BAB V

ANALISA PERHITUNGAN *PONDASI SUMURAN*

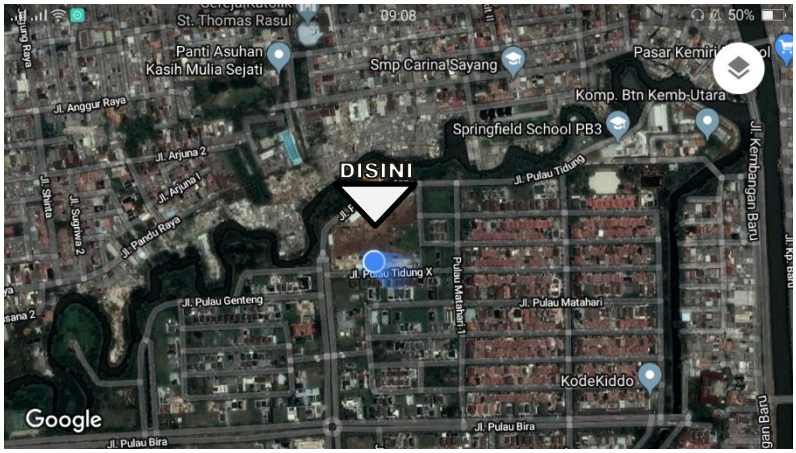
5.1 Pendahuluan

Dalam bab ini akan dibahas tentang analisis perhitungan daya dukung pondasi. Data yang digunakan berasal dari data *Standard Penetration Test* (SPT). Data tersebut diperoleh dari uji di lapangan dan beberapa literatur.

5.2 Data proyek

5.2.1 Lokasi Proyek

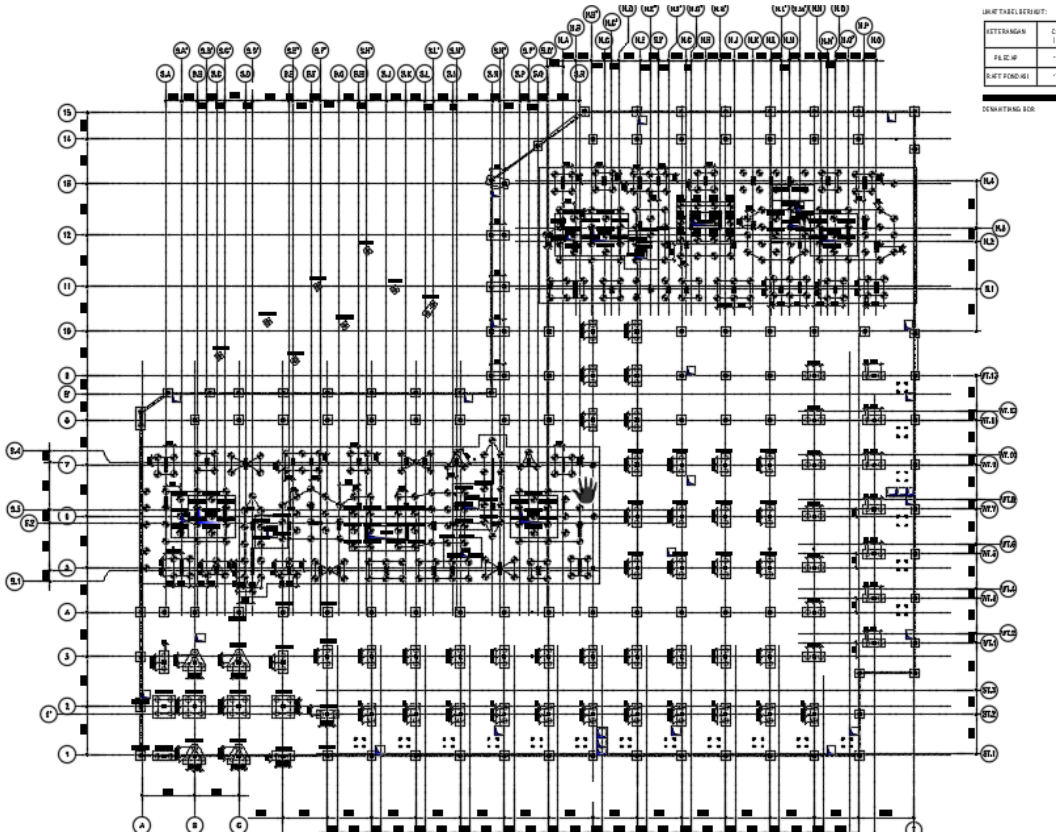
Cone Penetration Test (CPT) dilakukan di proyek Pembangunan Apartemen Permata Buana, Jakarta Barat



