

PEMAKAIAN BETON PRACETAK ALTERNATIF PADA PERENCANAAN GEDUNG RSUD TIPE B KABUPATEN MAGELANG

Muhammad Sodikin¹, Lilis Zulaicha², Ismanto Hadisaputro³

^{1,2,3}Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl. Babarsari No 1. Depok, Sleman, Yogyakarta, Telp: (0274) 485390, 486986 Fax: (0274) 487249

e-mail: ¹muhammadsodikin256@gmail.com, ²lilis.zulaicha@itny.ac.id, ³ismanto@sttnas.ac.id

Abstrak

Beton pracetak adalah teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus (*off-site fabrication*), terkadang komponen tersebut disusun dan disatukan terlebih dahulu (*pre-assembly*), dan selanjutnya dipasang di lokasi (*installation*). Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana untuk merencanakan bangunan dengan metode beton pracetak dalam struktur bangunan.

Metodologi dalam penelitian dimulai dengan pengumpulan data, pendimensian struktur, pembebanan, pemodelan struktur dengan ETABS, kemudian dianalisis untuk menghasilkan gaya-gaya dan momen yang bekerja pada struktur akibat pembebanan, serta dilakukan perhitungan elemen struktur utama, dan penggambaran detail penulangan struktur utama.

Penelitian ini menggunakan data dan denah dari proyek pembangunan gedung RSUD tipe B Kabupaten Magelang, kemudian dimodifikasi dengan metode beton pracetak. Hasil dari modifikasi gedung didapatkan tebal pelat pracetak 80 mm dengan overtopping 40 mm, Dimensi balok induk pracetak arah memanjang 400/680 mm, setelah komposit menjadi 400/800 mm, Dimensi balok induk pracetak arah melintang 350/700 mm, setelah komposit menjadi 350/700 mm dan menggunakan dimensi kolom dengan ukuran 700 x 700 mm.

Kata kunci: beton pracetak, pelat pracetak, balok pracetak

Abstract

Precast concrete is a construction technology of concrete structures with the constituent components printed first in a specific place, sometimes the components are arranged and merged first, and subsequently installed on site. The purpose of this research is to find out how to plan buildings with precast concrete methods in the structure of buildings.

The methodology in the study began with data collection, structure repositioning, loading, structural modeling with ETABS, then analyzed to produce styles and moments that worked on the structure due to loading, and carried out the counts of the main structural elements, and the detailed depiction of the key structure repatriation.

This research uses data and plans from construction project of building type B RSUD in Magelang Regency, then modified by precast concrete method. Result of the modification of the building was obtained thickness of the precast plate 80 mm with an overtopping of 40 mm, the dimension of stem beam precast lengthwise 400/680 mm, after composite to 400/800 mm, the parent beam dimensions are precast transverse 350/700 mm, after composite to 350/700 mm and using the dimension of column with a size of 700 x 700 mm.

Key words: Precast concrete, Precast plate, precast beam

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur bidang kesehatan merupakan bagian yang sangat penting untuk mendukung penyelenggaraan dalam bidang kesehatan. Pembangunan tersebut bertujuan untuk meningkatkan sarana agar dapat mewujudkan derajat pelayanan kesehatan yang bermutu dan mampu mewujudkan kesehatan yang optimal. Pemerintah Kabupaten Magelang melalui Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Magelang ingin mewujudkan suatu sarana dan prasarana fisik bangunan rumah sakit umum daerah baik secara kualitas maupun kuantitas yang diharapkan mampu menciptakan suasana rumah sakit yang nyaman dan representatif, serta layak diterima menurut kaidah yang berlaku.

