

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME:	NOMER:	HALAMAN:	SURABAYA	ISSN:
	02	02	177 - 185	2017	2252 - 5009

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs. Ir. H. Karyoto, M.S
2. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Ari Widayanti, S.T,M.T
5. Agus Wiyono,S.Pd, M.T
6. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol 2 Nomer 2/rekat/17 (2017)	
PEMANFAATAN BATU APUNG DALAM PEMBUATAN BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN LUMPUR SIDOARJO (LUSI) SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS	
<i>Abdul Ra'uf Alfansuri, Arie Wardhono,</i>	01 – 11
ANALISA SISA MATERIAL DAN PENANGANANNYA PADA PROYEK APARTEMEN ROYAL CITYLOFT SURABAYA	
<i>M. Alfin Ahfiyatna, Didiek Purwadi,</i>	12 – 23
PENGARUH PENYIRAMAN TERHADAP KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS PAVING STONE GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG	
<i>Raditya Eko Kurniawan, Arie Wardhono,</i>	24 – 35
STUDI POLA OPERASI WADUK WONOREJO UNTUK PLTA	
<i>Pandra Christanty Suharto, Kusnan,</i>	36 – 41
ANALISIS NILAI PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PEMASANGAN DINDING PRECAST PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT	
<i>Fani Febri Dewi Utami, Mas Suryanto HS,</i>	42 – 54
PRODUKTIVITAS KELOMPOK KERJA PEMASANGAN BEKISTING DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA PADA PROYEK GEDUNG BERTINGKAT DI WILAYAH SURABAYA	
<i>Rizky Astri Widyawati, Sutikno,</i>	55 – 76
ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA MODEL K-TRUSS	
<i>Ndaru Kusumo, Karyoto,</i>	77 – 86
MODEL HUBUNGAN ANTARA KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR DAN KOMPOSISI LALU LINTAS PADA JALAN PROVINSI DI KABUPATEN MOJOKERTO (Studi Kasus: Jl. Raya Mlirip, Jl. Magersari-Ngares Kidul, Jl. Raya Gempolkerep)	
<i>Rizki Inkasari, Purwo Mahardi,</i>	87 – 97

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH ASBES SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELATISITAS BETON

Liga Triswasono, Sutikno, 98 – 103

PENGOPTIMALAN PEMASANGAN JARAK ANTAR BAUT TERHADAP TERJADINYA *CURLING* PADA SAMBUNGAN PELAT

Hendry Yudha Pranata, Arie Wardhono, 104 – 111

ANALISA PERBANDINGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM) DAN SISTEM GANDA PADA PERENCANAAN ULANG HOTEL ICON GRESIK TERHADAP LUASAN TULANGAN BALOK DAN KOLOM

Yasher Arafat, Sutikno, 112 – 117

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH GAS ASETILEN SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN BATU BATA DITINJAU DARI KUALITAS SESUAI SNI 15-2094-2000

Mohamad Nisfi Fazar Romadhon, Arie Wardhono, 118 – 124

PENGOPTIMALISASIAN PEMASANGAN BAUT PADA TEPI SAMBUNGAN PELAT TARIK

Nurul Burhanudin, Arie Wardhono, 125 – 131

PENGARUH VARIASI BENTANG PANJANG BALOK STRUKTUR BETON TERHADAP KINERJA STRUKTUR DENGAN ANALISIS *PUSHOVER* BERDASARKAN ATC-40 DAN SNI 1726:2012

Mohamad Sahal Rifa'i Chairul Aziz, Arie Wardhono, 132 – 140

PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT GESER MORTAR TANPA SEMEN BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DAN SODIUM HIDROKSIDA 12 MOLAR PADA APLIKASI PASANGAN BATA MERAH

Nova Bima Prayogo, Arie Wardhono, 141 – 149

ANALISA PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG DIBANDINGKAN DENGAN DAYA DUKUNG *HYDRAULIC JACKING SYSTEM* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG B LPMP PROVINSI JATIM

Akbar Setyo Romadhoni, Machfud Ridwan, 150 – 160

PERENCANAAN ULANG JEMBATAN BUSUR RANGKA BAJA DENGAN VARIASI JARAK KABEL PENGGANTUNG DAN JARAK GELAGAR MELINTANG (STUDI KASUS JEMBATAN BATOQ MALEQ KABUPATEN MAHAKAM ULU)

Miftakhul Huda, Mochamad Firmansyah S., 161 – 165

PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN METODE *CABLE STAYED* DENGAN VARIASI KABEL STRUKTUR PEMIKUL UTAMA (STUDI KASUS JEMBATAN GANTUNG BATOQ MALEQ KABUPATEN MAHAKAM ULU)

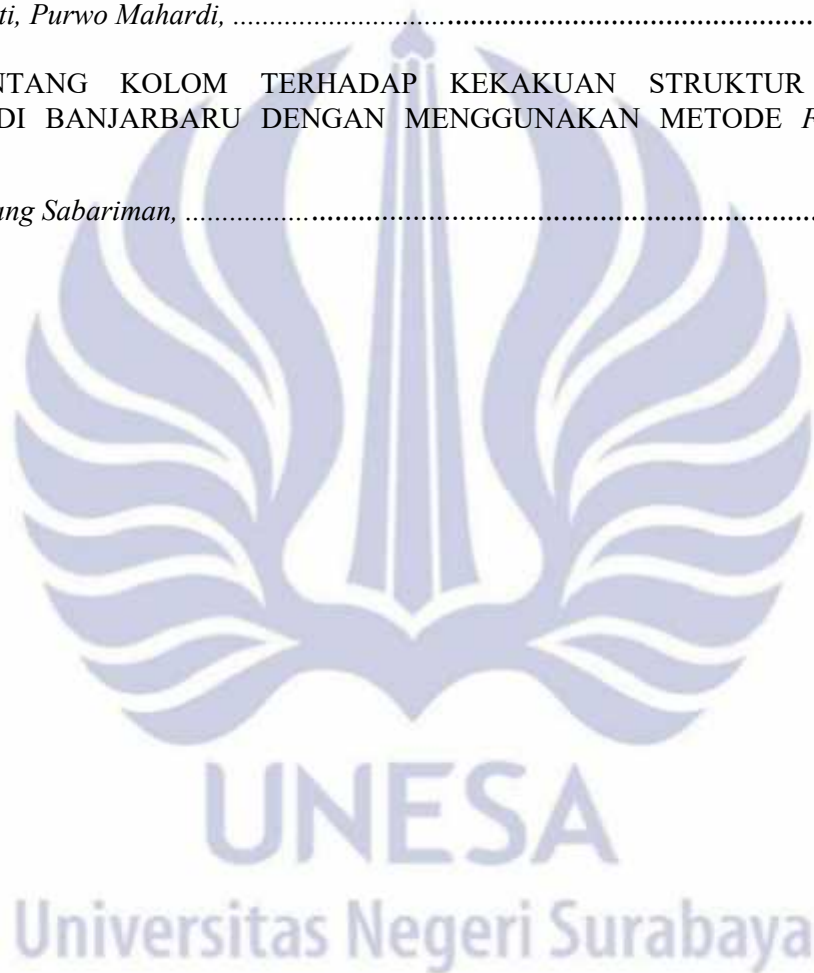
Timur Prahnalaga Wira, Mochamad Firmansyah S. 166 – 171

