



Analisis Perbandingan Biaya Konstruksi Bangunan Tahan Gempa Wilayah DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara

Diza Roshaunda⁽¹⁾, Agustinus Agus Setiawan⁽²⁾

⁽¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Pembangunan Jaya

⁽²⁾Center for Urban Studies, Universitas Pembangunan Jaya

Abstrak

Dalam merencanakan gedung bertingkat sangat dituntut perencanaan yang efektif dan efisien. Dimana efektivitas dan efisiensi struktur dilihat dari segi kekuatan dalam menahan beban gempa dan biaya konstruksi yang ekonomis. Tujuan penelitian ini untuk menentukan Kategori Desain Seismik, dan membandingkan besarnya biaya pekerjaan struktur kolom dan balok pada bangunan tahan gempa di Wilayah DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menahan beban gempa adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), dimana struktur beton bertulang akan dirancang sedemikian rupa sehingga dapat menahan beban gempa yang ekstrim dengan kata lain struktur diharuskan daktail (fleksibel) agar dapat dikategorikan aman. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada Wilayah DKI Jakarta dengan dimensi kolom utama 800 mm × 800 mm dan balok utama 400 mm × 800 mm, sudah mampu memikul beban gempa sesuai dengan faktor keamanan dengan total biaya konstruksi sebesar RP. 10.349.794.090. Sedangkan untuk Wilayah Penajam Paser Utara dengan dimensi kolom utama 700 mm × 700 mm dan balok utama 400 mm × 600 mm, struktur gedung sudah mampu memikul beban gempa sesuai dengan faktor keamanan dengan total biaya konstruksi sebesar RP. 9.340.381.082 atau lebih rendah 9,75% dari biaya konstruksi di Wilayah DKI Jakarta.

Kata kunci : Struktur Beton Bertulang; Beban Gempa; SRPMK; Biaya Konstruksi

1. Pendahuluan

Menurut Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) sekitar 57% penduduk Indonesia terkonsentrasi di pulau Jawa, sehingga persebaran penduduk di Indonesia tidak merata di pulau-pulau lainnya. Mulai dari aspek ekonomi, ketersediaan air bersih, hingga konversi lahan, semua di dominasi oleh Pulau Jawa terutama pada ibu kota yakni DKI Jakarta.

Wacana pemindahan ibu kota sudah ada semenjak masa kepemimpinan Presiden Soeharto, hingga pada 26 Agustus 2019 Presiden Jokowi mengumumkan bahwa ibu kota akan dipindahkan ke Pulau Kalimantan, Kalimantan Timur tepatnya di Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kutai Kartanegara. Wilayah Kalimantan Timur dipilih sebagai ibu kota baru karena telah memenuhi kriteria yakni berlokasi strategis berada di tengah Wilayah Indonesia, tersedia lahan luas, tersedianya sumber daya air, dan yang terpenting bebas bencana gempa bumi, gunung berapi, tsunami, banjir, erosi, serta kebakaran hutan dan lahan gambut.

Pemindahan ibu kota baru memerlukan biaya yang sangat besar, rencana anggaran biaya diperkirakan mencapai Rp. 466 Triliun. Hal yang menjadi isu dalam pemindahan ibu kota ini adalah harga material dan peralatannya lantaran mayoritas suplai material dan peralatan konstruksi pembangunan infrastruktur di Kalimantan berasal dari luar wilayah tersebut. Mahalnya harga material

dan peralatan konstruksi di calon ibu kota baru disebabkan oleh sulit dan mahalnya biaya distribusi, hampir semua kebutuhan konstruksi masih di kirim dari Pulau Jawa atau kota-kota besar lainnya. Dalam pendistribusiannya, memerlukan transportasi baik laut maupun udara dan memakan waktu yang cukup lama sehingga membuat biaya kirim menjadi sangat mahal dan mempengaruhi nilai jual akhir barang tersebut.

Pembangunan gedung bertingkat tinggi sangat berisiko jika terkena gempa bumi maka dari itu perlu diketahui bahwa gempa bumi tidak membunuh dan melukai tetapi bangunanlah yang membunuh dan melukai manusia maka dari itu perlunya menyiapkan bangunan yang memiliki struktur kuat dan mengusung prinsip tahan gempa agar tidak membahayakan masyarakat dan merusak citra ibu kota baru nantinya.

