
**KOMPARASI ANTARA GAMBAR KERJA DAN HASIL PERHITUNGAN KONTROL ULANG
PENULANGAN DINDING PENAHAN TANAH PLAT BETON BERTULANG (STUDI KASUS
PADA BASEMENT ZONA D DI PROYEK GEDUNG GELANGGANG INOVASI DAN
KREATIVITAS MAHASISWA UGM YOGYAKARTA)**

Mega Kesuma Wardani¹, Suhendro Trinugroho²

^{1,2}Teknik Sipil, Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A.Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, Surakarta 57102, Jawa Tengah
Email: d100190139@student.ums.ac.id
st271@ums.ac.id

Abstrak

Dinding penahan tanah basement melindungi ruangan basement dari tekanan tanah aktif timbunan, beban kendaraan yang lewat di atasnya serta lapisan perkerasan jalan. Strukturnya berupa dinding plat beton bertulang dengan di kedua ujungnya terikat jepit. Penerapannya sebagai contoh studi kasus dinding penahan tanah di proyek Gedung Gelanggang Inovasi dan Kreativitas Mahasiswa (GIK) UGM di Yogyakarta. Metode yang digunakan ialah dengan cara mengambil data sekunder dari gambar kerja proyek. Setelah itu dianalisa menghasilkan pembesian penulangan dinding penahan tanah plat beton bertulang sebagai berikut: Untuk tulangan memanjang 2D16-200 ($As = 1005,31 \text{ mm}^2$), tulangan bagi 2D13-200 ($As = 663,66 \text{ mm}^2$). Hasil tersebut dibandingkan dengan penulangan digambar kerja dengan tulangan memanjang 2D16-150 ($As = 1340,41 \text{ mm}^2$) dan tulangan bagi 2D13-150 ($As = 884,88 \text{ mm}^2$). Selanjutnya dikomparasi luas tulangan dan hasilnya selisih, dengan selisih luas tulangan memanjang $As = 335,10 \text{ mm}^2$ dan selisih luas tulangan bagi $As = 221,22 \text{ mm}^2$. Persentase selisih luas tulangan sebesar 25%.

Kata kunci: Basement, dinding penahan tanah, penulangan.

Abstract

The basement retaining wall protects the basement from the active soil pressure of the embankment, the weight of vehicles passing over it and the pavement layer. The structure is in the form of a reinforced concrete slab wall with clamps at both ends. Its application as a case study example of soil retaining walls in the UGM Student Innovation and Creativity Center (GIK) Building project in Yogyakarta. The method used is by taking secondary data from the project working drawings. After that, it is analyzed to produce the reinforcement of reinforced concrete slab soil retaining walls as follows: For longitudinal reinforcement 2D16-200 ($As = 1005,31 \text{ mm}^2$), reinforcement for 2D13-200 ($As = 663,66 \text{ mm}^2$). These results are compared with the reinforcement in the working drawing with longitudinal reinforcement 2D16-150 ($As = 1340,41 \text{ mm}^2$) and reinforcement for 2D13-150 ($As = 884,88 \text{ mm}^2$). Furthermore, the reinforcement area is compared and the results are different, with the difference in the longitudinal reinforcement area $As = 335,10 \text{ mm}^2$ and the difference in the reinforcement area for $As = 221,22 \text{ mm}^2$. The percentage difference in reinforcement area is 25%.

Keywords: Basement, retaining wall, reinforcement.

1. PENDAHULUAN

Suatu bangunan gedung yang berfungsi sebagai tempat berkumpul maupun pertemuan harus mempunyai lahan parkir yang memadai. Namun terkadang minimnya lahan bangunan menjadi salah satu kendala untuk diadakannya lahan parkir. Salah satu solusinya adalah membuat lahan parkir bawah tanah atau parkir *basement*. Dalam perencanaan dinding *basement* didesain sebagai dinding penahan tanah untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil. Dinding penahan tanah (*retaining wall*) adalah suatu bangunan yang dibangun untuk mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun di tempat di mana kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri, dipengaruhi oleh kondisi gambaran topografi tempat itu, bila dilakukan pekerjaan tanah seperti penanggulangan atau pemotongan tanah (Sudarmanto, 1996).