PERBANDINGAN BIAYA PERENCANAAN PERKERASAN KAKU ANTARA METODE BINA MARGA DAN AASHTO PADA RUAS JALAN GONDANG-LENGKONG KABUPATEN MOJOKERTO

Rindah Intansari Mukti, Purwo Mahardi, 172 – 176

PPENGARUH BENTANG KOLOM TERHADAP KEKAKUAN STRUKTUR PADA HOTEL DIRENCANAKAN DI BANJARBARU DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FLAT SLAB-DROP PANEL*

Kurnianingsih, Bambang Sabariman, 177 – 185



PENGARUH BENTANG KOLOM TERHADAP KEKAKUAN STRUKTUR PADA HOTEL DIRENCANAKAN DI BANJARBARU DENGAN MENGGUNAKAN METODE FLAT SLAB-DROP PANEL

Kurnianingsih

Mahasiswa S1 Teknol Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya

Email: kurniania257@gmail.com

Drs. Bambang Sabariman, S.T., M.T.

Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya

Email: bambangsabariman@unesa.ac.id

Abstrak

Gedung hotel yang direncanakan di Banjarbaru menggunakan metode *flat slab-drop panel*. Metode *flat slab* bersifat fleksibel, sedangkan salah satu syarat dalam merencanakan bangunan bertingkat yaitu kekakuan $k = EI/L$, dimana bentang berpengaruh terhadap kekakuan struktur. Dalam penelitian ini akan dibahas tentang pengaruh bentang kolom terhadap kekakuan struktur dengan metode *flat slab-drop panel*. Penelitian ini bertujuan merencanakan struktur gedung dengan variasi bentang 500 cm, 600 cm, 700 cm, 800 cm dan mengetahui pengaruhnya terhadap kekakuan struktur dari hasil pemodelan dengan menggunakan *flat slab-drop panel*. Analisis struktur dan gempa dinamik menggunakan *response spectrum* dengan menggunakan software ETABS vol.9.6.0. Hasil dari penelitian ini didapatkan struktur *flat slab-drop panel* dengan bentang 500 cm memiliki nilai kekakuan terbesar sedangkan nilai kekakuan struktur terkecil terjadi pada struktur dengan bentang 800 cm, sehingga disimpulkan bahwa semakin panjang bentang antar kolom maka nilai kekakuan struktur yang terjadi semakin kecil, begitu juga sebaliknya semakin pendek bentang antar kolom maka nilai kekakuan struktur yang terjadi semakin besar.

Kata Kunci: *Flat slab-drop panel*, kekakuan struktur, *response spectrum*.

Abstract

Hotel building planned in Banjarbaru use *flat slab-drop panels method*. *Flat slab method* is flexible, whereas one of the requirements planning multi-storey buildings are stiffness $k = EI / L$, which spans affect the structural rigidity. In this paper will discussing about the influence of the column-span structural rigidity with *flat slab-drop panel method*. The purpose of this paper is planning building structure with variation span of 500 cm, 600 cm, 700 cm, 800 cm and determine the effect of the structural rigidity the modeling results by *flat slab drop panels*. Structural analysis and dynamic seismic analysis using *response spectrum* by software ETABS vol.9.6.0. The results of this study, structure of *flat slab drop panels* with span of 500 cm has a value of stiffness greatest while the value of stiffness of the smallest structures to the structures with span of 800 cm, from the result concluded the longer span between columns then the value of structural rigidity that smaller, conversely also getting shorter spans between columns then the value of structural rigidity that large.

Keywords: *Flat slab drop panels*, structural rigidity, *response spectrum*.

PENDAHULUAN

Perkembangan konstruksi di era globalisasi saat ini semakin maju, seiring pembangunan yang kian banyak dilakukan baik berupa gedung tinggi, rumah tinggal dan lain-lain. Metode konstruksi sangat penting untuk membangun gedung agar lebih kuat, cepat, praktis dalam pelaksanaan, penghematan tinggi antar lantai dan masih banyak yang lainnya. Salah satu hal yang sedang populer dalam bidang teknik sipil belakangan ini adalah metode *flat slab*. *Flat slab* dicirikan dengan tidak adanya balok sepanjang garis kolom dalam, namun balok-balok tepi luar boleh jadi ada atau tidak ada, disesuaikan dengan kebutuhan. Dengan tidak adanya balok berarti dapat

mengurangi tinggi antar lantai sehingga tinggi bangunan akan berkurang, keuntungan lain dari struktur *flat slab* adalah dari segi arsitektural suatu bangunan akan lebih menarik, kemudahan memasang bekisting, fleksibilitas terhadap tata ruang, kemudahan dalam pemasangan instalasi *mechanical* dan *electrical*, ruangan yang lebih besar dan waktu konstruksi yang lebih pendek.

Bangunan pada umumnya menggunakan metode konvensional yaitu suatu sistem konstruksi dimana pelat lantai bertumpu pada balok untuk mendistribusikan beban yang bekerja pada pelat ke kolom dan pondasi. Didalam mendesain pelat konvensional tidak ada geser *pons* di area pertemuan *joint* balok kolom, karena didalam pelat

konvensional terdapat rangka balok untuk menahan geser *pons* tersebut. Sedangkan pada sistem *flat slab* tidak terdapat balok di sepanjang garis kolom dalam, sehingga timbul gaya geser yang tinggi terutama pada bagian pertemuan antara pelat dan kolom.

