

ANALISIS WAKTU SIKLUS PENGECORAN LANTAI GEDUNG BERTINGKAT

Oleh:

Ujang Ruslan

Staf pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir Ds.Ciwaruga Kotak pos 1234 Bdg 40012
email: jarus@polban.ac.id, ruslanjts@gmail.com

Nuroji

Staf pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil UNDIP
Jl. Prof. H. Soedharto,SH, Tembalang - Semarang 50275
email: nrji@sipil.ft.undip.ac.id, ojiksam2000@yahoo.com

Windu Partono

Staf pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil UNDIP
Jl. Prof. H. Soedharto,SH, Tembalang - Semarang 50275
email: winp@sipil.ft.undip.ac.id

ABSTRAK

Pada pelaksanaan struktur atas bangunan gedung bertingkat dengan beton yang dicor di tempat, diperlukan bekisting dan perancah yang bertingkat-tingkat untuk memenuhi aspek kecepatan siklus konstruksi. Dalam menentukan waktu siklus pengecoran lantai pada gedung bertingkat ini, digunakan metode analisis. Dalam analisis waktu siklus pengecoran lantai ini, bekisting dan perancah dimodelkan dengan menggunakan dua dan tiga tingkat lantai. Struktur bangunan gedung bertingkat yang ditinjau adalah bangunan standar dengan panjang bentang antar kolom maksimum 8 meter, dan campuran beton menggunakan beton normal tanpa bahan tambah. Berdasarkan hasil kajian menunjukkan bahwa penerapan waktu siklus pengecoran lantai dengan bekisting dan perancah dua tingkat lantai, dimulai dari 10 hari pada saat lantai "i - 2" telah berumur 20 hari. Sementara dengan bekisting dan perancah tiga tingkat lantai, waktu siklus pengecoran lantai dimulai dari 6 hari pada saat lantai "i - 3" telah berumur 18 hari.

Kata kunci: Bekisting, perancah, waktu siklus, siklus konstruksi lantai.

ABSTRACT

On the implementation of the structure of multi-storey buildings with cast-in-place concrete, formwork and shore needed stratified to meet the speed aspect of the construction cycle. In determining the floor molding cycle time on these buildings, used methods of analysis. In the analysis of the floor molding cycle time, formwork and shore modeled using two-and three-level floor. Storey building structure being simulated is a standard building with a maximum length of span between columns 8 meters, and mix concrete using normal concrete without added ingredients. Based on the results of the study showed that the application of floor molding cycle time with formwork and shore are two floor levels, starting from 10 days at the floor "i - 2" have turned 20 today. While the three levels of formwork and shore floor, floor molding cycle time of 6 days starting at the floor "i - 3" has turned 18 today.

Keywords: Formwork, shore, cycle time, floor construction cycle.

Pendahuluan

Bekisting (*formwork*) dan perancah (*shore*) merupakan struktur sementara, karena sampai batas waktu tertentu setelah pengecoran beton akan dibongkar. Pada metode pengecoran beton di tempat, bekisting dan perancah disiapkan sepenuhnya di lapangan, pekerjaan dilanjutkan dengan pekerjaan tulangan, dan pengecoran beton. Kekuatan beton secara alamiah menuntut waktu tertentu untuk dapat mendukung beban konstruksi, sehingga bekisting dan perancah dapat dibongkar.

Pada pelaksanaan struktur atas (*superstructure*) bangunan gedung bertingkat merupakan proses yang berulang, sehingga untuk memenuhi aspek kecepatan diperlukan sejumlah tingkat bekisting dan perancah. Sebagai akibatnya lantai yang paling bawah harus dapat menahan distribusi beban konstruksi, sehingga diperlukan kekuatan beton yang cukup meskipun belum berumur 28 hari. Kekuatan dari lantai beton umur muda ini, perlu dievaluasi untuk menentukan waktu siklus pengecoran lantai yang aman selama proyek berlangsung. Selain itu untuk menentukan jumlah tingkat bekisting dan perancah yang digunakan, dalam memenuhi waktu siklus pengecoran lantai. Karena untuk memenuhi persyaratan kualitas dan keselamatan kerja, biayanya dapat mencapai lebih dari 60 persen dari total biaya beton.