Pada Proyek Gedung Gelanggang Inovasi dan Kreativitas Mahasiswa UGM ini salah satu bangunan gedungnya dibuat *basement* untuk lahan parkir. Karena letaknya dibawah tanah, maka dampak yang dapat terjadi adalah tanah urug disamping *basement* akan longsor dan air tanah yang rembes ke area *basement*. Disamping *basement* tersebut terdapat jalan raya yang dilintasi banyak kendaraan yang akan mengakibatkan tanah longsor. Berdasarkan dampak tersebut, maka dinding *basement* dirancang sebagai dinding penahan tanah. Dinding penahan tanah *basement* berbeda dengan dinding penahan tanah lainnya. Pada dinding penahan tanah *basement* kedua ujung atas dan bawahnya di jepit oleh balok dan sloof lantai. Beban yang bekerja pada dinding penahan tanah *basement* merupakan beban mati dari tanah urug, beban mati dari lapisan perkerasan jalan, dan beban hidup dari kendaraan maksimal yang melintas di jalan raya tersebut. Perencanaan dinding *basement* direncanakan dengan dinding plat beton bertulang sebagai penahan tanah. Penulangan pada dinding penahan tanah *basement* didesain agar kokoh terhadap tanah yang labil, lapisan perkerasan jalan raya, dan lalu lintas yang berada disampingnya.

Tujuan dari penelitian kontrol ulang perhitungan dinding penahan tanah *basement* ini adalah:

- a. Mengetahui momen maksimum yang bekerja pada dinding penahan tanah *basement* menggunakan aplikasi SAP2000.

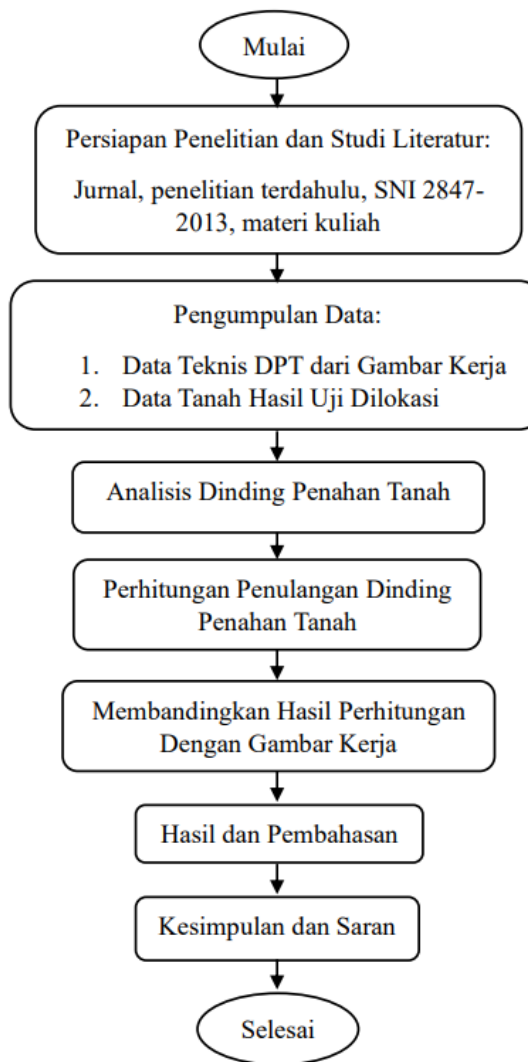
- b. Mengetahui desain terhadap geser dinding penahan tanah plat beton bertulang.
- c. Mengontrol keamanan momen desain dinding penahan tanah plat beton bertulang.
- d. Mengaplikasikan ilmu yang didapatkan semasa kuliah dan diterapkan secara nyata dilapangan.