Pada sistem *flat slab*, apabila bagian pertemuan antar pelat dan kolom tidak kuat, maka kolom-kolom penyangga pada pelat akan memberikan tekanan *pons* yang hendak menembus pelat ke atas yang dapat mengakibatkan timbulnya tegangan geser *pons* cukup besar pada area sekitar kolom yang dapat menimbulkan keruntuhan *pons* yang ditandai dengan timbulnya retak-retak pada pelat atau bahkan tertembus pada kolom. Sehingga kapasitas *punchingshear* dari pelat (dalam ketiadaan tulangan geser) tergantung pada kekuatan beton, area penguatan tegangan, ketebalan pelat dan ukuran kolom. Solusi yang dapat dilakukan untuk mengurangi masalah diatas adalah dengan memberikan perkuatan geser yang cukup pada daerah pertemuan antara pelat dan kolom yaitu dengan pemasangan *drop panel*.

Sistem *flat slab* bersifat fleksibel dan berisiko terhadap kerusakan getas akibat *punching shear*, defleksi yang cukup besar terutama pada pusat area pembebanan, lemah terhadap gaya lateral sehingga kekakuan transversal rendah menyebabkan deformasi yang berlebihan. Sedangkan salah satu syarat yang perlu diperhatikan dalam merencanakan bangunan bertingkat yaitu kekakuan struktur yang cukup sehingga pergerakan bangunan dapat dibatasi agar nyaman dipakai. Jika kekakuan adalah besarnya gaya per-unit deformasi, maka kekakuan $k = EI/L$, berbanding linier dengan modulus elastisitas dan momen inersia tetapi berbanding terbalik dengan bentangnya. Hal ini berarti bentang berpengaruh terhadap kekakuan struktur, semakin panjang bentang maka kekakuan pada struktur tersebut akan semakin berkurang sehingga akan dapat menimbulkan suatu kerusakan terhadap struktur sedangkan semakin pendek bentang maka struktur akan semakin kaku, namun struktur yang terlalu kaku bisa menjadi getas (patah seketika). Bentang juga berpengaruh terhadap tebal pelat, semakin panjang bentang maka pelat akan semakin tebal, karena jika ketebalan relatif lebih kecil dibandingkan dengan panjang bentangnya sehingga kekakuan pada pelat berkurang yang mengakibatkan lendutan yang besar. Selain itu, gaya dalam seperti gaya geser dan momen yang bekerja pada bangunan juga berbeda. Gaya geser yang timbul pada bentang pendek akan berbeda dengan gaya geser pada bentang panjang, begitu pula dengan momen pada bentang pendek akan berbeda dengan momen pada bentang panjang yang

nantinya akan berpengaruh pada banyaknya tulangan yang dibutuhkan.

Dari permasalahan yang muncul pada latar belakang yang dibuat dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana gaya dalam dan respon struktur dari hasil pemodelan struktur dengan menggunakan metode *flat slab-drop panel* pada Hotel direncanakan di Banjarbaru ?
2. Bagaimana pengaruh variasi bentang kolom terhadap kekakuan struktur dengan menggunakan metode *flat slab-drop panel* pada Hotel direncanakan di Banjarbaru ?

Penelitian yang dilaksanakan memiliki tujuan untuk:

1. Mengetahui gaya dalam dan respon struktur dari hasil pemodelan struktur dengan menggunakan metode *flat slab-drop panel* pada Hotel direncanakan di Banjarbaru
2. Mengetahui pengaruh bentang kolom terhadap kekakuan struktur dengan menggunakan metode *flat slab-drop panel* pada Hotel direncanakan di Banjarbaru.

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan pengetahuan untuk mahasiswa, institusi, kontraktor, konsultan dan instansi terkait tentang hasil analisa bentang kolom yang berpengaruh dengan adanya variasi bentang yang berbeda terhadap kekakuan struktur dengan menggunakan metode *flat slab-drop panel*.

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Proses perhitungan perencanaan struktur gedung menggunakan SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013.
2. Struktur *flat slab* menggunakan variasi bentang kolom 5m, 6m, 7m, dan 8m.
3. Dimensi kolom tetap seperti struktur aslinya.
4. Tebal pelat sesuai dengan syarat ketebalan dan kebutuhan *flat slab*.
5. Perencanaan struktur hanya membahas struktur atas.
6. Pada perencanaan tidak meninjau analisa biaya dan manajemen konstruksi di dalam menyelesaikan pekerjaan proyek.
7. Tidak meninjau segi arsitekturalnya dan metode pelaksanaannya.

METODE

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan penulis lakukan adalah termasuk penelitian eksperimental analisis komputasi, yang melakukan telaah tentang perencanaan gedung tahan gempa metode *flat slab-drop panels* dengan sistem SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah) dengan menggunakan program bantu Etabs versi 9.6.0. Pada penelitian ini dibuat suatu perilaku terhadap struktur objek penelitian yang kemudian diteliti bagaimana akibat dari perilaku yang ditimbulkan.

Studi literatur yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut:

1. Perencanaan struktur beton bertulang untuk bangunan gedung SNI 03-2847-2013 dan *Building Code of the American Concrete Institute (ACI 318-11)*.
2. Tata cara perencana ketahanan gempa untuk bangunan gedung SNI 03-1726-2012.
3. Pembebanan:
 - a. Beban mati menggunakan acuan beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain SNI 03-2847-2013.
 - b. Beban hidup menggunakan acuan beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain SNI 03-2847-2013.
 - c. Beban gempa SNI 03-1726-2012.

B. Data Perencanaan:

- | | |
|---------------------|-------------------------------------|
| 1. Nama Proyek | : Perencanaan Struktur Gedung Hotel |
| 2. Lokasi | : Direncanakan di Kota Banjarbaru |
| 3. Lebar Bangunan | : 15,2 m |
| 4. Panjang Bangunan | : 40,15 m |
| 5. Tinggi Bangunan | : 43,84 m |
| 6. Jumlah Lantai | : 12 Lantai |
| 7. Jenis Tanah | : Tanah Lunak |

C. Metode Perencanaan

Tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data-data meliputi:
 - a. Gambar arsitektur yang terdiri dari denah, tampak dan potongan arsitektur.
 - b. Jenis tanah.
 - c. Jenis bangunan.
 - d. Lokasi bangunan.