Perkembangan teknologi di bidang konstruksi membutuhkan inovasi dalam hal pengerjaan sehingga mampu mempercepat pembangunan di bidang konstruksi. Salah metode yang bisa dipakai yaitu dengan menggunakan beton *precast* atau beton pracetak sebagai pengganti komponen struktural dalam perencanaan. Dalam pembangunan gedung saat ini, terutama di Indonesia masih di dominasi metode *cast in situ* pada tahapan pelaksanaannya. Pada gedung RSUD tipe B Kabupaten Magelang ini, perencanaan pada struktur bangunan dikombinasikan dengan beton pracetak yang diharapkan mampu memberikan dampak positif, serta menghasilkan bangunan yang kuat, aman, ekonomis, dan ramah lingkungan.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian ini akan merencanakan ulang gedung RSUD tipe B Kabupaten Magelang yang terdiri dari 3 lantai dan 1 *basement* dengan menggunakan beton pracetak dalam perencanaan struktur balok dan pelatnya.

Pada penelitian ini perlu adanya batasan masalah agar tidak terlalu luas dan tidak menyimpang dari rumusan masalah, dengan batasan masalah sebagai berikut:

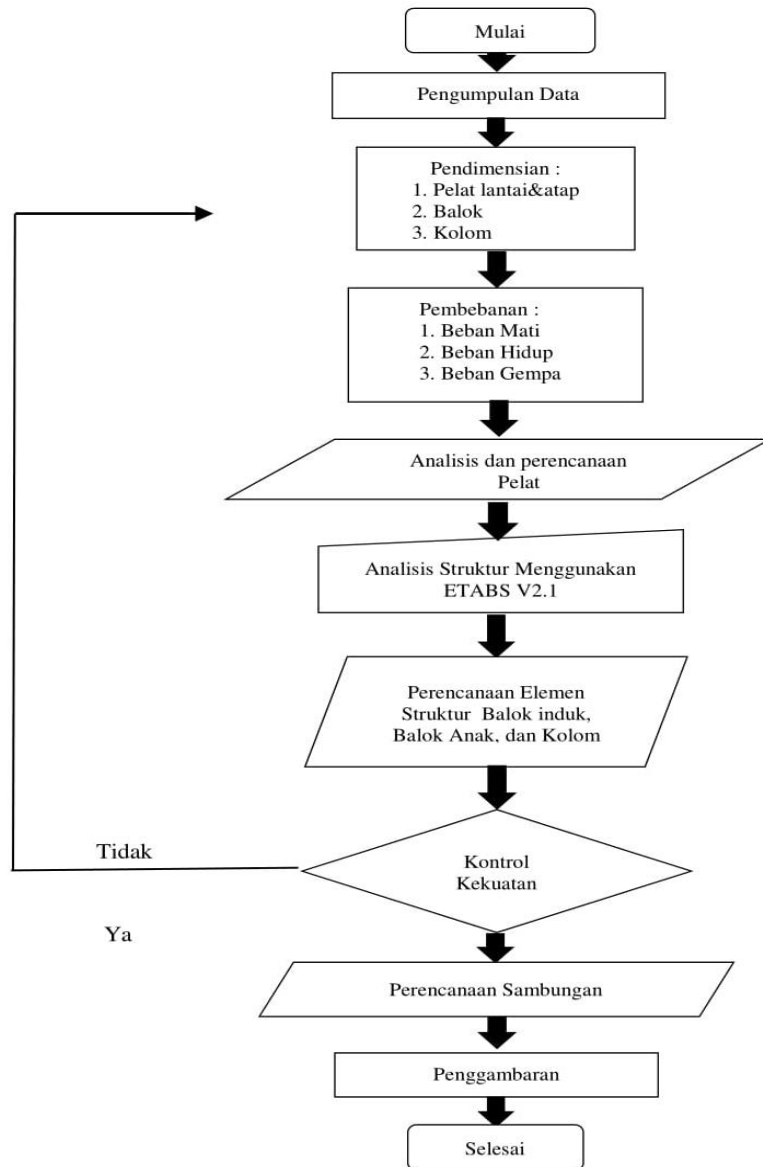
1. Perencanaan hanya dilakukan pada struktur atas saja tidak termasuk struktur bawah atau fondasi
2. Perencanaan ini tidak memperhitungkan Rencana Anggaran dan Biaya (RAB)
3. Beton pracetak hanya digunakan pada bagian struktur balok dan pelat
4. Denah yang digunakan adalah sesuai denah RSUD tipe B Kabupaten Magelang
5. Perhitungan pembebanan akibat gempa menggunakan SNI 1726-2012, PPIUG 1983 dan menggunakan bantuan aplikasi desain spektra indonesia untuk mendapatkan data respon spektra desain melalui website <http://puskim.pu.co.id>
6. Perancangan struktur menggunakan persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung SNI 2847-2013 dan menggunakan SNI 7833-2012 untuk syarat-syarat dalam perancangan beton pracetak
7. Analisis mekanika menggunakan bantuan program ETABS V2.1 2016 untuk memperoleh gaya yang bekerja pada struktur kolom dan balok
8. Mutu beton yang digunakan pada perencanaan struktur pracetak maupun non pracetak sebesar 25 Mpa, Sedangkan untuk mutu baja digunakan 400 Mpa

