

Desain Fasade Bangunan Tinggi Apartemen Dengan Aplikasi Panel Beton Pracetak

MAULANA NOOR RIZKY, RIYANTI ISRIANA, ANNISA AZHARI, THOMAS BRUNNER

Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional
Email : kotaksurat.mnrizky@gmail.com

Abstrak

Pengetahuan akan jenis material merupakan hal penting dalam perancangan, jenis material yang akan di terapkan pada desain pun memiliki banyak alternatif karena masing-masing material memiliki kekurangan dan kelebihan tersendiri. Pemilihan material terutama untuk fasade bangunan dianggap penting dalam sebuah proses perancangan untuk menghasilkan sebuah karya dengan nilai estetika yang baik dan tidak mengesampingkan fungsi dari bangunan. Panel beton pracetak merupakan salah satu alternatif material yang dapat di aplikasikan dalam perancangan sebuah bangunan tinggi, terutama bangunan yang berfungsi sebagai hunian, namun dalam pengaplikasiannya pemakaian material panel beton pracetak harus memperhatikan detail-detail/joint antara konstruksi dan panel beton pracetak, karena pada sambungan tersebut akan rawan terjadinya kebocoran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi sambungan/joint-joint panel beton pada struktur terhadap kebocoran. Objek penelitian pada penulisan ini adalah apartemen Easton Park, karena bangunan ini mengaplikasikan material panel beton pracetak pada sebagian besar fasadenya. Metode yang dilakukan pada penelitian ini dengan cara menganalisa detail-detail/sambungan dan bentuk panel beton pracetak berdasarkan perletakan Panel Beton Pracetak yang di aplikasikan pada bangunan Easton Park. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sambungan/joint-joint panel beton pada struktur dapat berpengaruh kepada kebocoran, serta bentuk panel beton pracetak dapat dipengaruhi oleh perletakan panel beton itu sendiri.

Kata kunci: Material; Panel Precast; Apartemen

Abstract

Knowledge the types of materials are always important in terms of design, the type of material to be applied to the design also has many alternative because each material has its own advantages and disadvantages. Selection of materials to be applied to building facade is a consideration and especially important in a design process to produce a master piece with a good aesthetic value without disobeying the function of the building itself. Precast concrete panel as an alternative material that can be applied in the design of a high rise building, especially building that serves as residential, but usage in the application of precast concrete panel material should pay attention the detail/joint between the construction and precast concrete panel, because in the connection on line is prone to leakage. This study aimed to specify the correlation connection/joint concrete panel on the structure against leakage. The object of this study is Easton Park apartment, because this building is using precast concrete material at the whole facade. One of these building in Bandung which apply the entire facade. This study is using method by analyzing the detail/connection and precast concrete panel form by the position of

precast concrete panels are applied in Easton Park building. The result showed that the connection/joint-concrete panel on the structure can affect on the leakage, and precast concrete panel forms may be affected by the placement of concrete panel itself.

Keywords: Material; Precast Panel; Apartement

1. PENDAHULUAN

Dengan semakin meningkatnya penambahan penduduk, maka kebutuhan akan ketersediaan tanah dan rumah menjadi semakin tinggi, pembangunan apartemen adalah suatu cara untuk memecahkan masalah dari kebutuhan akan pemukiman dan perumahan pada lokasi yang padat, terutama pada daerah perkotaan yang jumlah penduduknya selalu meningkat, sedangkan lahan yang tersedia kian lama kian terbatas sehingga pengembangan hunian secara horisontal pada saat ini sudah tidak memungkinkan untuk dilakukan, maka dari itu dibutuhkan solusi dari masalah tersebut, yaitu dengan pengembangan hunian secara vertikal.

Akhir-akhir ini penggunaan material beton pracetak semakin sering digunakan pada pekerjaan struktur dalam bidang teknik sipil di Indonesia. Hal ini dilakukan karena semakin besarnya tuntutan pelaksanaan pekerjaan konstruksi yang dituntut untuk lebih efisien. Penggunaan metode beton pracetak memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan bila dibandingkan metode konvensional/cor ditempat. Salah satu kelebihan dari beton pracetak adalah mempercepat waktu pelaksanaan pembangunan, meminimalisir jumlah pekerja, lebih praktis karena tidak dibutuhkan perancah seperti ketika menggunakan beton konvensional, dan biaya semakin hemat pada jumlah pemakaian elemen yang semakin banyak dengan tipe yang berulang. Pengembalian investasi pun akan lebih cepat karena bangunan akan lebih cepat beroperasi. Kekurangannya adalah pada ketidakmampuan didalam menahan gaya lateral, masih minimnya jumlah tenaga ahli di Indonesia yang mengerti dan berpengalaman pada proyek konstruksi dengan menggunakan sistem ini.

Aplikasi panel beton pracetak merupakan salah satu alternatif komponen bangunan yang mendukung efisiensi waktu dan jumlah pekerja pada saat pembangunan sebuah bangunan tinggi, namun metode membangun yang dipakai pada saat mengaplikasikan panel beton pracetak sangat berpengaruh kepada efisiensi waktu. Ketika akan menentukan aplikasi panel beton pracetak, terdapat aspek-aspek yang harus diketahui terlebih dahulu oleh perencana, yaitu mengetahui: teknik produksi, teknik *finishing (detailing)*, teknik konstruksi, teknik transportasi, teknik penyimpanan (*stacking*), dan metode membangun.

Aplikasi panel beton pracetak merupakan salah satu peraturan menteri pekerjaan umum nomor : 05/PRT/M/2007 tentang "pedoman teknis pembangunan apartemen sederhana bertingkat tinggi"

Easton Park merupakan bangunan hunian vertikal 26 lantai dan memiliki 1 lantai semi basement, Easton park adalah salah satu bangunan di kawasan Bandung Timur yang mengaplikasikan material panel beton pracetak pada fasadnya, keunikan bangunan ini terletak pada material yang digunakan pada keseluruhan fasadnya, yaitu menggunakan material panel beton pracetak, sehingga terdapat detail-detail/joint antara konstruksi dan panel beton pracetak yang harus di perhatikan, karena sambungan tersebut akan mengakibatkan bocornya suara, sehingga berdampak pada kenyamanan pengguna bangunan.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang dapat berpengaruh pada teknik pemasangan material beton pracetak yang ditinjau dari teknik produksi, teknik *finishing*, teknik konstruksi, teknik transportasi, teknik penyimpanan, mengetahui joint/sambungan panel beton yang akan berdampak pada fungsi bangunan sebagai hunian.

