

STUDI EFISIENSI PENGGUNAAN *FLAT SLAB* DENGAN *DROP PANEL* TERHADAP PELAT KONVENSIONAL PADA GEDUNG 5 LANTAI

Aloysius Hario Widhi Pratomo

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

INTISARI

Flat slab merupakan pelat yang langsung didukung oleh kolom dengan atau tanpa penebalan pelat di atas kolom (*drop panel*).

Pada penelitian ini menggunakan permodelan pelat *flat slab* dua arah dengan *drop panel*. Dalam suatu perencanaan bangunan gedung terdapat faktor-faktor yang harus diperhatikan, beberapa faktor tersebut adalah arsitektur, struktur, dan biaya. Pelat datar (*flat slab*) memiliki beberapa kelebihan pada penggunaan struktur pelat lantai, antara lain fleksibilitas terhadap pengaturan tata letak ruang, instalasi utilitas mekanikal dan elektrikal yang lebih mudah, pelaksanaan konstruksi bekisting dan penulangan yang sederhana, begistingnya lebih sedikit, yang tentunya dari segi biaya menjadi lebih ekonomis, dan untuk kekuatan strukturnya dapat diberikan penebalan (*drop panel*) pada sekitar kolom penumpunya.

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode portal ekuivalen didapatkan tebal pelat 170 mm dan tebal *drop panel* 50 mm, dengan 11 tipe *drop panel*, serta didapatkan volume beton pelat konvensional 205,39 m³ dan *flat slab* dengan *drop panel* 162,45 m³, dengan hasil perbandingan kebutuhan beton sebesar 21%, untuk penulangan yang digunakan adalah D16 dan D19.

Flat slab merupakan jenis pelat dua arah, sebaiknya dalam menrencanakan *flat slab* saat menentukan bentang panjang dan lebar pelat haruslah 2, sehingga dalam mendesain pelat tidak menggunakan balok pada interiornya.

Kata Kunci : Flat Slab, Drop Panel

ABSTRACT

Flat slab is a plate that is directly supported by columns with or without plate thickening above the column (*drop panel*).

In this study using two way *flat slab* plate modeling with *drop panel*. In a building planning there are factors that must be considered, some of these factors are architecture, structure, and costs. *Flat slab* has several advantages in the use of floor plate structures, including flexibility in adjusting space layout, easier mechanical and electrical utility installations, simple formwork and reinforcement construction, fewer forms, of course in terms of cost. become more economical, and for the strength of the structure can be given a thickening (*drop panel*) around the stacking column.

From the calculation using the equivalent portal method, the plate thickness is 170 mm and the thickness of the panel drop is 50 mm, with 11 types of *drop panel*, and the volume of conventional slab concrete 205.39 m³ and *flat slab* with 162.45 m³ *drop panel*. concrete needs by 21%, for reinforcement used are D16 and D19.

Flat slab is a type of two-way plate, preferably in planning a *flat slab* when determining the length and width of the plate must be 2, so that in designing the plates do not use beams in the interior.

Keywords: Flat Slab, Drop Panel

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pelat konvensional umumnya tersusun atas komponen pelat lantai, balok dan kolom sedang menurut SNI847:2013. Terdapat pelat lain selain pelat konvensional, yaitu pelat yang langsung didukung oleh kolom dengan atau tanpa penebalan pelat di atas kolom (*drop panel*) yang dikenal dengan *flat slab*, selain itu terdapat 2 jenis pelat yang juga dikenal beberapa sistem yang umum digunakan dalam perencanaan, sistem tersebut adalah *rib slab* dan *waffle slab* (Erviyanto dkk, 2012).

Pada penelitian ini menggunakan permodelan pelat *flat slab* dua arah dengan *drop panel*. Dalam suatu perencanaan bangunan gedung terdapat faktor-faktor yang harus diperhatikan, beberapa faktor tersebut adalah arsitektur, struktur, dan biaya. Pelat datar (*flat slab*) memiliki beberapa kelebihan pada penggunaan struktur pelat lantai, antara lain fleksibilitas terhadap pengaturan tata letak ruang, instalasi utilitas mekanikal dan elektrikal yang lebih mudah, pelaksanaan konstruksi bekisting dan penulangan yang sederhana, begistingnya lebih sedikit, yang tentunya dari segi biaya menjadi lebih ekonomis, dan untuk kekuatan strukturnya dapat diberikan penebalan (*drop panel*) pada sekitar kolom penumpunya.

