

PERHITUNGAN PELAT PADA PERLUASAN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG STASIUN MANGGARAI, MANGGARAI - JAKARTA SELATAN

Yudhistira Staria Rizky R.¹, Andayani², Eko Nurlita Widayati²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil-S1, STT Sapta Taruna;

yudhist@live.com

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, STT Sapta Taruna

ABSTRACT

The level of population and economic development in Indonesia is very quickly. This cases had caused a big increase on the traffic needs. But it cannot be balanced with the provision of new roads. So that one of the policies of transportation development is done by improving transportation facilities, for example railroad transportation. To fullfill these needs, Manggarai Train Station will be expanded both in capacity and facilities. According to calculation of the stucture using reinforced concrete construction with 30 MPa concrete quality and 400 MPa steel reinforcement. SNI 1726-2013 is used as a reference for earthquake calculations, as the general requirements for buildings. SNI 1727-2013 for minimum load guidelines for planning buildings and other structures. The calculation process is done by making a structural framework, nodal and rod numbering, input data load, moment results, and reinforcement. Those are 3 loads that are used, namely: 1. dead load, 2. live load, 3. earthquake load. Structural planning uses earthquake resistant building methods, where the beam structure is expected to melt before the column structure. The calculation of column planning uses the capacity design method. SAP 2000 was chosen to make it easier to calculate the analysis of external forces on portals with an open frame type. The planning results, we can obtained the results of the structure that is able to withstand

the planned forces and produce buildings that are safe and efficient. After a study of the existing structure with the results of calculations, it turns out that the existing structure is strong enough to withstand the planned load.

Keywords: *buildings, earthquake resistant structures, capacity design methods, SAP 2000.*

1. PENDAHULUAN

Tingkat perkembangan penduduk dan perkembangan ekonomi di Indonesia sangat pesat, menyebabkan kebutuhan mobilitas penduduk pun ikut meningkat. Sehingga masyarakat yang mampu akan membeli kendaraan pribadi berupa motor atau mobil untuk menunjang mobilitasnya. Hal itu menyebabkan penambahan lalu lintas jalan raya semakin besar, namun tidak dapat diimbangi dengan penyediaan jalan baru. Sehingga salah satu cara mengatasinya dengan kebijakan pengembangan transportasi umum yang memadai dan nyaman, seperti bis dan kereta api. Kereta api merupakan transportasi masal yang paling baik, karena sekali jalan kereta api dapat mengangkut banyak penumpang. Untuk menampung tingginya peningkatan mobilitas dan pelayanan penumpang kereta api, yaitu dilakukan dengan meningkatkan peranan kereta api supaya dapat mengangkut 100.000 penumpang selama periode jam padat (pagi dan sore).

Dalam menunjang peningkatan layanan kereta api, perlu dilakukan peningkatan sarana prasarana kereta api, salah satunya adalah stasiunnya. Untuk meningkatkan kebutuhan tersebut, Stasiun Kereta Api Manggarai akan diperluas kapasitas dan fasilitasnya. Karena pada saat ini stasiun tersebut hanya memiliki 4 (empat) jalur dan menampung kapasitas kurang dari yang

dibutuhkan. Perluasan Stasiun Kereta Api Manggarai akan melibatkan banyak pekerjaan sipil, mulai dari pengukuran, pekerjaan konstruksi, hingga finishing. Adanya beban tambahan pada bangunan tersebut yang tidak biasa yaitu beban kereta, membuat penulis tertarik untuk mengambil tema tersebut.

Tujuan bahasan kajian ini yaitu untuk mengetahui kemampuan struktur bangunan Stasiun Manggarai setelah diperluas. Dengan menganalisa komponen-komponen struktur terhadap beban-beban yang direncanakan dan mengetahui efisiensi tulangan yang digunakan. Selain itu, kajian ini juga bertujuan untuk membandingkan perencanaan struktur atas (*upper structure*) pada Stasiun Kereta Api Manggarai eksisting dengan hasil perhitungan penulis.

