



Modifikasi Perencanaan Gedung Parkir Klandasan menggunakan Metode *Flat Slabs* dengan *Drop Panel* dan *Shear Wall*

Iqbal Noverio Praditya^{1*}, *Mohammad Muntaha*², *Basyaruddin*³

^{1*} Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan.

Corresponding email: iqbalnoverio@gmail.com

² Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Email:

mohammadmuntaha@yahoo.com

³ Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan. Email:

basyaruddin@itk.ac.id

Abstract

The Klandasan Parking Building (GPK) is an 8-story parking built in Balikpapan that serves as vehicle parking and uses a conventional structure system (columns, beams, plates) where the highest beam is about 800 mm. To maximize the clearance of each story, an alternative structure system is planned by removing beams called flat slabs. The new plan is conducted by modifying the structure into a dual system which consists of an Intermediate Moment Resisting Frame, a flat plate with drop panels used to withstand gravitational loads on buildings and a Structural Wall System (SWS) installed to resist lateral loads such as earthquake and wind. Structure's plan refers to SNI 03-2847-2013 and SNI 03-1726-2012 which are Indonesia's concrete and earthquake codes respectively. In addition, PPURG 1987 is also used to determine loads for the building. The analysis result shows that the building could be changed from 8 to 9 stories using the same total height of 8 stories. The depth of plates and drop panels which are supported by interior and exterior columns are 250 mm and 100 mm respectively. Turning to the shear wall, a thickness of 350 mm can be used to resist lateral loads.

Keywords: parking building, dual system, flat slabs, drop panel, shear wall.

Abstrak

Gedung Parkir Klandasan (GPK) adalah gedung 8 lantai yang dibangun di Balikpapan yang berfungsi sebagai bangunan parkir kendaraan dan menggunakan sistem struktur konvensional (kolom, balok, pelat) dimana tinggi balok adalah sebesar 800 mm. Untuk memaksimalkan tinggi bebas bangunan, direncanakan alternatif struktur tanpa balok dengan metode flat slabs. Perencanaan dilakukan dengan memodifikasi struktur menjadi sistem ganda, yang terdiri dari Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), yaitu flat slabs dan Sistem Dinding Struktural (SDS), yaitu dinding geser khusus. Modifikasi perencanaan menggunakan peraturan SNI 03-2847-2013 untuk beton bertulang, SNI 03-1729-2015 untuk struktur baja, SNI 03-1726-2012 tentang gempa, dan Peraturan Pembebanan untuk Gedung PPURG 1987. Hasil modifikasi adalah perubahan dari 8 lantai menjadi 9 lantai dengan tinggi bangunan yang sama. Hasil analisis struktur adalah didapatkan tebal pelat 250 mm dengan drop panel 100 mm. Sedangkan pada dinding geser, digunakan tebal dinding geser 350 mm untuk menahan beban lateral.

Kata Kunci: gedung parkir, sistem ganda, flat slabs, drop panel, dinding geser.

1. Pendahuluan

Gedung Parkir Klandasan adalah gedung 8 lantai yang dibangun di Balikpapan dengan fungsi sebagai bangunan parkir kendaraan. Struktur yang digunakan adalah konvensional yang terdiri elemen kolom, balok, dan pelat sebagai rangka pemikul momen. Dimensi balok memiliki tinggi sebesar 800 mm sehingga tinggi bangunan akan sangat besar. Oleh karena itu, direncanakan alternatif sistem struktur untuk memaksimalkan jumlah lantai terhadap tinggi bangunan dengan menggunakan metode *flat slabs*. Metode *flat slabs* adalah struktur yang hanya menggunakan kolom dan *slabs* (pelat) sebagai media pemikul beban bangunan. Metode ini memiliki ciri khusus, yaitu tidak memiliki balok sepanjang garis kolom interior, sementara pada garis kolom eksterior balok tepi dapat digunakan atau tidak (Imran, Hendrik, 2010). Untuk menambah kekuatan geser pada pertemuan pelat dan kolom digunakan *drop panel* yaitu penebalan pelat di daerah kolom dan/atau kepala kolom yang merupakan pelebaran dari ujung kolom atas (Chu-Kia Wang, 1990).

Sedangkan beban lateral akibat gaya gempa dipikul oleh dinding geser. Dinding geser adalah struktur dinding yang digunakan untuk menahan beban lateral yang disebar melalui struktur lantai sebagai diafragma horizontal dan ditahan oleh dinding geser karena memiliki kekakuan yang besar untuk menahan gaya lateral (Shueller, 1989). Oleh karena itu, GPK akan dimodifikasi menggunakan metode *flat slabs* dengan *drop panel* dan *shearwall* yang dimana akan didapatkan efisiensi jumlah lantai terhadap tinggi bangunan eksisting pasca modifikasi.

