

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis redesain struktur Gedung PCNU Kota Semarang dengan menerapkan konsep *Building Information Modelling* (BM 5D) dan metode *half slab* didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil redesain struktur Gedung PCNU Kota Semarang dengan penerapan sistem ganda pada analisis beban gempa dengan menggunakan *software ETABS versi 22.0* telah direncanakan sesuai standar SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019 dengan rincian sebagai berikut.

- a. Struktur Bawah

Meliputi pondasi tiang pancang dimensi 300 x 300 m dengan jumlah 4 buah per *pile cap* dan *pile cap* dengan penulangan D22 – 200 yang terbagi ke dalam beberapa tipe, yakni

1. *Pile cap* tipe P4: 1,8 x 1,8 m dan ketebalan 0,7 m
2. *Pile cap* tipe P5: 1,8 x 1,8 m dan ketebalan 0,7 m
3. *Pile cap* tipe P6: 1,8 x 1,8 m dan ketebalan 0,8 m
4. *Pile cap* tipe P4L: 2,8 x 3,2 m dan ketebalan 0,6 m,

- b. Struktur Atas

1. Tie Beam

Terbagi dalam beberapa tipe sebagai berikut.

- a. Tie beam tipe TB1 (menahan beban dinding geser): Dimensi 300 x 500 mm. Tulangan longitudinal daerah tumpuan 4D19 dan daerah lapangan 3D19. Tulangan transversal daerah tumpuan 2Ø10 – 100 dan daerah lapangan 2Ø10 – 200.
- b. Tie beam tipe TB1 (menahan beban dinding bata ringan): Dimensi 300 x 500 mm. Tulangan longitudinal untuk daerah tumpuan adalah 4D19 dan daerah lapangan 2D19. Sementara tulangan transversal

untuk daerah tumpuan adalah $2\emptyset10 - 100$ dan daerah lapangan $2\emptyset10 - 200$.

- c. Tie beam tipe TB2: Dimensi 300 x 400 mm. Tulangan longitudinal daerah tumpuan 4D19 dan daerah lapangan 3D19. Tulangan transversal daerah tumpuan $2\emptyset10 - 100$ dan daerah lapangan $2\emptyset10 - 150$.

2. Balok

Terbagi ke dalam beberapa tipe sebagai berikut.

- a. Balok B1 (balok induk): Dimensi 400 x 800 mm. Tulangan longitudinal daerah tumpuan 4D19 dan daerah lapangan 4D19. Tulangan transversal daerah tumpuan $2\emptyset10 - 100$ dan daerah lapangan $2\emptyset10 - 200$.
- b. Balok B2 (balok induk, bentang 6 m): Dimensi 300 x 500 mm. Tulangan longitudinal daerah tumpuan sisi atas 7D19 dan sisi bawah 6D19, serta daerah lapangan sisi atas 6D19 dan sisi bawah 7D19. Tulangan transversal daerah tumpuan $3\emptyset10 - 100$ dan daerah lapangan $3\emptyset10 - 150$.
- c. Balok B2 (balok induk, bentang 5 m): Dimensi 300 x 500 mm. Tulangan longitudinal daerah tumpuan sisi atas 7D19 dan sisi bawah 5D19, serta daerah lapangan sisi atas 5D19 dan sisi bawah 5D19. Tulangan transversal daerah tumpuan $4\emptyset10 - 100$ dan daerah lapangan $4\emptyset10 - 200$.
- d. Balok B3 (balok anak): Dimensi 200 x 400 mm. Tulangan longitudinal daerah tumpuan sisi atas 6D22 dan sisi bawah 3D22, serta daerah lapangan sisi atas 3D22 dan sisi bawah 6D22. Tulangan transversal daerah tumpuan $2\emptyset10 - 150$ dan daerah lapangan $2\emptyset10 - 150$.
- e. Balok B5 (balok induk, bentang 6 m): Dimensi 300 x 500 mm. Tulangan longitudinal daerah tumpuan sisi atas 7D19 dan sisi bawah 6D19, serta daerah lapangan sisi atas 6D19 dan sisi bawah

6D19. Tulangan transversal daerah tumpuan $3\text{Ø}10 - 100$ dan daerah lapangan $3\text{Ø}10 - 150$.

f. Balok B5 (balok induk, bentang 5 m): Dimensi 300 x 500. Tulangan longitudinal daerah tumpuan sisi atas 7D19 dan sisi bawah 5D19, serta daerah lapangan sisi atas 5D19 dan sisi bawah 5D19. Tulangan transversal daerah tumpuan $4\text{Ø}10 - 100$ dan daerah lapangan $4\text{Ø}10 - 200$.

3. Kolom

Terbagi dalam beberapa jenis tipe sebagai berikut.

a. Kolom K0: Dimensi 550 x 550 mm. Tulangan longitudinal 24D22. Tulangan transversal 4D13 - 100.

b. Kolom K1: Dimensi 500 x 500 mm. Tulangan longitudinal 32D22. Tulangan transversal 3D13 - 100.

c. Kolom K2: Dimensi 400 x 400 mm. Tulangan longitudinal 20D22. Tulangan transversal 2D13 - 100.

d. Kolom K2A: Dimensi 450 x 450 mm. Tulangan longitudinal 20D22. Tulangan transversal 2D13 - 100.

e. Kolom K3: Dimensi 300 x 300 mm. Tulangan longitudinal 12D22. Tulangan transversal daerah tumpuan 2D13 - 70 dan daerah lapangan 2D13 - 100.

