalam batas aman karena lebih kecil dari kapasitas daya dukung tiang hasil uji PDA, yaitu sebesar 250 ton atau setara dengan  $\pm 2452,5 \text{ kN}$ . Dan juga jika di sandingkan dengan perhitungan secara manual daya dukung tanahnya terhadap beban diatasnya masih memenuhi yaitu sebesar  $1,856,154 \text{ kN}$ .
4. Nilai gaya geser *pile cap* pada kondisi ideal tercatat sebesar  $905,39 \text{ kN}$ , sedangkan pada kondisi eksentrisitas meningkat menjadi  $1,158,64 \text{ kN}$ , dengan persentase kenaikan sebesar  $27,97\%$ . Kenaikan ini menunjukkan

bahwa eksentrisitas beban turut meningkatkan gaya geser yang harus ditahan oleh *pile cap*. Oleh karena itu, kapasitas geser *pile cap* perlu direncanakan dengan memperhitungkan efek eksentrisitas agar tidak terjadi kegagalan geser pada elemen tersebut.

5. Pada kondisi ideal, diperoleh nilai kapasitas geser nominal beton ( $\phi V_c$ ) sebesar 1.471,6875 kN, sedangkan gaya geser terfaktor yang bekerja ( $V_u$ ) sebesar 905,4 kN. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa  $\phi V_c > V_u$ , yang berarti kapasitas geser elemen struktur masih lebih besar daripada gaya geser yang diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pada kondisi ideal, elemen tersebut memenuhi persyaratan keamanan terhadap gaya geser dan dinyatakan aman
6. Pada kondisi eksentrisitas, kapasitas geser nominal beton ( $\phi V_c = 1.103,77$  kN) lebih kecil dibanding gaya geser terfaktor ( $V_u = 1.158,64$  kN). Dari hasil perbandingan tersebut diketahui bahwa  $\phi V_c < V_u$  kondisi ini menunjukkan bahwa *pile cap* tidak memenuhi keamanan terhadap geser, sehingga diperlukan penambahan tulangan atau penyesuaian desain.
7. Momen lentur arah X meningkat dari 478,08 kN·m menjadi 611,04 kN·m (kenaikan 27,81%), menunjukkan pengaruh signifikan eksentrisitas sehingga tulangan lentur arah X perlu diperkuat. Momen lentur arah Y meningkat dari 478,08 kN·m menjadi 611,04 kN·m (kenaikan 27,81%), menunjukkan pengaruh eksentrisitas serupa pada arah utama lainnya.

## 5.2. Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan terkait perencanaan *pile cap* maupun penanganan kasus serupa pada suatu proyek adalah sebagai berikut:

1. Minimalkan eksentrisitas kolom, dengan menempatkan kolom sedekat mungkin pada pusat *pile cap* sejak tahap desain, agar tambahan gaya aksial, geser, dan momen dapat ditekan.
2. Perencanaan *pile cap* secara memadai, dengan memperhitungkan distribusi tegangan akibat eksentrisitas serta menambahkan tulangan lentur dan geser pada area kritis.
3. Evaluasi kapasitas tiang pancang, dengan membandingkan gaya aksial

maksimum dari hasil analisa dengan kapasitas tiang pada uji PDA, serta memperhatikan distribusi beban terutama pada tiang tepi dan sudut.

4. Gunakan pemodelan dan simulasi komputer, untuk mengevaluasi berbagai skenario eksentrisitas sehingga respons jangka panjang *pile cap* dan group pile dapat diprediksi lebih akurat.
5. Tingkatkan pengawasan konstruksi, dengan memastikan posisi tiang dan kolom sesuai desain, serta menjaga mutu pengecoran *pile cap* dan sambungan kepala tiang.
6. Perlu dilakukan perhitungan ulang terhadap kebutuhan tulangan geser pada *pile cap*, dengan tujuan untuk mengoptimalkan kapasitas geser elemen struktur. Langkah ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan *pile cap* dalam menahan gaya geser, khususnya pada kondisi eksentrisitas beban.
7. Lakukan penelitian lanjutan, mengenai dampak eksentrisitas terhadap settlement diferensial dan interaksi tanah–struktur, sekaligus mengembangkan metode perkuatan *pile cap* maupun teknik konstruksi yang lebih efektif.