Mensitasi pustaka yang berkaitan dengan penelitian ini ialah:

- a. Dzaky Alpin Kurniawan, dari Institut Teknologi Sepuluh November yang berjudul “Perencanaan Dinding Penahan Tanah pada *Basement Midtown Point And Ibis Styles Hotel Jakarta*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan struktur dinding penahan tanah yang paling stabil, efektif dan ekonomis untuk *basement midtown point and ibis styles Hotel Jakarta*. Hasil yang diperoleh adalah dengan panjang 38 m dan tebal 0,6 m. Tulangan vertikal D28-200 mm, tulangan horizontal D28-500 mm, dan tidak dibutuhkan tulangan geser.
- b. Yulina, dkk., dari universitas Widya Kartika yang berjudul “Perencanaan Dinding Penahan Tanah pada *Basement Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan dinding penahan untuk menjaga kestabilan struktur *basement* dan mencegah keruntuhan tanah disekelilingnya. Hasil yang diperoleh adalah beban jalan raya 10 kN/m², dimensi dinding 22,87 mm dengan total tulangan 14, berdiameter 19.

2. METODOLOGI

Tahapan penelitian disajikan dalam bagan alir berikut ini.



Gambar 1. Bagan Alir Tahapan Penelitian

DATA PERHITUNGAN:

- 1) Data Tanah
 - Kedalaman 3-3,5 m
 - Berat isi (γ) = 1,72 gr/cm³ = 17,2 kN/m³
 - Berat jenis (G_s) = 2,5
 - Sudut gesek dalam (ϕ) = 45°
 - Kadar air rata-rata (w) = 40,75%
- 2) Data Beton dan Baja
 - Berat volume beton (γ) = 2400 gr/cm³ = 24 kN/m³
 - Tegangan tekan beton (f'_c) = 35 Mpa
 - Tegangan tarik baja (f_y) = 420 Mpa
- 3) Data Beban
 - Beban mati:
 - q_D (berat sendiri tanah) (4,3 m) = 1,72 gr/cm³ = 17,2 kN/m³ = 17,2.4,3 = 73,96 kN/m²
 - q_D (Lapis Perkerasan Aspal) (0,04 m)

$$= 2,3 \text{ t/m}^3 \text{ (PPPJJR 87)} = 23 \text{ kN/m}^3 = 23.0,04 = 0,92 \text{ kN/m}^2$$

q_D (Lapis Pondasi)
Agregat Kasar (0,06 m)
 $= 2 \text{ t/m}^3 \text{ (PPPJJR 87)} = 20 \text{ kN/m}^3 = 20.0,06 = 1,20 \text{ kN/m}^2$
Agregat Halus (0,05 m)
 $= 2 \text{ t/m}^3 \text{ (PPPJJR 87)} = 20 \text{ kN/m}^3 = 20.0,05 = 1,00 \text{ kN/m}^2$
 q_D (Jalan) = (0,92+1,20+1,00).cos 45°
 $= 2,21 \text{ kN/m}^2$
 q_D Total = 73,96 + 2,21
 $= 76,17 \text{ kN/m}^2$

Beban hidup:

q_L (Kendaraan maksimum yang melewati jalan) = 9 ton/m' (MPJ dengan alat *Bankelman beam* No. 01/MN/BM/83)
 $= 90 \text{ kN/m}'$
 $= 90.0,15 = 13,5 \text{ kN/m}^2$
 $q_L = 13,5 \cdot \cos 45^\circ$
 $= 9,55 \text{ kN/m}^2$

Beban perlu:

$$q_u = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$$

$$= 1,2 \cdot (76,17) + 1,6 \cdot (9,55)$$

$$= 106,67 \text{ kN/m}^2$$

Tebal DPT (B_b) = 300 mm = 0,3 m
Selimut beton (T_s) = 50 mm = 0,05 m
Diameter baja ulir:
Tul. pokok = 16 mm = 0,016 m
Tul. bagi = 13 mm = 0,013 m
Tebal efektif (d) = $B_b - T_s - (1/2 \cdot D_1)$
 $= 300 - 50 - (1/2 \cdot 16)$
 $= 242 \text{ mm}$
 $= 0,242 \text{ m}$
Lebar ditinjau (b) = 1000 mm = 1 m

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

ANALISA PERHITUNGAN:

Koefisien Tekanan Tanah (Teori Rankine):

- a. Koefisien tekanan tanah aktif (K_a)

$$K_a = \tan^2 (45 - \phi/2)$$

$$(1)$$

$$= \tan^2 (45 - 45^\circ/2)$$

$$= 0,16$$

- b. Koefisien tekanan tanah pasif (K_p)

