

**PERENCANAAN ALTERNATIF ANALISIS SAMBUNGAN BALOK KOLOM
DENGAN SISTEM PRACETAK PADA GEDUNG PARKIR DAN PERKANTORAN
FAKULTAS ILMU SOSIAL DAN ILMU POLITIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA**
*(Alternative Design Analysis of Beam Columns Connection using Precast System at
Parking and Office Building of Social Sciences and Political Sciences Faculty of
Brawijaya University)*

Kholilurrohman, M. Taufik Hidayat, Lilya Susanti
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia
Email : k.rohman@rocketmail.com

ABSTRAK

Universitas Brawijaya adalah universitas negeri terkemuka di Indonesia sehingga banyak pelajar yang berminat untuk melanjutkan pendidikan di kampus ini. Banyaknya jumlah mahasiswa membuat kebutuhan sarana dan prasarana meningkat. Permasalahan yang timbul perlu dicarikan sebuah solusi agar tercipta suasana yang tertib, nyaman, dan aman. Salah satu solusinya adalah dengan membangun gedung parkir dan perkantoran serta demi tercapainya efisiensi dalam membangun gedung tersebut, maka digunakan metode beton pracetak.

Mengacu pada SNI 2847-2013 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, SNI 7833-2012 tentang tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung, SNI 1727-2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, dan SNI 1726-2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung agar didapatkan struktur bangunan yang aman, efektif dan efisien. Dalam studi ini gedung yang dianalisis adalah gedung parkir dan perkantoran fakultas ilmu sosial dan ilmu politik universitas brawijaya yang akan di desain ulang menggunakan metode pracetak.

Kata Kunci : Pracetak, Tulangan Tambahan

ABSTRACT

Brawijaya University is the leading state university in Indonesia so that many students are interested to continue their study in this campus. The large number of students make the need of facilities and infrastructures increase. This problems needs to be looked for a solution to create an atmosphere that is orderly, comfortable, and safe. One if a solution is to build parking buildings and offices and for the efficiency needs in construct, then it can be used precast concrete method.

Referring to SNI 2847-2013 on structural concrete requirements for building structures, SNI 7833-2012 on the procedures for designing precast concrete and prestressed concrete for building structures, SNI 1727-2013 on minimum loads for the design of buildings and other structures, and SNI 1726- 2012 about the earthquake resistance planning procedures for building structures and non-buildings to obtain a safe, effective and efficient building structure. In this study, the building that was analyzed is parking and office building of social science and political science faculty of Brawijaya University which was redesigned using precast method

Keywords : Precast, Additional Reinforcement

PENDAHULUAN

Universitas Brawijaya adalah universitas negeri terkemuka di Indonesia sehingga banyak pelajar yang berminat untuk melanjutkan pendidikan di kampus ini. Tercatat pada Mei 2017 jumlah mahasiswa di Universitas Brawijaya sebanyak 61.636 orang. Tidak seimbang jumlah antara mahasiswa yang diterima dan lulus di Universitas Brawijaya membuat kebutuhan gedung perkuliahan di kawasan Universitas Brawijaya meningkat, sehingga pelataran parkir banyak yang beralih fungsi menjadi gedung perkuliahan. Akibatnya para pengguna kendaraan

pribadi banyak yang tidak mendapatkan parkir, dan terpaksa menggunakan badan jalan sebagai tempat parkir (*on street parking*). Banyaknya jumlah mahasiswa juga membuat kebutuhan prasarana lain meningkat, seperti perkantoran untuk melayani kebutuhan mahasiswa. Permasalahan yang timbul perlu dicarikan sebuah solusi agar tercipta suasana yang tertib, nyaman, dan aman. Salah satu solusinya adalah dengan membangun gedung parkir dan perkantoran.

Maka dari itu, perlu adanya kajian khusus mengenai Studi Alternatif Analisis Sambungan Balok-Kolom Dengan Sistem Pracetak Pada Gedung Parkir

dan Perkantoran Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya. Dengan mengacu kepada SNI 2847-2013 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, SNI 7833-2012 tentang tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung, SNI 1727-2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, dan SNI 1726-2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung sehingga akan didapatkan struktur yang aman, efektif, dan efisien.