Dengan demikian, waktu siklus pengecoran lantai perlu direncanakan untuk memenuhi aspek kecepatan dan keamanan pada struktur bangunan. Sementara disisi lain proses konstruksi tersebut dibatasi oleh ketersediaan

bekisting dan perancah untuk memenuhi aspek waktu dan biaya.

Studi Pustaka

Kekuatan lantai pada usia awal terutama dipengaruhi oleh tingkat mendapatkan kekuatan beton dan beban-beban di mana lantai sudah dirancang. Sebagai pengganti lebih rinci pada perhitungan lentur, regangan, geser, dan kuat ikat pada usia awal dari lantai dapat dengan bebasnya diasumsikan proporsional terhadap kuat tekan beton pada usia itu. Retak dan lendutan bersifat tergantung pada usia awal kuat tekan beton dan modulus elastisitas (ACI 347.2R-05, 2005).

Menurut Harrison, (1995) dalam rekomendasi CIRIA Report 136, menyatakan bahwa untuk mendapatkan kekuatan ikat dan geser terhadap kekuatan beton umur 28 hari harus dengan bebasnya diasumsikan proporsional terhadap keuntungan dari kuat tekan beton, tetapi tidak menerapkan kekuatan beton di bawah 10 MPa. Prediksi pengembangan kekuatan beton secara umum ditunjukkan pada Persamaan 1 (ACI 209R-92, 1992).

$$f'_{c(t)} = [t / (a + \beta t)] f'_{c(28)} \quad (1)$$

dimana $f'_{c(t)}$ = kuat tekan beton pada umur t, hari.

$f'_{c(28)}$ = kuat tekan beton pada umur 28, hari.

a, β = koefisien

t = umur beton, hari.

ACI 209.2R-08 (2008) merekomendasikan pengembangan kekuatan beton dengan menggunakan Persamaan 2 sebagai berikut:

$$f'_{c(t)} = [t / (4 + 0,85t)] f'_{c(28)} \quad (2)$$

dimana $f'_{c(t)}$ = kuat tekan beton sesuai dengan pengembangan umur beton, hari.

$f'_{c(28)}$ = kuat tekan beton pada umur 28, hari.

t = umur beton setelah pengecoran, hari.

Sementara itu, nilai modulus elastisitas beton akan meningkat sesuai dengan fungsi waktu. Modulus elastisitas beton yang besar menunjukkan kemampuan dalam menahan tegangan, terutama tekan yang cukup besar akibat beban-beban yang terjadi pada kondisi regangan yang masih kecil. Menurut SNI 03-2847 (2002) modulus elastisitas beton (E_c) untuk beton normal, dapat digunakan rumus empiris sebagai berikut:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \quad (3)$$

dimana E_c = modulus elastisitas beton (MPa).

f'_c = kuat tekan beton (MPa).

Beban-beban konstruksi pada bekisting untuk beban vertikal, yaitu beban mati termasuk beban struktur, bekisting dan beban hidup. Beban bekisting dan perancah sangat bervariasi tergantung dari sistem yang digunakan, berat bekisting dan perancah dapat diambil sebesar

