

BAB IV

PERSIAPAN PEKERJAAN PEMASANGAN BETON PRECAST.

4.1 Umum

Beton precast adalah elemen bangunan yang menggunakan beton (bertulang/tidak bertulang) yang dibuat/dicetak di pabrik atau tempat lain dan jadi sebelum dipasang. Teknologi beton precast telah lama diketahui dapat menggantikan operasi pembetonan konvensional yang dilakukan di lokasi proyek pada beberapa jenis konstruksi. Beberapa prinsip yang dipercaya dapat memberikan manfaat lebih dari teknologi beton precetak ini antara lain terkait dengan waktu, biaya, kualitas, *predicability*, keandalan, produktivitas, kesehatan, keselamatan, lingkungan, koordinasi, inovasi, reusability, serta *relocatability*. Di Indonesia, hingga saat ini, telah banyak aplikasi teknologi beton precast pada banyak jenis konstruksi dengan didukung oleh sekitar 16 perusahaan spesialis beton precast, atau lebih dikenal dengan sebutan precaster .

Pemasangan beton precast harus dirancang dengan cermat, baik bentuk maupun ukura, karena kalau salah merancang, konstruksi yang akan dibangun akan sulit dipasang dan akhirnya mengalami kegagalan.

Dalam tahap pemasangan diperlukan tenaga kerja yang kompeten, baik mandornya maupun tenaga kerja lainnya, karena pekerjaan beton precast terkait dengan pekerjaan lainnya, seperti pekerjaan elektrikal dan mekanikal.

4.2 Persiapan tenaga kerja

4.2.1 Persiapan kebutuhan tenaga kerja

Mandor dan pekerja yang melaksanakan pemasangan beton precast, harus kompeten dan memiliki sertifikat kompetensi

Kebutuhan tenaga kerja yang dibutuhkan dalam pekerjaan pemasangan beton precast adalah

Pekerja yang dibutuhkan dalam pekerjaan pemasangan beton precast diantaranya adalah :

- a. Tukang cor beton /*concretor/concretor operations*
- b. Tukang pasang acuan /*bekisting /formwork*
- c. Tukang pekerjaan besi

Yang mempunyai keahlian dalam bidang pengangkatan/ *erection* beton precast, instalasi dan *setting* atau pemasangan, dan finishing, serta mempunyai pengalaman/keahlian dalam bidang beton

Untuk menyiapkan para pekerja yang kompeten, mandor harus menyimpan data para pekerja, sehingga mudah untuk menghubungi mereka pada saat yang dibutuhkan. Dengan pengalaman yang memadai seorang mandor dapat memilih pekerja yang selain bersertifikat juga terampil dalam bekerja, sehingga menghasilkan bangunan yang berkualitas. Kriteria lain untuk merekrut para pekerja yang kompeten dalam pekerjaan beton precast adalah sebagai berikut

- a. Memiliki sertifikat keterampilan dalam bidang beton precast
- b. Memiliki pengalaman dalam pemasangan beton precast
- c. Pendidikan, terutama berpendidikan teknik bangunan atau sipil
- d. Cukup umur sesuai dengan kriteria tenaga (memiliki KTP)

4.2.2 Persiapan pembuatan bedeng

Barak pekerja atau bedeng merupakan tempat tinggal sementara para pekerja proyek. Barak pekerja harus dilengkapi dengan fasilitas kamar mandi, sanitasi dan dapur. Ukuran bedeng dibuat disesuaikan dengan jumlah pekerja, kebutuhan untuk istirahat pekerja minimum 3 m x 4 m. Karena bedeng ini bersifat sementara, dan nantinya akan dibongkar lagi, maka dari itu bahan-bahan yang dipakai untuk membangunnya pun bersifat sementara seperti triplek, papan, dan asbes. Walaupun bersifat sementara, tapi perhatikan agar bangunan ini tidak bocor dan dialas dengan baik agar para pekerja yang tinggal di dalamnya merasa nyaman dan tidak mudah sakit, karena terlalu dingin atau lembab. Penempatan bedeng tidak jauh dari lokasi proyek, penempatan bedeng pekerja diluar lokasi proyek harus memperhatikan faktor lingkungan sekitar, terutama dalam pembuatan sanitasi.



Gambar 4.1 Konstruksi Bedeng pekerja

Selain bedeng pada proyek perlu juga ditempatkan *direksi keet*, yaitu ruangan yang dibangun sebagai tempat bekerja bagi para staf dari kontraktor, pengawas, maupun pemilik proyek di lapangan. Ruangan ini dilengkapi beberapa fasilitas seperti ruang pimpinan, ruang rapat, ruang kerja staf, mushola dan toilet.

Ukuran bangunan didesain sesuai dengan jumlah pengelola proyek. Asumsi kebutuhan ruang setiap personal adalah $3,7 \text{ m}^2$ dan $11,5 \text{ m}^3$. Jadi misalkan jumlah seluruh pengelola adalah 5 orang, maka kebutuhan ruangnya adalah $= 5 \times 3,7 \text{ m}^2 = 18,5 \text{ m}^2$. Volume ruang adalah $5 \times 11,5 \text{ m}^3 = 57,5 \text{ m}^3$. Jadi jika lebar ruang adalah 3 m, dan tinggi 2,4 m, maka panjang ruangan adalah $= 57,5 / (3 \times 2,4) = 7,98$ atau 8 m. Bentuk bedeng dapat dibuat bertingkat maupun tidak, disesuaikan dengan bentuk di lapangan. Direksi keet dapat dibangun dengan berbagai macam cara, seperti menggunakan *container* dan yang umum digunakan adalah cara sistem rakitan. Pada sistem rakitan, konstruksi terdiri dari rangka baja sebagai struktur atas, dilapisi dinding *plywood*. Penutup atapnya terbuat dari bahan seng atau asbes, sedangkan pada plafon menggunakan bahan material *plywood*. Lantai bangunan direksi keet tak bertingkat menggunakan *finishing* keramik, sedangkan pada bangunan bertingkat, lantai atasnya menggunakan *plywood* setebal 20 mm. Pada umumnya dibangun diatas lahan yang tidak akan pernah terpakai. Letak bangunan tersebut dibangun sesuai dengan keinginan pemilik proyek, tetapi penempatannya tidak boleh mengganggu transportasi atau kegiatan yang sedang dan akan berlangsung.

Ada beberapa pertimbangan menggunakan peti kemas untuk direksi keet,

diantaranya adalah :

- a. Konstruksi *container* lebih kokoh dan lebih rapi dibanding yang dibuat dari kayu.
- b. *Container* lebih praktis dikarenakan bisa dialihkan sesuai *view*/titik pengerjaan berpindah
- c. *Container* lebih tahan terhadap cuaca hujan dan panas, tidak mudah lapuk
- d. *Container* mudah dipindahkan, sangat *mobile* dan praktis dan tidak butuh lahan yang luas.
- e. Masa pakai (*Life time*) lebih lama, bisa lebih dari puluhan tahun, sedangkan kantor semi permanen hanya seumur proyek
- f. *Container* masih memiliki nilai ekonomis dan nilai jual lebih tinggi dibandingkan kantor semi permanen
- g. Terasa nyaman saat berada didalam kantor kontainer/*direksi keet*, karena dapat dilengkapi dengan *air conditioner* (AC).
- h. Dikarenakan dilindungi oleh bahan kedap suara dan anti panas. dapat mengurangi kebisingan diareal proyek.
- i. *Direksi keet Container* dapat dilengkapi instalasi listrik pada setiap titik sudut memudahkan dalam menyalakan alat elektronik seperti laptop, printer, mesin fotocopy, dispenser dan lainnya.



Gambar 4.2 Direksi Kit dari bahan *container*

4.2.3 Persiapan pengadaan fasilitas bedeng

Lokasi, konstruksi dan fasilitas bedeng harus sesuai dengan yang

disyaratkan dalam SMK3 dan lingkungan. Pada bidang pekerja atau tempat bekerja harus disediakan tempat merokok dan buang puntung rokok, agar para pekerja yang merokok tidak membahayakan terhadap pekerja lainnya atau terhadap bahaya kebakaran. Beri rambu dilarang merokok pada area yang mengakibatkan mudah terbakar. Demikian pula harus disiapkan kakus, tempat buang air besar dan kecil, supaya lokasi proyek tidak tercemar bau atau penyakit yang menular. Dalam bidang bahan, semua bahan harus tersusun rapi tidak tercecer dan berantakan. Semua bahan yang masuk dan keluar harus terdeteksi oleh bagian logistik, sehingga bahan tidak terlalu menumpuk dan tidak kekurangan di gudang penyimpanan.

Lingkungan proyek yang bersih, rapi dan sehat akan membantu meningkatkan produktivitas pekerja dan mengurangi terjadinya resiko kecelakaan. Oleh karena itu, setiap proyek memerlukan tempat pembuangan (*disposal area*) untuk membantu menjaga kebersihan di lokasi kerja. Umur sampah paling lama 1 x 24 jam sudah harus diangkut keluar lokasi proyek. Pengelompokkan sampah sesuai dengan jenisnya diperlukan untuk memudahkan proses pengangkutan. Bahan bongkaran dan lain-lain yang sudah tidak terpakai tersebut harus dibuang/diangkut ke luar lokasi pekerjaan atau ke tempat pembuangan yang aman. Tidak diperbolehkan membuang bahan kimia dan bahan beracun dan berbahaya atau bahan/sisa bahan yang mengandung zat tersebut yang dapat mencemari tanah dan air dan lingkungan.

Tempat sampah berada pada setiap lokasi yang berpotensi menimbulkan sampah. Pekerja *housekeeping* akan mengangkut sampah dari setiap tempat sampah yang sudah terkumpul dan akan dibuang menuju tempat pembuangan yaitu berupa bak sampah besar. Bak sampah besar terletak pada area yang tidak akan dibangun, dan daerah yang jauh dari lokasi pekerjaan. Hal ini mencegah terganggunya produktivitas kerja akibat bau yang bersasal dari tempat pembuangan sampah.

Rumah Genset Dan Tangki Air

Genset berfungsi sebagai pencipta daya listrik dilokasi proyek. Tangki air merupakan sarana proyek yang berfungsi sebagai sumber air.

Genset dan tangki air diletakkan pada daerah yang tidak akan dibangun sampai dengan pembangunan proyek selesai. Masing - masing diletakkan

pada area yang berpotensi membutuhkan listrik dan air.

Pos Jaga dan Pagar Proyek

Pos jaga adalah tempat petugas keamanan proyek yang berfungsi memudahkan pengawasan keamanan seluruh kegiatan proyek. Pagar proyek merupakan batas lokasi yang berfungsi untuk membatasi dan menjaga keamanan kerja dalam lingkungan proyek. Konstruksi pagar proyek tergantung lokasi dan tempat pekerjaan, dapat dibuat dengan menggunakan dinding beton atau seng dan didukung oleh tiang-tiang besi atau kayu dan diikat dengan baut pengikat pada jarak tertentu.

Pos jaga mutlak diperlukan, yaitu sebagai tempat para petugas keamanan dapat bekerja selama 24 jam. Pos jaga diletakkan pada pintu masuk dan keluar proyek serta pada daerah rawan. Pembuatan pagar dalam suatu pelaksanaan proyek konstruksi merupakan suatu keharusan. Penempatannya mengitari lokasi proyek dengan tinggi minimal 2,5 meter dan memperhatikan keamanan serta estetika lingkungan. Pembuatan pagar tersebut tidak melampaui garis sepadan jalan.

4.3 Pengajuan permintaan kebutuhan material dan peralatan

4.3.1 Pengajuan kebutuhan material sesuai rencana kerja

Sebelum mengajukan kebutuhan material dan peralatan, terlebih dahulu mengajukan izin kerja untuk kemudian kebutuhan material dan peralatan diajukan, lalu diadakan inspeksi kelengkapan, orang yang berhubungan dengan pekerjaan safety officer, main contractor memberikan izin (diperbaiki lagi)

Perencanaan pengadaan material dalam proyek konstruksi tercermin dari penyusunan *bar chart* yang dibuat berdasarkan *network planning* dari seluruh kegiatan proyek konstruksi. Penyusunan *bar chart* tersebut tidak hanya sekedar menarik garis saja, tetapi lebih mempertimbangkan penggunaan sumber daya secara optimal. Apabila setiap kegiatan dari proyek konstruksi tersebut di *break down* menjadi komponen yang lebih spesifik, misalnya komponen bahan, alat dan pekerja. Maka akan didapatkan kuantitas dan jenis bahan yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu. Berdasarkan hasil tersebut, maka pengelola proyek dapat merencanakan proses pengadaannya, baik jenis dan kuantitasnya.

