

PERENCANAAN GEDUNG PARKIR MOBIL TERMINAL DOMESTIK DI BANDAR UDARA I GUSTI NGURAH RAI BALI

Friska Mandasari⁽¹⁾, Oka Fatra⁽²⁾, Djoko Priambodo⁽³⁾

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug

Abstrak: Desain area parkir mobil di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai tidak dapat menampung keseluruhan jumlah kendaraan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka diperlukan pembangunan area gedung parkir mobil di terminal domestik. Rencana pembangunan gedung parkir dengan luas 6.656 m², desain sudut parkir 90°, bangunan berstruktur beton bertulang dan terdiri dari dua lantai. Dimensi balok sebesar 650 mm x 500 mm, dimensi kolom 500 mm x 500 mm dan ketebalan plat 200 mm. Pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang dengan kedalaman 6 m dan dimensi 450 mm x 450 mm. Gedung parkir dapat menampung kendaraan roda empat sebanyak 763 kendaraan pada tahun 2027. Dalam merencanakan gedung parkir mobil, digunakan data diantaranya hasil *sondir* tanah, jumlah penumpang domestik pada waktu sibuk. Analisa perhitungan dengan menggunakan aplikasi desain dan struktur SAP2000 Versi20.

Kata Kunci : Penulangan Struktur, Penumpang Domestik dan Analisa Pembebanan

Abstract: *The design of the car parking area at I Gusti Ngurah Rai Airport cannot accommodate the total number of vehicles. To overcome this problem, it is necessary to build a car park building area in the domestic terminal. Plans for the construction of a parking building with an area of 6,656 m², the design of a 90 ° parking angle, a building with a reinforced concrete structure and consisting of two floors. The beam dimensions are 650 mm x 500 mm, column dimensions are 500 mm x 500 mm and plate thickness is 200 mm. The foundation used is a pile foundation with a depth of 6 m and dimensions of 450 mm x 450 mm. The parking building can accommodate four-wheeled vehicles as many as 763 vehicles in 2027. In planning car parking buildings, data are used including the results of land *sundir*, the number of domestic passengers at busy times. Analysis of calculations using the application design and structure of SAP2000 Version20.*

Keywords: *Structural Reinforcement, Domestic Passenger and Load Analysis.*

Pendahuluan

Desain area parkir di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali tidak dapat menampung keseluruhan jumlah kendaraan, sehingga dibutuhkan perluasan area parkir. Pembangunan gedung parkir menjadi salah satu solusi dari permasalahan tersebut. Dalam perencanaan gedung parkir digunakan data *sondir* tanah dan jumlah penumpang domestik pada waktu sibuk.

Metode yang digunakan dalam perhitungan yaitu penggunaan aplikasi SAP 2000, SNI 03-2847-2002, SNI 03-1727-2013 dan SKEP Dirjen Darat No 272/HK.105/DRJD/96

Tinjauan Pustaka

Pengertian Parkir

Parkir adalah keadaan tidak bergerak suatu kendaraan yang bersifat sementara karena ditinggalkan oleh pengemudinya.

Satuan Ruang Parkir

Satuan Ruang Parkir (SRP) adalah ukuran luas efektif untuk meletakkan kendaraan, termasuk ruang bebas dan lebar bukaan pintu.

No.	Jenis Kendaraan	Satuan Ruang Parkir (m ²)
1.	a. Mobil penumpang untuk golongan I	2,30 x 5,00
	b. Mobil penumpang untuk golongan II	2,50 x 5,00
	c. Mobil penumpang untuk golongan III	3,00 x 5,00
2.	Bus/truk	3,40 x 12,50
3.	Sepeda motor	0,75 x 2,00

Peruntukan	Satuan (SRP Untuk Mobil Penumpang)	Kebutuhan Ruang Parkir
Pusat Perdagangan	• Pertokoan	SRP: 100m ² luas lantai efektif 3,5 - 7,5
	• Pasar Swalayan	SRP: 100m ² luas lantai efektif 3,5 - 7,5
	• Pasar	SRP: 100m ² luas lantai efektif 3,5 - 7,5
Pusat Perkantoran	• Pelayanan bukan umum	SRP: 100m ² luas lantai efektif 1,5 - 3,5
	• Pelayanan umum	SRP: 100m ² luas lantai efektif 1,5 - 3,5
Sekolah	SRP: Mahasiswa	0,7 - 1,0
Hotel/Tempat Penginapan	SRP: Kamar	0,2 - 1,0
Rumah Sakit	SRP: Tempat Tidur	0,2 - 1,3
Bioskop	SRP: Tempat Duduk	1,0 - 0,4

Perhitungan luas area parkir

Perhitungan area parkir berdasarkan SKEP Dirjen Darat No 272/HK.105/DRJD/96 yaitu satuan ruang parkir yang telah ditentukan, luas area terminal pada tahun rencana dan koefisien kebutuhan ruang parkir kendaraan.