1.1. Tinjauan Mengenai Panel Beton Pracetak

1.1.1. Definisi Panel Beton Pracetak

Panel beton pracetak¹ adalah produk konstruksi yang dibuat dengan cara pengecoran dalam cetakan yang dapat digunakan kembali atau "dibentuk" yang mutunya di jaga, di distribusikan ke lokasi pembangunan.

1.1.2. Metode Manufaktur²

Terdapat 8 jenis Metode manufaktur pada saat proses produksi panel beton pracetak, masing-masing metode manufaktur memiliki karakteristik dan hasil yang berbeda satu sama lain. Metode *Wet casting* (untuk jumlah unit kecil dan bentuk simple, arus material menuju lokasi kerja harus diatur bersamaan oleh tenaga yang terampil demi tercapai kesempurnaan produksi), metode *Flat casting* (memungkinkan tercapainya hasil yang dikehendaki pada panel-panel pengisi dan *finishing* permukaan, pengembangan teknik ini dapat mempengaruhi ketebalan dan tercapai penghematan bahan serta diterapkannya sistem isolasi, perlu perhatian khusus dalam penanganan, penempatan tulangan, kait-kait penggantung), metode *Gang casting* (modifikasi dari teknik *wet casting* dalam hal *moulding*, peningkatan pemanfaatan peralatan, pengurangan jumlah pendukung structural, peningkatan pemanfaatan lahan, hemat waktu), metode *Stack casting* (modifikasi antara *flat* dan *gang casting*, setelah lapis pertama mengeras, merupakan cetakan untuk lapisan berikutnya), metode *Battery casting* (umumnya panel-panel konstruksi besar, fungsi komponen: panel-panel struktur yang *flat*, *floor slabs*, *decorative cladding*), metode *Line casting* (umumnya diterapkan untuk prestressed system), metode *Tilting frame* atau *tilting table* (ekonomis dalam manufaktur, penghematan pada bahan tulangan, bentuk-bentuk eksotik yang muncul, lapisan dalam makin tipis), dan metode *Two part casting* atau *multiple casting*.

1.1.3. Jenis Jenis Sambungan³

Jenis sambungan antara komponen beton pracetak yang biasa dipergunakan dapat dikategorikan menjadi 2 kelompok sebagai berikut :

1. Sambungan kering (*dry connection*), sambungan kering menggunakan bantuan pelat besi sebagai penghubung antar komponen beton pracetak dan hubungan antara pelat besi dilakukan dengan baut atau dilas. Penggunaan metode sambungan ini perlu perhatian khusus dalam analisa dan pemodelan komputer karena antar elemen struktur bangunan dapat berperilaku tidak monolit.
2. Sambungan basah (*wet connection*), sambungan basah terdiri dari keluarnya besi tulangan dari bagian ujung komponen beton pracetak yang mana antar tulangan

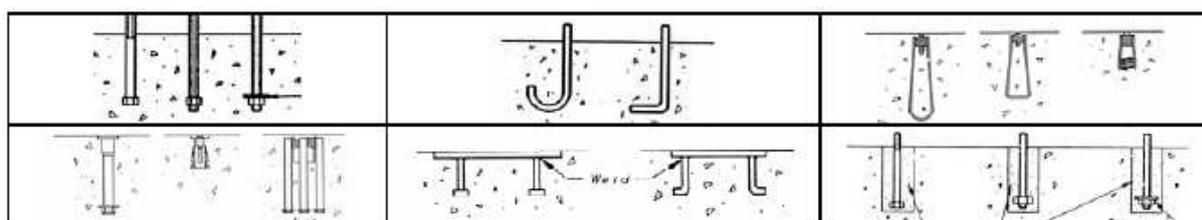
¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Precast_concrete

² J. G. Richardson, MIWM, AMBIM. Precast Concrete Production.

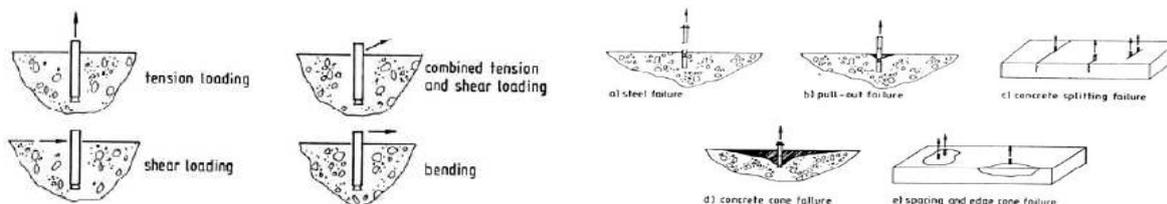
³ Murdock, L.J., and Brook, K.M., (1991), *Bahan – Bahan dan Praktek Beton*, Edisi Keempat, Penerbit: Erlangga, Jakarta.

tersebut dihubungkan dengan bantuan *mechanical joint*, *mechanical coupled*, *splice sleeve* atau panjang penyaluran. Kemudian pada bagian sambungan tersebut dilakukan pengecoran beton ditempat. Jenis sambungan ini dapat berfungsi baik untuk mengurangi penambahan tegangan yang terjadi akibat rangkai, susut dan perubahan temperatur. Sambungan basah ini sangat dianjurkan untuk bangunan di daerah rawan gempa karena dapat menjadikan masing-masing komponen beton pracetak menjadi monolit.