4. Pelat lantai

a. Pelat lantai basement: mutu beton $f'c$ 25 MPa, tebal 25 cm, dan tulangan $\text{Ø}10 - 100$, dengan metode konvensional.

b. Pelat lantai 1 sampai dengan 4 direncanakan menggunakan metode *half slab* dengan ketebalan total pelat 12 cm.

c. Pelat lantai atap: mutu beton $f'c$ 25 MPa, tebal 12 cm, dan tulangan $\text{Ø}10 - 200$, dengan metode konvensional.

5. Dinding geser

Direncanakan dengan mutu beton $f'c$ 25 MPa, mutu baja tulangan 420 MPa, dan tebal 20 cm, serta tulangan D19 - 200.

2. Hasil redesain struktur pelat lantai pada Gedung PCNU Kota Semarang dengan penerapan metode *half slab* diterapkan pada lantai 1 hingga lantai 4. Pelat ini mempunyai total ketebalan 12 cm, yang mana 7 cm berupa pelat *precast* dan 5 cm beton *topping* dengan tulangan Ø10 – 200. Mutu pelat *precast* adalah K-350 atau setara 29 MPa dan beton *topping* 25 MPa. Dimensi pelat *precast* menyesuaikan dengan bentang bersih pelat dan terbagi dalam 3 jenis, yaitu 2,75 x 2,75 m; 2,25 x 2,75 m; dan 2,25 x 2,25 m.
3. Pemodelan 3D redesain struktur Gedung PCNU Kota Semarang dikerjakan dengan *Autodesk Revit 2023*. Dari hasil pemodelan ini didapatkan data *Quantity Take Off* (QTO) yang menjadi dasar volume pada penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB).
4. Perencanaan penjadwalan struktur Gedung PCNU Kota Semarang dikerjakan menggunakan *Microsoft Project 2021* dengan durasi pelaksanaan selama 200 hari dimulai dari tanggal 6 Juli 2026 sampai dengan 9 Maret 2027. Sementara perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dikerjakan dengan *Microsoft Excel* dengan total biaya hasil redesain sebesar Rp 7.065.148.001,88. Total biaya ini dikenakan PPN 11% sehingga didapatkan jumlah akhir sebesar Rp 7.842.314.282,08. Total biaya tanpa PPN hasil redesain ini memiliki nilai biaya yang lebih besar dibandingkan existing proyek yang memerlukan biaya sebesar Rp 5.346.075.968,80 dengan selisih sebesar Rp 1.719.072.033,08. Pembengkakan biaya pada hasil redesain ini dipengaruhi oleh perbedaan penerapan metode analisis gempa yang digunakan, yang mana redesain ini menerapkan sistem ganda sesuai dengan SNI 1726:2019.
5. Hasil pemodelan struktur 3D, penjadwalan proyek, dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) diintegrasikan melalui *Autodesk Naviswork* sehingga didapatkan simulasi pemodelan BIM 5D.
6. Penerapan pelat lantai metode *half slab* pada lantai 1 dan 2 memerlukan biaya sebesar Rp 544.312.357 dengan selisih mencapai Rp 65.192.255 dibandingkan pelat lantai metode konvensional pada data eksisting proyek yang memerlukan biaya sebesar Rp 609.504.612. Penerapan metode *half slab* ini dapat mengefisiensi biaya mencapai 11%.

5.2. Saran

Adapun saran yang diberikan oleh Penulis berdasarkan hasil penelitian “Integrasi *Building Information Modelling* 5D (BIM) dalam Redesain Gedung PCNU Kota Semarang dengan Metode *Half Slab*” adalah sebagai berikut.

1. Dalam melakukan analisis struktur, perencanaan sistem penahan gempa harus diseleraskan dengan desain bangunan dan standar SNI yang berlaku.
2. Perencanaan struktur perlu memperhatikan data pendukung perencanaan dengan teliti dan seksama agar diperoleh hasil yang lebih akurat dan mendekati kondisi *real* di lapangan.
3. Pemodelan besi tulangan pada *Autodesk Revit* sebaiknya dibuat per lantai atau per *section* guna memudahkan dalam analisis nilai *Quantity Take Off* (QTO).
4. Analisis *Quantity Take Off* (QTO) baik dari *Autodesk Revit* maupun perhitungan secara manual perlu dilakukan secara teliti agar didapatkan hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang lebih akurat.
5. Penamaan bagian – bagian struktur, baik pada hasil analisis struktur, pemodelan 3D *Autodesk Revit*, penjadwalan *Microsoft Project*, maupun Rencana Anggaran Biaya (RAB) lebih baik disamakan guna memudahkan dalam melakukan integrasi BIM 5D dengan *Autodesk Naviswork*.
6. Penelitian selanjutnya dapat menganalisis efisiensi penerapan *half slab* penjadwalan proyek melalui perbandingan durasi pelaksanaan dengan memperhatikan metode pelaksanaan proyek konstruksi.