TINJAUAN PUSTAKA

Struktur komposit

Definisi beton pracetak menurut SNI 2847-2013 adalah elemen struktur yang dicetak ditempat lain dari posisi akhirnya dalam struktur. Dibandingkan dengan metode cor di tempat, metode beton pacetak lebih ekonomis karena tidak memerlukan banyak bekisting, pekerja yang dibutuhkan lebih sedikit, serta waktu pengerjaannya yang lebih singkat.

Sebagai dasar ilmu untuk menganalisis desain sambungan pracetak harus memenuhi syarat yang telah ditetapkan SNI 2847-2013 dan SNI 7833-2012 yang secara umum menegaskan bahwa :

- 1) Perencanaan komponen pracetak dan sambungannya harus memperhitungkan pengaruh toleransi yang dimana komponen struktur pracetak dan elemen penghubungnya harus dicantumkan dalam spesifikasi.
- 2) Pada setiap perencanaan komponen struktur beton pracetak dengan sambungannya harus mempertimbangkan semua kondisi pembebanan dan kekangan deformasi dimulai dari saat pabrikan awal, penyimpanan, pengangkutan, pemasangan, pembongkaran struktur hingga selesainya pelaksanaan struktur.
- 3) Apabila komponen struktur pracetak dimasukkan ke dalam sistem struktural, maka gaya dan deformasi yang terjadi dan dekat sambungan harus diperhitungkan dalam perencanaan.

Sesuai dengan persyaratan bangunan pracetak yang harus memenuhi kriteria di atas sehingga bangunan bisa dikatakan aman.

METODE PENELITIAN

Gedung Parkir dan Perkantoran Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya terdiri dari delapan lantai menggunakan struktur beton bertulang. Mutu beton yang digunakan pada gedung tersebut adalah $f'c = 29,05$ Mpa.

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan gambar dari tim teknis proyek. Data yang didapat adalah gambar-gambar rencana yang berguna sebagai acuan untuk merencanakan gedung.

Dalam perencanaan ini digunakan analisis spectrum respons desain untuk menghitung gaya pada

struktur akibat gaya gempa. Adapun cara menganalisisnya yaitu dengan menggunakan aplikasi analisis struktur SAP2000 v15. Penggunaan aplikasi analisis struktur SAP2000 v15 bertujuan untuk mendapatkan besarnya gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur (momen, gaya aksial, dan gaya geser).

Selanjutnya akan dilakukan perencanaan dengan langkah-langkah yang meliputi:

1. analisis pembebanan
2. analisis struktur
3. desain penampang sebelum cor penuh
4. desain penampang setelah cor penuh
5. gambar detail

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Dimensi Struktur

Direncanakan balok B1 sebesar 50 x 80 cm, dan balok B2 sebesar 50 x 60 cm. Sedangkan untuk kolom K1 sebesar 60 x 80 cm, dan kolom K1 60 x 60 cm. Tebal pelat lantai direncanakan dengan ketebalan 12 cm dan pelat atap dengan ketebalan 10 cm.

Analisis Beban Gempa

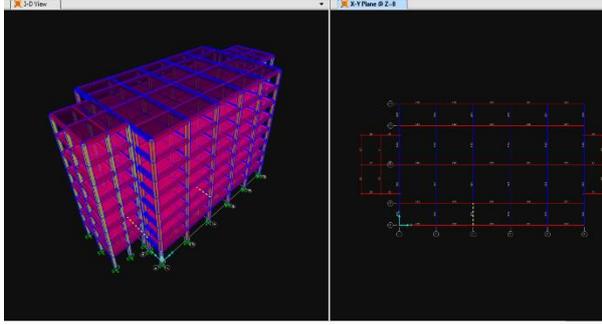
Pada perhitungan beban gempa pada gedung Gedung Parkir dan Perkantoran Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya, perhitungan desain respon spektra Menggunakan program yang telah disediakan PU:

<http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain Spektra Indon esia 2011/>.

