

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Beton Konvensional**

Menurut Ervianto (2006), beton konvensional adalah suatu komponen struktur yang paling utama dalam sebuah bangunan. Suatu struktur kolom dirancang untuk bisa menahan beban aksial tekan. Beton konvensional dalam pembuatannya direncanakan terlebih dahulu, semua pekerjaan pembeconan dilakukan secara manual dengan merangkai tulangan pada bangunan yang dibuat. Pembeconan konvensional memerlukan biaya bekisting, biaya upah pekerja yang cukup banyak.

Adapun keunggulan dari beton konvensional

1. Mudah dan umum dalam pengerjaan di lapangan
2. Mudah dibentuk dalam berbagai penampang
3. Perhitungan relatif mudah dan umum
4. Sambungan balok, kolom dan plat lantai bersifat monolit (terikat penuh).

Beton konvensional mempunyai kelemahan-kelemahan sebagai berikut:

1. diperlukan tenaga buruh lebih banyak, relatif lebih mahal.
2. Pemakaian bekisting relatif lebih banyak
3. Pekerjaan dalam pembangunan agak lama karena pengerjaannya berurutan saling tergantung dengan pekerjaan lainnya.

4. Terpengaruh oleh cuaca, apa bila hujan pengerjaan pengecoran tidak dapat dilakukan.

## **2.2 Beton Pabrikasi**

Beton pabrikasi tidak berbeda dengan beton biasa. Beton pabrikasi dapat diartikan sebagai suatu proses produksi elemen struktur bangunan pada suatu tempat atau lokasi yang berbeda dengan lokasi dimana elemen struktur tersebut akan digunakan. Teknologi pracetak ini dapat diterapkan pada berbagai jenis material, yang salah satunya adalah material beton.

Pada elemen balok dapat diproduksi dengan berbagai bentang dan macam bentuk penampangnya. Penentuan bentuk penampang dari sebuah balok dipengaruhi oleh sistem yang akan digunakan, misalnya sistem sambungan antar balok dan plat lantai, sistem sambungan antar balok dengan kolom.

Elemen plat lantai merupakan elemen struktur yang langsung mendukung beban pengguna sebuah bangunan gedung, plat lantai harus sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku. Eksistensi plat lantai dalam bangunan tinggi membutuhkan material hingga 50% dari kebutuhan total material elemen struktur. Oleh karena itu plat lantai merupakan elemen yang penting untuk dikaji guna mendapat metode pengadaan yang efisien.

Beton pabrikasi dihasilkan dari proses produksi dimana lokasi pembuatannya berbeda dengan lokasi dimana elemen struktur yang akan digunakan, (Erviyanto, 2006). Adapun keunggulan dari beton pabrikasi:

1. Kecepatan dalam pelaksanaan pembangunannya.

2. Dicapainya tingkatan fleksibilitas dalam proses perancangannya.
3. Pekerjaan di lokasi proyek menjadi lebih sederhana.
4. Mampu mereduksi biaya konstruksi.

Teknologi beton pracetak mempunyai kelemahan kelemahan sebagai berikut:

1. Kerusakan yang mungkin timbul selama proses transportasi
2. Dibutuhkan peralatan lapangan dengan kapasitas angkat yang cukup untuk mengangkat komponen konstruksi dan menempatkannya pada posisi tertentu.
3. Munculnya permasalahan teknis dan biaya yang dibutuhkan untuk menyatukan komponen-komponen beton pabrikan.
4. Diperlukan gudang yang luas dan fasilitas *curing*.
5. Diperlukan perencanaan yang detail pada bagian sambungan.
6. Diperlukan lapangan yang luas untuk produksi dalam jumlah yang besar.

Dengan kondisi yang demikian maka tidak mudah untuk menentukan mana yang lebih ekonomis, menggunakan proses beton konvensional atau menggunakan beton pabrikan. Berdasarkan alokasi biaya dapat ditunjukkan bahwa distribusi pemakaian biaya yang terbesar adalah anggaran untuk konstruksi bangunan. Oleh sebab itu apabila ingin mereduksi biaya proyek maka harus dilakukan evaluasi pada bagian konstruksi. Salah satu metode yang mampu mereduksi pemakaian biaya konstruksi adalah dengan mengaplikasikan teknologi beton pabrikan.

