

## BAB IV

### GAMBAR KERJA, JADWAL (*SCHEDULE*) KERJA, METODE DAN PROSEDUR KERJA

#### 4.1 Umum

Dalam pekerjaan pemasangan beton *precast* harus selalu berpedoman kepada gambar kerja yang merupakan gambar acuan yang digunakan untuk merealisasikan antara ide ke dalam wujud fisik. Gambar kerja harus mudah dipahami oleh semua personel yang terlibat dalam proses pembangunan fisik. Selain gambar kerja jadwal kerja, metode dan prosedur kerja sangat menentukan terhadap lamanya proyek dilaksanakan, yang secara langsung dapat mempengaruhi pembiayaan proyek. Seorang mandor *precast*, walaupun bukan sebagai pengambil keputusan, tetapi harus ikut aktif dalam mewujudkan pekerjaan yang menjadi tanggung jawabnya. Untuk itu seorang mandor harus dapat membaca gambar kerja, agar pekerjaan sesuai dengan rencana, mengerti jadwal kerja, agar pekerjaan tidak mengalami kemunduran waktu, dan juga dapat menyampaikan metode kerja dan prosedur kerja kepada para pekerja yang diberikan oleh atasannya.

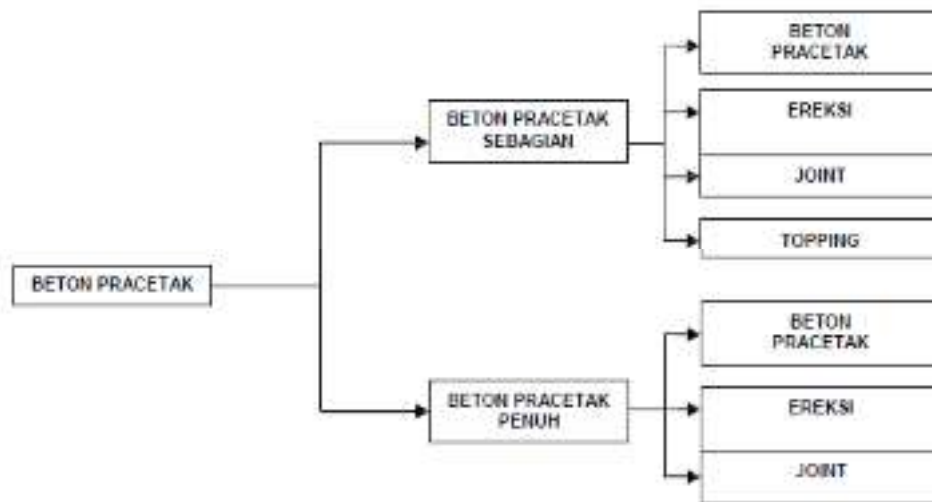
#### 4.2 Gambar Kerja

##### 4.2.1 Penguasaan Lingkup pekerjaan

Lingkup pekerjaan pada pekerjaan pemasangan beton *precast*, tergantung dari metoda pemasangannya. Secara umum sistem struktur komponen beton *precast* dapat digolongkan sebagai berikut :

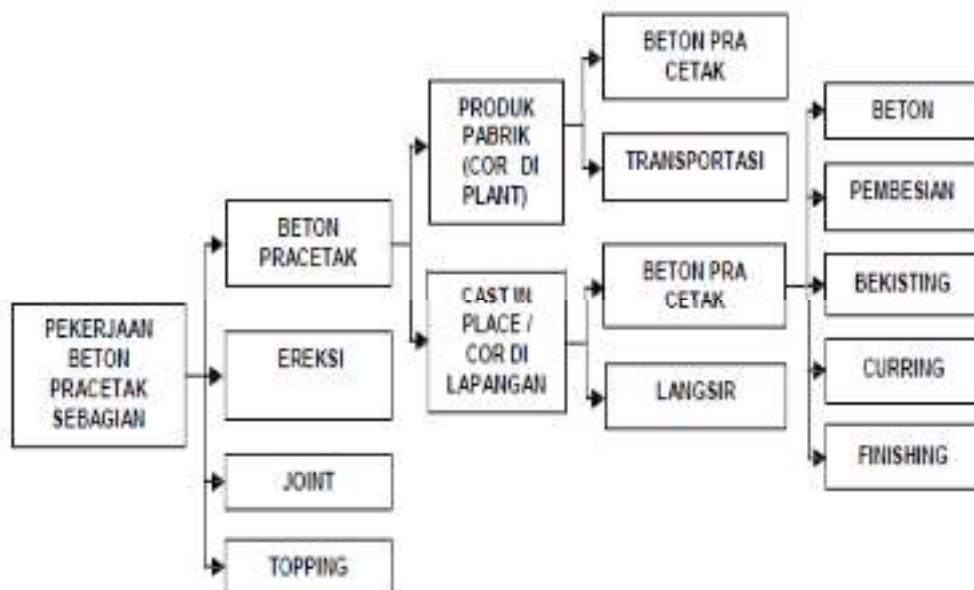
- a. Sistem struktur komponen *precast* sebagian, dimana kekakuan sistem tidak terlalu dipengaruhi oleh pemutusan komponenisasi, misalnya *precast* pelat, dinding di mana pemutusan dilakukan tidak pada balok dan kolom/bukan pada titik kumpul.
- b. Sistem *precast* penuh, dalam sistem ini kolom dan balok serta pelat *diprecast* dan disambung, sehingga membentuk suatu bangunan yang monolit. Pada dasarnya penerapan sistem *precast* penuh akan lebih mengoptimalkan manfaat dari aspek fabrikasi *precast* dengan catatan bahwa segala aspek kekuatan (*strength*), kekakuan, layanan (*serviceability*) dan ekonomi dimasukkan dalam proses perencanaan.

Dalam pengerjaan kedua beton tersebut sangat berbeda, karena pada beton *precast* penuh, yang menentukan terhadap kekuatannya, selain dari mutu beton *precast* itu sendiri juga pada teknik sambungannya .



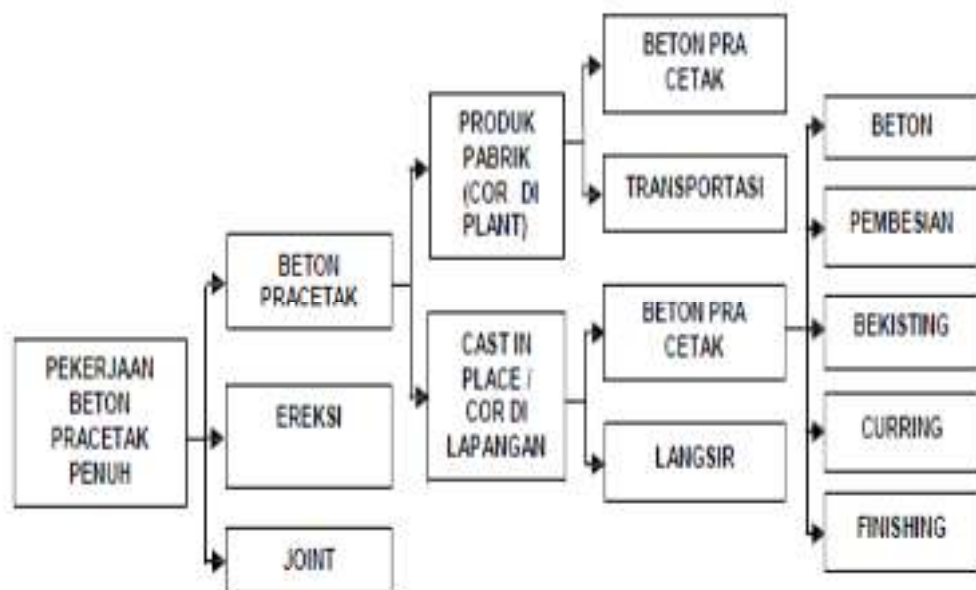
Gambar 4.1 Metoda pemasangan beton *precast*

Pada sistem *precast* sebagian, metoda pelaksanaannya dapat dilihat pada Gambar 4.2 di bawah ini



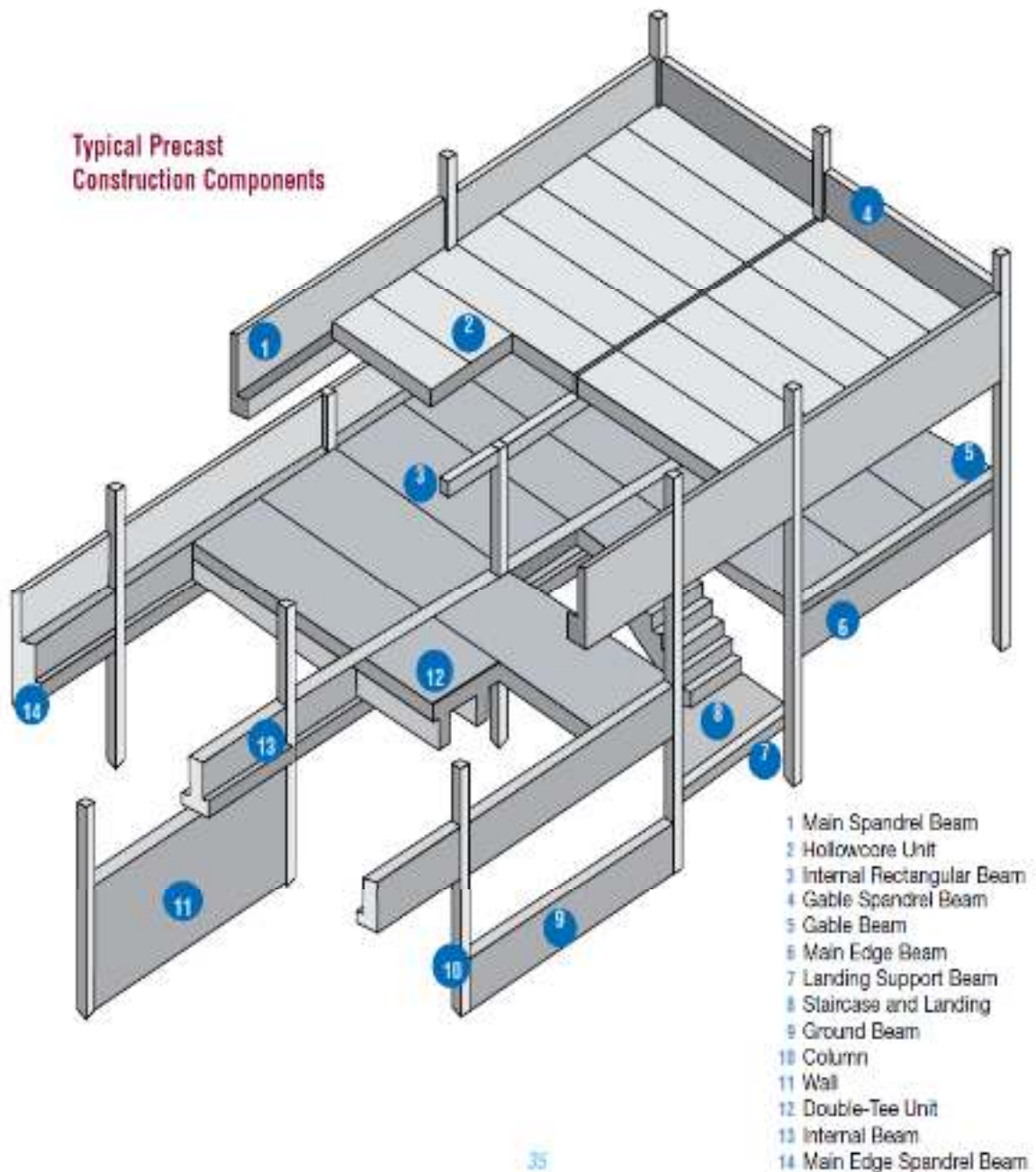
Gambar 4.2 Diagram pembuatan beton *precast* sebagian

Pada sistem *precast* penuh seluruh konstruksi menggunakan beton *precast*, sistem *precast* penuh dapat diklasifikasikan lagi menurut lokasi sambungan komponen, yaitu sambungan ditempat tidak kritis dan sambungan ditempat kritis. Metode pembuatannya seperti terlihat pada Gambar 4.3 di bawah ini



Gambar 4.3 Diagram pembuatan beton *precast* penuh

Dari metode pembuatan beton *precast* diatas akan mempengaruhi lingkup pekerjaannya. Lingkup pekerjaan pada beton *precast* sebagian selain ada pembuatan beton konvensional juga ada pemasangan beton *precast*. Pada beton konvensional dalam pembuatannya harus mengacu kepada persyaratan teknis, baik mengenai mutu maupun pelaksanaannya, sedangkan pada beton *precast* dalam pembuatan selain mengacu kepada persyaratan teknis, juga dalam pemasangan harus melihat gambar kerja dan manual dari beton *precast* itu sendiri.



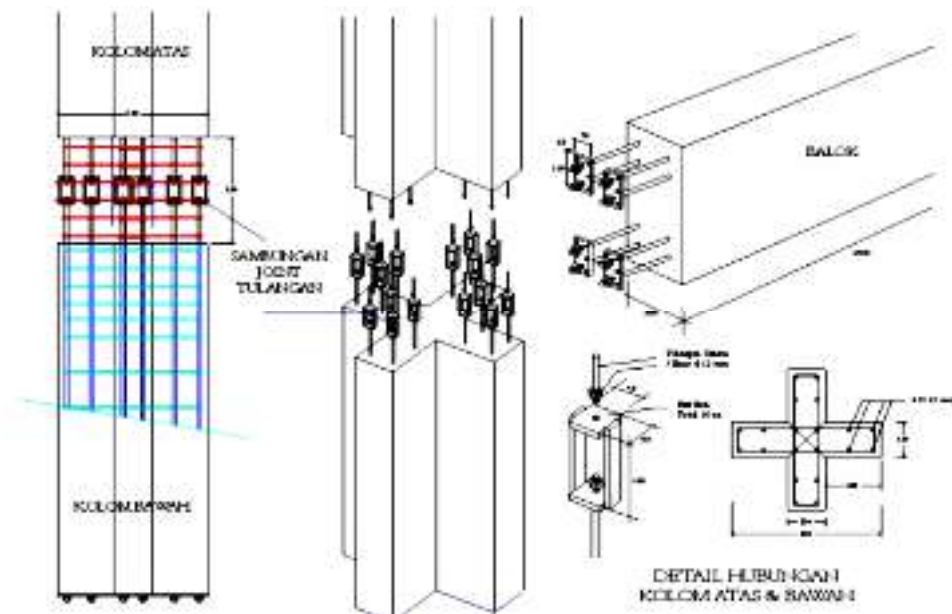
Gambar 4.4 Komponen *precast* dalam struktur bangunan gedung

### Jenis-Jenis Sistem *Precast*

Beberapa jenis *Precast* yang sering dipakai Indonesia, antara lain :

- a. Sistem Struktur *Precast* C-Plus, Sistem *Precast* struktur ini memiliki konsep struktur *precast* rangka terbuka, komponen kolom plus dan balok persegi dengan stek tulangan yang berulir. Sistem sambungan mekanis balok dan kolom, plat baja berlubang dengan mur. Pertemuan

sambungan pada titik kumpul (*poer/kepala*) ditambah tulangan sengkang horizontal dan vertikal di cor dengan beton menggunakan semen tidak susut (*non shrinkage cement*) sehingga berperilaku *wet joint*.



Gambar 4.5 . Sistem Struktur *Precast C-Plus*

b. Sistem Struktur *Precast Bresphaka*. Bresphaka adalah suatu rekayasa konstruksi gedung dengan sistem struktur *precast* model *open frame* yang terdiri dari elemen *precast* kolom, balok, lantai, dinding, tangga dan elemen lainnya, dengan penggunaan bahan beton ringan atau beton normal atau kombinasi keduanya.

1) Model struktur

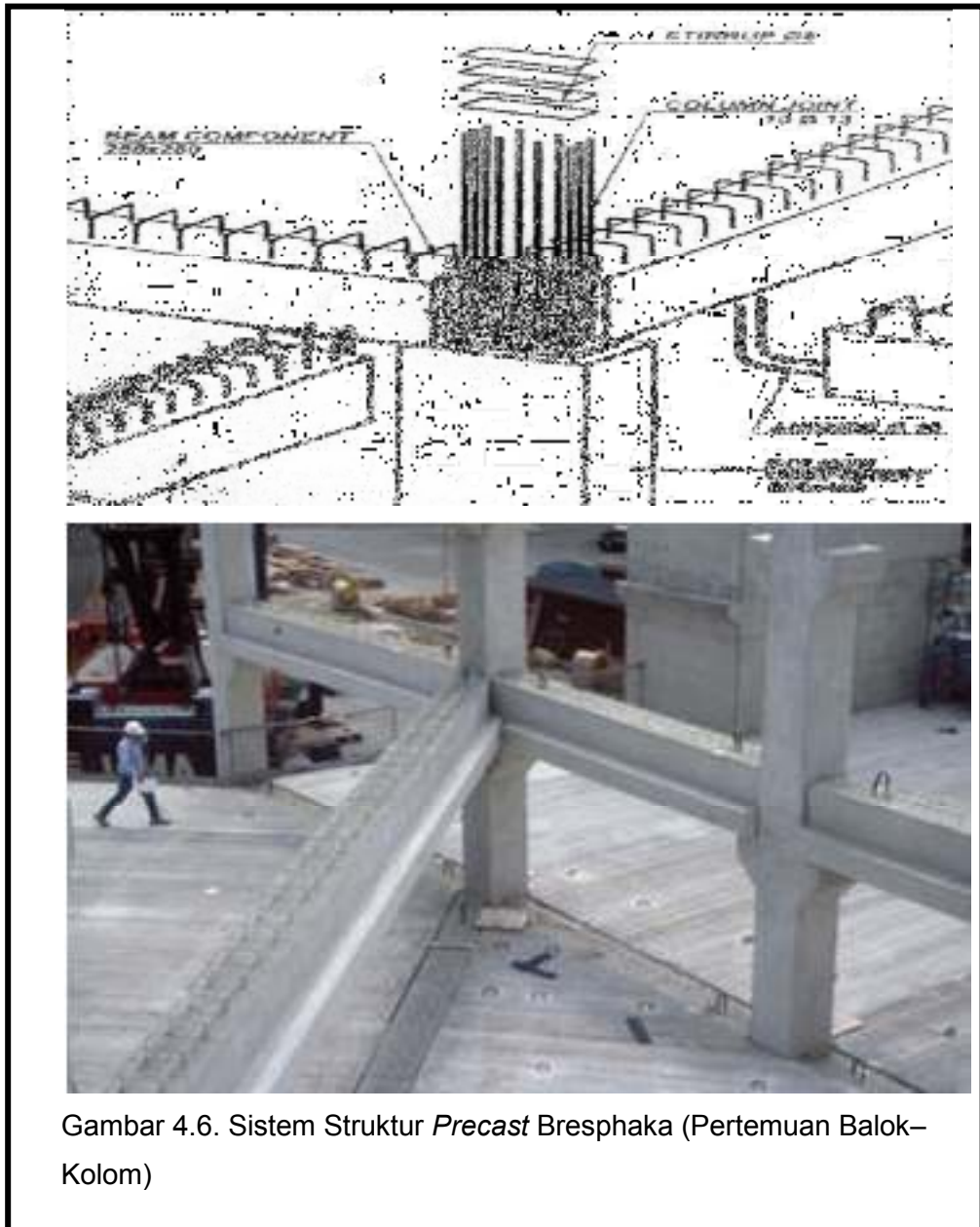
- a) Bersifat rangka terbuka, bentuk penampang elemen struktur sesuai dengan desain dimodelkan dalam perhitungan program struktur.
- b) Sambungan utama di titik kumpul dan direncanakan bersifat daktail penuh
- c) Perencanaan memperhatikan "*stress control*", pemodelan ditumpu dengan perletakkan (*restraints*) pada kondisi beban pelaksanaan struktur.