Sirkulasi Parkir

Sirkulasi area parkir direncanakan arus kendaraan satu arah agar kendaraan yang masuk, yang akan parkir dan kendaraan keluar menjadi lancar sehingga memudahkan dalam pengaturan perparkiran. Desain sirkulasi parkir terdiri atas sudut 0°, 45°, 60° dan 90°.

Metode Peramalan Penumpang

(Forecast)

Digunakan metode *regresi linear* dengan rumus :

$$Y = a + bX$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} - (b \frac{\sum X}{n})$$

$$b = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Keterangan :

Y = Jumlah Penumpang Rencana

a,b = Konstanta terhadap nilai korelasi

X = Jumlah Tahun

Peramalan Penumpang Waktu Sibuk

Untuk perhitungan peramalan waktu sibuk digunakan metode *Typical Peak Hour Passenger* (TPHP). Untuk mengetahui penumpang waktu sibuk rencana, jumlah penumpang per tahun rencana dikalikan dengan persen TPHP.

Jumlah Penumpang tahun	Persentase TPHP
≥ 30.000.000	0,035
20.000.000 – 29.999.999	0,040
10.000.000 – 19.999.999	0,045
1.000.000 – 9.999.999	0,050
500.000 – 999.999	0,080
100.000 – 499.999	0,130
< 100.000	0,200

Sumber: Ashford, Momeny, and Wright, 2011

Analisa Pembebanan

Pada desain gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap pembebanan yang diakibatkan oleh beberapa beban diantaranya :

- Beban Mati
- Beban Hidup
- Beban Gempa
- Beban Hujan
- Beban Atap
- Beban Angin

Beban tersebut dikombinasikan sesuai dengan aturan SNI 03-1727-2013.

Perencanaan Pelat

Pelat adalah struktur planar kaku yang terbuat dari material monolit dengan tinggi yang kecil dibandingkan dengan dimensi-dimensi lainnya.

$$h \geq \frac{Ln \left[0,8 + \frac{fy}{1500} \right]}{(36 + 9\beta)}$$

Keterangan :

Ln = panjang bentang bersih pelat setelah dikurangi tebal balok(cm)

Fy = tegangan leleh baja untuk pelat

h = tebal pelat

$\beta = (Ln \text{ memanjang (cm)}) / (Ln \text{ melintang (cm)})$

$\beta < 2$, maka menggunakan pelat dua arah

$\beta > 2$ maka menggunakan pelat satu arah.

Untuk perhitungan penulangan pelat digunakan rumus sebagai berikut:

$$Mtx: 0,001 \times qLx^2 \times X$$

$$Mly: 0,001 \times qLy^2 \times X$$

$$Mty: 0,001 \times qLx^2 \times X$$

Keterangan :

Lx = panjang pelat arah X

q = beban

X = koefisien

Koefisien X	Ukuran Pelat (8m x 8m)	Ukuran Pelat (8m x 4m)
Jenis Plat II		
Mtx	36	62
Mly	36	35
Mty	36	35

Perencanaan Kolom

Kolom yang digunakan adalah kolom dengan bentuk persegi, dimana digunakan rumus sebagai berikut:

$$I \text{ balok} = 1 / 12 \times b \times h^3$$

$$I \text{ Kolom} = L \text{ kolom} \times I \text{ balok}$$

L balok

dimensi yang digunakan b=h

$$I \text{ Kolom} = 1 / 12 \times h \times h \times h^3$$

$$h = \sqrt[4]{h}$$

Perhitungan penulangan kolom didasarkan atas perhitungan aplikasi SAP 2000.