Kebutuhan material dalam menunjang pelaksanaan kegiatan di lokasi

pekerjaan/proyek dapat diidentifikasi dengan cara melakukan perhitungan berdasarkan *master schedule*. Penjadwalan proyek yang biasa digunakan adalah menggambarkan *bar chart* dari setiap kegiatannya. Panjang pendek dari *bar chart* tersebut menggambarkan durasi dari kegiatan yang akan dilaksanakan. Jika diambil sebuah *bar chart* dari sebuah kegiatan, maka informasi yang dapat digali dari *bar chart* tersebut adalah banyaknya pekerja yang akan terlibat di dalam kegiatan tersebut, serta jumlah dan jenis material yang dibutuhkan.

Pelaksanaan setiap proyek rekayasa mencakup pengadaan dan pemrosesan bahan-bahan yang akan menjadi bagian dari bangunan. Disamping itu diperlukan juga pengadaan dan penggunaan sejumlah besar bahan-bahan yang tidak akan menjadi bagian dari bangunan, tetapi digunakan dalam pelaksanaan pembangunan, misalnya bahan bakar, bahan untuk perancah, suku cadang alat-alat konstruksi dan lain-lain. Dari beberapa penelitian menyatakan bahwa biaya material menyerap 50 – 70 % dari biaya proyek, biaya ini belum termasuk biaya penyimpanan material. Oleh karena itu dalam pembelian, penyimpanan dan pendistribusian serta penghitungan material konstruksi menjadi sangat penting.

Kegagalan dalam menggunakan dan menjaga material konstruksi akan berakibat buruk bagi kemajuan dan segi finansial pelaksanaan pekerjaan, yang mencakup antara lain :

1. Tidak tersedianya bahan pada saat diperlukan
2. Material yang akan digunakan rusak
3. Material yang tersedia tidak memenuhi persyaratan sesuai dengan spesifikasi

Penggolongan material dapat dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu :

1. *Engineered materials*, yaitu produk khusus yang dibuat berdasarkan perhitungan teknis dan perencanaan. Material ini secara khusus dijelaskan dalam gambar dan digunakan sepanjang masa pelaksanaan proyek tersebut. Apabila terjadi penundaan akan berakibat mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek
2. *Bulk material*, yaitu produk yang dibuat berdasarkan standard industri tertentu. Material jenis ini seringkali sulit diperkirakan karena beraneka macam jenisnya seperti kabel dan pipa

3. *Pre Fabricated material* (material jadi) , yaitu produk yang dirakit tidak pada tempat material tersebut akan digunakan, tetapi di luar lokasi proyek seperti kusen pintu atau jendela, rangka baja.

Bahan konstruksi dalam sebuah proyek dapat dibedakan menjadi dua, yaitu : bahan permanen, yang kelak akan menjadi bagian tetap dari struktur dan bahan sementara, yang dibutuhkan oleh kontraktor dalam membangun proyek, tetapi tidak akan menjadi bagian tetap dari struktur. Setiap mandor harus mengetahui rencana kerja di proyek. Untuk itu dia harus selalu membaca *bartchart* agar mengetahui kapan suatu pekerjaan dimulai dan diakhiri. Dengan mengetahui durasi suatu pekerjaan, dia dapat memperkirakan jenis bahan yang dibutuhkan, volume bahan yang harus didatangkan, sehingga kelancaran proyek tidak akan terganggu. Pada perusahaan besar urusan penyediaan bahan ditangani oleh bagian logistik, sehingga tidak perlu memikirkan mendatangkan bahan tersebut, semuanya biasanya sudah tersedia di gudang.

Untuk mengajukan material, dapat diusulkan melalui atasan langsung dengan mengisi formulir permohonan bahan yang telah disediakan oleh pihak perusahaan. Formulir tadi diisi dengan jumlah atau volume bahan yang diminta. Dalam mengajukan bahan lihat juga kapasitas gudang penyimpanan, jangan sampai bahan tersebut didatangkan melebihi kapasitas gudang, demikian pula harus diperhatikan bahan-bahan yang mudah terbakar atau bahan yang mudah rusak.

Dalam pengajuan permintaan bahan, seorang mandor harus dapat :

1. Menyediakan dan mengatur tempat penyimpanan material yang sudah didatangkan ke area proyek sehingga dapat tertata rapi dan terkontrol dengan baik jumlah yang akan didatangkan dan pemakaiannya.
2. Mengelola persediaan barang dalam jumlah yang cukup, pada waktu material tersebut diperlukan
3. Membuat berita acara mengenai penerimaan
4. Berkoordinasi dengan pelaksana lapangan dan bagian teknik proyek mengenai jumlah dan *schedule* kedatangan bahan yang dibutuhkan pada masing-masing waktu pelaksanaan pembangunan.

Mengingat kehadiran material merupakan suatu hal yang penting, agar pelaksanaan setiap item pekerjaan dapat berjalan sesuai waktu yang telah dijadwalkan, maka peran mandor proyek pembangunan merupakan kunci ketepatan waktu pelaksanaan proyek. Terlalu cepat mendatangkan bahan ke area proyek disatu sisi dapat memberikan keuntungan untuk menghindari kenaikan harga di waktu yang akan datang namun terjadi penambahan biaya penyimpanan material serta resiko kerusakan pada material yang tidak tahan, terlambat mendatangkan material bangunan bisa jadi terjadi penundaan pekerjaan dilapangan sehingga terjadi kemunduran waktu pelaksanaan. Oleh karena itu dibutuhkan kecakapan dan profesionalitas dalam menjalankan setiap tugas logistik proyek pembangunan.

4.3.2 Pengajuan kebutuhan peralatan sesuai rencana kerja

Setelah melihat *bar chart*, mandor harus dapat memprediksi kebutuhan peralatan yang diperlukan, dan peralatan tersebut harus tersedia dalam jumlah yang cukup pada saat dibutuhkan untuk melaksanakan suatu item pekerjaan, misalnya pada saat pemasangan *tower crane* maka perlu tersedia alat *tower crane* dan *mobil crane* untuk membantu pemasangan. Mandor juga harus tahu berapa lama alat tersebut digunakan, sehingga dapat memprediksi lama sewa dari alat tersebut, dan harus segera dikembalikan ke pemilik setelah selesai terpakai untuk menghindari pembengkakan biaya sewa alat., melakukan perawatan, pengecekan dan pemeliharaan alat-alat proyek sesuai jadwal yang sudah ditetapkan sehingga alat dapat berfungsi dengan baik saat digunakan serta pengurangan resiko kecelakaan akibat alat dalam kondisi tidak baik, membuat berita acara mengenai penerimaan atau penolakan peralatan setelah melewati pengontrolan kuantitas dan kualitas alat oleh *quantity qontrol* dan *quality qontrol*, membuat dan mengisi buku harian operasional alat serta membuat laporan harian, mingguan dan bulanan penggunaan alat yang berisi nama alat yang digunakan, jumlah alat,waktu penggunaan serta untuk pekerjaan apa alat tersebut digunakan.

1. Langkah Prosedur :

- a. Mandor menuliskan alat yang akan diperlukan pada form

permohonan pengambilan alat dan bahan, dan disetujui oleh atasannya.

- b. Bagian logistik menerima form pengambilan alat /bahan dari mandor
- c. Petugas logistik memeriksa dan mempersiapkan alat/ bahan sesuai dengan daftar pengajuan dari mandor
- d. Petugas logistik mencatat kartu stok dan log book alat/bahan setiap pengambilan alat dan bahan
- e. Petugas logistik menyerahkan alat/bahan yang telah disiapkan sesuai dengan pengajuan kepada mandor
- f. Mandor memeriksa alat/bahan dan menandatangani log book pengambilan alat dan bahan.
- g. Petugas logistik merekap alat/bahan yang diambil sesuai dengan kartu Stok dan Log Book ke daftar stok bahan.

2. Kebutuhan peralatan pemasangan beton precast

Untuk mengangkut beton dari tempat produksi ke lokasi pemasangan dibutuhkan alat angkut yang memadai. Untuk memilih alat angkut ada beberapa pertimbangan sebagai berikut :

- a. Komponen prefabrikasi unit beton precast dikatakan ekonomis hanya jika biaya transportasi dan *erection* dari keseluruhan produksinya secara signifikan dapat lebih rendah dari biaya dengan beton konvensional (*concrete in situ*).
- b. Nilai transportasi dan erection mungkin dapat ditekan rendah bila rekayasa mekanik dalam manufaktur ditingkatkan
- c. Pada dasarnya ada dua bentuk transportasi :
 - a) Transportasi jalan raya
 - b) Transportasi dengan rel (jalan baja)
- d. Sebagai pilihan dalam menentukan alat angkut,
 - 1) Jarak angkut - jarak ekonomis
 - 2) Dimensi objek yang diangkut
 - 3) volume objek yang diangkut – minimum 400 unit
 - 4) Frekuensi pengangkutan
 - 5) Sifat material objek yang diangkut
 - 6) Waktu yang tersedia

- 7) sebaran lokasi pembangunan
- 8) Lokasi proyek dan aksesibilitas
- 9) Biaya yang tersedia
- 10) Legalisasi sistem transportasi

3. Transportasi Jalan Raya (*Road Transportasi*)

- a. Transportasi jalan raya sangat cocok untuk skala pembangunan dengan site yang luas
- b. Sangat tergantung pada persyaratan legal Negara setempat khususnya dalam persyaratan : lebar, ketinggian, panjang dan beban objek yang diangkut
- c. Desain yang dibuat harus mempertimbangkan keadaan ini. Apabila komponen tidak memenuhi maka ia membutuhkan biaya tambahan dalam kesulitan transportasi disamping membutuhkan pengawalan khusus petugas jalan raya
- d. Panjang maximum unit precast yang diisyaratkan dalam satu angkutan tidak melebihi 30 m
- e. Transportasi angkutan yang rendah (biasanya untuk panel dinding dan lantai memiliki kemampuan angkut 250 ton
- f. Untuk objek angkut panel dinding dan lantai sangat cocok menggunakan kendaraan yang dilengkapi dengan kerangka khusus yang dapat mendukung dan melindungi objek angkut.
- g. Untuk objek yang panjang dan beban yang lebih besar dapat menggunakan dua gerobak yang dihubungkan oleh beton precast itu sendiri

Jenis alat pengangkutan beton precast ke lokasi

Pengiriman elemen precast harus direncanakan sesuai dengan urutan ereksi untuk meminimalkan penyimpanan di lapangan yang tidak perlu dan penanganan. Bila memungkinkan, diinginkan untuk mengangkut elemen precast menjadi cara yang dapat diangkat langsung untuk ereksi atau penyimpanan tanpa perubahan orientasi dan urutan. Misalnya dinding panel dapat diangkat menggunakan jenis trailer frame dengan posisi tegak, sehingga tiba di lokasi, tinggal diangkat dengan crane, di lokasi proyek tidak perlu tempat penyimpanan

(gudang) Elemen precast harus dimuat dan disampaikan dengan dukungan yang tepat, frame, bantalan dan peralatan untuk menurunkan. Untuk mencegah kerusakan dalam perjalanan, kemasan harus memadai dan perlindungan pada tepi elemen precast juga harus diberikan untuk meminimalkan risiko kerusakan selama perjalanan. Dalam menggunakan alat transportasi darat perlu diperhatikan adalah kapasitas jalan yang akan dilalui oleh kendaraan. Jalan yang dilalui harus dapat mendukung berat kendaraan dan muatannya. Demikian pula di lokasi pekerjaan, yang biasanya tanahnya belum diperkeras, harus dibuatkan jalan sementara yang cukup kuat.



Gambar 4.3 Truk pengangkut komponen beton precast



s

Gambar 4.4 Alat angkat– mobile crane



Gambar 4.5 Tower Cranes



Gambar 4.6 Gantry Cranes

4.3.3 Persiapan gudang sementara penyimpanan material dan peralatan

1. Gudang material adalah tempat penyimpanan material, dimana kondisi tempat tersebut harus dijaga agar tetap kering dan tidak lembab. Kondisi gudang sangat mempengaruhi kualitas bahan dan peralatan yang digunakan.
2. Gudang peralatan adalah tempat penyimpanan alat – alat ringan, seperti mesin genset, *vibrator* untuk pemadatan beton, alat – alat pengukuran (*waterpass, theodolit*) serta berbagai komponen peralatan lainnya. Konstruksi gudang penyimpanan material dan peralatan dibangun seperti direksi keet, yaitu menggunakan *container* atau dirancang dengan sistem rakitan sehingga dapat digunakan berulang kali. Untuk lantai pada bangunan gudang tidak menggunakan keramik, hanya *difinishing* dengan plesteran semen.

Lokasi gudang material dan peralatan berada diluar area bangunan yang akan dikerjakan, sesuai dengan layout yang telah direncanakan . Untuk mempermudah proses bongkar muat material, penempatan gudang tidak jauh dari jalan kerja dan dapat dijangkau oleh *tower crane*. Untuk mempermudah proses penerimaan barang, gudang

material sebaiknya diletakkan dekat dengan pintu masuk. Gudang material dan peralatan juga harus diletakkan pada tempat yang mudah dimonitor, sehingga terjamin keamanannya.