Dalam perencanaan *flat slab* dengan *drop panel* pada penelitian ini, menggunakan metode portal ekuivalen, mengacu pada syarat beton bertulang SNI 03-2847-2013, pembebanan SNI 1727-2013.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun pun beberapa rumusan masalah yang terdapat dalam tugas akhir ini, antara lain :

1. Bagaimana cara menentukan dimensi *flat slab* dengan *drop panel* menggunakan metode portal ekuivalen?
2. Bagaimana hasil perbandingan kebutuhan material beton antara *flat slab* dengan

drop panel dan pelat konvensional?

1.3. Batasan Masalah

Mengingat luasnya ruang lingkup dan permasalahan serta karena keterbatasan pengetahuan penulis, maka perlu dibuat batasan masalah yang nantinya akan dijadikan pembahasan.

Dalam tugas akhir ini terdapat batasan masalah yang nantinya akan dijadikan pembahasan, antara lain :

1. Syarat beton bertulang menggunakan SNI 03-2847-2013.
2. Data pembebanan menggunakan SNI 1727-2013.
3. Dilakukan modifikasi pada komponen struktur
4. Tidak menganalisa kolom.
5. Tidak menghitung perbandingan biayanya.

1.4. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian tugas akhir ini, yaitu untuk mengetahui efisiensi penggunaan material terhadap *flat slab* dengan *drop panel* terhadap pelat konvensional pada suatu bangunan gedung.

Dalam penelitian ini memiliki beberapa tujuan, yang nantinya akan menjadi kesimpulan-kesimpulan yang akan diperoleh dalam penelitian ini, antara lain sebagai berikut :

1. Mengetahui dimensi *flat slab* dengan *drop panel* menggunakan metode portal ekuivalen.
2. Mengetahui hasil perbandingan kebutuhan material antara beton *flat slab* dengan *drop panel* dan pelat konvensional.

1.5. Manfaat Penelitian

Diharapkan dengan adanya penelitian ini nantinya akan memiliki beberapa manfaat, antara lain :

1. Dapat memberikan pemahaman untuk perencanaan *flat slab* dengan metode portal ekuivalen.
2. Dapat mengetahui hasil perbandingan kebutuhan material beton *flat slab* dengan *drop panel* dibandingkan pelat konvensional.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pelat Beton Bertulang

Plat beton bertulang adalah struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. (Asroni, 2014:16)

Pada umumnya pelat beton bertulang diklasifikasikan dalam pelat satu-arah (*one way slab*) dan pelat dua-arah (*two way slab*).

2.2. Sistem Pelat Beton Bertulang

Terdapat beberapa sistem pelat beton bertulang berdasarkan sistem tumpuan dan sistem penulangannya.

Berdasarkan sistem tumpuannya pelat beton bertulang terdapat beberapa jenis sistem pelat beton bertulang yang banyak digunakan pada konstruksi, yaitu sistem lantai *flat slab*, sistem lantai grid (*waffle system*), sistem pelat konvensional.

Berdasarkan sistem penulangannya pelat beton bertulang dibedakan menjadi dua jenis, yaitu pelat satu arah (*one way slab*) dan pelat dua arah (*two way slab*).

2.3. Perencanaan Pelat Beton Bertulang

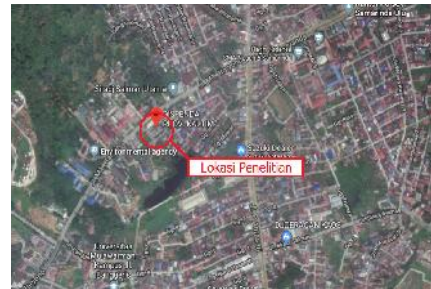
Dalam merencanakan suatu pelat beton bertulang terdapat langkah-langkahnya, antara lain sebagai berikut :

1. Menentukan tebal minimum pelat (h)
2. Menentukan momen-momen yang bekerja
3. Menghitung ρ_b , ρ_{max} , ρ_{min} dan menghitung ρ
4. Menentukan tinggi manfaat (d)
5. Menentukan luas tulangan (A_s) arah x dan y.
6. Kontrol lendutan pelat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian tugas akhir ini berlokasi di jl. M.T. Haryono, kelurahan Air Putih, kecamatan Samarinda Ulu, kota Samarinda, provinsi Kalimantan Timur.



