

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Pracetak

Menurut Ervianto (2006), pracetak dapat diartikan sebagai suatu proses produksi elemen struktural atau arsitektural bangunan pada suatu tempat atau lokasi yang berbeda dengan tempat di mana elemen struktural atau arsitektural tersebut akan digunakan. Teknologi pracetak ini dapat diterapkan pada berbagai jenis material, salah satunya adalah material beton. Beton pracetak sebenarnya tidak jauh berbeda dengan beton biasa. Hanya saja beton pracetak diproduksi dengan metode fabrikasi.

Beton pracetak (*precast concrete*) adalah balok beton, kolom, lintel (kusen atas pintu atau jendela), tiang pancang, dan bagian-bagian dari dinding dan lantai yang dicetak dan matang sebagian di lapangan atau di pabrik sebelum diangkat ke posisinya pada struktur. Ketika beberapa dari bagian yang sama diperlukan, pracetak dapat lebih ekonomis daripada cetak di tempat (*cast in-situ*), karena memberikan permukaan akhir yang lebih baik, mengurangi susut beton di lapangan, dan membuat beton lebih kuat (Scott, 2001).

2.2. Sejarah Pracetak

Menurut Koncz (1979), prafabrikasi atau lebih spesifik: pracetak – telah memiliki hubungan yang erat dengan beton bertulang sejak awal. Kapal *Lambot* (1848) dan bak mandi bunga *Monier* (1849) merupakan komponen yang dibuat

secara pracetak. Bagian atau anggota struktur yang pertama mungkin adalah balok-balok beton pada *Casino* di Biarritz, yang dibangun oleh perusahaan konstruksi *Ed. Coignet*, Paris, tahun 1891.

Plat atap berukuran besar yang pertama mungkin dibuat di Brooklyn, USA, sekitar tahun 1902. Plat atap tersebut memiliki lebar 1,2 m; panjang 5,1 m; dan dengan tebal 5 cm. Plat atap itu dipasang di atas kekisi kerangka kerja dari logam.

Sebuah lantai struktur prafabrikasi untuk sebuah bangunan dengan empat lantai, dibangun di Reading, Pennsylvania, USA, tahun 1905. Hanya komponen kolom yang dicetak secara *in situ*.

Semua komponen struktural dari sebuah bangunan industri, yang didirikan di New Village, USA, oleh *Edison Portland Cement Co.* tahun 1907 merupakan sistem pracetak di lokasi proyek. Pada tahun yang sama, aplikasi metoda “Konstruksi Miring ke Atas” (*tilt-up*) pertama dilakukan dimana dinding-dinding yang dicetak di bawah, kemudian diputar ke arah vertikal dan diangkat.

Pada tahun 1912, beberapa bangunan gedung didirikan secara total prafabrikasi dari komponen kolom, balok, hingga lantai. Sistem konstruksi tersebut dihak patenkan oleh *John E. Conzelmann*.

Di Eropa, prafabrikasi bangunan-bangunan hunian dengan beton dan beton bertulang dikuasai setelah Perang Dunai Pertama. Percobaan-percobaan yang paling maju dilakukan pada dinding panel pada bangunan bertingkat tinggi. Dinding panel tersebut diangkat dan dipasamg dengan menggunakan *crane*, di

Jerman, tepatnya di kota Braunheim (dekat *Frankfurt-on-main*) dan di kota Munich.

Di Inggris, juga, sejumlah perusahaan sistem prafabrikasi dikembangkan pada masa itu. Kebanyakan komponen prafabrikasi dalam bentuk kerangka struktural. Pengembangan ini muncul akibat kemerosotan-kemerosotan yang dikarenakan mutu beton yang tidak memadai.

2.3. Mengapa Pracetak

Biaya konstruksi cenderung meningkat, seperti yang ditunjukkan oleh hasil pengamatan yang dilakukan sejak tahun 1930–1980. Bila dibandingkan dengan biaya pada industri manufaktur, biaya industri konstruksi telah berada jauh di atasnya. Salah satu penyebab terjadinya hal tersebut adalah tingginya upah tenaga kerja konstruksi dan proses konstruksi yang masih tradisional (konvensional).