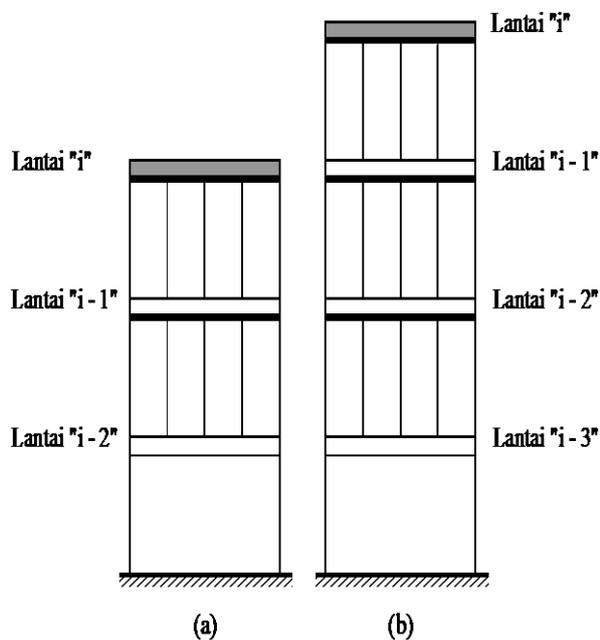
50 kg/m² (Tumilar, 1993). Selain itu menurut ACI 347-04 dan ACI 347.2R-05 dalam merencanakan bekisting, besarnya beban hidup tidak boleh kurang dari 2,4 kPa (240 kg/m²). Sementara besarnya beban hidup pekerja menurut kebiasaan yang berlaku pada pelaksanaan konstruksi di Indonesia, beban hidup pekerja diambil sebesar 100 kg/m². Besarnya beban-beban yang bekerja selama proses konstruksi tersebut merupakan beban terbagi merata, dan masing-masing beban dinyatakan sebagai suatu proporsi beban mati dari beton, D , (Hurd, 2005).

Bekisting dan perancah harus dirancang dengan baik untuk menghindari lendutan dan retak yang berlebihan pada elemen struktur, yang dapat merupakan awal dari kerusakan dan keruntuhan bangunan (Tumilar, 1993). Menurut ACI 347.2R-05 (2005), bahwa dalam perhitungan beban-beban konstruksi yang disalurkan ke lantai-lantai dan perancah-perancah selama konstruksi berdasarkan asumsi-asumsi analisis sebagai berikut:

- a. Perancah (*shores*) adalah sangat kaku dibandingkan dengan pelat lantai.
- b. Lantai-lantai yang dihubungkan oleh perancah akan mengalami lendutan yang sama besar pada saat dibebani, sehingga setiap lantai akan menerima porsi beban sesuai dengan kekakuannya masing-masing.
- c. Perancah pada lantai dasar (*base support at ground level*) sangat kaku.
- d. Pengaruh rangkak (*creep*) dan susut (*shrinkage*) tidak diperhitungkan.

Metodologi

Untuk menentukan waktu siklus pengecoran lantai pada gedung bertingkat, metodologi yang digunakan adalah dengan metode analisis. Analisis dilakukan dengan beberapa asumsi berdasarkan pada beberapa referensi, dan beberapa parameter yang potensi akan berpengaruh terhadap waktu siklus. Dalam analisis waktu siklus pengecoran lantai ini, bekisting dan perancah dimodelkan dengan menggunakan dua dan tiga tingkat lantai seperti ditunjukkan berturut-turut pada Gambar 1a dan 1b. Dari gambar tersebut, lantai yang sedang dicor dinyatakan sebagai lantai "i", dan lantai di bawahnya berturut-turut dinyatakan sebagai lantai "i - 1", lantai "i - 2", dan lantai "i - 3".



Gambar 1 Waktu siklus pengecoran Lantai "i" menggunakan bekisting dan perancah dua dan tiga tingkat lantai

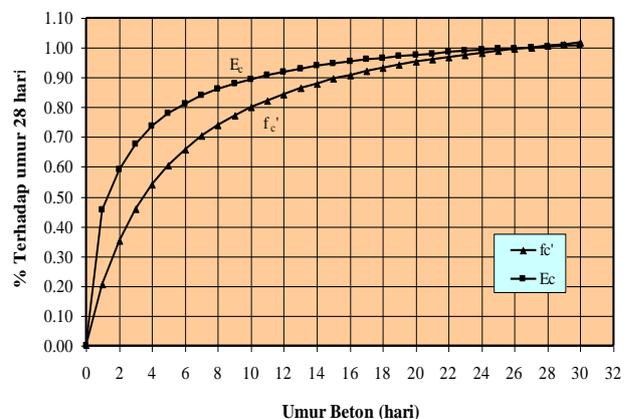
Dengan mempertimbangkan kekuatan beton lantai "i - 1" dalam menahan beban konstruksi, maka waktu siklus pengecoran lantai yang ditinjau dimulai dari waktu siklus 7