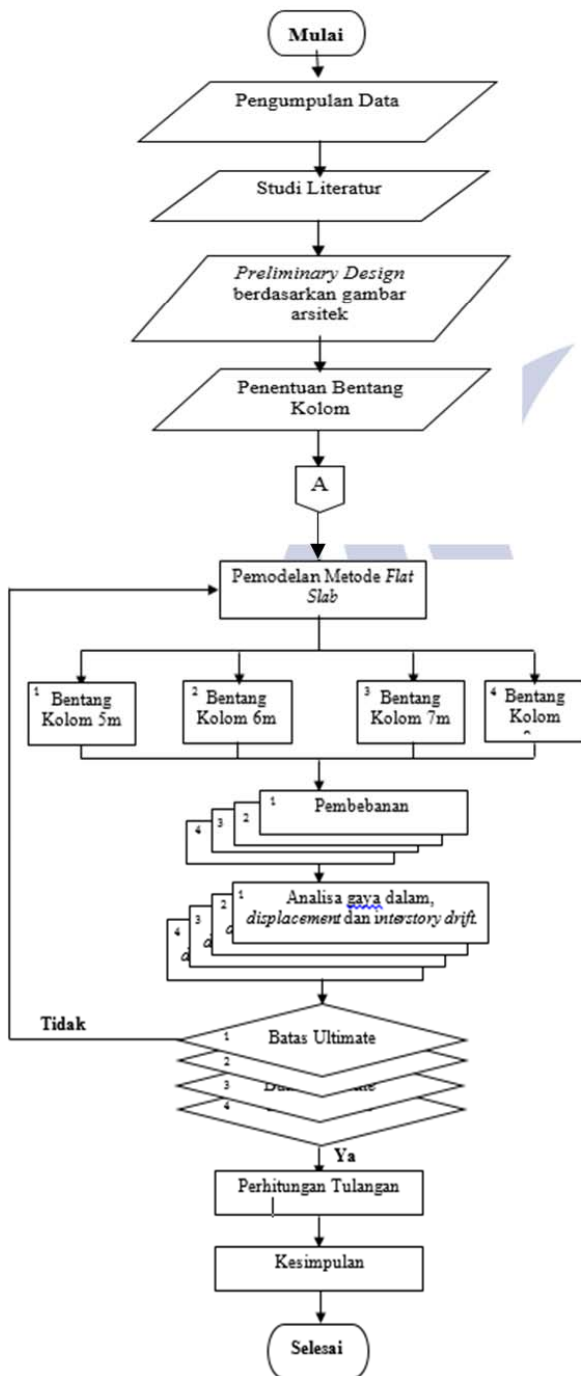
2. Mengidentifikasi, merumuskan masalah dan membatasi masalah.
3. Melakukan studi literatur dari beberapa sumber (sumber sekunder) meliputi:
 - a. Teori *flat slab*.
 - b. Teori gempa.
 - c. Teori beton.
4. Prosedur pengolahan data:
 - a. Menentukan bangunan yang akan digunakan untuk penelitian.
 - b. Menentukan wilayah gempa dan jenis tanah untuk perencanaan bangunan.
 - c. *Preliminary design*.
 - d. Menentukan variasi bentang kolom.
 - e. Pemodelan struktur gedung direncanakan menggunakan *flat slab-drop panels* yang terdiri dari 12 lantai menggunakan bentuk 3 dimensi dengan bantuan program Etabs versi 9.6.0.
 - f. Analisa Pembebanan.
 - a) Beban mati.
 - b) Beban hidup.
 - c) Beban gempa.
 - g. Memasukkan data hasil analisa pembebanan ke dalam model dengan bantuan program ETABS versi 9.6.0. yang kemudian di *running* untuk diketahui Gaya dalam, *Displacement* dan *Interstory Drift*.
 - h. Analisa gaya dalam bidang *Axial (N)*, *Shear (D)* dan Momen (M).
 - i. Kontrol struktur dengan menggunakan pengaruh kinerja batas layan *ultimate (KBU)*.
 - j. Perhitungan penulangan.
 - k. Kesimpulan

D. Data Spesifikasi Bahan

Adapun spesifikasi bahan yang digunakan meliputi:

1. Beton
Mutu beton yang digunakan adalah:
 - a. Untuk *flat slab* dan kolom digunakan mutu beton K 300, $f_c = 30$ MPa.
2. Baja Tulangan
Mutu baja yang digunakan adalah:
 - a. Untuk baja tulangan $\leq \varnothing 13$ mm, digunakan baja U 24, $f_y = 240$ MPa.
 - b. Untuk baja tulangan D 13 mm, digunakan baja U 39, $f_y = 400$ MPa.

E. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Tabel 1 menunjukkan data gempa berdasarkan kota dan jenis tanah yang didapat dari www.puskim.pu.go.id. Untuk wilayah kota Banjarbaru dengan koordinat 3°47' LS dan 114°75' BT dan jenis tanah lunak didapat nilai-nilai berikut.

Tabel 1. Nilai Percepatan Respon Spektrum Kota Banjarbaru

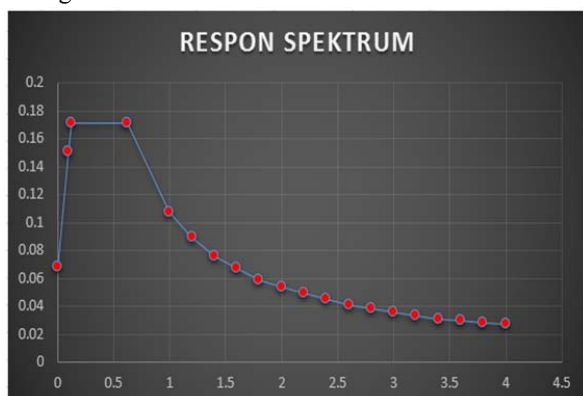
PGA (g)	0.06	PSA (g)	0.15
S _s (g)	0.103	S _{MS} (g)	0.257
S ₁ (g)	0.046	S _{M1} (g)	0.16
C _{RS}	0.887	S _{DS} (g)	0.171
C _{R1}	0.978	S _{D1} (g)	0.107
F _{PGA}	2.5	T ₀ (detik)	0.124
F _A	2.5	T _s (detik)	0.622
F _V	3.5		

Tabel 2 menunjukkan nilai C dan T gempa SNI 1726:2012 untuk kota Banjarbaru pada tanah lunak yang dipakai pada saat pemodelan struktur dalam penelitian ini.

