

## PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG TAHAN GEMPA SRPMK PADA KANTOR KECAMATAN PAGU KABUPATEN KEDIRI

Diana Dwiyanti<sup>1</sup>, Armin Naibaho<sup>2</sup>, Djoko Trijanto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, <sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

<sup>1</sup>dianayanti2112@gmail.com, <sup>2</sup>ar\_naibaho@yahoo.co.id, <sup>3</sup>djoko.trijanto@polinema.ac.id

### ABSTRAK

Kantor Kecamatan Pagu seluas 1.656 m<sup>2</sup> dengan ukuran 23 x 18 m direncanakan dengan bangunan tahan gempa karena di Indonesia rawan terjadi gempa. Daktilitas penuh pada gedung menjadi alternatif dalam perencanaan struktur tahan gempa. Tujuan dari kajian ini adalah dapat memahami penggunaan gedung tahan gempa dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang mengacu pada SNI 1726-2012. Data yang dibutuhkan dalam perencanaan antara lain gambar rencana bangunan, dan AHSP Kabupaten Kediri 2019. Perencanaan model gedung menggunakan denah lokasi yang kemudian dirancang menggunakan program *AutoCAD*. Pembebanan mengacu pada SNI 1727:2013, dan perhitungan struktur beton bertulang mengacu pada SNI 2847:2013. Mutu beton yang digunakan adalah 30 MPa, sedangkan mutu baja tulangan yang digunakan adalah 400 MPa. Aplikasi *software SAP 2000 v.14* digunakan untuk menghitung gaya dalam bangunan. Dari hasil perencanaan, struktur kolom menggunakan tulangan 8D22 yang dipasang pada empat sisi, sedangkan balok menggunakan tulangan tumpuan atas 4D19, tulangan tumpuan bawah 2D19, tulangan lapangan atas 2D19, tulangan lapangan bawah 2D19, dan sengkang Ø8 – 200. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya untuk portal didapat nilai sebesar Rp 896,194,054.

**Kata kunci:** beton; perencanaan struktur; perhitungan biaya

### ABSTRACT

*Pagu sub-district office covering an area of 1,656 m<sup>2</sup> with a size of 23 x 18 m is planned with earthquake-resistant buildings because Indonesia is prone to earthquakes. Full ductility in buildings is an alternative in earthquake resistant structural planning. The aim of this study is to figure out the use of earthquake-resistant buildings by using the Special Moment Bearer Frame System (SRPMK) which refers to SNI 1726-2012. The data needed in planning include a drawing of a building plan, and AHSP for Kediri Regency 2019. Building model planning uses a location plan which is then designed using the AutoCAD program. The loading refers to SNI 1727: 2013, and the calculation of reinforced concrete structures refers to SNI 2847: 2013. The quality of the concrete used is 30 MPa, while the quality of the reinforcing steel used is 400 MPa. SAP 2000 v.14 software application is used to calculate the force in buildings. From the planning results, the column structure uses 8D22 reinforcement which is installed on four sides, while the beam uses 4D19 upper support, 2D19 lower support reinforcement, 2D19 upper field reinforcement, 2D19 lower field reinforcement, and Ø8-200 stirrups. The calculation of the Budget Plan for the portal obtained a value of Rp 896.194.054.*

**Keyword:** concrete; structure planning; cost calculation

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sangat rawan terhadap gempa. Dalam perencanaan struktur gedung bertingkat tinggi, maka perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan pada gedung tersebut. Struktur gedung merupakan salah satu elemen yang sangat penting dalam perencanaan, sehingga struktur gedung harus direncanakan sedemikian rupa agar menjadi prasarana yang kuat, aman, dan ekonomis.

Lahan pada daerah Pagu, Kabupaten Kediri merupakan tempat yang strategis untuk dibuat suatu bangunan karena lahan tersebut dekat dengan Kantor Kabupaten Kediri. Pada lahan tersebut sangat prospek dijadikan sebagai kantor yang merupakan tempat pelayanan administratif warga. Dengan luasan tanah mencapai ( $\pm 2000$  m<sup>2</sup>) lahan sudah cukup luas untuk digunakan sebagai Kantor Kecamatan 4 lantai.