Penelitian sebelumnya mengenai bangunan tahan gempa menggunakan SRPMK telah dilakukan oleh saudara Soelarso, Baehaki, Fajar Diantos Subhan (2015) dengan judul analisis SRPMK terhadap beban gempa statik dan dinamik sesuai dengan peraturan SNI 1726 2012. Penelitian yang dilakukan memperoleh hasil yaitu pada dimensi kolom utama 550 mm × 550 mm balok utama 300 mm × 600 mm struktur gedung sudah mampu memikul beban gravitasi dan horizontal sesuai dengan faktor kenyamanan dan keamanan.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Patrisko Hirel Karisoh, Servie O. Dapas, Ronny Pandaleke (2018) melakukan penelitian tentang perencanaan struktur gedung dengan SRPMK. Penelitian yang dilakukan memperoleh hasil yaitu penampang balok dengan dimensi 400×600 mm dan kolom 700×600 mm telah memenuhi kriteria penampang untuk sistem rangka pemikul momen khusus, karena secara teori telah memenuhi syarat-syarat yaitu: *Strong Column Weak Beam*, tahan terhadap geser dan telah memenuhi syarat-syarat pendetailan setiap komponen-komponen rangka.

Sedangkan Kurnia Fatonah, Dwi Novi Wulansari (2017) melakukan studi tentang estimasi anggaran biaya struktur pada proyek pembangunan hotel Quad Makassar dengan menggunakan metode SNI. Studi yang dilakukan memperoleh hasil yaitu pekerjaan struktur bawah, atas dan pekerjaan struktur atap pada bidang tanah seluas $1.228,626 \text{ m}^2$ dengan luas bangunan yang diteliti sebesar $1.042,556 \text{ m}^2$ didapatkan perhitungan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 24.647.807.000,00.

Hasil lain ditemukan oleh Azzuri, Hendri Warman, Robby Permata (2017) melakukan studi perbandingan tiga Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) di kawasan dengan Kategori Desain Seismik (KDS) B. Studi yang dilakukan memperoleh hasil yaitu sebuah balok B38 didapatkan perbedaan penampang yaitu untuk SRPMK 30/50, SRPMM 30/60, dan SRPMB 40/60. Untuk Rencana Anggaran Biaya sistem gedung SRPMM adalah gedung yang memiliki nilai gedung termurah dibandingkan dari dua gedung lainnya yaitu Rp. 4.497.519.000. Sehingga Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) merupakan pilihan yang tepat untuk mendesain gedung tahan gempa di wilayah KDS B.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan Kategori Desain Seismik, dan Membandingkan besarnya biaya pekerjaan struktur kolom dan balok pada bangunan tahan gempa di Wilayah DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara

2. Metode

Obyek Penelitian

Obyek pada penelitian ini menggunakan data struktur pada proyek Apartemen Zeal Residence Alam Sutera yang telah dimodifikasi. Proyek Apartemen Zeal Residence Alam Sutera memiliki 9 lantai dengan ketinggian per lantai yaitu 3,2 meter. Hal-hal yang dimodifikasi adalah ketinggian setiap lantai menjadi 3,5 meter.

Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini adalah perbedaan dimensi kolom balok yang mempengaruhi biaya konstruksi pada struktur gedung bertingkat tahan gempa. Namun sebelum mengetahui perbedaan dimensi kolom dan balok perlu diketahui wilayah

Kategori Desain Seismik (KDS) yang didapat melalui perhitungan perencanaan gempa.

Pengolahan Data

Sebelum proses analisis dilakukan, pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data sekunder. Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini ialah:

1. Denah Struktur Proyek Apartemen Zeal Residence Alam Sutera
2. SNI 1726-2019 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
3. SNI 2847-2019 mengenai Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
4. Jurnal Harga Satuan Bahan Bangunan Konstruksi dan Interior Edisi 38 tahun 2019
5. Peraturan Bupati Penajam Paser Utara Nomor 28 Tahun 2018 mengenai Standarisasi Harga Pengadaan Barang/Jasa Kebutuhan Pemerintah Daerah Tahun Anggaran 2019

Dalam proses analisis, akan dibuat dua model dengan perbedaan dimensi struktur kolom dan balok yang akan di aplikasikan di kedua Wilayah yakni DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara. Selanjutnya dilakukan menghitung nilai Kategori Desain Seismik (KDS) di setiap wilayah dan menghitung beban gempa dengan bantuan program ETABS. Setelah melakukan analisis menggunakan ETABS, di lanjutkan dengan pendetailan struktur di kolom dan balok dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPMK) untuk menahan beban gempa sesuai dengan wilayah yang ditinjau. Setelah diberi pendetailan, perlu dilakukan kontrol pada tulangan lentur dan transversal pada balok, tulangan lentur dan transversal pada kolom, dan hubungan antar kolom-baloknya.

