

OPTIMALISASI PENAMPANG BENTANG LEBAR PADA PEMBANGUNAN GEDUNG PUSAT PENGEMBANGAN IPTEK DAN INOVASI GAMBUT UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

Fransisco Happy Riadi Haputra Baru

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
Email: frans@eng.upr.ac.id

Alderina Rosalia

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya

Abstract: Building the Center for Science and Technology Development and Peat Innovation (PPIIG) University of Palangka Raya in 2020 has 7 floors with a floor area of $\pm 7,371 \text{ m}^2$. The main function of the PPIIG building is as a center for research, testing, seminars / presentations, lectures, with a focus as a research and testing center related to peat. The construction used is reinforced concrete with K250 concrete quality. The building grid module is $5 \times 8 \text{ m}$ and $10 \times 8 \text{ m}$ so there is a 10 m wide column spacing. In this research, the optimization of the cross-sectional width of $L = 10 \text{ m}$ is used exploratory methods and optimization approaches through structural analysis. Structural analysis is performed on 3 (three) mathematical models, namely MM1 (existing), MM2 (alternative 1) and MM3 (alternative 2). Load calculation includes dead load, live load and dynamic earthquake load (Response of the electrocution) where the mathematical model structure analysis uses the SAP2000 application and the reinforcement detail uses the Tekla Structure. From the results of the cross-sectional analysis and optimization process that the MM2 model gives optimal results where the volume / weight is lighter 18.75% than MM1 and the reinforcement volume is 27.45% lighter than MM1. The cross section capacity of MM2 is negative moment capacity $M_{kap} = 418.27 \text{ kN.m} > M_u = 403,3007 \text{ kN.m}$ and shear capacity $V_{kap} = 318.59 \text{ kN} > V_{kap} = 311.18 \text{ kN}$ (MM1). The MM2 cross section is the optimal cross section for an $L = 10 \text{ m}$ wide span.

Keywords: reinforced concrete, wide span, beam optimization

Abstrak: Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut (PPIIG) Universitas Palangka Raya Tahun 2020 memiliki 7 lantai dengan luas lantai $\pm 7.371 \text{ m}^2$. Fungsi utama gedung PPIIG adalah sebagai pusat penelitian, pengujian, seminar/presentasi, perkuliahan, dengan titik berat sebagai pusat penelitian dan pengujian yang berkaitan dengan gambut. Konstruksi yang digunakan adalah beton bertulang dengan mutu beton K250. Modul grid bangunan adalah $5 \times 8 \text{ m}$ dan $10 \times 8 \text{ m}$ sehingga ada jarak antar kolom selebar 10 m . Dalam penelitian optimasi penampang bentang lebar $L=10 \text{ m}$ ini digunakan metoda eksploratif dan pendekatan optimasi melalui analisa struktur. Analisa struktur dilakukan terhadap 3 (tiga) model matematis, yaitu MM1 (eksisting), MM2 (alternatif 1) dan MM3 (alternatif 2). Perhitungan pembebanan meliputi beban mati, beban hidup dan beban gempa dinamis (Respon Spktrum) dimana analisa struktur model matematis menggunakan aplikasi SAP2000 dan detail penulangan menggunakan Tekla Structure. Dari hasil proses analisa dan optimasi penampang bahwa model MM2 memberikan hasil optimal dimana volume/berat lebih ringan 18,75% dari MM1 dan volume penulangan besi lebih ringan 27,45% dari MM1. Kapasitas penampang MM2 yaitu kapasitas momen negatif $M_{kap}=418,27 \text{ kN.m} > M_u= 403.3007 \text{ kN.m}$ dan kapasitas geser $V_{kap}= 318,59 \text{ kN} > V_{kap}=311,18 \text{ kN}$ (MM1). Penampang model MM2 adalah penampang yang optimal untuk bentang lebar $L=10 \text{ m}$.