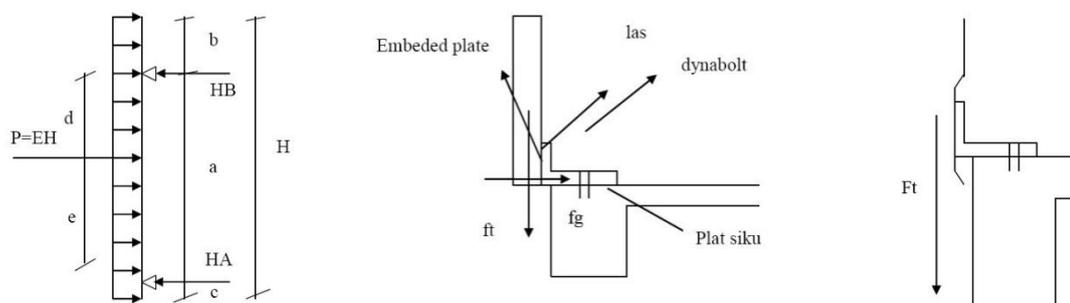
3. ACI Committe 355 (1997, h.R-4 dan 5) mengusulkan beberapa macam pengangkutan pada beton. Beban yang mungkin bekerja pada angkur adalah gaya tarik, gaya geser, kombinasi gaya tarik dan geser, serta momen lentur (ACICommitte 355, 1997, h.R-10).



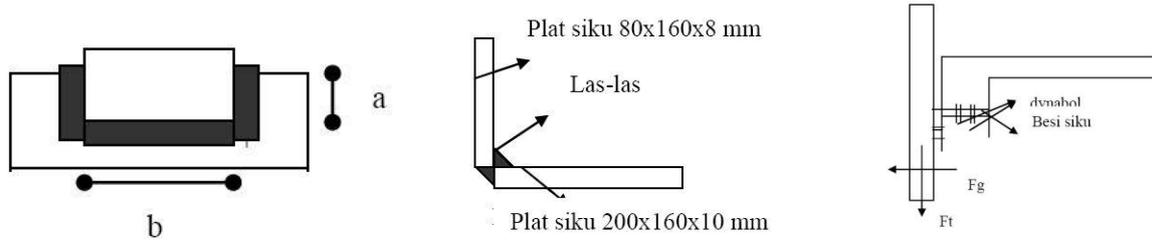
Gambar 1. Jenis Pengukuran Pada Beton (Sumber: ACICommitte 355. 1997, h.R-4 dan 5)



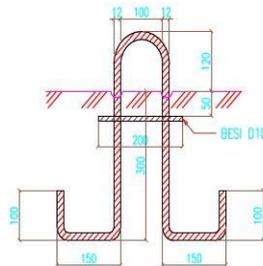
Gambar 2. Beban yang bekerja pada angkur dan kegagalan pengangkutan (Sumber: ACICommitte 355. 1997, h.R-4 dan 5)



Gambar 3. Type Join Panel Beton Pracetak (Sumber: <http://www.academia.edu/6816410>)



Gambar 4. Type Join Las Antar Plat Siku Panel Beton Pracetak (Sumber: <http://www.academia.edu/6816410>)



Gambar 5. Type Join Hook Angkat (Sumber: <http://www.academia.edu/6816410>)

2. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, baik kualitatif, kuantitatif, maupun metode kuantitatif yang di kualitatifkan. Metode ini dilakukan dengan memberikan gambaran atau deskripsi tentang Panel Beton Pracetak pada bangunan Easton Park dan menganalisa korelasinya terhadap kebocoran suara yang ditimbulkan oleh sambungan/*joint-joint* panel beton terhadap struktur. Pengumpulan data diperoleh dari data sekunder yang didapat melalui observasi lapangan, wawancara terhadap pengelola dan tim kontraktor apartemen Easton Park. Metode kuantitatif yang di kualitatifkan bertujuan untuk mempelajari dan memahami keterkaitan *joint-joint*/sambungan antara panel dengan panel dan panel dengan struktur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Deskripsi Bangunan

Easton Park merupakan bangunan hunian vertikal 26 lantai dan memiliki 1 lantai semi basement, Easton park adalah salah satu bangunan di kawasan Bandung Timur yang mengaplikasikan material panel beton pracetak pada fasadnya, keunikan bangunan ini terletak pada material yang digunakan pada keseluruhan fasadnya, yaitu menggunakan

material panel beton pracetak, sehingga terdapat detail-detail/joint antara konstruksi dan panel beton pracetak yang harus di perhatikan.

- Name Project	: Easton Park Apartment
- Status	: Land Clearing, Ground Breaking Sept 2012
- Location	: Jl. Raya Jatinangor
- Number of Floor	: 25 Floors
- Number of Basement	: 2 Floors
- Completion	: 2014-2015
- Use	: Apartment
- Tipe	: High Rise Building
- Height	: (Estimated 80 -100m)
- Lahan	: 6,272 m ²
- Bangunan	: 49,650 m ²

3.2 Konsep Bangunan

Apartemen Easton Park Jatinangor adalah salah satu bangunan apartemen yang mengaplikasikan panel beton pracetak pada keseluruhan bangunannya, pengaplikasian panel beton pracetak merupakan salah satu peraturan menteri pekerjaan umum nomor: 05/PRT/M/2007 tentang "pedoman teknis pembangunan apartemen sederhana bertingkat tinggi", terdapat beberapa benefit⁴ yang didapat jika menggunakan panel beton pracetak yaitu mempercepat proses konstruksi. Proses produksi panel beton pracetak mengurangi jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan di lapangan, pracetak juga mengurangi bekisting di lokasi. Pracetak mengurangi penggunaan pengecoran beton di site dan meminimalisir dimensi *batching plant* yang digunakan, mengurangi biaya dan waktu pengawasan di lokasi site, meminimalisir penggunaan sumber daya, owner dapat mengambil keuntungan dari investasi perusahaan lain untuk produksi, tenaga kerja, tanah, dan peralatan, memberikan kemungkinan pengawasan lebih baik daripada ketika pembuatan struktur, menghindari keterlambatan yang disebabkan oleh cuaca dan kondisi tak terduga, dan beberapa benefit lainnya yang tidak dapat didapat dari dinding konvensional.