Menurut (Elly dan Supariono, 2000), struktur elemen pracetak memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan struktur konvensional, antara lain :

1. Waktu pelaksanaan struktur merupakan pertimbangan utama dalam pembangunan suatu proyek karena sangat erat kaitannya dengan biaya proyek. Struktur elemen pracetak dapat dilaksanakan di pabrik bersamaan dengan pelaksanaan pondasi di lapangan.
2. Penggunaan material yang optimum serta mutu bahan yang baik merupakan salah satu alasan mengapa struktur elemen pracetak sangat ekonomis dibandingkan dengan struktur yang dilaksanakan ditempat (*cast-in-situ*) adalah penggunaan cetakan beton yang tidak banyak variasi dan biasa digunakan berulang-ulang, mutu material yang dihasilkan pada umumnya sangat baik karena dilaksanakan dengan standar-standar yang baku, pengawasan dengan sistem komputer yang teliti dan ketat.
3. Variasi untuk permukaan finishing pada struktur elemen pracetak dapat dengan mudah dilaksanakan bersamaan dengan pembuatan elemen tersebut dipabrik, seperti : warna dan model permukaan yang dapat dibentuk sesuai dengan rancangan.
4. Dengan sistem elemen pracetak, selain cepat dalam segi pelaksanaan, juga tidak membutuhkan lahan proyek yang terlalu luas serta lahan proyek lebih bersih karena pelaksanaan elemen pracetaknya dapat dilakukan dipabrik.

Menurut (Elly dan Supartono, 2000), struktur elemen pracetak memiliki beberapa kerugian dengan struktur konvensional, antara lain :

1. Tidak ekonomis bagi produksi tipe elemen yang jumlahnya sedikit.
2. Perlu ketelitian yang tinggi agar tidak terjadi deviasi yang besar antara elemen yang satu dengan elemen yang lain, sehingga tidak menyulitkan dalam pemasangan di lapangan.
3. Panjang dan bentuk elemen pracetak yang terbatas, sesuai dengan kapasitas alat angkat dan alat angkut.
4. Jarak maksimum transportasi yang ekonomis dengan menggunakan truk adalah antara 150 sampai 350 km, tetapi ini juga tergantung dari tipe produknya. Sedangkan untuk angkutan laut, jarak maksimum transportasi dapat sampai di atas 1000 km.
5. Hanya dapat dilaksanakan didaerah yang sudah tersedia peralatan untuk *handling* dan *erection*.
6. Di Indonesia yang kondisi alamnya sering timbul gempa dengan kekuatan besar, konstruksi beton pracetak cukup berbahaya terutama pada daerah sambungannya, sehingga masalah sambungan merupakan persoalan yang utamayang dihadapi pada perencanaan beton pracetak.
7. Diperlukan ruang yang cukup untuk pekerja dalam mengerjakan sambungan pada beton pracetak.
8. Memerlukan lahan yang besar untuk pabrikasi dan penimbunan (*stock yard*)

### 2.3 Penilaian dalam Memilih Beton Konvensional dan Beton Pabrikasi

Dalam pemilihan beton konvensional dan pabrikasi kita perlu mempunyai suatu penilaian. Ada 4 (empat) landasan dasar penilaian yang menyebabkan sistem pracetak secara teknis lebih efisien dari pada sistem konvensional :

1. Efisiensi sistem struktur
2. Efisiensi bekisting
3. Efisiensi dari kontrol kualitas
4. Efisiensi dari jadwal pelaksanaan

*(PCI Design Handbook – Precast and Prestressed Concrete, 4th edition)*

Kecenderungan biaya konstruksi akhir-akhir ini menunjukkan adanya peningkatan yang cukup berarti. Bila dibandingkan dengan industri manufaktur, biaya konstruksi melesat jauh ke depan, yang antara lain disebabkan oleh tingginya upah tenaga kerja lapangan dan proses konstruksi yang masih dilakukan secara tradisional (Winter, 1979)

Aplikasi teknologi prafabrikasi (pracetak) dengan sendirinya akan mengurangi pemakaian jumlah tenaga kerja di lokasi proyek (Olegsbay, Parker & Howell, 1989 dan Warszawski, 1990), yang tentunya akan berpengaruh pada pengurangan biaya produksi. Selain penghematan biaya produksi, hal lain yang menonjol dari penggunaan beton pracetak adalah mutu pekerjaan dalam jumlah yang banyak menjadi lebih baik dan seragam.