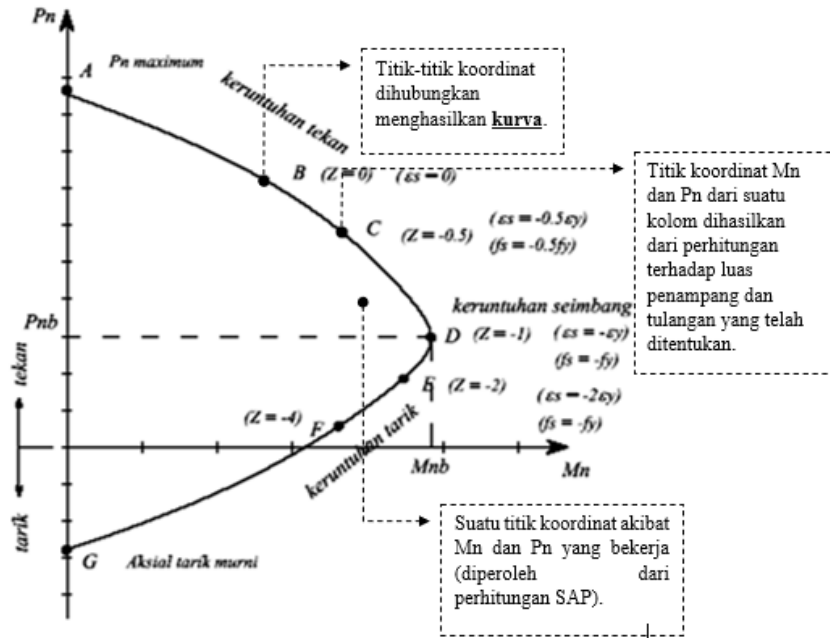
Gedung stasiun ini terdiri dari 3 lantai dengan luas 16.782,5 m². Struktur bangunan pada umumnya terdiri dari struktur bawah (*lower structure*) dan struktur atas (*upper structure*). Pada bahasan ini, penulis membatasi permasalahan pada perhitungan struktur bagian atas (*upper structure*). Ruang lingkup masalah mencakup perhitungan dimensi dan pembesian plat, balok, dan kolom.

2. STUDI LITERATUR

Pada struktur bangunan kereta api terdapat beberapa jenis pembebanan, yaitu beban mati, beban hidup, beban kereta api, beban gempa. Beban mati adalah semua muatan yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau, termasuk segala unsur tambahan tetap yang dianggap merupakan satu satuan dengan jembatan (Sumantri, 1989:63). Beban hidup adalah semua beban yang diakibatkan pengguna dan penghunian bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan,

beban gempa, beban banjir, atau beban mati (SNI 1727-2013). Beban kereta api terbagi beban vertikal kereta api, beban horisontal kereta api, dan beban angin. Beban vertikal kereta api, yaitu beban lokomotif, beban kereta, beban gerbong, beban mati pada kereta api, beban hidup kereta api, dan beban kejut. Beban horisontal terdiri dari beban sentrifugal, beban lateral kereta api (LR), beban pengereman dan traksi, beban rel panjang longitudinal.

Metoda yang digunakan untuk menghitung struktur bangunan atas stasiun Manggarai adalah dengan metoda kapasitas desain. Kapasitas desain merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui besarnya beban lentur dan beban aksial yang dapat diterima suatu kolom, yang sebelumnya ditentukan terlebih dahulu luas penampang kolom beserta tulangnya. Kemudian dilakukan perbandingan antara besarnya beban lentur dan beban aksial yang dapat diterima oleh kolom, dengan beban lentur dan beban aksial yang bekerja pada kolom tersebut (didapat dari hasil perhitungan SAP). Perbandingan tersebut dapat dilakukan dengan bantuan diagram interaksi kolom. Diagram interaksi kolom yaitu suatu grafik yang memuat kurva beban lentur (M_n) dan beban aksial (P_n) dari luas penampang kolom serta tulangnya yang telah ditentukan, yang diperhitungkan dan ditinjau terhadap beberapa keadaan.



Gambar 1. Grafik Diagram Interaksi Kolom (M_n , P_n)
 Sumber: Istimawan Dipohusodo, 1993. Hal. 312

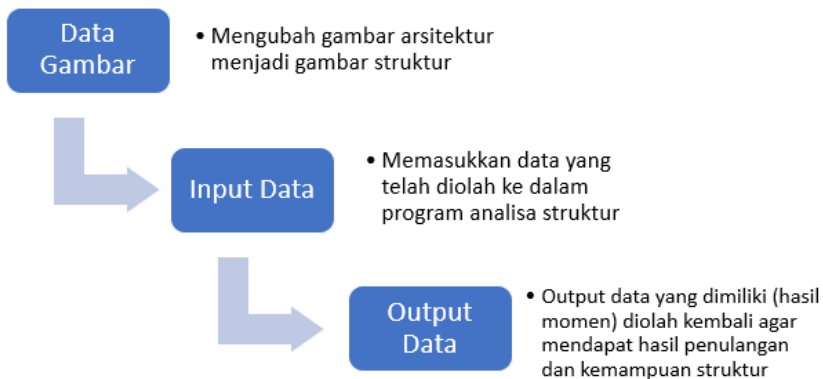
Kesimpulan yang dihasilkan mengenai diagram interaksi kolom sebagai berikut :