Kata kunci: beton bertulang, bentang lebar, optimasi balok

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Peningkatan sarana dan prasarana yang mendukung kegiatan belajar mengajar perlu ditingkatkan dari segi kuantitas dan kualitas. Universitas Palangka Raya (UPR) memiliki sejumlah sarana dan prasarana dimaksud, namun perlu ditingkatkan dari segi kuantitas dan kualitasnya, salah satunya adalah menambah ruang kuliah untuk memudahkan pengaturan jadwal kuliah agar memberikan kenyamanan bagi dosen dan mahasiswa. Dalam upaya peningkatan kinerja pendidikan terutama sarana penunjang berupa gedung perkuliahan di lingkungan UPR, diperlukan tersedianya prasarana gedung perkuliahan yang representatif, nyaman, aman serta memadai dalam rangka mendukung kegiatan pendidikan di lingkungan UPR.

Sesuai masterplan UPR maka pada tahun anggaran 2020 UPR mengadakan pekerjaan pembangunan gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut (PPIIG) dengan sumber dana dari SBSN sebesar Rp. 56.132.000.000,-.



Gambar 1. Gedung PPIIG UPR

Adapun fungsi utama gedung PPIIG adalah sebagai pusat Penelitian, Pengujian, Seminar/ Presentasi, Perkuliahan, dengan titik berat sebagai pusat penelitian dan pengujian yang berkaitan dengan gambut.

Gedung yang akan dibangun memiliki 7 lantai (kategori bangunan tidak sederhana) dengan total luas lantai $\pm 7.371 \text{ m}^2$. Konstruksi utama menggunakan beton bertulang dengan mutu beton struktural K250. Desain denah gedung PPIIG mengambil modul grid 5x8 m dan modul 8x10 m, sehingga bentang terbesar dalam desain adalah 10 m.



Gambar 2. Denah rencana lantai Gedung PPIIG UPR

Secara konvensional bentang lebar tentunya akan membutuhkan dimensi penampang yang besar dan penulangan yang masih sehingga secara kumulatif akan memberikan berat yang besar pula yang harus didukung oleh pondasi bangunan tersebut.

Agar diperoleh penampang kompak yang memiliki kekuatan batas maksimum dengan berat minimum perlu kiranya dilakukan optimalisasi penampang untuk bentang lebar tersebut.

2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan ini adalah untuk mengetahui jenis penampang beton bertulang yang optimal pada bentang lebar. Sedangkan tujuan yang ingin dicapai yaitu diperoleh penampang beton bertulang yang optimal pada bentang lebar.

3. Studi Pustaka

a. Konsep optimasi struktur

Optimasi struktur umumnya berkaitan dengan dimensi struktur yang minimum untuk menghasilkan struktur yang paling ringan tetapi tetap aman terhadap beban

maksimum. Desain optimasi struktur juga untuk mengurangi tegangan maksimum, mengurangi lendutan maksimum, torsi dan lain-lainnya. Pada optimalisasi yang lebih luas komponen volume material (berat konstruksi) hanya salah satu dari komponen-komponen lain seperti waktu pelaksanaan konstruksi, umur bangunan, transportasi material dan biaya personil/pekerja.

b. Pendekatan optimasi struktur

Beberapa macam pendekatan yang dapat dilakukan dalam optimalisasi struktur, antara lain:

- Pendekatan intuisi

Metoda intuisi dimulai dengan penentuan ukuran variabel dalam desain. Intuisi berkembang sejalan dengan pengalaman seorang perencana dalam analisis desain. Dalam hal ini ada batasan yaitu proporsi tertentu dari bahan.

- Kriteria optimasi

Yaitu pendekatan yang dilakukan dengan menurunkan sekumpulan kondisi yang telah ditetapkan dalam satu sistem acuan. Selanjutnya dengan beberapa asumsi dasar, secara matematis dicari nilai optimumnya. Asumsi-asumsi dasar yang ditetapkan merupakan pembatasan dan penyederhanaan persamaan matematis dari permasalahan yang ditinjau. Kemudian dilanjutkan dengan kontrol pada prosedur desain hingga diperoleh desain yang optimum

- Analisa struktur

Pendekatan berorientasi pada analisa struktur merupakan pendekatan yang kompleks dan diterapkan pada struktur khusus (misalnya bentang lebar). Variabel-variabel desainnya diturunkan dari literatur ilmiah maupun rumus-rumus empiris sebagai dasar permodelan matematis untuk pengolahan komputer.