2) Perencanaan sambungan

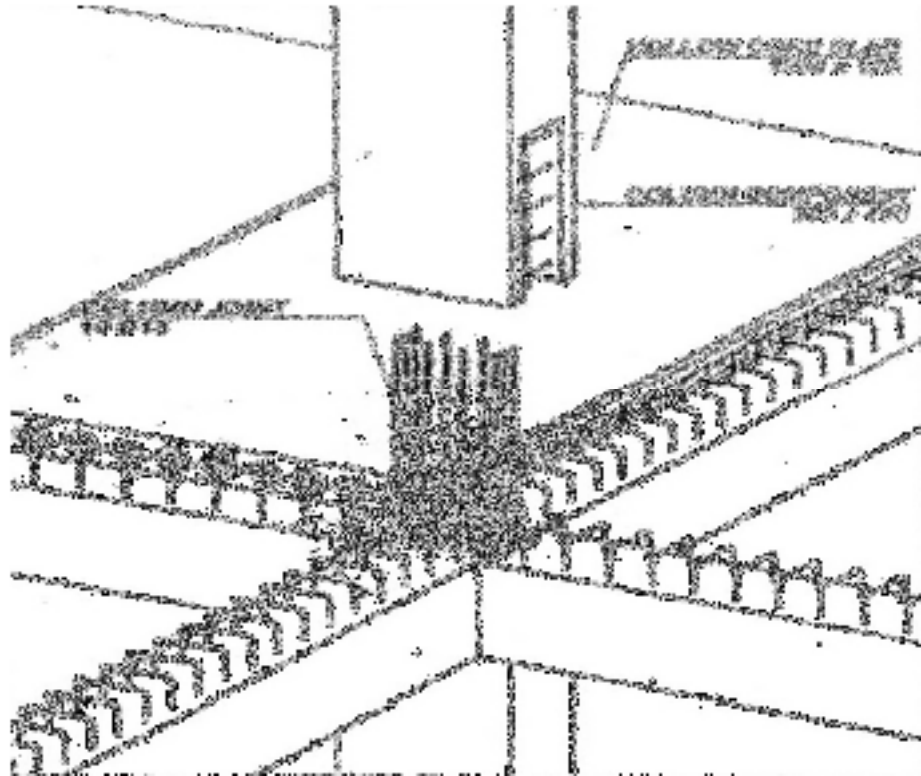
- a) "*Shear connector*" pada balok, untuk menyatukan komponen balok

dan plat

- b) "Shear key" pada plat, diterapkan khusus daerah gempa agar plat dapat membentuk diafragma kaku.
- c) Angkur balok *precast* ke joint, agar keruntuhan/sendai plastis tidak terjadi di perbatasan balok joint.
- d) Angkur kolom, untuk transfer gaya dari kolom atas ke kolom bawah



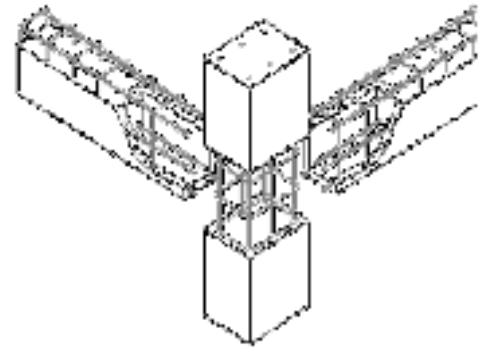
Gambar 4.6. Sistem Struktur *Precast* Bresphaka (Pertemuan Balok–Kolom)



Gambar 4.7 Sistem Struktur *Precast* Bresphaka (Pertemuan Kolom–Kolom)

Kelebihan dari sistem struktur *precast* jenis ini adalah :

- 1) Sistem BRESPHAKA dengan bahan beton mutu tinggi, selain akan memperkecil dimensi struktur/volume beton, juga akan mengurangi berat masa bangunan sehingga dimensi pondasi lebih kecil.
  - 2) Produktivitas tenaga kerja lebih tinggi, sehingga adanya efisiensi biaya yang menjadikan proyek jadi lebih hemat.
  - 3) Kontrol kualitas sistem pabrikasi lebih terjamin.
  - 4) Akurasi ukuran dari elemen bresphaka, menjamin pemasangan di Lapangan lebih presisi dan hasil kerja lebih rapi.
  - 5) Efisiensi terhadap waktu pelaksanaan.
- c. Sistem Struktur *Precast* KML (Kolom Multi Lantai) Sistem KML adalah Sistem beton *precast* yang memberikan percepatan pelaksanaan, karena komponen *precast* kolom dapat dicetak dan dierection langsung untuk 2 - 5 lantai, sehingga dapat menghemat waktu dalam pelaksanaan *erection* komponen kolom.



Gambar 4.8 Sistem Struktur *Precast* KML

Keunggulan utama dari sistem KML ini adalah:

- 1) Lebih terjaminnya kelurusan (ketegakan) as kolom
- 2) Integritas antara komponen-komponen struktur lebih baik karena: Joint kolom-balok-slab yang cukup monolit karena pengecoran dilakukan pada saat topping
- 3) Tulangan atas maupun bawah balok yang terletak disisi-sisi kolom dapat dibuat menerus.

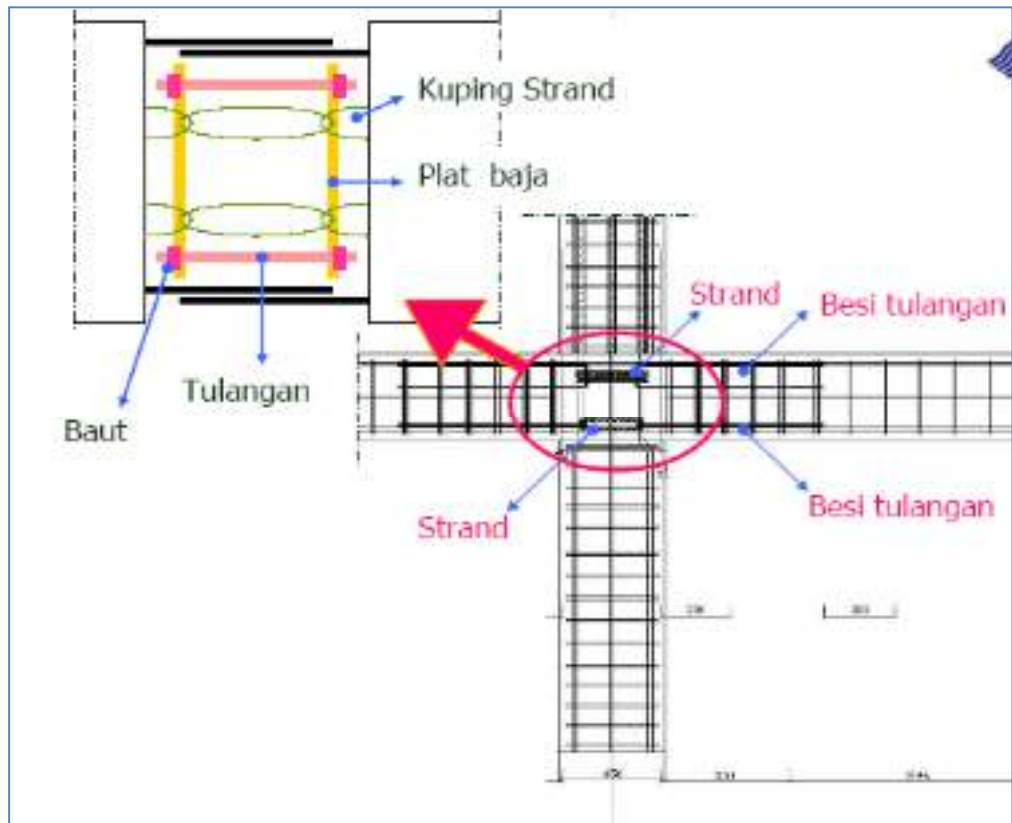
d. Sistem Struktur *Precast* JEDDS (*Joint Elemen Dengan Dua Simpul*)

Konsep dari sistem ini yaitu:

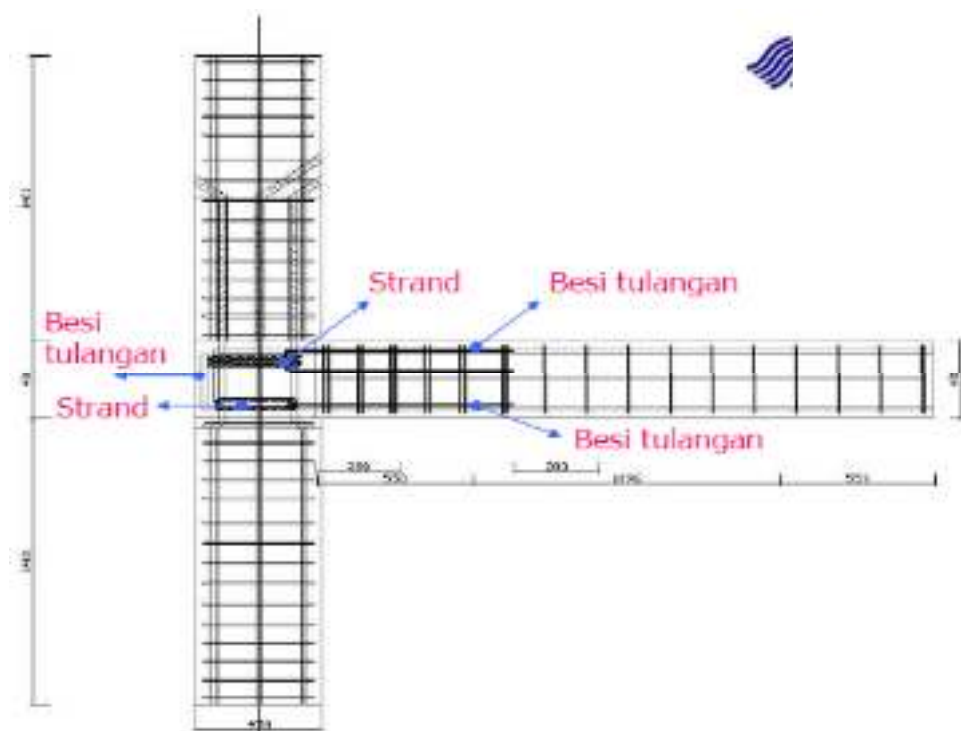
Penamaan “DUA SIMPUL”, Simpul Pertama yaitu transfer gaya antar balok melalui besi tulangan yang diikat pada kuping strand dengan bantuan pelat baja dan baut, sedangkan Simpul Kedua yaitu lilitan strand yang menghubungkan kedua kuping strand untuk mendukung gaya gempa.

Perkuatan tambahan pada joint melalui besi tulangan & begel arah vertikal dan arah horisontal.





Gambar 4.9 Sistem Struktur *Precast* JEEDES (Pertemuan Balok–Kolom)



Gambar 4.10 Detail Kolom dan Pertemuan Balok-Kolom di Tepi pada Struktur *Precast* JEEDES



Keunggulan sistem ini terletak pada perencanaan struktur elemen dan kepraktisan pemasangannya. Pemasangan ini sangat cepat yaitu dua hari perlantai bangunan.

#### 4.2.2 Identifikasi gambar kerja dengan kondisi riil di lapangan

Gambar kerja terdiri dari berbagai unsur, yang memuat informasi mengenai dimensi, bahan, dan warna. gambar yang digunakan sebagai acuan untuk dilaksanakan/dikerjakan di lapangan, gambar kerja harus dibuat sedemikian rupa sehingga mudah/bisa dimengerti di dalam pelaksanaan pekerjaannya, biasanya disebut juga dengan *Shopdrawing*, gambar kerja merupakan penyempurnaan dari gambar desain yang telah ada dan disesuaikan dengan kondisi keadaan *existing*. *Shop drawing* ini juga bisa digunakan sebagai dasar pembayaran/penagihan kepada pemilik proyek.

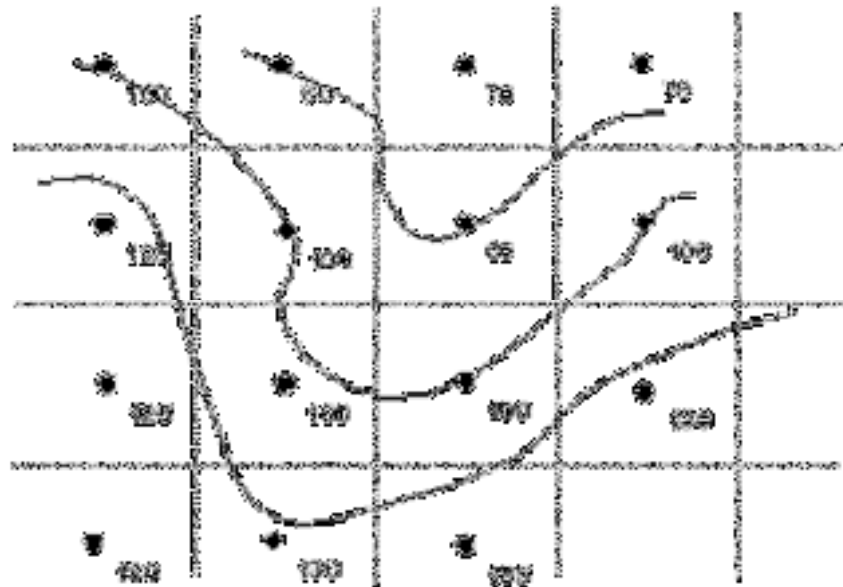
Bangunan yang akan dibuat tidak dapat dipisahkan dari lingkungan sekitarnya. Bangunan dibuat untuk menampung dan mendukung berbagai kegiatan manusia untuk merespon kebutuhan-kebutuhan sosial, budaya, ekonomi, dan politik. Dan dibangun dalam suatu lingkungan alami atau lingkungan binaan yang dapat membatasi atau sebaliknya mendukung perkembangan lebih lanjut. Dengan demikian harus dipertimbangkan dengan cermat faktor-faktor lingkungan, tapak bangunan ketika mengembangkan desain dan konstruksi suatu bangunan.

Kondisi lingkungan di area pekerjaan perlu diidentifikasi kembali untuk meyakinkan bahwa area lapangan pekerjaan sesuai dengan rencana, atau ada kemungkinan area pekerjaan tidak sesuai dengan rencana, sehingga tidak memungkinkan dibuat suatu bangunan. Untuk itu perlu dirancang ulang desain yang telah dibuat.

Kondisi lingkungan dapat dilihat dari peta topografi atau survey ke lapangan. Dari peta topografi bisa dilihat dari garis kontur di area lapangan pekerjaan. Garis kontur adalah garis imajiner yang menghubungkan titik-titik yang memiliki ketinggian yang sama diukur terhadap suatu titik tetap atau titik dasar. Lintasan garis kontur memperlihatkan bentuk formasi tanah pada ketinggian tertentu. Garis kontur selalu kontinu dan tidak pernah saling tumpang tindih, garis ini hanya bersinggungan hanya jika kontur curam di suatu titik pada bidang vertikal.

Interval kontur adalah perbedaan ketinggian antara garis-garis kontur yang

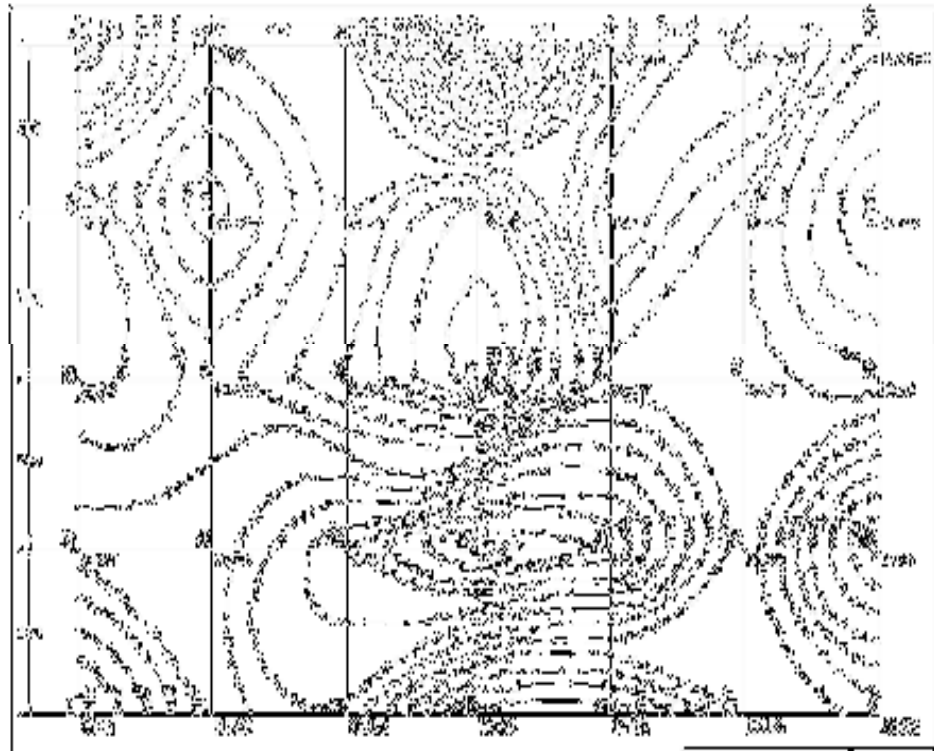
bersebelahan dalam peta topografi atau denah tapak. Interval yang dipakai ditetapkan berdasarkan skala gambar, besarnya tapak, dan kondisi alami topografi tapak. Semakin luas lahan dan semakin curam lereng, semakin besarlah interval kontur. Untuk lahan yang luas atau lereng yang curam, dapat dipakai interval 5 atau 10 meter. Untuk tapak yang kecil dan agak datar interval kontur 0,5 atau 1 meter.