- a. Bila titik koordinat M_n dan P_n (dari hasil SAP) mendekati garis kurva dan berada di dalam kurva, berarti desain luas penampang kolom beserta tulangnya baik dan efisien.
- b. Bila titik koordinat M_n dan P_n (dari hasil SAP) menjauhi garis kurva dan berada di dalam kurva, berarti desain luas penampang kolom beserta tulangnya terlalu boros (*over strength*), selanjutnya perlu diperkecil luas penampang atau tulangnya.

- c. Bila titik koordinat Mn dan Pn (dari hasil SAP) menjauhi garis kurva dan berada di luar kurva, berarti desain luas penampang kolom beserta tulangnya terlalu kecil, selanjutnya perlu diperbesar luas penampang atau tulangnya.

3. METODE PENELITIAN

Tahapan perencanaan perhitungan dapat dilihat pada bagan alir di bawah ini (gambar 2). Data yang dikumpulkan untuk perhitungan adalah a. data perencanaan berupa karakteristik bangunan, bahan struktur yang digunakan, data gambar; b. Data input perhitungan, yaitu pembebanan akibat beban mati, pembebanan akibat beban hidup; c. Penomoran untuk program Analisis Struktur (SAP), berupa penomoran titik, penomoran batang.



Gambar 2. Bagan Alir Perencanaan Perhitungan

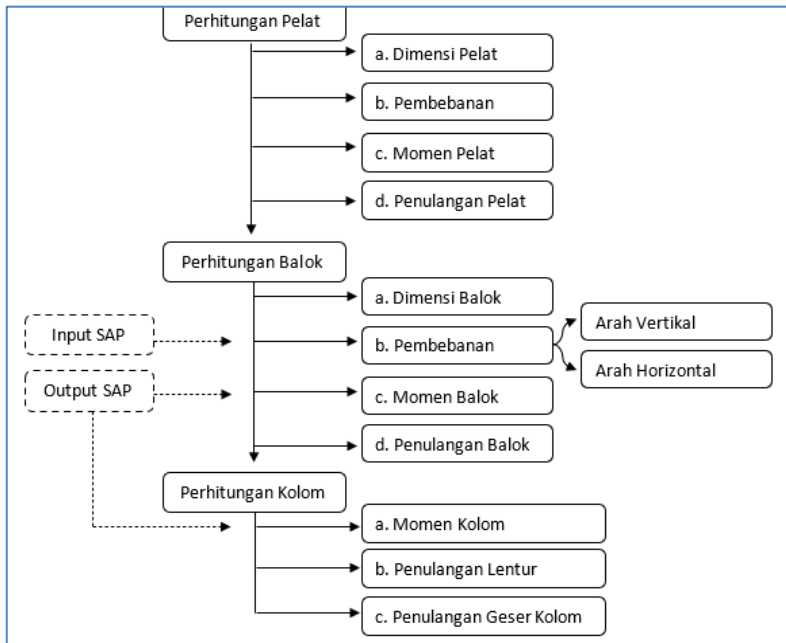
Penulis menggunakan metode desain kapasitas untuk menghitung tipe bangunan tahan gempa. Pedoman yang digunakan diambil dari SNI (Standar Nasional Indonesia) yang berkaitan dengan perencanaan struktur. Data struktur dan pembebanan yang dimiliki, dimasukkan (*input*) pada program analisa struktur, dimana

penulis menggunakan SAP 2000. Hasil perhitungan (*output*) dari program tersebut, dijadikan dasar perhitungan untuk mengetahui penulangan yang dibutuhkan agar struktur tersebut aman dan efisien.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

