

Studi Perencanaan Desain Sambungan Balok-Kolom Dengan Sistem Pracetak Pada Gedung
Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

Gita Yusuf Rahmadhan, M. Taufik Hidayat, Christin Remayanti N

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: gitarahmadhan053@gmail.com

ABSTRAK

Banyaknya gedung – gedung yang dibangun membuat lahan yang tersedia semakin lama semakin sempit. Oleh karena itu, banyak daerah yang mulai membangun gedung – gedung bertingkat untuk mengatasi kekurangan lahan yang tersedia. Pembangunan gedung bertingkat saat ini sebagian besar menggunakan dua metode, yaitu dengan metode beton bertulang konvensional dengan menggunakan bekisting yang dicor di tempat dan menggunakan metode beton bertulang pracetak yang dibuat di pabrik atau di lokasi proyek kemudian dirakit. Konsep pembangunan gedung tahan gempa mengacu ke dalam SNI 03-2847-2002 dan SNI 03-1726-2002 sehingga acuan kedua peraturan tersebut akan didapatkan struktur yang tahan gempa, efektif, dan efisien. Studi ini merupakan perhitungan gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang dengan zona gempa 4. Dari hasil studi didapatkan bahwa dimensi balok induk berukuran 40 cm x 60 cm dengan tulangan lentur digunakan D19 dan tulangan geser Φ 10. Untuk struktur kolom lantai 1 hingga lantai 4 berukuran 80cm x 100 cm dengan menggunakan tulangan lentur D29 dan tulangan geser Φ 10 dan lantai 5 hingga lantai 8 menggunakan dimensi 70 cm x 90 cm dengan menggunakan tulangan lentur D29 dan tulangan geser Φ 10. Panjang penyaluran balok – kolom yang digunakan tidak boleh kurang dari 668,16 mm Ukuran kolom dan balok berukuran cukup besar karena struktur diasumsi tidak menggunakan dinding geser.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, pembangunan di wilayah Indonesia berkembang dengan sangat pesat. Banyaknya gedung – gedung yang dibangun membuat lahan yang tersedia semakin lama semakin sempit. Oleh karena itu, banyak daerah yang mulai membangun gedung – gedung bertingkat untuk mengatasi kekurangan lahan yang tersedia. Pembangunan gedung bertingkat saat ini sebagian besar menggunakan dua metode, yaitu dengan metode beton bertulang konvensional dengan menggunakan bekisting yang dicor di tempat dan menggunakan metode beton bertulang pracetak yang dibuat di pabrik atau di lokasi proyek kemudian dirakit.

Keunggulan dari penggunaan metode beton bertulang pracetak dengan metode beton bertulang konvensional adalah waktu pengerjaan yang lebih cepat, mudah dalam pelaksanaan, penghematan lahan, dan ekonomis dalam pemakaian bahan dan tenaga kerja. Oleh karena itu, saat ini sistem pemakaian beton bertulang pracetak telah banyak digunakan di luar negeri. Walaupun di Indonesia sudah dipakai tetapi dalam tahap penggunaan yang sedikit.

Dengan mengacu kepada SNI 03-1726-2002 tentang konsep pembangunan rumah tahan gempa dan SNI 03-2847-2002 tentang tata cara perhitungan struktur beton sehingga akan didapatkan struktur yang tahan gempa dan efisien.

Tujuan dari pembahasan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui perencanaan gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dengan metode pracetak.
2. Mengetahui perhitungan hubungan balok dan kolom suatu struktur pracetak yang tahan gempa.
3. Mendapatkan model/desain sambungan balok-kolom beton bertulang pracetak Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahan gempa

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Beton Pracetak

Sistem pracetak sejatinya telah banyak digunakan oleh manusia pada peradaban masa lampau. Banyak bangunan yang merupakan keajaiban dunia seperti Piramida di Mesir, Candi Borobudur dan Candi Prambanan di Indonesia dibangun dengan menggunakan metode pracetak. Bangunan – bangunan ini dibangun dengan ukuran yang luar biasa besar pada masa itu dan hingga sekarang terbukti bertahan terhadap berbagai keadaan kondisi cuaca maupun gempa dalam kurun waktu ribuan tahun.