Gambar 3.1. Lokasi penelitian

3.2. Populasi dan Sampel

Gedung Dinas Pendapatan Daerah (DISPENDA) provinsi Kalimantan Timur merupakan gedung bertingkat 5 lantai, gedung ini berfungsi sebagai gedung kantor yang memiliki total panjang 40 m, lebar 26 m, total tinggi 31,3 m dari lantai 1 sampai dengan atap dak.

Konstruksi gedung ini menggunakan poerplat, batu gunung, site pile 40x40 cm, dan ulin 10x10 cm sebagai struktur bawahnya, untuk struktur atasnya menggunakan kolom, balok, pelat lantai dengan tebal 12 cm, dan pelat atap beton bertulang dengan tebal 12 cm.

Pada kolom bangunan ini menggunakan dua jenis kolom yaitu kolom persegi dan kolom pipih, sedangkan pada pelat lantainya menggunakan sistem pelat konvensional karena menggunakan pelat lantai dengan tumpuan menggunakan balok beton bertulang, dan untuk pembatas antar ruangnya menggunakan dinding bata merah dan partisi.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, dimana didalam data sekunder tersebut adalah gambar kerja yang berupa denah arsitek, gambar denah struktur balok dan pelat lantai beton bertulang, karena dalam penelitian ini hanya melakukan studi pada pelat konvensional saja. Adapun untuk data-data pembebanan menggunakan pedoman SNI 1727-2013, serta data-data syarat beton bertulang menggunakan SNI 03-2847-2013.

3.4. Teknik Analisis Data

Penelitian ini penelitian ini dibantu dengan menggunakan metode portal ekivalen adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini :

1. Pengumpulan data berupa data denah struktur dan detail komponen struktur
2. Menghitung pembebanan
3. Merencanakan ukuran pelat dengan metode portal ekivalen
4. Menghitung momen statis total berfaktor
5. Menghitung distribusi momen M_0 diarah longitudinal
6. Menghitung persentase momen arah longitudinal ke jalur kolom
7. Menghitung tulangan lentur
8. Menertukan desain rancangan
9. Menghitung kebutuhan material beton pelat konvensional
10. Menghitung kebutuhan material beton *flat slab* dengan *drop panel*
11. Menghitung perbandingan kebutuhan material kebutuhan beton.

3.5. Waktu Penelitian

Untuk penyelesaian penelitian ini, langkah-langkah yang dilakukan antara lain seperti melakukan persiapan, berupa mengumpulkan jurnal-jurnal dan literatur yang terkait dengan judul penelitian, lalu melakukan penyusunan proposal, seminar 1, pengumpulan data, analisis data, penulisan laporan, persiapan pendadaran, hingga akhirnya pendadaran. Berikutbel adalah tabel waktu penelitan untuk menyelesaikan penelitian ini.

Tabel 3.1. Waktu penelitian

No	Kegiatan	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
1	Persiapan					
2	Pengantar proposal					
3	Siapkan proposal					
4	Pengumpulan data					
5	Analisis data					
6	Penulisan laporan					
7	Seminar hasil					
8	Persiapan pendadaran					
9	Pendadaran					

Sumber : Penelitian 2018

3.6. Rencana Anggaran Biaya Penelitian

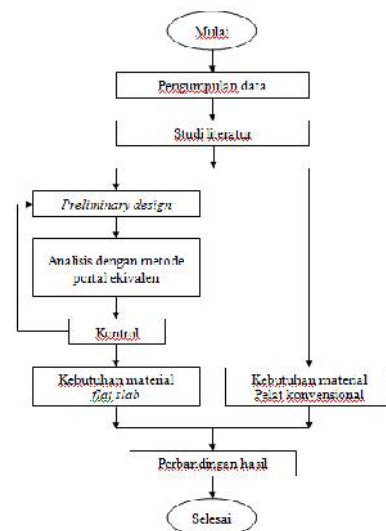
Penelitian ini bukanlah penelitian yang bersifat eksperimental, modeling atau jenis lain yang membutuhkan instrumen dan material, maka dalam penelitian ini tidak mencantumkan rencana anggaran biayanya yang akan digunakan dalam penelitian ini.