Spesifikasi bahan yang akan digunakan dalam perencanaan portal menggunakan mutu beton  $f_c'$  30 MPa

dan mutu baja  $f_y$  400 MPa. Perhitungan struktur dilakukan secara manual maupun bantuan *software SAP 2000 v.14*. Perhitungan secara manual dilakukan untuk menghitung penulangan yang dibutuhkan dan perhitungan dengan bantuan *software* dilakukan untuk mengetahui gaya-gaya dalam yang bekerja. Perhitungan beton bertulang mengacu pada SNI 2847:2013, sedangkan untuk pembebanan gempa mengacu pada SNI 1726:2012.

Berdasarkan SNI 1726:2012, sistem struktur dasar penahan beban yang diakibatkan oleh gempa dipikul oleh rangka pemikul momen melalui mekanisme lentur. Sistem ini terbagi menjadi 3 jenis yaitu struktur elastis penuh yang disebut dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), struktur dengan tingkat daktilitas parsial yang disebut dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dan struktur dengan daktilitas penuh yang disebut dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Dengan memperhatikan latar belakang di atas, pembahasan ini akan menghitung perencanaan portal yang tahan gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus serta merencanakan anggaran biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan portal pada Kantor Kecamatan Pagu, Kabupaten Kediri.

**2. METODE**

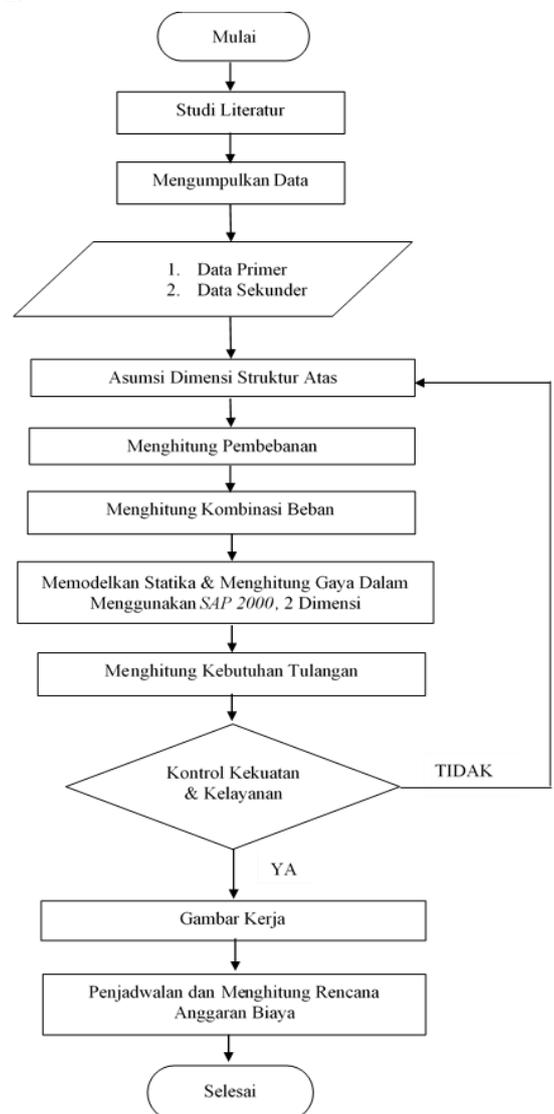
Data-data yang diperlukan dalam perencanaan portal adalah sebagai berikut:

- Nama Proyek : Pembangunan Kantor Kecamatan Pagu, Kabupaten Kediri
- Jumlah Lantai : 4 Lantai
- Fungsi Bangunan : Perkantoran
- Luas Bangunan : 1.656 m<sup>2</sup>
- Data Bahan :
  - 1. Beton berulang ( $f_c'$ ) : 30 MPa
  - 2. Baja ( $f_y$ ) : 400 MPa
  - 3. Diameter tul. utama balok : D19
  - 4. Diameter tul. utama kolom : D22
  - 5. Diameter tul. sengkang : Ø10