Tabel 2. Nilai C dan T untuk Gempa SNI 1726:2013

T	C	T	C
0.0	0.068	2.2	0.049
0.1	0.128	2.4	0.045
0.176	0.171	2.6	0.041
0.879	0.171	2.8	0.038
1	0.107	3	0.036
1.2	0.089	3.2	0.033
1.4	0.076	3.4	0.031
1.6	0.067	3.6	0.030
1.8	0.059	3.8	0.028
2	0.054	4	0.027

Grafik respon spektrum yang didapat dari nilai C dan T sebagai berikut:



Gambar 1 Grafik Respon Spektrum Tanah Lunak

1. *Preliminary Pelat Flat-Slab*

Direncanakan ukuran kolom interior dan eksterior
70 × 70 cm

Pelat dengan ukuran 500 cm × 520 cm

$L_n = 4500$ mm

$$h = \frac{\ell_n}{33} = \frac{4500}{33} = 136,36 \text{ mm} \approx 14 \text{ cm}$$

Jadi tebal pelat lantai direncanakan $h = 14$ cm

tebal pelat atap direncanakan $h = 14$ cm

Tebal pelat lantai bentang 600 cm, $h = 17$ cm

Tebal pelat lantai bentang 700 cm, $h = 20$ cm

Tebal pelat lantai bentang 800 cm, $h = 25$ cm

2. *Preliminary drop-panel*

Direncanakan *droppanel* sesuai dengan ACI 318-11 pasal 13.3.7:

$$L_{\text{droppanel}} \geq \frac{1}{6} L$$

Direncanakan lebar *droppanel* 100 cm untuk masing-masing arah x dan y, diukur dari pusat kolom.

$$h_{\text{droppanel}} \geq \frac{1}{4} h_{\text{pelat}}$$

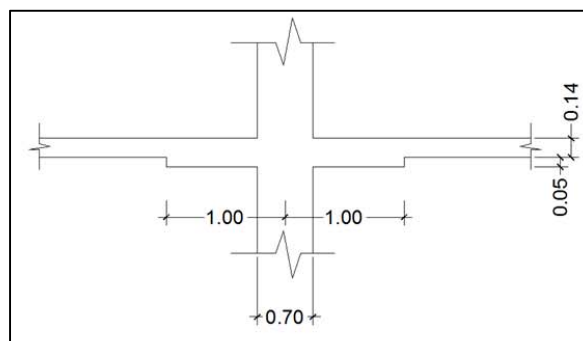
$$h_{\text{droppanel}} \geq 3,5 \text{ cm}$$

Jadi $h_{\text{droppanel}}$ direncanakan = 5 cm

tebal *droppanel* tidak boleh melebihi:

$$h_{\text{droppanel}} \leq \frac{1}{4} \text{ jarak tepi kolom ekuivalen ke tepi } \text{droppanel}$$

$$h_{\text{droppanel}} \leq 16,25 \text{ cm}$$



Gambar 2. Dimensi Pelat, DropPanel dan Kolom

Tebal *drop panel* bentang 600 cm, $h_{\text{drop}} = 7$ cm

Tebal *drop panel* bentang 700 cm, $h_{\text{drop}} = 10$ cm

Tebal *drop panel* bentang 800 cm, $h_{\text{drop}} = 10$ cm

3. Perencanaan Tebal Ekuivalen

Karena adanya *droppanel* disekitar kolom maka beban per meter persegi pelat lantai didapat berdasarkan tebal ekuivalen dengan perbandingan luas (L):

$$h = h_{\text{pelat}} + \left(\frac{L_{\text{droppanel}}}{L_{\text{droppanel}} + L_{\text{pelat}}} \times h_{\text{droppanel}} \right)$$

$$h = 14 + \left(\frac{100}{100 + 520} \times 5 \right)$$

$$h_{\text{ekivalen}} = 14,8 \text{ cm}$$

$h_{\text{ekivalen drop panel}}$ bentang 600 cm = 18,21 cm

$h_{\text{ekivalen drop panel}}$ bentang 700 cm = 21,76 cm

$h_{\text{ekivalen drop panel}}$ bentang 800 cm = 26,58 cm

4. Pembebanan

Pembebanan pelat lantai dan pelat atap akibat beban mati $q_{DL} = 137 \text{ kg/m}^2$. Pembebanan pelat lantai akibat beban hidup $q_{LL} = 400 \text{ kg/m}^2$. Pembebanan pelat atap akibat beban hidup $q_{LL} = 200 \text{ kg/m}^2$.

5. Hasil Analisa Gaya Dalam

Data perencanaan tulangan lentur *flat slab*:

Mutu beton (f'_c) = 30 MPa

Mutu baja tulangan (f_y) = 400 MPa

Tebal pelat = 140 mm

Tebal *drop panel* = 50 mm

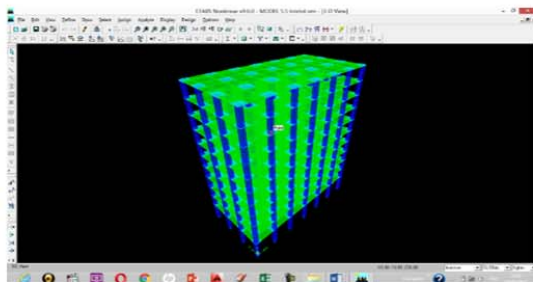
Selimut beton (sb) = 30 mm

Dia. Tulangan utama = 16 mm

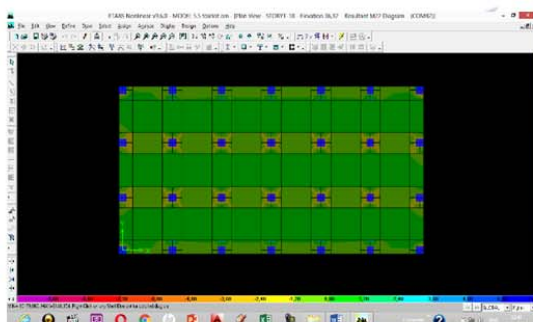
Kolom = 70 × 70

β_1 = 0,85

Momen Tiap Lajur Pelat



Gambar 3.3D Model



Gambar 4.Momen Shell force (Combo 2)