Gambar 2.1 Candi Prambanan – Indonesia salah satu struktur yang menggunakan sistem pracetak

Sumber: epigraphyscorner.blogspot.com

Menurut Simanjuntak, J.H dkk (2001:358), sistem pracetak gempa dipelopori oleh Selandia Baru kemudian sistem ini mulai digunakan sejak tahun 1960-an dan mengalami perkembangan pesat pada tahun 1980-an. Para peneliti mulai bergerak untuk memusatkan

perhatiannya pada sistem ini di akhir 1980-an. Di tahun 1988 dibentuk komite penelitian yang melibatkan berbagai perguruan tinggi serta konsultan dan kontraktor pengembang sistem pracetak. Dari hasil penelitian itu dilaporkan dalam bentuk pedoman perencanaan sistem pracetak tahan gempa pada tahun 1991.

Pada masa lalu, perencanaan sistem struktur pracetak biasa didasarkan peraturan khusus untuk sistem pracetak yang dikeluarkan asosiasi, misalnya *PCI Design Handbook* dari *Precast/Prestressed Concrete Institute*. Untuk perencanaan tahan gempa, perencanaan tetap berdasarkan pada peraturan beton umum. Sistem pracetak di negara maju pada umumnya dibuat sesuai kemajuan peralatan, bahan, dan teknik pemasangan yang mutakhir. Alat – alat berat yang besar serta jalan – jalan yang luas dan kuat memacu perencanaan komponen yang besar dan berat, dikarenakan jumlah komponen yang sedikit maka produksi dan pemasangan menjadi lebih cepat.

2.2 Perkembangan Sistem Pracetak di Indonesia

Pada tahun 1970-an, Indonesia telah mengenal sistem pracetak yang berbentuk komponen seperti tiang pancang, pelat lantai, dan balok jembatan. Di tahun 1982 tiang pancang beton mulai dipergunakan secara luas sejak ditemukannya sistem sambungan tiang beton. Balok jembatan pracetak prategang dipakai seiring dengan pembangunan jalan layang, misalnya pada jembatan jalan tol Cawang priok (1985). Menurut Simanjuntak, J.H dkk (2001:364) Indonesia mengenal sistem struktur pracetak untuk pembangunan rumah susun Sarijadi, Bandung pada tahun 1979 dengan menggunakan sistem *Brecast*. Sistem pracetak penuh baru diterapkan secara massal pada 1995 pada pembangunan rumah susun Cengkareng dengan sistem

Waffle Crete (Simanjuntak, J.H dkk (2001:364)).

Sistem pracetak semakin berkembang pesat sejak munculnya berbagai macam inovasi seperti Sistem *Column-Slab* (1996), Sistem *L-Shape Wall* (1996), Sistem *All Load Bearing Wall* (1997), Sistem *Beam Column Slab* (1998), Sistem *Jasubakim* (1999), Sistem *Bresphaka* (1999), dan Sistem *T-Cap* (2000).



Gambar 2.2 Metode pracetak dengan sistem Bresphaka

Sumber: taufikhurohman.blogspot.com

2.3 Permasalahan Umum pada Pengembangan Sistem Pracetak

Simanjuntak, J.H dkk (2001:367) mengatakan bahwa ada tiga permasalahan utama di dalam pengembangan sistem pracetak:

1. Keandalan sambungan antar komponen,
2. Belum tersosialisasikan pedoman perencanaan khusus untuk sistem struktur pracetak,
3. Kerjasama dengan perencana di bidang lain yang terkait, terutama dengan pihak arsitektur dan mekanikal/elektrikal/plumbing (M & E).

Untuk permasalahan pertama, anggapan umum mengenai bahan beton adalah dihasilkannya sesuatu yang “monolit”, karena beton adalah bahan yang dapat dibentuk di lapangan sesuai dengan cetaknya, lalu mengeras, dan tidak ada sambungan (Simanjuntak, J.H dkk (2001:367)). Beton pracetak adalah suatu metode konstruksi beton yang pada

prinsipnya serupa dengan bahan baja dan kayu, yaitu komponen gedung dibuat terlebih dahulu lalu disambung di lapangan (Simanjuntak, J.H dkk (2001:367)).