Gambar 5.1 Lokasi proyek

5.2.2 Denah Pondasi

Berikut adalah denah pondasi proyek Pembangunan Apartemen Taman Permata Buana, Jakarta Barat:



Gambar 5.2 Denah *bored pile*

5.2.3 Data *Sumuran*

1. Diameter sumuran : 1,2 m
2. Jumlah titik pengeboran : 250 titik
3. Mutu beton : 30 Mpa
4. Luas tiang ¼ x π x d^2 (Ab) : ¼ x 3,14 x $0,8^2$ = 0,502 m^2 = 5024 cm^2
5. Keliling Tiang (K) : π x d = 3,14 x 0,8 = 2,512 m = 251,2 cm

5.2.4 Data Tanah

depth (kedalaman)	qc (kg/cm2)	ft (kg/cm)
0.80	9	4.00
1.00	9	9.33
1.20	7	13.33
1.40	14	20.00
1.60	19	33.33
1.80	19	46.67
2.00	20	60.00
2.20	21	73.33
2.40	23	90.67
2.60	21	104.00
2.80	21	117.33
3.00	20	130.67
3.20	21	144.00
3.40	22	158.67
3.60	23	173.33
3.80	22	188.00
4.00	21	201.33
4.20	21	214.67
4.40	23	229.33
4.60	23	244.00
4.80	23	258.67
5.00	20	272.00
5.20	19	285.33
5.40	19	296.00
5.60	21	310.67
5.80	23	326.67
6.00	11	330.67
6.20	14	338.67
6.40	14	345.33
6.60	14	352.00
6.80	21	366.67
7.00	20	378.67
7.20	19	389.33
7.40	21	402.67
7.60	23	416.00
7.80	22	429.33
8.00	21	442.67

8.20	22	456.00
8.40	20	469.33
8.60	14	476.00
8.80	19	489.33
9.00	19	502.67
9.20	21	516.00
9.40	21	529.33
9.60	16	538.67
9.80	20	552.00
10.00	23	569.33

Tabel 5.1 *Cone Penetration Test* di lapangan

5.3 Perhitungan Daya Dukung Pondasi

Pada peninjauan struktur pondasi proyek Pembangunan Gedung Kantor Terpadu Kabupaten Sukoharjo, perhitungan daya dukung pondasi menggunakan metode Mayerhoff.

1. Daya Dukung Ijin Tiang

   Dari data tanah pada tabel 5.1 diatas, direncanakan pondasi dengan data teknis sebagai berikut :