sampai 15 hari untuk bekisting dua tingkat lantai dan waktu siklus 4 sampai 10 hari untuk bekisting tiga tingkat lantai. Sehingga masing-masing lantai pendukung akan menerima total beban konstruksi, sesuai dengan umur beton dari penerapan waktu siklus pengecoran lantai.

Struktur bangunan gedung bertingkat yang ditinjau adalah bangunan standar dengan panjang bentang antar kolom maksimum 8 meter, dan campuran beton menggunakan beton normal tanpa bahan tambah (*additive*). Untuk beban rencana menggunakan standar pembebanan dari SNI 03 - 1727 - 1989-F, baik untuk beban mati maupun beban hidup. Sedangkan untuk analisis distribusi beban konstruksi, pembebanan yang ditinjau pada jalur kolom.

Analisa dan Pembahasan

Kekuatan tekan beton dan modulus elastisitas akan meningkat sesuai dengan fungsi waktu. Dengan menggunakan persamaan 2 dan 3, maka hubungan kuat tekan dan modulus elastisitas terhadap umur beton, menunjukkan kemampuan beton dalam menahan beban seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Hubungan antara kuat tekan dan modulus elastisitas terhadap umur beton

Beban-beban yang diterapkan pada struktur selama proses konstruksi sangat berbeda dengan beban rencana. Beban rencana merupakan beban yang diterapkan selama layanan dari bangunan, sedangkan beban konstruksi merupakan beban sementara yang diterapkan selama berlangsungnya pelaksanaan konstruksi.

Beban rencana untuk beban mati (D) digunakan berat rata-rata dari berat sendiri lantai, balok anak, dan balok induk yang diperhitungkan per meter persegi adalah 750 kg/m² ditambah beban mati (D) *superimposed* sebesar 105 kg/m², dan beban hidup (L) 250 kg/m². Masing-masing beban dinyatakan sebagai proporsi D, maka:

$$\begin{aligned} \text{Beban mati lantai (D)} &= 1,000 D \\ \text{Beban superimposed (D)} &= 0,140 D \\ \text{Beban hidup (L)} &= 0,333 D \\ \hline &= 1,473 D \end{aligned}$$

Untuk beban konstruksi yang bekerja pada masing-masing lantai pada saat pengecoran lantai "i" adalah sebagai berikut:

a. Beban konstruksi pada lantai "i"

$$\begin{aligned} \text{Beban mati lantai (D)} &= 1,000 D \\ \text{Beban hidup (L)} &= 0,133 D \\ \hline &= 1,133 D \end{aligned}$$

b. Beban konstruksi pada lantai "i - 1"

$$\begin{aligned} \text{Beban mati lantai (D)} &= 1,000 D \\ \text{Berat bekisting (D)} &= 0,067 D \\ \text{Beban hidup (L)} &= 0,133 D \\ \hline &= 1,200 D \end{aligned}$$

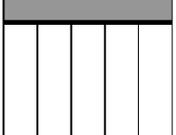
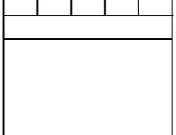
c. Beban konstruksi pada lantai "i - 2" dan lantai "i - 3", sama seperti pada lantai "i - 1" sebesar 1,200 D.

Dalam operasi pembebanan, beban konstruksi dari lantai "i" akan ditransfer pada lantai "i - 1" (lihat Gambar 1), sehingga total beban konstruksi pada lantai "i - 1" adalah jumlah dari beban konstruksi lantai "i" ditambah dengan beban konstruksi lantai "i - 1" itu sendiri.

