

BAB IV

METODA PERANCANGAN

4.1. Pendahuluan

Motode perancangan penampang elemen-elemen struktur beton yang digunakan di Indonesia mengacu pada Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung *SNI 03-2847-2002*. Dalam peraturan ini digunakan metoda analisis penampang untuk perencanaan balok, fondasi, kolom, pelat, dll dengan berdasarkan hipotesa *Bernoulli*. Metoda yang digunakan ini berbeda dengan metoda perencanaan dengan menggunakan *strut and tie model*. Dalam metoda *strut and tie model* struktur direncanakan dengan mengasumsikan struktur bekerja seperti *truss*. Pada uraian ini akan dipaparkan langkah-langkah perencanaan menggunakan *SNI 03-2847-2002* dan *strut and tie model* dalam perencanaan fondasi telapak setempat (*individual footing*) dan *pile cap*.

Perancangan fondasi meliputi penentuan dimensi fondasi serta luas tulangan yang diperlukan. Prosedur ini biasanya dilakukan dengan *trial and error* untuk memperoleh suatu dimensi yang ekonomis dengan memperhatikan faktor aman yang ditentukan. Fondasi yang menahan kolom harus direncanakan terhadap lima faktor sebagai berikut :

- a. Kekuatan tanah dan tegangan tanah dibawah pondasi.
- b. Kekuatan gesar.
- c. Tulangan lentur yang disediakan.

- d. Pemindahan beban dari kolom ke fondasi atau penjangkaran kedalam fondasi.
- e. Panjang penyaluran.

Luas bidang dasar fondasi ditentukan berdasarkan gaya dan beban tidak terfaktor sesuai dengan peraturan *SNI 03-2847-2002*, akan tetapi harus diproporsikan mampu menahan beban terfaktor dan reaksi tanah yang timbul akibat beban yang bekerja, sedangkan ketebalan fondasi ditentukan oleh gaya geser yang bekerja pada fondasi. Geser satu arah akan menentukan tebal fondasi bujur sangkar dengan beban sentris, sedangkan geser dua arah menentukan tebal fondasi telapak persegi panjang dengan perbandingan panjang dengan lebar lebih besar dari 1,2 (Bowles,1988).

4.2. Metoda Perancangan Fondasi Tiang Pancang (*Pile Cap*) Dengan Menggunakan *Strut and Tie Model*

Metoda perancangan semua jenis *D-Region* adalah mendesain suatu rangka batang internal, terdiri dari *strut* desak beton dan *tie* baja tarik yang saling berhubungan pada suatu titik nodal, untuk mendukung beban yang bekerja pada batas-batas daerah *discontinuitas (D-Regions)*. Metoda desain ini dikenal sebagai *strut and tie model (STM)*.

Langkah-langkah perancangan *pile cap* adalah :

- a. Pemilihan sistem struktur dan perkiraan dimensi elemen-elemen struktur sebagai analisis beban dan struktur. Dalam hal ini elemen dan

dimensi struktur tidak diubah dari hasil perancangan *pile cap* menggunakan *SNI 03-2847-2002*.

- b. Pembagian struktur menjadi daerah *D* dan *B*, pada *pile cap* ini semua yang berada dalam struktur merupakan daerah *D*.
- c. Dihitung reaksi tiang akibat beban yang bekerja, dengan memperhatikan faktor pembebanan. Reaksi masing-masing tiang dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P_i = \frac{V}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_i}{\sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_i}{\sum y^2} \dots\dots\dots \text{Pers.4.1}$$

- d. Menentukan trajektor tegangan dari struktur dengan menggunakan program *SAP 2000 Versi 10.0* dengan beban yang ada (untuk fondasi tiang pancang dengan 2 tiang). Dari hasil program ini akan didapat letak-letak konsentrasi tegangan tarik dan tegangan desak pada struktur.
- e. Dibentuk suatu *truss* yang sesuai dengan trajektor tegangan, sehingga dapat mewakili gaya-gaya yang bekerja pada struktur. Untuk *pile cap* dengan 3 atau 4 tiang *truss* dibentuk dengan *load-path methode*.
- f. Dengan beban-beban yang telah ditentukan, dicari gaya-gaya aksial yang bekerja pada masing-masing elemen *truss*.
- g. Perencanaan tulangan lentur untuk masing-masing arah dengan menggunakan gaya *tie* terbesar untuk menyederhanakan pelaksanaan di lapangan. Tulangan yang didapat hanya dipasang diatas tiang pancang dan tidak disebarkan secara merata pada seluruh permukaan fondasi. Jumlah tulangan minimum dan spasi minimum diperiksa,

apabila persyaratan spasi tulangan tidak memenuhi, diameter tiang dan penampang fondasi diganti. Demikian juga dilakukan pengecekan dan perencanaan tulangan pada batang tarik yang lain serta panjang penjangkaran yang dibutuhkan oleh masing-masing *tie*.