Gambar 4. 7 Penempatan bahan harus dalam jangkauan tower crane supaya mudah diangkat

3. Los Kerja Besi dan Kayu

Los kerja besi adalah tempat pemotongan dan pembengkokan besi beton. Los kerja kayu digunakan sebagai tempat pembuatan bekisting dan pekerjaan kayu lainnya. Kedua fasilitas tersebut dibangun tanpa dinding (los) tetapi tetap diberi penutup atap. Bentuk, ukuran dan konstruksi dari los kerja besi dan kayu harus dapat menjamin keselamatan dan ketentraman para pekerja yang bekerja di tempat tersebut.

Penempatan los kerja besi dan kayu tidak jauh dari penumpukan material dan berada di dekat jalur kerja agar memudahkan proses pelaksanaannya..

4.4 Penempatan material, alat kerja dan peralatan K3 & lingkungan

4.4.1 Penerimaan daftar material, alat kerja dan peralatan K3

1. Material yang dipasok oleh kontraktor sebagai suatu hasil dari surat

permintaan pembelian harus diperiksa pada saat diserahkan. Hal ini biasanya dilakukan oleh petugas gudang. Bahan sebelum dibongkar petugas gudang harus memeriksa bahwa bahan-bahan yang diterima benar-benar dipesan yang merupakan bagian dari proyek. hal – hal yang perlu diperiksa oleh petugas gudang adalah :

- a. Bahan yang diserahkan telah diuji coba dan disetujui sesuai dengan spesifikasi
- b. Kuantitas bahan harus sama dalam penyerahan dan permintaan
- c. Kualitas bahan (merk) harus sama dalam catatan penyerahan
- d. Bahan-bahan yang diserahkan dalam urutan yang baik

Bila petugas gudang puas dengan hal tersebut di atas, catatan penyerahan yang terdiri dari 2 bagian ditanda tangani oleh petugas gudang. Bagian ke 1 dari catatan penyerahan selanjutnya dikembalikan kepada yang menyerahkan bahan sebagai tanda terima. Bagian ke 2 dari catatan penyerahan digabungkan dengan salah satu gandaan surat permintaan pembelian sesuai dengan yang dibawa petugas gudang.

Dokumen ini selanjutnya ditujukan pada pemegang pembukuan untuk memberi informasi perihal penerimaan bahan dengan demikian dia dapat membayar pemasok ketika pemasok mengajukan tagihannya.

Demikian pula penerimaan peralatan konstruksi dan peralatan K3 prosedurnya sama dengan penerimaan bahan atau material.

Dalam penyimpanan bahan, petugas gudang bertanggung jawab menjaga penyimpanan semua bahan-bahan antara waktu diserahkan kepada pihak proyek sampai dengan bahan dikeluarkan dari gudang untuk digunakan dalam proyek. aspek utama dalam manajemen bahan adalah aspek keamanan fisik dan selalu siap. Pemeriksaan secara periodik terhadap bahan-bahan yang disimpan harus diadakan untuk memperkuat catatan petugas gudang dan tindakan yang tepat dilakukan bila jumlah bahan yang disimpan tidak sesuai dengan catatan.

Dalam penyimpanan peralatan konstruksi, seperti alat berat yang ukurannya cukup besar, tidak ditempatkan dalam gudang, contohnya *tower crane* merupakan alat berat yang berfungsi sebagai system transportasi vertikal untuk mobilisasi material dan elemen konstruksi. *Passenger hoist* merupakan alat transportasi vertikal yang berfungsi memudahkan para staf dan pekerja proyek naik turun dilokasi proyek. *Lift*

bahan adalah alat transportasi vertikal yang berfungsi untuk pengangkutan material pekerjaan. Serta alat berat lainnya

Penempatan *tower crane* harus direncanakan dapat menjangkau seluruh area proyek konstruksi bangunan yang akan dikerjakan dengan manuver yang aman tanpa halangan. Konstruksi *tower crane* yang perlu direncanakan dengan cermat adalah pondasi dan penempatan *bracing* sebagai pengaku pada saat bangunan telah mencapai ketinggian tertentu. *Passenger hoist* dan *lift* bahan diletakkan pada sisi bangunan yang tidak memiliki halangan secara vertikal. Konstruksi *passenger hoist* dan *lift* bahan dibuat seperti pada *tower crane* yang meliputi pondasi struktur rangka untuk *rail lift*, diperkuat dengan *bracing* yang diangkur ke struktur bangunan yang sudah jadi.

4.4.2 Pengaturan bongkar muat material dan alat kerja

Penyimpanan bahan-bahan bangunan perlu mendapat perhatian khusus, mengingat bahan yang sangat peka terhadap kondisi lingkungan, seperti semen dan tulangan yang sangat dipengaruhi oleh air dan udara. Penempatan bahan yang tepat dan seefisien mungkin juga perlu diperhatikan untuk dapat mempercepat dan mempermudah pekerjaan. Di samping itu, penempatan bahan yang baik dan tertata rapi akan mendukung efektifitas kerja dan keselamatan kerja. Pengaturan penyimpanan bahan-bahan bangunan dan peralatan pada suatu proyek menjadi tanggung jawab bagian logistik (*material management*) dan gudang (*warehouse*). Bahan/material yang digunakan harus sesuai dengan Rencana Kerja dan Syarat- syarat Teknis (RKS) dan telah mendapat persetujuan dari konsultan Manajemen Konstruksi (MK) dengan menunjukkan contoh-contohnya. Pihak konsultan MK memeriksa bahan/material yang datang secara langsung, apakah bahan itu sesuai dengan contoh atau tidak. Jika disetujui, maka pekerjaan dapat dilanjutkan, namun jika tidak, maka diganti sesuai dengan permintaan konsultan MK atau sesuai dengan RKS.

Dalam pelaksanaan suatu pekerjaan konstruksi, tentunya diperlukan alat-alat penunjang yang akan turut menentukan keberhasilan suatu proyek konstruksi. Bangunan gedung tingkat tinggi (*high rise building*) dalam pelaksanaannya memerlukan dukungan peralatan berat. Pengadaan peralatan konstruksi dilakukan dengan 2 cara yaitu:

1. Pengadaan yang dilakukan sendiri oleh pihak kontraktor , yaitu dengan menggunakan peralatan yang dimilikinya sendiri berupa inventaris perusahaan ataupun yang dibeli saat proyek berjalan.
2. Pengadaan yang dilakukan dengan melibatkan pihak luar, yakni pihak pemilik persewaan peralatan konstruksi. Cara ini harus dilakukan jika pihak kontraktor tidak memiliki sendiri peralatan-peralatan konstruksi tertentu yang perlu untuk digunakan dalam pembangunan proyek, sehingga harus menyewa dari pihak luar.

Ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemesanan bahan/material, yaitu:

1. Identifikasi jenis dan jumlah bahan. Pemesanan suatu bahan harus didahului dengan proses pengamatan dan pemilihan bahan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan desain. Setelah diketahui spesifikasi bahan yang digunakan, maka dilanjutkan dengan penentuan jumlah bahan yang dibutuhkan untuk setiap pekerjaan konstruksi. Perhitungan jumlah kebutuhan bahan disesuaikan dengan rencana pekerjaan yang nantinya akan dibagi berdasarkan satuan yang tersedia di pasaran, dalam hal ini bahan yang disediakan oleh /supplier.
2. Pertimbangan akan kualitas bahan biasanya didasarkan pada nama baik produsen dan /supplier/ yang menyediakan bahan bermutu baik, yang telah diketahui oleh kontraktor.
3. Faktor harga menjadi hal yang perlu dipertimbangkan karena semakin murah harga bahan maka biaya pengeluaran proyek dapat diperkecil. Hal ini tentu saja akan menguntungkan kontraktor. Saat kontraktor memutuskan untuk menggunakan bahan dengan harga termurah, aspek kualitas bahan tidak boleh dikesampingkan. Waktu pengiriman bahan sejak pemesanan dilakukan juga harus menjadi pertimbangan. Walaupun lokasi/supplier/ dekat dengan proyek, namun jika pihak supplier tidak tanggap merespon pemesanan dan pendistribusian bahan, maka ada kemungkinan /schedule/ akan terganggu akibat keterlambatan pengadaan bahan. Bahan konstruksi yang akan digunakan juga harus melalui beberapa prosedur terlebih dahulu.



Gambar 4.8 Berbagai alat angkut beton precast

4.4.3 Penempatan material, alat kerja dan peralatan K3

Menyimpan material dengan rapi di gudang agar tidak bercampur dengan material lain, sehingga tidak mudah rusak. Untuk material yang mudah rusak atau pecah perlu dipisahkan dengan material berat yang lain.

Gudang penyimpanan harus bebas dari ancaman bahaya kebakaran, pencurian, perusakan dan bebas dari bahaya banjir.

Selain gudang perlu diperhatikan juga tempat disekitar lokasi proyek yang dibutuhkan untuk tempat penyimpanan peralatan berat dan jalur arus material dari okasi penyimpanan ke tempat kerja

Arus masuk keluar barang harus diatur dengan baik, harus berdasarkan *First In First Out* (FIFO) atau masuk pertama keluar pertama. Cara ini untuk mencegah material yang tidak tahan lama, agar tidak rusak sebelum dikeluarkan.

Semua barang yang disimpan dalam gudang, sedapat mungkin mudah untuk diambil/dicari ketika akan digunakan, untuk itu sedapat mungkin setiap material diberi tanda atau label.



Gambar 4.9 Tempat penyimpanan komponen beton precast di lokasi proyek

4.5 Penjelasan susunan cara pemasangan beton precast

Sebelum menginstall komponen beton precast terlebih dahulu periksa lokasi dan kondisi sisipan sebelum dikerek.



Gambar 4.10 Pemeriksaan sebelum dikerek

Periksa aksesibilitas titik bongkar muat dan area penyimpanan

Yakinkan area penyimpanan adalah tanah yang keras, datar, bersih dan baik saluran drainasenya

Penyimpanan elemen precast yang akan digunakan menggunakan prinsip *"first in first out"* sesuai jadwal pengiriman dan urutan ereksi



Gambar 4.11 Tempat penyimpanan dengan prinsip *"first in first out"*

4.5.1 Penentuan prinsip pemasangan beton precast

A. Instalasi komponen beton precast vertikal

1. Setting out

Mengatur garis referensi dan offset line untuk menentukan posisi elemen

precast yang akan dipasang



Gambar 4.12 melakukan pengukuran untuk menentukan titik lokasi penempatan komponen beton precast

- Periksa plat level dan kestabilitannya



-
Gambar 4.13 Untuk komponen precast vertikal , periksa posisi dan kesejajaran batang atau tulangan sebelum pengangkatan/pengerekan dilakukan .

Menyiapkan bantalan untuk menetapkan kerataan atau kedataran komponen. Mengatur kedataran komponen dalam posisi akhir, gunakan adukan tanpa susut (*mortar non shrink*).



gambar 4.14 Bentuk bantalan

Untuk dinding/kolom precast eksternal, tetapkan bahan compressibel atau batang pendukung pada garis sekeliling luar dari dinding atau kolom.



Gambar 4.15 Dinding dan kolom precast eksternal



Gambar 4.16 Periksa bahwa bentuk kompresibel atau batang pendukung dijamin aman

Mengangkat dan instalasi

Pasang dan angkat panel ke lokasi yang telah ditetapkan dengan menggunakan kawat baja.