   - d = 4 m

     qc = 21 kg/cm^2

     tf = 201,33kg/cm

     Qu ijin = $\frac{qc\ x\ Ap}{3} + \frac{tf\ x\ Kt}{5}$

     = $\frac{21\ x\ 5024}{3} + \frac{201{,}33\ \ x\ 251{,}2}{5}$

     = 45282,819 kg

     = 452,828 kN

- d = 5 m

  qc = 20 kg/cm^2

  tf = 272 kg/cm

  Qu ijin = $\frac{qc\ x\ Ap}{3} + \frac{tf\ x\ Kt}{5}$

  = $\frac{20\ x\ 5024}{3} + \frac{272\ \ x\ 251,2}{5}$

  = 47158,613 kg

  = 471,586 kN

- d = 6 m

  qc = 11 kg/cm^2

  tf = 330,67 kg/cm

  Qu ijin = $\frac{qc\ x\ Ap}{3} + \frac{tf\ x\ Kt}{5}$

  = $\frac{11\ x\ 5024}{3} + \frac{330,67\ x\ 251,2}{5}$

  = 35034,194 kg

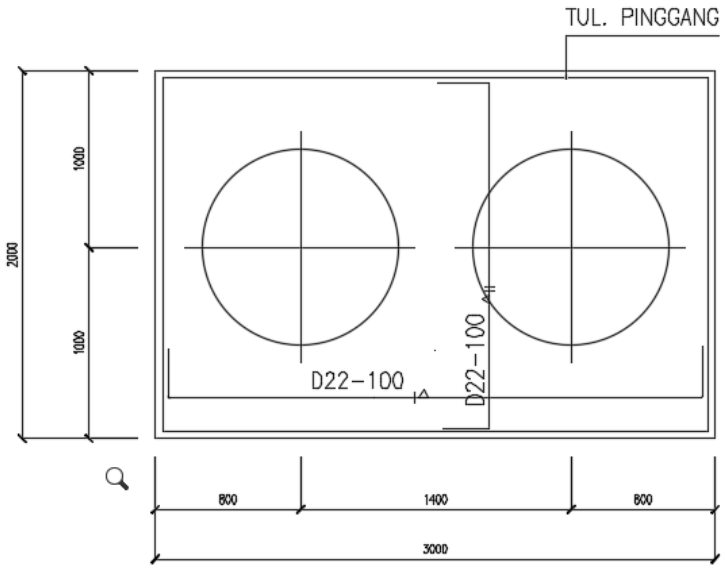
  = 350,342 kN

Qu ijin berdasarkan nilai sondir (*cone penetrartion test*) pada setiap kedalaman berbeda mempunyai hasil yang berbeda-beda hasilnya yaitu. Dari perhitungan diambil hasil yang paling besar yaitu pada kedalaman **5 m (Qu ijin = 471,586 kN)**

2. Daya Dukung Tiang Kelompok

Menghitung Efisiensi Kelompok Tiang (Eff)

a) Kelompok tiang n = 4



Gambar 5.3 Detail *pile cap*

Efisiensi

d = 1 m

s = 1,8 m

θ = arc tan d/s

= arc tan 1/2

= 26,565°

n’ = 4

m = 2

E_{ff} $= 1 - \theta \frac{(n'-1)m+(m-1)n'}{90 \, x \, m \, .xn'}$

$= 1 - 26{,}565 \frac{(4-1)2+(2-1)4}{90 \, x \, 2 \, x \, 4}$

$= 0.631$

Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Q_g $= E_{ff}$ x n x Q_u

$= 0.631$x 4 x 471,586

$= 1190{,}283$ kN

Hasil output SAP 2000

Pada perhitungan SAP 2000 dapat diambil kesimpulan untuk beban yang diterima pondasi adalah sebagai berikut :

Frame	Pu
f-1	794,667
f-5	888,581
f-9	1007,631
f-13	914,776

Tabel 5.2 Output SAP 2000

Cek control

- Kelompok tiang n = 4

  Q > Pu

  1190,283 kN > 794,667 kN (AMAN)

- Kelompok tiang n = 4

  Q > Pu

  1190,283 kN > 888,581 kN (AMAN)

- Kelompok tiang n = 4

  Q > Pu

  1190,283 kN > 1007,631 kN (AMAN)

- Kelompok tiang n = 4

  Q > Pu

  1190,283 kN > 914,776 kN (AMAN)

Dikarenakan Q > Pu (sudah memenuhi) maka dapat diambil kesimpulan kedalaman sumuran adalah 5 m

5.4 Perhitungan *Pile Cap*

Perencana pile cap tipe P-5

panjang = 2,0 m

lebar = 2,0 m

tinggi = 1 m

fc’ = 30 MPa

fy = 400 Mpa

diameter sumuran = 120 cm

Selimut beton = 70 mm

Diameter tulangan = 22 mm

Hasil output SAP 2000

Frame	Pu
f-1	794,667
f-5	888,581
f-9	1007,631
F13	914,776

Tabel 5.3 Output Pu pada SAP 2000

1) Dimensi pile cap Jarak tiang pancang

   panjang = 3,0 m

   lebar = 2,0 m

   tinggi = 1,0 m

   Luas = 6,0 m^2

2) Kontrol gaya geser 1 arah

   a) Gaya geser yang bekerja pada penampang kritis

      δ = P/A

      = 1007,631 kN / (6,0) = 167,938 kN/m^2

      L = panjang pondasi

      = 3,0 m

      d = tebal efektif pile cap

      = 1000 mm – 70 = 930 mm

      G’ = L – (L/2 + lebar kolom/2 + d)

      = 3000 – (3000/2 + 600 /2 + 930)

      = 270 mm

Vu = δ . L . G

= 167,938. 3,0 . 0,270

= 136,030 kN

b) Kuat geser beton

φVc = φ 1/6 √fc' bd

= 0,75 x 1/6 √30 x 3000 x 930

= 1910,182 kN

φVc =1910,182 kN > Vu = 136,030 (OK)