Total beban konstruksi yang dapat ditahan oleh lantai "i - 1", tergantung dari kekuatan beton lantai tersebut sesuai dengan umur beton yang telah dicapai, sehingga kelebihan beban akan ditransfer ke lantai "i - 2". Begitu pula dengan bekisting tiga tingkat lantai, kelebihan beban konstruksi dari lantai "i - 2" akan ditransfer ke lantai "i - 3".

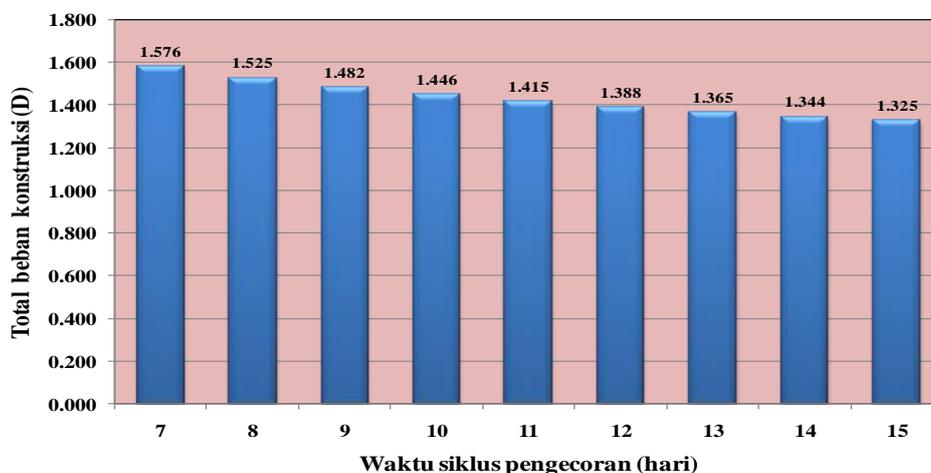
Pada Tabel 1 merupakan hasil analisis distribusi beban konstruksi dengan bekisting dan perancah dua tingkat lantai, dengan waktu siklus pengecoran lantai yang ditinjau sama dengan 7 hari. Dari Tabel 1 tersebut, total beban konstruksi akhir operasi pada lantai "i - 1" adalah 2,333 D atau (1,133 D + 1,000 D + 0,067 D + 0,133 D), karena lantai "i" belum memperoleh kekakuan. Sedangkan total beban yang dapat ditahan oleh lantai "i - 1" tersebut adalah sebesar 84% (1,867 D) dari total beban konstruksi akhir operasi. Hal ini sesuai dengan umur beton lantai "i - 1" sama dengan 7 hari, karena nilai modulus elastisitas beton baru mencapai 84% seperti ditunjukkan sebelumnya pada Gambar 2. Maka kelebihan beban konstruksi sebesar 16% (0,376 D) akan ditransfer ke lantai "i - 2", sehingga total beban konstruksi yang perlu ditahan oleh lantai "i - 2" pada umur beton 14 hari adalah sebesar 1,576 D.

Tabel 1 Analisis distribusi beban konstruksi pada saat pengecoran lantai "i" bekisting dan perancah dua tingkat lantai, waktu siklus 7 hari

Lantai	Umur Beton (hari)	Struktur Tingkat Lantai	E _c %	Kelebihan beban di transfer ke lantai bawah %	Distribusi beban konstruksi				Total beban akhir operasi	Total beban ditahan oleh lantai
					Mulai	Tambahkan selama operasi				
						Berat sendiri	Berat perancah	Beban hidup		
Siklus pengecoran 7 hari										
i	0									
i - 1	7		84	16	1.133 D	1.000 D	0.067 D	0.133 D	2.333 D	1.957 D
i - 2	14		94		0.376 D	1.000 D	0.067 D	0.133 D	1.576 D	1.576 D