Untuk menjawab tantangan tersebut, maka dikembangkan teknologi pracetak yang mengarah pada industrialisasi, di mana produk dihasilkan dengan produksi massal dan bersifat pengulangan. Dalam pabrik komponen pracetak, tenaga kerja yang digunakan adalah tenaga kasar yang dilatih agar dapat mengoperasikan mesin-mesin yang digunakan untuk proses produksi sehingga upah yang diterima oleh pekerja adalah upah tenaga kasar. Dengan mengaplikasikan teknologi beton pracetak, maka dengan sendirinya akan mengurangi pemakaian tenaga kerja di lokasi proyek. Salah satu karakteristik tenaga kerja lapangan adalah harus mempunyai keterampilan tertentu, sehingga

upah yang diterima lebih besar dibandingkan dengan tenaga kerja di pabrik (dengan produk yang sama). Hal lain yang menonjol dari penggunaan beton pracetak adalah mutu pekerjaan yang lebih baik dan seragam.

2.4. Jenis Komponen Beton Pracetak

Menurut Ervianto (2006), secara umum, produk dari beton pracetak dapat dikategorikan menjadi lima kelompok, yaitu:

1. Komponen untuk kepentingan arsitektur yang bersifat ornamen.
2. Komponen beton untuk lalu-lintas, *paving*, *kerbs*.
3. Komponen struktur yang mendukung beban seperti tiang, balok, kolom, plat lantai, bantalan rel, pipa.
4. Komponen penutup atap yang harus kedap air dan tahan terhadap cuaca.
5. Bata beton (batako).

Terdapat banyak jenis komponen beton pracetak yang dapat diproduksi di pabrik, mulai dari komponen paling umum seperti balok, kolom, plat lantai, *cladding*, sampai pada komponen-komponen khusus untuk memenuhi faktor estetika bangunan. Komponen-komponen tersebut diproduksi dalam berbagai bentuk dan ukuran yang disesuaikan dengan perencanaan yang telah dilakukan.

Dalam memproduksi setiap komponen, produsen menggunakan metoda produksi yang beragam, ditinjau dari segi keunggulan dan kelemahan tiap metoda.

Ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan, antara lain:

1. Jumlah komponen yang akan diproduksi
2. Jenis komponen

3. Berat komponen

4. Dimensi komponen

Disamping balok, kolom, dan plat lantai, beberapa komponen beton pracetak yang sudah tidak jarang lagi ditemukan di Indonesia adalah:

1. *Kansteen*

Kansteen merupakan komponen sistem modular ringan yang digunakan sebagai pembatas pada pekerjaan *landscape* atau sebagai pemisah (*divider*) pada jalan raya.

2. Tiang pancang

Komponen ini digunakan pada struktur bawah (substruktur) yang berfungsi sebagai fondasi. Bentuk dan dimensinya bervariasi tergantung jenis dan kedalaman tanah di lokasi proyek. Umumnya komponen ini berbentuk segitiga atau bulat.

3. Pagar pracetak

Pemasangan komponen ini sangat praktis dengan waktu yang sangat singkat. Hal inilah yang menjadi pertimbangan produsen memproduksi pagar secara pracetak. Pagar ini terdiri dari dua komponen yaitu komponen kolom dan panel.

4. *U-Ditch*

Komponen ini digunakan untuk saluran air yang dapat ditempatkan di sekeliling bangunan gedung sebagai saluran drainasi.

5. GRC (*Glassfibre Reinforced Cement*)

Komponen ini termasuk dalam komponen estetika (arsitektural). Umumnya digunakan untuk memnuhi estetika bangunan. Bahan GRC terdiri dari campuran semen, pasir, dan fiberglas. Umumnya memiliki ketebalan 8 mm–10 mm, dan berbobot ringan.