Gambar 4.13 Gambar garis kontur

Dapat dipahami sifat alami topografi suatu tapak dengan melihat jeda jarak horizontal antar garis-garis kontur dan bentuk garis-garis tersebut.

1. Kontur yang jarang memperlihatkan tapak yang relatif datar atau berlereng landai
2. Kontur yang berjarak seragam berarti lerengnya tetap atau konstan
3. Kontur yang rapat memperlihatkan lereng yang relatif curam
4. Garis kontur memperlihatkan punggung bukit, bila mengarah pada elevasi yang lebih rendah dan memperlihatkan lembah apabila mengarah pada elevasi yang lebih tinggi



Gambar 4.14 Gambar garis kontur yang menandakan curam, landai, bukit dan lembah

Lereng dengan kemiringan lebih dari 25 % rentan terkena erosi dan sulit untuk membangun di atasnya

Lereng dengan kemiringan antara 10% – 25 % bisa digunakan untuk kegiatan outdoor dan lebih mahal untuk pembangunan.

Lereng dengan kemiringan 5% – 10 % cocok untuk kegiatan outdoor informal dan dapat dibangun tanpa banyak kesulitan.

Lereng dengan kemiringan kurang dari 5 % dapat digunakan untuk hampir semua kegiatan outdoor dan relatif mudah untuk membangun di atasnya.

$$\text{Lereng (\%)} = \frac{\text{perbedaan elevasi}}{\text{jarak horizontal}} \times 100\%$$

Dalam pembuatan shop drawing begitu penting sebagai bagian dari proses konstruksi, selain pada fungsinya sebagai penyatuan bahasa terhadap jenis pekerjaan yang harus dilaksanakan di lapangan, pada kenyataan di lapangan ditemui hal-hal sebagai berikut :

Gambar dari konsultan perencana tidak detail

Gambar kontrak sebagai bagian dari produk perencana memang tidak harus detail, tapi paling tidak item-item pekerjaannya tergambar secara jelas. Jika kekurangan detail itu hanya tentang dimensi atau identifikasi jenis material, maka itu dapat langsung ditambahkan pada proses *shop drawing*. Tapi jika ada item pekerjaan yang sebenarnya harus ada secara sistem tapi tidak tergambar, maka perlu klarifikasi dengan pihak MK atau perencana, misalnya pada forum rapat atau korespondensi lainnya, untuk kemudian didapat acuan yang kuat untuk membuat *shop drawing*.

Tingkat detail sebuah *shop drawing* adalah pada :

1. Posisi pekerjaan yang jelas dengan adanya *keyplan* dan alamat (as dan grid)
2. Notasi gambar atau legend yang jelas menunjukkan jenis pekerjaan atau material
3. Ukuran dan elevasi yang jelas pada tiap item pekerjaan
4. Dimensi yang akurat (menggunakan satuan milimeter)
5. Note atau catatan yang jelas menunjukkan metode pekerjaan

Terjadinya perbedaan antara gambar kontrak, *Bill of Quantity* (BQ) dan Rencana Kerja dan Syarat (RKS)

Sering terjadi perbedaan antara gambar kontrak, BQ dan RKS, baik menyangkut item pekerjaan maupun volume pekerjaannya. Untuk itu *shop drawing* dapat berfungsi untuk memperjelas, mana yang akan dipakai. Hal ini tentunya melalui forum rapat koordinasi dengan pihak Manajemen Konstruksi (MK)/*owner*, sehingga dicapai kesepakatan atas adanya perbedaan tersebut, yang tentunya mengacu pada tercapainya sistem yang optimal. Karena dari *shop drawing* inilah akan dihitung volume pekerjaan yang dilaksanakan.

#### **4.2.3 Penyampaian gambar kerja jika ditemukan adanya ketidaksesuaian dan ketidak lengkapan dengan kondisi riil lapangan**

Tugas seorang mandor adalah mengkoordinir para pekerja untuk melaksanakan pekerjaan konstruksi sebagaimana yang tertuang dalam gambar kerja yang merupakan produk dari perencana.. Namun tentunya

ada prosedur standar dalam manajemen konstruksi, yang melibatkan unsur owner, konsultan pengawas (MK) dan kontraktor, yang mengatur implementasi gambar kerja sebagai produk perencana, sehingga siap untuk dilaksanakan di lapangan. Dalam dunia konstruksi, tahapan ini merupakan tahap pembuatan *shop drawing*.

*Shop drawing* menjadi media komunikasi yang vital antara design dan pelaksanaan. Karena itu harus dibuat dengan tingkat detil sehingga pelaksana dapat dengan mudah memahami apa yang harus dikerjakan, tanpa menimbulkan perbedaan tafsir terhadap gambar tersebut. Secara lebih mendasar, *shop drawing* adalah gambar yang siap untuk diimplementasikan di lapangan. Sedangkan gambar kerja (kontrak) adalah gambar acuan dasar (yang merupakan produk perencana) dalam pembuatan *shop drawing*. Namun kenyataan di lapangan tidaklah selalu demikian. Pada sebagian proyek konstruksi, sering terjadi *shop drawing* yang hanya berupa gambar kontrak yang diperbesar dan disesuaikan ukuran dan skalanya pada bagian yang dilaksanakan. *Drafter* ibarat jadi mesin fotokopi yang bisa melakukan *copy* perbesar. Gambar kerja dari perencana dianggap sebagai gambar yang siap untuk dilaksanakan, sehingga kontraktor tinggal meng-*copy paste* dan ganti kop saja.

Sebenarnya kondisi seperti ini mengandung resiko yang cukup mendasar, baik dalam hubungan antara kontraktor dengan *owner* atau pengawas, maupun dalam kaitannya dengan proses audit (terutama untuk proyek-proyek pemerintah). Hal ini mestinya disadari oleh semua pihak yang terkait, yaitu kontraktor, konsultan pengawas (MK) dan *owner*.

Membuat *shop drawing* haruslah memperhatikan obyek pengguna yang terdiri atas pelaksana/supervisi, mandor, dan pekerja. Harus diketahui tingkat kemampuan dan pemahaman mereka dalam membaca dan mempersepsikan gambar *shop drawing*. Pelaksana mungkin cukup mampu untuk membaca gambar tersebut, tapi tingkat pemahaman mandor atau pekerja tentu akan berbeda. Memahami kemampuan pengguna akan membuat gambar *shop drawing* tidak menyulitkan mereka dalam memahami dan tidak membuang waktu atas diskusi gambar serta menghindari terjadinya kesalahan pelaksanaan akibat kesalahan persepsi. Dengan memahami kemampuan pengguna, *shop drawing* akan menjadi media komunikasi yang efektif.

Kesepahaman terhadap pekerjaan juga diperlukan dalam pelaksanaan di lapangan. Dan ini harus dimulai dari kejelasan *shop drawing* itu sendiri, selain melalui forum sosialisasi *shop drawing* kepada tim lapangan (site manager, pelaksana/supervisi, subkontraktor, mandor dan pekerja). Hal-hal yang menyangkut tingkat detail *shop drawing* pada bagian di atas harus jelas, agar tidak menimbulkan perbedaan persepsi dalam membaca gambar. Untuk itu *shop drawing* ini pun harus terdistribusi dengan baik pada semua pihak terkait, baik tim lapangan maupun *cost control*

Mungkin ada yang beranggapan bahwa proses pembuatan *shop drawing* merupakan beban dalam proses pelaksanaan konstruksi. Padahal secara manajerial adalah sebaliknya. *Shop drawing* mutlak diperlukan, selain untuk kejelasan dan kesepahaman terhadap pelaksanaan pekerjaan, juga untuk menghindari kesalahan dalam pekerjaan yang berakibat pada terjadinya *re-work*, yang tentunya berdampak pada pembengkakan waktu dan biaya.

Untuk itu jika dalam pelaksanaan pekerjaan ternyata gambar kerja tidak sesuai dengan kondisi di lapangan, mandor harus segera lapor kepada pelaksana lapangan. Karena dalam pekerjaan pemasangan beton *precast*, semua komponen beton dibuat akurat dan *typikal* (bentuknya sama). Jadi kalau ada yang berbeda, kemungkinan bukan komponen yang sejenis, atau cacat dari pabrik.

Untuk melihat perbedaan antara gambar kerja dengan kondisi di lapangan, untuk beton *precast* sangat mudah, bisa dilihat secara visual atau jika ingin presisi dengan cara mengukur ulang bentuk yang terdapat di lapangan dibandingkan dengan gambar kerja atau gambar dari pabrik.

Walaupun beton tersebut dibuat di pabrik, tetapi selalu ada yang cacat, baik pada pembuatan maupun pengangkutan. Adanya komponen beton *precast* yang cacat dapat mengakibatkan terbengkalainya pekerjaan selanjutnya. Karena jumlah komponen tersebut jumlahnya sudah dibuat berdasarkan pesanan, sehingga untuk membuat atau mendatangkan kembali memerlukan waktu. Komponen beton yang cacat tersebut apakah masih dapat digunakan atau tidak, tergantung dari keputusan konsultan perencana. .

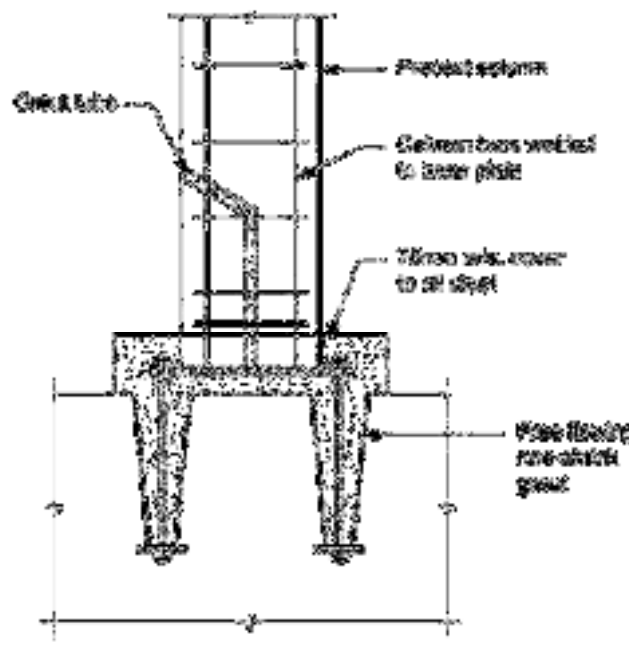


#### 4.2.4 Penjelasan Gambar kerja

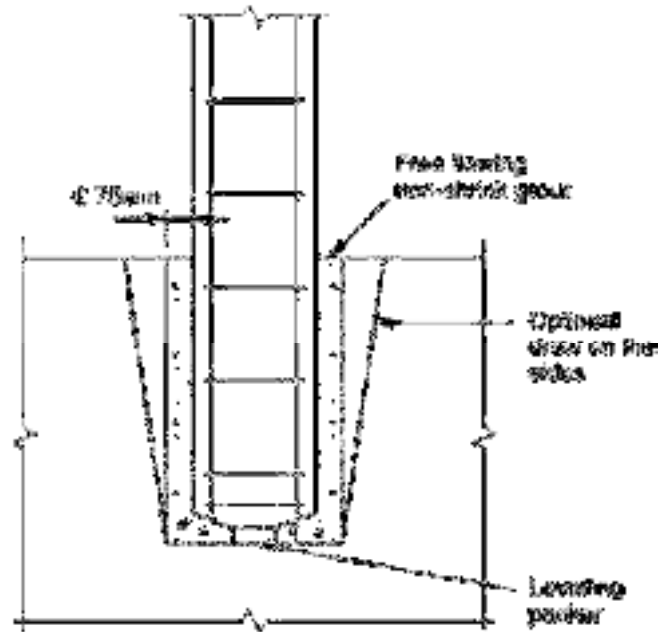
Gambar kerja adalah gambar acuan yang digunakan untuk merealisasikan antara ide ke dalam wujud fisik. Gambar kerja harus dipahami oleh semua personel yang terlibat dalam proses pembangunan fisik. Gambar kerja pun terdiri dari berbagai unsur, yang memuat informasi mengenai dimensi, bahan, dan warna.

Dalam prosesnya, kontraktor pelaksana lapangan akan meminta gambar kerja kepada arsitek untuk digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan proyek. Mulai dari nol, sampai finish. Gambar kerja akan membantu kontraktor untuk menciptakan wujud fisik sesuai dengan ide arsitek. Dengan bantuan gambar kerja, arsitek tidak perlu untuk mengawasi setiap detail dari semua unsur pembangunan, karena akan menyita waktu dan tidak efisien. Maka dari itu, gambar kerja harus bisa dibaca dan dipahami oleh kontraktor pelaksana.

Gambar kerja dalam pelaksanaan beton *precast* meliputi gambar sebagai berikut :

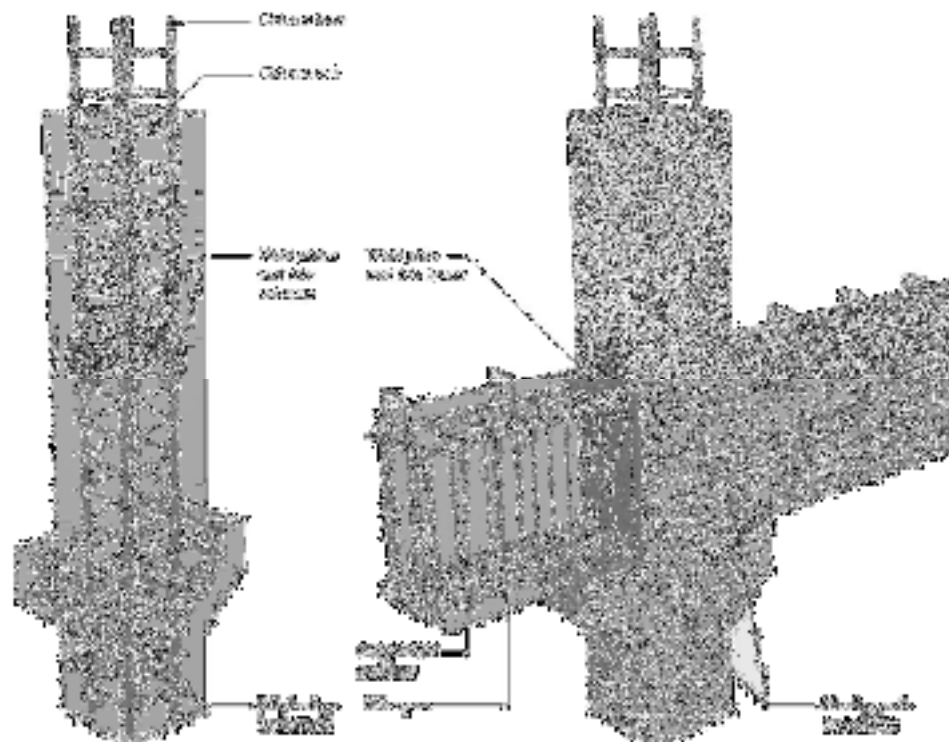


(A)

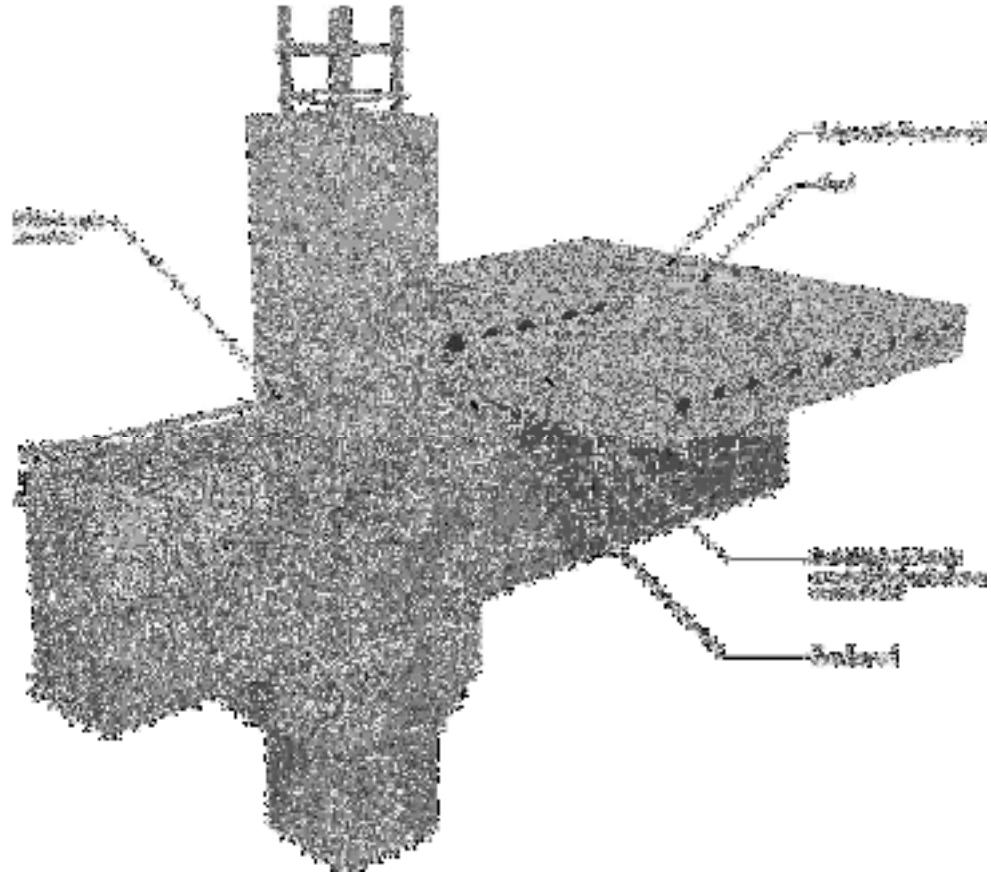


(B)