3) Kontrol gaya geser 2 arah

a) Lebar penampang kritis (B')

B' = lebar kolom + 2 (1/2) d

= 60 cm + 2x (1/2) x 93,0 cm = 153 cm

b) Gaya geser yang bekerja pada penampang kritis

Vu = δ. (L^2 . B'^2)

Dimana:

δ = 167,938 kN/m^2

B' = 1,530 m

L = 3,0 m

Vu = 167,938 kN/m^2 ($3,0^2$ m – $1,53^2$ m)

= 1118,316 kN

c) Kuat geser beton (Vc)

berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 13.12.2.1 adalah nilai terkecil dari:

Bc = ak/bk

βc = 60/80

=0,75

bo = 4B’

= 4 x 153cm

= 612 cm = 6120mm

Vc $= (1 + \frac{2}{\beta c}) \frac{\sqrt{fc'.\ bo\ .\ d}}{6}$

$= (1 + \frac{2}{0,75}) \frac{\sqrt{30.\ 6120\ .\ 930}}{6}$

= 19560,215 kN

φVc = 0,75 x 19560,215 kN

= 14670,161 kN

φVc = 14670,161 > Vu = 1118,316 (OK)

4) Tulangan pile cap

TULANGAN BAWAH

a) Lebar penampang kritis

B’ = lebar pile cap/2 – lebar kolom/2

= 2000 mm/2 – 600 mm/2 = 700 mm

b) Berat pile cap pada penampang kritis

q’ = 2400 kg/m³ x 2,000 m x 1 m

= 4800 kg/m

Mu = 2 (Pu/4) (s) – ½ q’ B’²

= 2 (100763/4) (0,3) – ½ (4800 kg/m) (0,700)²

= 13938,45 kg/m

= 139,384 kNm

c) Tulangan diameter 22 mm

d_{22} = t – selimut beton – ½ D tulangan

= 1000 – 70 – ½ x 22

= 919 mm

Rn = $\frac{Mu}{\emptyset .b .d^2}$

= $\frac{139{,}384 \ x\ 10^6}{0{,}85\ x\ 800\ x\ 919^2}$

= 0,243

m = $\frac{fy}{0{,}85\ .fc'}$

= $\frac{400}{0{,}85\ .\ 30}$

= 15,686

- Menentukan rasio tulangan

ρ_{pakai} = $\frac{1}{m}$ (1 - $\sqrt{1 - \frac{2.m.Rn}{fy}}$)

= $\frac{1}{15{,}686}$ (1 - $\sqrt{1 - \frac{2.15{,}686.0{,}243}{400}}$)

= 0,00061

Pemeriksaan Syarat Rasio Penulangan (ρmin < ρ pakai < ρmaks)

ρ min = 1,4 / fy

= 1,4 / 400

= 0,0035

ρ maks = $0,75 \cdot \frac{0,85 \times f'c \times \beta 1 \times 600}{(600+fy) \times fy}$

= $0,75. \frac{0,85 \times 30 \times 0,85 \times 600}{(600+400) \times 400}$

= 0,0244

ρmin > ρ maka dipakai ρmin = 0,0035

- Luas Tulangan yang Dibutuhkan

A_{st} = ρ min x b x d

= 0,0035 x 600 x 919

= 1929,9 mm^2

- Jarak Antar Tulangan

S ada = $\frac{0,25 \; x \; \pi \; x \; D^2 \; x \; b}{Ast}$

= $\frac{0,25 \; x \; 3,14 \; x \; 22^2 \; x \; 600}{1929,9}$

= 118,122

S pakai = 100 mm

As pakai = $\frac{0,25 \; x \; \pi \; x \; D^2 \; x \; b}{s \; pakai}$

= $\frac{0,25 \; x \; 3,14 \; x \; 22^2 \; x \; 600}{100}$

= 2279,64 mm^2

Maka digunakan tulangan **D22 - 100** mm, As = 2534,2 mm^2 (Tabel Beton A-5)