2. Metodologi Perencanaan

Adapun metodologi perencanaan GPK adalah sebagai berikut

2.1. Pengumpulan Data

Data bangunan meliputi data umum bangunan, data gambar arsitektural eksisting, dan data tanah setempat.

2.2. Studi Literatur

Mempelajari literatur berupa jurnal, buku teori, dan peraturan perencanaan yang berlaku.

2.3. Penentuan Sistem Struktur

Struktur bangunan direncanakan menggunakan Sistem Ganda yang berupa kombinasi dua sistem struktur, yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dalam bentuk *flat slabs* dengan *drop panel* dan Sistem Dinding Struktural (SDS) dalam bentuk *shear wall*.

2.4. Penentuan Jumlah Lantai

Penentuan jumlah lantai rencana didasarkan pada perhitungan pengurangan balok yang disubstitusi oleh dimensi *flat slabs* dan *drop panel*.

2.5. Preliminari Desain

Dimensi rencana pada struktur beton bertulang berdasarkan SNI 03-2847-2013.

2.6. Permodelan

Permodelan menggunakan aplikasi SAP2000 v15.1.0 dimana terdiri empat tahap, yaitu permodelan geometri, permodelan material, permodelan penampang, dan permodelan beban. Permodelan geometri dilakukan dengan membuat koordinat geometri berdasarkan data gambar eksisting GPK. Permodelan material dan penampang dilakukan untuk mendapatkan dimensi rencana setiap elemen struktur. Sedangkan permodelan pembebanan dilakukan dengan memasukkan nilai beban rencana sesuai fungsi dan tata letak suatu luasan atau bagian struktur.

2.7. Analisis Struktur

Analisis struktur terdiri dari kontrol gaya geser dasar akibat beban lateral, rasio partisipasi massa bangunan, dan kontrol defleksi pusat massa struktur.

2.8. Desain Penulangan Struktur

Desain tulangan meliputi perhitungan kebutuhan tulangan untuk elemen struktur gedung beton bertulang yang terdiri dari tulangan lentur, tulangan geser, tulangan aksial, dan tulangan *confinement* (komponen batas).

2.9. Perencanaan Pondasi

Desain pondasi meliputi *sloof* dan merencanakan kebutuhan tiang pancang kelompok (*pilecap*).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Penentuan Jumlah Lantai Struktur

Tinggi struktur adalah sebesar 29,95 m dimana memiliki jumlah lantai 8. Jumlah lantai struktur termodifikasi didapatkan dengan menetapkan tinggi bebas antar lantai eksisting. Tinggi bebas antar lantai terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tinggi Bebas Antar Lantai

Tingkat Lantai	Jarak antar lantai	Tinggi balok	Tinggi bebas
	(H _L), m	(H _B), m	(H _{bebas} = H _L -H _B), m
1	3.6	0.8	2.8
2	3.4	0.8	2.6
3	3.4	0.8	2.6
4	3.4	0.8	2.6
5	3.4	0.8	2.6
6	3.4	0.8	2.6
7	3.45	0.8	2.65
TOTAL	24.05		

Sumber : Hasil Analisis, 2019

Setelah mendapatkan tinggi bebas, direncanakan tebal *flat slabs* dan *drop panel* dengan desain setebal 350 mm dan didapatkan tinggi bangunan modifikasi yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tinggi Bangunan Modifikasi

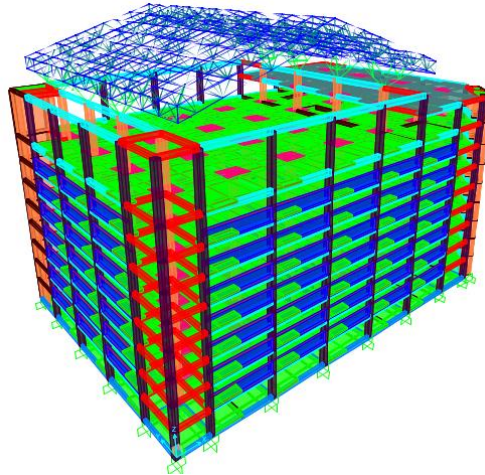
Tingkat Lantai	Tinggi bebas	Tebal <i>flat slab</i> dan <i>drop panel</i>	Jarak antar lantai
	(H _{bebas}), m	(H _B), m	(H _L =H _B +H _{bebas}), m
1	2.8	0.35	3.15
2	2.6	0.35	2.95
3	2.6	0.35	2.95
4	2.6	0.35	2.95
5	2.6	0.35	2.95
6	2.6	0.35	2.95
7	2.65	0.35	3
8	2.8	0.35	3.15
9	5.9	-	5.9
TOTAL			29.95

Sumber : Hasil Analisis, 2019

Tinggi rencana bangunan termodifikasi adalah sama dengan tinggi eksisting, yaitu 29,95 m dengan penambahan jumlah lantai modifikasi pada Lantai 8, yaitu sebesar 3,15 m.