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Umum

Perencanaan bangunan gedung RSUD tipe B Kabupaten Magelang diawali dengan pengumpulan data-data yang berkaitan dengan tahapan perencanaan. Perencanaan dan tahapan penelitian bisa dilakukan apabila data yang diperlukan telah didapatkan.

Metodologi penelitian diperlukan untuk mengetahui langkah-langkah tahapan pengerjaan atau alur penyelesaiannya, sehingga dapat menjadi acuan untuk menentukan urutan dan langkah pengerjaan. Adapun alur metodologi dalam penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir penyelesaian penelitian

2.2 Beton Pracetak

Beton pracetak adalah teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen-komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus (*off-site fabrication*), terkadang komponen tersebut disusun dan disatukan terlebih dahulu (*pre-assembly*), dan selanjutnya dipasang di lokasi (*installation*) [10]. Berdasarkan SNI 2847-2013 beton pracetak adalah elemen atau komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi bangunan [3].

2.3 Sambungan Komponen Beton Pracetak

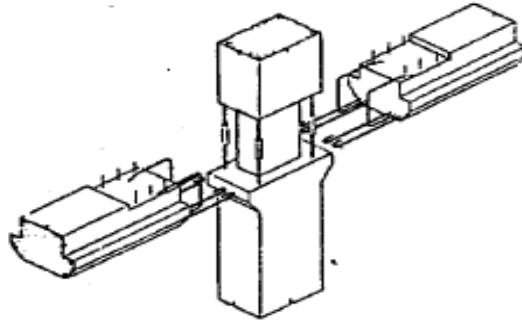
Metode yang digunakan untuk menyatukan komponen-komponen beton pracetak yaitu menggunakan sambungan basah.

1. Sambungan Basah

Sambungan basah terdiri dari dua macam yaitu:

a. *In-Situ Concrete Joints*

Sambungan jenis ini dapat diaplikasikan pada komponen-komponen beton pracetak: kolom dengan kolom, kolom dengan balok, plat dengan balok. Metode pelaksanaannya adalah dengan melakukan pengecoran pada pertemuan dari komponen-komponen tersebut. Diharapkan hasil pertemuan dari tiap komponen tersebut dapat menyatu. Sedangkan untuk cara penyambungan tulangan dapat digunakan *coupler* ataupun secara *overtopping* [7].



Gambar 2. Sambungan antar kolom dengan balok *cast in situ*
(sumber: Eksplorasi Teknologi dalam Proyek Konstruksi)

b. *Pre-Packed Aggregate / post grout*

Cara penyambungan jenis ini adalah dengan menempatkan aggregate pada bagian yang akan disambung dan kemudian dilakukan injeksi air semen pada bagian tersebut dengan mengisi rongga dari agregat tersebut [7].