Setelah melalui tahap kontrol dilakukan perbandingan dimensi struktur (kolom dan balok) pada Wilayah DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara, terhadap perbandingan volume dan biaya konstruksinya untuk melihat model mana yang paling efektif dan efisien dilihat dari kekuatan bangunan menahan gempa dan biaya konstruksinya.

3. Hasil dan Pembahasan

Pedoman perencanaan bangunan beton bertulang tahan gempa berdasarkan SNI 1726-2019 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung serta pendetailan struktur kolom dan balok dengan sistem rangka pemikul momen khusus berpedoman pada SNI 2847-2019 mengenai Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

Data Perencanaan

Fungsi Gedung	: Apartemen
Tinggi Antar Lantai	: 3,5 m

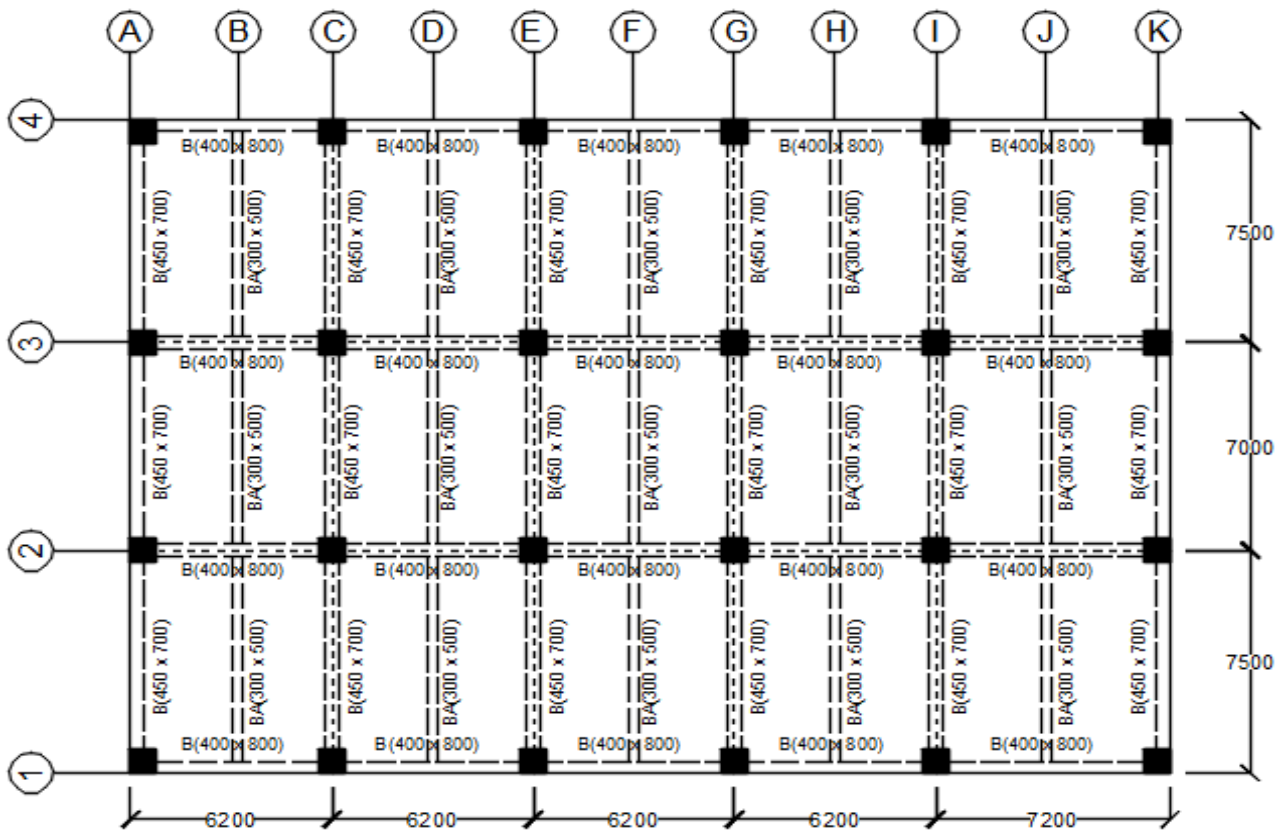
Jumlah Lantai	: 9 Lantai
Beban Hidup	
- Lantai Tipikal	: 250 kg/m ²
- Rooftop	: 150 kg/m ²
Beban Mati	
- Finishing adukan	: 42 kg/m ²
- Keramik	: 24 kg/m ²
- Plafond	: 18 kg/m ²
- ME	: 25 kg/m ²
Mutu Beton	: 30 MPa
Mutu Baja	: 400 MPa

diberikan pembebanan gempa untuk kedua wilayah. Sedangkan denah struktur lantai tipikal ditampilkan dalam Gambar 1.