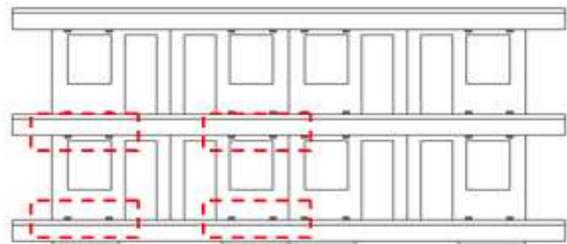
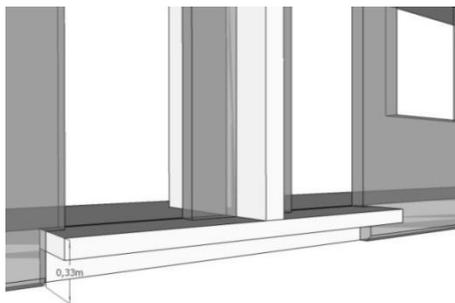
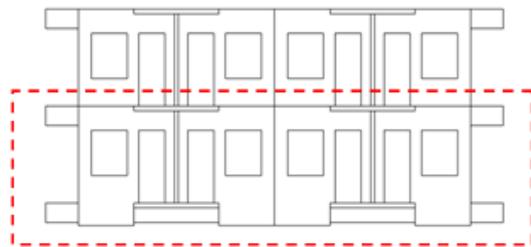
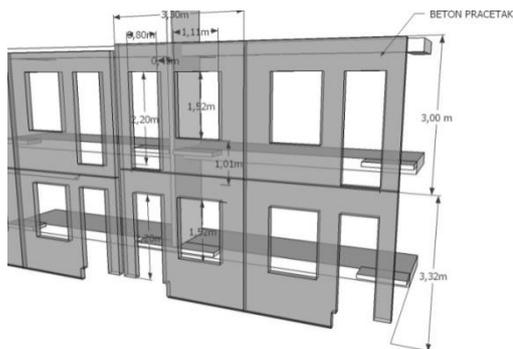
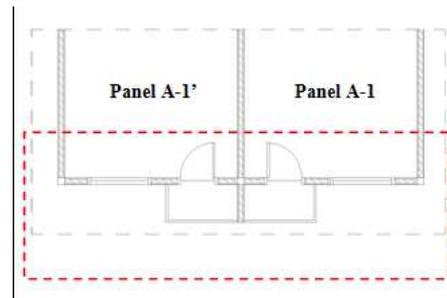
3.3 Aplikasi Panel Beton Pracetak

Terdapat 11 jenis panel beton pracetak pada bangunan Easton Park, yang terbagi atas panel A1-A1', B1-B1', C1, A2-A2', B2-B2', C2, dan Panel D

3.3.1. Type Panel A1 – A1'

Panel precast type A1-A1' berada di area lantai 3. Pada panel beton tipe ini memiliki karakter khusus, yaitu terdapat overlapping pada bagian bawah panel yang berfungsi sebagai tali air.

⁴ J. G. Richardson, MIWM, AMBIM. Precast Concrete Production.

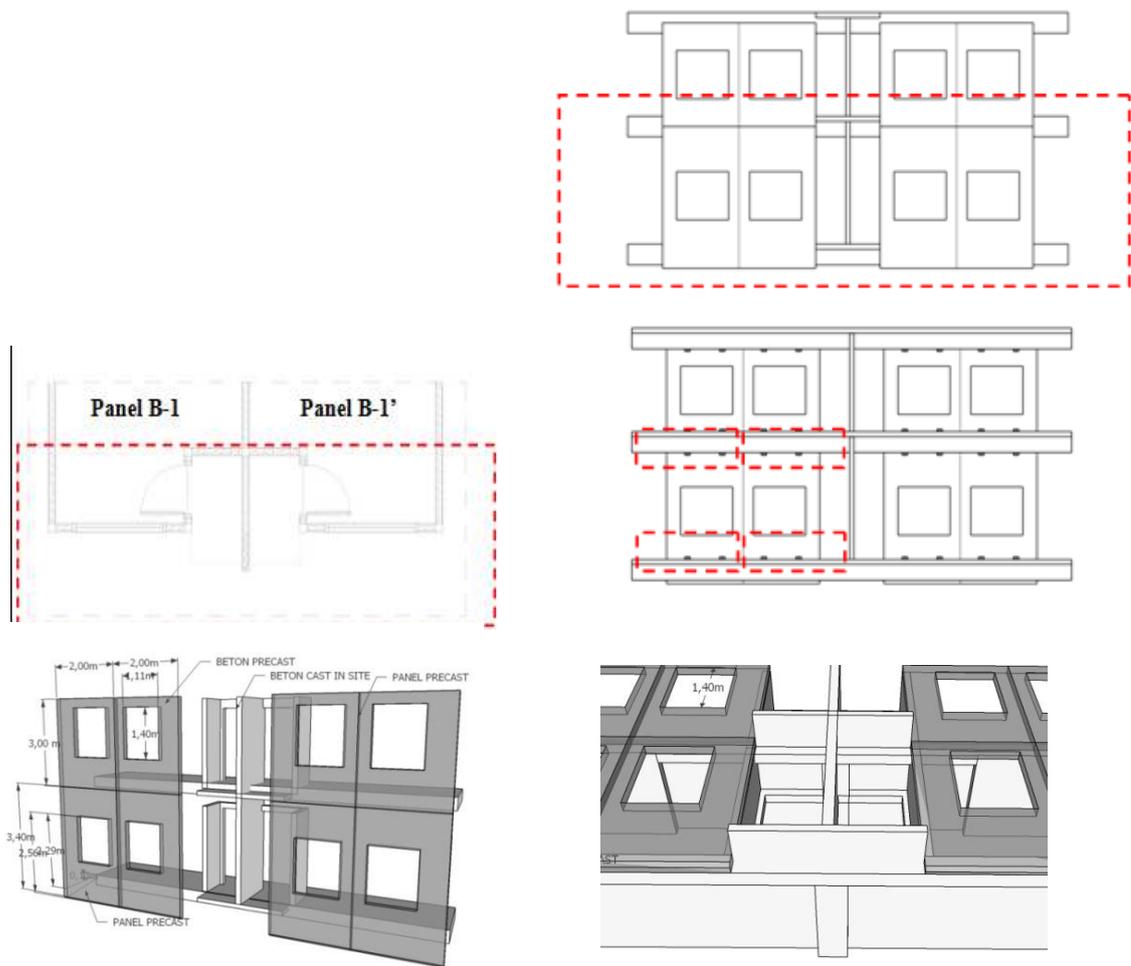


Gambar 7. Keyplan Panel Type A1-A1' (Sumber: Data Wawancara, Desember 2015)

3.3.2. Type Panel B1 – B1'

Panel precast type B1-B1' terdapat di lantai 2 bangunan. Pada panel beton tipe ini memiliki karakter khusus, yaitu terdapat overlapping pada bagian bawah panel yang berfungsi sebagai tali air.