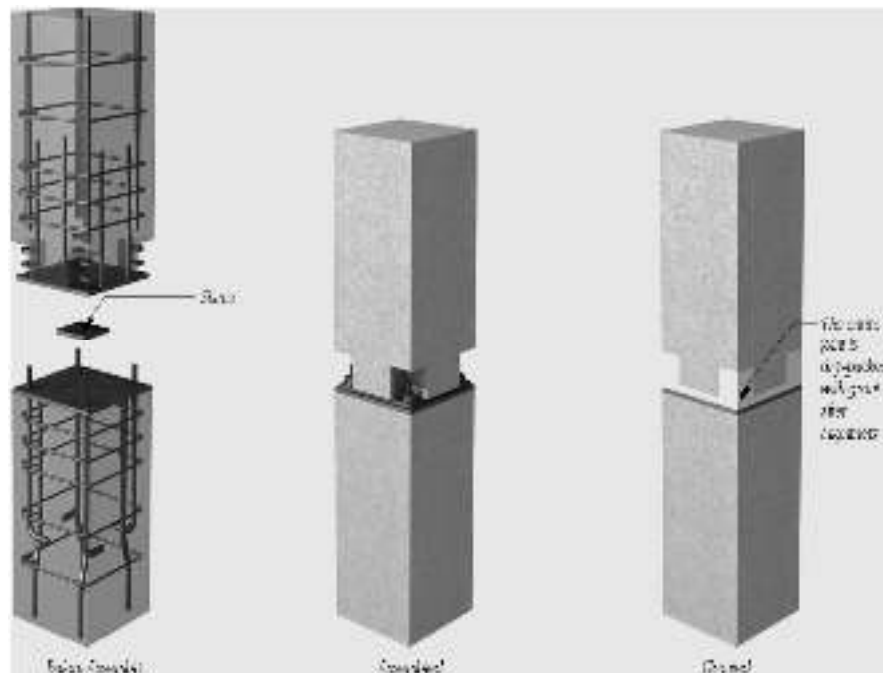
Gambar 4.15 Hubungan kolom dengan pondasi : dengan *base plate* lebih besar dari kolom dan (B) kolom masuk kedalam *socket*



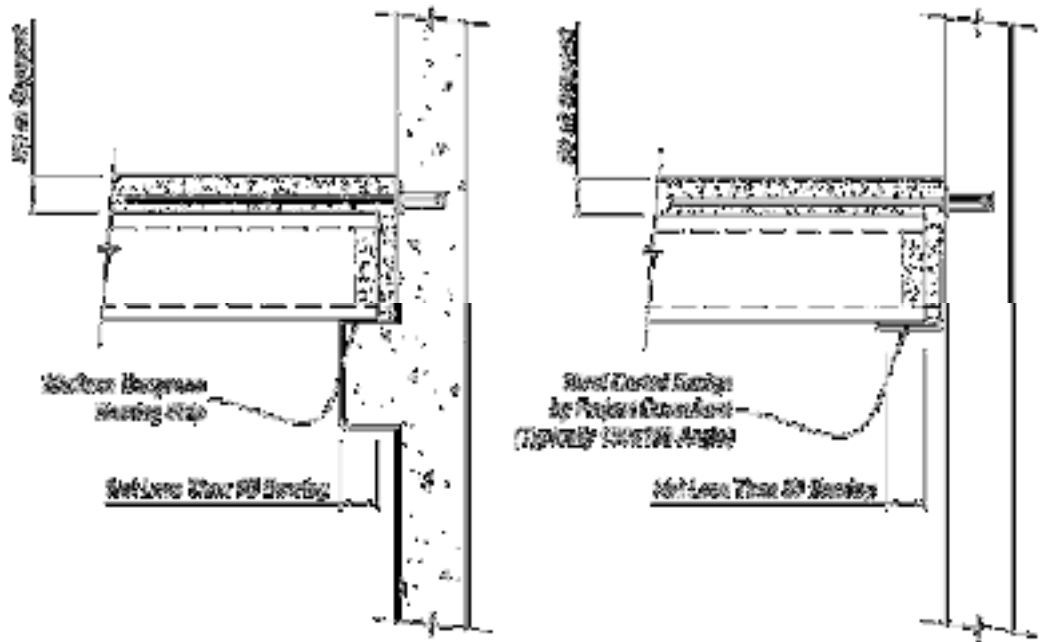
Gambar 4.16 Hubungan antara kolom dengan balok



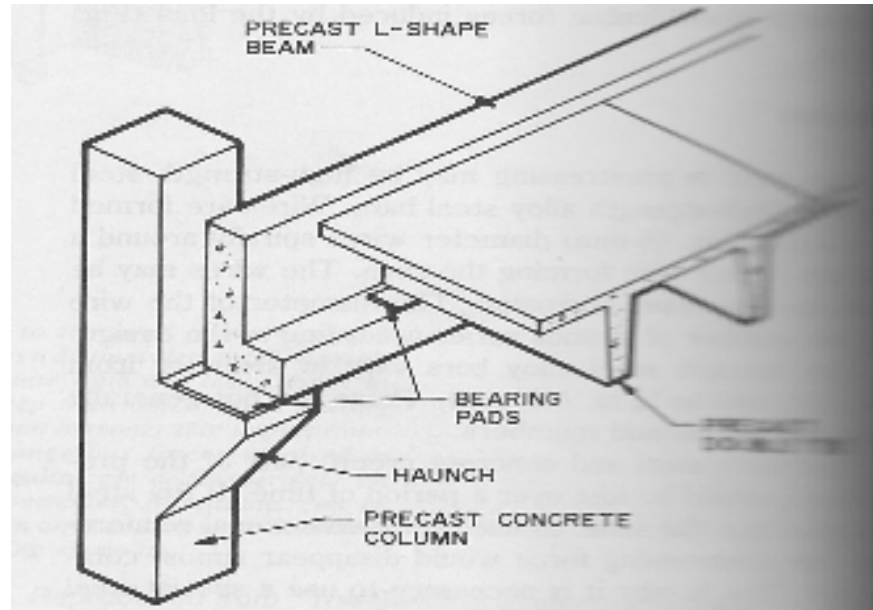
Gambar 4.17 Hubungan balok dengan kolom dan slab



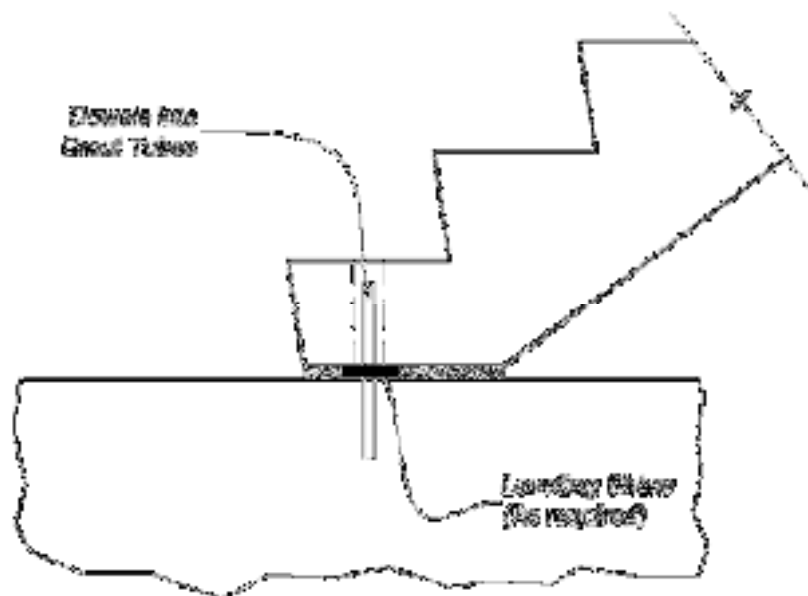
Gambar 4.18 Hubungan kolom dengan kolom



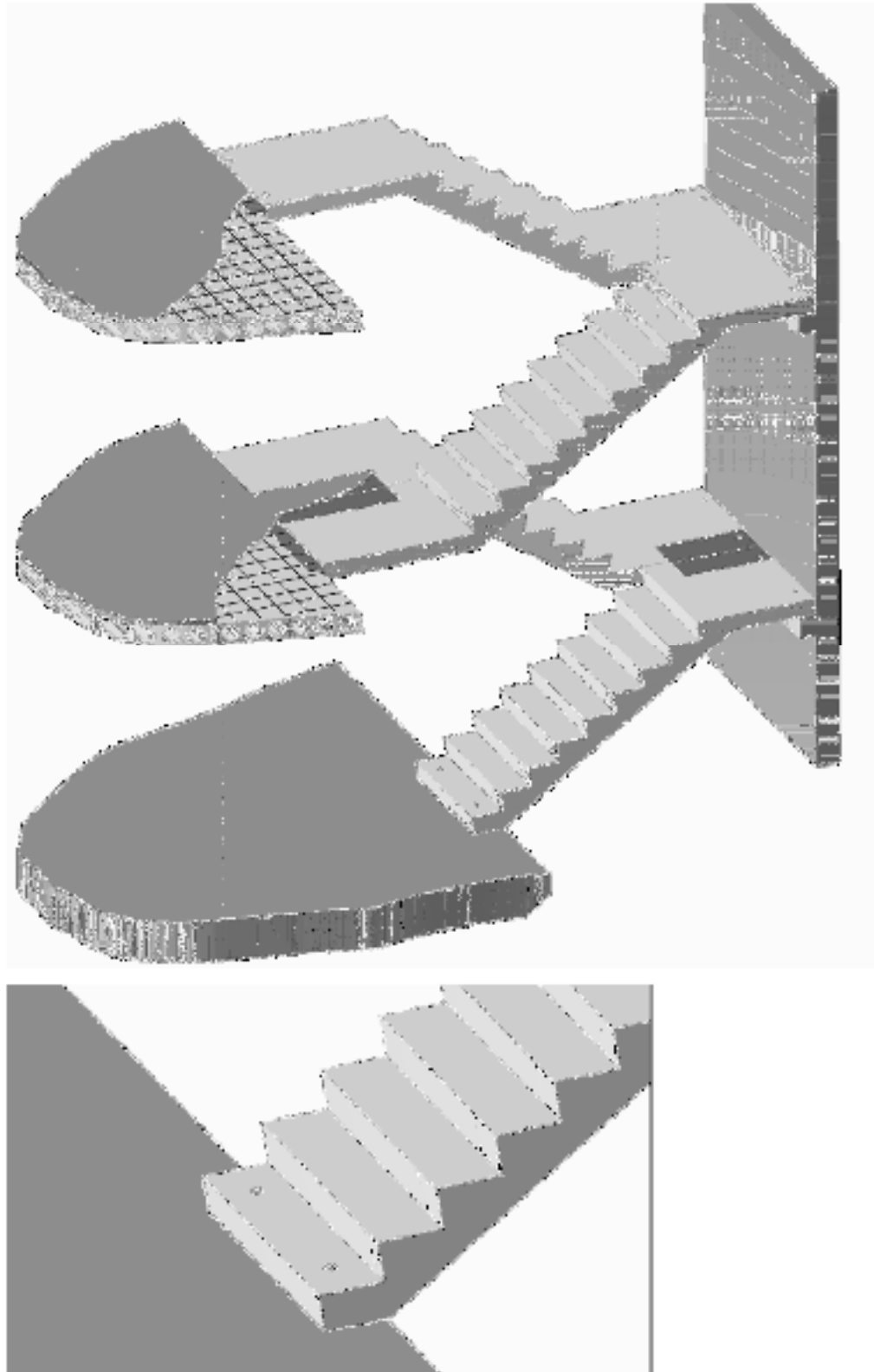
Gambar 4.19 Gambar hubungan antara dinding dan slab



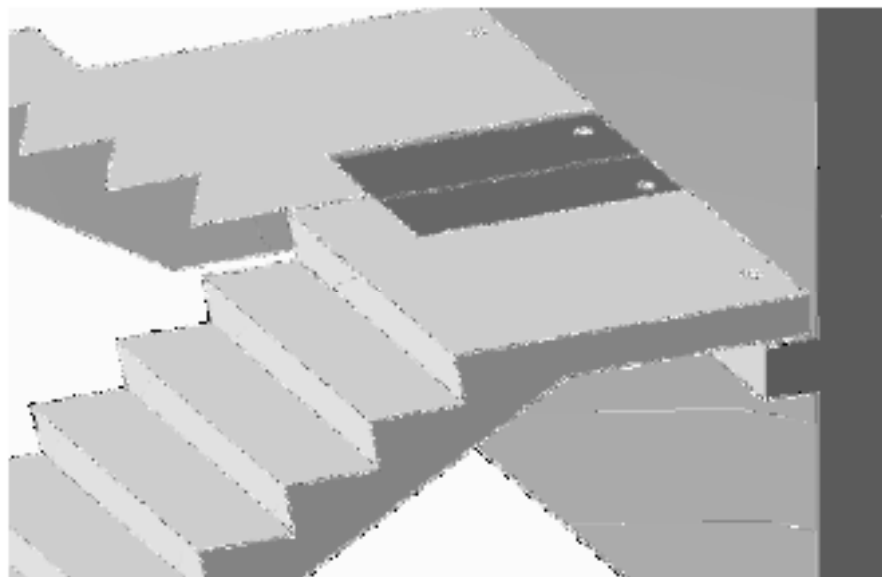
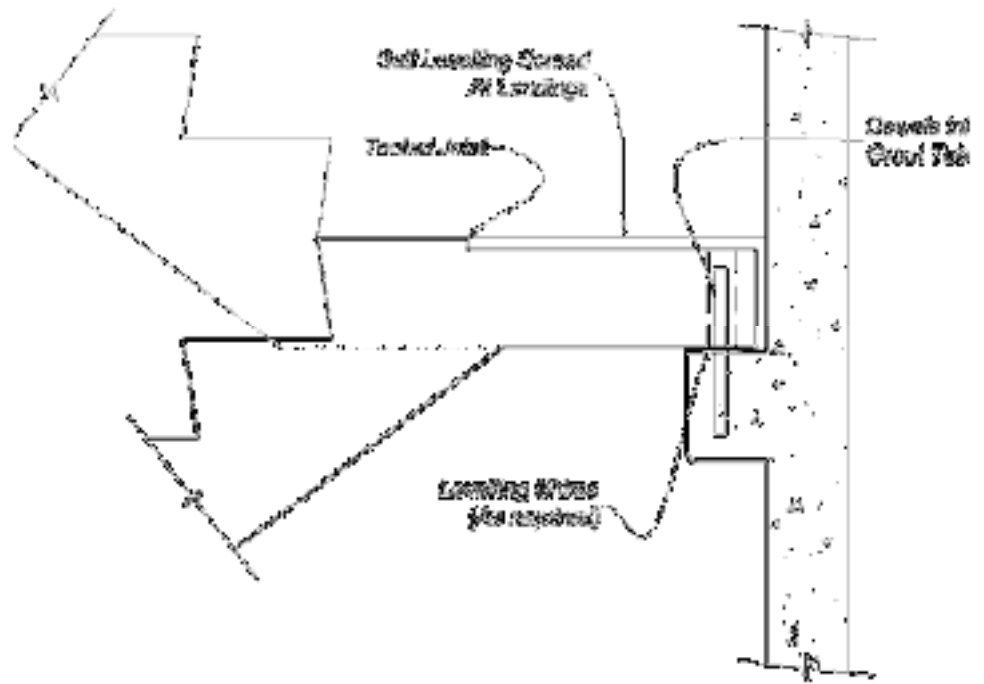
Gambar 4.20 Balok L dan balok tee digunakan untuk mendukung lantai dan konstruksi atap precast



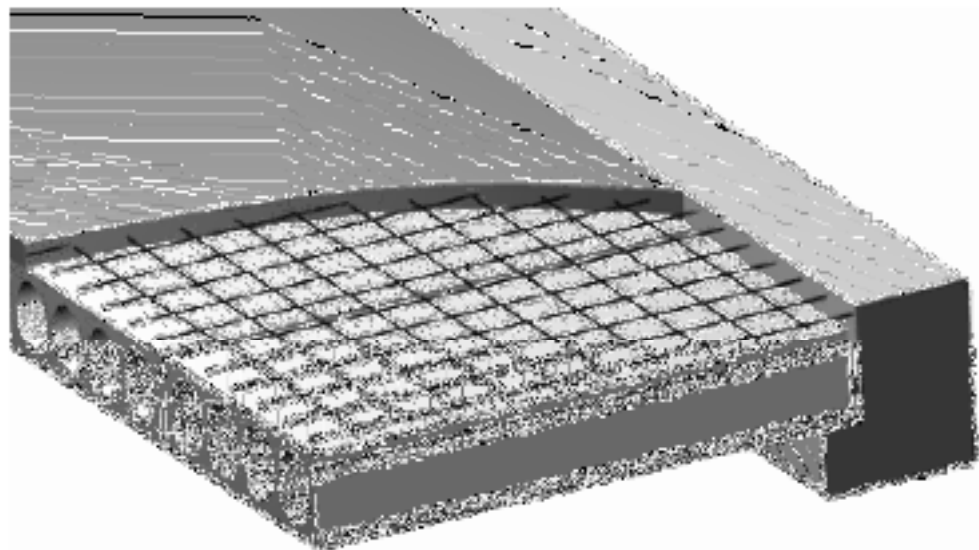
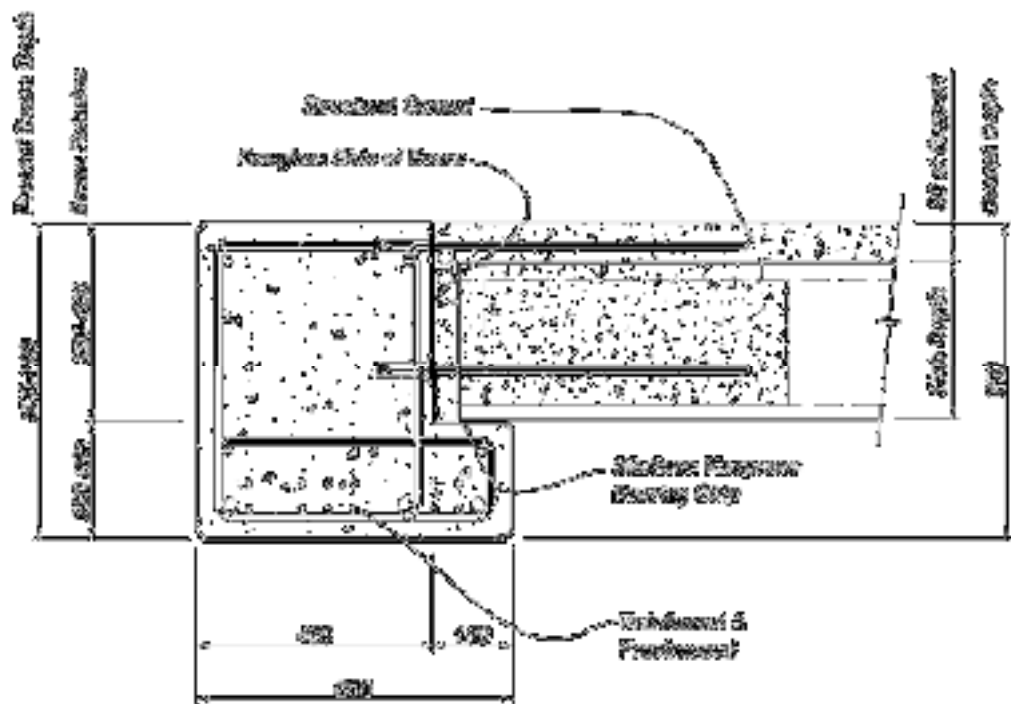
Gambar 4.21 Hubungan antara tangga precast dengan balok atau plat penyangga