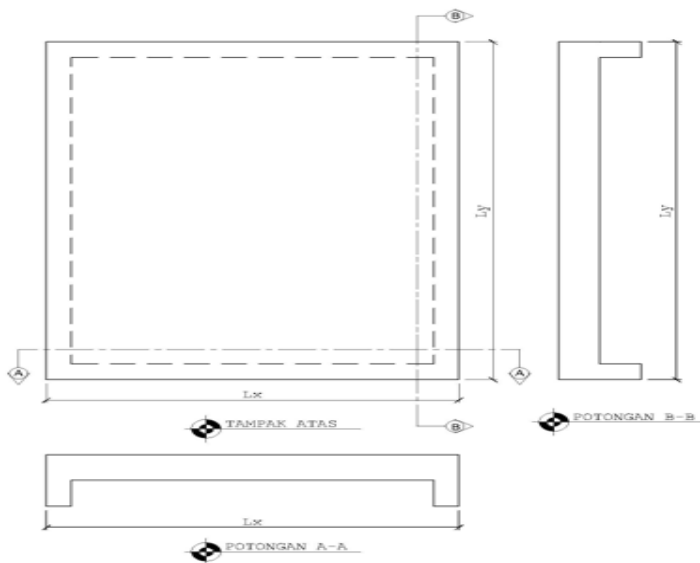
4.1 Umum

Penulis menggunakan program analisa struktur yang bernama SAP 2000. Tipe yang digunakan adalah *open frame* (frame terbuka) dan metode yang digunakan adalah *Capacity Design* (desain kapasitas). Penulis menggunakan tipe *open frame* dikarenakan berhubungan dengan metode yang digunakan. *Open frame* pada SAP 2000 hanya menghitung momen pada balok dan kolom. Maka dari itu, penulis melakukan seluruh perhitungan manual pada bagian pelat. Mulai dari dimensi, momen, dan penulangan. Pada struktur portal (balok dan kolom), momen dihitung oleh SAP 2000 yang pembebanannya mengacu pada SNI. Berikut alur perhitungan dalam bentuk gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alur Perhitungan

4.2 Perhitungan Pelat



Gambar 4. Gambar Pelat Lantai

a. Dimensi Pelat

Rumus perhitungan dimensi pelat, sebagai berikut:

$$L_n = l_y - \left(\frac{(b_{wL})}{2} + \frac{(b_{wR})}{2} \right)$$

$$S_n = l_x - \left(\frac{(b_{wT})}{2} + \frac{(b_{wB})}{2} \right)$$

$$\beta = L_n / S_n$$

Dimana:

L_n = Panjang bentang bersih yang diukur muka ke muka tumpuan dari l_y

S_n = Panjang bentang bersih yang diukur muka ke muka tumpuan dari l_x

l_y = Sisi terpanjang total dari dimensi pelat

l_x = Sisi terpendek total dari dimensi pelat

β = rasio dimensi panjang terhadap pendek

Tabel 1. Tabel Dimensi Pelat

Tipe Pelat	l_y (cm)	l_x (cm)	L_n (cm)	S_n (cm)	$\beta = L_n/S_n$ (cm)	tebal (cm)	Tebal Dipakai (cm)
A	650	500	627.50	477.50	1.31	14.24	15.00
B	650	417	627.50	417.00	1.50	13.75	15.00
C	610	500	587.50	500.00	1.18	13.70	15.00
D	610	417	610.00	417.00	1.46	13.47	15.00

b. Pembebanan Pelat

1) Pembebanan Akibat Beban Mati

Atap

- Berat sendiri : $0,10 \cdot 2700 = 230 \text{ kg/m}^2$
 - *Finishing* = 105 kg/m^2
 - *Ceiling* = 20 kg/m^2
 - Mekanikal dan Elektrikal = $25 \text{ kg/m}^2 +$
- $q_{DL} = 380 \text{ kg/m}^2$

Pelat lantai 1-2

- Berat sendiri pelat : $0,15 \cdot 2400 = 384 \text{ kg/m}^2$
 - *Finishing* = $105 \text{ kg/m}^2 +$
- $q_{DL} = 489 \text{ kg/m}^2$

Pelat lantai 2 (platform)

- Berat sendiri pelat : $0,4 \cdot 2400 = 480 \text{ kg/m}^2$
- Bantalan rel = 160 kg/m^1

2) Pembebanan Akibat Beban Hidup

Pelat lantai 1-2 = 100 kg/m^2

Pelat lantai 2 (pf) =

a) Beban Vertikal

- Lokomotif = 18 ton
- Kereta = 40 ton

b) Beban Horizontal

- Beban pengereman dan traksi = 25 % × 40 ton = 10 ton
 - Beban rel panjang longitudinal = 10 kN/m
- c) Pelat lantai 1 = 250 kg/m²