2.4 Tahapan Analisis Data

2.4.1 Perencanaan Dimensi

Perencanaan dimensi meliputi elemen-elemen struktur seperti balok induk, kolom, dan pelat yang akan digunakan dalam analisis dan tahap perencanaan selanjutnya berdasarkan SNI-2847-2013 [3].

2.4.2 Pembebanan Struktur

Menurut SNI 1727:2013 beban adalah gaya atau aksi lainnya yang diperoleh dari berat seluruh bahan bangunan, penghuni, barang-barang yang ada di dalam bangunan gedung, efek lingkungan, selisih perpindahan, dan gaya kekangan akibat perubahan dimensi [3].

2.4.3 Permodelan Struktur

Struktur direncanakan dengan menggunakan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Perencanaan struktur utama meliputi pelat, balok, dan kolom [3].

2.4.4 Analisis Struktur

Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan program ETABS 2016 V2.1. Output dari analisis struktur ini meliputi gaya-gaya dalam seperti gaya momen, gaya lintang, dan gaya normal. Selanjutnya gaya-gaya dalam tersebut akan digunakan dalam pendetailan struktur, yaitu dalam perhitungan perencanaan.

2.4.5 Pendetailan Elemen Pelat

Perencanaan pelat direncanakan dalam dua kondisi yaitu kondisi sebelum komposit dan sesudah komposit. kondisi sebelum komposit yaitu keadaan pelat pracetak belum menyatu dengan *overtopping*. Perletakan dianggap sebagai perletakan bebas dan keadaan sesudah komposit yaitu dimana pelat pracetak dan *overtopping* telah menyatu dan bekerja bersama-sama

dalam memikul beban. Perletakan pelat dianggap sebagai perletakan terjepit plastis. Penulangan akhir nantinya merupakan gabungan dari dua keadaan diatas.

2.4.6 Pendetailan Elemen Balok dan Kolom

Pendetailan ini meliputi perhitungan perencanaan sebagai berikut:

2.4.7 Perencanaan Balok Induk

Penulangan lentur balok induk dibagi mejadi dua tahapan, pertama kondisi sebelum komposit dan kedua sesudah komposit. Dari dua kondisi tersebut dipilih tulangan yang lebih kritis untuk digunakan pada penulangan balok induk tersebut.

2.4.8 Perencanaan Balok Anak

Beban pelat yang diteruskan ke balok anak dihitung sebagai beban ekuivalen yang selanjutnya akan digunakan untuk menghitung gaya-gaya dalam yang terjadi di balok anak untuk menentukan tulangan lentur dan geser, adapun perhitungan tulangan longitudinal sama dengan balok induk.

2.4.9 Perencanaan Kolom

SNI 2847 – 2013 mendefinisikan kolom adalah komponen struktur bangunan yang dirancang untuk menahan gaya aksial dari beban terfaktor pada semua lantai atau atap dan momen maksimum dari beban terfaktor pada satu bentang lantai atau atap bersebelahan yang ditinjau. Detail penulangan kolom akibat beban aksial tekan berdasarkan SNI -2847-2013 Pasal 21.3.5.1 [3].

2.5 Perencanaan Sambungan

2.5.1 Sambungan Balok Kolom

Sambungan balok pracetak-kolom pada perencanaan gedung ini menggunakan Sambungan Balok-Kolom cor setempat yang terletak pada balok kolom. Sambungan tersebut dipilih karena cukup efektif dalam kinerja, kemudahan, dan kesederhanaan sambungan. Dalam merencanakan sambungan monolit, harus dipenuhi semua kriteria untuk struktur beton bertulang yang monolit, yaitu kekuatan, kekakuan, daktilitas, dan kriteria yang bersangkutan. Sementara bila sambungan kuat yang akan dipakai, harus dicek akan berlangsungnya mekanisme *strong column weak beam*.