Tabel 3.Momen Tumpuan dan Lapangan Arah Melintang

Momen	Arah sumbu Y (Melintang)			
	Lajur Kolom		Lajur Tengah	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
	kg.m	kg.m	kg.m	kg.m
2 s/d 11	-11.460,23	1.215,19	-647,86	861,10
Atap	-8.591,48	932,74	-497,90	655,63

Tabel 4. Momen Tumpuan dan Lapangan Arah Memanjang

Momen	Arah sumbu X (Memanjang)			
	Lajur Kolom		Lajur Tengah	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
	kg.m	kg.m	kg.m	kg.m
2 s/d 11	-11.460,23	1.191,93	-521,71	861,10
Atap	-8.591,48	905,24	-389,92	655,63

Penulangan Pelat Lantai 2-11

Penulangan arah x lajur kolom tumpuan

$$M_u = -114.602.250 \text{ Nmm}$$

$$d = (h_{\text{pelat}} + h_{\text{drop panel}}) - s_b - \left(\frac{1}{2} \times \phi_{\text{Tul. utama}}\right)$$

$$\delta = \frac{A_{s'}}{A_s} = 0,50$$

Berdasarkan tabel untuk perhitungan Konstruksi Beton Berdasarkan SNI 1993 didapatkan:

$$\omega = 0,228, \text{ sehingga } \rho_{\text{hasil}} = \omega \times \frac{f_c'}{f_y} = 0,0171$$

Cek rasio tulangan dengan $\rho_{\min} = 0,0035$ dan $\rho_{\max} = 0,0258 \rightarrow \rho_{\min} \leq \rho_{\text{hasil}} \leq \rho_{\max}$, maka dipakai $\rho_{\text{hasil}} = 0,0171$.

Menentukan Luas Tulangan (A_s)

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0171 \times 1000 \times 152 \\ &= 2599,20 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D16 – 75 ($A_s = 2681 \text{ mm}^2$)

$$A_{s \text{ pasang}} = 2681 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ perlu}} = 2599,20 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_{s'} &= 0,5 \times A_s \\ &= 0,5 \times 2599,20 \\ &= 1299,60 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D16 – 150 ($A_s = 1340 \text{ mm}^2$)

$$A_{s' \text{ pasang}} = 1340 \text{ mm}^2 > A_{s' \text{ perlu}} = 1299,60 \text{ mm}^2$$

Dari perhitungan yang sama seperti di atas didapatkan:

Penulangan arah x lajur kolom lapangan

$$A_s = 380,36 \text{ mm}^2$$

(digunakan tulangan D13 – 150 ($A_s = 885 \text{ mm}^2$))

$$A_{s'} = 190,18 \text{ mm}^2$$

(Digunakan tulangan D13 – 300 ($A_s = 442 \text{ mm}^2$))

Penulangan arah y lajur kolom tumpuan

$$A_s = 2599,20 \text{ mm}^2$$

(digunakan tulangan D16 – 75 ($A_s = 2681 \text{ mm}^2$))

$$A_{s'} = 1299,60 \text{ mm}^2$$

(Digunakan tulangan D16 – 150 ($A_s = 1340 \text{ mm}^2$))

Penulangan arah y lajur kolom lapangan

$$A_s = 388,13 \text{ mm}^2$$

(digunakan tulangan D13 – 150 ($A_s = 885 \text{ mm}^2$))

$$A_{s'} = 194,06 \text{ mm}^2$$

(Digunakan tulangan D13 – 300 ($A_s = 442 \text{ mm}^2$))

Penulangan arah x lajur tengah tumpuan

$$A_s = 362,25 \text{ mm}^2$$

(digunakan tulangan D13 – 150 ($A_s = 885 \text{ mm}^2$))

$$A_{s'} = 181,13 \text{ mm}^2$$

(Digunakan tulangan D13 – 300 ($A_s = 442 \text{ mm}^2$))

Penulangan arah x lajur tengah lapangan

$$A_s = 362,25 \text{ mm}^2$$

(digunakan tulangan D13 – 150 ($A_s = 885 \text{ mm}^2$))

$$A_{s'} = 181,13 \text{ mm}^2$$

(Digunakan tulangan D13 – 300 ($A_s = 442 \text{ mm}^2$))

Penulangan arah y lajur tengah tumpuan

$$A_s = 362,25 \text{ mm}^2$$

(digunakan tulangan D13 – 150 ($A_s = 885 \text{ mm}^2$))

$$A_{s'} = 181,13 \text{ mm}^2$$

(Digunakan tulangan D13 – 300 ($A_s = 442 \text{ mm}^2$))

Penulangan arah y lajur tengah lapangan

$$A_s = 362,25 \text{ mm}^2$$

(digunakan tulangan D13 – 150 ($A_s = 885 \text{ mm}^2$))

$$A_{s'} = 181,13 \text{ mm}^2$$

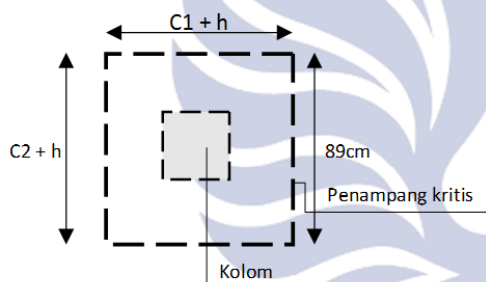
(Digunakan tulangan D13 – 300 ($A_s = 442 \text{ mm}^2$))

Bidang Kritis Pons

Dimensi kolom C_1 dan $C_2 = 70 \text{ cm}$

Bidang kritis = $C_1 + h = 70 + 19 = 89 \text{ cm}$

Jadi, lebar bidang kritis pons sebesar 89 cm



Gambar 5. Penampang Kritis Geser Pons

Nilai gaya pons beban terfaktor rencana:

$$\begin{aligned} P_{u \text{ pons}} &= (L_{\text{bidang pelat}}) \times (1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}) \\ &= (5000 \times 5200) \times ((1,2 \times 0,00137 \text{ N}) + \\ &\quad (1,6 \times 0,004 \text{ N})) \\ &= 209.144 \text{ N} \end{aligned}$$

$$P_{u \text{ pons}} = 209.144 \text{ N} < V_{c3} = 308.732,95 \text{ N} \dots \text{OK}$$

Berdasarkan hitungan diatas $P_{u \text{ pons}} < V_c$, jadi tebal pelat + drop panel = 19 cm mampu menerima geser pons yang terjadi maka tidak diperlukan tulangan geser atau penebalan pelat.