Gambar 4.17 Mengangkat panel beton precast ke titik lokasi



Gambar 4.18 Periksa kondisi pengangkatan elemen precast –



Gambar 4.19 Periksa kesejajaran dan vertikalitas panel. Jika diperlukan, atur ganjal sementara untuk mencapai tingkat dan posisi dari elemen precast



-Gambar 4,20 Mengatur ganjal



Gambar 4.21 Periksa stabilitas alat penyangga ereksi sebelum melepaskan kabel kerekan

Atur panel dalam posisinya serta aman dengan tongkat diagonal



Gambar 4.22 Mengatur panel agar aman dan stabil

Menyiapkan dan menerapkan adukan tanpa susut untuk celah sepanjang tepi bawah bagian dalam panel



Gambar 4.23 Memasang aduk tanpa susut pada bagian bawah dinding

- Periksa bahwa celah antara panel masih sesuai dengan desain



Gambar 4,24 Memeriksa celah antara panel

Untuk pipa yang tidak lurus atau membuat sambungan pipa, siapkan dan tuangkan aduk tanpa susut dalam pipa inlet yang tersedia



Gambar 4.25 Menuangkan adukan kedalam pipa inlet yang tersedia

- Bahan grouting tanpa susut digunakan pada antarmuka elemen precast , sebaiknya harus bebas mengalir dan dapat memadat mandiri sehingga didapat pemadatan yang baik pada sendi dan mengurangi risiko retak
- Grouting tanpa susut harus disiapkan sesuai dengan spesifikasi



Gambar 4.26 Bahan grouting

Jauhkan panel yang telah dipasang dari gangguan selama kurang lebih 24 jam

- Periksa semua sendi horizontal tertutup dengan benar
- Kumpulkan benda uji kubus dari bahan grouting yang digunakan untuk elemen kritis seperti bantalan dinding untuk pengujian

Untuk panel dengan cor di tempat diperlukan pemasangan tulangan sambungan



Gambar 4.27 Tulangan pada sambungan panel

- Batang tulangan yang dipasang harus tepat ditempatkan sesuai dengan spesifikasi teknis

-



Gambar 4.28 Bekisting harus diamankan selama operasi pengecoran sambungan

Atur cetakan untuk untuk pengecoran sambungan vertikal

Melaksanakan pengecoran beton

Bongkar cetakan setelah kekuatan beton mencapai kekuatan yang disyaratkan

Setelah sambungan antara dinding facade atau antara kolom eksternal dengan balok atau elemen dinding dipasang, berikutnya adalah melakukan grouting dan sealant



Gambar 4.29 Celah sambungan harus konsisten untuk memungkinkan pemasangan yang tepat dari sealant atau nat, supaya lebih kedap air



Gambar 4.30 Pengisian sealant atau nat pada celah antar sambungan

Untuk panel dengan sambungan las, tempatkan pelat penghubung antara panel dan laksanakan pengelasan sesuai kebutuhan desain

B. Instalasi komponen beton precast horizontal

Setting out

1. Mengatur garis referensi dan offset line untuk menentukan kesejajaran dan kedataran yang diperlukan pada slab/balok elements precast selama instalasi.



Gambar 4.31 Garis referensi dan offset line

- Periksa keakuratan garis offset
- Periksa kedataran dan stabilitas shim plates
- Sebelum diangkat , periksa bahwa dimensi dan kesejajaran baja tulangan menonjol, berada dalam batas toleransi yang diizinkan, untuk mencegah obstruksi apapun selama proses ereksi



Gambar 4.32 Panjang tulangan baja yang menonjol sesuai spesifikasi

- 2 . Memasang alat penyangga sementara untuk mendukung elemen slab / balok precast



Gambar 4.33 Pemasangan alat penyangga balok

- Elemen balok harus diangkat minimal di dua tempat selama pengerekan



Gambar 4.34 pengangkatan balok precast

Pasang dan angkat elemen ke lokasi yang ditetapkan dengan menggunakan kawat baja



Gambar 4.35 Pengangkatan slab ke lokasi akhir

- Slab untuk balkon, dan untuk tanaman serta slab lainnya harus didukung lebih dari dua tempat, tergantung pada dimensi elemen dan pertimbangan desain



Gambar 4.36 Pengangkatan slab balkon

Sejajarkan dan periksa kedataran yang sesuai dengan pengaturan yang diperlukan sebelum penempatan anggota precast ke posisi akhir



Gambar 4.37 Pengaturan kesejajaran

- Hal ini penting untuk memeriksa ketidakteraturan dari elemen precast serta antara komponen lainnya, sebelum melanjutkan pekerjaan sambungan



Gambar 4.38 Pengukuran kedataran beton precast setelah dipasang



Gambar 4.39 Untuk komponen beton precast dengan sambungan cor ditempat, balut baja tulangan sesuai dengan yang diperlukan



Gambar 4.40 Baja tulangan untuk sambungan harus tepat ditempatkan sesuai dengan spesifikasi teknis

6 Atur bekisting untuk pengecoran sambungan



Gambar 4.41 Bekisting harus aman selama pengecoran sambungan



Gambar 4.42 - Penyangga balok dapat juga dirancang sebagai bekisting untuk pengecoran

7 . Melaksanakan pengecoran beton

8 . membongkar cetakan setelah kekuatan beton cukup terpenuhi



Gambar 4.43 Topping beton yang telah dicor

1. Pengangkutan elemen precast dari pabrik ke lokasi pemasangan. Sistem transportasi berpengaruh terhadap waktu, efisiensi konstruksi dan biaya transportasi. Yang perlu diperhatikan dalam sistem transportasi adalah :
 - a. Spesifikasi alat transport
 - b. Rute transport
 - c. Dudukan / rak
 - d. Perijinan

Alat angkat yaitu memindahkan elemen dari *stockyard* ke posisi penyambungan (perakitan).

Peralatan angkat untuk memasang beton precast dapat dikategorikan sebagai berikut :

- a. *Mobile Crane*
- b. *telescopic crane*
- c. *Tower Crane*
- d. Keran portal

2. Prinsip pemasangan

Ada beberapa cara pemasangan konstruksi beton precast di antaranya adalah sebagai berikut :

a. Cara pemasangan perbagian (*vertical*)

- 1) Dilakukan trave per trave
- 2) Cocok untuk bangunan dengan luas lantai besar
- 3) Perlu landasan yang cukup kuat, Mobil crane bisa bergerak memenuhi jarak jangkau
- 4) Lengan momen untuk crane tidak terlalu besar sehingga berat komponen lebih leluasa
- 5) Biasanya untuk 3-5 tingkat

b. Cara pemasangan perlapis (*horizontal*)

- 1) Dilakukan lantai perlantai
- 2) Perlu alat pengangkat yang dapat mencari seluruh bagian bangunan
- 3) Karena besarnya momen crane, berat komponen terbatas terutama plal lantai
- 4) Crane yang biasa digunakan Tower Crane Putar
- 5) Diperlukan penunjang kolom selama pemasangan

c. Cara pemasangan *Lift Slab*

- 1) Kolom menerus pelat lantai di cor satu diatas yang lain
- 2) Alat pengangkat Hidraulis
- 3) Perlu pasak untuk pengunci dalam pemasangan

d. Cara Pemasangan Jack Block

- 1) Lantai teratas disiapkan diatas permukaan tanah Hidraulis Jack dipasang di bawah komponen pendukung vertical
- 2) Dengan mengatur secara berganti penggunaan hydraulic Jack dan penempatan penunjang (dari blok beton) seluruh komponen diangkat ke atas
- 3) Setelah mencapai ketinggian lantai yang diinginkan, lantai berikutnya dipersiapkan di permukaan tanah
- 4) Demikian seterusnya

- e. Cara Pemasangan Kombinasi
 - 1) Penggunaan cara pemasangan dengan berbagai cara
 - 2) Ini cara yang paling lazim

Secara garis besar tahapan pelaksanaan di lapangan adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan elemen kolom

Langkah-langkah pekerjaan kolom sebagai berikut :

- a. Pekerjaan dilakukan setelah pengecoran poer dan sloof
 - b. Penulangan kolom
2. Pekerjaan bekisting kolom dipasang setelah tulangan geser dipasang, selanjutnya adalah semua tulangan terpasang dilakukan pengecoran.
- a. Pengecoran kolom
 - b. Pemasangan balok
 - c. Pekerjaan tangga
 - d. Pemasangan pelat
 - e. Pengecoran sambungan &
 - f. Overtopping

3. Pemasangan elemen balok

Pemasangan balok precast setelah pengecoran kolom. Balok induk dipasang terlebih dahulu baru kemudian dilanjutkan dengan pemasangan balok anak. Diperlukan peralatan crane dan scaffolding untuk membantu menunjang balok precast. Kemudian dapat dilanjutkan dengan pemasangan tulang utama pada balok yaitu tulangan tarik pada tumpuan. Lalu setelah tulangan terpasang baru dilakukan pengecoran.

4. Pemasangan elemen tangga

Pemasangan tangga precast setelah pengecoran overtopping balok.. Diperlukan peralatan crane membantu pengangkatan tangga precast. Kemudian dapat dilanjutkan dengan pengecoran pada sambungan-sambungannya.

5. Pemasangan tulangan stud pada pelat

Adapun langkah-langkah pemasangan elemen pelat precast sebagai berikut :

- a. Pemasangan elemen pelat precast dipasang setelah balok precast terpasang.
- b. Penulangan pelat meliputi tulangan lentur dan tulangan stud pelat

- c. Pengecoran overtopping setebal 5 cm
Alat yang dipergunakan adalah crane untuk mengangkat elemen pelat precast dan dibantu dengan scaffolding/ tiang perancah.

Rincian tahap pelaksanaan pada salah satu pembangunan beton precast

- a. Setelah dilakukan pemancangan, pembuatan pile cap dan sloof, maka tulangan kolom dipasang bersamaan dengan pendimensian pile cap. Tulangan kolom yang sudah berdiri dicor sampai batas yang sudah ditentukan. Dalam hal ini sampai ketinggian permukaan bawah balok induk yang menumpang pada kolom.
- b. Pemasangan balok induk precast di posisi kolom yang sudah jadi.
- c. Pemasangan balok anak precast di bagian tengah balok induk. Untuk mencegah terjadinya kerusakan pada balok induk maupun balok anak, maka dipasang tiga buah perancah dengan posisi satu di tengah dan dua di tepi.
- d. Setelah balok anak dan balok induk terpasang, maka dilanjutkan dengan pemasangan tangga di tempat yang sudah disediakan. Pengangkatan tangga dilakukan dengan posisi tangga datar.
- e. Pemasangan pelat precast di atas balok induk dan balok anak sesuai dengan dimensi pelat yang sudah ditentukan.
- f. Pemasangan tulangan bagian atas, baik tulangan tumpuan maupun tulangan lapangan untuk pelat, balok anak dan balok induk.
- g. Setelah semua tulangan terpasang, kemudian dilakukan pengecoran pada bagian atas pelat, balok anak, dan balok induk yang berfungsi sebagai *topping* atau penutup bagian atas. Selain itu *topping* juga berfungsi untuk merekatkan komponen pelat, balok anak, dan balok induk agar menjadi satu kesatuan (komposit). Hal ini diperkuat dengan adanya tulangan panjang penyaluran pada masing-masing komponen pelat, balok anak, dan balok induk. Topping digunakan setinggi 6 cm.
- h. Untuk pekerjaan lantai berikutnya dilakukan sama dengan urutan pelaksanaan di atas sampai semua elemen precast terpasang.
- i. Pengecoran sambungan antar elemen precast dan *overtopping*

4.5.2 Penentuan metode pemasangan beton precast

Banyak faktor untuk menentukan metode mana yang digunakan dalam pemasangan beton precast, diantaranya adalah :

- a. Sistem beton precast yang telah dipilih, apakah beton precast penuh atau sebagian
- b. Bentuk bangunan yang akan dibuat. Beton precast hanya cocok untuk bangunan yang dibuat dalam bentuk masal dan tipikal, jika komponen bangunan yang akan dibuat jumlahnya kecil, sistem ini kurang ekonomis, karena untuk pemasangan diperlukan alat berat, demikian pula pengecoran beton memerlukan bentuk cetakan yang banyak, padahal beton yang dibuat jumlahnya sedikit, sehingga biaya untuk pembuatan bekisting menjadi lebih boros.
- c. Jarak antara pabrik atau lokasi pengecoran dengan lokasi pemasangan. Lokasi pemasangan yang ideal adalah antara 150 – 250 KM dari pabrik, terlalu jauh atau terlalu dekat kurang ekonomis. Jika terlalu dekat, lebih baik pembuatan beton precast dilakukan dekat dengan lokasi pemasangan, yang terjangkau oleh alat crane, sehingga tidak membutuhkan alat angkut.
- d. Sistem pemasangan, tergantung dari luas area pemasangan beton precast, tingkat kesulitan dalam pemasangan, dan peralatan yang tersedia.
- e. Sistem sambungan. Sistem sambungan kering lebih mahal dibandingkan dengan sistem sambungan basah. Untuk memilih menggunakan sambungan kering atau sambungan basah tergantung pada waktu merancang struktur beton precast.

4.5.3 Penentuan target harian pemasangan beton precast

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara output dengan input, atau ratio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metoda dan alat. Sukses dan tidaknya proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya.

Sumber daya yang digunakan selama proses konstruksi adalah *material, machines, men, method, money*. Penggunaan material dalam proses konstruksi secara efektif sangat bergantung pada desain yang dikehendaki dari suatu bangunan. Penghematan material dapat dilakukan pada tahap penyediaan, *handling* dan *processing* selama waktu konstruksi. Pemilihan

alat yang tepat akan mempengaruhi kecepatan proses konstruksi, pemindahan/distribusi material dengan cepat, baik arah horizontal maupun vertikal.