Tabel 1. Dimensi Balok dan Kolom

Elemen	Model 1	Model 2
Balok	400 mm × 800 mm	400 mm × 600 mm
Induk	450 mm × 700 mm	350 mm × 650 mm
Balok Anak	300 mm × 500 mm	300 mm × 300 mm
Kolom	800 mm × 800mm	700 mm × 700mm
	700 mm × 700 mm	600 mm × 600 mm
Pelat	130 mm	130 mm

Model struktur bangunan yang dianalisis ada dua model seperti ditunjukkan dalam Tabel 1, keduanya



Gambar 1. Denah Struktur Balok dan Kolom

Perhitungan beban gempa Wilayah DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara dilakukan sesuai dengan SNI 1726-2019. Tabel 2. Menunjukkan parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan respon spektrum beban gempa rencana untuk kedua wilayah tersebut. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, maka penentuan Kategori Desain Seismik harus diambil kemungkinan terburuk dan didapatkan hasil pada Wilayah DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara termasuk kedalam Kategori Desain Seismik (KDS) D. Berdasarkan hal tersebut, maka sesuai dengan SNI sehingga perlu diterapkan bangunan tahan gempa pada kedua wilayah tersebut. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dipilih sebagai desain struktur beton bertulang untuk bangunan tahan gempa pada setiap wilayah.

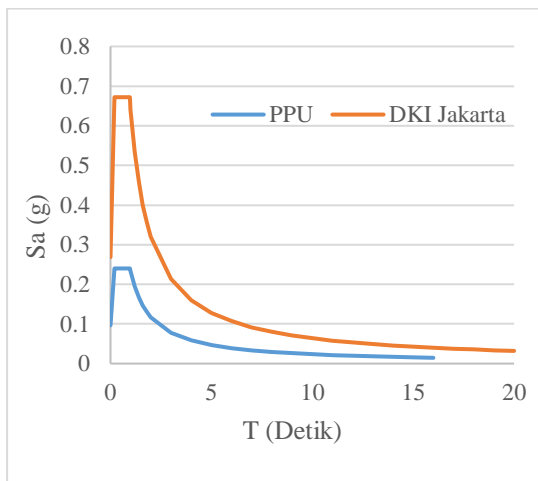
Selanjutnya berdasarkan parameter-parameter yang diperoleh dari Tabel 2, dapat dibentuk respon spektrum gempa rencana untuk kedua wilayah. Gambar 2 menunjukkan grafik Spektrum Respon Gempa Rencana untuk Wilayah DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara. Dari hasil penggambaran grafik respon spektrum gempa rencana dalam Gambar 2 terlihat bahwa Wilayah Penajam Paser Utara memiliki nilai yang lebih rendah daripada Wilayah DKI Jakarta.

Tabel 2. Perencanaan Gempa DKI Jakarta dan PPU

Parameter Perhitungan	DKI Jakarta	PPU
Kategori Resiko	II	II
Faktor Keutamaan	1,00	1,00

Klasifikasi Situs	SE	SE
Parameter Percepatan Batuan Dasar		
Periode Pendek (S_s)	0,8 g	0,15 g
Periode 1 detik (S_1)	0,4 g	0,1 g
Koefisien Situs		
Periode Pendek (F_a)	1,26	2,4
Periode 1 detik (F_v)	2,4	3,5
Parameter Respon Spektrum		
Periode Pendek (S_{MS})	1,008 g	0,36 g
Periode 1 detik (S_{MI})	0,96 g	0,35 g
Parameter Percepatan Spektral Desain		
Periode Pendek (S_{DS})	0,672 g	0,24 g
Periode 1 detik (S_{D1})	0,64 g	0,233 g
Respon Spektrum Gempa Rencana		
T_o	0,1904 detik	0,194 detik
T_S	0,952 detik	0,972 detik
T_L	20 detik	16 detik
C_a	0,268 g	0,096 g
C_v	0,64 g	0,233 g
Kategori Desain Seismik		
Berdasarkan SDS	D	B
Berdasarkan SD1	D	D