Struktur beton pracetak dapat digunakan pada segala jenis tipe struktur bangunan. Setiap bangunan memiliki system struktur yang berbeda sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari bangunan tersebut, misalnya sebagai penahan beban

gravitasi, penahan panas (api), penahan suara, dan sebagainya untuk itu diberikan klasifikasi dari beberapa jenis bangunan sebagai berikut :

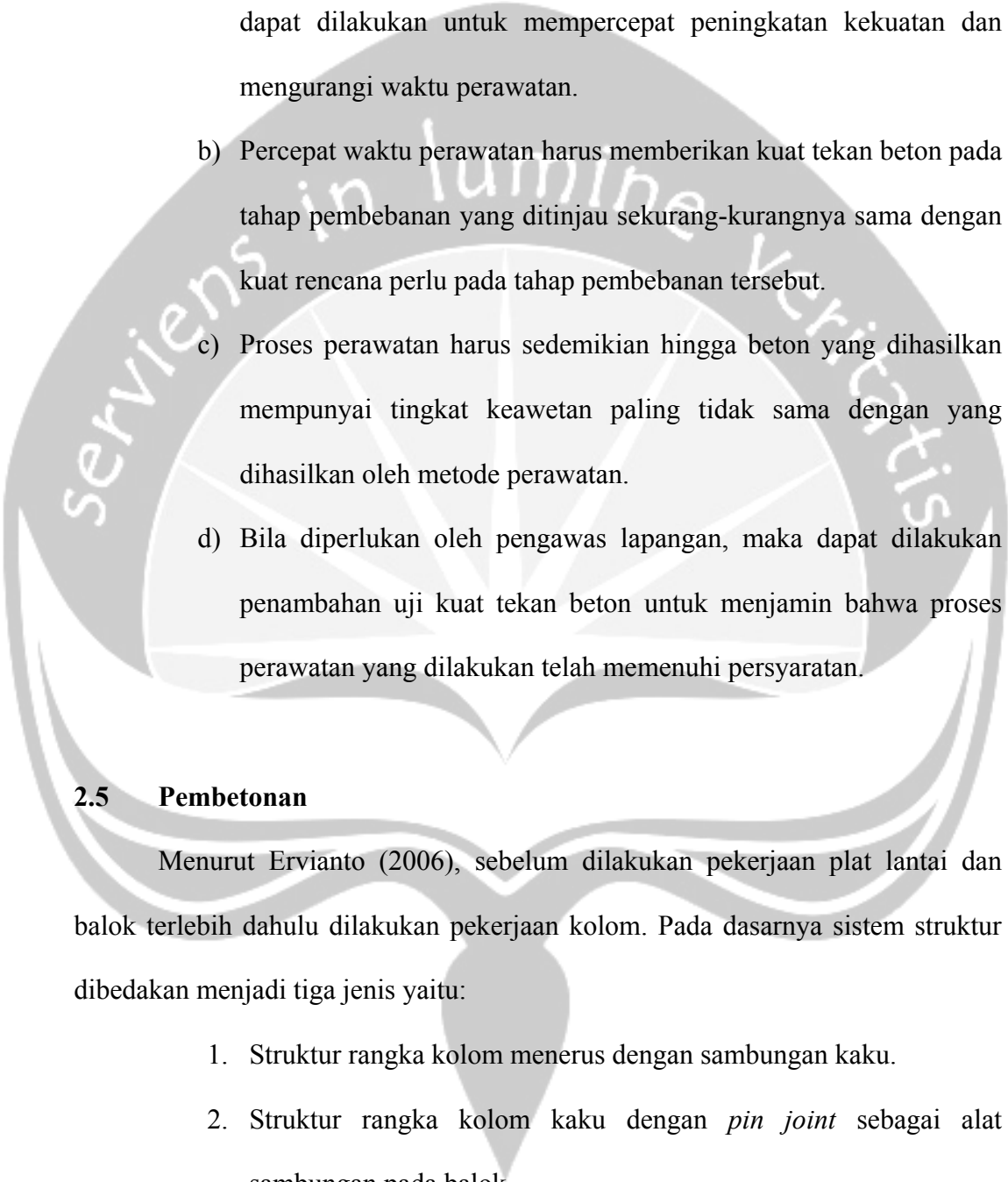
1. Perumahan.
2. Bangunan parkir
3. Bangunan apartemen.
4. Jembatan
5. Bangunan perkantoran.
6. Bangunan industri.