Menurut SNI 03-2847-2002 tentang tata cara perencanaan struktur beton, beton pracetak merupakan elemen atau komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit. Hal yang paling disorot adalah beton pracetak dianggap “bukan monolit”, karena ada sambungan antar komponen. Pada saat ini perencanaan sambungan sistem struktur pracetak sudah sangat maju karena telah banyak dilakukan penelitian dan pengujian yang menjamin bahwa sambungan tersebut kuat menahan gaya gempa yang terjadi.

Permasalahan yang kedua adalah belum adanya pedoman perencanaan khusus sistem pracetak. Walaupun pada tahun 2012 telah muncul SNI 7832 2012 tentang tata cara perhitungan biaya beton pracetak untuk bangunan gedung dan SNI 7833 2012 tentang tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung yang membahas tentang beton pracetak dan prategang tetapi masih kurang dalam tahap sosialisasi kepada para perencana. TCPSB 91 secara prinsip mencantumkan *escape clause* yang menyatakan harus dilakukan pengujian untuk membuktikan ketegaran suatu sistem sebanding dengan sistem monolit (Simanjuntak, J.H dkk (2001:368)).

Pada permasalahan ketiga, umumnya timbul dari konotasi bahwa sistem pracetak “kurang fleksibel”. Dimensi komponen memang modular dan standar sehingga dianggap membatasi perencanaan. Pada tahun – terakhir ini telah banyak kemajuan dalam kompromi antar perencana sehingga dapat diperoleh berbagai perencanaan terintegrasi yang memuaskan. Sistem pracetak mempunyai masa depan yang cerah di Indonesia. Krisis moneter yang terjadi pada tahun 1997 sampai tahun 2000 justru memaksa para pelaku konstruksi

untuk mencari sistem pembangunan yang lebih efisien dan ekonomis. Sistem pracetak merupakan jawaban dari kebutuhan tersebut, sehingga pasarnya semakin besar di dunia konstruksi Indonesia.

2.4 Perencanaan Sambungan

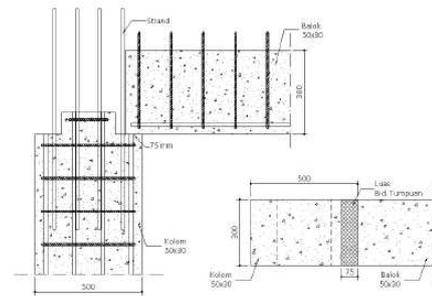
Wahyudi, dkk (2010:II-20) berkata bahwa sambungan pada sistem pracetak merupakan bagian yang sangat penting. Bagian ini berfungsi untuk meneruskan gaya antar setiap elemen pracetak yang disambung. Kelemahan konstruksi sistem pracetak adalah terletak pada sambungan yang relatif kurang kaku atau monolit sehingga lemah dalam menahan beban gempa.

Untuk itu sambungan direncanakan supaya memiliki kekakuan seperti beton monolit. Elemen pracetak dengan tuangan beton di atasnya, diharapkan sambungan elemen tersebut memiliki perilaku yang mendekati sama dengan struktur monolit. Gaya dapat disalurkan antara komponen struktur dengan menggunakan sambungan *grouting*, kunci geser, sambungan mekanis, sambungan baja tulangan, pelapisan dengan beton bertulang cor setempat, atau kombinasi dari cara-cara tersebut. Sambungan elemen pracetak meliputi sambungan pelat pracetak dengan balok pracetak, sambungan balok pracetak dengan kolom pracetak, dan kolom pracetak dengan kolom pracetak.

Panjang lekatan setidaknya harus sebesar tiga puluh kali diameter tulangan. Kait digunakan jika panjang penyaluran yang diperlukan terlalu panjang. Panjang pengankuran yang didapatkan dari hasil eksperimen adalah 8 kali diameter sampai dengan 15 kali diameter pada sisi yang tidak mengalami retak. Guna mengatasi kondisi terburuk sebaiknya digunakan tiga puluh kali diameter tulangan (Elliott, 2002:218).

2.5 Tumpuan Balok Pracetak dengan Kolom

Panjang landasan tepi kolom saat ditumpu balok pracetak sedikitnya adalah 1/180 kali bentang bersih balok induk plat pracetak, tapi tidak boleh kurang dari 75 mm. {Berdasarkan SNI beton 2002 pasal 18.6.2(2)a}



Gambar 2.3 Perletakan balok pracetak yang menumpu pada kolom pracetak

Sumber: Wahyudi, dkk (2010:II-25)

Perencanaan struktur pracetak pada mulanya sama dengan perencanaan beton konvensional biasa. Mulai dari pemilihan struktur, perencanaan beban-beban yang bekerja, merencanakan ukuran elemen struktur, hingga perhitungan aman atau tidaknya struktur saat pelaksanaan maupun saat struktur tersebut sudah dalam kondisi layan (Wahyudi, dkk (2010:II-26).