Data yang di peroleh berdasarkan program yang telah disediakan PU adalah data berupa respon spectrum design yang ada pada daerah Gedung Parkir dan Perkantoran Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya.

Perencanaan Balok

Berikut adalah hasil analisis struktur balok Gedung Parkir dan Perkantoran Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya dengan menggunakan software SAP2000 v15. Untuk tabel yang lebih lengkap, akan ditampilkan pada lampiran. Dari tabel tersebut, maka didapatkan momen maksimum untuk balok B1 terjadi pada balok nomor 570 (lihat kolom M3) dengan momen tumpuan terjadi sebesar -182418,91 kgm dan momen lapangan sebesar 86543,54 kgm. Sedangkan momen maksimum untuk balok B2 terjadi pada balok nomor 28 (lihat kolom M3) dengan momen tumpuan terjadi sebesar -77822,94 kgm dan momen lapangan sebesar 39241,41 kgm.



Gambar 1 Pemodelan analisis struktur balok pada Gedung Parkir dan Perkantoran Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya

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

Tulangan tarik : 8-D32 (6350 mm²)
 Tulangan tekan : 4-D32 (3180 mm²)

Analisa Tulangan Lapangan Balok B2

$M_{U \text{ Lapangan}} = 39241,41 \text{ kgm}$

$A_s = \rho \times b_e \times d = 0,00611 \times 500 \times 650 = 1985 \text{ mm}^2$

$A_s' = 0,2 \times A_s = 0,5 \times 1985 = 992,402 \text{ mm}^2$

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

Tulangan tarik : 8-D32 (6350 mm²)
 Tulangan tekan : 4-D32 (3180 mm²)

Penulangan Utama Balok B1

Momen-momen maksimum didapatkan dari kombinasi beban

$M_{U \text{ Tump}} = -182418,91 \text{ kgm}$

$M_{U \text{ Lap}} = 86543,54 \text{ kgm}$

$f'c = 29,05 \text{ MPa}$

$f_y = 400 \text{ MPa}$

Dimensi balok = 50 x 80 cm

Selimut efektif = 50 mm

Analisa Tulangan Tumpuan Balok B1

Nilai M_u diambil yang terbesar antara momen tumpuan positif dan negatif.

$M_u = -182418,91 \text{ kgm}$

$A_s = \rho_{\text{max}} \times b \times d = 0,0236 \times 500 \times 750 = 8850 \text{ mm}^2$

$A_s' = 0,5 \times A_s = 0,5 \times 8850 = 4425 \text{ mm}^2$

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

Tulangan tarik : 12-D32 (9350 mm²)
 Tulangan tekan : 8-D32 (6350 mm²)

Analisa Tulangan Lapangan Balok B1

$M_{U \text{ Lapangan}} = 86543,54 \text{ kgm}$

$A_s = \rho \times b_e \times d = 0,0105 \times 500 \times 750 = 3937,5 \text{ mm}^2$

$A_s' = 0,2 \times A_s = 0,5 \times 3937,5 = 1968,5 \text{ mm}^2$

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

Tulangan tarik : 8-D32 (6350 mm²)
 Tulangan tekan : 4-D32 (3180 mm²)

Penulangan Utama Balok B2

Momen-momen maksimum didapatkan dari kombinasi beban

$M_{U \text{ Tump}} = -77822,94 \text{ kgm}$

$M_{U \text{ Lap}} = 39241,41 \text{ kgm}$

$f'c = 29,05 \text{ MPa}$

$f_y = 400 \text{ MPa}$

Dimensi balok = 50 x 70 cm

Selimut efektif = 50 mm

Analisa Tulangan Tumpuan Balok B2

Nilai M_u diambil yang terbesar antara momen tumpuan positif dan negatif.