3) Kombinasi Pembebanan

$$\begin{aligned} \text{Pelat lantai 1-2 : } q_u &= (1,2 \times q_{DL}) + (1,6 \times q_{LL}) \\ &= (1,2 \times 489) + (1,6 \times 250) \\ &= 986,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

c. Momen Pelat Lantai 1

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{650}{500} = 1,3$$

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1141,6 \cdot 5^2 \cdot 38 \\ &= 1121,475 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1141,6 \cdot 5^2 \cdot 20 \\ &= 570,5 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{tx} &= 0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1141,6 \cdot 5^2 \cdot 67,5 \\ &= 1925,438 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ty} &= 0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot x \\ &= 0,001 \cdot 1141,6 \cdot 5^2 \cdot 54,5 \end{aligned}$$

$$= 1554,613 \text{ kg.m}$$

Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03, nilai rasio tulangan (ρ) dibatasi dengan:

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{(600 + f_y)} \\ &= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,81}{400} \cdot \frac{600}{(600 + 400)} \\ &= 0,0258 \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,0194$$

d. Penulangan Pelat Lantai 1

1) Penulangan lapangan arah X per meter

Tebal pelat (h) = 150 mm

Selimut beton (sb) = 20 mm

Panjang pelat per meter lari (b) = 1 m = 1000 mm

Asumsi diameter tulangan utama (D) = 20 mm

Tinggi efektif (d) = h - sb - $\frac{1}{2}D$ = 150 - 20 - $\frac{1}{2} \times 20$ = 125 mm

Faktor keamanan = 1,5

Mlx = 1121,475 \times 1,5 = 1682,213 N.mm

$$\begin{aligned} \frac{Mu}{b \cdot d^2} &= \rho \cdot 0,8 \cdot f_y \left(1 - 0,588 \cdot \rho \cdot \frac{f_y}{f'_c} \right) \end{aligned}$$

$$\frac{1682,213 \cdot 10^4}{1000 \cdot 125^2} = \rho \cdot 0,8 \cdot 400 \left(1 - 0,588 \cdot \rho \cdot \frac{400}{30} \right)$$

$$1,077 = 320\rho (1-7,84 \rho)$$

$$1,077 = 320\rho - 1505,28 \rho^2$$

$$1505,28 \rho^2 - 320\rho + 1,077 = 0$$

$$\rho = \frac{-(b) \pm \sqrt{b^2 - (4ac)}}{2 \cdot a} = \frac{-(-320) \pm \sqrt{(320)^2 - (4 \cdot 1505,28 \cdot 1,077)}}{2 \cdot 1505,28}$$

$$\rho_1 = 0,20919$$

$$\rho_2 = 0,00342$$

Diambil ρ terkecil = 0,0034

$$\rho < \rho_{\min} < \rho_{\max}$$

$$0,0034 < 0,0035 < 6,5639$$

Digunakan $\rho_{\min} = 0,0035$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 125 = 437,5 \text{ mm}^2 \text{ (digunakan D12-250)}$$

2) Penulangan tumpuan arah X per meter

$$\text{Tebal pelat (h)} = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton (sb)} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang pelat per meter lari (b)} = 1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Asumsi diameter tulangan utama (D)} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi efektif (d)} = h - sb - \frac{1}{2}D = 150 - 20 - \frac{1}{2} \times 10 = 125 \text{ mm}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 1,5$$

$$Mlx = 1925,438 \times 1,5 = 2888,157 \text{ N.mm}$$

$$\frac{Mu}{b \cdot d^2} = \rho \cdot 0,8 \cdot fy \left(1 - 0,588 \cdot \rho \cdot \frac{fy}{f'c} \right)$$

$$\frac{2888,157 \cdot 10^4}{1000 \cdot 125^2} = \rho \cdot 0,8 \cdot 400 \left(1 - 0,588 \cdot \rho \cdot \frac{400}{30} \right)$$

$$1,848 = 320\rho (1 - 7,84 \rho)$$

$$1,848 = 320\rho - 1505,28 \rho^2$$

$$1505,28 \rho^2 - 320\rho + 1,848 = 0$$

$$\rho = \frac{-(-320) \pm \sqrt{(-320)^2 - (4 \cdot 1505,28 \cdot 1,848)}}{2 \cdot 1505,28}$$

$$\rho_1 = 0,2066$$

$$\rho_2 = 0,00594$$

$$\text{Diambil } \rho \text{ terkecil} = 0,00594$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0035 < 0,0059 < 6,5639$$

$$\text{Digunakan } \rho = 0,0059$$

$$As = \rho \cdot b \cdot d^2 = 0,0059 \cdot 1000 \cdot 125^2 = 737,5 \text{ mm}^2 \text{ (digunakan D12-150} = 754,0 \text{ mm}^2)$$