2.6 Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan

Menurut Wahyudi, dkk (2010:II-40), untuk keperluan desain suatu struktur bangunan, analisis dan sistem struktur perlu diperhitungkan terhadap kemungkinan terjadinya kombinasi pembebanan dan beberapa kasus beban yang dapat bekerja secara bersamaan selama umur rencana. Menurut *Peraturan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung 1983*, ada 2 kombinasi pembebanan yang perlu ditinjau pada struktur yaitu kombinasi pembebanan tetap dan kombinasi pembebanan sementara. Disebut pembebanan tetap karena beban dianggap

dapat bekerja terus menerus pada struktur selama umur rencana.

Kombinasi pembebanan ini disebabkan oleh bekerjanya beban mati (*dead load*) dan beban hidup (*live load*). Kombinasi pembebanan sementara tidak bekerja secara terus menerus pada suatu struktur bangunan akan tetapi pengaruhnya tetap diperhitungkan dalam analisa. Kombinasi pembebanan ini disebabkan oleh bekerjanya beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Nilai – nilai beban tersebut di atas dikalikan dengan suatu faktor yang disebut faktor beban, tujuannya agar struktur dan komponennya memenuhi syarat kekuatan terhadap berbagai kombinasi beban (Wahyudi, dkk (2010:II-40).

Untuk perencanaan beton bertulang, kombinasi pembebanan ditentukan berdasarkan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03 – 2847 – 2002) sebagai berikut :

1. Kombinasi Pembebanan Tetap
 Pada kombinasi pembebanan tetap ini, beban yang harus diperhitungkan bekerja pada struktur adalah

$$U = 1.4 D$$

$$U = 1.2 D + 1.6 L + 0.5 (A \text{ atau } R)$$

2. Kombinasi Pembebanan Sementara
 Pada kombinasi pembebanan sementara ini, beban yang harus diperhitungkan bekerja pada struktur adalah

$$U = 1.2 D + 1.0 L + 1.6 W + 0.5 (A \text{ atau } R)$$

$$U = 0.9 D + 1.6 W$$

$$U = 1.2 D + 1.0 L + 1.0 E$$

$$U = 0.9 D + 1.0 E$$

Dimana :

- D = beban mati,
- L = beban hidup
- A = beban atap,
- R = beban hujan
- W = beban angin,
- E = beban gempa

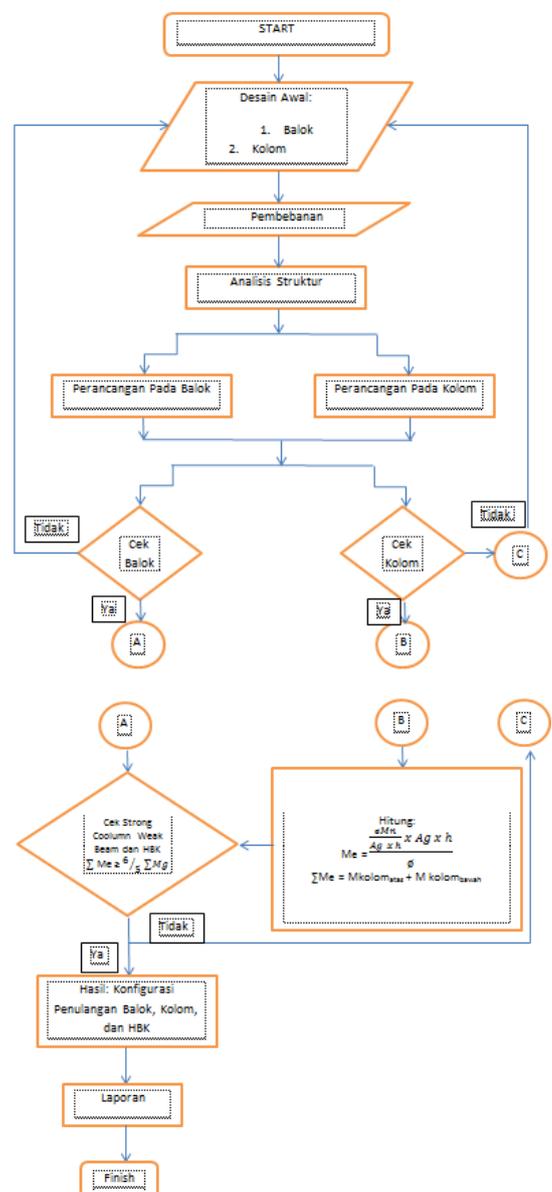
Koefisien 1,2 dan 1,6 adalah faktor pengali dari beban–beban tersebut, yang