6. Tangga pracetak

Pemakaian komponen ini dapat mereduksi waktu pemasangan yang cukup signifikan, mengingat struktur komponen ini sangat rumit.

7. Plat atap

Komponen ini berfungsi sebagai penutup bangunan. Plat atap dengan bentangan yang lebih besar lebih menguntungkan dibandingkan dalam ukuran kecil, dengan mempertimbangkan faktor *erection*, estetika, komponen yang lebih besar lebih monolit. Terdapat dua jenis plat atap, yaitu *waffle slab* dan *ribbed slab*.

8. *Cladding*

Cladding adalah penutup dinding luar pada bangunan tinggi (gedung) yang berfungsi untuk memisahkan dan melindungi dari pengaruh cuaca (luar).

2.5. Kelebihan dan Kekurangan Beton Pracetak.

Dalam memilih dan mengaplikasikan suatu teknologi pada konstruksi khususnya teknologi pracetak, tentu kita perlu mengetahui kelebihan dan kekurangan teknologi tersebut. Salah satu faktor yang mempengaruhi keuntungan

dan kerugian tersebut adalah bahan yang dipakai. Dalam hal ini, bahan yang dipakai adalah beton.

Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sebagai material konstruksi prafabrikasi adalah:

1. Komponen mudah diproduksi dan dihubungkan
2. Kedap air dan panas serta tahan api
3. Memiliki volume yang stabil (tidak mudah mengalami kembang-susut)
4. Tidak memerlukan perawatan khusus
5. Memiliki kekuatan yang tinggi.

Disamping persyaratan-persyaratan material tersebut, perlu juga diketahui keunggulan-keunggulan yang signifikan yang dimiliki dari teknologi pracetak dibandingkan metoda konvensional, antara lain:

1. Durasi proyek menjadi lebih singkat

Hal ini dikarenakan pekerjaan struktur yang dikerjakan di lapangan hanya struktur bawah (fondasi), sedangkan pekerjaan struktur atas dengan pracetak hanya perlu dilakukan pemasangan (*erection*). Pembuatan komponen struktur secara pracetak dapat dikerjakan bersamaan dan disesuaikan dengan pekerjaan struktur bawah, agar ketika pekerjaan struktur bawah selesai, komponen struktur pracetak telah siap *erection*.

2. Jumlah material yang dibutuhkan berkurang, seperti bekisting dan *scaffolding* berkurang secara signifikan.
3. Produksi massal pracetak menyebabkan penggunaan mesin yang optimal sehingga kebutuhan tenaga kerja konstruksi lebih sedikit. Dengan syarat,

penggunaan teknologi pracetak pada bangunan yang memiliki komponen struktur yang tidak beragam (variasi sedikit) untuk meredam tingginya harga cetakan di pabrik.

4. Tenaga manusia yang dibutuhkan sedikit, karena komponen pracetak dibuat di pabrik.
5. Kualitas yang lebih baik, karena pembuatan produk pracetak di dalam pabrik dengan pengendalian kualitas yang konstan, penggunaan mesin dengan sistem komputerisasi, dan lingkungan kerja yang lebih baik di dalam pabrik.
6. Konstruksi dapat dilaksanakan hampir tanpa dipengaruhi cuaca, karena komponen dibuat di dalam bangunan yang tertutup, dan dapat diberi pemanasan (jika pada kondisi cuaca dingin), dan bahkan *erection* dapat dilakukan pada musim dingin.

Namun, disamping keunggulan-keunggulan yang ada pada teknologi pracetak, terdapat pula beberapa kekurangan, antara lain dalam hal:

1. Transportasi
2. *Erection*
3. *Connection*

Komponen prafabrikasi, terutama komponen beton pracetak akan mencapai efisiensi dari segi ekonomi jika pihak yang bersangkutan dapat memindahkan (transportasi) dan melakukan pemasangan dengan biaya yang secara signifikan di bawah biaya jika pelaksanaan konstruksi secara konvensional (*cast in situ*).