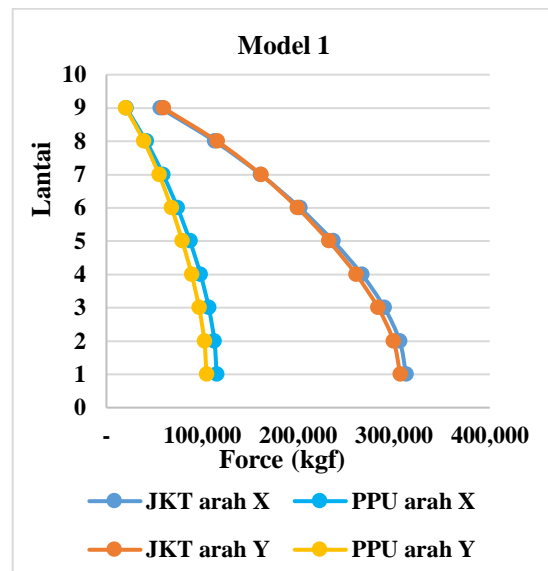
Gambar 2 menunjukkan grafik spektrum respons desain pada Wilayah DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara.



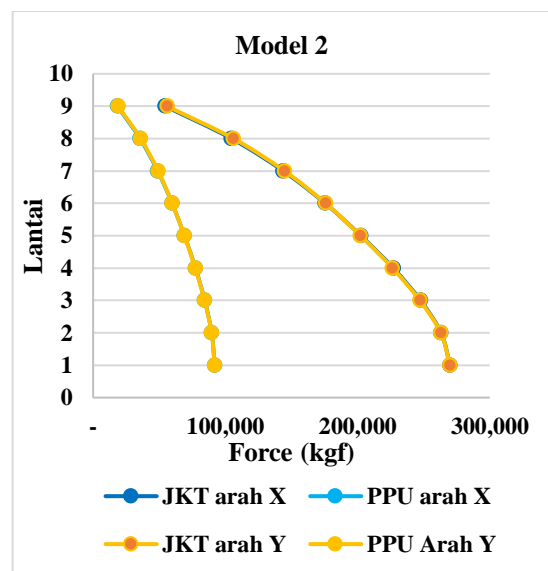
Gambar 2. Spektrum Respons Desain DKI JKT dan PPU

Hasil Gaya Gempa (Story Shear)

Story shear adalah hasil kumulatif dari distribusi gaya gempa pada setiap lantai bangunan, yang mana dipengaruhi oleh berat bangunan itu sendiri. Oleh karena itu model dengan dimensi kolom dan balok yang lebih kecil memiliki nilai story shear lebih kecil dibandingkan model dengan dimensi kolom dan balok yang lebih besar.



Gambar 3. Grafik Story Shear (Model 1)



Gambar 4. Grafik Story Shear (Model 2)

Sesuai dengan Gambar 3 dan Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa Wilayah DKI Jakarta memiliki nilai story shear lebih besar, baik pada model 1 dan model 2 maupun pada arah X dan arah Y daripada Wilayah Penajam Paser Utara.

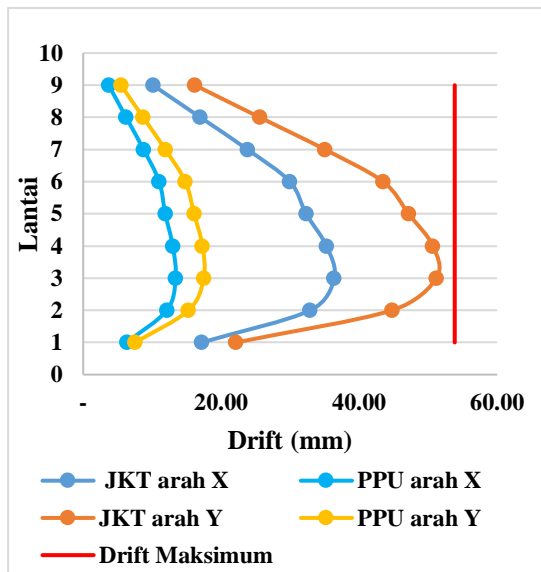
Hasil Simpangan Antar Lantai (Story Drift)

Simpangan antar lantai adalah selisih perpindahan lateral antara dua tingkat bangunan yang berdekatan. Dimensi struktur akan mempengaruhi nilai drift, karena semakin besar dimensi dapat menambah kekakuan pada struktur itu sendiri.