disebut dengan faktor beban (*load factor*), sedangkan koefisien 0,5 dan 0,9 merupakan faktor reduksi. Dalam perencanaan struktur gedung ini digunakan 4 macam kombinasi pembebanan, yaitu :

- a. Kombinasi 1 = $U = 1.4 D$
- b. Kombinasi 2 = $U = 1.2 D + 1.6 L$
- c. Kombinasi 3 = $U = 1.2 D + 1.0 L + 1.0 E$
- d. Kombinasi 4 = $U = 0.9 D + 1.0 E$

III. LANGKAH PERENCANAAN

3.1 Diagram Alir



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data – Data Perencanaan

Perencanaan Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang dilakukan berdasarkan data –berikut:

1. Zona gempa : Zona gempa empat
2. Lebar bangunan : 2650 cm
3. Panjang bangunan : 3853 cm
4. Jumlah lantai : 8
5. Fungsi : Kantor
6. Tinggi Bangunan : 3834 cm
7. Mutu beton (f^c) : 25 MPa
8. Mutu baja tulangan : 400 MPa
9. Tinggi tiap lantai :
 Lantai satu ke lantai dua = 505 cm
 Lantai dua ke lantai tiga = 595 cm
 Lantai tiga hingga lantai tujuh = 450 cm
 Lantai tujuh ke lantai delapan = 484 m

4.2 Kinerja Batas Layan dan Kinerja Batas Ultimit

Tabel 4.1 Kinerja batas layan akibat gempa arah x 30 %

Lantai	Hi (m)	Δs (mm)	Drift Δs antar tingkat (mm)	Syarat drift Δs (mm)	Keterangan
1	0	0	0	0	OK
2	5,05	3,694	3,694	17,82	OK
3	6	12,814	9,12	21,18	OK
4	4,5	19,765	6,951	15,88	OK
5	4,5	26,071	6,306	15,884	OK
6	4,5	31,516	5,445	15,88	OK
7	4,5	35,581	4,065	15,88	OK
8	4,84	38,577	2,996	17,08	OK

Tabel 4.2 Kinerja batas layan akibat gempa arah y 30 %

Lantai	Hi (m)	Δs (mm)	Drift Δs antar tingkat (mm)	Syarat drift Δs (mm)	Keterangan
1	0	0	0	0	OK
2	5,05	1,520	1,52	17,82352941	OK
3	6	5,199	3,679	21,17647059	OK
4	4,5	7,940	2,741	15,88235294	OK
5	4,5	10,391	2,451	15,88235294	OK
6	4,5	12,490	2,099	15,88235294	OK
7	4,5	14,036	1,546	15,88235294	OK
8	4,84	15,187	1,151	17,08235294	OK

Tabel 4.3 Kinerja batas ultimit arah x 30 %

Lantai	Hi (m)	Δs (mm)	Drift Δm antar tingkat (mm)	Syarat drift Δm (mm)	Keterangan
1	0	0	0	0	OK
2	5,05	3,694	21,9793	101	OK
3	6	12,814	54,264	120	OK
4	4,5	19,765	41,35845	90	OK
5	4,5	26,071	37,5207	90	OK
6	4,5	31,516	32,39775	90	OK
7	4,5	35,581	24,18675	90	OK
8	4,84	38,577	17,8262	96,8	OK