Gambar 4.22 Prespektif hubungan antara tangga *precast*

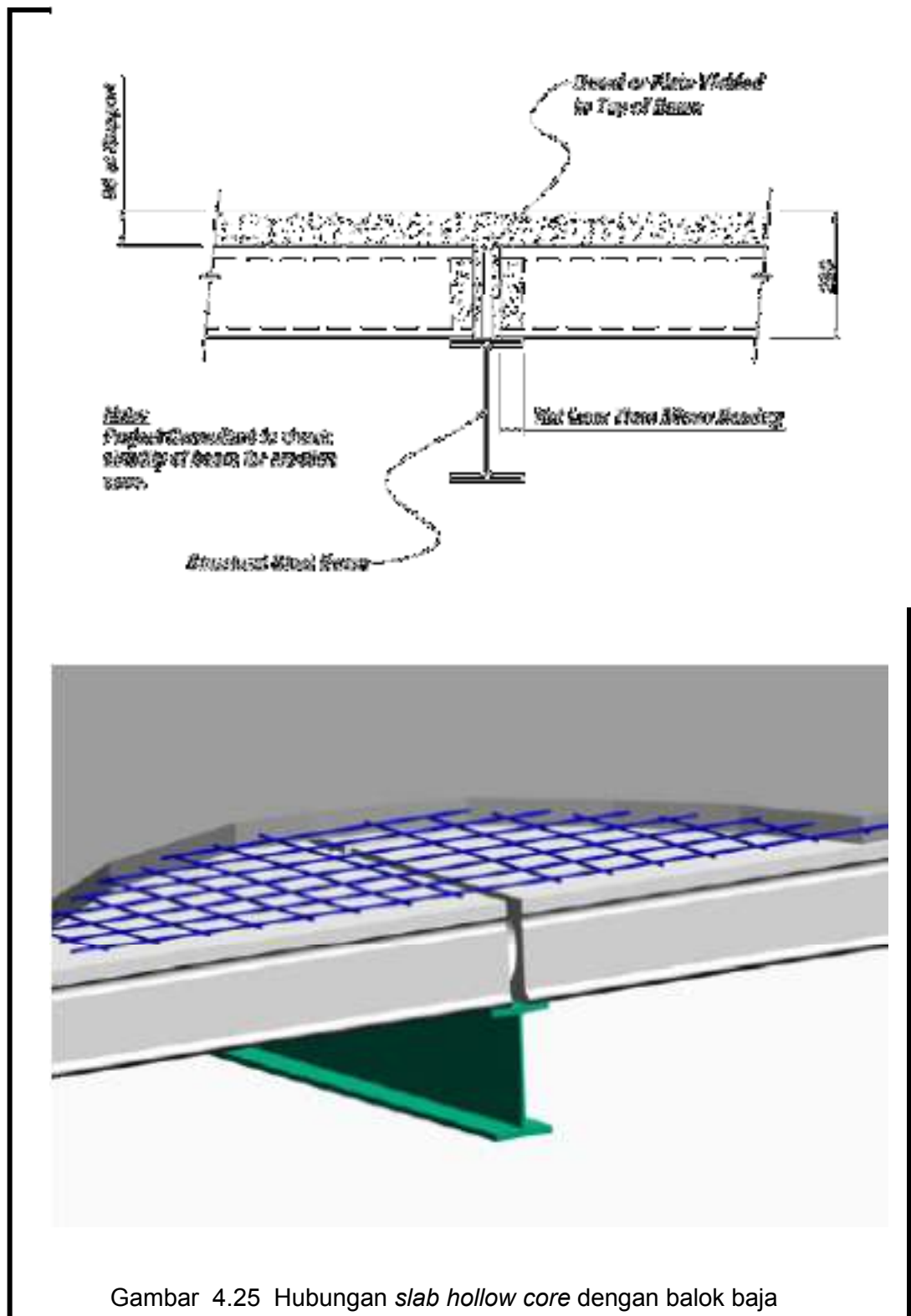


Gambar 4.23 Hubungan tangga dengan dinding



Gambar 4.24 Hubungan antara slab hollow core dengan dengan balok

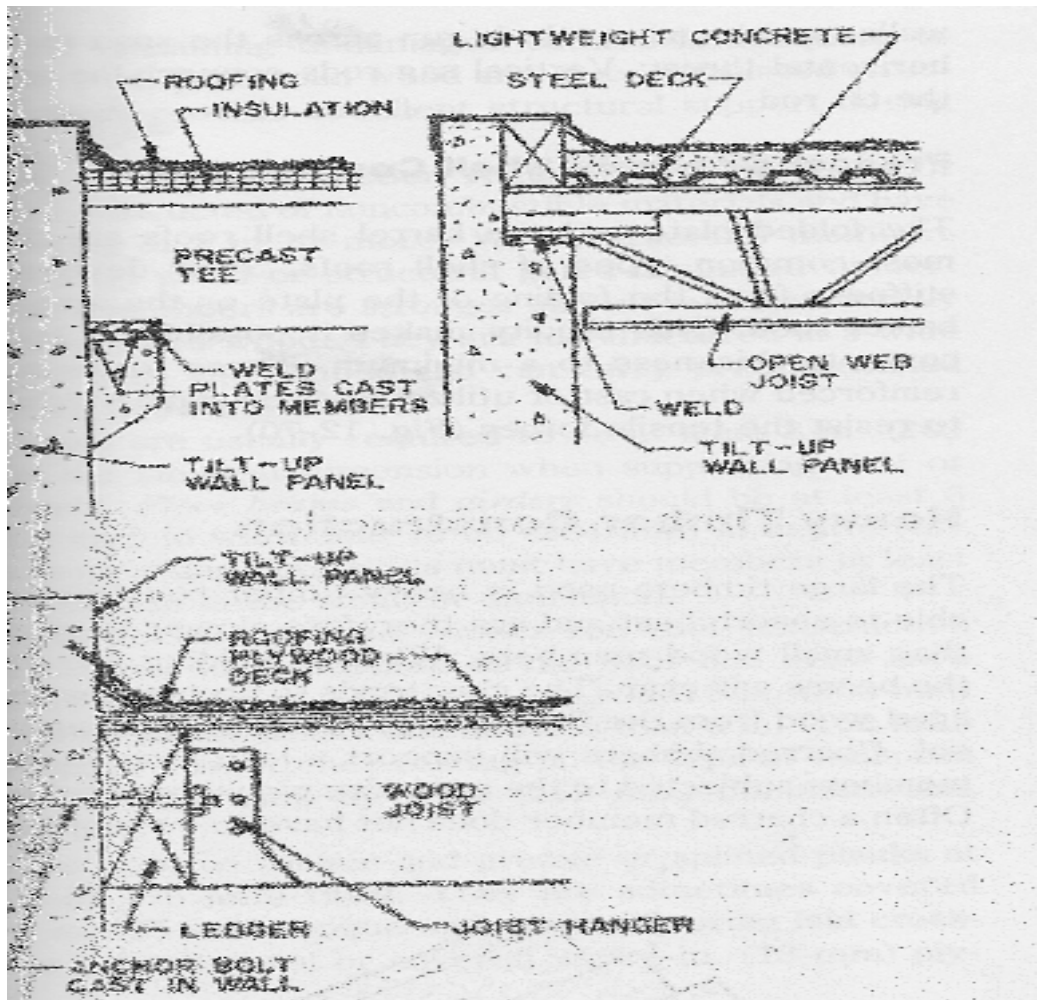




Gambar 4.25 Hubungan slab hollow core dengan balok baja



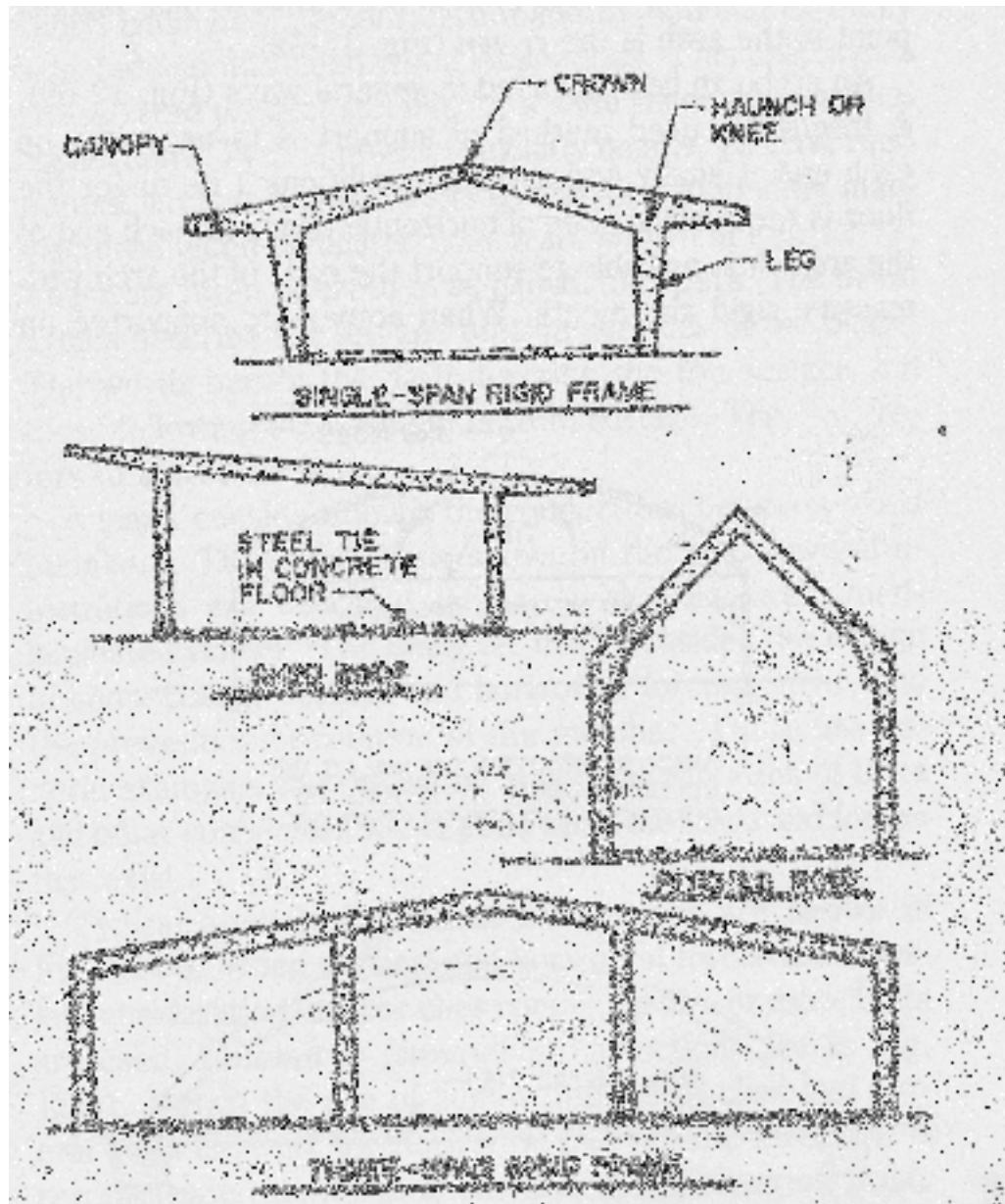
Gambar 4.26 komponen atap precast



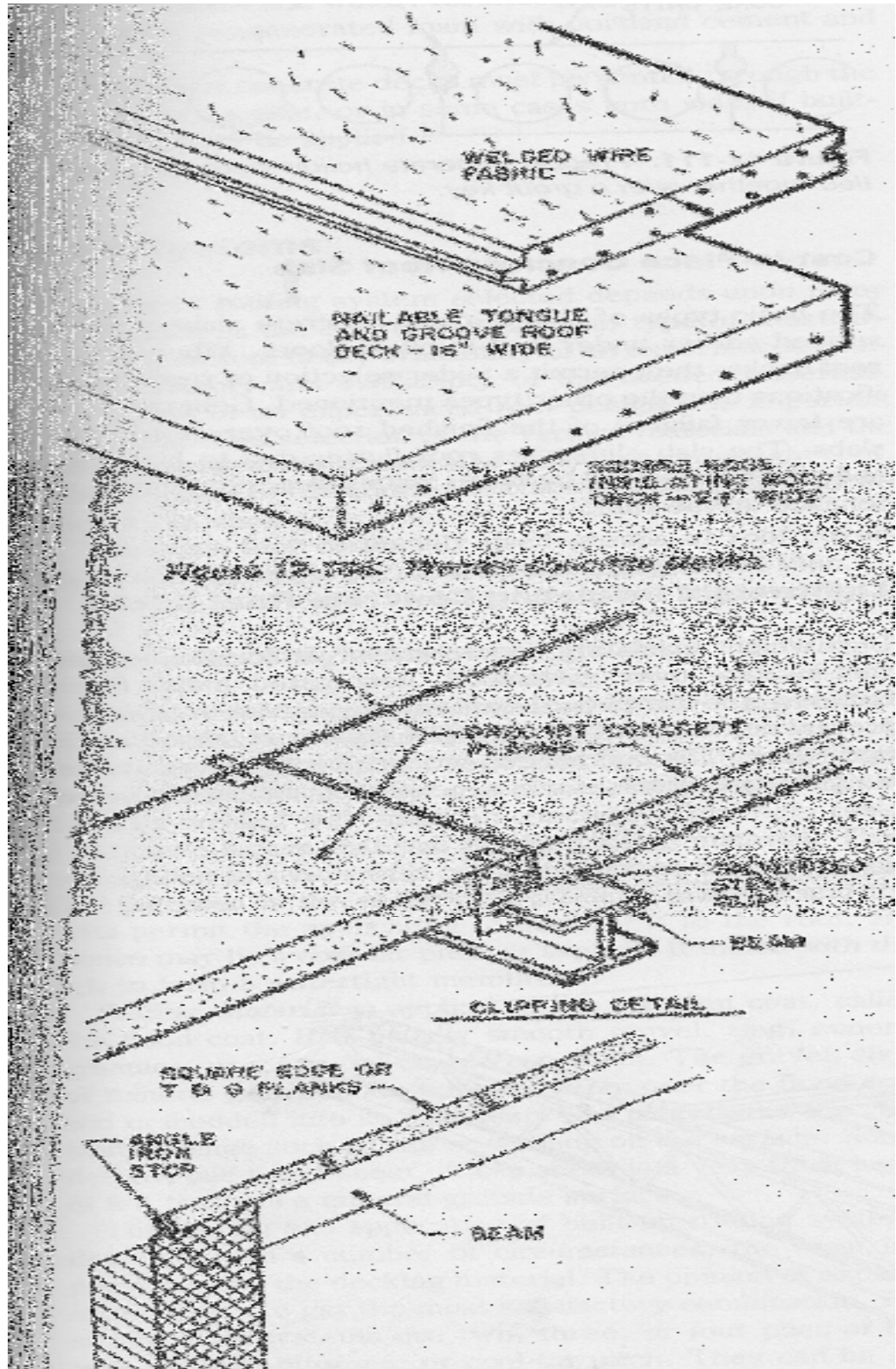
Gambar 4.27 Hubungan atap dengan dinding



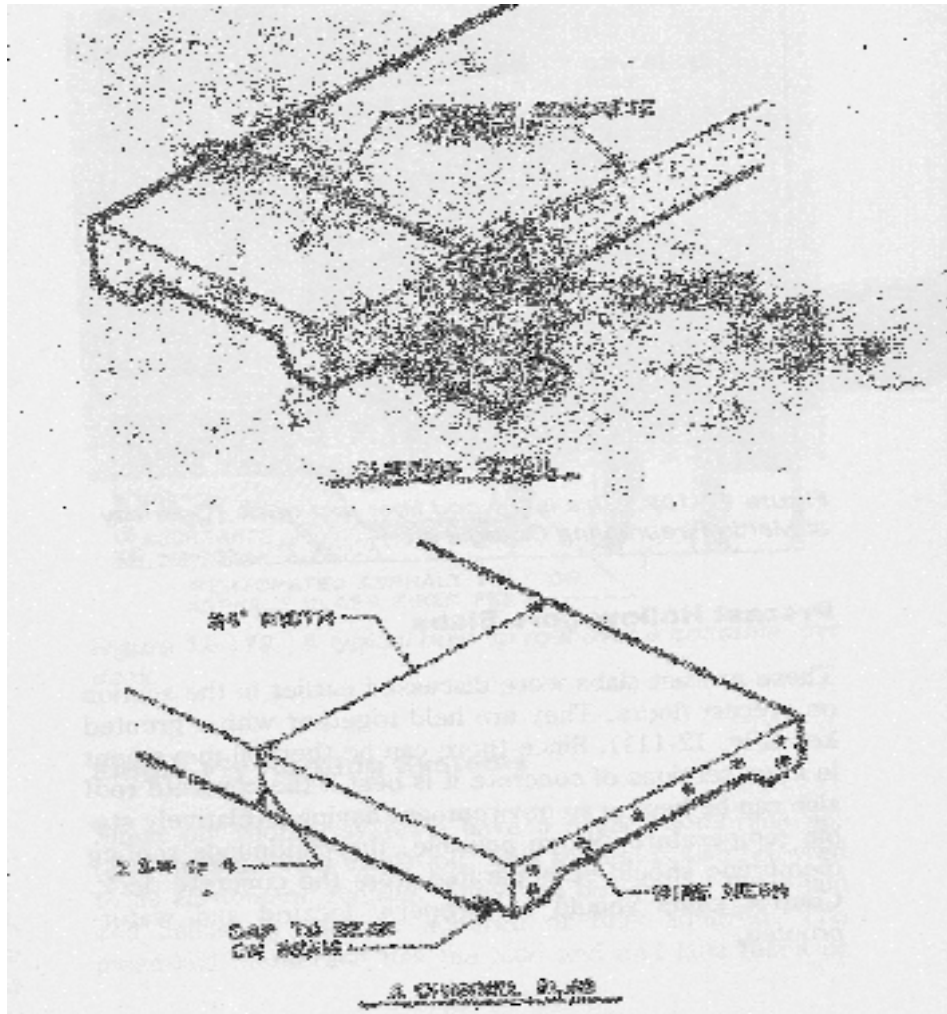
Gambar 4.28 bentuk atap precast yang menyatu dengan talang