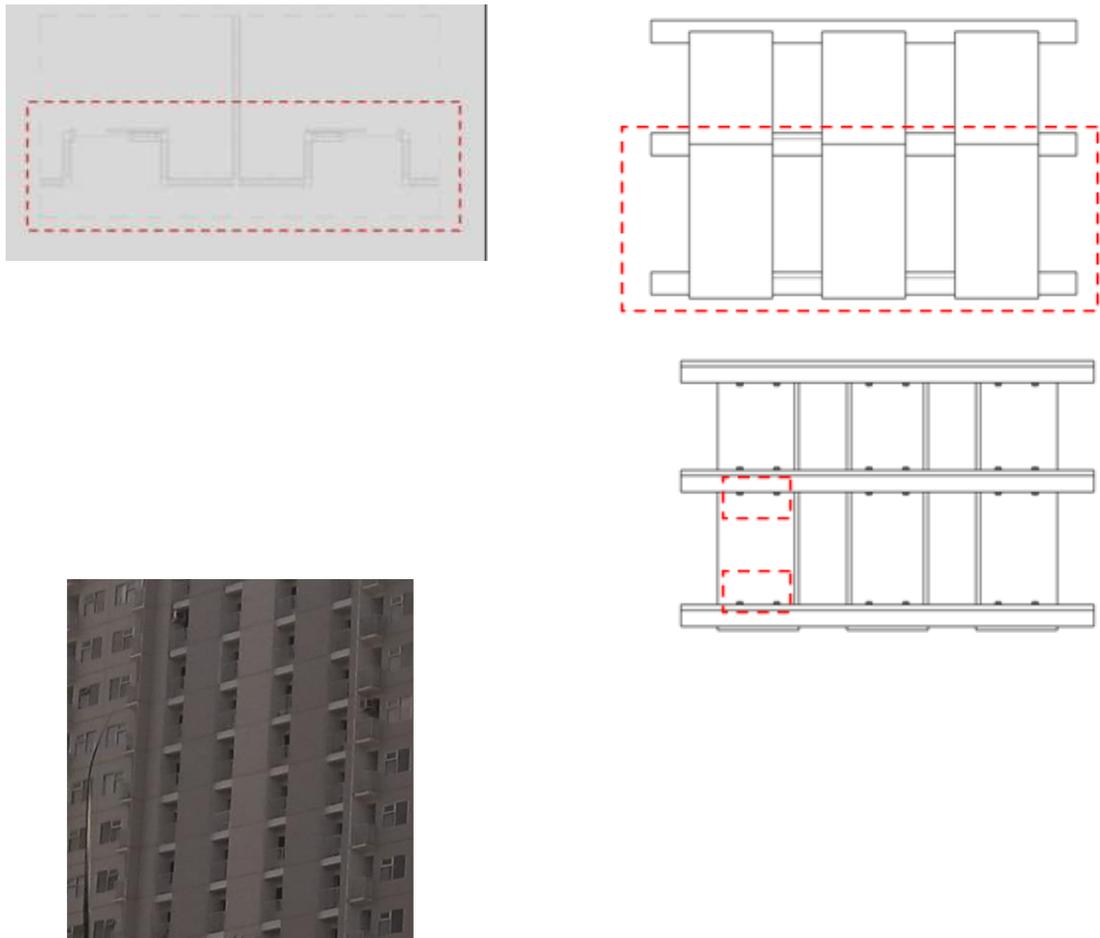




Gambar 8. Keyplan Panel Type B1-B1' (Sumber: Data Wawancara, Desember 2015)

3.3.3. Type Panel C1

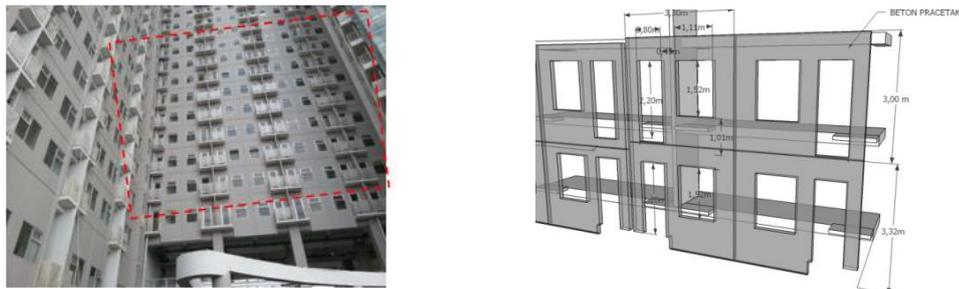
Panel precast type C1 terdapat di lantai 2 bangunan. Pada panel beton tipe ini memiliki karakter khusus, yaitu terdapat overlapping pada bagian bawah panel yang berfungsi sebagai tali air.

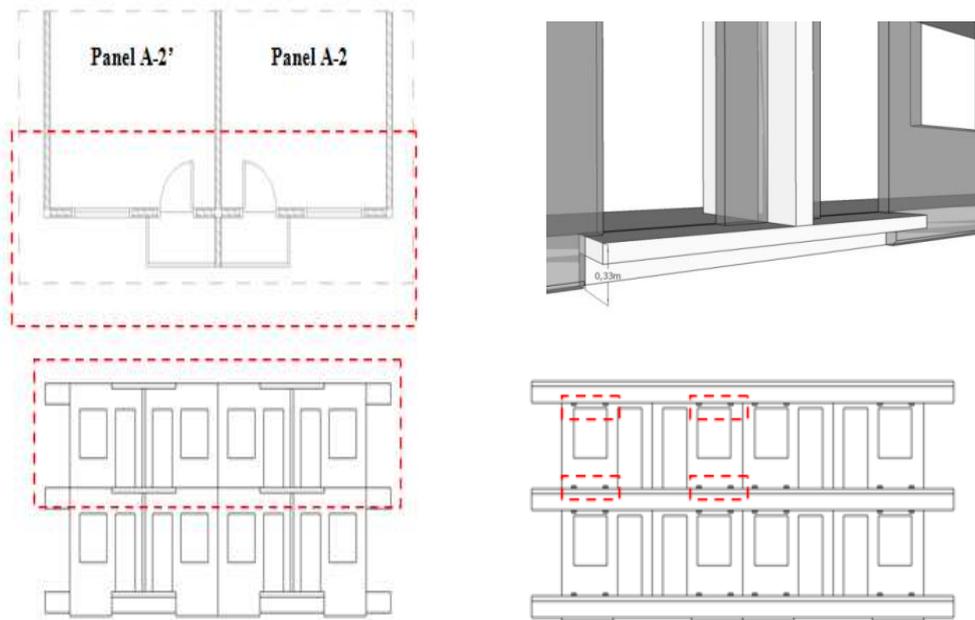


Gambar 9. Keyplan Panel Type C (Sumber: Data Wawancara, Desember 2015)

3.3.4 Type Panel A2 - A2'

Panel precast type A2-A2' terdapat pada lantai tipikal, yaitu lantai 4-26.