Untuk control lendutan jangka panjang pada pelat flat slab-drop panel dipakai analisa lendutan berdasarkan ketergantungan waktu umur bangunan selama 5 tahun atau lebih sesuai dengan SNI-03-2847-

2013 pasal 9.9.2.5. Besar lendutan yang timbul akibat lendutan jangka panjang:

$$f^o JP = \lambda \times f^o$$

$$= 1,4 \times 4,10$$

$$= 5,74$$

$$f^o JP = 5,74 \text{ mm} < f_{ijin} = 6,25 \text{ mm} \dots \text{OK}$$

Hasil perhitungan lendutan pelat pada flat slab-drop panel bisa dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Nilai lendutan pelat pada flat slab-drop panel

BENTANG BANGUNAN (mm)	TEBAL PELAT (mm)	LENDUTAN SEKETIKA (mm)	LENDUTAN JANGKA PANJANG (mm)	LENDUTAN IZIN (mm)	Cek
5000	140	4.10	5.74	6.25	OK
6000	170	4.01	6.03	7.29	OK
7000	200	4.87	7.66	8.33	OK
8000	250	5.11	8.32	10.42	OK

Perencanaan Tangga

Dalam perencanaan ini tangga diasumsikan sebagai frame 2 dimensi, yang kemudian dianalisa untuk menentukan gaya-gaya dalamnya dengan struktur statis tak tentu. Dalam perhitungan perletakan diasumsikan sebagai jepit-jepit. Asumsi tersebut diambil agar distribusi gaya dalam yang terjadi pada tangga hanya reaksi perletakan arah vertikal.

Data-Data Perencanaan:

Mutu beton (f_c')	= 30	MPa
Mutu baja (f_y)	= 400	MPa
Panjang bordes	= 135	cm
Lebar tangga	= 120	cm
Tebal pelat miring	= 12	cm
Tebal pelat bordes	= 12	cm
Tebal selimut beton	= 20	mm
Tinggi injakan/optrade (t)	= 15	cm
Lebar injakan/aantrade (i)	= 30	cm
Kemiringan tangga (α)	= $\arctan\left(\frac{15}{30}\right) = 26,57^\circ$	

Syarat kemiringan = $20 \leq 26,57^\circ \leq 40 \dots \text{OK}$

Penulangan pelat tangga

$$M_u = 2.923,51 \text{ kg.m} = 2.923,51 \times 10^4 \text{ Nmm}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,0344$$

$$\rho_{\max} = 0,0258$$

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{hasil}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \leq 0,0115 \leq 0,0258$$

Maka digunakan $\rho_{\text{hasil}} = 0,0115$

Menentukan Luas Tulangan (A_s)

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0115 \times 1000 \times 93,5 \\ &= 1.075,25 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D13 – 100 ($A_s = 1.327 \text{ mm}^2$)
 $A_s \text{ pasang} = 1.327 \text{ mm}^2 > A_s \text{ perlu} = 1.075,25 \text{ mm}^2$
 $A_s' = 0,5 \times A_s$
 $= 0,5 \times 1.075,25 = 537,625 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan $\emptyset 12 - 200$ ($A_s = 565 \text{ mm}^2$)
 $A_s' \text{ pasang} = 565 \text{ mm}^2 > A_s' \text{ perlu} = 537,625 \text{ mm}^2$

Penulangan bordes

$$M_u = 1.782,23 \text{ kg.m} = 1.782,23 \times 10^4 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{hasil}} &= \omega \times \frac{f_c'}{f_y} \\ &= 0,094 \times \frac{30}{400} \\ &= 0,0075 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

$$\rho_{\max} = 0,0258$$

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{hasil}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \leq 0,0075 \leq 0,0258$$

Maka digunakan $\rho_{\text{hasil}} = 0,0075$

Menentukan Luas Tulangan (A_s)

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d = 0,0075 \times 1000 \times 93,5 \\ &= 701,25 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D13 – 150 ($A_s = 885 \text{ mm}^2$)
 $A_s \text{ pasang} = 885 \text{ mm}^2 > A_s \text{ perlu} = 701,25 \text{ mm}^2$
 $A_s' = 0,5 \times A_s$
 $= 0,5 \times 701,25$
 $= 350,63 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan $\emptyset 12 - 300$ ($A_s = 377 \text{ mm}^2$)
 $A_s' \text{ pasang} = 377 \text{ mm}^2 > A_s' \text{ perlu} = 350,63 \text{ mm}^2$

Hasil Penulangan Lentur Kolom

Bentang 500 cm

Digunakan tulangan utama = 14 D 22
 Dipasang tulangan geser = $\emptyset 13-150$

Bentang 600 cm

Digunakan tulangan utama = 14 D 22
 Dipasang tulangan geser = $\emptyset 13-150$

Bentang 700 cm

Digunakan tulangan utama = 14 D 22
 Dipasang tulangan geser = $\emptyset 13-150$

Bentang 800 cm

Digunakan tulangan utama = 34 D 22
 Dipasang tulangan geser = $\emptyset 13-150$

Perhitungan Strory Drift Kinerja Batas Ultimate

Simpangan antar lantai pada SNI 1726:2012 hanya terdapat satu kinerja yaitu Kinerja Batas *Ultimate*. Nilai simpangan antar lantai desain (Δ) tidak boleh melebihi nilai simpangan antar lantai izin (Δ_a) $\rightarrow \Delta < \Delta_a$.

Hasil perhitungan *story drift* Kinerja Batas *Ultimate* pada *flat slab-drop panel* bisa dilihat pada tabel berikut ini:

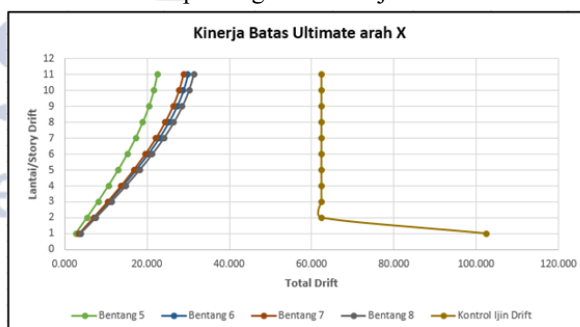
Tabel 6. Nilai *Story Drift* Kinerja Batas *Ultimate* Arah X Struktur *Flat Slab-Drop Panel* bentang 500 cm.