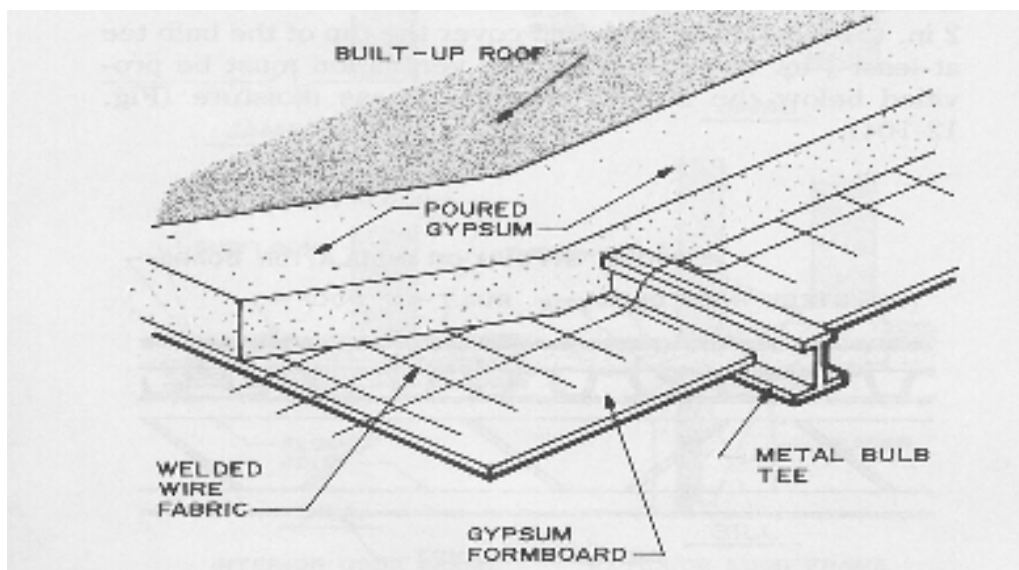
Gambar 4.29 Beberapa bentuk kerangka atap beton *precast* yang kaku



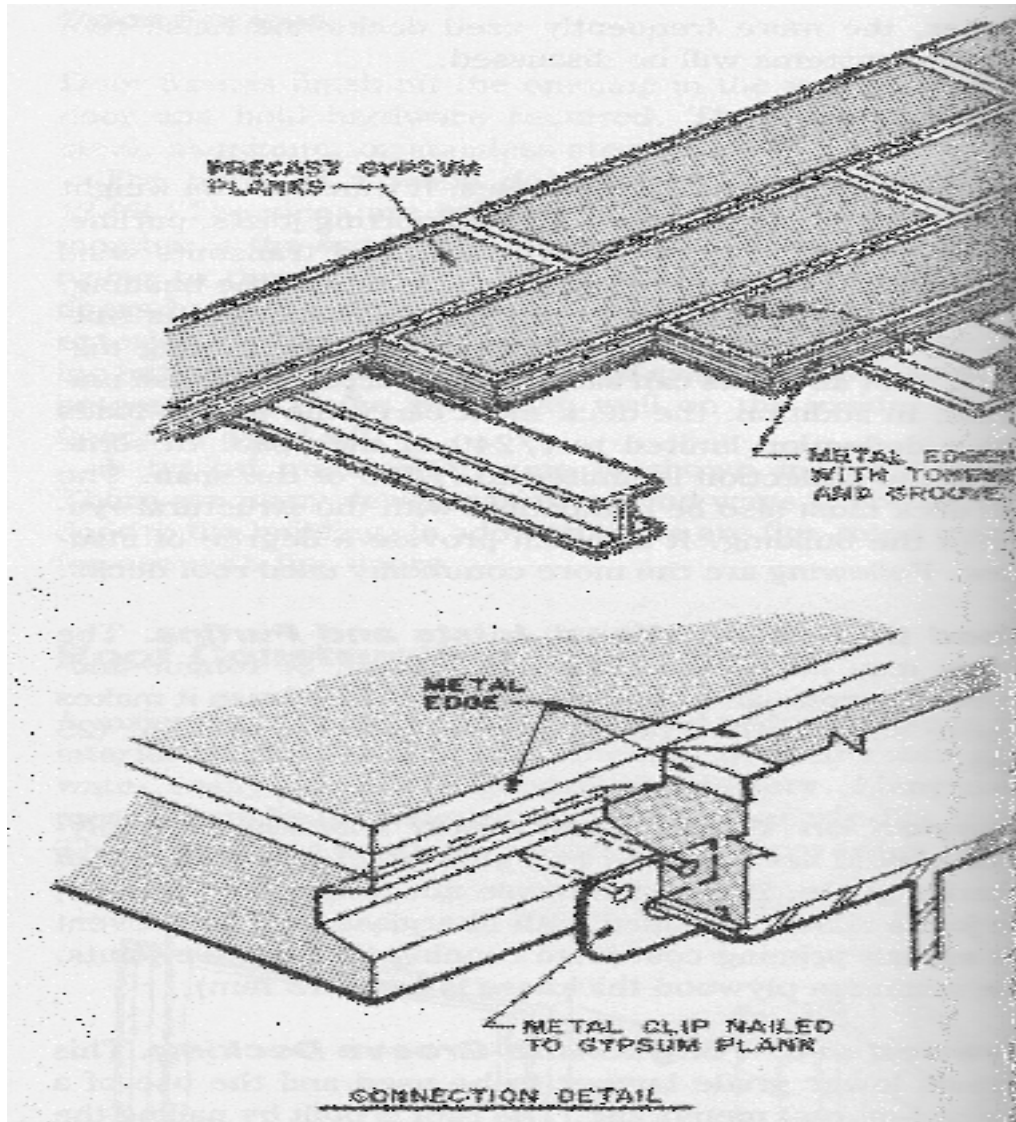
Gambar 4.30 Papan beton *precast* digunakan pada atap datar dan miring



Gambar 4.31 detail sambungan slab beton *precast*



Gambar 4.32 Gypsum di atas konstruksi dek atap



Gambar 4.33 Logam tipis papan gipsium *precast* digunakan untuk membentuk deck atap

#### 4.2.5 Diskusi dan tanya jawab tentang gambar kerja

Untuk memperjelas tentang gambar kerja perlu dilakukan tanya jawab antara peserta pelatihan dengan instruktur, dengan mengambil salah satu contoh gambar kerja, lalu memberikan pertanyaan terhadap para peserta. Untuk lebih mengetahui materi yang diberikan sudah terserap atau belum, diadakan diskusi mengenai gambar kerja yang ditayangkan

Diskusi ini sangat penting jangan sampai mandor tidak mengerti tentang gambar kerja, karena semua pekerjaan harus berdasarkan gambar kerja. Jika ada mandor yang tidak mengerti tentang gambar kerja yang

didiskusikan, maka instruktur harus sabar menjelaskannya kembali kalau perlu mulai dari dasar. Gambar kerja pada pekerjaan beton *precast* berbeda dengan gambar kerja bangunan biasa, dimana ukuran setelah dilaksanakan dapat berbeda dengan rencana, ada toleransi. Pada beton *precast* ukuran harus akurat, tidak boleh meleset sedikitpun, karena jika ukurannya berbeda maka akan mempersulit pekerjaan selanjutnya.

#### 4.3 Jadwal (*schedule*) kerja.

##### 4.3.1 Identifikasi kesesuaian jadwal kerja dengan waktu dan sumber daya

Jadwal Kerja yang digambarkan dalam bentuk *Bar Chart* dan Curva S merupakan suatu planing yang baik bila pembuatannya sesuai dengan pelaksanaan kegiatan/proyek yang akan dikerjakan. Selain merupakan bagian dari manajemen *bar chart* juga sebagai salah satu faktor pendukung untuk mencapai suatu tujuan yang dimaksud dalam hal ini sering disebut dengan istilah *Time Schedule*, dan juga sebagai sarana kontrol tahap demi tahap dari pekerjaan yang akan dilaksanakan oleh kontraktor.

##### A. Penjadwalan Kerja (*Time Schedule*)

Pengertian dari *time schedule* adalah ialah waktu yang telah ditentukan untuk mengatur rencana kerja dari satu bagian atau unit pekerjaan *Time schedule* meliputi kegiatan antara lain sebagai berikut ;

1. *Schedule* Bahan, ialah jadwal bahan bahan yang diperlukan pada proyek menurut jumlah dan jenisnya persatuan waktu.
2. *Schedule* Peralatan., ialah jadwal peralatan yang akan dipergunakan pada proyek menurut jumlah dan fungsi persatuan waktu.
3. *Schedule* Tenaga Kerja, ialah jadwal tenaga kerja yang dibutuhkan pada proyek sesuai dengan keahlian persatuan waktu.
4. *Schedule* Biaya, ialah jadwal aliran biaya yang harus dikeluarkan sesuai *schedule* bahan, peralatan dan tenaga kerja persatuan waktu.

Dari *time schedule*/rencana kerja, akan mendapatkan gambaran lama pekerjaan dapat diselesaikan, serta bagian - bagian pekerjaan yang saling berkaitan antara satu sama yang lainnya. Karena itu keempat hal tersebut harus sesuai pengadaannya sehingga pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan sesuai dengan rencana.



Tujuan dari pembuatan *time schedule* adalah ;

1. Untuk menentukan urutan pekerjaan, agar sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan yang ada, sehingga pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar, dan dicapai efisiensi sumber daya dengan mutu pekerjaan yang memenuhi persyaratan teknis.
2. Untuk mendeteksi terjadinya keterlambatan pelaksanaan pekerjaan, bila terjadi keterlambatan dapat dicegah sedini mungkin atau diambil kebijakan lain, sehingga tidak terlalu mengganggu kelancaran pekerjaan lain.

Fungsi *time schedule* adalah :

1. Untuk memperkirakan jumlah sumber daya (material, manusia, peralatan, dan lain -lain), yang harus disediakan pada waktu waktu tertentu –
2. Pedoman bagi kontraktor dan konsultan pengawas untuk mengatur kecepatan pelaksanaan proyek
3. Referensi bagi pemilik, konsultan pengawas dan kontraktor untuk mengontrol kemajuan pekerjaan proyek
4. Pedoman bagi konsultan pengawas dan kontraktor untuk mengevaluasi pekerjaan yang telah diselesaikan-
5. Pedoman bagi kontraktor dan konsultan pengawas untuk mengetahui apakah metoda pelaksanaannya cocok diterapkan dalam proyek, atau harus diperbaiki.

Penjadwalan waktu (*time schedule*) dapat dibuat dalam bentuk bagan balok agar mudah dibaca. Bagan balok ini dapat dilihat urutan - urutan pekerjaan yang akan atau sedang dilaksanakan. Dari diagram ini pula dapat diketahui pekerjaan-pekerjaan yang dapat dilaksanakan secara bersamaan (simultan). Penjadwalan waktu merupakan pedoman untuk kontraktor dan konsultan pengawas untuk mengontrol apakah pekerjaan sudah sesuai dengan jadwal atau tidak.

#### B. Bagan Balok (*Bar chart*)

Bagan balok (*bar chart*) merupakan salah satu bentuk penjadwalan waktu yang mencantumkan semua unit pekerjaan yang ada, berupa batang horizontal yang menggambar waktu untuk menyelesaikan suatu jenis pekerjaan. Dengan bagan tersebut diharapkan pekerjaan dapat

diselesaikan pada waktu yang direncanakan.

Bagan balok direncanakan atas dasar kapasitas alat, besarnya pekerjaan, dan rencana waktu penyelesaian. Dari bagan balok ini pula dapat dilihat jenis pekerjaan apa saja yang sedang dilakukan dan pekerjaan yang dapat dikerjakan bersama-sama. Dari bagan balok dapat pula dibuat grafik yang menyatakan hubungan antara prestasi pekerjaan yang harus diselesaikan dengan waktu, yang disebut Kurva S (S curve).

No	Pekerjaan	Harga Pekerjaan (Rp)	Durasi	Bobot (%)	Hari						Ket
					1	2	3	4	5	6	
1	Persiapan	100.000,00	6	9,09	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	
2	Galian tanah	150.000,00	2	13,64		6,82	6,82				
3	Lantai kerja	200.000,00	2	18,18		9,09	9,09				
4	Urugan pasir	150.000,00	1	13,61			13,61				
5	Pasangan batu kali	400.000,00	3	36,36			12,12	12,12	12,12		
6	Urugan kembali	100.000,00	1	9,09					9,09		
Jumlah		<b>1.100.000,00</b>		100	1,52	17,42	43,18	62,73	75,76	84,85	100
<b>JUMLAH KOMULATIF</b>					1,52	18,94	62,12	75,76	84,85	100	

Gambar 4.34 Contoh *bar chart* pekerjaan pondasi

### C. Kurva "S"

Kurva ini menunjukkan hubungan antara persentase pekerjaan yang harus diselesaikan dengan waktu. Biasanya grafik ini dikenal dengan sebutan Kurva S (*S-Curve*) dalam satuan bobot persen.

Fungsi kurva S ini adalah :

1. Untuk mengontrol pelaksanaan pekerjaan pada setiap waktu, dengan membandingkan bobot persen rencana dengan persen bobot realisasi di lapangan, sehingga perubahan yang terjadi dalam pelaksanaan tidak mengganggu atau mempengaruhi waktu pekerjaan secara keseluruhan.
2. Untuk mengetahui waktu pembayaran angsuran, berdasarkan perjanjian yang ada, untuk membayar angsuran ini harus juga diperiksa perincian volume pekerjaan yang telah diselesaikan

No	Pekerjaan	Harga Pekerjaan (Rp)	Durasi	Bobot (%)	Hari						GRAFIK
					1	2	3	4	5	6	
1	Persiapan	100.000,00	6	9,09	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	100
2	Galian tanah	150.000,00	2	13,64		6,82	6,82				90
3	Lantai kerja	200.000,00	2	18,18		9,09	9,09				60
4	Urugan pasir	150.000,00	1	13,61			13,61				40
5	Pasangan batu kali	400.000,00	3	36,36			12,12	12,12	12,12		20
6	Urugan kembali	100.000,00	1	9,09					9,09		0
Jumlah		<b>1.100.000,00</b>		100	1,52	17,42	43,18	13,64	22,71	1,52	
<b>JUMLAH KOMULATIF</b>					1,52	18,94	62,12	75,76	98,48	100	

Gambar 4.35 Contoh kurva S pada pekerjaan pondasi

Ada dua macam bobot persen :

1. Bobot persen yang menyatakan perbandingan antara harga suatu jenis pekerjaan dalam waktu tertentu terhadap harga total yang tercantum dalam dokumen kontrak. Dalam hal ini grafik bobot persen menyatakan hubungan antara harga kumulatif bobot persen dengan waktu.
2. Bobot persen yang menyatakan perbandingan antara bobot suatu jenis pekerjaan dengan bobot seluruh pekerjaan. Dari bobot persen ini, dapat dibuat grafik yang menyatakan hubungan antara persentase kumulatif pekerjaan dengan waktu, dari grafik ini pula dapat diketahui persentase pekerjaan yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

Bobot persen yang dipakai pada proyek adalah sebagai berikut :

Pada dasarnya *time schedule* dibuat untuk mengontrol kemajuan suatu proyek, sesuai jangka waktu yang tersedia. Dalam pelaksanaannya, *time schedule* harus selalu dikontrol agar dapat dilakukan penyesuaian terhadap perubahan-perubahan yang terjadi. Jika terjadi keterlambatan suatu pekerjaan, maka harus ada pekerjaan yang lain yang dipercepat untuk menutupi keterlambatan yang terjadi. Untuk mengejar keterlambatan tersebut dapat dilakukan cara :

1. Penambahan tenaga kerja,

2. Penambahan peralatan, kerja lembur dan sebagainya.

Dalam penyusunan *Time Schedule*, yang perlu mendapat perhatian adalah efisiensi pekerjaan, sehingga biarpun terjadi keterlambatan, proyek tersebut masih memenuhi persyaratan teknis dan ekonomis.

Prosedur Pembuatan Kurva "S" Rencana :

1. Menuliskan item pekerjaan seperti yang ada di *time schedule*
2. Menentukan bobot persen dari tiap item pekerjaan berdasarkan perincian harga pada tiap item pekerjaan terhadap harga total dari semua item pekerjaan
3. Membagi bobot persen pekerjaan (perhitungan no.2) dengan lama waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan tersebut sesuai dengan *time schedule*. Misalnya jika pekerjaan itu didapat 20 % dari total biaya dan dapat diselesaikan dalam 4 minggu maka bobot persen pekerjaan itu setiap minggunya dibagi dengan 4. Bobot persen pekerjaan diratakan, untuk mempermudah penyediaan material, tenaga kerja, dan biaya.
4. Menjumlahkan bobot persen pekerjaan persatuan waktu
5. Membuat tabel kumulatif dari persen pekerjaan persatuan waktu yang direncanakan sampai dengan waktu dari proyek tersebut.
6. Memplot grafik hubungan antara kumulatif dari persen pekerjaan dengan waktu. Grafik inilah yang disebut kurva S rencana.

Prosedur Pembuatan Kurva "S" Realisasi

Pembuatan kurva S ini berhubungan dengan prestasi pekerjaan kontraktor yang dicatat dalam *time schedule*. Prestasi pekerjaan ini dinilai dari beberapa persen dari tiap item/jenis pekerjaan yang telah diselesaikan oleh kontraktor di lapangan, sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Adapun tahap-tahap pembuatannya adalah :

1. Penilaian prestasi kerja kontraktor diplot dalam *time schedule* persatuan waktu
2. Menjumlahkan prestasi kerja kontraktor untuk seluruh item/jenis pekerjaan yang dikerjakan persatuan waktu.
3. Membuat tabel kumulatif dari prestasi kerja yang diselesaikan kontraktor sampai dengan waktu yang ditinjau.

4. Memplot grafik hubungan antara kumulatif dari prestasi kerja dengan waktu. Grafik inilah yang disebut Kurva S realisasi.

#### 4.3.2 Identifikasi urutan pekerjaan yang tertuang dalam jadwal (*schedule*)

Contoh urutan pekerjaan pemasangan beton *precast* pada salah satu proyek

1. Pekerjaan Persiapan, meliputi pekerjaan

- a. Pembuatan *Bouwplank* yang dapat dibagi menjadi 2 sistem :

Sistem *bouwplank* setempat : untuk kondisi dimana antar as jaraknya berjauhan.

- b. Sistem *bouwplank* menerus : untuk kondisi tanah yang peilnya sama.