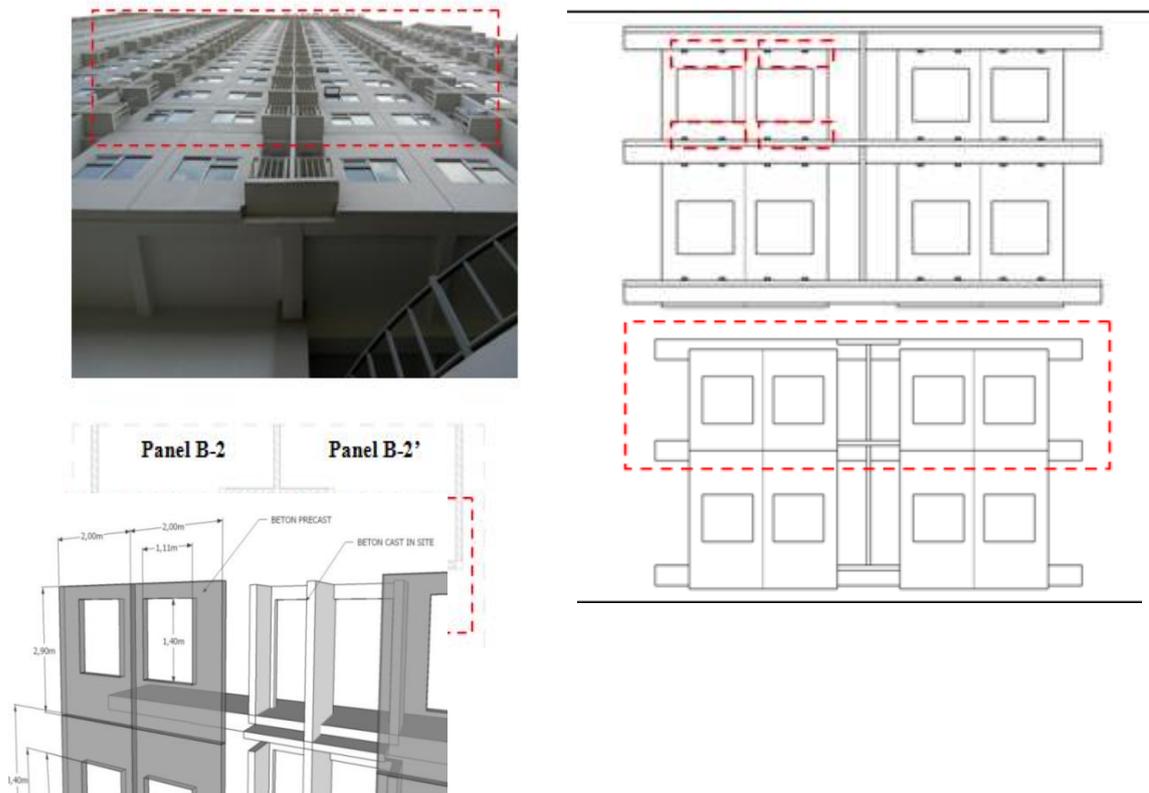




Gambar 10. Keyplan Panel Type A2 – A2'(Sumber: Data Wawancara, Desember 2015)

3.3.5 Type Panel B2 - B2'

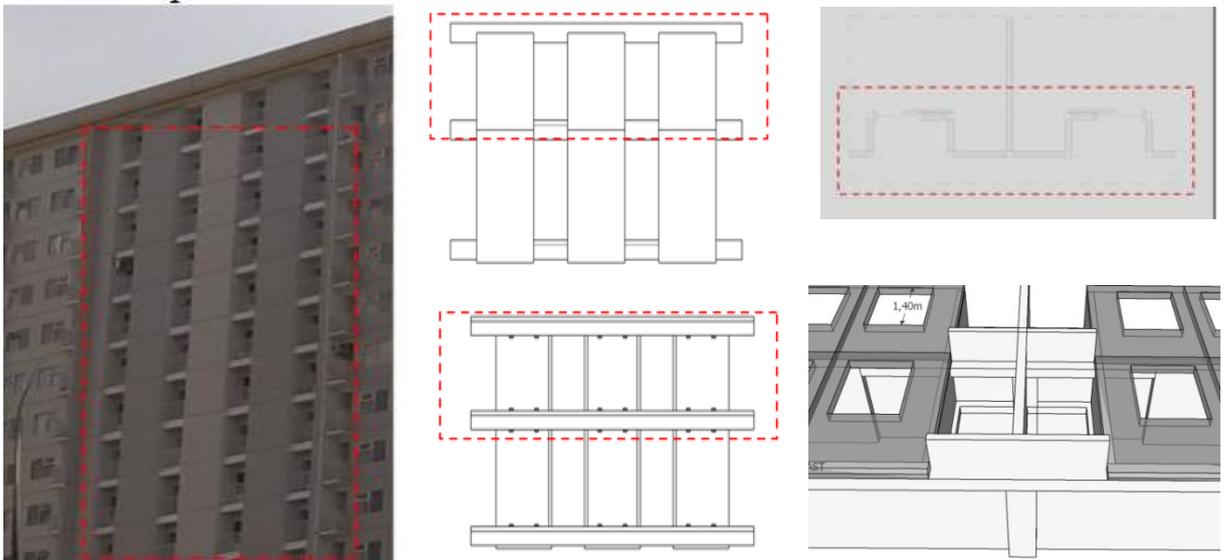
Panel precast type B2 terdapat pada lantai tipikal, yaitu lantai 3-26.