Secara garis besar, beban yang mempengaruhi dalam perencanaan adalah sebagai berikut:

1. Beban mati  
Beban mati merupakan beban yang meliputi berat sendiri masing-masing elemen struktur dan nonstruktur. Berat sendiri elemen struktur akan diperoleh dari pemodelan menggunakan *software SAP 2000 v.14*.
2. Beban hidup  
Beban hidup untuk gedung perkantoran sesuai dengan SNI 1727-2013 yaitu sebesar 479 kg/m<sup>2</sup>.
3. Beban gempa  
Beban gempa ditentukan dengan menggunakan analisis respons spektrum probabilistik sesuai dengan SNI 1726-2012.  
Berdasarkan SNI 1727-2013, kombinasi pembebanan ditentukan sebagai berikut:
  1. 1,4D
  2. 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr atau S atau R)
  3. 1,2D + 1,6 (L, atau S atau R) + (L atau 0,5W)
  4. 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L, atau S atau R)
  5. 1,2D + 1,0E + L
  6. 0,9D + 1,0W
  7. 0,9D - 1,0E

Diagram alir perencanaan portal Pembangunan Kantor Kecamatan Pagu, Kabupaten Kediri ditunjukkan pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Diagram Alir Perencanaan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan referensi yang digunakan dalam perencanaan, pembebanan yang diinputkan dalam *software SAP v.14* untuk portal melintang arah X adalah sebagai berikut:

1. Beban mati  
Portal melintang arah X sepanjang 18 m dengan masing-masing bentang 6 m dibebankan beban mati dengan nilai yang sama sebesar 924,96 kg/m'.
2. Beban hidup  
Beban hidup yang dibebankan pada lantai 1-4 sebesar 479 kg/m'.
3. Beban gempa  
Penentuan percepatan respon spektrum menggunakan Sumber dan Bahaya Gempa, didapatkan nilai  $S_s = 0,8$  dan  $S_1 = 0,25$ . Kategori resiko bangunan II, faktor keutamaan gempa adalah 1,0. Lokasi bangunan berada di kondisi tanah berbatu, sehingga struktur tersebut masuk dalam KDS D. Penentuan parameter gempa rencana yaitu  $R = 8$ ,  $\alpha_0 = 3$ , dan  $C_d = 5,5$ .

Berdasarkan gaya geser dasar seismic, selanjutnya didistribusikan ke semua lantai menjadi gaya gempa lateral ( $F_x$ ) pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Beban Gempa Lateral Tiap Lantai

Lantai	V (kg)	Cv	Fx (kg)	Fx
F4 x	52.808	0,15	7.707,4	2.569
F3 x		0,43	22.550,3	7.517
F2 x		0,28	15.033,53	5.011
F1 x		0,14	7.516,8	2.506

Sumber: Hasil Perhitungan

Apabila beban telah diinputkan dan dilakukan analisa struktur menggunakan *software SAP v.14* kemudian akan didapatkan gaya-gaya dalam berupa bidang momen, bidang geser, dan bidang normal yang bekerja pada elemen yang ditinjau.