Lantai	Total Drift (mm)	Perpindahan (mm)	Story Drift (mm)	Story Drift Izin Δ_a	Kontrol (Story Drift $< \Delta_a$)
STORY 11	22.539	0.827	3.72	62.4	OK
STORY 10	21.711	1.172	5.28	62.4	OK
STORY 9	20.539	1.483	6.67	62.4	OK
STORY 8	19.056	1.761	7.92	62.4	OK
STORY 7	17.295	2.005	9.02	62.4	OK
STORY 6	15.289	2.216	9.97	62.4	OK
STORY 5	13.073	2.394	10.77	62.4	OK
STORY 4	10.680	2.538	11.42	62.4	OK
STORY 3	8.142	2.648	11.92	62.4	OK
STORY 2	5.494	2.726	12.27	62.4	OK
STORY 1	2.768	2.768	12.45	102.4	OK

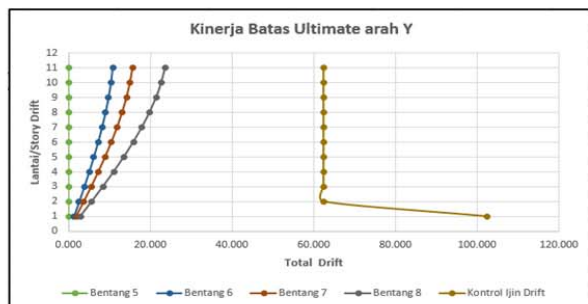
Tabel 7. Nilai *Story Drift* Kinerja Batas *Ultimate* Arah Y Struktur *Flat Slab-Drop Panel* bentang 500 cm.

Lantai	Total Drift (mm)	Perpindahan (mm)	Story Drift (mm)	Story Drift Izin Δ_a	Kontrol (Story Drift $< \Delta_a$)
STORY 11	0.000	0.000	0.00	62.4	OK
STORY 10	0.000	0.000	0.00	62.4	OK
STORY 9	0.000	0.000	0.00	62.4	OK
STORY 8	0.000	0.000	0.00	62.4	OK
STORY 7	0.000	0.000	0.00	62.4	OK
STORY 6	0.000	0.000	0.00	62.4	OK
STORY 5	0.000	0.000	0.00	62.4	OK
STORY 4	0.000	0.000	0.00	62.4	OK
STORY 3	0.000	0.000	0.00	62.4	OK
STORY 2	0.000	0.000	0.00	62.4	OK
STORY 1	0.000	0.000	0.00	102.4	OK

Berikut ini merupakan grafik Kinerja Batas Ultimate



Gambar 6. Grafik Perbandingan Kinerja Batas *Ultimate* (KBU) arah X.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Kinerja Batas Ultimate (KBU) arah Y.

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan terhadap analisa struktur dengan metode *flat slab-drop panel* pada hotel direncanakan di Banjarbaru, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan respon spektrum SNI 1726:2012, nilai Kinerja Batas Ultimit bentang 500 cm, 600 cm, 700 cm dan 800 cm memenuhi syarat izin Kinerja Batas Ultimit. Sedangkan analisa respon spektrum pada level kinerja struktur menurut ATC-40, nilai total drift dan in-elastic drift termasuk dalam kategori level *Immediate Occupancy* (IO) yaitu apabila terkena gempa tidak ada kerusakan pada elemen struktur dan hanya kerusakan ringan komponen non struktural dan bangunan tetap dapat berfungsi tanpa terganggu masalah perbaikan.
2. Berdasarkan dari pembahasan, didapatkan nilai kekakuan struktur terbesar terjadi pada struktur dengan bentang 500 cm dan nilai kekakuan struktur terkecil terjadi pada struktur dengan bentang 800 cm, sehingga struktur dengan bentang 500 cm merupakan bentang yang paling efisien dalam kerangka kekakuan dibandingkan dengan bentang yang lainnya. Disimpulkan bahwa semakin panjang bentang antar kolom maka nilai kekakuan struktur yang terjadi semakin kecil, begitu juga sebaliknya semakin pendek bentang antar kolom maka nilai kekakuan struktur yang terjadi semakin besar.

B. Saran

1. Pemahaman materi harus lebih ditingkatkan.
2. Lebih memperhatikan proses input data ke dalam aplikasi *software* ETABS v9.6.0 agar *output* data yang dihasilkan sesuai dengan proses analisis yang diharapkan.
3. Untuk penelitian lebih lanjut tentang analisa struktur *flat slab-drop panel* disarankan dapat dikembangkan dengan menambah variasi bentang antar kolom lebih banyak.

4. Untuk penelitian lebih lanjut tentang *mode shape* pada analisa struktur *flat slab-drop panel* disarankan untuk menggunakan *mode shape* 2 dan 3.
5. Pada perencanaan dimensi pelat *flat slab*, disarankan untuk tebal pelat dan tebal *drop panel* pada tiap bentang disamakan sehingga bisa dilihat perbedaan pada perlakuan struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI-318-11. 2011. *Building Code of the American Concrete Institute*.
- ACI-318-11. 2011. *ACI Detailing Manual-2004*.
- C. McCormac, Jack. 2004. *Desain Beton Bertulang Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: ERLANGGA.
- C. McCormac, Jack. 2004. *Desain Beton Bertulang Edisi Kelima Jilid 2*. Jakarta: ERLANGGA.
- C. McCormac, Jack dan H. Brown, Russell. 2014. *Design of Reinforced Concrete Ninth Edition*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Edy Purnomo, dkk. 2014. Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Analisis Dinamik Respon Spektrum Menggunakan Software Etabs (Studi Kasus: Bangunan Hotel Di Semarang). *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL Desember 2014*. Semarang: Universitas Sebelas Maret.
- G. Nawy, Edward. 2010. *Beton Bertulang*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Hassoun, M. Nadim dan Al-Manaseer, Akthem. 2015. *Structural Concrete Theory and Design Sixth Edition*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Nawy, Dr. Edward G. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: Refika Aditama.
- Nasution, Amrinsyah. 2009. *Analisis Dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung University Press.
- Risdianto, Yogie. 2002. *Perencanaan Struktur Flat Slab Dengan Tingkat Daktilitas Terbatas Pada Gedung Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga*. kasus tidak diterbitkan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- SNI 03-2847-2013. 2013. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.