- h. Dilakukan pemeriksaan *strut* untuk untuk masing-masing batang desak dan dicek terhadap lebar beton yang tersedia, apabila lebar *strut* yang terjadi lebih besar dari penampang struktur yang tersedia maka diperlukan penambahan dimensi dari struktur. Untuk fondasi tiang dengan 3 dan 4 tiang, *strut* dicek secara 3 dimensional.
- i. Pemeriksaan nodal dilakukan pada *node-node* yang menerima gaya terbesar dan dicek apakah lebar bidang kontak dan panjang penjangkaran dapat diakomodasi oleh dimensi struktur. Apabila dimensi struktur tidak mencukupi, maka diperlukan penambahan dimensi maupun penggunaan pelat angkur. Demikian pula untuk fondasi tiang dengan 3 dan 4 tiang *node* dicek secara 3 dimensional.
- j. Direncanakan tulangan susut dan suhu sesuai dengan rasio tulangan (ρ) dalam *SNI 03-2847-2003*.
- k. Penggambaran perletakan tulangan dan detail potongan fondasi.

4.3. Metoda Perancangan Fondasi Tiang Pancang (Pile Cap) Dengan Menggunakan SNI 03-2847-2002

Asumsi yang umum digunakan dalam perancangan *pile cap* adalah bahwa plat fondasi kaku, sehingga beban akan terdistribusi secara linier pada tiang pancang dibawahnya. Pengaturan tiang pada *pile cap* biasanya dibuat simetris sehingga pusat berat kelompok tiang dan pusat berat *pile cap* terletak pada satu garis vertikal. Jarak antar tiang diusahakan sedekat mungkin untuk menghemat *pile cap*, tetapi apabila ada momen, jarak antar tiang perlu diperbesar yang berarti menambah tahanan momen dari fondasi.

Langkah-langkah dari perencanaan *pile cap* adalah sebagai berikut :

- a. Daya dukung tiang terhadap desak (P_a) dan tarik (T_a) ditentukan terlebih dahulu. Daya dukung tiang ditentukan berdasarkan uji lapangan berupa sondir atau *Standart Penetration Test* (SPT).
- b. Dimensi *pile cap* direncanakan dengan coba-coba dan memperhatikan persyaratan jarak antar tiang minimum yaitu sebesar $2,5d_p - 3,5d_p$ untuk mencegah terjadinya *pile heave* (pengangkatan tiang) pada waktu pemancangan. Perencanaan dimensi dilakukan beberapa kali sehingga didapat dimensi *pile cap* dan letak tiang yang ekonomis.
- c. Kemampuan susunan tiang dicek terhadap gaya yang bekerja, pengecekan menggunakan beban tidak terfaktor dan beban yang telah dikoreksi dengan berat *pile cap*. Pengecekan dengan menggunakan rumus :

$$P_i = \frac{V}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_i}{\sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_i}{\sum y^2} \dots\dots\dots \text{Pers.4.2}$$

- d. Ditentukan tebal efektif fondasi d berdasarkan aksi satu arah dan dihitung kuat geser fondasi V_c untuk aksi dua arah dan aksi satu arah. Penentuan tebal fondasi menggunakan beban yang telah terfaktor. Kuat geser kapasitas fondasi ini dibandingkan dengan gaya geser yang terjadi V_n pada masing-masing bidang kritisnya. Apabila nilai V_n lebih kecil dari nilai V_c maka fondasi telah cukup untuk menahan gaya geser yang terjadi. Penentuan tebal fondasi dilakukan secara iterasi agar didapat hasil secara ekonomis. Peninjauan geser dilakukan pada titik dengan gaya aksial tiang besar, dengan ketentuan tiang yang akan menyumbangkan geser sesuai dengan *SNI 2847-2002*.
- e. Dilakukan peninjauan geser *pile cap* pada ujung kepala tiang menggunakan perimeter kritis berupa lingkaran dengan diameter sama dengan diameter tiang (d_p) ditambah dengan tebal efektif fondasi (d).
- f. Luas tulangan untuk kebutuhan lentur dihitung, dengan momen lentur, yaitu :

$$M_{ult} = \sum P_{ui} l_i \dots\dots\dots \text{Pers.4.3}$$

Jumlah tulangan minimum dan spasi minimum diperiksa, apabila persyaratan spasi tulangan tidak memenuhi, diameter tiang dan penampang fondasi bias diganti.

- g. Direncanakan tulangan susut dan suhu sesuai dengan rasio tulangan (ρ) dalam *SNI 03-2847-2003*
- h. Dihitung kebutuhan tulangan angker minimum yaitu sebesar $0,005 \times$ luas kolom, namun apabila tulangan kolom yang tersedia lebih banyak

maka tidak perlu tulangan angker. Dihitung panjang penyaluran dari tulangan kolom ke fondasi.

- i. Penggambaran perletakan tulangan dan detail potongan fondasi.

Untuk lebih jelasnya prosedur perancangan *pile cap* tersebut dapat dilihat pada lampiran 4.1 dan lampiran 4.2