Perencanaan Balok

Bedasarkan ruang lingkup yang ada, semua balok yang digunakan merupakan balok induk dan tidak ada balok anak. Menurut SNI 2847-2013 Tabel 9.5, Lebar balok (b) dan tinggi

balok (h) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$h = L/12 \times 0,4 + f_y/700$$

$$b = 1/2 \times h + 2/3 \times h$$

Persyaratan untuk perencanaan balok menggunakan SRPMM (SNI 2847-2013 pasal 21.3.4.1) adalah :

- Kekuatan momen positif $\geq 1/3$ kekuatan momen negatif
- Kekuatan momen negatif $\geq 1/5$ Momen maksimal
- Kekuatan momen positif $\geq 1/5$ Momen maksimal

Perencanaan Pondasi

Pondasi tiang pancang dipergunakan untuk bangunan apabila tanah dasar di bawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan. Syarat penggunaan tiang pancang adalah:

$$D > 4 \text{ sampai } 5B$$

Keterangan:

D = Kedalaman

B = Lebar

Perhitungan nilai daya dukung tiang pancang yaitu:

P = Daya dukung tiang pancang ijin (kg)

Qc = Nilai konus (kg/cm²)

Ap = Luas penampang tiang pancang (cm²)

Ka = Keliling penampang tiang (cm)

JHL = Jumlah hambatan lekat

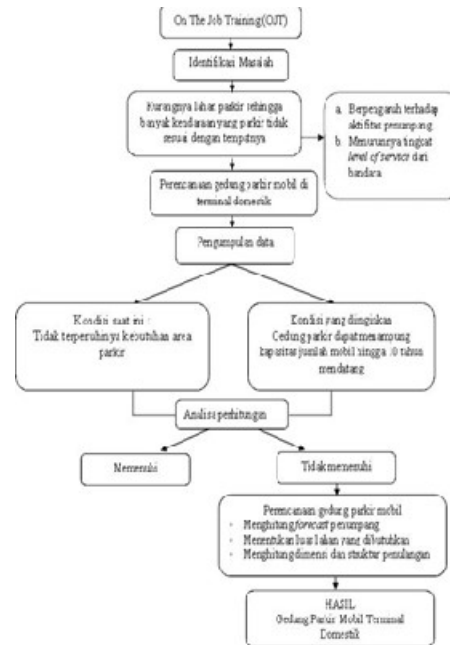
SF = Safety factor (3 dan 5)

Aplikasi SAP 2000

Program Aplikasi SAP 2000 berfungsi untuk menghitung analisa

pembebanan dan konstruksi dari bangunan yang direncanakan.

Metodologi Penelitian



Hasil dan Pembahasan

Data Existing

Jumlah Penumpang Domestik Tahun 2007-2017

Tahun	Jumlah Penumpang Domestik	Pertumbuhan Penumpang
2007	3.952.661	
2008	4.237.591	7,21%
2009	4.644.754	9,61%
2010	5.420.198	16,70%
2011	6.594.830	21,67%
2012	7.704.020	16,82%
2013	8.658.711	12,39%
2014	9.037.356	4,37%
2015	8.567.581	-5,20%
2016	10.024.341	17,00%
2017	10.056.509	0,32%
Rata-Rata Peningkatan		10%

Jumlah Penumpang Domestik pada Waktu Sibuk Tahun 2007-2017

Tahun	Jumlah Penumpang Waktu Sibuk
2007	2.605
2008	2.980
2009	2.723
2010	3.313
2011	3.495
2012	3.306
2013	3.567
2014	3.902
2015	4.172
2016	4.793
2017	4.293

Perhitungan Data Existing

Perhitungan Peramalan Jumlah Penumpang

Tahun	A	b	X	Forecast Penumpang (Y = a + bx)
2018	3.096.255	679.380,2	12	11.248.817
2019	3.096.255	679.380,2	13	11.928.198
2020	3.096.255	679.380,2	14	12.607.578
2021	3.096.255	679.380,2	15	13.286.958
2022	3.096.255	679.380,2	16	13.966.338
2023	3.096.255	679.380,2	17	14.645.718
2024	3.096.255	679.380,2	18	15.325.099
2025	3.096.255	679.380,2	19	16.004.479
2026	3.096.255	679.380,2	20	16.683.859
2027	3.096.255	679.380,2	21	17.363.239

Perhitungan Peramalan Penumpang Waktu Sibuk

Nilai prosentase TPHP (*Typical Peak Hour Passanger*) dikali dengan jumlah penumpang waktu sibuk pada tahun rencana

$$0,0045\% \times 17.363.239 = 7813$$

Perhitungan Luas Lahan Parkir

Berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat No.272/HK.105/DRJD/96 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan

Fasilitas Parkir. Dalam merencanakan gedung parkir, diperlukan data luas terminal domestik untuk menentukan Satuan Ruang Parkir (SRP), kemudian hasil dari SRP akan dikalikan dengan koefisien kebutuhan ruang parkir menurut aturan. Perhitungan luas parkir yaitu:

Luas lahan yang tersedia:

$$64 \text{ m} \times 104 \text{ m} = 6656 \text{ m}^2$$

Luas Terminal Domestik (2027) sesuai aturan SKEP/ 347/ XII/ 1999 yaitu:

$$17 \text{ m}^2 \times 7813 = 132.829 \text{ m}^2$$

Perhitungan Kebutuhan area parkir yaitu

$$SRP = \frac{\text{Luas Terminal}}{100 \text{ m}^2}$$

$$SRP = \frac{132.829}{100 \text{ m}^2}$$

$$SRP = 1328$$

$$SRP \times \text{Koefisien} \rightarrow 1328 \times 7,5 = 9962$$

$$\frac{\text{Kebutuhan Ruang Parkir}}{\text{Luas Lahan}} = \frac{9962}{6656} = 1,5 \approx 2$$

Dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa dibutuhkan tingkatan gedung parkir sebanyak 2 (dua) lantai.

Perhitungan Pembebanan

Beban yang diperhitungkan dalam desain bangunan gedung parkir menggunakan kombinasi beban terfaktor terencana sehingga aman untuk digunakan. Kombinasi beban:

- 1,4 D
- 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr atau S atau R)
- 1,2 D + 1,6 (Lr atau S atau R) + (L atau 0,5 W)

- $1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- $1,2 D + 1,0 E + L + 0,2S$
- $0,6 D + 1,0 W$
- $0,9 D + 1,0 E$

Keterangan:

D = Beban Mati (1905 kg/m²)

L = Beban Hidup (196 kg/m²)

L_r = Beban Atap (1,92)

R = Beban Hujan (0,936 kN/m²)

S = Beban Salju

W = Beban Angin (4 kg/m²)

E = Beban Gempa (352 kg/m²)

Perhitungan Dimensi Balok, Kolom dan Pelat

Untuk mendapatkan nilai dimensi kolom dan balok maka perlu adanya preliminary test/rancangan desain yang kemudian diaplikasikan dalam aplikasi SAP2000. Hal ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan bangunan rencana.

Balok

BALOK					
L _{span} balok	=	800	cm		
h	=	L	x	0,4	+ fy
		12			700
	=	800	x	0,4	+ 410
		12			700
	=	65	cm	=	65 cm
b	=	1	x	h	2 x h
		2			3
	=	1	x	65,00	2 x 65,00
		2			3
	=	33	cm		44 cm
b	=	50	cm		
dimensi yang digunakan 65-50					

Balok memiliki ukuran panjang 65 cm dan lebar 50 cm

Kolom

KOLOM					
Dimensi balok :					
L _{span} balok	=	800	cm	45	x 65
I balok	=	1 / 12	x b x h ³		
	=	1 / 12	x 45 x 65 ³		
	=	1029843,75	cm ⁴		
L kolom	=	300	cm		
I Kolom	=	L kolom x I balok			
	=	L balok			
	=	300	x	1029843,75	
	=	308983125	cm ⁴		
Direncanakan kolom b = h					
I Kolom	=	1 / 12	x h x h ³		
308983125	=	1 / 12	x h ⁴		
h ⁴	=	4634297			
h	=	46,4	cm	=	50 cm
dimensi yang digunakan 50-50					

Kolom berbentuk persegi dengan ukuran 50 cm x 50 cm

Pelat

$$h \leq \frac{In (0,8 + \frac{fy}{1500})}{36 + 9\beta}$$

$$h \leq \frac{800 (0,8 + \frac{410}{1500})}{36 + 9 \frac{800}{800}}$$

$$h \leq 19 \text{ cm}$$

Untuk perhitungan plat ketebalan minimum dalam batas aman 19cm, sehingga dalam proses pembuatan kontruksi digunakan plat setebal **20 cm**.