3.2. Permodelan Struktur

Permodelan geometri struktur GPK terdapat pada Gambar 1.

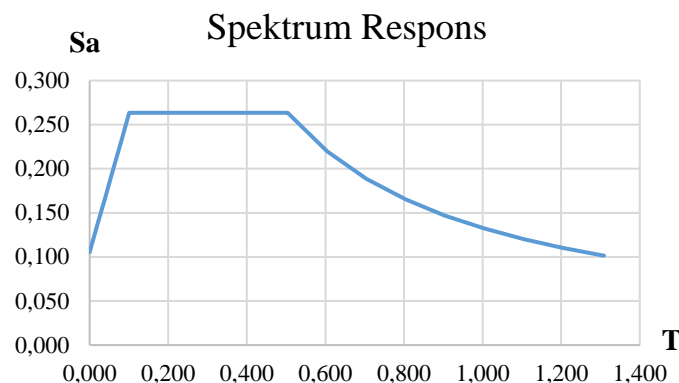


Gambar 1. Permodelan GPK pada SAP2000 v15.1.0
Sumber : Penulis, 2019

Nilai beban yang digunakan pada GPK adalah sebagai berikut:

- Beban mati (PPURG 1983)
Beban mati adalah berat struktur yang memiliki berat jenis beton Bertulang sebesar 2400 kg/m^3 .
- Beban hidup (PPURG 1983)
Beban hidup pada lantai adalah 800 kg/m^2 pada lantai dasar, 400 kg/m^2 pada lantai lain
- Beban angin (SNI 1727:2013 Pasal 26)
Beban angin minimum adalah $0,77 \text{ kN/m}^2$
- Beban gempa (SNI 1726:2012)

Respons spektrum ragam dihitung dengan mengetahui parameter respons spektral sehingga untuk Kota Balikpapan didapatkan percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek (S_s) sebesar $0,247$ dengan nilai F_a sebesar $1,6$ dan percepatan gempa MCE_R terpetakan pada periode 1 detik (S_1) sebesar $0,083$ dengan nilai F_v sebesar $2,4$. pada GPK terdapat pada Gambar 2. Adapun beban dinamis gempa berupa grafik respons spektrum terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Respons Spektrum Lokasi GPK
Sumber : Hasil Analisis, 2019

Respons spektrum harus dikalikan dengan *scale factor* senilai $1,886$ pada arah X dan arah Y gempa dengan rasio redaman (*damping ratio*) sebesar 5% (ASCE, 2002).

3.3. Analisis Struktur

- Kontrol Rasio Partisipasi Massa
Berdasarkan SNI 1726:2012 Pasal 7.9.1, rasio partisipasi massa struktur dalam menerima gaya respons dinamik harus menghasilkan respons total sekurang-kurangnya 90% . Adapun rasio partisipasi massa GPK terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rasio Partisipasi Massa

Mode	Periode (det)	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)
1	2.258801	0.00%	0.19%	0.00%	0.19%
2	1.980735	0.00%	0.02%	0.00%	0.21%
3	1.910769	0.02%	0.00%	0.02%	0.21%
4	1.147664	0.00%	0.01%	0.02%	0.22%
5	1.125019	0.00%	0.00%	0.02%	0.22%
6	1.013226	5.10%	67.20%	5.10%	67.40%
7	0.901195	69.90%	6.90%	75.00%	74.30%
8	0.726268	0.09%	0.00%	75.10%	74.30%
9	0.682813	3.90%	4.30%	79.10%	78.60%
10	0.33963	12.80%	0.01%	91.80%	78.60%
11	0.344993	0.00%	13.40%	91.80%	92.00%
12	0.163864	0.00%	0.00%	91.80%	92.00%

Sumber : Hasil Analisis, 2019

Pada Tabel 3, nilai rasio partisipasi massa pada mode ke-11 adalah sebesar 91,8% pada arah X dan 92% pada arah Y dimana persentase sudah mencapai nilai di atas 90%. Maka analisis gempa dinamis memenuhi persyaratan.