Pekerja adalah salah satu sumber daya yang tidak mudah dikelola. Upah yang diberikan sangat bervariasi tergantung pada kecakapan masing-masing pekerja karena tidak ada satu pun pekerja yang sama karakteristiknya. Biaya untuk pekerja merupakan fungsi dari waktu dan metoda konstruksi yang digunakan. Pihak yang bertanggung jawab terhadap pengendalian waktu konstruksi dan pemilihan metoda konstruksi yang akan digunakan adalah kepala proyek.

Contoh menghitung produktivitas

Untuk keperluan pengangkatan panel beton precast di lokasi proyek digunakan crane. Satu grup pekerja dapat digunakan di lantai bawah untuk keperluan pemasangan/muat dalam crane dan grup lain ditempatkan di lantai atas untuk keperluan bongkar. Berikut ini adalah waktu standar dari berbagai kegiatan

- a. Pengikatan sling pada panel precast = 2 menit
- b. Pelepasan sling dari panel precast = 2 menit
- c. Mengikatkan dan melepas sling dari crane = 0,5 menit
- d. Pengangkatan panel precast dengan crane = 2 menit
- e. Crane kosong turun ke bawah = 1 menit
- f. Manuver panel precast pada posisi pemasangan = 1 menit

i. Biaya

g. Crane = Rp 5.000.000,- / hari

h. Satu grup pekerja = Rp 3.000.000,- /hari

i. Satu sling = Rp 400.000,-/ hari

Biaya yang dibutuhkan untuk mengangkat satu buah panel dapat dihitung sebagai berikut :

Cycle time 9 menit

Sebuah panel beton precast dapat diangkat setiap 9 menit.

Dalam satu hari (8jam) jumlah panel yang dapat diangkat = $8 \times 60 : 9$
= 53,33 dibulatkan 53 buah

Total cost

a. Crane = Rp 5.000.000,-

- b. 2 grup pekerja = Rp 6.000.000,-
 - c. Satu sling = Rp 400.000,-
- Jumlah Rp 11.400.000,- / hari
- Biaya yang dibutuhkan untuk mengangkat satu panel beton precast adalah sebesar = Rp 11.400.000,- : 53 = Rp 215.100,-

4.6 Penjelasan bentuk-bentuk komponen beton precast

4.6.1 Penjelasan spesifikasi umum beton precast

Sebuah jaminan mutu yang efektif dan program kontrol kualitas dalam pembuatan beton precast, sangat bermanfaat bagi produsen untuk mengurangi biaya perbaikan atau juga memperbaharui produk akibat kesalahan dalam fabrikasi. Kontrol kualitas juga mengurangi kemungkinan struktural gagal karena adanya tulangan yang dihilangkan atau kesalahan penempatan.

Manfaat bagi *Precast Erectors* ketika panel memenuhi toleransi sehingga mereka tidak perlu menghabiskan waktu tambahan untuk mencari cara yang memuaskan dalam mendirikan panel yang menyimpang. Keseluruhan manfaat bagi pemilik bertambah dalam menerima struktur yang memenuhi persyaratan sesuai dengan yang disepakati pada pengajuan harga. Tujuan utama dari program jaminan kualitas dan kontrol kualitas (QA/QC) adalah untuk memberikan inspeksi produksi yang komprehensif dan pengujian sehingga komponen precast dibuat dalam toleransi dan sesuai dengan spesifikasi pekerjaan

Bahan –

Bahan untuk beton precast harus dievaluasi saat tiba untuk memastikan bahwa bahan tersebut memenuhi syarat. Catatan inspeksi harus disimpan dalam arsip yang jelas dan diajukan untuk referensi di masa datang . Sebagian besar proyek hanya membutuhkan pengujian minimal untuk kekuatan tekan beton dan penyerapan dan tidak akan memerlukan terlalu rinci pemeriksaan bahan . Namun, ada contoh di mana pengujian ekstensif yang rumit, inspeksi dan prosedur pengendalian yang diperlukan .

Jaminan kualitas QA/QC

Program kontrol kualitas (QA/QC) dapat menyederhanakan dan

meningkatkan keterkaitan antara pemilik , insinyur - arsitek , kontraktor , dan precast fabricator, bentuk, penguatan dan bahan yang tertanam (*embedments*) harus diperiksa sebelum beton ditempatkan . Bentuk permukaan akhir dari beton precast harus diperiksa setelah panel dirawat (*curing*) dan dibongkar dari cetakan. Permukaan akhir dari panel harus diperiksa untuk memenuhi persyaratan teknis, meliputi keseragaman warna dan tekstur. sebelum pengiriman . Prosedur pemeriksaan harus dirancang sedemikian rupa sehingga produksi beton precast dapat melanjutkan pada kecepatan jadwal rencana dengan keterlambatan minimum.

Sebuah program kontrol kualitas yang baik sederhana dan konsisten Rencana prosedur yang rumit dan ketidak pastian kendali kontrol, serta membingungkan .

Semua orang yang bersangkutan dengan produksi dan inspeksi harus sepenuhnya akrab dengan ketentuan dalam spesifikasi termasuk toleransi yang ditentukan. Ketika toleransi tidak diidentifikasi dan diantisipasi dengan benar akan menyebabkan keterlambatan dan penolakan produk

Akan ada produk yang selalu ada dalam beberapa variasi warna , tekstur, dan *finishing* dari panel ke panel . Panel yang diterima, jika dilihat dalam keadaan terang pada jarak 20 ft tidak boleh menunjukkan ada permukaan yang cacat, selain warna dan tekstur, Penampilan akhir dari produk tersebut sulit untuk dievaluasi karena biasanya tunduk pada interpretasi insinyur - arsitek atau pemilik, dimana ada kekhawatiran terhadap warna, tekstur , atau keseragaman panel, pemilik harus membutuhkan sampel seperti yang direkomendasikan Setelah pemilik atau insinyur - arsitek telah memeriksa sampel dan memilih rentang yang dapat diterima termasuk finishing tekstur, pengawas memiliki standar yang nyata untuk referensi

Cacat yang tidak dapat diterima

Celah biasanya dapat diperbaiki. precast fabricator harus memiliki kesempatan untuk melakukan perbaikan sebelum panel tersebut ditolak . Daftar berikut memberikan definisi cacat panel yang tidak dapat diterima

- a. Cacat casting yang berlebihan seperti sarang tawon (rongga udara) pada permukaan terbuka; garis pengecoran yang terlihat jelas dari berbagai penempatan dan miskin pemadatan, area *bleeding* melalui permukaan beton; benda asing tertanam dalam muka panel ; tulangan

- beton nampak berbayang
- b. Noda karat atau noda lain ; noda yang tersembunyi atau noda asam yang terlihat pada permukaan
 - c. Penyimpangan - tepi yang compang-camping atau tidak teratur ; bentuk sambungan yang terlihat jelas atau permukaan tidak teratur
 - d. Warna dan tekstur yang seragam - panel tidak cocok dengan sampel yang telah disetujui untuk keseragaman warna dari panel ke panel , warna agregat yang tidak seragam, terdapat perbedaan antara panel yang berdekatan pada permukaan yang tidak sesuai dengan yang telah disetujui
 - e. Retak dan perbaikan - retak atau perbaikan yang terlihat pada jarak 30 ft setelah instalasi akhir selesai

Kecukupan – Struktural

Panel precast harus diperiksa dengan hati-hati untuk menjamin bahwa mereka struktural yang kekal . Ketika inspektur menemukan retak atau pecah pada panel dan tidak yakin akan dampaknya, dia harus merujuk masalah ini kepada insinyur dan architect sehingga kondisi ini dapat dievaluasi . bahkan mungkin sampai perbaikan struktural , semua perbaikan harus sesuai dengan beton lainnya/sekitarnya dan memenuhi persyaratan arsitektur

Pratekan

Kawat baja pratekan harus tetap terurai dan bebas dari materi yang akan mempengaruhi rekatan dengan beton , Jack hidrolik dengan sistem pengukuran biasanya digunakan untuk menarik untaian kawat baja. Pembacaan gauge dan pengukuran perpanjangan harus diambil dan direkam untuk masing-masing untai yang sedang ditarik . Alat pengukur , harus akurat dengan ketelitian 1 persen dari tekanan yang diterapkan ,harus dikalibrasi minimal sekali setahun , atau setiap kali jika ada alasan untuk mempertanyakan keakuratan beban jack .

Bahan

Umum - Bahan panel harus terus menerus dievaluasi untuk memastikan bahwa mereka memenuhi spesifikasi masing-masing . Dalam beberapa

kasus, program evaluasi bahan hanya melibatkan dan memperoleh data dari meninjau pabrik atau laporan pemasok bahan. Namun, dalam situasi lainnya, mungkin termasuk pengujian

Baja tulangan harus diperiksa untuk melihat apakah ukurannya sudah tepat dan mutunya memenuhi klasifikasi . Jika baja tulangan yang akan digunakan sebagai jangkar untuk dilas, setara karbonnya harus memenuhi persyaratan

Las rakitan – las rakitan yang tertanam harus diperiksa untuk memastikan bahwa yang dirakit, dibuat dengan baik dan ukuran plat serta jumlah jangkar harus benar . Prosedur pengelasan harus dipantau untuk memastikan bahwa lasan memiliki kekuatan yang memadai.

Beton - Dalam banyak kasus , beton precast dibuat di lokasi fabrikasi karena penggunaan semen khusus dan agregat. Kontrol dan pengujian beton ini adalah tanggung jawab dari pabrik pembuat.

Semen - semen harus dievaluasi untuk kekuatannya. Pemasok semen harus memberikan laporan pengujian dari pabrik dan bersertifikat sesuai dengan masing-masing semen yang di kirim dan juga data pengujian yang diuraikan dalam laporan pabrik harus disimpan selama minimal 2 tahun . dan menyimpannya dalam tempat kedap udara untuk evaluasi kekuatan di masa depan, dan apabila terjadi kasus atau masalah warna.

Agregat - Berat normal agregat kasar dan agregat halus harus memenuhi persyaratan, kecuali untuk gradasi agregat yang digunakan dalam campuran muka panel. Agregat ringan struktural harus memenuhi persyaratan. semua sampel agregat yang diuji diambil sesuai dengan persyaratan untuk gradasi sesuai dengan standar yang berlaku , demikian pula berat jenis. Pengujian agregat harus dibuat untuk setiap 200 yard cu dari beton yang dihasilkan , tetapi tidak kurang dari sekali setiap 2 minggu

Admixtures - admixtures harus memenuhi salah satu dari spesifikasi sebagai berikut ASTM C 618 untuk admixtures mineral, ASTM C 260 untuk *air entraining admixtures* ASTM C 494 untuk pencampuran bahan kimia Bahan campuran kimia harus dievaluasi dalam laboratorium atau dalam campuran coba (*trial mix*) di lapangan untuk menjamin kompatibilitas dengan semen yang digunakan dalam beton . Jika admixtures yang akan digunakan dalam beton precast arsitektural, admixture harus dievaluasi untuk efek pada warna beton dan konsistensi warna

Air pencampuran

Jika air berasal dari sistem air kota , hal itu dapat digunakan dalam campuran beton tanpa pengujian lebih lanjut . Tetapi jika air tersebut berasal dari sumber yang tidak wajar, mutlak harus diuji sebelum digunakan dalam beton dengan mendapatkan analisis kimia dan dengan membuat benda uji mortar kubus ukuran 2 -in . seperti yang dijelaskan dalam ASTM C 109 . Data dasar harus diperoleh dengan membandingkannya dengan sumber air suling. Jika dalam 7 dan 28 hari kekuatan tekan mortar yang dibuat dengan sumber air yang diuji sama, atau lebih besar dari 90 persen mortar yang dibuat dengan air suling, maka air tersebut dapat digunakan untuk campuran beton

Pewarna (*pigmen*). Pemasok harus menyatakan bahwa pigmen atau pewarna lainnya yang digunakan tahan terhadap kapur dan alkali . Sebuah tes sederhana dapat dibuat dengan mencampur 20 bagian semen dengan satu bagian dari pigmen , menggunakan cukup air untuk membentuk pasta. Sampel harus tetap lembab dan diamati selama beberapa hari . Jika warnanya menjadi kabur, maka pigmen tersebut tidak cocok untuk pewarna beton. Di bawah ini kondisi pengujian, untuk sampel uji pada pengujian pengembangan pengkristalan (*efflorescence*). Kemekaran harus dihilangkan dengan asam *hidrochloric* atau 5 persen asam fosfat diikuti dengan pencucian berlebihan dengan air sebelum warna asli dapat dievaluasi . itu membutuhkan waktu untuk menguji daya tahan warna di bawah pengaruh cahaya dan kadang-kadang cahaya buatan khusus yang dapat digunakan untuk mempercepat penuaan. Dikatakan memudar warna mortar, setelah terpapar sinar matahari selama 1 bulan, ini bahwa pigmen tidak cocok

Produksi massal hanya mungkin jika jumlah unitnya banyak dan memiliki sedikit ragam type.