Perhitungan Penulangan Balok

Setelah dilakukan pemodelan struktur gedung parker pada SAP 2000, maka selanjutnya akan dilakukan pengecekan jumlah tulangan yang dibutuhkan oleh balok dengan menggunakan SAP 2000. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan oleh SAP 2000, setiap balok akan membutuhkan luas tulangan yang berbeda - beda. Sehingga untuk memudahkan

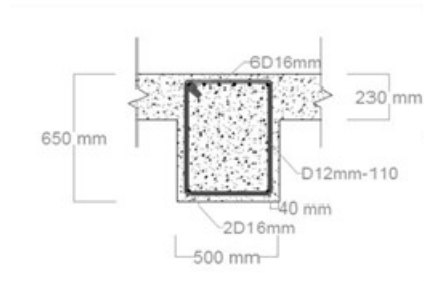
pengerjaan, penulangan balok dibuat *typically*.

Tulangan Lentur

- Bagian Tumpuan (200 mm)
- Diameter: 16 mm
- Jumlah Tulangan Atas: 2 buah
- Jumlah Tulangan Bawah: 6 buah

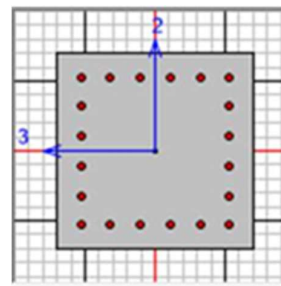
Tulangan Geser Tumpuan

- Diameter: 12 mm
- Jarak antar tulangan: 110mm



penulangan dimensi kolom pada aplikasi SAP 2000. Kemudian didapatkan nilai untuk menahan kekuatan bangunan yaitu:

- Tulangan Lentur (*Longitudinal Bars*) dengan diameter tulangan 16mm berjumlah 6 buah
- Tulangan Geser (*Confinement Bars*) dengan diameter tulangan 12mm dengan jarak antar tulangan 150 mm
- Selimut beton tebal 40 mm

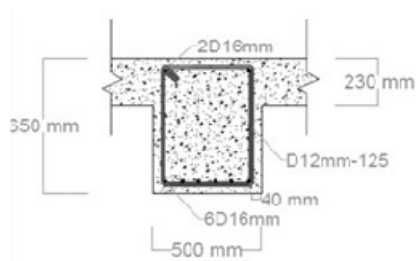
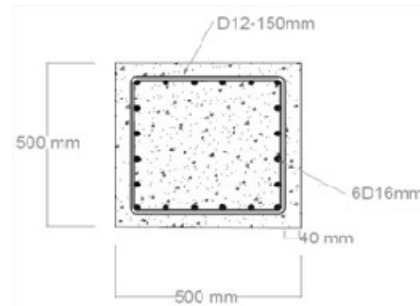


Tulangan Lentur

- Bagian Lapangan (400mm)
- Diameter: 16 mm
- Jumlah Tulangan Atas: 6 buah
- Jumlah Tulangan Bawah: 2 buah

Tulangan Geser Lapangan

- Diameter: 12 mm
- Jarak antar tulangan: 125mm



Perhitungan Penulangan Pelat

Pada desain penulangan pelat dibedakan menjadi 2 jenis berdasarkan dimensinya, yaitu pelat berukuran (8000mm x 8000mm) dan pelat berukuran (8000mm x 4000mm).

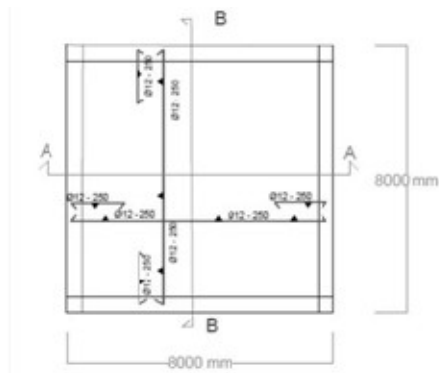
Perhitungan untuk kedua jenis pelat tersebut dilakukan dengan menggunakan analisis yang sama. Setelah dibedakan berdasarkan dimensinya, maka pelat akan dibedakan lagi berdasarkan bagian

Perhitungan Penulangan Kolom
 Dalam tahap preliminary desain, dilakukan trial and error terhadap

pelat yang terjepit (kondisi atau letak pelat). Pengelompokan pelat tersebut didasarkan dengan menggunakan metode PBI.