Gambar 11. Keyplan Panel Type B2-B2' (Sumber: Data Wawancara, Desember 2015)

3.3.6 Type Panel C2

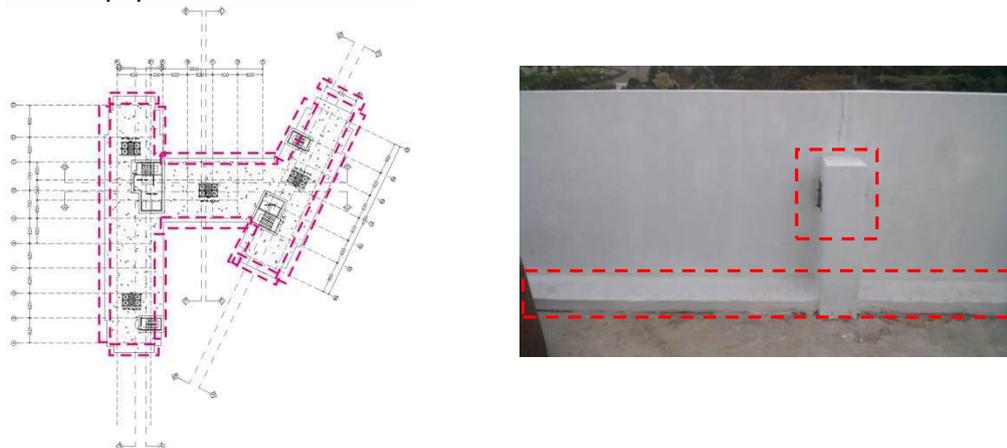
Panel precast type C2 terdapat di lantai tipikal bangunan yaitu lantai 3-26.

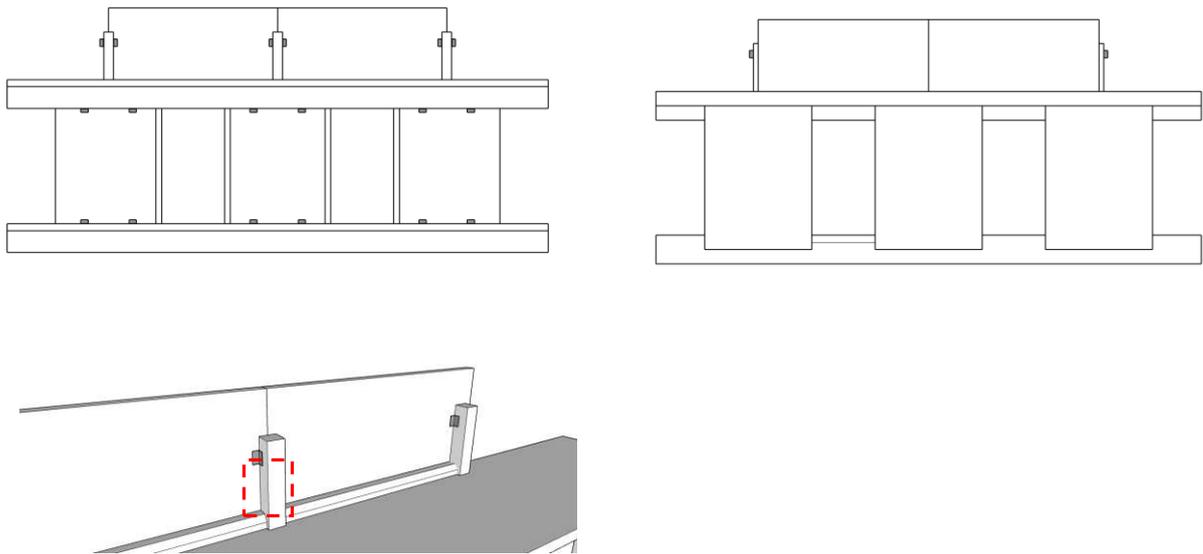


Gambar 12. Keyplan Panel Type C2 (Sumber: Data Wawancara, Desember 2015)

3.3.7 Type Panel D

Panel precast type D terdapat di bagian top floor bangunan. Pada panel beton tipe ini memiliki karakter khusus, yaitu terdapat bantalan pada bagian bawah panel yang berfungsi sebagai penahanair dan juga sebagai join panel terhadap plat lantai.





Gambar 10. Keyplan Panel Type D (Sumber: Data Wawancara, Desember 2015)

3.4 Teknik Produksi

- *Moulding*/membuat cetakan. Pabrik beton pracetak biasanya telah memiliki workshop/bengkel khusus untuk membuat dan maintenance cetakan, tempat merakit tulangan (*bar catching*) dan sambungan.
- *Reinforcing*, Tulangan yang telah dirakit ditempatkan ke dalam cetakan.
- *Concreting*, Pembuatan beton. Penakaran dan pencampuran beton, biasanya di pabrik tersedia concrete batching plant yang memiliki kontrol kualitas secara komputer.
- *Compaction*/pemadatan beton, memakai external vibrator dengan frekuensi tinggi.
- *Curing beton*, dengan *steam curing*. Pada elemen-elemen beton yang besar *steam curing* diberikan kedalam beton dengan cara diselubungi suhu $60^{\circ} - 70^{\circ} \text{ C}$ selama 2 – 3 jam.

3.5 Teknik Finishing

- Panel terhadap struktur perletakan panel beton pracetak di tempatkan di bagian terluar dari balok, untuk meminimalisir kebocoran yang akan terjadi.
- *Finishing* pada panel yang telah terpasang pada struktur, dilakukan pengecatan pada *bracket* agar tidak berkarat, setelah itu *bracket* dan *embeded* di tutup dengan menggunakan adukan.
- *Finishing* antar panel sistem sambungan antar panel beton baik horisontal maupun vertikal menggunakan *filler* dan *sealant* untuk sisi luar maupun sisi dalam gedung.
- *Finishing* terhadap jendela celah yang terdapat di antara bingkai jendela dan panel ditutupi oleh *sealant* di sisi luar dan dalam.
- Material untuk *finishing*, *sealant* untuk pengisi nat antar panel dinding luar dan dalam: polyurethane. Alcabond untuk lem atau bahan perekat. Alcaplast untuk bahan acian atau perbaikan retakan. Concretefill untuk bahan pengisi jika panel beton gompal.