#### Balok

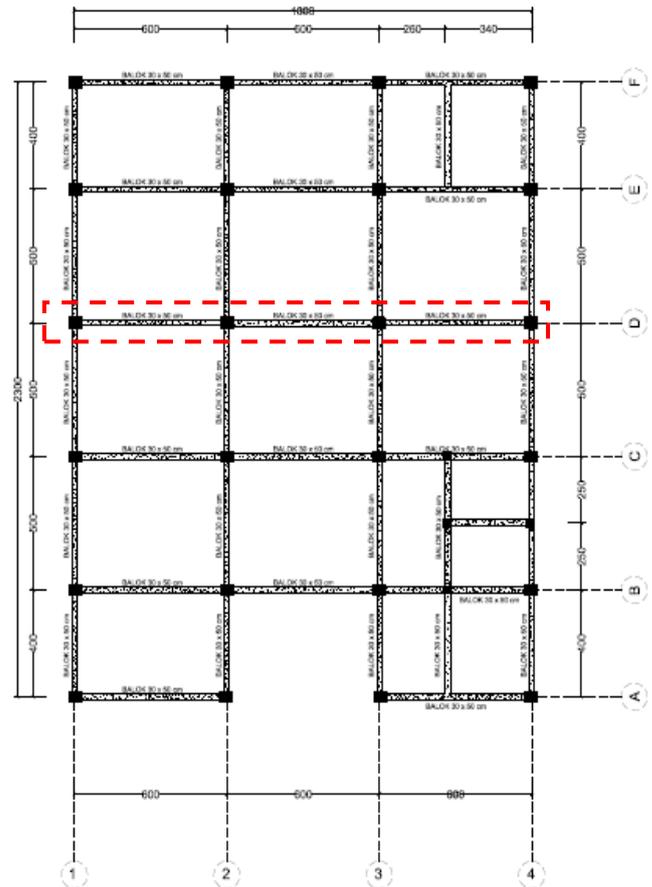
Data-data perencanaan balok portal arah X adalah sebagai berikut:

- Panjang balok = 6 m
- Lebar balok = 30 cm
- Tinggi balok = 50 cm
- Diameter tul. utama = D19
- Diameter tul. sengkang = Ø10

Output gaya dalam maksimum yang dihasilkan dari kombinasi pembebanan dengan nilai dari *software SAP v.14* untuk portal X adalah sebagai berikut:

- Momen tumpuan =  $1,402 \times 10^8$  Nmm
- Momen lapangan =  $0,476 \times 10^8$  Nmm
- Geser = 82.922 N

Denah pembalokan Lantai 1-4 pada Kantor Kecamatan Pagu, Kabupaten Kediri ditunjukkan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Denah Pembalokan

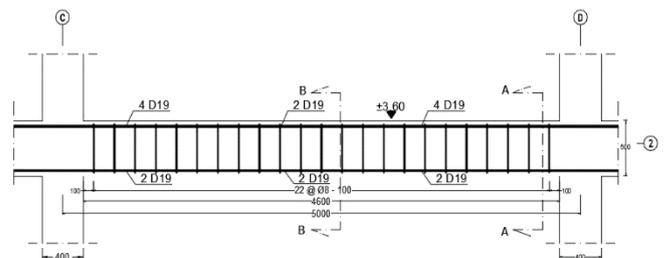
Berdasarkan analisis perhitungan, untuk rekapitulasi kebutuhan jumlah tulangan balok tertera pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Rekapitulasi Penulangan Balok Portal Arah X

Bagian	Tul. Atas	Tul. Bawah	Sengkang
Tumpuan	4D19	2D19	Ø10 - 200
Lapangan	2D19	2D19	Ø10 - 200

Sumber: Hasil Perhitungan

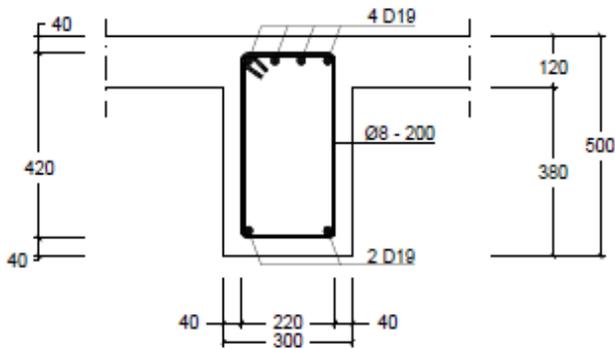
Detail penulangan balok portal arah X ditunjukkan pada **Gambar 3**.