TULANGAN ATAS

a) Lebar penampang kritis

B’ = lebar pile cap/2 – lebar kolom/2

= 2000 mm/2 – 600 mm/2 = 700 mm

b) Berat pile cap pada penampang kritis

q’ = 2400 kg/m^3 x 2,000 m x 1 m

= 4800 kg/m

Mu = 2 (Pu/4) (s) – ½ q’ B'^2

= 2 (100763/4) (0,3) – ½ (4800 kg/m) $(0,700)^2$

= 13938,45 kg/m

= 139,384 kNm

c) Tulangan diameter 22 mm

d_{22} = t – selimut beton – ½ D tulangan

= 1000 – 70 – ½ x 22

= 919 mm

Rn = $\frac{Mu}{\emptyset .b .d^2}$

= $\frac{139,384 \ x\ 10^6}{0,85\ x\ 800\ x\ 919^2}$

= 0,243

m $= \frac{fy}{0{,}85\,.fc'}$

$= \frac{400}{0{,}85\,.\,30}$

= 15,686

- Menentukan rasio tulangan

ρ pakai $= \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Rn}{fy}}\right)$

$= \frac{1}{15{,}686}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.15{,}686.0{,}243}{400}}\right)$

= 0,00061

Pemeriksaan Syarat Rasio Penulangan (ρmin < ρ pakai < ρmaks)

ρ min = 1,4 / fy

= 1,4 / 400

= 0,0035

ρ maks $= 0{,}75\,.\,\frac{0{,}85\times f'c\times\beta 1\times 600}{(600+fy)\times fy}$