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2)$$

$$(2)$$

$$= \tan^2 (45 + 45^\circ/2)$$

$$= 5,41$$

Tinggi lapisan tanah akibat beban terbagi rata tanah:

$$H_s = q/\gamma = 106,67/17,2 = 6,20 \text{ m} \quad (3)$$

(1) (2)

dengan:

K_a = Koefisien tekanan tanah aktif

K_p = Koefisien tekanan tanah pasif

ϕ = Sudut gesek dalam ($^\circ$)

(3)

dengan:

H_s = Tinggi lapisan tanah akibat beban terbagi rata tanah (m)

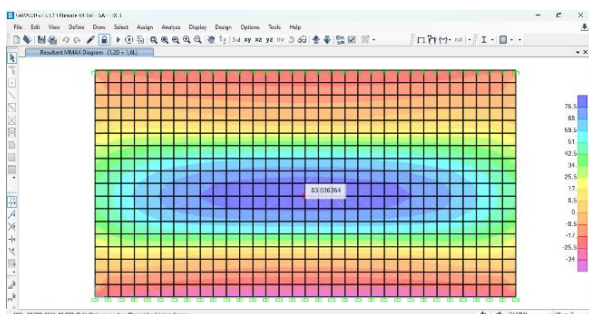
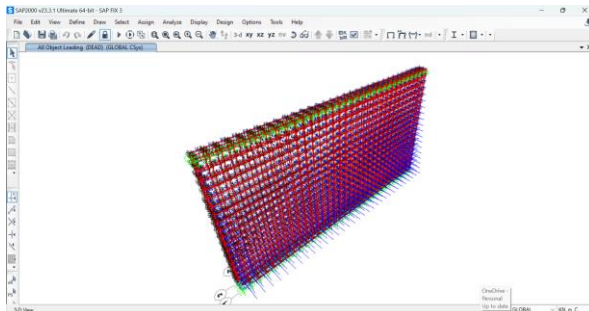
q = Beban terbagi rata tanah (kN/m^2)

γ = Berat volume tanah (kN/m^3)

Desain Tulangan Lentur

Momen ultimit (M_u)

Momen maksimum dicari menggunakan aplikasi SAP2000. Spesifikasi material di input kemudian memasukkan beban-beban yang ada ke dinding penahan tanah *basement*, diperoleh momen maksimum sebagai berikut:



Gambar 2. Momen maksimum pada SAP2000

Berdasarkan hasil pengoperasian aplikasi SAP2000 diperoleh momen maksimum adalah sebagai berikut:

$$M_{maks} = 83,04 \text{ kN.m} = 83,04 \times 10^6 \text{ N.mm}$$

Tulangan yang diperlukan (A_s)

$$R_n = \frac{M_u}{(\phi b d^2)} \quad (4)$$

$$= 83,04 / (0,9 \cdot 1,0 \cdot 242^2)$$

$$= 1575,48 \text{ kN/m}^2$$

$$= 1,58 \text{ N/mm}^2 \quad (4)$$

dengan:

R_n = Koefisien kapasitas penampang (kN/m^2)

M_u = Momen ultimit (kNm)

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

b = Lebar ditinjau penampang (m)

d = Tinggi efektif penampang (m)

Rasio tulangan yang diperlukan:

$$\rho = (0,85 \cdot f'_c / f_y) \cdot (1 - \sqrt{1 - (2 \cdot R_n / (0,85 \cdot f'_c))}) \quad (5)$$

$$= (0,85 \cdot 35 / 420) \cdot (1 - \sqrt{1 - (2 \cdot 1,58 / (0,85 \cdot 35))})$$

$$= 0,0039$$

(5)

dengan:

ρ = Rasio tulangan yang diperlukan

f'_c = Mutu beton (Mpa)

f_y = Mutu tulangan baja (Mpa)

R_n = Koefisien kapasitas penampang (kN/m^2)

Luas tulangan yang diperlukan:

$$A_{s\text{-perlu}} = \rho \cdot b \cdot d \quad (6)$$

$$= 0,0039 \cdot 1000 \cdot 242$$

$$= 933,18 \text{ mm}^2$$

(6)

dengan:

$A_{s\text{-perlu}}$ = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2)