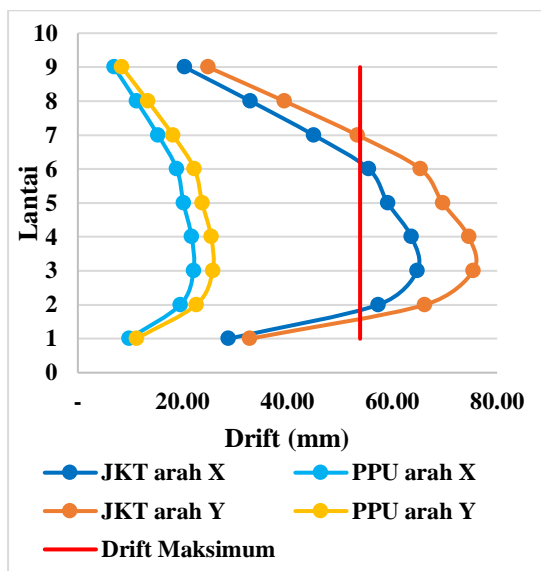
Sesuai dengan Gambar 5 dan Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa model 2 Wilayah DKI Jakarta pada arah X dan Y tidak memenuhi syarat dari drift. Pada lantai 2 sampai lantai 6 nilai drift melebihi nilai drift maksimum. Sehingga model 2 pada Wilayah

DKI Jakarta tidak dapat digunakan karena tidak memenuhi syarat kinerja.

Penajam Paser Utara yang lebih kecil daripada di wilayah DKI Jakarta.



Gambar 5. Grafik Story Drift (Model 1)



Gambar 6. Grafik Story Drift (Model 2)

Desain Penampang Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan hasil desain penulangan balok dan kolom utama sesuai dengan syarat SRPMK pada model 1 Wilayah DKI Jakarta. Sedangkan Gambar 9 dan Gambar 10 menunjukkan hasil desain penulangan balok dan kolom utama sesuai dengan syarat SRPMK pada model 1 Wilayah Penajam Paser Utara. Dari hasil desain ini terlihat untuk penulangan balok model 1 wilayah Penajam Paser Utara menunjukkan kebutuhan tulangan yang lebih sedikit, hal ini sejalan dengan besar beban gempa rencana di daerah

TYPE	BALOK (400 mm x 800 mm)		
POSISI	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
TUL. ATAS	7D19	4D19	7D19
TUL. BAWAH	4D19	4D19	4D19
TUL. SENGKANG	D10-100	D10-150	D10-100

Gambar 7. Penulangan Balok Utama Model 1 DKI JKT

TYPE	KOLOM 800 mm x 800 mm	
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN		
TUL. POKOK	14D25	14D25
TUL. SENGKANG	4D13-100	4D13-150

Gambar 8. Penulangan Kolom Utama Model 1 DKI JKT

TYPE	BALOK (400 mm x 800 mm)		
POSISI	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
TUL. ATAS	5D19	4D19	5D19
TUL. BAWAH	4D19	4D19	4D19
TUL. SENGKANG	D10-100	D10-200	D10-100

Gambar 9. Penulangan Balok Utama Model 1 PPU

TYPE	KOLOM 800 mm x 800 mm	
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN		
TUL. POKOK	14D25	14D25
TUL. SENGKANG	4D13-100	4D13-150

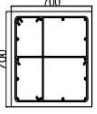
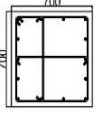
Gambar 10. Penulangan Kolom Utama Model 1 PPU

Gambar 11 dan Gambar 12 menunjukkan penulangan balok dan kolom utama sesuai dengan syarat SRPMK pada model 2 Wilayah Penajam Paser

Utara. Untuk wilayah DKI Jakarta tidak dilakukan desain penampang dikarenakan sudah tidak memenuhi persyaratan batas kinerja struktur. Dari hasil penulangan balok dan kolom model 2 wilayah Penajam Paser Utara menunjukkan penurunan daripada model 1.