Untuk mencapai ini, unit-unit harus memenuhi persyaratan berikut :

1. Harus dapat digunakan untuk bangunan dengan membentuk fungsi yang beragam
2. Harus dapat melayani berbagai kegunaan
3. Bentuk fungsi yang sama tetapi variasi dimensi berbeda

4. Memungkinkan adanya kombinasi dan moulding yang tepat
5. Komponen memungkinkan dibuat dengan metode mesin dan layak dalam penanganan, pengangkutan dan transportasi
6. Memungkinkan penyimpanan dalam waktu dan tempat
7. Dapat dipastikan kontinuitas produksinya

Syarat Standarisasi Tipe

1. Dapat dipertimbangkan dalam pembesannya
2. Tipe dari setiap bagian dapat digabung dalam bangunan
3. Keseluruhan dapat dibangun atas dasar standar tipe

Design Tipe

1. Didasarkan pada system pendimensian tertentu
2. Harus didasarkan pada solusi yang baik dan ekonomis
3. pertimbangan structural, fungsional dan estetik
4. Standarisasi dalam detail dan teknik penyambungan

Sistem Unifikasi Dimensi

1. Standarisasi tipe hanya memungkinkan bila dimensi design dan produk disesuaikan dengan tepat
2. Pendimensian harus mencakup seluruh system struktur, dimensi pembuatan, system sambungan, system penanganan dan toleransi penyusutan.

Persyaratan Pendimensian

1. Unit-unitnya dapat ditambahkan pada unit-unit yang lainnya
2. Unit-unit dapat saling dipertukarkan dan digantikan
3. Unit-unit dapat membentuk berbagai kemungkinan variatif

Dampak Koordinasi Pendimensian

1. Memungkinkan memilih design produk yang terbaik dari sejumlah produksi dengan dimensi sama untuk kegunaan yang sesuai.
2. Design yang sederhana dengan kesalahan kecil.
3. Variasi produksi yang terus bertambah.
4. Munculnya spesialisasi dalam produksi.

4.6.2 Penyebutan bentuk-bentuk beton *precast*

Bentuk beton *precast*, baik untuk bangunan gedung maupun bangunan sipil, bentuknya dapat bermacam-macam. Mulai dari pondasi berupa tiang pancang sampai dengan atap bangunan.

Pondasi tiang pancang, ada yang berbentuk pipa seperti pada Gambar 4.44 atau bentuk lainnya : bulat, segi empat dan lain-lain. Untuk bentuk masif seperti segi empat dan bulat, pembuatannya dengan dengan cara men cor beton ke dalam cetakan seperti biasanya, lalu dpadatkan. Tapi pada tiang pancang berbentuk pipa, pembuatannya dengan cara diputar dengan sistem *centrifugal*, jadi setelah beton dicetak kedalam cetakan berbentuk setengah bulat, lalu ditutup atasnya dengan cetakan setengah bulat juga. Setelah dikencangkan kemudian diputar dengan rotasi putaran tertentu. Akibat diputar, beton dalam cetakan akan mengalami gaya *centrifetal*, sehingga beton tersebut memadat pada dinding cetakan. Akibat gaya *centrifetal*, bagian tengah dari beton menjadi berlubang. Supaya beton yang telah tercetak tidak runtuh kembali, maka nilai slump pada beton tersebut harus kecil, dan setelah diputar, beton dirawat dengan cara memasukkan uap pada ujung pipa ke dalam pipa beton tersebut.



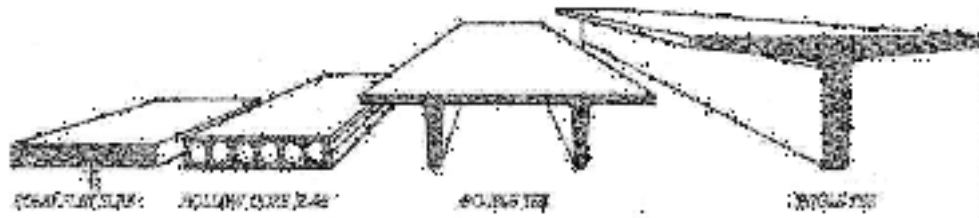
Gambar 4.44 Tiang pancang

Pembuatan beton berbentuk pipa tersebut ada yang prestress dan ada pula yang tidak prestress. Metode prestress yang digunakan adalah pretensioning, yaitu penarikan kabel sebelum betonnya mengeras. Bentuk lainnya pada beton *precast* adalah *sheet pile*, yaitu komponen beton untuk menahan dinding tanah (turap) , bentuknya seperti pada Gambar

4.45 komponen beton ini dipasang dengan cara didorong ke dalam tanah dengan menggunakan mesin pancang. Setelah kedalamannya mencukupi, lalu bagian tanah yang menghadap lubang (sungai atau terowongan), dikikis.

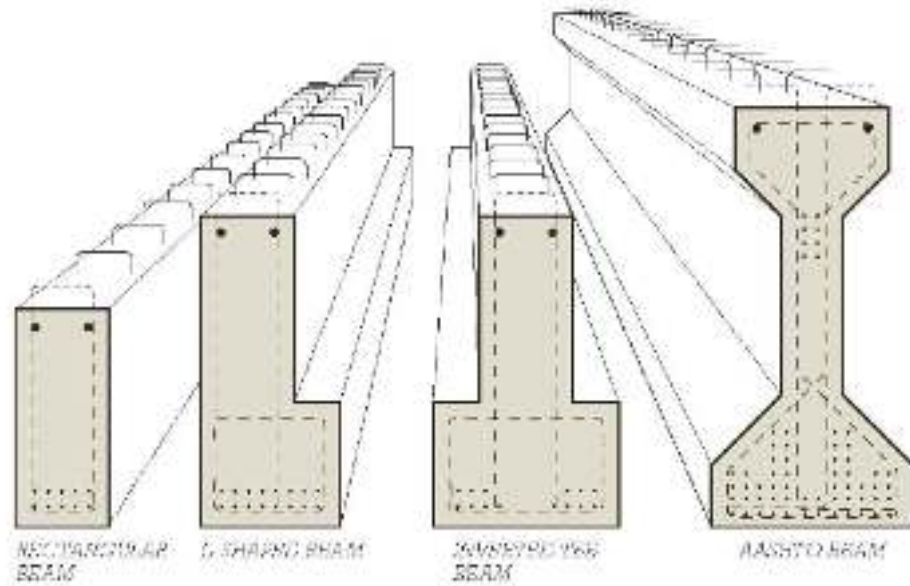


Gambar 4.45 *Sheet pile* dan dinding diaphragma.



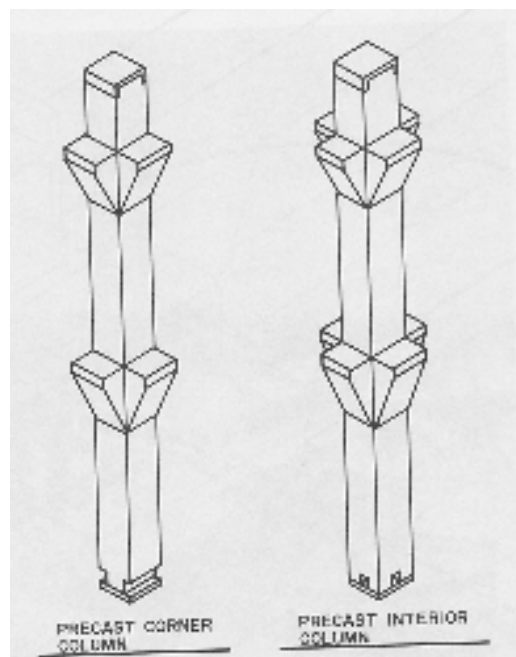
Gambar 4.46 *Solid Flat Slab (precast plank), hollow core slab, double-T single-T*

Untuk lantai bangunan, atau untuk atap yang terbuat dari beton *precast*, dapat menggunakan komponen dengan bentuk seperti pada Gambar 4.46. Pada lantai bangunan jika menggunakan *hollow core slab* harus menumpu pada balok yang telah dibuat, tetapi jika menggunakan *double tee* atau *single tee* tidak memerlukan lagi balok sebagai penumpunya, karena komponen tersebut telah dilengkapi dengan balok penumpu yang monolit. Panel-panel dinding yang terdiri dari komponen yang solid, bagian dari *single-T* atau *double-T*. Pada dinding tersebut dapat berfungsi sebagai pendukung beban (*shear wall*) atau tidak mendukung beban.



Gambar 4.47 Balok beton *precast*

Untuk meletakkan lantai *precast* seperti hollow core slab, diperlukan balok yang dapat menumpu lantai tersebut. Bentuknya dapat dipilih seperti pada Gambar 4.47 yaitu balok *L shaped beam*. Untuk sisi/ujung bangunan atau balok *inverted tee beam*, untuk ditengah bentang bangunan. Sedangkan balok *AASHTO beam* biasanya digunakan untuk girder jembatan.



Gambar 4.48 Kolom beton pracetak multi lantai

Dalam pembuatan bangunan tidak terlepas dari adanya kolom atau tiang sebagai penyangga balok atau lantai bangunan. Kolom dapat pula dibuat dari beton *precast* dengan bentuk seperti pada Gambar 4.48 kolom yang dibuat multi lantai, tergantung dari tinggi bangunan, alat cetak di pabrik, dan kemudahan dalam mengangkut dari pabrik ke lokasi. Bentuknya dibuat sedemikian rupa sehingga mudah disambung dengan balok.

Dan banyak jenis komponen pracetak lainnya, seperti : tangga, balok parapet, panel-panel penutup dan unit-unit beton pracetak lainnya sesuai keinginan atau imajinasi dari insinyur sipil dan arsitek.

4.6.3 Penentuan posisi titik-titik angkat komponen beton precast

Penentuan titik angkat dari komponen beton precast tergantung dari bentuk beton precast itu sendiri. Letaknya sudah ditentukan oleh pabrik pembuat, hal ini dapat dilihat dari gambar kerja atau manual dari pabrik beton precast tersebut diproduksi. Dalam menentukan letak titik angkat dihitung berdasarkan mekanika teknik.



Gambar 4.49 Letak titik angkat pada balok precast



Gambar 4.50 Letak titik angkat pada dinding precast



Gambar 4.51 Letak titik angkat pada slab dan papan beton precast



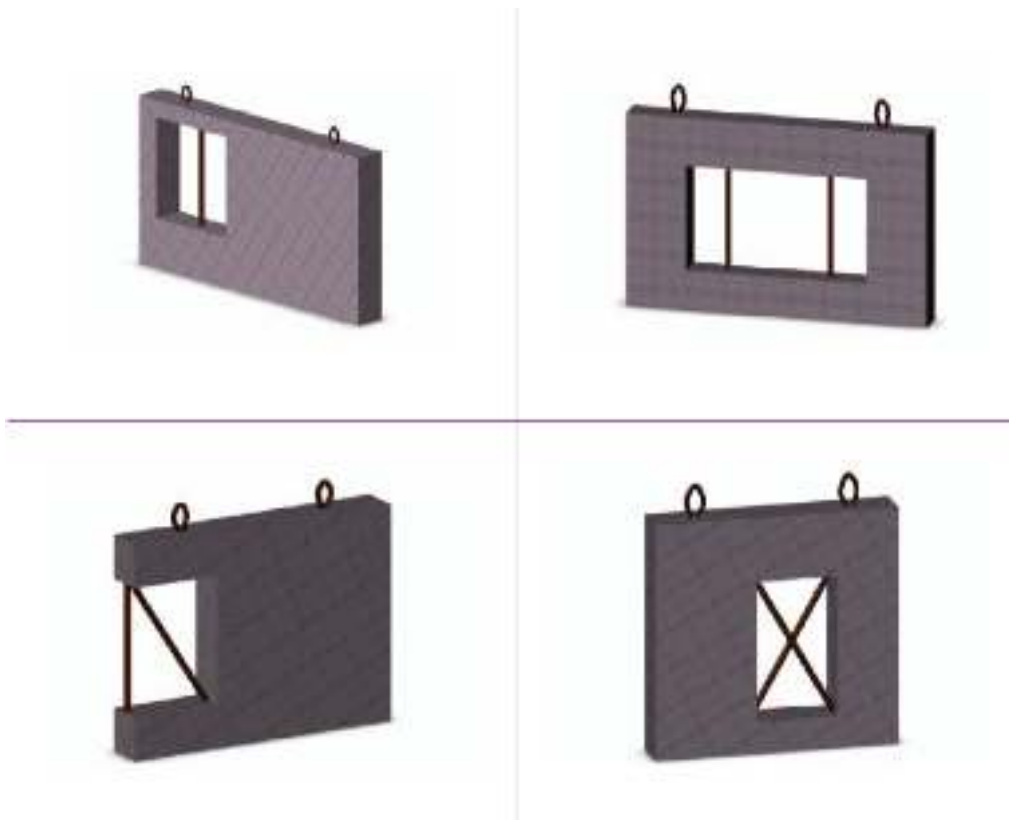
Gambar 4.52 Letak titik angkat pada kolom precast