3.7. Desain Penelitian

Dalam penelitian ini akan menggunakan *flat slab* dengan *drop panel* untuk sebagai studi alternatif pada pelat konvensional, dimana *drop panel* berfungsi sebagai pengganti balok-balok beton bertulang yang ada pada pelat konvensional. Untuk perhitungan pelatnya menggunakan sistem pelat dua arah (*two way slab*), dan untuk menentukan dimensi *flat slab* dengan *drop panel* berpedoman pada pasal 9.2.3 SNI 03-2847-2013, menggunakan metode portal ekivalen.

3.8. Bagan Alur Penelitian

Adapun bagan alur penelitian untuk menjadi gambaran langkah-langkah dalam penelitian ini, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.2. Bagan alur penelitian

BAB IV.

PEMBAHASAN

4.1. Data-Data Konstruksi

Adapun data-data konstruksi yang ada pada kondisi existing berupa pelat konvensional, antara lain sebagai berikut :

1. Sloof
 - Sloof tipe 1 (S1) = 40x80 cm
 - Sloof tipe 2 (S2) = 30x60 cm
 - Sloof tipe 3 (S3) = 30x40 cm
 - Sloof tipe 4 (S4) = 20x30 cm
2. Balok
 - Balok tipe 1 (B1) = 40x90 cm
 - Balok tipe 2 (B2) = 30x60 cm

- Balok tipe 3 (B3) = 30x40 cm
 - Balok tipe 4 (B4) = 20x30 cm
3. Kolom
- Kolom tipe 1 (K1) = 40x90 cm
 - Kolom tipe 2 (K2) = 30x60 cm
 - Kolom tipe 3 (K3) = 30x40 cm
 - Kolom tipe 4 (K4) = 20x30 cm
4. Pelat beton bertulang
- Pelat lantai = 12 cm
 - Pelat atap = 12 cm

4.2. Analisa Struktur Metode Portal Ekuivalen

Analisa struktur metode portal ekuivalen merupakan suatu bentuk metode yang jauh lebih detail yang melibatkan beberapa siklus distribusi momen normal. Metode portal ekuivalen akan mendistribusikan momen pelat untuk dapat ditahan oleh masing-masing strip kolom dan strip tengah, dan pada metode ini perhitungan nilai momen statis berfaktor total (M_o) sangatlah berpengaruh terhadap nilai kekakuan dari propertis struktur

4.2.1. Data Analisa Struktur

Untuk data analisa struktur yang akan di gunakan, antara lain sebagai berikut :

1. Nama gedung :
DISPENDA
Provinsi Kalimantan Timur
2. Fungsi gedung :
Kantor
3. Mutu beton :
K-300 = 30 MPa
 $E_c = 25743$
4. Mutu baja :
U-240 = 240 MPa
5. Jumlah lantai :
5 lantai
6. Tinggi per lantai :
- Lantai 1 = 5,00 m
- Lantai 2 = 6,40 m
- Lantai 3 = 5,00 m
- Lantai 4 = 5,00 m
- Lantai 5 = 5,00 m
7. Tinggi bangunan :
21,40 m
8. Struktur lantai :
Flat slab dengan drop panel
9. Rencanana bahan :
Beton bertulang.

4.2.2. Pembebanan Pelat

- Beban mati = 6,49 kN/m²
- Beban hidup = 240 kg/m²
- Beban terfaktor = 1178,4 kg/ m²

4.2.3. Perencanaan Tebal Pelat Dengan Metode Portal Ekuivalen

Tebal pelat = 170 mm

4.2.4. Perhitungan Momen Statis Total Berfaktor

Tabel 4.1. Perhitungan momen statis total terfaktor untuk portal 5

Bentang	L ₁ (mm)	L ₂ (mm)	L ₃ (mm)	0,63L ₁ (mm)	W ₁ (Nmm)	M ₁ (Nmm)
A-C	6000	10000	1000	3900	0,0103	20688000
C-D	6000	10000	1000	3900	0,0103	20688000
D-E	6000	10000	4000	4000	0,0104	20688000
E-F	10000	10000	6000	6000	0,0103	20688000
F-G	6000	10000	4000	4000	0,0104	20688000
G-H	6000	10000	1000	3900	0,0103	20688000

Sumber : Perhitungan momen statis total terfaktor

Tabel 4.2. Perhitungan momen statis total terfaktor untuk portal E

Bentang	L ₁ (mm)	L ₂ (mm)	L ₃ (mm)	0,63L ₁ (mm)	W ₁ (Nmm)	M ₁ (Nmm)
1-4	1000	6000	2100	6875	0,0104	91080000
4-5	1000	6000	6600	6000	0,0104	91080000
5-8	5500	6000	2650	3575	0,0103	103920000