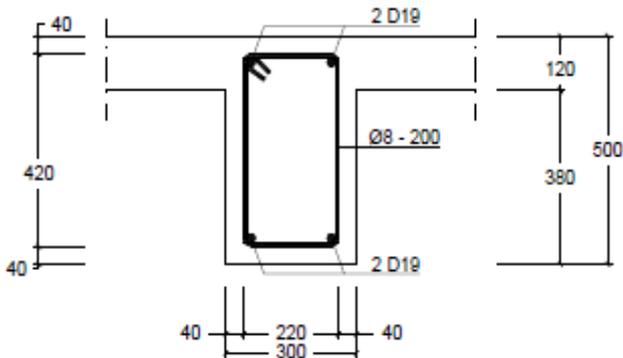
**Gambar 3.** Detail Balok

Potongan penulangan balok portal pada daerah tumpuan dan lapangan ditunjukkan pada **Gambar 4**.

**Daerah Tumpuan**



**Daerah Lapangan**



**Gambar 4.** Potongan Balok

**Kolom**

Data-data perencanaan kolom pinggir arah X adalah sebagai berikut:

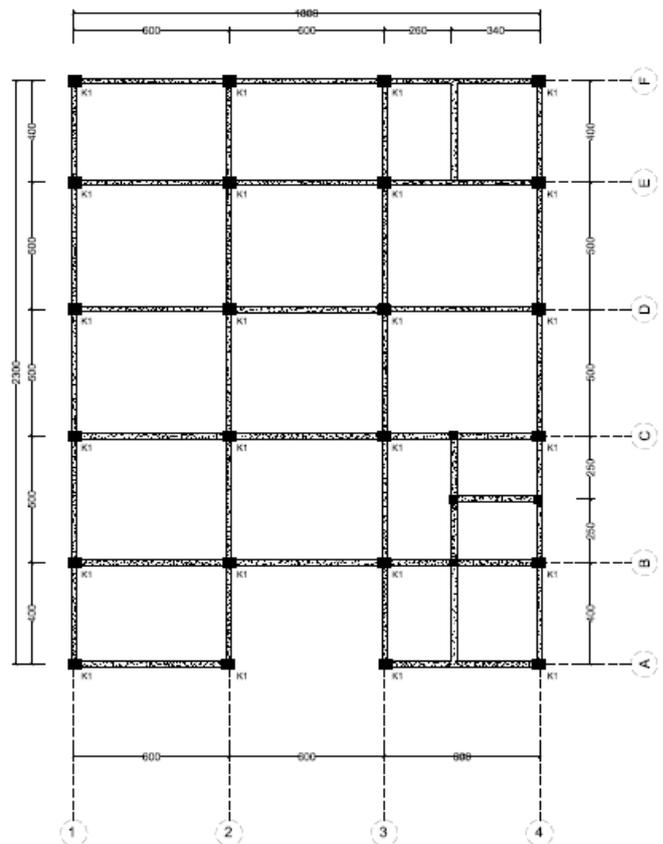
- Panjang kolom = 50 cm
- Lebar kolom = 40 cm
- Tinggi kolom = 3,6 m
- Diameter tul. utama = D22
- Diameter tul. sengkang = Ø10

Dalam SRPMK, untuk mendapatkan perilaku *strong column-weak beam*, jumlah momen nominal dari kolom minimal 1,2 kali dari jumlah momen nominal dari balok yang menyambung pada sambungan balok-kolom. Pemeriksaan ini harus dilakukan pada semua arah gaya gempa.

Output gaya dalam maksimum yang dihasilkan dari kombinasi pembebanan dengan nilai dari *software SAP v.14* untuk portal X adalah sebagai berikut:

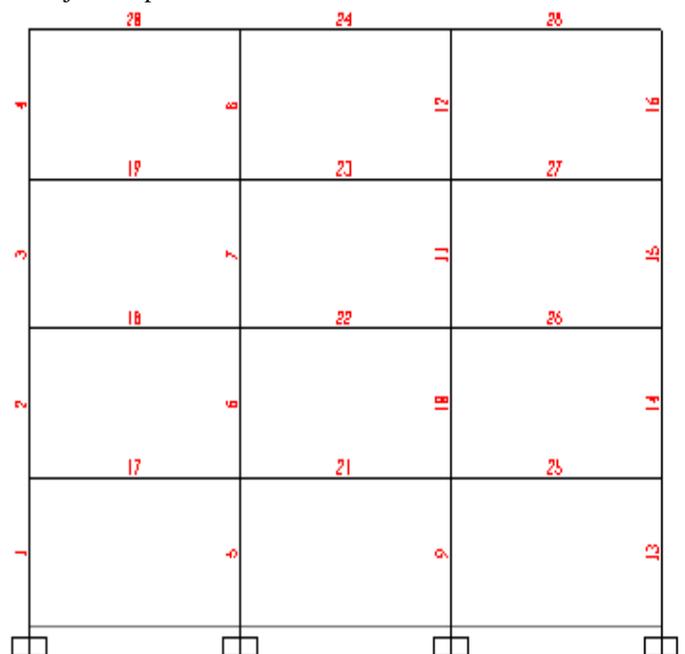
- Momen = 105,573 kNm
- Aksial = 313,564 kN

Denah rencana kolom Lantai 1-4 pada Kantor Kecamatan Pagu, Kabupaten Kediri ditunjukkan pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Denah Kolom

Penomoran masing-masing batang elemen portal yang dapat digunakan untuk kemudahan dalam perencanaan ditunjukkan pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Kode Batang Portal Melintang As-D

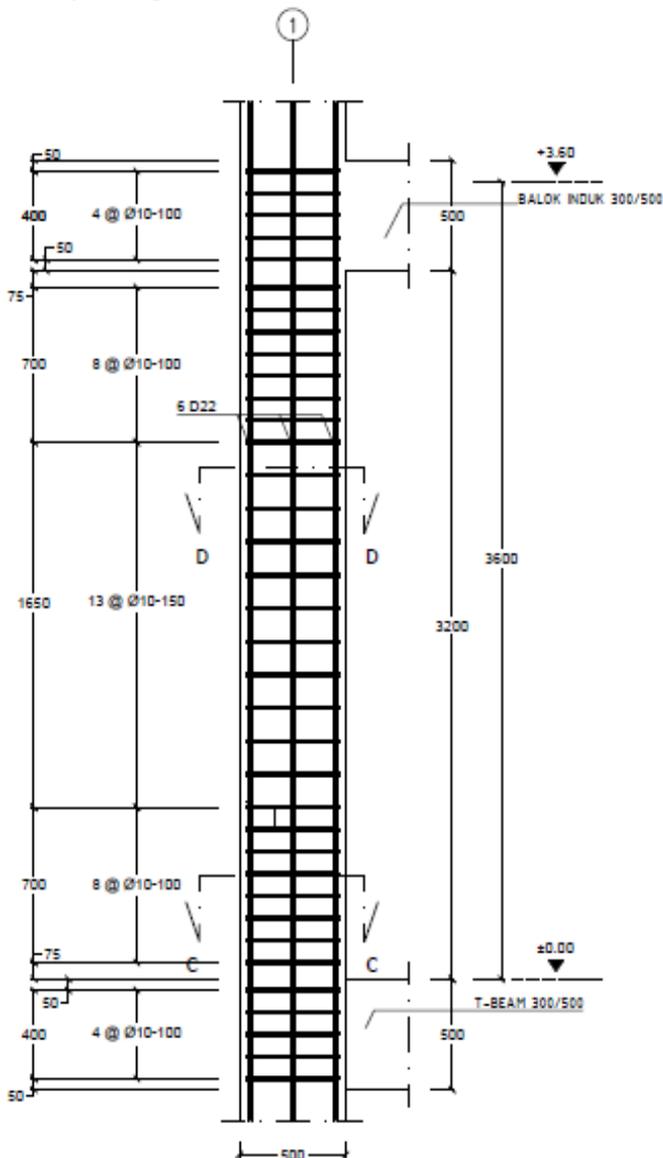
Berdasarkan analisis perhitungan, untuk rekapitulasi kebutuhan jumlah tulangan kolom tertera pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Rekapitulasi Penulangan Balok Portal Arah X