Sama halnya dengan sambungan (*connection*), penyambungan antar komponen beton pracetak harus menjadi satu kesatuan yang *rigid* atau monolit, sehingga gaya-gaya yang terjadi dapat tersalurkan dengan baik ke seluruh komponen beton pracetak.

2.5.1. Transportasi

Setelah proses produksi beton pracetak, tindakan selanjutnya adalah memindahkan komponen dari pabrik ke proyek. Proses pemindahan komponen memerlukan biaya tambahan untuk pengadaan alat bantu untuk mengangkat komponen ke dan dari alat transportasi. Proses ini harus direncanakan di awal proses perencanaan bentuk dan desain komponen pracetak agar komponen tersebut dapat dipindahkan ke lokasi proyek.

Pada dasarnya, terdapat dua jenis transportasi, yaitu:

1. Jalur jalan raya

Umumnya jalur transportasi yang digunakan adalah jalur jalan raya. Alat angkut yang digunakan umumnya adalah *flatbed truck* dengan sistem *typical two point support*.

Jarak yang masih layak antara lokasi pabrik dengan lokasi proyek berkisar ± 200 km. Sedangkan kuat rencana komponen beton pracetak agar layak ditransportasikan adalah berkisar 50%–75% dari kuat rencana. Pemilihan mode transportasi darat (truk) disebabkan oleh faktor keleluasan bergerak ke segala arah dan tempat. Kapasitas angkut truk maksimum dalam satu kali angkut adalah 20 ton.

Ada beberapa sistem transportasi yang dapat diaplikasikan dalam melakukan pemindahan komponen pracetak ke lokasi proyek, antara lain:

- a. *Typical two point support*
- b. *Rocker system*
- c. *Wall panel laid flat*

2. Jalur jalan rel.

Menurut Koncz (1979), transportasi melalui jalan rel ini digunakan dengan pertimbangan jika tempat pekerjaan komponen pracetak (pabrik) dan lokasi proyek, tempat dimana komponen pracetak akan dipasang, memiliki akses jalur rel. Jika salah satu saja faktor di atas tidak terpenuhi, maka jalur rel tidak dapat menguntungkan, kecuali kedua lokasi tersebut berjarak sangat jauh.

Perlu diperhatikan juga pemindahan komponen pracetak dari kendaraan rel ke kendaraan jalan raya (truk). Proses pemindahan tersebut akan memakan biaya yang mahal, jika di stasiun tidak tersedia *crane*, sehingga produsen atau *owner* harus menyediakan sendiri *crane* untuk pemindahan tersebut.

Dalam kasus ini, diperlukan dua buah *crane*, satu untuk memindahkan komponen dari kendaraan rel ke truk, dan satu lagi untuk memindahkan komponen dari truk ke lokasi proyek.

Metoda alternatif adalah dengan menggunakan kendaraan rel khusus yang dapat digunakan sekaligus sebagai truk gandeng untuk jalur jalan raya.

2.5.2. *Erection*

Erection adalah proses penyatuan komponen-komponen pracetak agar menjadi suatu kesatuan yang utuh sehingga menjadi bangunan yang kokoh. Pada proses ini, pihak pelaksana dituntut untuk menyediakan alat bantu instalasi, misalnya sebuah *crane*. Penyediaan alat bantu ini membutuhkan biaya yang relatif besar sehingga apabila teknologi ini akan diterapkan pada bangunan maka harus dikaji efisiensi biayanya, antara penyediaan alat dan nilai proyek itu sendiri. Kajian yang detail antara volume pekerjaan beton dengan biaya pengadaan alat bantu instalasi dapat dijadikan acuan untuk memutuskan metode konstruksi yang digunakan.

Dalam kasus untuk bangunan gudang, pemilihan jenis *crane* yang akan digunakan untuk *erection* komponen struktural akan dipengaruhi oleh pertimbangan berikut:

- a. Jenis komponen, tipe linier atau plat
- b. Ketinggian tempat dimana komponen akan dipasang
- c. Berat komponen
- d. Kondisi lokal: kemudahan akses ke lokasi proyek, topografi, dan sebagainya.