Pada umumnya pemasangan *bouwplank* diambil + 0.50 dari peil 0.00. Untuk pemasangan titik mati (BM) juga diambil + 0.50 dengan jumlah patok minimal 2 titik mati. Pengambilan titik mati (BM) harus ditempat yang tidak mudah diganggu, dan bahan yang digunakan dari pralon  $\varnothing$  4" dan dicor.

Bahan yang digunakan untuk *bouwplank* adalah:

- Papan kalimantan ( yang diserut bagian atasnya) ukuran 2 x 20
- Usuk Kayu kalimantan ukuran 5/7.

Tiang *bouwplank* dipasang sebanyak 4 tiang untuk setiap *bouwplank*, serta ditanam ke dalam tanah maksimal sedalam 1,00 m.

Jarak *bouwplank* dari sisi luar galian = 2 m, karena bisa menyesuaikan lebar galian.

Pembuatan Pagar Proyek Standart, bahan yang digunakan diantaranya :

- Usuk 5/7 (Usuk kayu kalimantan)
- Seng BJLS 20
- Paku seng.

Untuk ketinggian pagar adalah 1.80 m dengan jarak tiang pagar per 2.00 m diberi stut dan usuk pada bagian atas dan bawah pagar.

Pemasangan tiang dengan ditanam langsung, kedalaman

pemasangan tiang disesuaikan kondisi tanah setempat. Tiang diberi teer atau meni.

Seng dicat dengan menggunakan cat meni, pada bagian luar seng dan ada papan nama tersendiri.

Untuk Direksi Keet biasanya dibuat 2 ruang yaitu :

- Ruang Direksi ukuran 4 x 4 m
- Ruang Rapat ukuran 4 x 8 m

Sebagai rangka dan atap bangunan digunakan usuk Kalimantan 5/7 dan multiplex 4 mm sebagai partisinya. Untuk penutup atapnya digunakan seng gelombang.

Ruangan diberi ventilasi yang cukup, jendela dari kaca krepyak bening.

Lantai ruangan dibuat dari floor, baik untuk ruang direksi, ruang rapat maupun KM/WC

Selain itu disediakan KM/WC ukuran 1,5 x 1,5 m sebanyak 1 buah. Dengan spesifikasi Closet Jongkok dan bak dari beton.

Untuk Keet Pelaksana ukuran yang digunakan adalah 4 x 12 m atau menggunakan rangka atap yang ada, yaitu : 2 trafe.

Sebagai rangka bangunan digunakan usuk kayu Kalimantan 5/7 dan sebagai partisinya dipakai multiplex 4 mm. Sedangkan sebagai penutup atapnya dipakai seng gelombang dan lantai di floor.

Untuk pelaksana juga disediakan KM/WC ukuran 1,5 x 1,5 sebanyak 1 bh, yaitu bak dari beton dan closet jongkok.

Keet Pelaksana dibagi menjadi beberapa ruang, yaitu :

- Ruang Koordinator
- Ruang Pelaksana
- Ruang Komputer dan Ruang Administrasi.

Pembagian Ruang-ruang tersebut dibuat dari panel-panel setinggi 1/2 badan. Untuk ruang Koordinator disediakan dua meja, yaitu 1 bh meja untuk Koordinator Proyek dan 1 bh meja untuk Project Manager serta disediakan meja kursi untuk tamu. Untuk Gudang Logistik & Peralatan baik ukuran maupun spesifikasi bahan yang digunakan sama dengan Keet Pelaksana.

## 2. Pekerjaan tanah dan pondasi

### Galian Tanah Keras

Hasil galian tanah jangan ditimbun persis di bibir galian tetapi minimum ditimbun 75 cm dari tepi bibir galian. Hal diatas bertujuan agar tidak mengganggu jalan kerja pondasi dan tidak menyebabkan longsor.

### Galian Tanah Lumpur

Jika jarak antar galian terlalu dekat maka hasil galian lumpur harus dibuang keluar lokasi bangunan. Hal ini bertujuan agar menghindari kelongsoran pada dinding galian dan tidak mengganggu jalan kerja proyek.

### Urugan Tanah Kembali

Untuk tanah keras urugan kembali dilaksanakn lapis-perlapis. Jika di dalam galian ada genangan air maka harus dikeringkan dahulu. Untuk tanah lumpur pengurugan lapis perlapis, jika ada air dalam galian harus dikeringkan dahulu.

Untuk tanah lumpur urugan 40 cm lapis teratas sebaiknya dicampur dengan tanah yang baik (tanah keras)

### Mobilisasi galian tanah

Di dalam pekerjaan galian tanah yang perlu diperhatikan adalah penghitungan secara keseluruhan volume galian yang ada dalam bangunan. Secara umum point-point yang perlu diperhitungkan :

Volume galian secara keseluruhan :

- Galian pondasi struktur
- Galian pondasi batu kali
- Galian poer
- Galian pondasi tangga
- Galian sloof
- Galian septiktank
- Galian bak kontrol
- Galian saluran keliling
- Galian sumur
- Galian dari keprasan tanah
- Dan galian tanah lainnya

- Sisa-sisa bobokan (volumenya berdasar pengalaman)

Volume tanah yang terpakai :

- Urugan kembali
- Peninggian lantai bangunan
- Peninggian tanah luar bangunan

Volume tanah yang dikeluarkan

Jika tanah galian volumenya lebih dari yang terpakai maka perlu dikeluarkan dari lapangan. Dan volume tanah ini diperhitungkan dari awal (sejak mulai galian) sehingga sisa galian segera dikeluarkan sejak awal, dan tidak menumpuk dilapangan.

Volume tanah yang didatangkan

Pendatangan tanah dari luar site, jika volume galian lebih kecil dari tanah yang akan dipakai. Jika ini terjadi, maka pendatangan tanah menunggu sampai tanah sisa galian terpakai.

Pekerjaan galian dapat dibagi menjadi tiga kronologis pekerjaan galian.

- a. Galian struktur (pondasi foot plat dan sloof)
- b. Galian pondasi batu kali
- c. Galian luar bangunan

### **Pekerjaan Pondasi**

Pondasi adalah konstruksi atau struktur terkhir yang memikul seluruh beban dari bangunan untuk diteruskan ke tanah, cara penerusan beban oleh pondasi ke tanah ada yang berdasar daya dukung tanah, berdasarkan friction (lekatan) ada juga yang berdasarkan *Point Bearing*. Kegagalan di pekerjaan pondasi akan menyebabkan kegagalan diseluruh konstruksi bangunan. Untuk itu diperlukan pemahaman gambar dan spesifikasi dengan baik.

### **Pondasi Pancang**

Pengangkatan dan Perletakan (Penumpukan) .

Yang perlu diperhatikan dalam metode pelaksanaan di lapangan adalah cara pengangkatan dan perletakan pancang.



Pengangkatan maupun penimbunan pancang yang perlu diperhatikan adalah posisi atau letak tumpuan yaitu  $1/5 L$  (panjang pancang) dari masing-masing ujung.

a. Handling

- Pada waktu handling, sling dapat dikerjakan pada 2 atau 4 titik angkat.
- Pada kasus 2 titik angkat :  
Sling letakkan pada  $1/5 x$  panjang tiang di kedua ujung.
- Pada kasus 4 titik angkat :  
Sling letakkan pada  $1/5 x$  panjang tiang di kedua ujung, ditambah dengan letakkan pada 1,00 m dari titik-titik tersebut.

b. Penumpukan Tiang Pancang di Site

- Hentikan truck/trailer dekat site (  $\pm 30$  m dari lokasi titik pancang).
- Siapkan balok kayu (5/10) diatas tanah padat dengan jarak dan posisi yang benar.
- Turunkan tiang pancang dari truck/trailer dengan cara yang memenuhi syarat.
- Setelah kedudukan tumpukan tiang pancang pertama ditetapkan, tempatkan lagi balok ( 5/10 ) di atas tumpukan tiang pancang pertama dengan jarak dan posisi yang sesuai dengan balok alas yang di tempatkan di bawah tumpukan pertama.
- Tempatkan lagi tiang pancang untuk tumpukan kedua, dan seterusnya ( maximum tiga tumpukan ).
- Letakkan balok kayu pada  $1/5 L$ , di kedua ujung tiang pancang.

c. Penarikan Tiang Pancang di Site

- Angkut tiang pancang kesamping alat pancang (  $\pm 10$  m ) dengan *Fork Lift* atau *crane* dari tumpukan di site.
- Angkut tiang pancang dengan sling milik alat pancang ke titik pancang pada titik angkat  $1/3 x$  panjang tiang pancang dari ujung tiang.
- Kalendering bertujuan untuk mengetahui kekuatan perindividu pancang. Cara pelaksanaannya dengan cara menempelkan kertas milimeter blok ke tiang pancang kemudian letakkan pensil untuk membuat garis hirisontal setiap ada pukulan akan

terbentuk garis vertikal. Setiap selesai satu pukulan kita buat garis horisontal,

Kalendering dilaksanakan pada saat pancang mencapai tanah keras.

Macam Tiang Pancang

- a. Tiang Pancang Bulat
- b. Tiang Pancang Segi empat
- c. Tiang Pancang Segitiga

Type Tiang Pancang

Setiap pemancangan yang sangat dalam maka tiang pancang akan dibagi menjadi beberapa segmen.

- a. *Bottom* : Segmen ini berada paling bawah dengan salah satu ujungnya lancip.
- b. *Midle* : Segmen ini posisinya di tengah dengan kedua ujungnya tumpul
- c. *Upper* : Segmen ini berada paling akhir

#### **Topi Pancang.**

Topi pancang letakkan pada kepala tiang, yang fungsinya untuk menyerap kerusakan bahan dan meratakan energi pemukulan ke tiang pancang.

- Topi pancang dapat dibuat dari baja yang fungsinya untuk menyerap kerusakan bahan.
- *Hammer* dan tiang pancang yang bertopi harus terletak pada satu garis sumbu.
- Ukuran topi harus pas di atas kepala tiang, yang berfungsi untuk meratakan energi pemukulan.
- Antara topi dan tiang pancang boleh terdapat kelonggaran sebesar 15 mm.

**Bantalan Kepala Tiang Pancang (*Wood Cushion Material*) :**

1. Gunakan bantalan kayu diantara kepala tiang pancang dan capping (topi baja) dengan tebal minimal 10 cm (atau 4 lapis multiplex tebal 25 mm) untuk tiang pancang single.
2. Tebal bantalan kayu minimal 15 cm (atau 6 lapis multiplex 25 mm) untuk tiang pancang dengan sambungan.
3. Bila bantalan kayu menerima tegangan terlalu tinggi sehingga bantalan rusak /hancur maka harus diganti yang baru.
4. Bila dijumpai kekerasan tanah ekstrem maka bantalan kayu baru harus disediakan untuk setiap tiang pancang.

**Pondasi *Bored Pile***

Cara Pelaksanaan *Bored Pile*

Pertama-tama tanah di bor dengan diameter sesuai dengan perencanaan. Setelah mencapai kedalaman yang diinginkan, ujung pengeboran dibuat menggelembung dengan tujuan memperluas tumpuan.

Selesai pengeboran penulangan dimasukkan, dan dilanjutkan pengecoran (dengan tremi)

Yang perlu diperhatikan dalam pondasi *Bored Pile* adalah Volume beton yang masuk adalah minimum sama dengan volume galian teoritis.

**Pondasi Sumuran**

Pondasi Sumuran dipakai untuk tanah keras

Cara Pelaksanaan Pondasi Sumuran sebagai berikut :

Pertama-tama tanah digali sambil menurunkan buis beton (bahan lain sesek bambu) Setelah galian sesuai dengan rencana maka tulangan diturunkan (bila ada) dilanjutkan dengan pengecoran beton *cyclop* (beton mutu sedang dicampur dengan batu belah)

Keuntungannya : Teknologinya tidak terlalu rumit ( mudah dikerjakan ) biaya tidak telalu mahal

Kelemahannya : Hanya bisa dipakai untuk tanah dengan daya dukung tinggi

### *Foot Plat* Setempat dan Menerus

#### *Foot Plat* Setempat

Jenis pondasi *foot plat* ini yang sering dipakai di lapangan, dan cara pelaksanaannya tidak terlalu sulit.

- Pertama-tama tanah di gali sesuai dengan perencanaan
- Setelah selesai galian, maka dilanjutkan dengan pekerjaan lantai kerja, jika tidak ada perbaikan tanah.

Untuk tanah yang lunak, jika ada perbaikan tanah maka sebelum lantai kerja di lakukan perbaikan tanah dulu. Perbaikan tanah bisa dengan cara mengganti tanah lumpur dengan sirtu atau dengan cerucuk bambu (*dolken*).

- Pembesian *foot plat* dan kolom bisa dikerjakan, jika lantai kerja telah kering.
- Begesting *foot plat* di pasang, kemudian pengecoran *foot plat* dilaksanakan.
- Dilanjutkan dengan begesting kolom pondasi dan diteruskan pengecoran

### 3. Transportasi

Transportasi adalah pengangkatan elemen pracetak dari pabrik ke lokasi pemasangan. Sistem transportasi berpengaruh terhadap waktu, efisiensi konstruksi dan biaya transport.

Yang perlu diperhatikan dalam system transportasi adalah :

- a. Spesifikasi alat transport
- b. *Route transport*
- c. Perijinan

Alat angkat yaitu memindahkan elemen dari tempat penumpukan ke posisi penyambungan ( perakitan ).

Peralatan angkat untuk memasang beton pracetak dapat dikategorikan sebagai berikut :

- a. Keran mobile
- b. Keran teleskopis
- c. keran menara
- d. Keran portal

#### 4. Pemasangan (*erection*)

Pekerjaan pemasangan merupakan 15 – 20 % dalam struktur pembiayaan bangunan

Masih terbatasnya kemungkinan rasionalisasi secara prosers produksi di pabrik

Terdiri dari 3 kegiatan pokok :

- a. Menghandle dari kendaraan transport atau gudang dan *lay down* area ke tempat pemasangan
- b. Penyetelan
- c. Pengikatan

Alat Pengangkat

- a. Diusahakan agar alat pengangkat tidak dibebani dengan waktu penyetelan dan waktu pengikatan.
- b. Karena mahalnya sambungan sebaiknya komponen berjumlah sesedikit mungkin dengan berat sebesar mungkin sehingga jumlah sambungan menjadi sesedikit mungkin.
- c. Harus diusahakan dalam perencanaan agar kapasitas crane dapat dimanfaatkan sebaik mungkin.

Kriteria Pemilihan Alat Pengangkat

- a. Berat komponen precast
- b. Jenis komponen : dimensi, linear atau slab type
- c. tinggi alat berkaitan dengan ketinggian bangunan
- d. Kuantitas/jumlah komponen
- e. *Local condition* : aksesibilitas, topografi
- f. Gerakan alat
- g. Cara kerja
- h. Frekuensi

Metode dan jenis pelaksanaan konstruksi precast diantaranya adalah :

- a. Dirakit per elemen
- b. *Lift – Slab system*, adalah pengikatan elemen lantai ke kolom dengan menggunakan dongkrak hidrolis. Prinsip konstruksinya sebagai berikut :

- 1) Lantai menggunakan plat-plat beton bertulang yang dicor pada lantai bawah
  - 2) Kolom merupakan penyalur beban vertical dapat sebagai elemen pracetak atau cor di tempat.
  - 3) Setelah lantai cukup kuat dapat diangkat satu persatu dengan dongkrak hidrolis.
- c. *Slip – Form System*. Pada system ini beton dituangkan diatas cetakan baja yang dapat bergerak memanjat ke atas mengikuti penambahan ketinggian dinding yang bersangkutan.
- d. *Push – Up / Jack – Block System*. Pada system ini lantai teratas atap di cor terlebih dulu kemudian diangkat ke atas dengan *hidraulic – jack* yang dipasang di bawah elemen pendukung vertical.
- e. *Box System*, konstruksi menggunakan dimensional berupa modul-modul kubus beton.
5. Pekerjaan Struktur Beton *Precast* :
- Prinsip yang dapat diterapkan untuk disain structural :
- a. Struktur terdiri dari sejumlah tipe-tipe komponen yang mempunyai fungsi seperti balok, kolom, dinding, plat lantai dll
  - b. Tiap tipe komponen sebaiknya mempunyai sedikit perbedaan
  - c. Sistem sambungan harus sederhana dan sama satu dengan yang lain, sehingga komponen-komponen tersebut dapat dibentuk oleh metode yang sama dan menggunakan alat bantu yang sejenis
  - d. Komponen harus mampu digunakan untuk mengerjakan beberapa fungsi
  - e. Komponen-komponen harus cocok untuk berbagai keadaan dan tersedia dalam berbagai macam-macam ukuran produksi
  - f. Komponen –komponen harus mempunyai berat yang sama sehingga mereka bias secara hemat disusun dengan menggunakan peralatan yang sama
- Ada tiga macam konstruksi prefabrikasi :
- a. Pembuatan didalam sebuah pabrik, dimana komponen-komponen mudah untuk dibuat dan nyaman untuk pengangkutan

- b. Pembuatan pada site dengan menggunakan alat-alat mekanik
  - c. Rangkaian dari komponen dirakit ke dalam komponen-komponen yang lebih luas
6. Pekerjaan sambungan (*Connection*)
- Pada umumnya sambungan-sambungan pada beton precast dapat dikelompokkan sebagai berikut :
1. Sambungan yang pada pemasangan harus langsung menerima beban (biasanya beban vertikal ) akibat beban sendiri dari komponen .
  2. Sambungan yang pada keadaan akhir harus menerima beban-beban yang selama pemasangan diterima oleh pendukung pembantu.
  3. Sambungan dimana tidak ada persyaratan ilmu gaya tapi harus memenuhi persyaratan lain seperti: kekedapan air, kekedapan suara.
  4. Sambungan-sambungan tanpa persyaratan konstruktif dan semata-mata menyediakan ruang gerak untuk pemasangan .
- **Ikatan**
- Cara mengikatkan atau melekatkan suatu komponen terhadap bagian komponen konstruksi yang lain secara prinsip dibedakan sebagai berikut :
- A. Ikatan Cor (*In Situ Concrete Joint*)**
- Penyaluran gaya dilakukan lewat beton yang dicorkan Diperlukan penunjang/pendukung pembantu selama pemasangan sampai beton cor mengeras . Penyetelan berlangsung dengan bantuan adanya penunjang/pendukung pembantu. Toleransi penyusutan diserap oleh Coran Beton.
- B. Ikatan Terapan**
- Cara menghubungkan komponen satu dengan yang lain secara “lego” (permainan balok susun anak-anak) disebut Ikatan Terapan.
- Dimulai dengan cara hubungan “PELETAKAN “, kemudian berkembang menjadi “ Saling Menggigit “
  - Proses pemasangan dimungkinkan tanpa adanya pendukung/ penunjang pembantu.