$M_u = -77822,94 \text{ kgm}$

$A_s = \rho_{\text{max}} \times b \times d = 0,0128 \times 500 \times 650 = 4160 \text{ mm}^2$

$A_s' = 0,5 \times A_s = 0,5 \times 4160 = 2080 \text{ mm}^2$

Penulangan kolom K1

Data kolom:

$b = 60 \text{ cm}$

$h = 80 \text{ cm}$

$d' = 5 \text{ cm}$

$d = 75 \text{ cm}$

$L = 400 \text{ cm}$

$P = 151028,48 \text{ kg}$

$M_A = 191546,16 \text{ kgm}$

$M_B = -112707,06 \text{ kgm}$

M_B (beban mati) = 1241,04 kgm

Rasio Tulangan : $A_{st} = 2,5\%$

Karena asumsi pembebanan sentris, serta adanya momen dan gaya aksial yang dominan, maka tulangan kolom → 2 sisi

$A_s = A_s' = 2,5\%$

$A_s = A_s' = 0,025 \times 60 \times 75 = 112,5 \text{ cm}^2$

Dicoba 2 sisi utama:

Tulangan tarik = 10-D38 → $A_s = 114 \text{ cm}^2$

Tulangan tekan = 10-D38 → $A_s = 114 \text{ cm}^2$

Untuk 2 sisi lainnya, ditentukan tulangan bagi sebesar 50% dari tulangan utama

Maka ditentukan tulangan 5-D38 untuk sisi panjang.

Penulangan kolom K2

Data kolom:

$b = 60 \text{ cm}$

$h = 60 \text{ cm}$

$d' = 5 \text{ cm}$

$d = 55 \text{ cm}$

$L = 400 \text{ cm}$

$P = 64376,89 \text{ kg}$

$M_A = 10515,53 \text{ kgm}$

$M_B = -10376,90 \text{ kgm}$

M_B (beban mati) = 1283,38 kgm

Rasio Tulangan : $A_{st} = 1\%$

4 sisi

$A_s = A_s' = 1\%$

$A_s = A_s' = 0,01 \times 60 \times 55 = 3,36 \text{ cm}^2$

Dicoba 2 sisi utama:

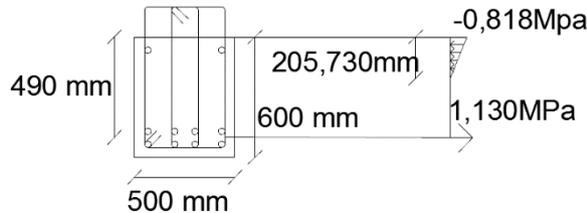
Tulangan tarik = 4-D13 → $A_s = 3,36 \text{ cm}^2$

Tulangan tekan = 4-D13 → $A_s = 3,36 \text{ cm}^2$

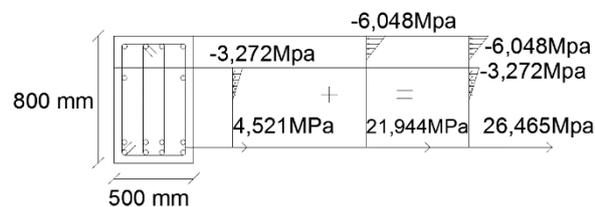
Balok pracetak sebelum dan setelah cor penuh

Saat pemasangan elemen pracetak ini, balok pracetak sebelum cor penuh mengalami kondisi pembebanan sebagai berikut :

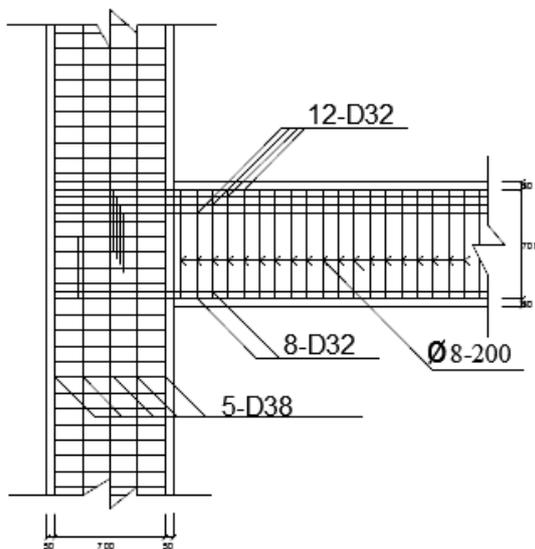
1. Berat sendiri balok pracetak beserta beton topping
2. Beban akibat pelat pracetak yang menumpu pada balok, termasuk beton tuang di atasnya