Sedapat mungkin, digunakan satu tipe alat *erection* tertentu untuk mempermudah prosedur proyek. Untuk alasan ini, seluruh komponen struktural harus memiliki perkiraan berat yang sama. Namun, ini dapat dicapai hanya dengan dipasang komponen struktur tipe plat. Secara umum, komponen kerangka kerja struktur lebih berat dibandingkan dengan komponen panel dinding atau atap.

Untuk kasus ini, hal tersebut akan menguntungkan memakai dua jenis alat *erection*. Alat yang satu untuk mengurus komponen kerangka kerja dan satu lagi untuk panel penutup.

Alat-alat pengangkat yang dapat digunakan untuk proses *erection* komponen struktur beton pracetak adalah sebagai berikut:

- a. *Truck-mounted crane*, truk yang dilengkapi dengan mesin derek.
- b. *Derrick*, alat derek.
- c. *Tower crane*
- d. *Goliath crane*

Metode yang dapat digunakan dalam *erection* dapat dibedakan menjadi dua, yaitu metoda vertikal (*vertical method*) dan horizontal (*horizontal method*).

- a. Metoda Vertikal

Merupakan kegiatan penyatuan komponen beton pracetak yang dilaksanakan pada arah vertikal struktur bangunan yang mempunyai kolom menerus dari lantai dasar hingga lantai paling atas. Pada bangunan yang mempunyai ketinggian tertentu, selama proses *erection* harus ditopang oleh struktur sementara (*bracing*) yang berfungsi untuk menahan gaya-gaya yang timbul selama *erection*.

- b. Metode Horizontal

Merupakan proses *erection* yang pelaksanaannya tiap satu lantai searah horizontal bangunan.

2.5.3. Connection

Dalam usaha menyatukan komponen-komponen beton pracetak dibutuhkan usaha konstruksi tambahan yang mampu meneruskan semua gaya-gaya yang bekerja pada setiap komponen. Penyatuan yang dimaksud adalah penyatuan material beton dan baja yang menjadi bagian utama dari struktur beton bertulang. Kendala yang timbul adalah bagaimana menentukan jenis sambungan yang mampu mengantisipasi semua gaya yang terjadi sehingga perilaku struktur dapat menyerupai struktur beton bertulang pada sistem konvensional. Untuk mengaplikasikan alat sambung yang baik dibutuhkan biaya yang relatif mahal.

Sistem sambungan komponen pracetak dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Sambungan basah

(1) *In-situ concrete joint*

Penyambungan ini dilakukan dengan melakukan pengecoran pada pertemuan dari komponen-komponen tersebut. Sambungan jenis ini dapat diaplikasikan pada komponen pracetak antara kolom – kolom, kolom – balok, plat – balok.

(2) *Pre-packed aggregate*

Penyambungan ini dilakukan dengan menempatkan agregat pada bagian yang akan disambung dan kemudian dilakukan injeksi air semen pada bagian tersebut dengan menggunakan pompa hidrolis sehingga air semen akan mengisi rongga dari agregat.