3.6 Teknik Konstruksi

- Pengangkatan panel beton dari stockyard dengan menggunakan TC.
- Panel di pindahkan dari TC ke *chainblock* untuk mempermudah pemasangan.
- Proses *marking* dari struktur.
- Proses verticality agar panel precast pemasangannya lurus.
- Proses pengelasan *bracket* ke *embedded*.
- Proses pengeboran untuk dudukan dinabolt.
- Proses penencangan dinabolt dengan kunci.
- Proses pengecatan *bracket* dan *embedded* setelah proses pengelasan dengan menggunakan zinkromat

3.7 Teknik Transportasi

- Kondisi lapangan, untuk kelancaran pekerjaan kontraktor utama harus mempersiapkan: Jalan masuk untuk kendaraan material (truk tonton kapasitas 25 ton), tempat untuk *unloading* (penurunan) dan penyimpanan harus bersih, cukup luas, landasan tidak amblas, aman dari gangguan pihak ke-3 dan mudah dijangkau oleh tower crane.
- Panel saat pengiriman harus dalam posisi berdiri.

3.8 Teknik Penyimpanan

- Penyimpanan, sebaiknya material panel beton pracetak disimpan dalam posisi berdiri dengan posisi kaitan untuk diangkat oleh tower crane ke atas agar memudahkan saat pengangkutan.
- Penyimpanan sementara di lapangan menjadikan pemasangan tidak efektif dan efisien serta untuk menghindari terjadinya kerusakan pada panel.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis tentang desain fasade bangunan tinggi apartemen dengan aplikasi panel beton pracetak, sebagaimana yang telah disajikan pada Bab IV maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut,

Pada panel A-1, A-1', B-1, B-1', dan panel C1 memiliki kesamaan, karena panel ini berada di bagian bawah dari apartemen, yaitu terdapat tali air pada panel, yang berfungsi untuk memutus aliran air agar tidak masuk ke bagian struktur/bagian dalam bangunan. Bagian panel yang paling rentan terjadi kebocoran pada panel A-1, A-1', B-1, B-1', dan panel C-1, adalah pada bagian sambungan/*joint* panel ke struktur terutama pada sambungan di titik A, namun karna pada panel terdapat tali air berupa penambahan bagian panel, sehingga kebocoran dapat diminimalisir.

Pada panel beton pracetak yang di pergunakan di apartemen Easton Park, tidak terdapat sambungan/*joint* panel secara horisontal, maupun *joint* panel di bagian siku.

Bagian panel yang paling rentan terjadi kebocoran pada panel A-2, A-2', B-2, B-2', dan panel C-2, adalah pada bagian sambungan/*joint* panel ke struktur terutama pada sambungan di titik

A dan B, karena akan terdapat celah, diperparah jika pengecoran plat lantai tidak presisi. Akan menimbulkan celah yang cukup lebar.

Pada panel D memiliki kesamaan dengan panel yang berada di area bawah, yaitu terdapat tali air pada panel, yang berfungsi untuk memutuskan aliran air agar tidak masuk ke bagian struktur/bagian dalam bangunan.

Joint/sambungan pada titik A pada panel D memiliki perbedaan dengan panel yang lainnya, sambungan *bracket* dan *embeded* digantikan dengan sambungan berupa bantalan yang dapat berfungsi sebagai penahan air.

Joint/sambungan pada titik B pada panel D memiliki perbedaan dengan panel yang lainnya, karena sambungan *bracket* pada titik B di panel D bertumpu kepada struktur tambahan berupa kolom.

Proses *finishing* pada panel dapat membantu meminimalisir kebocoran, kebocoran suara atau kebocoran air, karena pada *finishing* ditambahkan beberapa material yang dapat membantu meminimalisir kebocoran, yaitu dengan sealent dengan bahan dasar polyurethane, untuk pengisi nat antar panel dinding luar dan dalam, dan alcaplast untuk bahan acian atau perbaikan jika terdapat retakan atau rongga pada panel beton pracetak. Sehingga kebocoran dapat di minimalisir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama melakukan penelitian, penulis memperoleh bimbingan dari beberapa pembimbing dan penguji untuk laporan ini. Di kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Tecky Hendrarto, Ir.,MM selaku Ketua Jurusan Teknik Arsitektur.
2. Ibu Shirley, Ir, MT selaku kordinator seminar arsitektur.
3. Bapak I Putu Widjaya Thomas Burnner, Ir, MM selaku pembimbing seminar.
4. Ibu Nurlaela Lathifah, ST, MT selaku dosen penguji seminar.
5. Bapak Ardhiana Muchsin., ST, MT selaku dosen penguji seminar.
6. Konsultan Pensil Desain, PT. Kalmar dan Pengelola Easton Park Jatiningor.
7. Staff tata usaha yang membantu penulis dalam hal administrasi seminar arsitektur.

Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari pembaca untuk dijadikan masukan bagi penulis. Semoga penulisan laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya dan bagi penulis khususnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Joseph D. Chiara & John H. Callender. (1968). For Building Type NY.
- J. G. Richardson, MIWM, AMBIM. Precast Concrete Production.
- Kevin L. (1984). Site Planing Volume 3
- Murdock, L.J., and Brook, K.M., (1991), Bahan – Bahan dan Praktek Beton, Edisi Keempat, Penerbit: Erlangga, Jakarta.
- Nissen, Henrik, Shenval P. (1972). Industrialized building and modular design
- Permen PU. (2007). Pedoman Teknis Pembangunan Apartemen Sederhana Bertingkat Tinggi
- Sutisna, Sutarki, Purnama, Lina. (1983). Modul dalam Arsitektur. Jakarta
- Velamati. (2012). Feasibility, Benefits and Challenges of Modular Construction in High Rise

Desain Fasade Bangunan Tinggi Apartemen Dengan Aplikasi Panel Beton Pracetak

- <http://www.academia.edu.com>
- <http://www.wikipedia.org/wiki/desain>
- <http://www.wikipedia.org/wiki/fasade>
- http://www.wikipedia.org/wiki/Bangunan_tinggi
- <http://www.Manajemenproyekindonesia.com>
- <http://www.sites.google.com/site/arkideaproperty/input/info-rumah-susun/pengertian-rumah-susun>
- http://www.wikipedia.org/wiki/Modular_design
- http://www.wikipedia.org/wiki/Precast_concrete
- http://www.wikipedia.org/wiki/Bangunan_tinggi