METODA

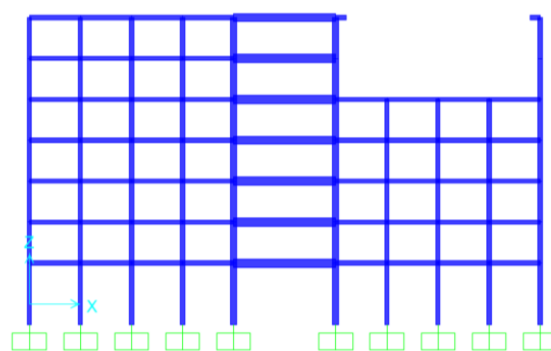
Metoda penelitian bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan dalam melakukan penelitian guna memperoleh pemecahan masalah sesuai dengan maksud dan tujuan yang telah ditetapkan secara sistematis. Dalam penelitian ini digunakan metoda eksploratif dengan menjajaki, menganalisis dan menggeneralisasi suatu fenomena/keadaan melalui suatu survey dan atau observasi lapangan.

1. Tinjauan Model

Dari data yang diperoleh dibuat analisa struktur terhadap beberapa model matematis, yaitu:

a. Model matematis 1 (MM1)

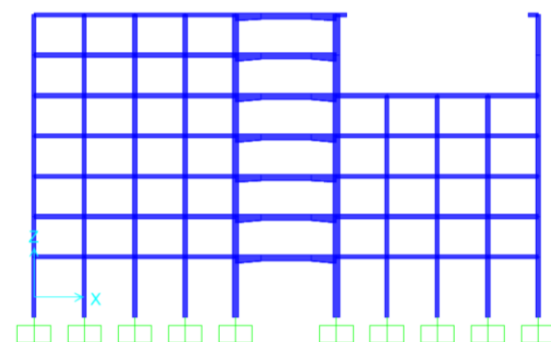
Dalam permodelan ini digunakan penampang konvensional sesuai desain awal dengan dimensi 40x80 cm linier sepanjang bentang $L=10$ m.



Gambar 3. Model matematis 1

b. Model matematis 2 (MM2)

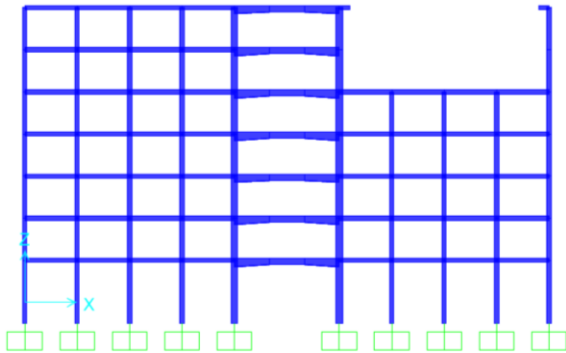
Dalam permodelan ini digunakan penampang variabel dengan dimensi 40x80 cm berupa *haunch* pada tumpuan sepanjang $1/4$ L dan 40x60 pada tengah bentang $1/2$ L.



Gambar 4. Model matematis 2

c. Model matematis 3 (MM3)

Dalam permodelan ini digunakan penampang variabel dengan dimensi 40x80 cm berupa haunch pada tumpuan sepanjang 1/3 L dan 40x60 pada tengah bentang 1/3 L.



Gambar 5. Model matematis 3

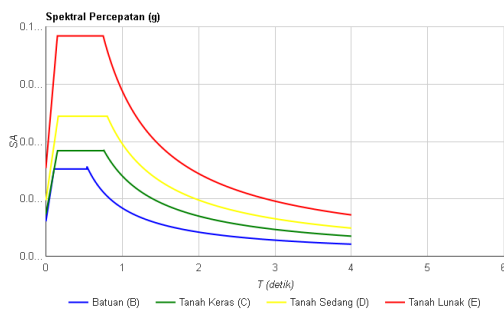
Ketiga permodelan diatas menggunakan variabel pembatasan yang sama dan analisa struktur terhadap model matematis menggunakan program SAP2000 dengan kombinasi beban mengacu kepada variabel berikut ini:

$$U = 1,2 D + 1,6 L \dots\dots\dots (1.1)$$

$$U = 1,2 D + 0,5 L \pm 1 RS_x \dots\dots\dots (1.2)$$

$$U = 1,2 D + 0,5 L \pm 1 RS_y \dots\dots\dots (1.3)$$

Perhitungan beban pada masing-masing lantai meliputi beban D = 106 kg/m², beban L= 250 kg/m² (pada lantai 2-5), beban L=400 kg/m² (pada lantai 6-7), beban L=100 kg/m² (pada lantai atap), dan beban RS adalah respons spektrum dari Desain spektra Indonesia <http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain Spektra Indonesia 2011/> lokasi koordinat Lintang : -2.2208306411539107, Bujur : 113.88764452478972 (lokasi Palangka Raya) dengan data Respons spektrum berikut ini.