Gambar 2 Gambar diagram tegangan sebelum cor penuh



Gambar 3 Gambar diagram tegangan setelah cor penuh



Gambar 4 Gambar Penulangan lengkap balok dan kolom sesuai perencanaan

Analisa Balok Pracetak Saat Pengangkatan

Kondisi pertama adalah saat pengangkatan balok pracetak untuk dipasang pada tumpuannya. Pada kondisi ini beban yang bekerja adalah berat sendiri balok pracetak yang ditumpu oleh angkur pengangkatan yang menyebabkan terjadinya momen pada tengah bentang dan pada tumpuan. Ada dua hal

yang harus ditinjau dalam kondisi ini, yaitu kekuatan angkur pengangkatan (lifting anchor) dan kekuatan lentur penampang beton pracetak.

$$q_d = 1,4 \times 2,4 \times 0,50 \times 0,60 = 1,008 \text{ ton/m}$$

$$q_d = 10,08 \text{ kN/m}$$

Asumsi Tulangan ekstra pada titik pengangkatan untuk menahan momen negatif yang terjadi adalah 2D-32

$$A_s = 1590 \text{ mm}^2$$

$$d = 600 - 50 - 12 - 0,5 \times 32 = 522 \text{ mm}$$

Kapasitas momen negatif penampang pada titik angkat akibat gaya angkat :

$$T = C$$

$$A_s \times f_y = 0,85 \times f'_c \times a \times b$$

$$1590 \times 400 = 0,85 \times 29,05 \times 500 \times a$$

$$a = \frac{636000}{12346,25} = 51,514$$

$$M_n = T \times (d - a/2)$$

$$M_n = 636000 \times (522 - 51,514/2) = 315610548 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 315,611 \text{ kNm}$$

Kapasitas momen negatif terfaktor ($\Phi = 0,8$)

$$\Phi M_n = 0,8 \times 315,611 = 252,489 \text{ kNm}$$

Letak titik angkat (x)

$$\Phi M_n = M_x, \text{ dimana : } M_x = \text{Momen pada titik angkat}$$

$$M_x = 0,5 \times q \times d^2$$

$$252,489 = 0,5 \times 10,08 \times x^2$$

$$x^2 = 50,097$$

$$x = 7,078 \text{ m } (0 \text{ m} < x \leq 7,078 \text{ m})$$

dicoba 1,66 m

$$M_1 = 0,5 \times 10,08 \times 1,66^2 = 13,888 \text{ kNm}$$

Syarat : $M_1 \leq \Phi M_n$, dimana $\Phi = 0,8$

$$13,888 \text{ kNm} \leq 252,849 \text{ kNm} \dots \text{ok!}$$

jadi letak titik angkat Balok B1 dengan bentang 8 meter adalah $x = 1,66 \text{ m}$

Kapasitas momen positif atau momen lapangan balok B1

Asumsi tulangan lentur balok pracetak 8-D32 dengan

$$A_s = 6350 \text{ mm}^2$$

$$d = 600 - 50 - 12 - (1,5 \times 32) = 490 \text{ mm}$$

$$T = C$$

$$A_s \times f_y = 0,85 \times f'_c \times a \times b$$

$$6350 \times 400 = 0,85 \times 29,05 \times 500 \times a$$

$$a = \frac{2540000}{12346,25} = 205,730 \text{ mm}$$

$$M_n = T \times (d - a/2)$$

$$M_n = 2540000 \times (490 - 205,730/2) = 983322900 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 983,3229 \text{ kNm}$$

$$\Phi M_n = 0,8 \times 983,3229 \text{ kNm} = 786,658 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 1/8 \times q_d \times (L - 2x)^2 - 0,5 \times q_d \times x^2$$