$= 0{,}75.\,\frac{0{,}85\times 30\times 0{,}85\times 600}{(600+400)\times 400}$

= 0,0244

ρmin > ρ maka dipakai ρmin = 0,0035

- Luas Tulangan yang Dibutuhkan

  A_{st} = ρ min x b x d

  = 0,0035 x 600 x 919

  = 1929,9 mm^2

- Jarak Antar Tulangan

  S ada $= \frac{0{,}25\ x\ \pi\ x\ D^2\ x\ b}{Ast}$

  $= \frac{0{,}25\ x\ 3{,}14\ x\ 22^2\ x\ 600}{1929{,}9}$

  =118,122

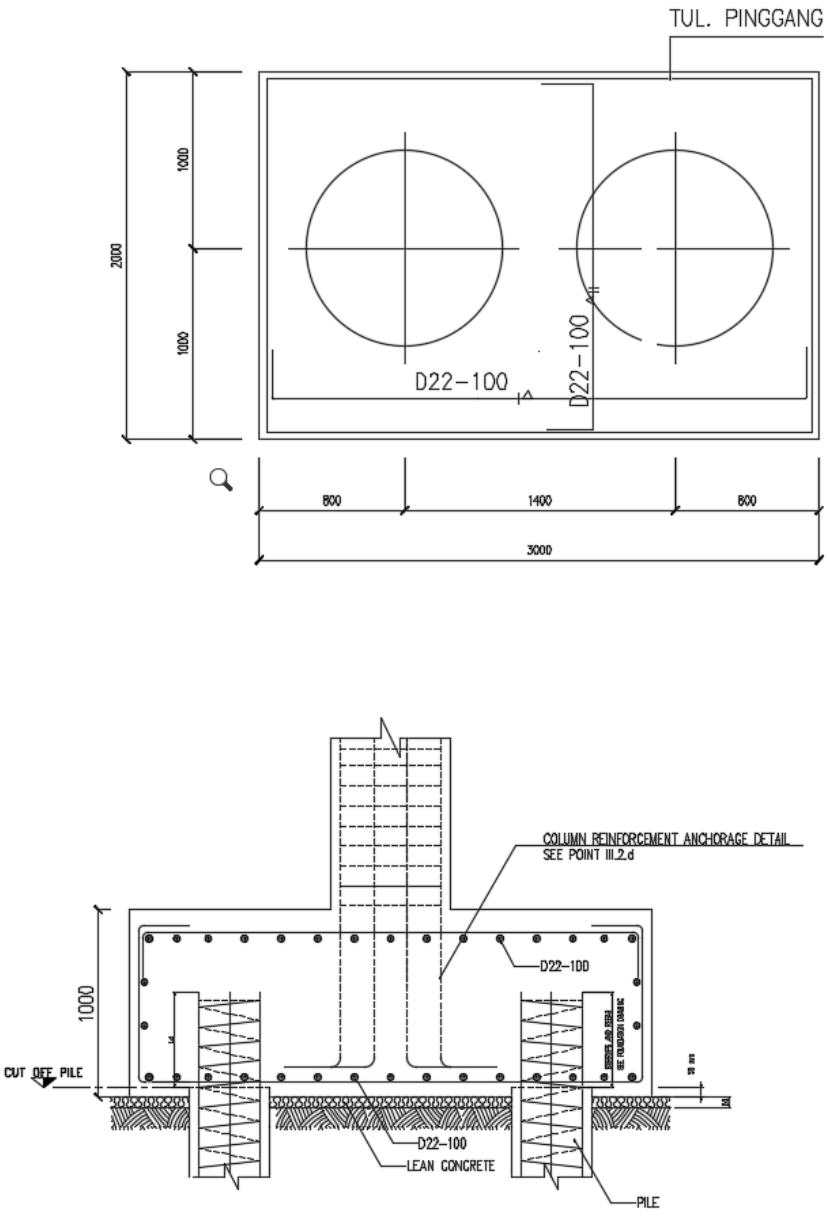
  S pakai = 100 mm

  As pakai $= \frac{0{,}25\ x\ \pi\ x\ D^2\ x\ b}{s\ pakai}$

  $= \frac{0{,}25\ x\ 3{,}14\ x\ 22^2\ x\ 600}{100}$

  = 2279,64 mm^2

Maka digunakan tulangan **D22 - 100** mm, As = 2534,2 mm^2 (Tabel Beton A-5)



Gambar 5.4 Detail *pile cap*

5.5 Perhitungan Penulangan *Sumuran*

Diketahui data :

Diameter *sumuran* = 1,2m = 1200 mm

Diameter tulangan utama = D19 mm

Diameter tulangan sengkang = D13 mm

Fc’ = 30 MPa

Fy = 4000 Kg/cm² = 392,266 Mpa

Panjang tiang = 5 m

Selimut beton = 70 mm

Dari data-data diatas, dapat dihitung untuk perhitungan tulangan *sumuran* sebagai berikut :

d’ = 2 x (selimut beton)

= 2 x 70

= 140 mm

d = 1200 – 140

= 1060 mm

Ast = n x (1/4 x π x D²)

= 24 x (1/4 x 3,14 x 19²)

= 6801,24 mm²

Ag = 1/4 x π x d²

= 1/4 x 3,14 x 1200²

= 1130400 mm²

ρg = Ast/Ag

= 6801,24 / 1130400

= 0,00601

Dengan nilai ρ = 0,00601, didapatkan :

As = ρ x (1/4 x π x d²)

= 0,00601 x (1/4 x 3,14 x 1060²)

= 5300,976 mm²

As tul. = 1/4 x π x D tul²

= 1/4 x 3,14 x 19²

= 283,385 mm²

Menghitung tulangan yang dibutuhkan :

Diameter tulangan utama = 19 mm (D 19)

As Tulangan = 1/4 x 3,14 x 19²

= 283,385 mm²

Jumlah Tulangan Yang Dibutuhkan :

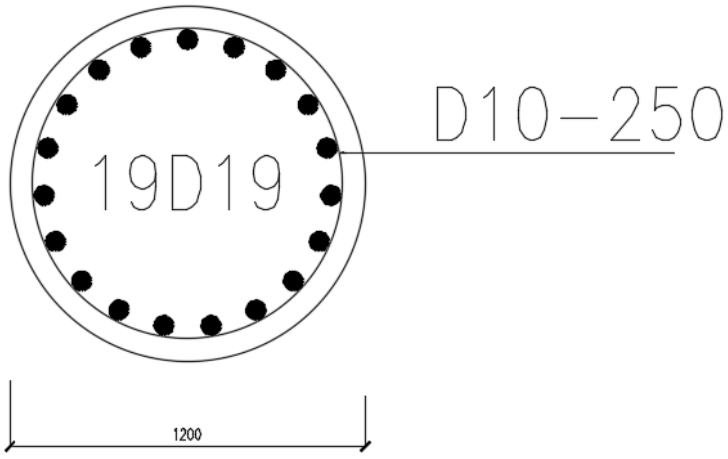
$$= \frac{As}{As.tul}$$

$$= \frac{5300,976}{283,385}$$

= 18,705 mm^2 ~ 19 tulangan

Maka jumlah tulangan yang dibutuhkan adalah **19 D19.**

Digunakan sengkang spiral praktis ∅**10-250**



Gambar 5.5 Detail tulangan *sumuran*