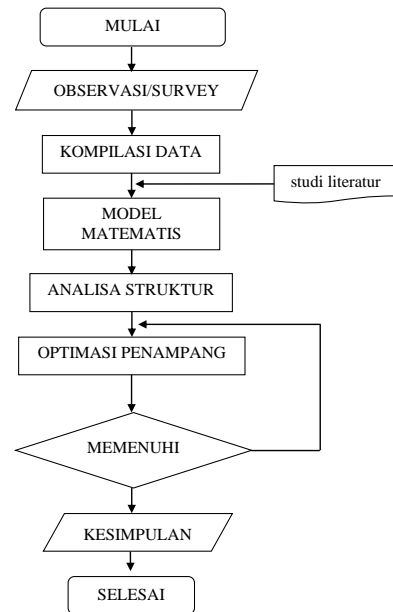


Gambar 6. Respons spektrum untuk lokasi

Perhitungan penulangan beton bertulang berdasarkan metoda *ultimate strenght design* (de-sain kapasitas) dengan mutu beton K250 dan mutu tulangan U39.

2. Tahapan penelitian

Secara garis besar dapat dibuat tahapan-tahapan penelitian seperti diagram alur dibawah ini.



Gambar 7. Diagram alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gaya-gaya dalam

Hasil analisa struktur (dengan SAP2000) terhadap balok bentang lebar L=10 m diperoleh gaya-gaya dalam berupa momen, geser, aksial dan torsi. Gaya-gaya ini adalah hasil dari variabel kombinasi beban ultimit yang telah ditetapkan.

Tabel 1. Gaya-gaya dalam balok L=10 m

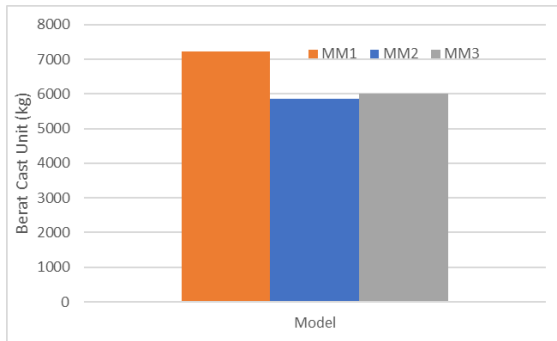
Model	M(-) (kN.m)	M+ (kN.m)	D (kN)	N (kN)	T (kN.m)
MM1	358.3638	230.9015	234.738	0	1.7552
MM2	403.3007	165.8312	228.386	113.321	1.361
MM3	406.4621	163.5202	228.806	115.521	1.3983

2. Berat dan Kuantitas

Hasil perhitungan berat dan kuantitas beton balok bentang lebar L=10 m dari masing-masing model diperoleh perbedaan lebih ringan 18,75% (MM2) dan 16,66% (MM3).

Tabel 2. Berat beton balok L=10 m

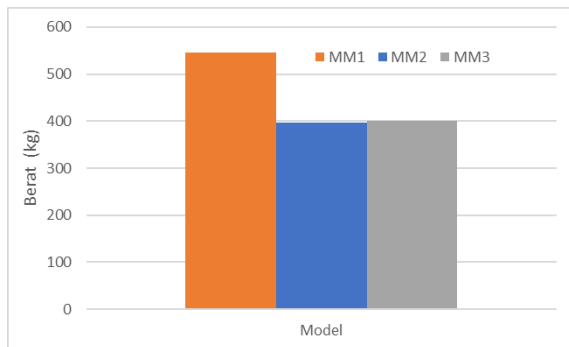
Model	H ₀ (cm)	H ₁ (cm)	L ₀ (cm)	Volume (m ³)	W (kg)
MM1	80	80	-	3.008	7219
MM2	80	60	3.13	2.444	5866
MM3	80	60	2.35	2.507	6017