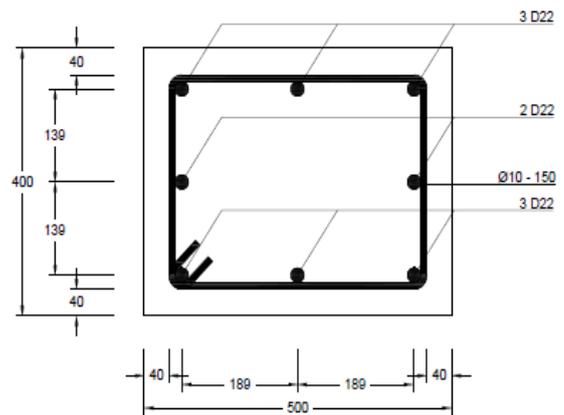
Bagian	Tul. Utama	Sengkang
Kolom pinggir	8D22	Ø10 - 150

Sumber: Hasil Perhitungan

Tulangan pada hubungan balok kolom ntuk bangunan tahan gempa SRPMK setidaknya dipasang  $\frac{1}{2}$  dari jumlah sengkang pada daerah lo (sendi plastis). Berdasarkan ketentuan tersebut maka pada hubungan balok kolom dipasang sengkang Ø10 – 100. Detail penulangan kolom ditunjukkan pada **Gambar 7**.



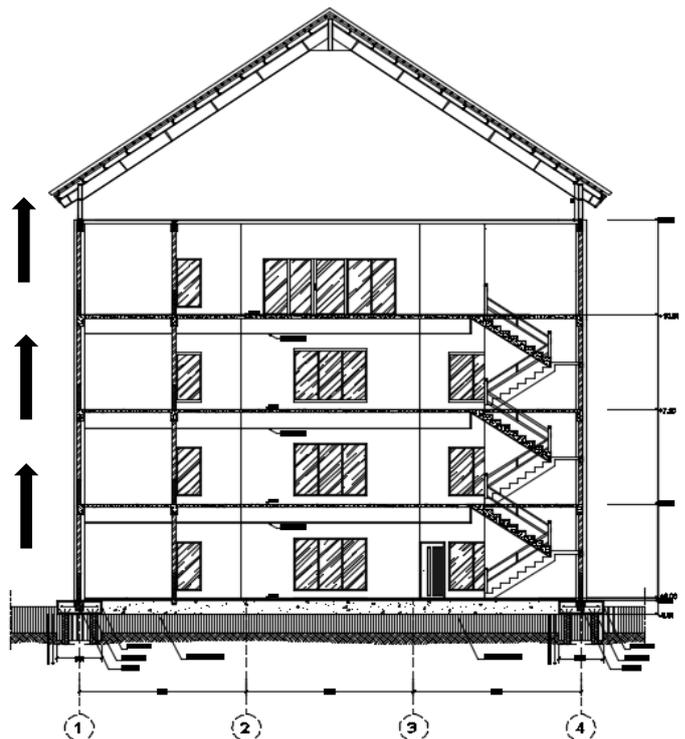
**Gambar 7.** Detail Kolom Pinggir



**Gambar 8.** Potongan Kolom Pinggir

### Metode Pelaksanaan

Pada Proyek Kantor Kecamatan Pagu Kabupaten Kediri, metode pelaksanaan untuk pekerjaan struktur menggunakan metode *Bottom – Up* yang dimulai dari elevasi ±0,00 meter sampai dengan ±14,40 meter seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 9**.



**Gambar 9.** Ilustrasi Metode *Bottom – Up*

Dalam pelaksanaannya, beberapa alat berat yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan antara lain: *mobile crane* yang digunakan untuk mengangkut material berat seperti besi, bekisting, *scaffolding*, dll. Selain itu, alat berat yang juga digunakan dalam mempermudah pekerjaan pengecoran beton antara lain *concrete truck*, *concrete pump*, dan *vibrator*.

**Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Pada sub-bab sebelumnya telah direncanakan perhitungan masing-masing elemen balok portal arah X untuk menghitung rencana anggaran biaya yang dibutuhkan. Perhitungan rencana biaya ini dibagi menjadi 4 pekerjaan yaitu pekerjaan pembesian, pekerjaan pemasangan bekisting, pekerjaan beton, dan pekerjaan pembongkaran bekisting. Harga Satuan Pekerjaan yang digunakan sebagai referensi adalah AHSP Kabupaten Kediri Tahun 2019 sebagai berikut:

**Tabel 4.** Daftar Harga Satuan Pekerjaan

Kode	Jenis Pekerjaan	Biaya (Rp)
E.18	Pek. Pembesian	14,831.00
E.24.4	Pek. Bekisting	171,083.00
B.07.b	Pek. Beton fc = 30 MPa	1,219,983.00
	Pek. Bongkar Bekisting	4,150.00

Sumber: AHSP Kab. Kediri 2019

Volume masing-masing pekerjaan untuk elemen balok portal dapat dihitung dengan melihat gambar detail kerja yang dibuat dengan bantuan *software AutoCad* sesuai dengan hasil perencanaan. Rekapitulasi volume untuk portal pada Proyek Kantor Kecamatan Pagu Kabupaten Kediri tertera pada **Tabel 5.**

**Tabel 5.** Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Sat
1.	Pek. Pembesian	15.955,76	kg
2.	Pek. Bekisting	2036,12	m <sup>2</sup>
3.	Pek. Beton	266	m <sup>3</sup>
4.	Pek. Bongkar Bekisting	2036,12	m <sup>2</sup>

Sumber: Hasil Perhitungan

Kebutuhan anggaran biaya untuk pekerjaan portal pada Proyek Kantor Kecamatan Pagu Kabupaten Kediri tertera pada **Tabel 6.**

**Tabel 6.** Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No.	Jenis Pekerjaan	Biaya	
1.	Pek. Pembesian	Rp	334,482,719
2.	Pek. Bekisting	Rp	233,587,105
3.	Pek. Beton	Rp	319,674,332
4.	Pek. Bongkar Bekisting	Rp	8,449,898
<b>JUMLAH</b>		Rp	896,194,054

Sumber: Hasil Perhitungan

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil dari pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perhitungan elemen struktur portal tahan gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) berdasarkan SNI 2847-2103 dan SNI 1726:2012 didapatkan rekapitulasi perhitungan sebagai berikut: balok arah X dengan dimensi 300/500 pada daerah tumpuan menggunakan tulangan tarik 4D19 dan tulangan tekan 2D19, sedangkan pada daerah lapangan menggunakan tulangan tarik dan tekan 2D19. Kolom pinggir arah X dengan dimensi 400/500 menggunakan tulangan utama 8D22, sengkang pada daerah plastis dipasang Ø10 – 100 sedangkan di luar daerah plastis dipasang Ø10 – 150.
2. Metode pelaksanaan yang digunakan dalam pekerjaan struktur menggunakan metode *Bottom – Up*, dimana pekerjaan dimulai dari pekerjaan struktur paling bawah sampai pekerjaan struktur paling atas.
3. Besar rencana anggaran biaya (RAB) pekerjaan portal pada Proyek Pembangunan Kantor Kecamatan Pagu, Kabupaten Kediri yaitu sebesar Rp 896,194,054.

**DAFTAR RUJUKAN**

- [1] Badan Standardisasi Nasional, “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung”, SNI 03-1726-2012, Jakarta, 2012.
- [2] Badan Standardisasi Nasional, “Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain”, SNI 03-1727-2013, Jakarta, 2013.
- [3] Badan Standardisasi Nasional, “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung”, SNI 03-2847-2013, Jakarta, 2013
- [4] Kusuma, Gideon dan W.C Vis, “Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang, Penerbit Airlangga”, Jakarta, 1993.
- [5] Setiawan, Agus, “Perencanaan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013”, Penerbit Airlangga, Jakarta, 2016.
- [6] Pamungkas, Anugrah & Erny H., “Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa”, Penerbit Airlangga, Jakarta, 2013.