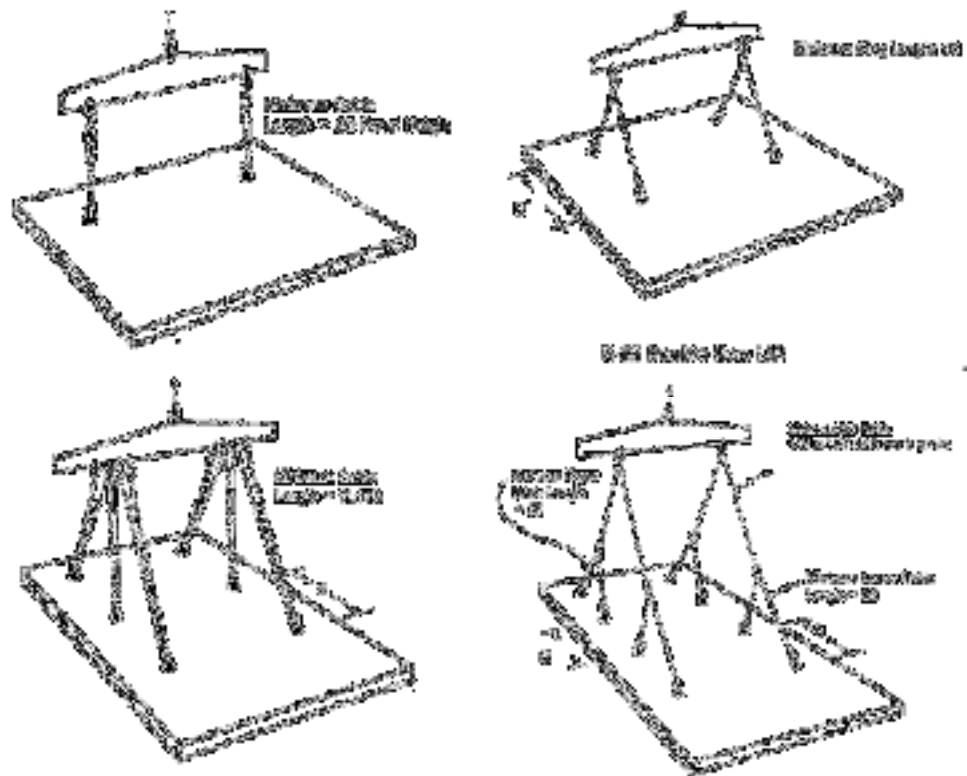
Gambar 4.53 Letak titik angkat pada tangga precast



Gambar 4.54 Titik angkat pada balok U precast



Gambar 4.55 Titik angkat pada panel precast yang dilengkapi penahan temporer



Gambar 4.56 Titik Angkat Pada *Hollow Core Slab*

4.6.4 Penjelasan prosedural cara mengangkat komponen beton precast

Setelah diketahui letak titik angkat yang terdapat dalam manual pabrik, segera diberi tanda dengan cat merah supaya mudah dilihat oleh pekerja, ikat kabel sling pada titik tersebut, jika harus menggunakan alat bantu lainnya, ikuti sesuai petunjuk dari pabrik. Alat angkat komponen beton precast diantaranya adalah *tower crane* yang dapat dirakit dilokasi dengan kapasitas angkat 2 ton atau *mobile crane* yang memiliki daya angkat lebih dari 2 ton. *Tower crane* dipilih untuk pekerjaan mengangkat komponen dengan lokasi penyimpanan yang relatif jauh, terjangkau oleh letak ketinggian dan lengan tower crane, jadi dapat mengangkat secara vertikal dan horizontal, sedangkan *mobile crane* juga dapat mengangkat secara vertikal dan horizontal, tetapi terbatas. Secara vertikal ditentukan oleh panjang lengannya, dan secara horizontal tergantung kemudahan jalan yang dilalui oleh *mobile crane* tersebut. Kapasitas angkat nya ada yang mencapai 20 ton. Jadi jika akan mengangkat komponen lebih dari 2 ton, *mobile crane* dapat diandalkan, tetapi mobilitas dari alat tersebut juga harus memungkinkan baik di lokasi proyek maupun dalam mendatangkan alat tersebut ke proyek.

Alat pendukung lainnya adalah *lifting tackel* yang dipasang pada ujung angkat

dari tower *crane/mobile crane*. Fungsi alat ini adalah untuk mengangkat komponen beton precast yang tujuan utamanya badalah untuk meratakan gaya angkat dari *tower crane/mobile crane* untuk mencegah terjadinya kerusakan pada komponen.

Setelah ditentukan alat angkat yang akan digunakan, dan kabel sling sudah terpasang pada komponen yang akan diangkat, selanjutnya adalah mengangkat komponen tersebut ke lokasi yang telah ditentukan.

Di lokasi penempatan, sudah disiapkan komponen yang akan disambung dengan kedudukan yang kokoh dan stabil. Dengan aba-aba dari lokasi penempatan, operator tower crane atau mobil crane mengarahkan komponen yang akan disambung ke tempat yang akan disambung, dengan pelan-pelan pekerja dilokasi menuntun komponen tersebut pada tempat yang telah ditentukan. Setelah kedudukannya tepat, kabel sling dilepaskan, dan pertemuan antar komponen dilakukan penyambungan (*connection*), dapat dilakukan dengan cara basah atau kering.

4.6.5 Penentuan cara dan aturan penempatan material beton precast di lokasi stockyard

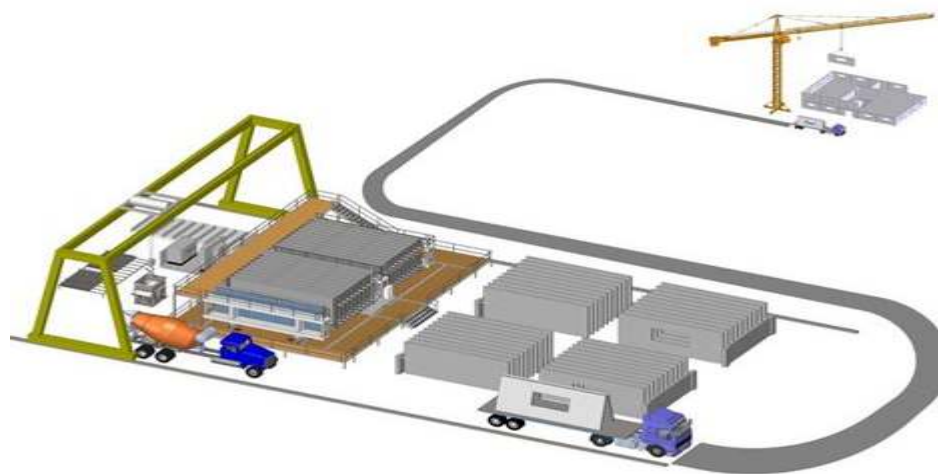
Stockyard mencerminkan produksi, stok dan penjualan produk beton precast. Tata letak *stockyard* memainkan peran penting dalam penyimpanan dan pengambilan produk. Perencanaan tata letak *stockyard* menawarkan tugas yang kompleks sebagai sejumlah besar produk yang terlibat dengan penanganan yang berbeda dan persyaratan penyimpanan, serta penyimpanan yang besar tidak bisa dihindari karena musim permintaan. Tata letak *stockyard* meliputi desain ruang yang tepat *stockyard* dengan jalan dan jaringan lorong dan alokasi dinamis produk untuk lokasi penyimpanan.

Penempatan dan *layout stockyard* sangat menentukan terhadap lancarnya produksi. Dalam penempatannya diatur sebagai berikut :

1. Penempatan bahan agregat halus dan agregat kasar dapat disimpan di luar lokasi pabrikasi, sedangkan semen disimpan dalam silo yang kedap air. Tempat pengadukan diletakkan dekat dengan penyimpanan material.
2. Dari tempat pengadukan beton segar dibawa ke tempat pencetakan, transportasi dari tempat pengadukan ke tempat pencetakan, dapat dengan menggunakan bucket. atau ban berjalan
3. Beton precast yang dibuat ada dengan cara penulangan biasa dan ada juga

selain penulangan biasa juga dengan prestress. Dengan penulangan biasa, pertama disusun tulangan sesuai dengan gambar kerja, lalu beton di cor kedalam cetakan, tapi dengan prestress ada dua cara, yaitu penarikan kabel prestress setelah beton mengeras (*post tensioning*), jadi beton segar dicor terlebih dahulu ke dalam cetakan, setelah kekuatan beton mencapai kekuatan yang disyaratkan, lalu kabel prestress ditarik dengan beban tertentu lalu dikunci atau diangkur. Cara lain adalah dengan penarikan kabel sebelum beton mengeras (*pre tensioning*), yaitu kabel ditarik terlebih dahulu sampai mencapai beban tertentu, kemudian beton segar dicor kedalam cetakan.

4. Pada beton precast, biasanya setelah pencetakan dilakukan curing atau perawatan. Perawatan dapat dengan cara normal (rendam dalam air, ditutup karung basah atau ditempat lembab), tetapi memerlukan waktu yang lama. Beton yang dirawat dengan cara normal membutuhkan waktu 28 hari untuk mencapai kekuatan maksimum. Agar kekuatan beton dapat tercapai pada umur muda, perawatan dapat dilakukan dengan menggunakan uap (*steam curing*), baik yang bertekanan maupun tanpa tekanan. Dengan cara perawatan dalam uap kekuatan maksimum produk dapat dicapai dalam waktu 3 hari. Cara ini yang paling banyak dilakukan, karena menghemat ruang penyimpanan, dan produk cepat terjual.
5. Setelah perawatan lalu penyimpanan, dapat dilakukan pada ruang tertutup atau ruang terbuka.



Gambar 4.57 Layout Pembuatan beton precast

4.7 Penjelasan instruksi dari atasan kepada pekerja

4.7.1 Penjelasan instruksi kerja

Instruksi kerja merupakan dokumen yang menyertai manual prosedur. Dokumen ini secara umum berisi instruksi, kewajiban, kewenangan dan tata tertib dalam pelaksanaan langkah-langkah yang tercantum di manual prosedur.

Instruksi kerja menguraikan bagaimana satu langkah dalam suatu prosedur dilakukan, misalnya menurunkan barang dari truk, menyimpan di lokasi, mengangkat komponen pada titik angkat, cara mengangkat komponen, cara menyambung komponen. Dan lain sebagainya. Instruksi ini sangat penting disampaikan kepada pekerja, supaya mereka tahu cara pemasangan beton precast berbeda dengan beton konvensional. Setiap komponen prosedurnya berbeda-beda, sehingga penjelasan ini harus selalu disampaikan setiap kali akan *ereksi* penjelasan sebaiknya disampaikan pada pagi hari sebelum pekerjaan dimulai, agar pikiran mereka masih segar, sehingga mudah diingat.

Sebelum pekerja mulai bekerja, mereka harus diberitahu oleh atasannya, tentang

- a. Prosedur darurat
 - b. Bahaya pada pekerja yang dapat terkena pada saat dia bekerja
 - c. Bahaya pada pekerja selain mengenai dirinya juga merugikan orang lain
 - d. Bagaimana meminimalkan kemungkinan bahaya ini menjadi sumber mencelakai diri sendiri dan orang lain
 - e. Lokasi dan penggunaan yang benar dari peralatan keselamatan
- Pengusaha juga diminta untuk menginformasikan kepada pekerja dari hasil setiap pemeriksaan kesehatan dan pemantauan keamanan . Dengan demikian , privasi individu pekerja harus dilindungi

Pengusaha harus memastikan bahwa semua pekerja memiliki kesempatan untuk menjadi terlibat penuh dalam pengembangan prosedur untuk tujuan mengidentifikasi bahaya dan berurusan dengan bahaya yang signifikan , atau berurusan dengan atau bereaksi terhadap keadaan darurat dan dekat bahaya.