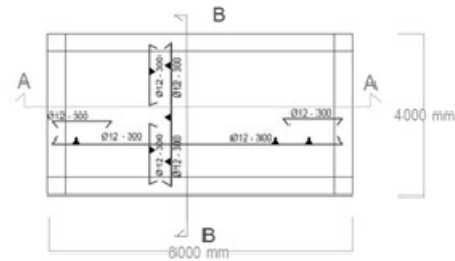
Pelat 8000 mm x 8000 mm

- As minimum: 391 mm
- Kebutuhan Tulangan: $\phi 12$ mm dan jarak tulangan 250 mm luas 452 mm



Pelat 8000 mm x 4000 mm

- As minimum: 288 mm
- Kebutuhan Tulangan: $\phi 12$ mm dan jarak tulangan 300 mm luas 452 mm



Perhitungan Pondasi

Dalam penggunaan pondasi untuk gedung rencana, dipilih pondasi tiang pancang. Perhitungan Daya dukung tiang pancang berdasarkan data sondir (DCP/Dutch Cone Penetration Test).

Untuk perhitungan daya dukung ijin tiang pancang maka digunakan perhitungan sebagai berikut:

$$P = \frac{q_c \times A_p}{3} + \frac{JHL \times K_a}{5}$$

$$P = \frac{48 \times (3,14 \times \frac{1}{4} \times 0,45^2)}{3} + \frac{324 \times (3,14 \times 0,45 \times 6)}{5}$$

$$P = \frac{48 \times 0,16}{3} + \frac{324 \times 8,5}{5}$$

$$P = 3 + 551$$

$$P = 554 \text{ kg}$$

Keterangan :

- q_c (Konus) = 48 kg/cm²
- Jumlah Hambatan Lekat = 324 kg/cm
- Tinggi Tiang = 6 m
- Diameter tiang pancang = 0,45 m

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan peramalan jumlah penumpang domestik waktu sibuk pada tahun rencana (2027) didapatkan dari presentase dengan metode Typical Peak Hour Passenger (TPHP) sebanyak 7813 orang dan total gedung parker rencana menurut Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat No. 272/HK.105/DRJD/96 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir seluas 6656 m².
2. Nilai Satuan Ruang Parkir (SRP) sebesar 1328 dan nilai koefisien parkir 7,5 sehingga menurut perhitungan didapatkan tingkatan gedung parkir sebanyak 2 (dua) lantai dengan desain sudut parkir 90°.

3. Analisa hasil konstruksi menggunakan aplikasi SAP 2000 Versi 20 dengan hasil perhitungan penulangan balok dimensi 650x500 mm memiliki diameter tulangan lentur 16 mm dan tulangan geser 12 mm, penulangan kolom dimensi 500x500mm memiliki diameter tulangan lentur 16mm dan tulangan geser 12mm, penulangan pelat dimensi 800x800 mm memiliki diameter tulangan 12 mm tebal 200mm dan pelat dimensi 800x400 mm memiliki diameter tulangan 12 mm tebal 200mm
4. Pondasi yang digunakan berdasarkan data sondir lapangan adalah pondasi tiang pancang dengan diameter 450 mm dan kedalaman tiang 6 m.
5. Dengan adanya gedung parkir domestik diharapkan flow traffic menjadi lebih teratur dan dapat menampung kapasitas kendaraan roda empat di area yang telah ditentukan.

Saran

Berdasarkan kesimpulan dan hasil analisa diatas disarankan sebagai berikut:

1. Penggunaan sistem otomatis untuk mengetahui area slot parkir yang masih tersedia.
2. Dalam kondisi tertentu dapat dilaksanakan parkir dengan model paralel.
3. Agar konstruksi dapat bertahan dan mencapai umur rencana yang diharapkan, hendaknya dilakukan kegiatan pemeliharaan (*maintenance*) rutin sehingga dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada konstruksi

4. Digunakan tiang pancang dengan bahan baku beton, serta penggunaan *pile cap/poer* agar beban yang diterima oleh kolom dapat terus disebarkan ke pondasi
5. Penggunaan konsep *eco-green* pada area gedung parkir untuk mendukung program *eco-airport*.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03-1726-2002 *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI03-2847-2002 *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. SNI 03-1727-2013 *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Bowles, Joseph E. 1986. *Analisa dan Disain Pondasi Jilid 1*. Diterjemahkan oleh: Pantur Silaban. Jakarta : Erlangga
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 1996. Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat No.272/HK.105/DRJD/96 *Tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir*. Jakarta.
- Horonjeff, Robert. 2010. *Planning and Design of Airport*.
- Republik Indonesia. 2005. SKEP 77/VI/2005, *Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik*

Bandara, Jakarta : Kementrian
Perhubungan Udara.

www.geotek.lipi.go.id

www.bali-airport.com