Dari hasil analisis distribusi beban konstruksi dengan waktu siklus pengecoran 7 hari (Tabel 1) tersebut, menunjukkan bahwa total beban konstruksi yang perlu ditahan oleh lantai "i - 2" lebih besar dari beban rencana (1,473 D). Jadi sangat jelas bahwa lantai "i - 2" pada umur beton 14 hari belum cukup kuat untuk menahan total beban konstruksi, sehingga waktu siklus pengecoran lantai perlu diperpanjang. Pada Gambar 3 menunjukkan hasil analisis distribusi beban konstruksi dengan waktu siklus 7 sampai

15 hari. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dengan waktu siklus semakin lama, maka total beban konstruksi yang perlu ditahan oleh lantai "i - 2" semakin kecil seiring dengan bertambahnya umur beton pada lantai tersebut. Total beban konstruksi yang bekerja pada lantai paling bawah tersebut, selanjutnya akan digunakan untuk evaluasi keamanan struktur dalam menentukan waktu siklus pengecoran lantai.

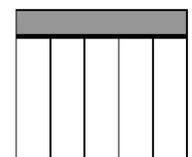
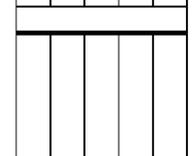
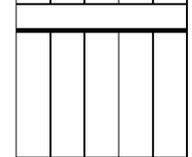
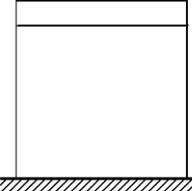


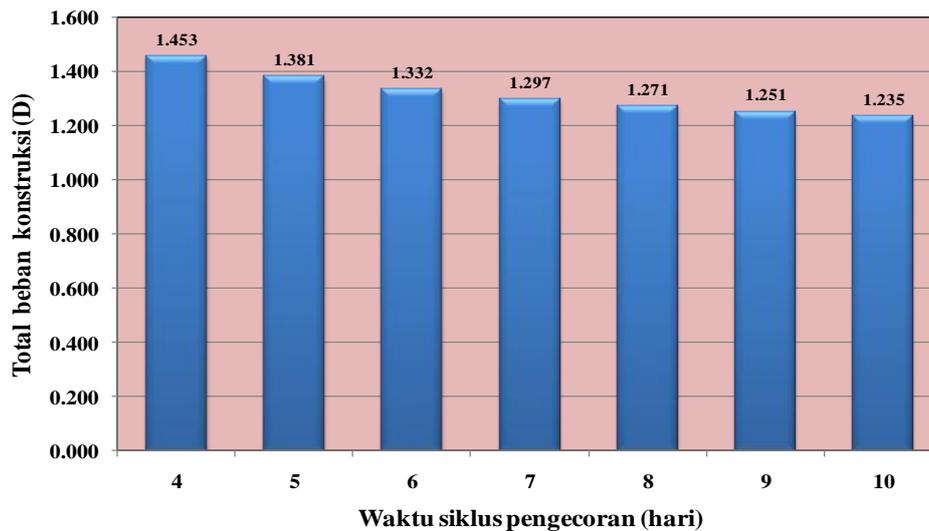
Gambar 3 Total beban konstruksi lantai "i - 2" saat pengecoran lantai "i" (Bekisting dan perancah dua tingkat lantai, waktu siklus 7 - 15 hari)

Untuk bekisting dan perancah dengan tiga tingkat lantai, waktu siklus pengecoran lantai dapat lebih cepat dibanding dengan dua tingkat lantai. Pada Tabel 2 merupakan hasil analisis distribusi beban konstruksi dengan bekisting dan perancah tiga tingkat lantai, dengan waktu siklus pengecoran lantai yang ditinjau sama dengan 4 hari. Dari Tabel 2 tersebut terlihat bahwa total beban konstruksi yang perlu ditahan oleh lantai "i - 3" pada umur beton 12 hari lebih kecil dari beban rencana. Namun

untuk memastikan kekuatan lantai "i - 3" tersebut pada saat pengecoran lantai "i", perlu dilakukan evaluasi terhadap keamanan struktur dalam menentukan waktu siklus. Hasil analisis distribusi beban konstruksi yang perlu ditahan oleh lantai "i - 3" dengan waktu siklus yang ditinjau mulai dari 4 sampai 10 hari, ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 2 Analisis distribusi beban konstruksi pada saat pengecoran lantai "i" bekisting dan perancah tiga tingkat lantai, waktu siklus 4 hari