TYPE	BALOK (400 mm x 600 mm)		
POSISI	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
TUL. ATAS	5D19	3D19	5D19
TUL. BAWAH	3D19	4D19	3D19
TUL. SENGKANG	D10-100	D10-200	D10-100

Gambar 11. Penulangan Balok Utama Model 2 PPU

TYPE	KOLOM 700 mm x 700 mm	
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN		
TUL. POKOK	14D22	14D22
TUL. SENGKANG	4D13-100	4D13-150

Gambar 12. Penulangan Kolom Utama Model 2 PPU

Analisis Harga Satuan Pekerjaan Wilayah DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara

Analisis harga satuan pekerjaan dilakukan dengan cara mengalikan harga satuan upah dan bahan dengan koefisien. Harga satuan upah dan bahan untuk Wilayah DKI JKT didapat berdasarkan buku Jurnal Harga Satuan Bahan Bangunan Kontruksi dan Interior tahun Edisi 38 tahun 2019 dan untuk Wilayah Penajam Paser Utara didapat berdasarkan Peraturan Bupati No.28 Tahun 2018 mengenai Harga Satuan Wilayah Penajam Paser Utara Tahun 2019.

Tabel 3 menunjukkan harga satuan pekerjaan pembesian, pengecoran, dan bekisting kolom balok pada masing-masing wilayah. Sesuai dengan Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa harga satuan pekerjaan untuk pembesian dan pengecoran lebih besar di Wilayah Penajam Paser Utara. Sedangkan untuk harga satuan pekerjaan bekisting kolom dan balok lebih besar di Wilayah DKI Jakarta.

Tabel 3. Harga Satuan Pekerjaan Wilayah DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara

Pekerjaan	Harga Satuan Pekerjaan (Rp)	
	DKI Jakarta	PPU
Pembesian (kg)	Rp 18.795	Rp 25.899
Pengecoran (m ³)	Rp 1.580.811	Rp 2.433.317
Bekisting Balok (m ²)	Rp 690.837	Rp 557.933
Bekisting Kolom (m ²)	Rp 655.130	Rp 544.914

Dalam perhitungan rencana anggaran biaya dibutuhkan volume suatu pekerjaan dan harga satuan pada wilayah tersebut. Tabel 4 menunjukkan rekapitulasi volume pekerjaan pada setiap model dan wilayah.

Tabel 4. Rekapitulasi Volume Pekerjaan Kolom dan Balok

Pekerjaan	Volume Total		
	Model 1 JKT	Model 1 PPU	Model 2 PPU
Pembesian (kg)	184.167,61	177.963,80	150.779,05
Pengecoran (m ³)	1.203,96	1.204,75	882,96
Bekisting Balok (m ²)	5.049,36	5.049,36	3.954,96
Bekisting Kolom (m ²)	2.284,80	2.284,80	1.982,40

Dari hasil analisa diatas didapat perbedaan volume pada masing-masing model dan wilayah. Perbedaan volume pekerjaan tersebut dipengaruhi oleh perbedaan dimensi struktur dan kebutuhan tulangan pada masing-masing model.

Rencana anggaran biaya diperoleh dari mengalikan volume pekerjaan dan harga satuan. Tabel 5 menunjukkan rencana anggaran biaya untuk pekerjaan kolom dan balok pada model 1 Wilayah DKI Jakarta, sedangkan Tabel 6 menunjukkan rencana anggaran biaya untuk pekerjaan kolom dan balok pada model 1 Wilayah Penajam Paser Utara.

Tabel 5. RAB Model 1 Wilayah DKI JKT

Pekerjaan	Volume	Biaya
	DKI JKT	DKI JKT
Pembesian (kg)	184.167,61	Rp 3.461.430.147
Pengecoran (m ³)	1.203,96	Rp 1.903.238.205
Bekisting Balok (m ²)	5.049,36	Rp 3.488.284.714
Bekisting Kolom (m ²)	2.284,80	Rp 1.496.841.024
Total Biaya Konstruksi 9 lt		Rp 10.349.794.090

Tabel 6. RAB Model 1 Wilayah PPU

Pekerjaan	Volume	Biaya
	PPU	PPU
Pembesian (kg)	177.963,80	Rp 4.609.084.363
Pengecoran (m ³)	1.204,75	Rp 2.931.547.057
Bekisting Balok (m ²)	5.049,36	Rp 2.817.204.573
Bekisting Kolom (m ²)	2.284,80	Rp 1.245.019.507
Total Biaya Konstruksi 9 lt		Rp 11.602.855.500

Sesuai dengan tabel diatas, rencana anggaran biaya untuk struktur kolom dan balok model 1 Wilayah DKI Jakarta adalah sebesar Rp 10.349.794.090,00, sedangkan untuk Wilayah Penajam Paser Utara menggunakan sistem rangka pemikul momen adalah Rp. 11.602.855.500,00, lebih besar 12,11%.