Sumber : Perhitungan momen statis total terfaktor

4.2.5. Distribusi Momen M_o Diarah Longitudinal

Tabel 4.3. Distribusi momen M_o diarah longitudinal portal 5

Bentang	M_o (Nmm)	Ket	Faktor	Resultanya
A-C	206880000	M_{11}	0,26M _o	54780800
		M_{12}	0,52M _o	107577600
		M_{13}	0,20M _o	44815000
C-D	206880000	M_{21}	0,26M _o	54447000
		M_{22}	0,55M _o	113785000
		M_{23}	0,19M _o	44812000
D-E	206880000	M_{31}	0,26M _o	54447000
		M_{32}	0,55M _o	113785000
		M_{33}	0,19M _o	44812000
E-F	503220000	M_{41}	0,26M _o	130837200
		M_{42}	0,55M _o	276813600
		M_{43}	0,19M _o	95709600
F-G	206880000	M_{51}	0,26M _o	54447000
		M_{52}	0,55M _o	113785000
		M_{53}	0,19M _o	44812000
F-G	206880000	M_{61}	0,26M _o	54780800
		M_{62}	0,52M _o	107577600
		M_{63}	0,20M _o	44815000

Sumber : Perhitungan distribusi momen M_o

Tabel 4.4. Distribusi momen M_0 diarah longitudinal portal E

Desainag	M_0 (Nmm)	Ket	Faktor	Desainya
1-4	391089780	M_{1c}	0,28M	107685038
		M_{1d}	0,52M	203456956
		M_{1a}	0,73M	279756916
4-3	327938480	M_{2c}	0,28M	91838848
		M_{2d}	0,52M	169600617
		M_{2a}	0,62M	107161115

Sumber : Perhitungan distribusi momen M_0

4.2.6. Persentase Momen Arah Longitudinal Ke Jalur Kolom

Tabel 4.5. Perhitungan momen jalur kolom dan tengah portal 5

Desainag	Notasi	Besarnya Momen Longitudinal (Nmm)	Momen yang Dipikah		Momen yang Dipikah	
			% Jalur Kolom	% Jalur Tengah	% Jalur Tengah	% Jalur Tengah
A-G	M_{1c}	107777600	69	61316586	20	21513530
	M_{1d}	144818000	75	108512000	12,5	18102000
	M_{1a}	134172000	75	100500000	12,5	16899000
C-D	M_{2c}	72165600	69	4941806	20	14181800
	M_{2d}	134472000	75	100554000	12,5	16809000
	M_{2a}	134472000	75	100554000	12,5	16809000
D-E	M_{3c}	72165600	69	4941806	20	14181800
	M_{3d}	134472000	75	100554000	12,5	16809000
	M_{3a}	134472000	75	100554000	12,5	16809000
E-F	M_{4c}	197130780	69	13579188	20	39126158
	M_{4d}	197130780	75	147575015	12,5	24576303
	M_{4a}	134472000	75	100554000	12,5	16809000
F-G	M_{5c}	72165600	69	4941806	20	14181800
	M_{5d}	134472000	75	100554000	12,5	16809000
	M_{5a}	144818000	75	108512000	12,5	18102000
G-H	M_{6c}	107777600	69	64326160	20	21513530
	M_{6d}	134172000	75	100500000	12,5	16899000
	M_{6a}	134172000	75	100500000	12,5	16899000

Sumber : Perhitungan persentase momen arah longitudinal ke arah kolom.

Tabel 4.6. Perhitungan momen jalur kolom dan tengah portal E

Desainag	Notasi	Besarnya Momen Longitudinal (Nmm)	Momen yang Dipikah		Momen yang Dipikah	
			% Jalur Kolom	% Jalur Tengah	% Jalur Tengah	% Jalur Tengah
1-4	M_{1c}	101481000	100	101481000	0	0
	M_{1d}	109562000	69	74097700	20	40672400
	M_{1a}	278736540	75	209112410	12,5	34719560
4-3	M_{2c}	214060010	75	160545000	12,5	26759000
	M_{2d}	118275440	69	80597000	20	23655600
	M_{2a}	215660010	75	164745000	12,5	27457000
5-6	M_{3c}	214060010	75	160545000	12,5	26759000
	M_{3d}	210399970	69	14423590	20	10801900
	M_{3a}	278109970	100	278109970	0	0

Sumber : Perhitungan persentase momen arah longitudinal ke arah kolom.