b. Sambungan kering

(1) Sambungan las

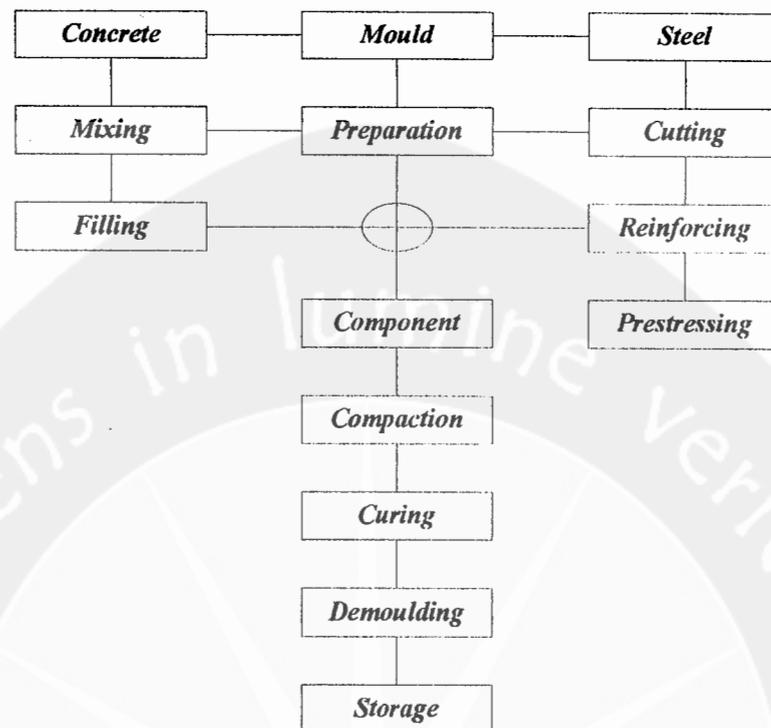
Alat sambung ini menggunakan plat baja yang ditanam dalam beton pracetak yang akan disambung. Kedua plat tersebut kemudian disambung dengan las.

(2) Sambungan baut

Pada penyambungan ini, juga diperlukan plat baja di kedua komponen beton pracetak yang akan disatukan. Kedua komponen tersebut disatukan melalui plat dengan alat sambung berupa baut dengan kuat tarik tinggi. Kemudian plat tersebut dicor dengan adukan beton agar terlindung dari korosi.

2.6. Produksi Komponen Pracetak

Bagian penting dari pekerjaan dalam konstruksi bangunan yang dilaksanakan secara pracetak adalah terletak pada bagian produksi, dapat dikatakan mencapai antara 60%–80% pekerjaan terpusat pada proses produksinya. Terdapat suatu hubungan yang erat antara metoda produksi dengan konstruksi, sehingga tidaklah mungkin merancang komponen-komponen prafabrikasi tanpa penentuan metoda produksi secara bersamaan.



Gambar 2.1. Proses Produksi Beton Pracetak
(Sumber: Tihamer Koncz, 1979)

Berdasarkan proses produksi seperti yang ditunjukkan gambar di atas, maka terdapat pula prinsip produksi yang perlu diperhatikan, antara lain:

1. Jumlah pekerja yang sedikit
2. Kemungkinan produksi secepat mungkin
3. Kualitas yang baik.

Dibandingkan dengan metode tradisional, tujuan ini dapat dicapai hanya jika menggunakan tenaga mesin dalam menghasilkan komponen beton pracetak. Penggunaan mesin merupakan suatu sistem yang tepat. Dengan penggunaan mesin inilah kesalahan-kesalahan yang dibuat oleh manusia dapat diselamatkan oleh mesin, sehingga produk yang dihasilkan berkualitas baik.

Secara umum, metoda produksi komponen beton pracetak dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. *Stationary Production*

Pada metoda ini, proses fabrikasi dilakukan pada cetakan yang bersifat tetap (tidak dapat bergerak) sampai pekerjaan selesai. Cetakan yang digunakan memerlukan perencanaan yang matang agar cetakan mudah dibongkar.

2. *Slip-form Production*

Pada metoda ini, digunakan cetakan yang dapat bergerak sepanjang *casting bed*. Pelepasan cetakan dilakukan dengan menggetarkan beton yang telah dipadatkan. Metoda ini biasa dipakai untuk memproduksi plat beton pracetak.

3. *Flow-line Production*

Metoda fabrikasi ini digunakan untuk memproduksi komponen dalam jumlah banyak (produksi massal), seperti komponen atap, sehingga waktu produksi lebih singkat.