Momen maksimal pada tengah bentang

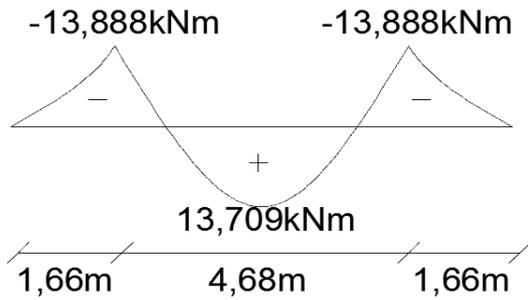
Dimana, $L_{bi} = 8 \text{ m}$, dan $x = 1,66 \text{ m}$

$$M_2 = 1/8 \times 10,08 \times (8 - 2 \times 1,66)^2 - 0,5 \times 10,08 \times 1,66^2$$

$$M_2 = 13,709 \text{ kNm}$$

Syarat : $M_2 \leq \Phi M_n$, dimana $\Phi = 0,8$

$$13,709 \text{ kNm} \leq 786,658 \text{ kNm} \dots \text{ok!}$$



Gambar 5 Bidang momen saat pengangkatan balok B1 bentang 8 meter

Berdasarkan analisis balok pracetak B1 bentang 8 meter saat pengangkatan, didapat spesifikasi balok pracetak B1 sebagai berikut :

- Dimensi balok : B1 = 500 x 600 mm², L = 8,0 m
- Letak titik angkat : x = 1,66 m (dari masing-masing ujung)
- Tulangan : - ekstra untuk pengangkatan 2-D32
- Tulangan lentur Lapangan 8-D32

Perencanaan Sambungan Beton Pracetak

Menggunakan balok ukuran 500 x 800 mm dengan tulangan D32

f_y (tegangan leleh baja)	= 400 MPa
f'_c (kuat tekan beton)	= 29,05 MPa
α (faktor lokasi penulangan)	= 1
β (faktor pelapis)	= 1
γ (faktor ukuran batang tulangan)	= 1
λ (faktor berat beton)	= 1
db (diameter tulangan balok)	= 32 mm
faktor selimut beton	= 0,7
faktor sengkang	= 0,8

Menentukan L_d (tulangan kondisi tarik) SNI 2847-2013

$$L_d = \frac{f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda \cdot d_b}{1,7 \cdot \sqrt{f'_c}} = \frac{400 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 32}{1,7 \cdot \sqrt{29,05}} = 1396,973 \text{ mm} > 300 \text{ mm}$$

Menentukan L_{db} (tulangan kondisi tekan)

$$L_{db} = (0,24 \cdot f_y / \lambda \cdot \sqrt{f'_c}) \cdot d_b$$

$$= (0,24 \cdot 400 / 1 \cdot \sqrt{29,05}) \cdot 32 = 569,964 \text{ mm}$$

$$L_{db} = (0,043 \cdot f_y) \cdot d_b = (0,043 \cdot 400) \cdot 32 = 550,4 \text{ mm}$$

maka dipilih nilai terbesar yaitu $L_{db} = 569,964 \text{ mm} > 200 \text{ mm}$

Menentukan L_{dh} (tulangan berkait dalam kondisi tarik)

$$L_{dh} = (0,24 \cdot \beta \cdot f_y / \lambda \cdot \sqrt{f'_c}) \cdot d_b$$

$$= (0,24 \cdot 1 \cdot 400 / 1 \cdot \sqrt{29,05}) \cdot 32 = 570 \text{ mm}$$

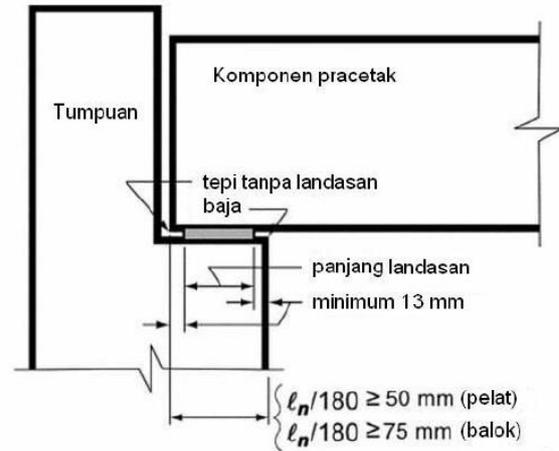
L_{dh} harus dikalikan dengan faktor selimut beton dan faktor sengkang

$$L_{dh} = 570 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 319 \text{ mm}$$