2.5.2 Sambungan Balok Induk dengan Balok Anak

Balok anak diletakkan menumpu pada tepi balok induk dengan ketentuan panjang landasan adalah sedikitnya 1/180 kali bentang bersih komponen plat pracetak, tetapi tidak boleh kurang dari 75 mm. Dalam membuat integritas struktur, maka tulangan utama balok anak baik yang tulangan atas maupun bawah dibuat menerus atau dengan kait standar yang pendetailannya sesuai dengan aturan SNI-2847-2013.

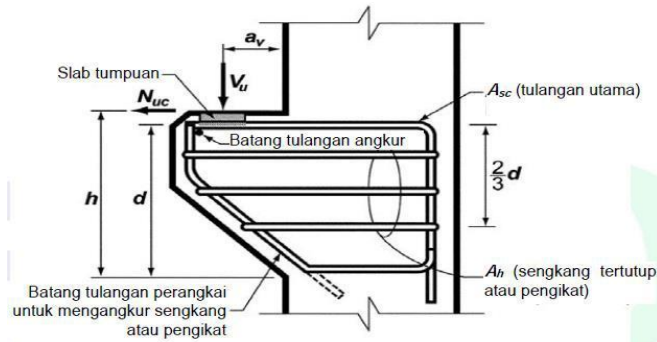
2.5.3 Sambungan Balok Induk dengan Pelat

Sambungan pada elemen balok dan pelat diharapkan menjadi satu kesatuan yang mendekati sama dengan struktur monolit, oleh karena itu agar menghasilkan sambungan yang bersifat kaku, monolit, dan terintegrasi pada elemen-elemen ini, maka harus dipastikan gaya-gaya yang bekerja pada pelat pracetak tersalurkan pada elemen balok. Pada bagian Sambungan balok induk pracetak dengan pelat pracetak menggunakan sambungan basah yang diberi *overtopping* yang umumnya digunakan 50 mm – 100 mm.

2.5.4 Perencanaan Konsol

Perencanaan ini digunakan pada balok induk yang akan ditumpu balok anak dengan menggunakan konsol. Balok anak diletakkan diatas konsol yang berada pada balok induk yang

kemudian dirangkai jadi satu kesatuan. Perencanaan konsol tersebut mengikuti persyaratan yang diatur dalam SNI 2847 pasal 11.8. bentuk konsol pendek yang dipakai dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Detail konsol

2.5.5 Perencanaan Tulangan Angkat

Pengangkatan balok maupun pelat pracetak harus dirancang untuk menghindari kerusakan pada saat pengangkatan. Titik pengangkatan dan kekuatan tulangan angkat harus diperhitungkan untuk menjamin keamanan balok saat diangkat. Oleh karena itu, untuk mendesain rencana tulangan angkat penyusun merujuk buku *PCI Design Handbook 5th Edition* sebagai referensi perhitungan penulangan pengangkatan balok maupun pelat pracetak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Pelat

Perhitungan elemen pelat pracetak dianalisis terhadap dua kondisi, yaitu sebelum komposit dan setelah komposit. Desain tebal pelat pracetak direncanakan 80 mm dan 40 mm untuk overtopping. Penulangan akhir nantinya merupakan penggabungan dari dua kondisi tersebut. Dari hasil analisis yang telah dilakukan adapun didapat hasil sebagai berikut:

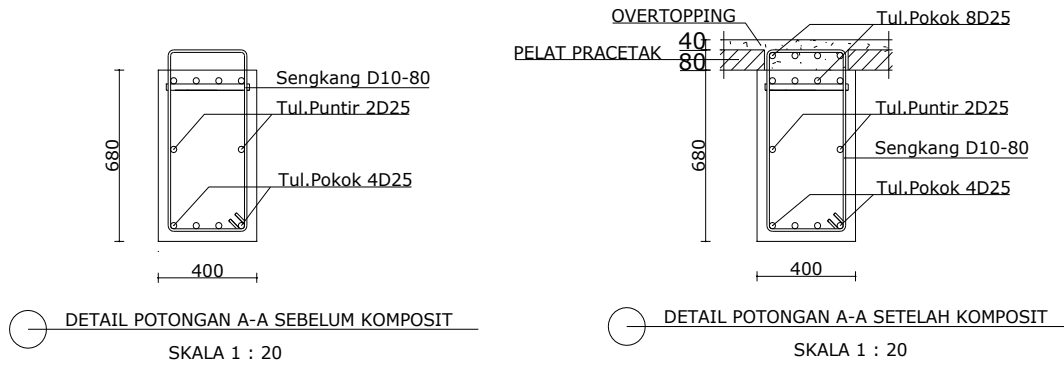
Tabel 1. Rekapitulasi penulangan pelat

TIPE PELAT	Ukuran pelat		Tulangan utama	tulangan pembagi	shear connector	tulangan angkat
	Ly(mm)	Lx(mm)				
P1	8000	3333	D10 - 125 mm	D10 - 250 mm	D8 - 150 mm	D12
P1a	8000	2667	D10 - 125 mm	D10 - 250 mm	D8 - 150 mm	D12
P1b	8000	2673	D10 - 125 mm	D10 - 250 mm	D8 - 150 mm	D12
P2	4000	3000	D10 - 125 mm	D10 - 250 mm	D8 - 150 mm	D12
P2a	4000	3333	D10 - 125 mm	D10 - 250 mm	D8 - 150 mm	D12
P2b	4000	2667	D10 - 125 mm	D10 - 250 mm	D8 - 150 mm	D12
P3	4000	4000	D10 - 125 mm	D10 - 250 mm	D8 - 150 mm	D12
P3a	5000	4000	D10 - 125 mm	D10 - 250 mm	D8 - 150 mm	D12
P4	4000	2000	D10 - 125 mm	D10 - 250 mm	D8 - 150 mm	D12
P4a	4000	1667	D10 - 125 mm	D10 - 250 mm	D8 - 150 mm	D12

3.2 Perencanaan Balok Induk

Balok induk pada perencanaan ini adalah balok induk dengan sistem pracetak. Penulangan lentur balok ini dilakukan dengan dua tahap, yaitu sebelum komposit dan sesudah komposit. Kondisi sebelum komposit balok pracetak dimodelkan sebagai balok sederhana pada tumpuan dua sendi. Pembebanan yang digunakan untuk menghitung tulangan pada kondisi sebelum komposit adalah beban yang berasal dari pelat, beban kerja, dan berat balok sendiri. Dari dua kondisi tersebut dipilih tulangan yang lebih kritis untuk digunakan pada penulangan

balok induk tersebut. Dari hasil analisis yang telah dilakukan adapun didapat hasil sebagai berikut:



Gambar 4. Detail penulangan balok induk B1

3.3 Perencanaan Balok Anak

Perhitungan balok anak dilakukan dalam dua kondisi seperti perhitungan balok induk dengan dua kondisi yaitu sebelum komposit dan setelah komposit. Dari hasil analisis yang telah dilakukan adapun didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi dimensi balok anak

Tipe Balok Anak	Lb (mm)	h min (mm)	h (mm)	b (mm)	Dimensi (mm)
B3	8000	485.714	600	300	600 x 300
B5	5000	303.571	400	200	400 x 200
B6	4000	242.857	400	200	400 x 200

Tabel 3. Rekapitulasi penulangan balok anak

Tipe Balok Anak	Tulangan		Tulangan	Tulangan
	Tul. Tumpuan	Tul. Lapangan	Sengkang	Angkat
B3	3D25	3D25	P10 - 120	P10 - 100
B5	2D25	2D25	P10 - 120	P10 - 100
B6	2D25	2D25	P10 - 120	P10 - 100

3.4 Perencanaan Kolom

Dari hasil analisis pada perencanaan kolom didapat hasil sebagai berikut:

Dipakai tulangan pokok D25 ($A_s = 490,625\text{mm}^2$)