ρ = Rasio Tulangan yang diperlukan

b = Lebar ditinjau penampang (m)

d = Tinggi efektif penampang (m)

Luas tulangan minimum:

$$A_{s\text{-min}} = 0,0015 \cdot b \cdot B_b \quad (7)$$

$$= 0,0015 \cdot 1000 \cdot 300$$

$$= 450 \text{ mm}^2$$

kedua sisi

(7)

dengan:

$A_{s\text{-min}}$ = Luas tulangan minimum (mm^2)

b = Lebar ditinjau penampang (m)

B_b = Tebal dinding penahan tanah (m)

Jarak Antar Tulangan:

$$s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot S / A_{s\text{-perlu}} \quad (8)$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \cdot 1000 / 933,18$$

$$= 215,46 \text{ mm}$$

$$s < (2 \cdot h = 2 \cdot 300 = 600 \text{ mm}) \quad (9)$$

Dipilih yang terkecil, $s = 215,46 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$

(8) (9)

dengan:

s = Jarak antar tulangan (mm)

d = Diameter tulangan (mm)
 $A_{s-perlu}$ = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2)
 h = Tebal dinding penahan tanah (m)

Luas Tulangan:

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot S/s \quad (10)$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \cdot 1000/200$$

$$= 1005,31 \text{ mm}^2 > A_{s-perlu} \text{ (OK)}$$

Jadi, digunakan tulangan pokok As 2D16-200 = 1005,31 mm^2

(10)

dengan:

A_s = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2)

d = Diameter tulangan (mm)

s = Jarak antar tulangan (mm)

Desain Tulangan Susut dan Suhu Dinding (Tulangan Horizontal)

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 14.3.3, tulangan horizontal pada dasar dinding yaitu:

$$A_{s-min} = 0,0020 \cdot b \cdot B_b \quad (11)$$

$$= 0,0020 \cdot 1000 \cdot 300$$

$$= 600 \text{ mm}^2$$

(11)

dengan:

A_{s-min} = Luas tulangan minimum (mm^2)

b = Lebar ditinjau penampang (m)

B_b = Tebal dinding penahan tanah (m)

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 14.3.4, luas tulangan dibagi merata jadi dua sisi yaitu:

$$A_s = 0,5 \cdot A_{s-min} \quad (12)$$

$$= 0,5 \cdot 600$$

$$= 300 \text{ mm}^2$$

(12)

dengan:

A_s = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2)

A_{s-min} = Luas tulangan minimum (mm^2)

Jarak Antar Tulangan:

$$s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot S/A_{s-min} \quad (13)$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2 \cdot 1000/600$$

$$= 221,22 \text{ mm}$$

$$s < (2 \cdot h = 2 \cdot 300 = 600 \text{ mm}) \quad (14)$$

Dipilih yang terkecil, $s = 221,22 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$

(13) (14)

dengan:

s = Jarak antar tulangan (mm)

d = Diameter tulangan (mm)

$A_{s-perlu}$ = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2)
 h = Tebal dinding penahan tanah (m)

Luas Tulangan:

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot S/s \quad (15)$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2 \cdot 1000/200$$

$$= 663,66 \text{ mm}^2 > 600 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

Jadi, digunakan tulangan As 2D13-200 = 663,66 mm^2

(15)

dengan:

A_s = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2)

d = Diameter tulangan (mm)

s = Jarak antar tulangan (mm)

Desain Terhadap Geser

Penampang kritis untuk tinjauan geser adalah sejarak $d = 242 \text{ mm}$ dari dasar dinding, yaitu sejarak $d_g = h - d = 4,3 - 0,242 = 4,06 \text{ m}$ dari tepi atas dinding. Sehingga:

$$P_1 = 1,6 \cdot K_a \cdot \gamma \cdot h_s \cdot d_g \quad (16)$$

$$= 1,6 \cdot 0,16 \cdot 17,2 \cdot 6,20 \cdot 4,06$$

$$= 107,66 \text{ kN}$$

$$P_2 = \frac{1}{2} \cdot 1,6 \cdot K_a \cdot \gamma \cdot d_g^2 \quad (17)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,6 \cdot 0,16 \cdot 17,2 \cdot 4,06^2$$

$$= 35,22 \text{ kN}$$

$$V_u = P_1 + P_2 = 107,66 + 35,22 = 142,89 \text{ kN} \quad (18)$$

$$\phi V_c = \phi \cdot (0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d) / 1000 \quad (19)$$

$$= 0,75 \cdot (0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 1000 \cdot 242) / 1000$$

$$= 182,54 \text{ kN} > V_u \text{ (OK)}$$

(16) (17) (18)

dengan:

V_u = Gaya geser terfaktor (kN)

P_1 = Tekanan tanah aktif akibat beban merata tambahan (kN)

P_2 = Tekanan tanah aktif akibat tanah di belakang dinding (kN)

K_a = Koefisien tekanan tanah aktif

γ = Berat volume tanah (kN/m^3)

h_s = Tinggi lapisan tanah akibat beban terbagi rata tanah (m)

d_g = Tinggi penampang kritis untuk tinjauan geser (m)

(19)

dengan:

ϕV_c = Kuat geser nominal (kN)

ϕ = Faktor reduksi

f'_c = Mutu beton (Mpa)

b = Lebar ditinjau penampang (m)

d = Tinggi efektif penampang (m)

Kontrol Momen Desain

Tulangan Lentur (Pokok)

Rasio Tulangan

$$\begin{aligned}\rho &= (A_s/(b \cdot d)) \cdot 100\% & (20) \\ &= (1005,31/(1000 \cdot 242)) \cdot 100\% \\ &= 0,415\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\min} &= (1,4/f_y) \cdot 100\% & (21) \\ &= (1,4/420) \cdot 100\% \\ &= 0,333\%\end{aligned}$$

(20)

dengan:

ρ = Rasio Tulangan yang diperlukan

A_s = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2)

b = Lebar ditinjau penampang (m)

d = Tinggi efektif penampang (m)

(21)

dengan:

ρ_{\min} = Rasio tulangan minimum

f_y = Mutu tulangan baja (Mpa)

$f'_c > 28$ Mpa

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \cdot (f'_c - 28)/7 = 0,80$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= ((382,5 \cdot \beta_1 \cdot f'_c)/((600 + f_y) \cdot f_y)) \cdot 100\% & (22) \\ &= ((382,5 \cdot 0,80 \cdot 35)/((600 + 420) \cdot 420)) \cdot 100\% \\ &= 2,500\%\end{aligned}$$

Syarat: $\rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max}$

$$0,333\% \leq 0,415\% \leq 2,500\% \text{ (OK)}$$

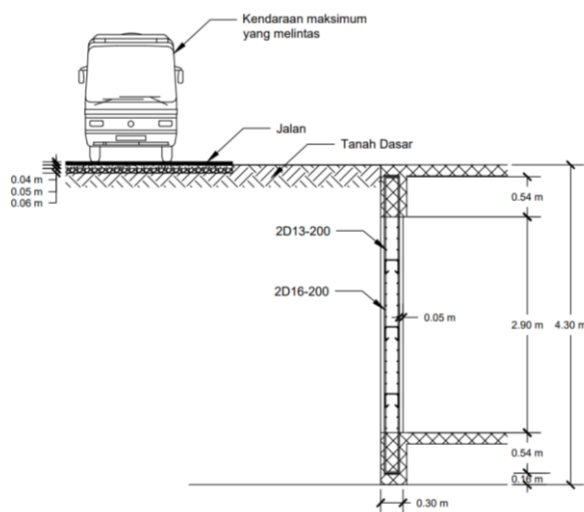
(22)

dengan:

ρ_{\max} = Rasio tulangan maksimum

f'_c = Mutu beton (Mpa)

f_y = Mutu tulangan baja (Mpa)



Gambar 3. Dinding Penahan Tanah Beserta Tulangan

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh beberapa hal mengenai hasil perhitungan dinding penahan tanah *basement* di Proyek Gedung Gelanggang Inovasi dan Kreativitas Mahasiswa (GIK) UGM di Yogyakarta.