3) Penulangan lapangan arah Y per meter

$$\text{Tebal pelat (h)} = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton (sb)} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang pelat per meter lari (b)} = 1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Asumsi diameter tulangan utama (D)} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi efektif (d)} = h - sb - \frac{1}{2}D = 150 - 20 - \frac{1}{2} \times 10 = 125 \text{ mm}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 1,5$$

$$M_{lx} = 570,5 \times 1,5 = 855,75 \text{ N.mm}$$

$$\frac{Mu}{b \cdot d^2} = \rho \cdot 0,8 \cdot fy \left(1 - 0,588 \cdot \rho \cdot \frac{fy}{f'c} \right)$$

$$\frac{855,75 \cdot 10^4}{1000 \cdot 125^2} = \rho \cdot 0,8 \cdot 400 \left(1 - 0,588 \cdot \rho \cdot \frac{400}{30} \right)$$

$$0,548 = 320\rho (1 - 7,84 \rho)$$

$$0,548 = 320\rho - 1505,28 \rho^2$$

$$1505,28 \rho^2 - 320\rho + 0,548 = 0$$

$$\rho = \frac{-(-320) \pm \sqrt{(-320)^2 - (4 \cdot 1505,28 \cdot 0,548)}}{2 \cdot 1505,28}$$

$$\rho_1 = 0,21086$$

$$\rho_2 = 0,00173$$

$$\text{Diambil } \rho \text{ terkecil} = 0,00173$$

$$\rho < \rho_{\min} < \rho_{\max}$$

$$0,0017 < 0,0035 < 6,5639$$

$$\text{Digunakan } \rho_{\min} = 0,0035$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d^2 = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 125^2 = 431,18 \text{ mm}^2$$

(digunakan D12-250 = 452,4 mm²)

4) Penulangan tumpuan arah Y per meter

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat (h)} &= 150 \text{ mm} \\ \text{Selimut beton (sb)} &= 20 \text{ mm} \\ \text{Panjang pelat per meter lari (b)} &= 1 \text{ m} = 1000 \text{ mm} \\ \text{Asumsi diameter tulangan utama (D)} &= 20 \text{ mm} \\ \text{Tinggi efektif (d)} = h - sb - \frac{1}{2}D &= 150 - 20 - \frac{1}{2} \times 10 = 125 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Faktor keamanan} = 1,5$$

$$Mlx = 1554,613 \times 1,5 = 2331,919 \text{ N.mm}$$

$$\frac{Mu}{b \cdot d^2} = \rho \cdot 0,8 \cdot fy \left(1 - 0,588 \cdot \rho \cdot \frac{fy}{f'c} \right)$$

$$\frac{2331,9195 \cdot 10^4}{1000 \cdot 125^2} = \rho \cdot 0,8 \cdot 400 \left(1 - 0,588 \cdot \rho \cdot \frac{400}{30} \right)$$

$$1,492 = 320\rho (1 - 7,84\rho)$$

$$1,492 = 320\rho - 1505,28\rho^2$$

$$1505,28\rho^2 - 320\rho + 1,492 = 0$$

$$\rho = \frac{-(-320) \pm \sqrt{(-320)^2 - (4 \cdot 1505,28 \cdot 1,492)}}{2 \cdot 1505,28}$$