Dipakai rasio penulangan 2%

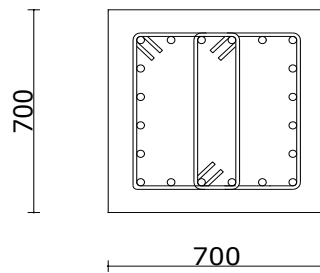
$$A_{s,t} = 2\% \times A_g$$

$$= 0,02 \times (700 \times 700)$$

$$= 9800 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_{s,t}}{A_{s,D25}} = \frac{9800}{490,625} = 19,974 \approx 20,$$

maka dipakai tulangan pokok 20D25 mm dan dipakai tulangan sengkang P12 mm



Gambar 5. Detail penulangan balok induk B1

3.4.1 Kontrol Kapasitas Beban Aksial Kolom Terhadap Beban Aksial

Menurut SNI 2013-2847 pasal 10.3.6.2 kapasitas beban aksial kolom tidak boleh kurang dari hasil analisis struktur.

$$\begin{aligned}\phi P_n (\text{max}) &= 0,8 \times \phi \times (0,85 \times f_c' \times (A_g - A_{st}) + f_y \times A_{st}) \\ &= 9233001,067 \text{ N} \geq P_u = 5560228 \text{ N (ok)}\end{aligned}$$

3.5 Perencanaan Sambungan

3.5.1 Sambungan Balok Induk dan Kolom

Sambungan antara balok dengan kolom perencanaan memanfaatkan panjang penyaluran dengan tulangan pokok yang nantinya akan di bengkokkan ke atas. Adapun persyaratan mengikuti SNI 2847-2013, pasal 12.5.2 adalah sebagai berikut:

Di dapat hasil sebagai berikut:

$l_{dh} = 500 \text{ mm}$ dan bengkokkan 90° sebesar $12 \times d_b = 300 \text{ mm}$

3.5.2 Perencanaan Konsol

Perencanaan konsol ini terdapat di balok induk yang memiliki peran untuk menopang balok anak diatas konsol balok induk. Dari perencanaan di dapat hasil sebagai berikut.

1. Tulangan utama : $A_s \text{ butuh} = 424,178 \text{ mm}^2$
2. Tulangan sengkang : $A_s, \text{butuh} = 170,976 \text{ mm}^2$

Maka digunakan Tulangan utama 3D16 mm ($A_v = 602,88 \text{ mm}^2$), dan Tulangan sengkang 2P12 mm ($A_v = 226,08 \text{ mm}^2$)

3.5.3 Perencanaan Sambungan Pelat

Sambungan pada balok dengan pelat memanfaatkan tulangan tumpuan yang dipasang memanjang melintas tegak lurus diatas balok dengan dihubungkan melewati tulangan *shear connector* pelat. Selanjutnya pelat pracetak yang sudah dihubungkan *shear connector*, selanjutnya pelat pracetak yang sudah dihubungkan *shear connector* tersebut diberi *overtopping* setebal 40 mm. Dari perencanaan di dapat hasil sebagai berikut.