$L_{dh} > 150 \text{ mm}$, maka menggunakan L_{dh} sebesar 319 mm

Perencanaan Tumpuan

Tumpuan pada sambungan balok-kolom sebelum cor penuh berdasarkan SNI 7833-2012 terjadi seperti pada gambar dibawah ini



Gambar R4.6.2 - Panjang landasan

Gambar 6 Gambar tumpuan balok-kolom sebelum cor penuh

$L_n/180 = 8000/180 = 44 \text{ mm}$ maka digunakan total panjang landasan untuk balok sebesar 75 mm.

Analisis Hubungan untuk Balok-Kolom tengah

Jumlah tulangan yang mengalami tekan (-), 8-D32 ($A_s' = 6350 \text{ mm}^2$)

$$A_g = A_s = 6350 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_g \cdot 1,25 \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{6350 \cdot 1,25 \cdot 400}{0,85 \cdot 29,05 \cdot 500} = 257,163 \text{ mm}$$

$$M_n^- = A_s' \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 6350 \cdot 400 \cdot (750 - 257,163/2) = 1578402990$$

$$N_{mm} = 1578,40299 \text{ kNm}$$

Jumlah tulangan yang mengalami tarik (+), 12-D32 ($A_s = 9530 \text{ mm}^2$)

$$A_g = A_s = 9530 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_g \cdot 1,25 \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{9530 \cdot 1,25 \cdot 400}{0,85 \cdot 29,05 \cdot 500} = 385,947 \text{ mm}$$

$$M_n^+ = A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 9530 \cdot 400 \cdot (750 - 385,947/2) = 2123384732$$

$$N_{mm} = 2123,385 \text{ kNm}$$

$$M_u = (M_n^- + M_n^+)/2$$

$$= (1578,40299 + 2123,385)/2$$

$$= 1830,84105 \text{ kNm}$$

$$M_u (1830,84105 \text{ kNm}) < M_n \text{ max} (2123,385 \text{ kNm}).$$

$$V_h = \frac{2 \cdot M_u}{L/2} = \frac{2 \cdot 1830,84105}{4/2} = 1830,84105 \text{ kN}$$

$$T1 (10-D38) = A_s \cdot 1,25 \cdot f_y = 11400 \cdot 1,25 \cdot 400$$

$$= 5700000 \text{ N} = 5700 \text{ kN}$$

$$T2 (10-D38) = A_s * 1,25 * f_y$$

$$= 11400 * 1,25 * 400$$

$$= 5700000 \text{ N} = 5700 \text{ kN}$$

Gaya geser yang terjadi

$$V = T - V_h$$

$$= 5700 - 1830,84105 = 3869,15895 \text{ kN}$$

Kuat geser nominal

$$\phi V_c = 0,75 * 1,7 * A_j * \sqrt{f_c}$$

$$= 0,75 * 1,7 * (1300 * 800) * \sqrt{29,05} = 7146881,684 \text{ N} = 7146,881 \text{ kN}$$

$$\phi V_c (7146,881 \text{ kN}) > V (3896,15895 \text{ kN})$$

(Maka sambungan aman)

Analisis Hubungan untuk Balok-Kolom pinggir

Jumlah tulangan yang mengalami Tarik untuk momen negative adalah 12-D32 ($A_s = 9530 \text{ mm}^2$)

$$A_g = A_s = 9530 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_g * 1,25 * f_y}{0,85 * f_c * b} = \frac{9530 * 1,25 * 400}{0,85 * 29,05 * 500} = 385,947 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s * f_y * (d - a/2)$$