Tabel 4.4 Kinerja batas ultimit arah y 30 %

Lantai	Hi (m)	Δs (mm)	Drift Δm antar tingkat (mm)	Syarat drift Δm (mm)	Keterangan
1	0	0	0	0	OK
2	5,05	1,520	9,044	101	OK
3	6	5,199	21,89005	120	OK
4	4,5	7,940	16,30895	90	OK
5	4,5	10,391	14,58345	90	OK
6	4,5	12,490	12,48905	90	OK
7	4,5	14,036	9,1987	90	OK
8	4,84	15,187	6,84845	96,8	OK

4.3 Contoh Perhitungan Balok Nomor 26

Dari kombinasi pembebanan didapatkan nilai sebesar:

1. Kombinasi 1: 1,4D
 Momen tumpuan : -7301,9 kgm

- Momen lapangan : 3713,1 kgm
 Lintang : 8269,75 kg
2. Kombinasi 2: 1,2D + 1,6L
 Momen tumpuan : -6924 kgm
 Momen lapangan : 3547,4 kgm
 Lintang : 7866,04 kg
3. Kombinasi 3: 1,2D + 1,0L + 1,0E
 Momen tumpuan negatif : -29247 kgm
 Momen tumpuan positif : 15900 kgm
 Momen lapangan : 0
 Lintang : 16099,7 kg
4. Kombinasi 4: 0,9D + 1,0E
 Momen tumpuan negatif : -27267 kgm
 Momen tumpuan positif : 17880 kgm
 Momen lapangan : 0
 Lintang : 13841,6 kg

Penulangan balok melintang diambil nilai yang terbesar dari keempat kombinasi pembebanan

$$M_{U \text{ Tump}} (-) = -29247 \text{ kgm}$$

$$M_{U \text{ Tump}} (+) = 17880 \text{ kgm}$$

$$M_{U \text{ Lap}} = 3713,1 \text{ kgm}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Dimensi balok} = 400 \times 600 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Bentang balok} = 5400 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 40 - \phi \text{ tulangan geser} - 0,5 \times \phi \text{ tulangan lentur}$$

$$= 600 - 40 - 10 - 0,5 \times 19$$

$$= 540,5 \text{ mm}$$

Dari nilai A_s dan A_s' yang diperoleh maka dapat ditentukan jumlah tulangan atas dan tulangan bawah tumpuan yang diperoleh dari tabel tulangan :

$$\text{Tulangan Tarik} : 8 \text{ D } 19 (2268 \text{ mm}^2)$$

$$\text{Tulangan Tekan} : 4 \text{ D } 19 (1134 \text{ mm}^2)$$

Dari nilai A_s dan A_s' yang diperoleh maka dapat ditentukan jumlah tulangan atas dan tulangan bawah lapangan yang diperoleh dari tabel tulangan :

$$\text{Tulangan Tarik} : 4 \text{ D } 19 (1134 \text{ mm}^2)$$

$$\text{Tulangan Tekan} : 2 \text{ D } 19 (567 \text{ mm}^2)$$

V. Penutup

5.1 Kesimpulan

Di dalam perhitungan perencanaan gedung Dekanat Fakultas Teknik

Universitas Brawijaya dengan zona gempa empat dan dilakukan dengan metode pracetak secara manual dan dengan program software STAADPro V8i dengan menganggap struktur yang telah komposit bersifat monolit konvensional. Dari perencanaan perhitungan didapatkan bahwa:

1. Untuk melakukan perencanaan gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dengan sistem pracetak yang tahan terhadap gempa dilakukan dengan perencanaan perhitungan dalam arah X harus dianggap efektif 100% dan diasumsi terjadi bersamaan dengan pengaruh arah beban gempa tegak lurus atau arah Y dengan efektivitas sebesar 30 %. Gaya geser gempa disebarkan pada sepanjang ketinggian bangunan arah X dengan efektivitas 100 % begitu juga sebaliknya. Menurut SNI 03-1726-2002 pasal 5.8. Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap kondisi batas layan dan kondisi batas ultimit dimana kondisi batas layan dan kondisi batas ultimit ini menentukan apakah suatu struktur gedung dalam kondisi aman atau tidak.
2. Untuk menghitung hubungan balok – kolom struktur pracetak yang tahan gempa dilakukan dengan menghitung M_g atau momen pada pusat hubungan balok – kolom, sehubungan dengan kuat lentur nominal balok – balok yang merangka pada hubungan balok – kolom tersebut. Kemudian dilakukan perhitungan gaya geser searah sumbu x dan dilakukan perhitungan kuat sambungan menurut SNI 7833-2012 bahwa nilai V_n dari sambungan tidak boleh diambil lebih besar dari nilai yang disyaratkan untuk untuk beton normal.