- Kontrol Sistem Rangka Gedung

Kontrol sistem rangka gedung dilakukan untuk mengetahui seberapa besar peran sistem struktur dalam menerima beban gempa. Nilai persentase *base shear* dari kolom dan dinding geser akibat gempa terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Persentase Distribusi Base Shear Sistem Rangka Gedung

Gaya (kg)	FX (kg)	FY (kg)
SRPMM	536,886.96	669,499.92
SDS	301,315.84	162,864.29
Distribusi (%)	FX	FY
SRPMM	64.05%	80.43%
SDS	35.95%	19.57%

Sumber : Hasil Analisis, 2019

Sesuai persyaratan SNI 1726:2012 Pasal 7.2.2 untuk sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah yang menahan paling sedikit 25% gaya gempa yang ditetapkan, maka model GPK memenuhi persyaratan tersebut.

- Kontrol Defleksi Pusat Massa (SNI 1726:2012 Pasal 7.8.6)

Defleksi pusat massa dihitung dengan mengetahui nilai simpangan pada masing-masing pusat massa per lantai yang terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Defleksi Pusat Massa arah X

Lantai	Tinggi Tingkat	Simpangan	Simpangan Antar-Lantai	Story Drift	Nilai Batas Simpangan	CEK
n	mm	mm	mm	mm	mm	
9	3150	8.38	0.94	3.78	59.06	OK
8	3000	7.44	0.89	3.57	56.25	OK
7	2950	6.55	0.97	3.89	55.31	OK
6	2950	5.57	1.06	4.25	55.31	OK

Lantai	Tinggi Tingkat	Simpangan	Simpangan Antar-Lantai	Story Drift	Nilai Batas Simpangan	CEK
n	mm	mm	mm	mm	mm	
5	2950	4.51	1.11	4.43	55.31	OK
4	2950	3.40	1.14	4.56	55.31	OK
3	2950	2.26	1.19	4.77	55.31	OK
2	3150	1.07	1.07	4.28	59.06	OK

Sumber : Hasil Analisis, 2019

Tabel 6. Defleksi Pusat Massa arah Y

Lantai	Tinggi Tingkat	Simpangan	Simpangan Antar-Lantai	Story Drift	Nilai Batas Simpangan	CEK
n	mm	mm	mm	mm	mm	
9	3150	8.18	0.82	3.29	59.06	OK
8	3000	7.36	0.82	3.27	56.25	OK
7	2950	6.54	0.91	3.64	55.31	OK
6	2950	5.63	1.05	4.20	55.31	OK
5	2950	4.58	1.12	4.49	55.31	OK
4	2950	3.46	1.19	4.76	55.31	OK
3	2950	2.27	1.23	4.91	55.31	OK
2	3150	1.04	1.04	4.15	59.06	OK

Sumber : Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6, maka nilai *story drift* (defleksi) pusat massa memenuhi nilai batas simpangan persyaratan.

3.4. Desain Penulangan Struktur

- Perencanaan Tulangan Pelat (SNI 2847:2013)

Penulangan lentur pelat lantai terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Penulangan Pelat Lantai

Lantai	Arah	Tulangan Positif				Tulangan Negatif											
		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan		Lapangan									
PELAT RAMP t = 17 cm	X	D	16	-	200	D	16	-	200	D	16	-	200	D	16	-	200
	Y	D	16	-	200	D	16	-	200	D	16	-	200	D	16	-	200
PELAT LANTAI DASAR t = 25 cm	X	D	16	-	125	D	16	-	150	D	16	-	75	D	16	-	150
	Y	D	16	-	125	D	16	-	150	D	16	-	75	D	16	-	150
PELAT LANTAI 2- 9 t = 25 cm	X	D	19	-	125	D	19	-	75	D	19	-	100	D	19	-	125
	Y	D	19	-	150	D	19	-	75	D	19	-	75	D	19	-	125
PELAT LANTAI DAK t = 20 cm	X	D	16	-	200	D	16	-	200	D	16	-	200	D	16	-	200
	Y	D	16	-	200	D	16	-	200	D	16	-	200	D	16	-	200
DROP PANEL t = 10 cm	X	D			22	-			200	D			22	-			75
	Y	D			22	-		200	D			22	-				75
DROP PANEL DAK ATAP t = 15 cm	X	D			16	-		100	D			16	-				100
	Y	D			16	-		150	D			16	-				100

Sumber : Hasil Analisis, 2019

- Perencanaan Balok (SNI 2847:2013)

Perhitungan elemen balok pada GPK dilakukan untuk mendapatkan penulangan balok tepi dan *ramp*. Hasil perhitungan untuk balok terdapat pada Tabel 8, Tabel 9, dan Tabel 10.