4.2.7. Perhitungan Tulangan Lentur

Dari perhitungan tebal pelat (h) sebelumnya, didapat :

$$h = 170 \text{ mm}$$

$$dx = 140,5 \text{ mm}$$

$$dy = 121,5 \text{ mm}$$

Adapun data penulangan, bersama persamaan yang digunakan untuk menjadi batasan-batasan penulangan, antara lain sebagai berikut :

$$f'c = 30 \text{ Mpa}$$

$$fy = 240 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{min} = 1/4 \rho_y$$

$$= 1/4 \times 240$$

$$= 0,0058$$

$$b = \frac{0,8 \cdot \beta_1 \cdot f'c}{f} \times \frac{6}{6 + f}$$

$$= ((0,85 \times 1,30) / 240) \times (600 / (600 + 240))$$

$$= 0,071$$

$$\rho_{min} = 0,75 \rho_b$$

$$= 0,75 \times 0,071$$

$$= 0,054$$

$$m = \frac{f}{0,8 \cdot f'c}$$

$$= 240 / (0,85 \times 30)$$

$$= 7,78$$

$$M_n = \frac{M}{\phi}, \text{ dimana } \phi = 0,8$$

$$R_n = \frac{M}{\phi \cdot b \cdot d^2}$$

$$= \frac{1}{m} \left[1 - \frac{2 \cdot m \cdot R}{f} \right]$$

4.2.8. Perhitungan Tulangan Lentur Portal 5 dan E

Tulangan lentur yang digunakan adalah D16 dan D19

4.3. Desain Rancangan

Setelah melalui tahap analisa struktur dengan metode portal ekuivalen, didapatkan modifikasi komponen struktur *flat slab* dengan *drop panel* secara keseluruhan, antara lain sebagai berikut :

1. Tebal *flat slab* adalah 170 mm
2. Terdapat 11 jenis tipe *drop panel* menyesuaikan lokasinya

4.4. Kebutuhan Material

Setelah melalui proses perhitungan volume kebutuhan material beton, didapat kebutuhan material beton pada rekapitulasi kebutuhan material beton untuk lantai 2, antara lain sebagai berikut :

1. Volume beton bertulang pelat konvensional adalah 205,39 m³
2. Volume beton bertulang *flat slab* dengan *drop panel* adalah 162,45 m³

BAB V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain sebagai berikut :

1. Perencanaan flat slab dengan menggunakan metode portal ekuivalen, menghasilkan :
 - 1.) Dimensi tebal *flat slab* 17 cm
 - 2.) Dimensi tebal *drop panel* 5 cm, dengan 11 jenis tipe, menyesuaikan letak posisinya.
 - 3.) Tulangan yang digunakan adalah D16 dan D19
2. Volume kebutuhan beton pelat konvensional adalah 205,39 m³ dan *flat slab* dengan *drop panel* adalah 162,45 m³, sehingga perbandingan kebutuhan betonnya adalah 21%.

5.2. Saran

Adapun saran dalam tugas akhir ini, antara lain sebagai berikut :

1. *Flat slab* merupakan jenis pelat dua arah, sebaiknya dalam merencanakan *flat slab* saat menentukan bentang panjang dan lebar pelat haruslah 2, sehingga dalam mendesain pelat tidak menggunakan balok pada interiornya.
2. Perlu dilakukan studi yang lebih mendalam untuk menghasilkan perencanaan struktur *flat slab* mempertimbangkan faktor teknis, ekonomi, dan estetika.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta : Graha Ilmu
Badan Standarisasi Nasional.
- Tata Cara Perhitungan struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013).
- Badan Standarisasi Nasional. *Tata cara Penghitungan Pembebanan untuk Bangunan Rumah dan Gedung (RSNI 1727-2013)*
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : PT Gramedia More, R.S., and Sawant, V.S. 2015. *Analysus of Flat Slab*.

- International Journal Of Science and Research. Title no. 98-101
- McCormac, Jack C. 2001. *Desain Beton Bertulang Edisi Kelima Jilid 1 dan 2*. Jakarta: Erlangga
- Nawy, Edward G. 1998. *Beton Bertulang (Suatu Pendekatan Dasar)*.