Perhitungan ulang penulangan dinding penahan tanah ini direncanakan dengan diameter dan tebal yang sama dengan gambar kerja. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

Hasil perhitungan:

- 1) Desain tulangan lentur, diperoleh hasil menggunakan tulangan pokok 2D16-200 ($A_s = 1005,31 \text{ mm}^2$).
- 2) Desain tulangan susut dan suhu dinding (tulangan horizontal), diperoleh hasil menggunakan tulangan 2D13-200 ($A_s = 663,66 \text{ mm}^2$).
- 3) Desain terhadap geser, diperoleh hasil $\phi V_c = 182,54 \text{ kN} > V_u = 142,89 \text{ kN}$ (OK)
- 4) Kontrol momen desain, diperoleh hasil memenuhi syarat yaitu $\rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max} = 0,333\% \leq 0,415\% \leq 2,500\%$ (OK)

Gambar kerja:

- 1) Tulangan lentur (tulangan pokok) menggunakan tulangan 2D16-150 ($A_s = 1340,41 \text{ mm}^2$).
- 2) Tulangan susut (tulangan horizontal) menggunakan tulangan 2D13-150 ($A_s = 884,88 \text{ mm}^2$).

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan dari hasil perhitungan dan gambar kerja diperoleh perbedaan jarak antar tulangan. Pada perhitungan, tulangan pokok (tulangan memanjang) dan tulangan bagi jarak antar tulangnya adalah 200 mm sedangkan pada gambar kerja 150 mm. Selisih luas tulangan pokok sebesar $335,10 \text{ mm}^2$ dan selisih luas tulangan bagi sebesar $221,22 \text{ mm}^2$. Persentase selisih luas tulangan antara perhitungan dan gambar kerja adalah sebesar 25%. Dari hasil perhitungan, tulangan aman terhadap geser dan momen desain memenuhi syarat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut.

- 1) Berdasarkan hasil komparasi didapatkan persentase selisih luas tulangan antara perhitungan dan gambar kerja sebesar 25%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil perhitungan kontrol ulang dan gambar kerja bisa saja berbeda.
- 2) Berdasarkan hasil perhitungan kontrol momen desain memenuhi syarat dan tulangan aman terhadap geser.
- 3) Penerapan ilmu yang telah didapatkan semasa kuliah terapkan secara nyata dilapangan.

4.2. SARAN

Berikut merupakan beberapa saran yang dapat diberikan.

- 1) Saat menghitung penulangan dinding penahan tanah, kelengkapan data-data untuk perhitungan harus lengkap dan akurat agar hasil yang didapatkan tepat.
- 2) Pemahaman terhadap perhitungan penulangan dinding penahan tanah harus dikuasai terlebih dahulu.
- 3) Pemahaman terhadap pengoperasian aplikasi SAP200 harus dikuasai terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Listyawan A.B., dkk. 2017. *Mekanika Tanah dan Rekayasa Pondasi*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Muntazhiri, Ayatullah. 2018. "Cara Menghitung Kebutuhan Tulangan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever", <http://am-lin.blogspot.com/2018/01/cara-menghitung-kebutuhan-tulangan.html>, diakses pada 28 Februari 2023 pukul 11.54.
- Kisworo, Gutama Rymo., 2014, *Perencanaan Dinding Gravitasi Dengan Program Geo 5*, Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Kuningsih T.W., A.P. Putri, X. Meiprasyo, 2018, Analisis Dinding Penahan Tanah Dengan Metode Numerik, *Jurnal Kajian Teknik Sipil Volume 3 Nomor 1*, Proyek peningkatan kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Gas Senipah, Universitas 17 Agustus 1945, Jakarta.
- SAP-nx1dc. (2018, Juni 6). *Retaining Wall Modelling in SAP2000*. https://www.youtube.com/watch?v=Rd1ckf_cC28.
- Sudarmanto, 1996, Dinding Penahan Tanah, "Konstruksi Beton 2"
- Kurniawan, Dzaky Alpin., 2017, *Perencanaan Dinding Penahan Tanah pada Basement Midtown Point And Ibis Styles Hotel Jakarta*, Teknik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Yulina, dkk., 2018, Perencanaan Dinding Penahan Tanah pada Basement Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya, *Seminar Nasional Ilmu Terapan (SNITER) 2018*, Proyek Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya, Universitas Widya Kartika, Surabaya