(Elly dan Supartono, 2000)

#### **2.4 Pemeliharaan Beton**

Material beton umumnya memiliki nilai yang cukup mahal baik biaya penulangan, pembetonan, pembekestingan, operasional atau upah tenaga kerja dan pemeliharaan beton yang telah jadi. Semua ini haruslah ditangani, dirawat dan dipelihara dengan baik. Dengan tahap-tahap pemeliharaan menurut SNI 2002 sebagai berikut ini.

1. Beton (selain beton kuat awal tinggi) harus dirawat pada suhu di atas  $10^{\circ}\text{C}$  dan dalam kondisi lembab untuk sekurang-kurangnya selama 7 hari setelah pengecoran.
2. Beton kuat awal tinggi harus dirawat pada suhu di atas  $10^{\circ}\text{C}$  dan dalam kondisi lembab untuk sekurang-kurangnya selama 3 hari pertama.
3. Perawatan dipercepat

- 
- a) Perawatan dengan uap bertekanan tinggi, penguapan pada tekanan atmosfer, panas lembab, atau proses lainnya yang dapat diterima, dapat dilakukan untuk mempercepat peningkatan kekuatan dan mengurangi waktu perawatan.
  - b) Percepat waktu perawatan harus memberikan kuat tekan beton pada tahap pembebanan yang ditinjau sekurang-kurangnya sama dengan kuat rencana perlu pada tahap pembebanan tersebut.
  - c) Proses perawatan harus sedemikian hingga beton yang dihasilkan mempunyai tingkat keawetan paling tidak sama dengan yang dihasilkan oleh metode perawatan.
  - d) Bila diperlukan oleh pengawas lapangan, maka dapat dilakukan penambahan uji kuat tekan beton untuk menjamin bahwa proses perawatan yang dilakukan telah memenuhi persyaratan.

## 2.5 Pembetonan

Menurut Ervianto (2006), sebelum dilakukan pekerjaan plat lantai dan balok terlebih dahulu dilakukan pekerjaan kolom. Pada dasarnya sistem struktur dibedakan menjadi tiga jenis yaitu:

1. Struktur rangka kolom menerus dengan sambungan kaku.
2. Struktur rangka kolom kaku dengan *pin joint* sebagai alat sambungan pada balok.
3. Struktur rangka dengan *pin joint* sebagai alat sambung kolom dan unit lantai.



Pekerjaan pengecoran beton memiliki sifat tidak dapat mentolerir kesalahan sedikitpun karena akan menjadikan keterlambatan waktu bagi pihak kontraktor, sehingga menambah biaya konstruksi.

Pelaksanaan pekerjaan beton di lapangan mengacu pada beberapa peraturan untuk menjamin kualitas beton dari hasil pengecoran, sebagai yang tercantum dalam dokumen kontrak. Peraturan-peraturan tersebut adalah :

1. Standar Indonesia

- a) Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI) - 1982, NI-3
- b) Peraturan Standar Beton 1991 (SK.SNI T-15-1991-03).
- c) Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung Tahun 1983
- d) Standar beton prategang /pracetak Indonesia

2. *ACI: American Concrete Institute, USA*

- a) *SP4, Special publication 34-fromwork for concrete*
- b) *347-recommended practice for concrete formwork*
- c) *318-building code requirements for reinforced concrete*
- d) *American society of testing material (ASTM)*

Secara umum sistem struktur komponen beton pracetak dapat digolongkan sebagai berikut (Nurjaman, 2000)

1. Sistem struktur komponen pracetak sebagian, dimana kekakuan sistem tidak terlalu dipengaruhi oleh pemutusan komponenisasi, misalnya pracetak pelat, dinding dimana pemutusan dilakukan tidak pada balok dan kolom/bukan pada titik kumpul.