Lantai	Umur Beton (hari)	Struktur Tingkat Lantai	E _c (a) %	Kelebihan beban di transfer ke lantai bawah %	Distribusi beban konstruksi				Total beban akhir operasi	Total beban ditahan oleh lantai
					Mulai	Tambahkan selama operasi				
						Berat sendiri	Berat perancah	Beban hidup		
Siklus pengecoran 4 hari										
i	0									
i - 1	4		74		1.133 D	1.000 D	0.067 D	0.133 D	2.333 D	1.716 D
i - 2	8		86	26	0.618 D	1.000 D	0.067 D	0.133 D	1.818 D	1.565 D
i - 3	12		92	14	0.253 D	1.000 D	0.067 D	0.133 D	1.453 D	1.453 D



Gambar 4 Total beban konstruksi lantai "i - 3" saat pengecoran lantai "i" (Bekisting dan perancah tiga tingkat lantai, waktu siklus 4 - 10 hari)

Dalam menentukan kekuatan struktur bangunan, harus direncanakan berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor. Menurut SNI 03 – 2847 – 2002, gaya terfaktor untuk beban mati (D) sebesar 1,2 dan beban hidup sebesar 1,6. Dengan menggunakan faktor-faktor beban tersebut, maka besarnya kapasitas beban rencana untuk umur beton 28 hari adalah 1.426 kg/m². Sedangkan untuk memperoleh besarnya kapasitas beban rencana pada setiap lantai yang ditinjau, diperoleh dari hasil perkalian kapasitas beban rencana pada umur beton 28 hari dengan rasio kekuatan beton (f'_{ct}) sesuai dengan umur beton yang ditinjau (lihat Gambar 2). Untuk bekisting dan perancah dua tingkat lantai dengan waktu siklus 7 hari seperti ditunjukkan sebelumnya pada Tabel 1, maka besarnya kapasitas beban rencana pada lantai "i - 2" pada umur beton 14 hari adalah sebesar 1255,597 kg/m².

Sementara besarnya beban konstruksi yang bekerja pada lantai yang ditinjau tersebut (lihat Tabel 1), besarnya beban mati adalah 1,443 D (1082,25 kg/m²) dan beban hidup sebesar 0,133

D (99,75 kg/m²). Maka besarnya beban konstruksi terfaktor adalah 1458,30 kg/m², lebih besar dari kapasitas beban rencana terfaktor (1255,597 kg/m²). Hal ini menunjukkan bahwa dengan waktu siklus pengecoran lantai 7 hari, lantai "i - 2" belum cukup kuat untuk menahan beban konstruksi sehingga waktu siklus perlu diperpanjang.

Hasil analisis kapasitas beban rencana dan beban konstruksi terfaktor dengan waktu siklus 7 sampai 15 hari, secara lengkap ditunjukkan Tabel 3. Pada Tabel 3 terlihat bahwa dengan bekisting dan perancah dua tingkat lantai, waktu siklus yang aman dimulai dari 10 hari pada saat lantai "i - 2" telah berumur 20 hari atau kekuatan beton (f'_{ct}) telah mencapai di atas 95%.