Tabel 8. Tulangan Longitudinal Balok

Balok	Tumpuan				Lapangan							
	Atas		Bawah		Atas		Bawah					
Tepi 35/50	4	D	22	3	D	22	3	D	22	4	D	22
Tepi 40/60	5	D	22	4	D	22	4	D	22	5	D	22
Ramp 35/50	4	D	22	3	D	22	3	D	22	4	D	22
Ramp 40/60	4	D	22	3	D	22	3	D	22	4	D	22

Sumber : Hasil Analisis, 2019

Tabel 9. Tulangan Sengkang Balok

Arah	Tulangan Sengkang									
	Tumpuan				Lapangan					
Tepi 35/50	2	Ø	13	-	100	2	Ø	13	-	200
Tepi 40/60	2	Ø	13	-	50	2	Ø	13	-	250
Ramp 35/50	2	Ø	13	-	100	2	Ø	13	-	200
Ramp 40/60	2	Ø	13	-	125	2	Ø	13	-	250

Sumber : Hasil Analisis, 2019

Tabel 10. Tulangan Torsi Balok

Arah	Torsi Longitudinal		
Tepi 35/50	2	D	28
Tepi 40/60	2	D	28

Sumber : Hasil Analisis, 2019

• Perencanaan Kolom (SNI 2847:2013)

Perencanaan kolom terdiri dari kolom interior dan eksterior dimana dimensi setiap kolom mengalami pengecilan per 3 lantai. Rekapitulasi penulangan kolom terdapat pada Tabel 11.

Tabel 11. Tulangan Kolom

KOLOM	Dimensi		Tul. Longitudinal			Tulangan Sengkang di luar lo				Tulangan Sengkang daerah lo					
	B	H													
KILT 1-3	1000	1000	16	D	32	2	Ø	16	-	200	4	Ø	19	-	100
KILT 4-6	800	800	16	D	28	2	Ø	16	-	200	3	Ø	19	-	100
KILT 7-9	600	600	16	D	28	2	Ø	16	-	200	3	Ø	19	-	100
KE LT 1-3	900	900	16	D	28	2	Ø	13	-	200	4	Ø	19	-	100
KE LT 4-6	700	700	16	D	25	2	Ø	13	-	200	3	Ø	19	-	100
KE LT 7-9	600	600	16	D	25	2	Ø	13	-	200	3	Ø	19	-	100

Sumber : Hasil Analisis, 2019

• Perencanaan Dinding Geser (SNI 2847:2013)

Desain dinding geser digunakan untuk area lift dan dinding pembatas sebagai dinding struktural. Dimensi dinding memiliki tebal 350 mm dengan tulangan yang terdapat pada Tabel 12.

Tabel 12. Tulangan Dinding Geser

Arah	Tulangan H-V						Elemen Pembatas				
	Horizontal			Vertikal			Tulangan P-M				
Lift Penunjang	D	19	-	450	D	13	-	400	16	D	25
Lift Utama	D	19	-	300	D	13	-	300	16	D	25

Arah	Tulangan H-V								Elemen Pembatas			
	Horizontal				Vertikal				Tulangan P-M			
Dinding Pembatas	D	19	-	450	D	13	-	400	22	D	28	

Sumber : Hasil Analisis, 2019

4. Kesimpulan

Gedung GPK yang memiliki tinggi 29,95 m dimodifikasi dari sistem struktur konvensional menjadi struktur *flat slab* sehingga didapatkan perubahan jumlah lantai yang semula 8 lantai menjadi 9 lantai dimana respons struktur terhadap beban lateral memenuhi syarat. Hasil modifikasi didapatkan tebal pelat untuk lantai 1-9 sebesar 250 mm dengan dimensi *drop panel* sebesar 100 mm dan *shear wall* tebal 350 mm untuk area *lift* dan dinding pembatas.

Referensi

- American Society of Civil Engineers. (2002). *Minimum Design Loads for Buildings and Others Structures*. Virginia: American Society of Civil Engineers.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 1726:2013 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non Gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *SNI 1727:2013 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: BSN.
- Badan Standar Nasional. (2015). *SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Schueller, W. (1989). *Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi*. Bandung: PT. Bresco.
- Wang, C. K., Salmon, C., & Harianja, B. (1992). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Penerbit Erlangga.