Pengusaha harus memastikan bahwa pekerja cukup baik dan cukup berpengalaman untuk melakukan pekerjaan mereka dengan aman atau diawasi oleh orang yang berpengalaman . Selain itu pekerja harus cukup terlatih dalam penggunaan peralatan yang aman ditempat kerja , termasuk pakaian pelindung dan peralatan kerja

Pengusaha juga bertanggung jawab atas kesehatan dan keselamatan orang-orang yang bukan pekerjanya . Pengusaha harus mengambil semua langkah praktis untuk memastikan bahwa pekerja tidak merugikan orang lain sementara di tempat kerja , termasuk anggota masyarakat atau pengunjung ke tempat kerja

Jika Anda adalah seorang pekerja , Undang Undang memberikan tanggung jawab kepada Anda keselamatan dan kesehatan di tempat kerja. Anda juga harus memastikan bahwa tindakan Anda tidak merugikan orang lain

4.7.2 Pengklarifikasian instruksi kerja yang tidak sesuai dengan lapangan

Pekerjaan beton precast memerlukan elemen beton yang presisi, karena semua elemen dibuat tipikal, sehingga jika ada yang tidak sama diantara elemen-elemen tersebut, maka akan sulit dipasang (bentuk khusus) . Untuk itu apabila kondisi di lapangan tidak sama dengan instruksi kerja, maka mandor harus harus melaporkan kepada atasannya, agar pekerjaan tidak tersendat akibat kondisi seperti itu

Dan apabila belum ada keputusan, maka pekerjaan dihentikan sementara waktu, karena salah memasang akan berakibat fatal. Dan walaupun sudah ada keputusan bahwa boleh dipasang, harus ada berita acaranya. Supaya jika terjadi kegagalan konstruksi mandor tidak disalahkan.

4.7.3 Permintaan secara tertulis perubahan instruksi kerja kepada atasan

Akibat adanya perubahan dalam instruksi kerja, maka mandor harus meminta secara tertulis perubahan tersebut kepada atasannya atau pelaksana lapangan. Adanya bukti tertulis dibuat supaya jika nanti terjadi kecelakaan atau kegagalan konstruksi, mandor dapat menghindari dari tanggung jawab tersebut.

Format penulisan dapat mengacu kedalam format yang telah dibuat oleh perusahaan, atau dapat pula menuliskan pada selembar kertas, yang

ditanda tangani oleh pihak yang berwenang atau yang bertanggung jawab.

4.8 Koordinasi antar unit-unit internal proyek

4.8.1 Aktif dalam rapat koordinasi sesuai jadwal proyek

Jenis komunikasi yang mungkin dilaksanakan di berbagai kesempatan untuk saling bertukar pikiran atau diskusi sebagai usaha untuk pemecahan masalah adalah rapat, jenis rapat yang biasa dilakukan adalah sebagai berikut :

1. *Meeting*, yaitu menyatukan informasi dari semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, merupakan hal hal penting yang harus dilakukan secara rutin. Para pelaksana di lapangan yang terjun langsung melaksanakan dan menyelesaikan pekerjaan yang dibantu para pekerja konstruksi mengetahui dengan pasti semua kesulitan dan hambatan yang timbul di lapangan. Permasalahan yang timbul harus segera dicarikan solusi yang tepat mengingat karakteristik proyek konstruksi yang terbatas durasinya. Keterkaitan satu pekerjaan dengan pekerjaan lain mengharuskan para pelaksana bertemu dan menyatukan semua permasalahan kepada atasan langsung yang bertanggung jawab di proyek. wadah yang dapat digunakan untuk keperluan tersebut adalah rapat atau meeting. Beberapa jenis *meeting* adalah percakapan, forum, konferensi, diskusi, seminar, wawancara, debat
2. *Informal meeting*, rapat jenis ini biasanya tidak ada batasan waktu dan tidak ada agenda yang jelas. Demikian juga tidak ada notulen selama meeting, sehingga semua usulan, tindakan, keputusan tidak terekam. Akibatnya sangat besar kemungkinan terjadinya perbedaan interpretasi dan penyangkalan hasil meeting
3. *Formal meeting*, rapat jenis ini mempunyai agenda yang jelas dan selama rapat terjadi diskusi, usulan dan solusi. Untuk itu diperlukan hal-hal berikut perencanaan dan pengaturan yang jelas, identifikasi siapa yang akan diundang dan hadir dalam rapat, siapa yang akan menjadi pimpinan rapat, dan sekretarisnya, penyiapan agenda untuk kemudian didistribusikan kepada seluruh peserta rapat, waktu yang jelas, dan penyampaian aturan-aturan dalam rapat.
4. Dalam sebuah rapat, informasi mengenai tujuan diadakan rapat harus

jasas. Diantaranya adalah :

- a. Agenda. Agenda rapat sebaiknya dicantumkan dalam undangan rapat. Hal ini dimaksudkan memberikan informasi kepada segenap peserta untuk mempersiapkan segala sesuatu yang diperlukan
- b. Pimpinan. Rapat dipimpin oleh pimpinan kantor. Namun untuk rapat di proyek dipimpin oleh pimpinan proyek. beberapa jenis rapat yang dilaksanakan di proyek adalah :
 - 1) *Project meeting*, adalah rapat yang dipimpin oleh kepala proyek yang dihadiri oleh konsultan, *quantity surveyor*, kontraktor utama, dan *supplier*
 - 2) *Site meeting*, adalah rapat yang dipimpin oleh site manager untuk memantau prestasi yang dicapai. Dihadiri oleh kontraktor utama, pelaksana, pengawas, *supplier* dan staf lainnya
 - 3) *Domestic site meeting*, adalah rapat yang dipimpin oleh site manager untuk memantau prestasi dan permasalahan dilapangan. Dihadiri oleh *site engineer*, para pelaksana, mandor, pekerja (pilihan) kontraktor, *quantity surveyor*

Rapat Konstruksi

1. Biasanya dilakukan disekali setiap bulan
2. Biasanya dilakukan di kantor pemilik proyek atau di kantor proyek
3. Rapat bersifat formal
4. Undangan resmi diberikan
5. Agenda rapat ditentukan
6. Peserta rapat membawa data dan alternatif usulan penyelesaian masalah proyek, rencana kerja berikutnya, dan sebagainya
7. Keputusan merupakan kesepakatan bersama dari partisipan rapat dan dituangkan dalam berita acara rapat
8. Rapat dipimpin oleh pemilik proyek (pimpinan proyek/manajer proyek/manajer konstruksi)

Rapat Koordinasi

1. Biasanya dilaksanakan sekali setiap minggu
2. Biasanya dilaksanakan di kantor proyek
3. Rutin, tanpa undangan, cukup pemberitahuan langsung

4. Agenda rapat yang dibahas sekitar rencana kerja, kesiapan sumber daya, kemajuan pekerjaan, dan hal-hal yang berhubungan dengan kelancaran operasional pelaksanaan proyek
5. Biasanya dilakukan dengan suasana informal
6. Peserta rapat membawa data dan materi usulan
7. Melaksanakan koordinasi yang perlu untuk mendapatkan penyelesaian bersama
8. Rapat dipimpin oleh koordinator pelaksana lapangan

4.8.2 Penjelasan hasil rapat koordinasi kepada pekerja

Dari hasil rapat koordinasi yang telah diikuti, mandor harus segera menyampaikannya kepada para pekerja. Hal ini untuk mencegah informasi tersebut lupa disampaikan, jika ada perubahan pelaksanaan, para pekerja sudah dapat mengantisipasi. Hasil rapat biasanya tertulis dalam notulen rapat, itu itu maka setiap rapat harus ada yang menuliskan jalannya rapat, baik oleh sekretaris atau orang yang ditunjuk, sehingga ada bukti secara tertulis, baik masukan dari peserta rapat, atau usulan dari pekerja, dan dari peserta lainnya. Notulen ini harus dibagikan kesemua orang yang diundang dalam rapat, baik yang hadir maupun tidak hadir, sehingga bagi mereka yang tidak dapat hadir dapat membacanya dan mengikutinya.

4.8.3 Pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan kesepakatan hasil rapat koordinasi

Pelaksanaan pekerjaan beton precast ataupun pelaksanaan konstruksi lainnya memerlukan waktu yang tepat, karena ada saling keterkaitan. Untuk itu segala sesuatu yang diputuskan dalam rapat koordinasi, harus dilaksanakan, karena akan saling mempengaruhi antara pekerjaan satu dengan yang lainnya. Pelaksanaan tersebut harus tepat waktu, tepat mutu, dan tepat biaya.

BAB V

SUMBER-SUMBER YANG DIPERLUKAN UNTUK PENCAPAIAN KOMPETENSI

5.1 Sumber Daya Manusia

5.1.1 Instruktur

Instruktur dipilih karena dia telah berpengalaman. Peran instruktur adalah untuk :

- 1) Membantu peserta untuk merencanakan proses belajar.
- 2) Membimbing peserta melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
- 3) Membantu peserta untuk memahami konsep dan praktek baru dan untuk menjawab pertanyaan peserta mengenai proses belajar.
- 4) Membantu peserta untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
- 5) Mengorganisir kegiatan belajar kelompok jika diperlukan.
- 6) Merencanakan seorang ahli dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.

5.1.2 Penilai

Penilai melaksanakan program pelatihan terstruktur untuk penilaian di tempat kerja. Penilai akan :

- 1) Melaksanakan penilaian apabila peserta telah siap dan merencanakan proses belajar dan penilaian selanjutnya dengan peserta.
- 2) Menjelaskan kepada peserta mengenai bagian yang perlu untuk diperbaiki dan merundingkan rencana pelatihan selanjutnya dengan peserta.
- 3) Mencatat pencapaian / perolehan peserta.

5.1.3 Teman kerja/sesama peserta pelatihan

Teman kerja/sesama peserta pelatihan juga merupakan sumber dukungan dan bantuan. Peserta juga dapat mendiskusikan proses belajar dengan mereka. Pendekatan ini akan menjadi suatu yang

berharga dalam membangun semangat tim dalam lingkungan belajar/kerja dan dapat meningkatkan pengalaman belajar peserta.

5.2 Sumber-sumber Kepustakaan (Buku Informasi)

5.2.1 Sumber pustaka penunjang pelatihan

Pengertian sumber-sumber adalah material yang menjadi pendukung proses pembelajaran ketika peserta pelatihan sedang menggunakan materi pelatihan ini.

Sumber-sumber tersebut dapat meliputi :

- Buku referensi (*text book*) buku manual servis
- Lembar kerja
- Diagram-diagram, gambar
- Contoh tugas kerja
- Rekaman dalam bentuk kaset, video, film dan lain-lain.

Ada beberapa sumber yang disebutkan dalam pedoman belajar ini untuk membantu peserta pelatihan mencapai unjuk kerja yang tercakup pada suatu unit kompetensi.

Prinsip-prinsip dalam pelatihan Berbasis Kompetensi mendorong kefleksibilitas dari penggunaan sumber-sumber yang terbaik dalam suatu unit kompetensi tertentu, dengan mengizinkan peserta untuk menggunakan sumber-sumber alternatif lain yang lebih baik atau jika ternyata sumber-sumber yang direkomendasikan dalam pedoman belajar ini tidak tersedia/tidak ada.

5.2.2 Sumber-sumber bacaan yang dapat digunakan:

Judul : Architectural Precast Concrete, Third Edition

Pengarang : SIDNEY FREEDMAN, Editor

Penerbit : Precast/Prestressed Concrete Institute

Tahun Terbit : 2007

Judul : Safe Handling, Transportation and Erection Of
Precast Concrete

Pengarang : J.M. Chetwin

Penerbit : Occupational Safety And Health Service,

Tahun Terbit : 2002

Judul : The Housing CONCRETE HANDBOOK

Pengarang :

Penerbit : Cement & Concrete Association Of Australia

Tahun Terbit : 2000

Judul : Eksplorasi Teknologi Dalam Proyek Konstruksi Beton
Precast Dan Bekisting

Pengarang : Wulfram I Ervianto

Penerbit : Andi Yogyakarta

Tahun Terbit : 2006

Judul : Guide For Precast Concrete Wall Panels

Pengarang : Donald F. Meinheit

Penerbit : American Concrete Institute.

Tahun Terbit : 1993

Judul : Teori- Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi

Pengarang : Wulfram I Ervianto

Penerbit : Andi Yogyakarta

Tahun Terbit : 2004 :

Judul : Manajemen Proyek Konstruksi

Pengarang : Wulfram I Ervianto

Penerbit : Andi Yogyakarta

Tahun Terbit : 2005

The Shockey Precast Group

Total Precast System Design Guide

219 Stine Lane Winchester, VA 22604 540-667-7700

Www.Shockeyprecast.Com

Precast Construction Handbook

Tilt Lift Equipment (TLE)

Www.Tiltlift . Com.Au

T : 1300 845 854 (Australia-Wide)

5.3 Daftar Peralatan/Mesin dan Bahan

5.3.1 Peralatan yang digunakan:

- a. Gambar komponen beton precast
- b. Gambar Sambungan beton precast
- c. Gambar alat angku beton precast
- d. Gambar alat angkat beton precast
- e. Gambar angkur
- f. Gambar insert (sisipan) dalam beton precast
- g. Brosur sealant untuk sambungan basah

5.3.2 Bahan yang dibutuhkan:

- a. *Sealant*
- b. *Mortar non shrink*