Tabel 3 Kapasitas beban rencana dan beban konstruksi terfaktor (Bekisting dan perancah dua tingkat lantai)

Waktu siklus (hari)	Umur beton lantai "i - 2" (hari)	Kapasitas beban rencana (kg/m^2)	Beban konstruksi (kg/m^2)
7	14	1,255.597	1,458.305
8	16	1,296.364	1,412.608
9	18	1,329.948	1,374.230
10	20	1,358.095	1,341.703
11	22	1,382.026	1,313.771
12	24	1,402.623	1,289.518
13	26	1,420.536	1,268.257
14	28	1,426.000	1,249.462
15	30	1,431.704	1,232.727

Hal yang sama juga untuk bekisting dan perancah tiga tingkat lantai dengan waktu siklus 4 hari seperti ditunjukkan sebelumnya pada Tabel 2, besarnya beban mati adalah 1,32 D (990 kg/m^2) dan beban hidup sebesar 0,133 D ($99,75 \text{ kg/m}^2$), sehingga besarnya beban konstruksi terfaktor adalah $1347,60 \text{ kg/m}^2$. Sementara besarnya kapasitas beban rencana terfaktor pada lantai "i - 3" pada umur beton 12 hari adalah sebesar $1205,070 \text{ kg/m}^2$. Hal ini menunjukkan bahwa dengan waktu siklus pengecoran lantai 4 hari, lantai "i - 3" belum cukup kuat untuk menahan beban konstruksi sehingga waktu siklus perlu diperpanjang.

Pada Tabel 4 menunjukkan hasil analisis kapasitas beban rencana dan beban konstruksi terfaktor dengan waktu siklus 4 sampai 10 hari. Dari Tabel 4 tersebut terlihat bahwa dengan bekisting dan perancah tiga tingkat lantai, waktu siklus yang aman dimulai dari 6 hari pada saat lantai "i - 3" telah berumur 18 hari atau kekuatan beton (f'_{ct}) telah mencapai di atas 93%.

Tabel 4 Kapasitas beban rencana dan beban konstruksi terfaktor (Bekisting dan perancah tiga tingkat lantai)

Waktu siklus (hari)	Umur beton lantai "i - 3" (hari)	Kapasitas beban rencana (kg/m^2)	Beban konstruksi (kg/m^2)
4	12	1,205.070	1,347.602
5	15	1,277.015	1,283.126
6	18	1,329.948	1,239.050
7	21	1,370.526	1,207.455
8	24	1,402.623	1,183.878
9	27	1,423.148	1,165.718
10	30	1,431.704	1,151.371

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah bekisting terpasang dalam proses siklus konstruksi memiliki pengaruh terhadap waktu siklus pengecoran lantai, yaitu semakin besar jumlah bekisting terpasang semakin cepat waktu siklus.
2. Penerapan waktu siklus pengecoran lantai dengan bekisting dan perancah dua tingkat lantai, dimulai dari 10 hari pada saat lantai "i - 2" telah berumur 20 hari atau kekuatan beton (f'_{ct}) telah mencapai di atas 95%.
3. Penerapan waktu siklus pengecoran lantai dengan bekisting dan perancah tiga tingkat lantai, dimulai dari 6 hari pada saat lantai "i - 3" telah berumur 18 hari atau kekuatan beton (f'_{ct}) telah mencapai di atas 93%.

Daftar Pustaka

- ACI 347.2R-05, Guide for Shoring/Reshoring of Concrete Multistory Buildings, American Concrete Institute, 2005.
- ACI 209.2R-08, Guide for Modeling and Calculating Shrinkage and Creep in Hardened Concrete, American Concrete Institute, 2008.
- ACI 347-04, Guide to Formwork for Concrete, American Concrete Institute, 2004.
- ACI 209R-92 (Reapproved 1997) Prediction of Creep, Shrinkage, and Temperature Effects in Concrete Structures, American Concrete Institute, 1992.
- Harrison, T. A, Formwork Striking Times - Criteria, Prediction, and Methods of Assessment, Report 136, Construction Industry Research Information Association, London, 1995, 71 pp.
- Hurd, Mary Krumboltz, Formwork for concrete - Seventh Edition, American Concrete Institute, 2005.
- SNI 03 - 1727 - 1989-F, Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung, 1989.
- SNI 03 - 2847 - 2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, 2002.
- Tumilar, Steffie, Berbagai Aspek dan Masalah Yang Dihadapi Dalam Proses Pembangunan Struktur Beton, PT Wiratman & Associates, 1993.