2. Sistem pracetak penuh, dalam sistem ini kolom dan balok serta pelat dipracetak dan disambung, sehingga membentuk suatu bangunan yang monolit. Pada dasarnya penerapan sistem pracetak penuh akan lebih mengoptimalkan manfaat dari aspek fabrikasi pracetak dengan catatan bahwa segala aspek kekuatan (*strength*), kekakuan, kelayanan (*serviceability*) dan ekonomi dimasukkan dalam proses perencanaan.

## **2.6 Perbandingan Penggunaan Beton *Precast* dengan Beton Konvensional**

### **2.6.1 Aspek Biaya Produksi**

Biaya merupakan suatu komponen penting dalam suatu proyek konstruksi, karena berpengaruh pada *cashflow* proyek dan keuntungan proyek. Hal yang penting dalam faktor produksi adalah penentuan prioritas, komponen yang akan terlebih dahulu dipabrikasi tentu harus disesuaikan dengan rencana kerja dan metode kerja yang direncanakan. Untuk mencapai kesesuaian pemilihan komponen yang harus diproduksi lebih dahulu maka dibutuhkan koordinasi antara pabrikator dengan instalator. Area produksi harus tertata dengan baik, mulai dari tempat penumpukan material dasar, proses pengecoran, proses perawatan beton serta penyimpanan komponen beton pracetak. Konsekuensi dari metode ini adalah harus menyediakan lahan kerja yang cukup luas karena lahan penumpukan bahan dan komponen beton pracetak yang diproduksi memiliki ukuran dan kuantitas yang besar.

### **2.6.2 Aspek Biaya *Erection***

Proses penyatuan komponen bangunan yang berupa beton Pabrikasi yang telah diproduksi dan layak (cukup umur) untuk disatukan menjadi bagian dari bangunan disebut dengan *erection*. Kegiatan ini adalah salah satu faktor kunci keberhasilan dalam pembuatan sebuah bangunan beton pracetak.

### **2.6.3 Aspek Biaya koneksi**

Proses penyatuan komponen-komponen struktur beton pracetak menjadi sebuah struktur bangunan yang monolit merupakan hal yang amat penting dalam pengaplikasian teknologi beton pracetak. Cara penyatuan pracetak beton dibedakan menjadi dua. Pertama cara menyatukan beton dan yang kedua adalah cara penyatuan material baja tulangan. Proses penyatuan material beton dengan sambungan basah (*in-situ concrete joint*), sambungan kering (las, baut, pin, *prestress*), yang umum digunakan sambungan basah (*in-situ concret joint*) dan sambungan kering (las).

### **2.6.4 Aspek Biaya Pekerjaan**

Biaya merupakan suatu komponen penting dalam suatu proyek konstruksi, karena berpengaruh pada *cashflow* proyek dan keuntungan proyek. Salah satu elemennya adalah biaya beton yang cukup berpengaruh signifikan dikarenakan volume pekerjaan beton yang sangat besar terutama untuk proyek gedung bertingkat. Biaya pekerjaan beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu biaya material beton itu sendiri dan biaya operasional di lapangan dimana semua komponen pembiayaan mulai dari material yang digunakan hingga upah tenaga kerja akan dibahas disini.

### **2.6.5 Aspek Biaya Operasional Lapangan**

Secara teori tujuan utama dari penggunaan beton precast adalah untuk mempercepat proses pelaksanaan di lapangan sehingga mampu menghemat pengeluaran operasional pekerjaan beton. Tetapi dalam pelaksanaan di lapangan penghematan biaya operasional tersebut belum dapat dicapai dengan maksimal, sebaliknya terjadi pembengkakan biaya operasional. Biaya operasional pekerjaan beton di lapangan terdiri dari beberapa komponen, antara lain :

#### **1. Biaya peralatan**

Karena komponen beton plat lantai yang cukup jauh berbeda, tetapi pekerjaan beton pada kedua metode tersebut menggunakan alat bantu yang tidak jauh berbeda.

#### **2. Biaya upah tenaga kerja / tukang**

Perhitungan besarnya upah tenaga kerja untuk kedua metode tersebut sama, karena besaran upah tersebut sudah terdapat harga satuan untuk setiap m<sup>3</sup> pekerjaan beton. Tenaga kerja yang meliputi pekerjaan, tukang, kepala tukang dan mandor.