2.6.1. Proses Produksi Dalam Pabrik Pracetak

Pembuatan komponen pracetak dalam pabrik dapat menjamin pemenuhan akan akurasi serta kualitas yang akan dicapai dalam sebuah proyek konstruksi. Hal ini dikarenakan lingkungan kerja yang hampir tidak terpengaruh oleh cuaca yang kurang baik. Pekerja dapat lebih leluasa dan nyaman dalam bekerja secara stabil dalam memproduksi komponen-komponen pracetak. Pekerja ini juga

dikendalikan oleh manajer yang berpengalaman, pengawas dan teknisi. Dan pekerja juga terlatih dalam memasang cetakan (*mould*), penulangan dan pemasangan, penakaran adukan, penyampuran dan penempatan adukan beton. Tim ini didukung juga oleh pengalaman pembuat cetakan, tukang pasang tulangan, operator *crane*, serta personil penumpukan dan pemuatan.

Seiring dengan perkembangan pabrik dalam produksi takaran dan campuran adukan beton menjadi suatu mutu yang telah ditetapkan, pabrik biasanya memiliki tempat-tempat yang khusus untuk pembuatan dan pemeliharaan cetakan, dan untuk pembuatan rumah penulangan dan sambungan. Juga terdapat tempat-tempat untuk pemeliharaan pabrik serta peralatannya.

Proses produksi dalam pabrik dapat dibagi menjadi beberapa bagian, antara lain:

1. Pemrograman produksi

Pabrik akan mengatur produksi komponen-komponen pracetak dalam suatu rangkaian urutan untuk memenuhi keperluan proses *erection*, dengan bersamaan mengoptimalkan keperluan dan biaya produksi. Proses produksi juga disesuaikan dengan bentuk dan ukuran komponen. Komponen dapat diproduksi dalam siklus harian atau dapat lebih cepat jika proses pengeringan dipercepat (*accelerated curing*).

2. Persediaan besi tulangan

Rumah penulangan dibuat dari potongan besi dan dibengkokkan dalam pengerjaannya, atau sudah dibengkokkan oleh penyedia sebelum dikirim ke pabrik. Rumah penulangan diperiksa untuk pengecoran dan lokasi yang

benar setelah ditempatkan ke dalam cetakan. Pada saat pengecoran beton dilakukan, dasar tulangan diberi blok-blok pengatur jarak pada bagian-bagian tertentu untuk memberi ruang antara tulangan dengan permukaan cetakan.

3. Pencetakan komponen

Komponen dapat dicetak pada bagian tepi atau pada posisi lain yang baik dalam cetakan. Hal ini memberi pabrikan kecakapan dalam hal memilih metode yang dapat menjamin pemadatan beton yang tepat, akurasi dan kualitas permukaan yang baik. Untuk kolom, balok, dan plat umumnya dicetak secara horizontal.

4. Persediaan beton, penempatan dan pemadatan

Kapasitas pabrik dan peralatan untuk penanganan, penempatan, dan pemadatan beton berhubungan dengan kuantitas beton yang dibutuhkan dalam produksinya. Banyak perusahaan mengadopsi teknologi *microprocessor-controller* untuk mengendalikan penakaran dan penyampuran, yang menyimpan informasi tersebut untuk adukan beton yang berbeda proporsi untuk aplikasi-aplikasi yang tertentu.

5. Pengendalian mutu

Hal yang sangat ditekankan dalam pembuatan beton pracetak adalah pada pengendalian mutu. Ini termasuk seluruh tahap produksi, dari penerimaan material awal hingga pemuatan dan pengiriman komponen yang sudah selesai. Termasuk juga penarikan sampel (*sampling*) dan pengujian

material dan komponen, serta pemeriksaan komponen dan perlengkapan yang diurus oleh personil proses produksi dan pengendalian mutu.