$$= 9530 * 400 * (750 - 385,947/2) = 2123384732$$

$$N_{mm} = 2123,385 \text{ kNm}$$

$$M_u = M_n / 2$$

$$= 2123,385 / 2 = 1061,693 \text{ kNm}$$

$$M_u (1061,693 \text{ kNm}) < M_n (2123,385 \text{ kNm})$$

$$V_h = \frac{2 * M_u}{L/2} = \frac{2 * 1061,693}{4/2} = 1061,693 \text{ kN}$$

$$T1 (12-D32) = A_s * 1,25 * f_y$$

$$= 9530 * 1,25 * 400$$

$$= 4765000 \text{ N} = 4765 \text{ kN}$$

Gaya geser yang terjadi

$$V = T1/2 - V_h$$

$$= 2382,5 - 1061,693 = 1320,807 \text{ kN}$$

Kuat geser nominal

$$\phi V_c = 0,75 * 1,7 * A_j * \sqrt{f_c}$$

$$= 0,75 * 1,7 * (500 * 800) * \sqrt{29,05}$$

$$= 1455247 \text{ N} = 1455,247 \text{ kN}$$

$$\phi V_c (1455,247 \text{ kN}) > V (1320,807 \text{ kN})$$

(Maka sambungan aman)

KESIMPULAN

Dalam analisis perencanaan Gedung Parkir dan Perkantoran Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Brawijaya ini digunakan bantuan program bantu SAP 2000 v15 didapatkan tulangan pada balok B1 dan B2 sebesar D-32 untuk balok dan untuk kolom sebesar D-38, serta menerapkan pemodelan strong column weak beam maka didapat hasil sebagai berikut:

1. Hasil dari analisa pengangkatan balok pracetak sebelum cor penuh dengan beban yang dipikul oleh balok adalah beban sendiri balok saat pengangkatan menunjukkan bahwa, balok induk pracetak yang berukuran 50/80 cm dengan tulangan lentur yang mengalami tarik sebesar 8-D32 dan tulangan tambahan longitudinal pada daerah tekan sebesar 2-D32, serta sengkang yang digunakan berdiameter 12 mm menghasilkan

momen nominal (negatif) sebesar 252,489 kNm dan momen ultimate negatif yang terjadi sebesar 13,888 kNm. Sedangkan untuk momen positif, momen nominal didapatkan sebesar 786,658 kNm dan momen ultimate yang terjadi sebesar 13,709 kNm. Sehingga perhitungan dapat dikatakan aman.

2. Hasil dari analisis sambungan balok-kolom setelah terjadi cor penuh dengan beban yang bekerja di atasnya seperti beban hidup, plat dan atap, baik di tengah dan dipinggir struktur, aman terhadap lentur dan geser. Hal ini terbukti dengan analisis kapasitas momen pada balok kolom di tengah struktur sebesar 2123,385 kNm lebih besar dari momen ultimate yang terjadi sebesar 1830,841 kNm, dan untuk kapasitas geser yang tersedia sebesar 7146,881 kN sedangkan geser ultimate yang terjadi hanya sebesar 3896,159 kN. Pada balok kolom di pinggir struktur kapasitas momen sebesar 2123,385 kNm lebih besar dari momen ultimate yang terjadi sebesar 1061,693 kNm, dan untuk kapasitas geser yang tersedia sebesar 1455,247 kN sedangkan geser ultimate yang terjadi hanya sebesar 1320,807 kN. Sehingga struktur dapat dikatakan aman.

SARAN

1. Perlunya pengembangan teknologi dan sumber daya manusia untuk meningkatkan kualitas dan mutu beton pracetak di Indonesia ini
2. Seiring dengan perkembangan pembangunan yang semakin maju sebaiknya bangunan di Indonesia ini menggunakan sistem pracetak agar lebih efisien di dalam pembangunan, baik dari segi kebersihan dan kecepatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2009. *Standar Nasional Indonesia 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *SNI 7833:2012 Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *SNI 1727:2013 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan 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.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *SKBI-1.353.1987 Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- Son, D. F., & Herman, H. (2008). *PERENCANAAN STRUKTUR HOTEL IBIS SEMARANG DENGAN METODE KONSTRUKSI SEMI PRACETAK (Structural Design Of Ibis Hotel Semarang Using Half Precast Construction Method)*(Doctoral dissertation, F. TEKNIK UNDIP).
- Dipohusodo, Istimawan. "Struktur Beton Bertulang, berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI." (1994).