Penyaluran tulangan arah X

Kondisi : Tekan = 200 mm
Tarik = 300 mm

Penyaluran tulangan arah Y

Kondisi : Tarik = 300 mm
Tekan = 200 mm

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perencanaan ulang ini didapat hasil sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil perhitungan pelat diperoleh dimensi pelat pracetak sebesar 80 mm, *overlapping* 40 mm, tulangan pokok P10-125 mm, dan tulangan pembagi P10-250 mm.
- b. Berdasarkan hasil perhitungan balok induk B1 diperoleh ϕM_n 1200,917 kNm dan Mu rencana sebesar 876,089 kNm, dimensi sebesar 400/800 mm, dimensi pracetak 400/680 mm, tulangan tumpuan atas 8D25 mm, tulangan tumpuan bawah 4D25 mm, tulangan lapangan atas 2D25 mm, tulangan lapangan bawah 4D25 mm, sengkang di daerah tumpuan dipakai P10-80 mm, dan sengkang di daerah lapangan dipakai P10-120 mm. Kemudian untuk balok induk B2, dan B4 diperoleh dimensi 350/700 mm, dimensi pracetak 350/580 mm diperoleh ϕM_n 758,227 kNm dan Mu rencana 563,086 kNm, tulangan tumpuan atas 6D25 mm, tulangan tumpuan bawah 4D25 mm, tulangan lapangan atas 2D25 mm, tulangan lapangan bawah 4D25 mm, sengkang di daerah tumpuan dipakai P10-80 mm, dan sengkang di daerah lapangan dipakai P10-120 mm
- c. Berdasarkan hasil perhitungan balok anak B3 diperoleh dimensi sebesar 300/600 mm, dimensi pracetak 300/480 mm, tulangan atas 3P25 mm, tulangan bawah 3P25 mm, dan sengkang P10-120 mm. Kemudian untuk dimensi balok anak B5 diperoleh dimensi 200/400 mm, dimensi pracetak 200/280 mm, tulangan atas 2D25 mm, tulangan bawah 2D25 mm, dan sengkang dipakai P10-120 mm
- d. Berdasarkan hasil perhitungan kolom diperoleh dimensi sebesar 700/700 mm, tulangan pokok 20D25 mm, sengkang di daerah tumpuan dipakai P12-100 mm, dan sengkang di daerah lapangan dipakai P12-150 mm
- e. Sambungan merupakan hal yang sangat penting dalam perencanaan beton pracetak, oleh karena itu sambungan dirancang dengan sambungan basah yaitu dengan menuangkan beton cair pada setiap elemen pracetak agar menjadi satu kesatuan yang bersifat monolit. Penyambungan terhadap setiap komponen struktur yaitu dengan memanfaatkan penyaluran tulangan yang didapat dari hasil analisis pada pelat maupun balok pracetak. Gambaran terkait sambungan ini dituangkan dalam bentuk gambar detail sambungan yang menghubungkan antar setiap komponen struktur.

5. SARAN

- a. Perencanaan selanjutnya mungkin dapat dikembangkan lagi mengenai tahapan proses pemasangan maupun pelaksanaan di lapangan yang tidak dibahas dalam perencanaan ini.
- b. Kekuatan sambungan perlu dilakukan penelitian dan dianalisis lebih lanjut dengan pembahasan secara tersendiri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ibu Lilis Zulaicha, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 1, Bapak Ir. Ismanto Hadisaputro, selaku Dosen Pembimbing II, Ibu Sely Novita Sari S.T., M.T., selaku ketua program studi teknik sipil, dan Dosen-dosen teknik sipil Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, dan teman-teman teknik sipil angkatan 2015 yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 2012. *Beton Pracetak – Precast Concrete*. [Internet]. Tersedia di : <https://docplayer.info/37764568-Beton-pracetak-precaster-concrete.html>.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. 2012. *SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- [3] Badan Standardisasi Nasional. 2013. *SNI 2847:2013 Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [4] Kusumowibowo, Trie Sony. 2017. *Modifikasi Perencanaan Gedung Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Koja Jakarta Dengan Metode Pracetak*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] Maulana, Rizal. 2017. *Perbandingan Nilai Momen Pada Balok Beton Bertulang Menggunakan SNI 1726 - 2002 dan SNI – 2012 di Jakarta, Bandung, dan Yogyakarta*. Jurnal Ilmiah Kurvatek.
- [6] Anonim. 2012. *Beton Pracetak – Precast Concrete*. [Internet]. Tersedia di : <https://docplayer.info/37764568-Beton-pracetak-precast-concrete.html>.
- [7] Wulfram I. Ervianto, 2006. *Eksplorasi Teknologi Dalam Proyek Konstruksi Beton Pracetak dan Bekisting*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [8] Zulaicha, L, Dkk. 2014. *Pemanfaatan Limbah Seretuan Baja Laboratorium Teknologi Mekanika Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta Sebagai Campuran Terhadap Peningkatan Daktilitas Material Beton*. Prosiding RETII Ke-9