Penarikan sampel dan pengujian terbagi atas beberapa bagian, yaitu:

- a. Verifikasi bahan, meliputi kunjungan ke penyedia bahan untuk melihat cara kerja dan melakukan pengawasan bahan yang digunakan, serta memeriksa sertifikasi yang dimiliki penyedia bahan.
- b. Pengujian agregat, meliputi indeks serpihan, penyusutan, kepadatan relatif, penyerapan air, pengujian kadar lumpur (endapan), dan analisis ayakan.
- c. Pengujian konsistensi proporsi campuran dan persiapan uji kubus untuk mengukur kuat tekan.
- d. Pengujian daya kerja (*workability*)
- e. Penaksiran pengupasan, perawatan dan pemindahan kekuatan dari pengujian kubus atau menggunakan metoda lain seperti pemukul yang memantul (*rebound hammer*) atau pengujian ultrasonik.
- f. Mengawasi siklus perawatan (*curing*) dan perkembangan kekuatan.
- g. Pengujian produk rutin berdasarkan spesifikasi yang diinginkan.
- h. Perawatan peralatan-peralatan pengujian.

2.6.2. Tahap Penyelesaian

Secara umum, terdapat tiga jenis penyelesaian permukaan beton pracetak, antara lain:

1. Penyelesaian dari cetakan

Umumnya hanya sedikit cacat yang tampak, tetapi lubang-lubang atau cacat yang sejenis dapat ditutup dengan mortar semen sebelum dilakukan penyelesaian dengan penggosokan menggunakan *hessian*, *carborundum*, atau media lain yang dapat menghaluskan tekstur permukaan beton. Penyelesaian permukaan ini bergantung pada lokasi dan spesifikasi komponennya.

2. Penyelesaian dengan penyekopan dan pengangkatan

Beton yang baru ditempatkan dan dipadatkan, diratakan dengan menggunakan sebuah *screed* pada bagian tepi cetakan, *screed* yang digunakan dapat berupa *screed* manual (dengan tenaga manusia) atau dapat juga dengan tenaga mesin. Tergantung pada area permukaannya, penyelesaian beton kemudian dilakukan secara manual untuk memperoleh permukaan yang rata dan tekstur yang baik. Pada saat penyekatan, sebuah *screed* atau pelapisan atas beton struktural dipakai kemudian, permukaan beton bisa menjadi kasar akibat pemadatan, pencucian, dan penyikatan, atau akibat pemakaian zat pelambat pada permukaan.

3. Penyelesaian khusus

Penyelesaian tekstur yang khusus dan agregat terbuka dilakukan dengan menggunakan zat pelambat, dengan pencucian, penyikatan, atau metoda lain yang serupa.

2.6.3. Tahap Perawatan (*Curing*)

Perawatan komponen dilakukan dengan menutup komponen dengan suatu lembaran penyekat untuk mempertahankan kadar air dan menjaga kenaikan panas hidrasi semen. Perawatan biasanya dilakukan dalam bentuk perawatan uap atau panas. Belakangan juga digunakan dengan air panas, oli panas, atau udara panas. Pada beberapa keadaan, beton dipanaskan dengan cara mengalirkan arus listrik pada tulangan. Arus listrik yang dialiri diantara tulangan dan cetakan digunakan untuk mempercepat pengeringan. Dalam produksi beton prategang, terkadang komponen dipanaskan dengan mengalir arus listrik melalui kabel tegangan. Perawatan komponen dan pengerasan cepat pada komponen dapat berpengaruh pada kualitas beton dan produktivitas dari pengerjaan pracetak.

2.6.4. Penumpukan di Tempat Penyimpanan

Penumpukan komponen sudah selesai diproduksi di tempat penyimpanan dapat dilaksanakan dengan berbagai metoda, tergantung pada jenis produknya. Secara umum, sebuah lantai kerja yang kuat dengan beton atau aspal dibutuhkan pada pengerjaan pracetak. Untuk pengerjaan pracetak di lokasi proyek, sebuah plat fondasi beton terkadang dapat digunakan sebagai lantai kerja. Untuk tipe plat boleh ditumpuk di atas plat lainnya, dan antar plat diberi pembatas yang dapat berupa papan, batu bata, atau potongan kardus. Perlu diperhatikan bahwa pembatas-pembatas tersebut dipastikan terletak pada tempat yang tepat guna menghindari bertambahnya tekanan akibat berat komponen pada komponen di bawahnya pada saat penumpukan.