Tabel 7 menunjukkan rencana anggaran biaya untuk pekerjaan kolom dan balok pada model 2 Wilayah Penajam Paser Utara.

Tabel 7. RAB Model 1 Wilayah PPU

Pekerjaan	Volume	Biaya
	PPU	PPU
Pembesian (kg)	150.779,05	Rp 3.905.026.647
Pengecoran (m ³)	882,96	Rp 2.148.514.224
Bekisting Balok (m ²)	3.954,96	Rp 2.206.602.698
Bekisting Kolom (m ²)	1.982,40	Rp 1.080.237.514
Total Biaya Konstruksi 9 lt		Rp 9.340.381.082

Sesuai dengan Tabel 7 tersebut, rencana anggaran biaya untuk struktur kolom dan balok model 2 untuk Wilayah Penajam Paser Utara menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus adalah Rp. 9.340.381.082.

Tabel 8 menunjukkan rekapitulasi rencana anggaran biaya pada setiap model dan wilayah.

Tabel 8. Rekapitulasi RAB

Model	RAB
Model 1 JKT	Rp 10.349.794.090
Model 1 PPU	Rp 11.602.855.500
Model 2 PPU	Rp 9.340.381.082

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis perbandingan biaya konstruksi bangunan tahan gempa pada Wilayah DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara didapatkan kesimpulan (1) Wilayah DKI Jakarta dan Penajam Paser Utara termasuk kedalam wilayah yang memiliki kategori desain seismik D (rawan gempa) sehingga dalam setiap pembangunannya diperlukan analisis beban gempa agar tidak mengalami kegagalan struktur, (2) kedua model yang telah dianalisis dihasilkan bangunan tahan gempa paling efektif dan efisien baik dari segi kekuatan dalam menahan beban gempa maupun biaya konstruksi pada setiap wilayahnya. Model 1 merupakan model paling efektif dan efisien pada Wilayah DKI Jakarta dengan biaya konstruksi kolom dan balok sebesar Rp. 10.349.794.090, dan model 2 merupakan model paling efektif dan efisien pada Wilayah Penajam Paser Utara dengan biaya konstruksi kolom dan balok sebesar Rp.

9.340.381.082 atau lebih rendah 9,75% dari biaya konstruksi di Wilayah DKI Jakarta.

1. Daftar Pustaka

- Azzuri, A., Warman, H., & Permata, R. (2017). "Perbandingan Tiga Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) Di Kawasan dengan Kategori Desain Seismik (KDS) B". *Jurnal Kajian Teknik Sipil* 2(3).
- Bupati Penajam Paser Utara Provinsi Kalimantan Timur. (2018). Peraturan Bupati Penajam Paser Utara Nomor 28 Tahun 2018 Standarisasi Harga Pengadaan Barang/Jasa Kebutuhan Pemerintah Tahun Anggaran 2019.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. (2019). Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Tahun 2017-2022.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. (2019). Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Penajam Paser Utara 2018-2023.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. SNI 1726-2019. *Badan Standar Nasional Indonesia*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. SNI 2487-2019. *Badan Standar Nasional Indonesia*.
- Fatonah, K., & Wulansari, D. N. (2017). Estimasi Anggaran Biaya Struktur Proyek Pembangunan Hotel Quad Makassar Menggunakan Metode SNI. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 2(2), 116-129.
- Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Indonesia. (2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Indonesia Nomor 28/PRT/M/2016 Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum
- Patrisko, H. K., Servie, O. & Dapas, R. P. (2018). "Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus". *Jurnal Sipil Statik* 6(6).
- Karisoh, P. H., Dapas, S. O., & Pandaleke, R. E. (2018). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. *Jurnal Sipil Statik*, 6(6).
- Perpindahan Ibu Kota. (2019). Dampak Ekonomi dan Skema Pembiayaan Pemindahan Ibu Kota

- Negara. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Pusat Studi Gempa Nasional Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Bumi Indonesia*.
- Rambang, B. (2019). Jurnal Harga Satuan Bahan Bangunan Konstruksi dan Interior, edisi 38 tahun 2019.
- Setiawan, A. (2016). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*. Penerbit Erlangga, Jakarta: Indonesia
- Soelarso, S., & Baehaki, B. (2015). “Analisis Struktur Beton Bertulang SRPMK terhadap Beban Gempa Statik dan Dinamik dengan Peraturan SNI1726-2012”. *Jurnal Fondasi* 4(2).