Gambar 8. Berat penampang beton

Tabel 3. Berat tulangan besi balok L=10 m

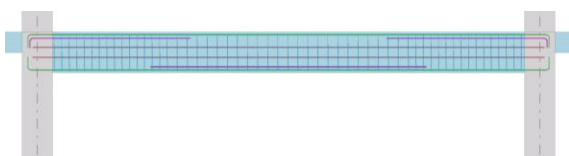
Model	Tumpuan	Lapangan (cm)	Torsi (cm)	Geser (m ³)	W (kg)
MM1	10 D16	7 D16	4 D16	Ø10 - 100	546
MM2	7 D16	5 D16	2 D16	Ø10 - 150	396
MM3	7 D16	5 D16	2 D16	Ø10 - 150	401



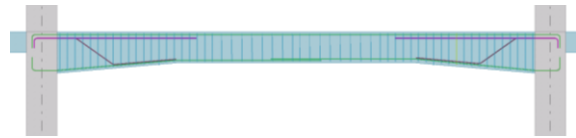
Gambar 9. Berat tulangan besi

3. Kapasitas Balok

Perhitungan kapasitas balok bentang lebar L=10 m dari masing-masing model berdasarkan gaya-gaya dalam dari Tabel 1 diatas dengan tulangan utama D16, tulangan geser Ø10 dan mutu beton K250.



Gambar 10. Penulangan balok MM1



Gambar 11. Penulangan balok MM2



Gambar 11. Penulangan balok MM3

Tabel 4. Kapasitas penampang balok L=10 m

Model	M _{kap} (-) (kN.m)	M _{kap} (+) (kN.m)	V _{kap} (kN)	P _n (kN)	T _{kap} (kN.m)
MM1	562.67	418.27	311.18	2849.74	1.6956
MM2	418.27	315.38	318.59	2740.18	1.7359
MM3	418.27	315.38	318.59	2740.18	1.7359

KESIMPULAN

Dari hasil proses analisa dan optimasi penampang dapat disimpulkan bahwa untuk bentang lebar L=10 m penampang model MM2 memberikan hasil optimal. Model MM2 memiliki volume/berat lebih ringan 18,75% dari MM1 dimana berat total bangunan dapat direduksi sehingga beban ultimit pada pondasi juga berkurang.

Dari volume penulangan besi penampang MM2 memberikan hasil lebih ringan 27,45% dari MM1. Sehingga secara komulatif volume penulangan yang berkurang akan berpengaruh terhadap biaya dan waktu pelaksanaan.

Kapasitas penampang MM2 memberikan hasil yang optimal dimana untuk kapasitas momen negatif M_{kap}=418,27 kN.m > M_u= 403.3007 kN.m dan kapasitas geser V_{kap}= 318,59 kN > V_{kap}=311,18 kN (MM1).

Dapat disimpulkan bahwa untuk bentang lebar L=10 m, penampang yang optimal adalah model MM2.

DAFTAR PUSTAKA

- SNI 1727-1989/SKBI-1.3.53. (1987). Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung. Badan Standardisasi Nasional
- SNI 1727.(2013), Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, Badan Standardisasi Nasional
- SNI 1729. (2002). Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, Dep. Pekerjaan Umum RI
- SNI 2847. (2013). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung , Badan Standardisasi Nasional
- SNI 6816. (2002). Tata cara pendetailan penulangan beton, Badan Standardisasi Nasional
- SNI 1726. (2012), Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, Badan Standardisasi Nasional
- SNI 07-2052. (2002). Baja Tulangan Beton, Badan Standardisasi Nasional
- SNI 03 6880. (2002). Spesifikasi beton struktural , Badan Standardisasi Nasional
- Kerangka Acuan Kerja (KAK). Perencanaan Teknis DED Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut (PPIIG). (2019). Universitas Palangka Raya.
- Laporan Penyelidikan Tanah (Soil Investigation) dengan Pengujian Sondir, (2019). PT. Tema Karya Mandiri.
- Detail Engineering Design (DED) Pembangunan Gedung Pusat Pengembangan IPTEK dan Inovasi Gambut (PPIIG). (2019). PT. Tema Karya Mandiri – Universitas Palangka Raya.