$$\rho_1 = 0,20781$$

$$\rho_2 = 0,00477$$

$$\text{Diambil } \rho \text{ terkecil} = 0,0034$$

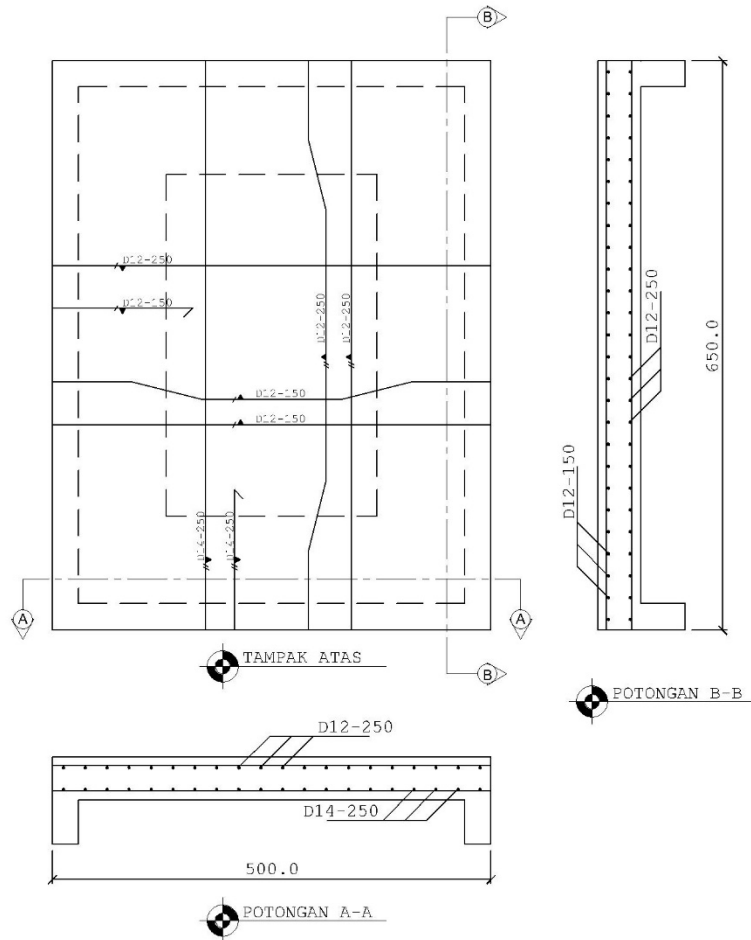
$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0035 < 0,00477 < 6,5639$$

$$\text{Digunakan } \rho = 0,00477$$

$$As = \rho \cdot b \cdot d^2 = 0,00477 \cdot 1000 \cdot 125^2 = 596,25 \text{ mm}^2$$

(digunakan D14-250 = 615,8 mm²)



Gambar 5. Gambar Penulangan Pelat Lantai

5. KESIMPULAN

Pada perhitungan pelat, terjadi beberapa perbedaan hasil antara perhitungan penulangan penulis dengan penulangan eksisting. Perbandingan hasil untuk struktur pelat ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Penulangan Pelat Lantai

Lantai	Tebal Pelat (mm)	Tulangan Terpasang	Tulangan Eksisting	Keterangan
1	250	D14 - 250	D14 - 250	Sama
1 (pf)	150	D14 - 250	D14 - 250	Sama
2	250	D14 - 250	D14 - 250	Sama
2 (pf)	400	D14 - 250	D16 - 200	Tidak Sama

Penulangan pelat eksisting menggunakan D14 – 250 pada lantai 2 tidak sama dengan penulangan pelat hasil perhitungan yaitu D14 – 150.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang, Berdasarkan SNI 03-2847-2002*. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta
- SNI 2847 – 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. BSN, 2013
- SNI 1722-1989. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Departemen Pekerjaan Umum,
- Bambang Dewasa's Files. 2013. *Aplikasi SNI Gempa 1726 - 2012*. UNNES, Semarang.
- SNI 1727 – 2013. *Pedoman Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan dan Struktur Lain*. BSN, Jakarta
- SNI 1726 – 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. BSN, Jakarta

- Gideon Kusuma dan Takim Adriano. 1993. *Desain Struktur Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa Berdasarkan SK SNI T – 15 – 1991 – 03 Edisi Kedua*. Penerbit Erlangga, Jakarta
- Istimawan Dipohusodo.1993. *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T – 15 – 1991 - 03*. Penerbit Gramedia, Jakarta
- Gideon Kusuma dan W.C.Vis.1993. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T – 15 – 1991 – 03*. Penerbit Erlangga, jakarta
- Febri Saptono.2009. *Perencanaan Struktur Bangunan Gedung Kantor Yayasan Prasetya Mulya Jakarta*. Skripsi: Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna, Jakarta
- Ramli Hutauruk. 2015. *Kajian Metoda Pelaksanaan Pada Jembatan Penghubung Alun Alun Kota Karawang*. Skripsi: Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna, Jakarta