3. Untuk mendapatkan model/desain sambungan balok – kolom beton bertulang pracetak gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang tahan terhadap gempa dilakukan penggambaran penulangan dengan software AutoCAD 2012 dengan lebar tumpuan untuk balok yang menumpu pada kolom harus lebih dari 7,5 cm dan tebal kolom minimal sebesar 40 cm. Hal ini untuk mengantisipasi tebal kolom agar tidak terlalu kecil ketika kolom ditumpu oleh balok. Panjang penyaluran yang digunakan tidak boleh kurang dari 668,16 mm sesuai dengan hasil perhitungan yang didapatkan.
4. Pada Pemeriksaan persyaratan *strong column weak beam* didapatkan bahwa $\sum Me \geq \frac{6}{5} \sum Mg$ ini menandakan apabila suatu ketika terjadi keruntuhan maka balok akan mengalami runtuh sedangkan kolom masih utuh. Hal ini dimaksudkan agar penghuni ruangan tetap dapat menyelamatkan diri ketika terjadi kegagalan bangunan.

5.2 Saran

1. Perlunya memasyarakatkan penggunaan metode pracetak pada jasa konstruksi di lapangan karena metode ini efisien terhadap waktu.
2. Perlu dibuatnya standar perencanaan beton pracetak yang menyeluruh dan lengkap sehingga metode pracetak akan dapat lebih mudah digunakan.
3. Masih perlunya pengujian sistem sambungan agar diperoleh hasil yang lebih akurat dan menjamin akan keandalan sambungan.

Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional. 2009. *Standar Nasional Indonesia 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *SNI 7833 2012 Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Budianto. 2010. *Perilaku dan Perancangan Sambungan Balok Kolom Beton Pracetak untuk Rumah Sederhana Cepat Bangun Tahan Gempa dengan Sistem Rangka Berdinding Pengisi (Infilled-Frame)*. Tesis tidak dipublikasikan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Building Code Requirements For Structural Concrete And Commentary (ACI 318m-05). 2005. *Structural Building Code*. American Concrete Institut.
- Ervianto, Wulfram I. 2006: *Eksplorasi Teknologi dalam Proyek Konstruksi: Beton Pracetak & Bekisting*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah, Badan Penelitian Dan Pengembangan Permukiman Dan Prasarana Wilayah, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Permukiman. 2002. *SNI 03-1726-2002 Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung*. Bandung.
- Gibb,A.G.F. 1999. *Off-Site fabrication*. John Wiley and Son. New York. USA dalam Abduh, M. 2007. *Inovasi Teknologi dan Sistem Beton Pracetak di Indonesia*

- :Sebuah Analisa Rantai Nilai.
Seminar dan Pameran HAKI
2007.
- G. Toscas, James. *Designing with Precast
and Prestressed Concrete*
- Indrayana, Adimas Bagus. 2013. *Analisis
Desain Sambungan Balok –
Kolom Sistem Pracetak untuk
Ruko Tiga Lantai*. Skripsi tidak
dipublikasikan. Surabaya: Institut
Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pamungkas, Anugrah & Erny Harianti.
2009. *Gedung Bertulang Tahan
Gempa*. Surabaya: itspress.
- PCI Design Handbook. 2010. *Precast and
Prestressed Concrete 7th edition*.
USA: Precast/Prestressed Institut.
- Poegoeh, Charles Arista. 2010. *Studi
Analisis Sambungan Balok-Kolom
Beton Pracetak Dengan Program
Bantu Lusas (London University
Stress Analysis System)*. Tesis
tidak dipublikasikan. Surabaya:
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember.
- Simanjuntak, J. H, dkk. 2001. *Sistem
Pracetak Beton di Indonesia*.
Trend Teknik Sipil Menuju Era
Milenium Baru. 355-415
- Wahyudi, dkk. 2010. *Perencanaan
Struktur Gedung BPS Provinsi
Jawa Tengah Menggunakan
Struktur Beton Pracetak (Design
of Structure of BPS Building
Central Java Province Using
Precast Concrete)*. Tesis tidak
dipublikasikan. Semarang:
Universtas Diponegoro