### C. Ikatan Baja

Bahan pengikat yang dipakai : Plat baja dan Angkur. Sistem ikatan ini dapat dibedakan sebagai berikut :

- Menyambung dengan cara dilas (*Welded Steel* )
- Menyambung dengan Baut/ Mur/Ulir (*Corbel Steel* )

### D. Ikatan Tegangan

Merupakan perkembangan lebih jauh dari ikatan baja dengan memasukan unsur Post Tensioning dalam sistem koneksi.

- Memerlukan penunjang/pendukung Bantu selama pemasangan
- Perlu tempat/ruang yang relatif besar untuk Post Tensioning

### Simpul

Merupakan kunci dalam struktur yang memakai komponen pracetak dan merupakan tempat pertemuan antara 2 atau lebih komponen struktur.

Secara garis besar dapat dikelompokkan sebagai berikut :

#### A. Simpul Primer

Pertemuan yang menghubungkan kolom dengan balok dan juga terhadap plat lantai. Di sini beban dari plat akan diteruskan ke pendukung-pendukung vertikal.

#### B. Simpul Pertemuan Kolom

Pertemuan dimana beban-beban vertikal dan sesewaktu momen-momen juga disalurkan.

#### C. Simpul Penyalur Sekunder-Primer (Pelat Balok)

Untuk menyalurkan beban vertikal

#### D. Simpul Pendukung sesama Pelat/dengan Balok dan Kolom

Untuk menyalurkan beban horizontal dalam bentuk tegangan tekan, tarik dan geser

#### E. Simpul yang Mampu Menahan Momen

Yang secara statis bisa membentuk komponen pendukung tapi oleh alasan tertentu.



## 7. Pekerjaan Instalasi Air Bersih dan Air Kotor

Fungsi dan tujuan :

Menciptakan suatu bangunan yang memenuhi kesehatan dan sanitasi yang baik dengan suatu sistem pemipaan yang dapat mengalirkan air bersih ke tempat-tempat yang dituju dan membuang air kotor ke saluran pembuang tanpa mence mari bagian penting lainnya dengan tidak melupakan kenyamanan dan keindahan.

Sistem plumbing yang dikenal meliputi :

1. Saluran air bersih : - Saluran KM/WC

- Saluran Penampungan Air

- Saluran Pemadam Kebakaran

2. Saluran air kotor : - Saluran pembuangan dari KM/WC

- Saluran pembuang air hujan

- Saluran Kotor WC ke Septictank

3. Saluran Gas dan udara

Bahan yang umum digunakan adalah dari besi/baja dengan lapisan galvanis, plastik, pvc, porselin dan dari beton betulang.

Bahan harus memenuhi syarat tidak menyerap air, mudah dibersihkan, tidak berkarat atau mudah aus.

Untuk instalasi air bersih maupun air kotor dalam bangunan kecuali instalasi air panas biasa digunakan pipa PVC, pipa ini dapat dibagi (bila tidak ada spesifikasi khusus) :

1. Berdasarkan typenya (ketebalan) :

a. Type AW

Untuk pipa dengan kwalitas yang paling baik ( tebal ).

Biasanya digunakan untuk saluran air bersih/air minum yang mempunyai kekuatan tekan yang cukup tinggi.

b. Type D

Untuk pipa kwalitas sedang dengan tebal medium.

Biasanya digunakan untuk saluran pembuang, seperti saluran air hujan, saluran pembuangan bekas cuci/mandi, saluran septictank, dsb.

c. Type C

Untuk pipa dengan kualitas paling rendah (tipis). Digunakan untuk sparing-sparing listrik yang tertanam dalam dinding.

2. Ukuran diameter penampang pipa.

a. Untuk saluran air bersih digunakan ukuran 1/2", 3/4", 1", 1,5".

b. Untuk saluran pembuang digunakan ukuran 1", 1,5" 2", 3", 4", 5".

Merek-merek yang di pasaran contohnya : Wavin, Rucika, Maspion, Pralon, Impralon, Dexlon.

Metode Pelaksanaan

A. Instalasi Air bersih :

1. Hal yang perlu diketahui terlebih dahulu adalah denah Plumbing serta Diagram Isometri dimana dapat diketahui jalur-jalur instalasi pipa itu diletakkan.
2. Pemasangan pipa dilaksanakan setelah pasangan bata dan sebelum pekerjaan plesteran dan acian, fungsi untuk menghindari bobokan yang menyebabkan keretakan dinding. (Untuk instalasi dalam bangunan).
3. Untuk pemasangan di luar bangunan seperti pipa saluran air hujan dikerjakan setelah pekerjaan plesteran diselesaikan.
4. Pipa yang melewati plat dak atau balok atau kolom beton harus dipasang sparing atau pemipaan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan pengecoran.
5. Pipa yang posisi/letaknya sudah betul segera ditutup dengan plug/dop yang tidak mudah lepas (menghindari kotoran/adukan masuk sehingga terjadi penyumbatan).
6. Hindari belokan pipa/ knik pipa dengan pembakaran.
7. Posisi pipa pada kamar mandi harus disesuaikan dengan saniter
8. Rencana instalasi air bersih diletakkan pada perempatan nat material lantai / as keramik, simetris dengan luas keramik.
9. Setelah instalasi terpasang segera diadakan test tekanan pipa :
  - Untuk pipa Gip maximum 10 Bar

- Untuk pipa PVC maximum 6 Bar

B. Instalasi air Kotor

1. Hal yang perlu diketahui :

Denah instalasi dan diagram isometris pipa air kotor serta jalur pembuangan.

2. Hindari /jangan terlalu banyak percabangan.

3. Sambungan harus betul-betul rapat.

4. Untuk air bekas (mandi/cuci) harus dibuat Manhole untuk kontrol pembersihan (bak kontrol) pada tempat-tempat tertentu.

5. Untuk lubang saluran pembuang harus diberi saringan.

6. *Sparing* harus melebihi rencana peil lantai beton & tebal beton. ( diatas plat = 25 cm, dibawah plat = 15 cm ), bagian atas supaya ditekuk atau digepungkan / ditutup dengan cara dipanaskan.

7. Posisi *sparing* harus sesuai dengan type saniter (jika saniter telah ditentukan).

8. Jika saniter belum ditentukan , dipakai sistem Block Out.

9. *Sparing Clean out* harus dipasang bersamaan dengan *sparing closet* (bila ada), di mana letak *sparing clean out* berada di samping atau dekat dengan *sparing closet*, fungsinya adalah untuk pembersihan apabila closet terjadi penyumbatan.

10. *Fan out* dipasang bila dalam instalasi saluran kotor banyak percabangan dengan saluran pembuangannya lewat shaft. Fungsinya untuk mengurangi tekanan udara pada pipa pada saat closet di gelontor dengan air.

11. *Floor drain* supaya diletakkan jauh dari pintu dan dekat dengan kurasan bak.

C. Saluran Air Hujan.

1. Pipa diletakkan persis dibawah lobang talang yang telah diberi torong talang.

2. Pipa saluran air hujan dapat dipasang menempel di dinding luar dengan mengguna klem atau dapat ditanam di dinding bila berukuran kurang dari 2 ".

3. Bila saluran pembuang air hujan berupa saluran tertutup harus

dibuat bak kontrol pada pertemuan pipa air hujan dengan saluran pembuang.

4. Bila terdapat sambungan, arah shock harus sebelah atas, dan penyambungannya harus benar-benar kuat.

#### D. Saluran Pipa Wc ke Septictank

1. Pipa saluran dari closet menuju ke septictank harus diperhatikan kemiringannya, karena kemiringan pipa dapat memperlancar penyaluran kotoran apabila digelontor dengan air, kemiringan minimal 2 %.

2. Pipa sebaiknya dipergunakan kualitas yang baik atau minimal type D.

3. Jangan ada percabangan untuk pipa yang ditanam di tanah (bangunan 1 lantai), karena bila ada penyumbatan susah untuk perbaikannya. Untuk bangunan bertingkat (ada shaft) harus dibuat *clean out* dan *fan out*.

### 8. Pekerjaan Instalasi Listrik

a. Suatu sistem instalasi/jaringan yang meliputi penerangan, instalasi daya, box pembagi tegangan. Material penghantar listrik adalah kabel (NYM, NYY, NYF, NYA) serta pipa baik PVC atau besi untuk pelindung hantaran yang tertanam.

Kabel penghantar yang biasa dipergunakan adalah merek KABELINDO, SUPREME, TRANKA, dll. Merek dapat dikenali pada pembungkus (isolasi) sepanjang kabel beserta jenis dan jumlah kawat atau diameter kawat tembaga.

Peralatan dan bahan listrik :

1. Panel dan kotak pembagi
2. Saklar dan zekering-zekering
3. Alat-alat ukur (voltmeter & Ampre meter)
4. MCB
5. Stop kontak / stop kontak daya
6. Lampu penerangan

## 7. Grounding atau pentanahan

### Metode Pelaksanaan

- a. Semua hantaran (kabel) yang ditarik dalam pipa/*cabelduct* harus diusahakan tidak tampak dari luar (tertanam)
- b. Pemasangan pipa harus dilaksanakan sebelum pengecoran. Pemasangan sparing-sparing listrik yang melintas di plat, balok, kolom beton harus dipasang terlebih dahulu sebelum pengecoran, kabel diusahakan dimasukkan bersamaan dengan pemasangan sparing.
- c. Pipa yang dipasang pada dinding dilaksanakan sebelum pekerjaan plesteran dan acian dikerjakan.
- d. Penempatan sambungan/percabangan harus ditempatkan di daerah yang mudah dicapai untuk perbaikan (perawatan).
- e. Sambungan harus menggunakan klem /isolasi kabel supaya terlindung dengan baik sehingga tidak tersentuh atau menggunakan lasdop dan ditempatkan pada Te Dos.
- f. Lekukan/belokan pipa harus beradius > 3 kali diameter pipa dan harus rata (untuk memudahkan penarikan kabel).
- g. Jaringan arde harus dipasang tersendiri/terpisah dengan arde penangkal petir.
  - tidak boleh ada sambungan
  - dihubungkan dengan elektroda pentanahan
  - ditanam sampai minimal mencapai air tanah
- h. Pada hantaran di atas langit-langit, harus diklem pada bagian bawah plat/balok atau pada balok kayu rangka langit-langit.
- i. Untuk hantaran/tarikan kabel yang menyusur dinding bata/beton pada shaft harus diklem atau dengan papan dan kabeltrey bila jaringan terlalu rumit (banyak).
- j. Stop kontak dan saklar.  
Pemasangan stop kontak setinggi > 40 cm dari lantai, saklar dipasang setinggi 150 cm dari lantai (bila tidak ditentukan spesifikasinya).  
Pemasangan stop kontak dan saklar harus rata dengan dinding.
- k. Box / kotak Panel bodynya harus diarde, untuk menghindari

adanya arus.

### **Penangkal Petir Konvensional**

Pengertian :

Instalasi yang terdiri dari komponen-komponen dan peralatan-peralatan, dan secara keseluruhan berfungsi untuk menangkal petir, dan menyalurkannya ke tanah, yang di pasang sedemikian rupa sehingga semua bagian dari bangunan beserta isinya, atau benda-benda yang dilindungi terhindar dari sambaran petir.

Faktor yang perlu dipertimbangkan dalam merencanakan dan memasang system penangkal petir, antara lain :

- keamanan secara teknis
- penampang hantaran-hantaran pembumian (grounding)
- ketahanan mekanis
- ketahanan teradap korosi
- bentuk dan ukuran bangunan yang dilindungi.
- faktor ekonomis.

Bangunan yang perlu diberi penangkal petir adalah :

- Bangunan-bangunan tinggi, seperti gedung bertingkat, menara-menara, dan cerobong cerobong pabrik.
- bangunan penyimpanan bahan yang mudah terbakar atau meledak seperti pabrik amunisi, gudang penyimpanan bahan peledak, gas, cairan yang mudah terbakar.
- Bangunan umum seperti gedung pertunjukan, gedung sekolah, stasiun, dll.

Bagian - bagian dari sistem penangkal petir adalah sebagai berikut :

1. Penangkap Petir
2. Penghantar Penyalur Petir
3. Penyambung penghantar-penghantar
4. Komponen logam dekat Instalasi Penangkal Petir
5. Sistem Pembumian

#### Penangkap Petir (*Speed*)

Berupa batang pejal yang ujungnya runcing (*Copper*) dari tembaga, baja galvanis atau dari aluminium, ukuran diameter minimum adalah 1/2 inch, panjang 1,5 - 2 m'.

Penangkap petir dipasang pada tempat-tempat yang ujungnya runcing seperti bubungan atap, jurai, puncak menara, cerobong asap, atau pada bangunan yang menonjol di atap.

#### Penghantar Penyalur Petir

Adalah penghantar (*Konduktor*) dari tembaga dengan diameter minimal 8 mm atau luas penampang 50 mm<sup>2</sup>. Setiap bangunan paling sedikit harus mempunyai dua buah penghantar penyalur petir. Untuk bangunan dengan lebar lebih dari 12 meter (lebar atap bangunan) diperlukan paling sedikit 4 buah penghantar penyalur petir. Penghantar penyalur petir utama sedapat mungkin simetris dengan denah dasar bangunan. Penghantar tidak boleh diletakkan di dalam pipa talang air hujan.

#### Penyambung penghantar-penghantar

Adalah penyambungan antar penghantar penyalur atau antar penghantar penyalur dengan pentanahan, atau penyalur dengan penangkap petir, antara penghantar pembumian dengan elektroda pembumian. Penyambungan harus kuat, tahan lama dan tahan terhadap pengaruh listrik dan mekanis. Penyambungan penghantar penyalur harus paling tidak menggunakan 2 buah klem, penyambungan di dalam tanah harus dengan dengan 2 sekrup dengan diameter minimum 8 mm. Penyambungan antara penghantar pembumian yang menghubungkan sistem pembumian dengan penghantar sambungan ukur, harus mudah dibuka kembali, untuk tujuan pengukuran tahanan pembumian.

#### Komponen logam dekat Instalasi Penangkal Petir

komponen - komponen logam agar dijauhkan dari instalasi penangkal petir, bila tidak akan menimbulkan bahaya *flash over*,

bila ada manusia diantara benda tersebut dan dapat menimbulkan kebakaran jika terdapat bahan yang mudah terbakar. Masalah ini dapat dihindari dengan menjauhkan benda tersebut dengan instalasi penangkal petir atau cara lain adalah dengan menghubungkan benda logam tersebut.

#### Sistem Penumaian/Pentanahan/Grounding

Suatu sistem dengan elektroda penumaian dari logam yang ditanam di dalam tanah yang berfungsi untuk menyebarkan arus petir ke dalam tanah. Elektroda penumaian dari tembaga berupa silinder pejal diameter 1/2 " atau dari baja galvanis silinder pejal diameter 1/2 ".

#### Pekerjaan Plafond

### 9. Pekerjaan Kusen, Pintu dan Jendela

Kosen biasanya di sub-kan, yang perlu kita perhatikan antara lain :

1. Gambar kerja (dicek terhadap denah dan letak, ukurannya)
2. *Schedule* pendarangan . (Dibuatkan form pendarangan)

Apabila kosen sudah datang perlu dicek ulang :

- Jumlah
- Type/ukuran/kerapihan/sambungan
- Jenis kayu
- Pengamanan/gawangan

Penempatan harus di tempat yang kering dan terlindung dari cuaca.

Pemasangan/penyetelan kosen harus diperhatikan :

- Peil kosen
- Lot (vertikal)
- Angkur kosen untuk samping minimal 2 buah
- Angkur atas untuk lebar kosen lebih dari 2 m ( tiap jarak  $\pm$  1 m) angkur dibuat  $\varnothing$  10 mm panjang  $\pm$  20 cm, pemasangan angkur tidak boleh langsung dipaku tapi harus di bor dulu (sebab kosen bisa pecah).
- Skor pembantu harus dipasang di belakang kosen (lihat Gambar).
- Gawangan tidak boleh dilepas sampai dengan plesteran selesai.
- Angkur duk segera di cor.
- Pemasangan sesuai dengan gambar (as dinding, rata luar, rata



dalam).

- Setelah dipasang harus diamankan dari benturan-benturan pekerja,
- Lebih dari 1,20 m di skoor bagian bawah.

### **P l a f o n**

lihat Gambar rencana dan Gambar kerja

Yang perlu diperhatikan untuk rangka plafond adalah :

- Posisi/letak pembagian *hanger* posisi/letak *hanger* berlawanan/tegak lurus terhadap/dengan kuda-kuda (plafond di bawah rangka atap).
- Posisi/letak pembagian *hanger* arah memendek (plafond di bawah plat beton).
- Pemasangan *hanger* lihat tabel (jarak sambungan).
- Modul pembagian plafond :  
Dusahakan menghindari potongan (las-lasan).
- Potongan tepi lebih besar dari 1/2 modul (dusahakan simetris).
- Pemasangan rangka plafond harus menghindari potongan terpendek.
- Pemasangan rangka plafond harus dengan klos ukuran 2/3 X 15 cm, satu sisi bagian yang akan dilapisi bahan plafond harus diserut.
- Khusus pemasangan rangka plafond tepi dinding dengan kayu ukuran 4/6.
- Rangka lampu in bow dengan kayu 4/6.
- Kayu *hanger* yang tegak lurus dinding harus masuk dinding  $\pm 5$  cm.
- Rangka plafond harus di cat meni .
- kecuali ada ketentuan lain.

### **Penggantung Plafond :**

- Untuk plafond di bawah atap kayu harus pakai penggantung kayu ukuran 3/5
- Untuk plafond dibawah atap selain atap kayu menggunakan kawat  $\emptyset$  4 mm (Kawat seng tidak diperbolehkan)

### **Pekerjaan Finishing**

1. Pekerjaan Pemasangan Material Lantai/Dinding
2. Pekerjaan Politur/Melamik/Duco
3. Pekerjaan Pengecatan
4. Pekerjaan Kunci dan Alat Penggantung

5. Pekerjaan Pemasangan Sanitary
6. Pekerjaan Fixture Lampu dan Sakelar-Stop Kontak
7. Pekerjaan Pagar Depan dan Pintu masuk
8. Pekerjaan Carport dan Jalan Masuk

#### 4.3.3 Perhitungan kebutuhan tenaga kerja dan bahan

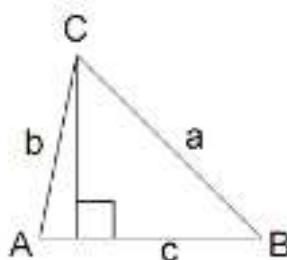
Sebelum menghitung jumlah tenaga kerja yang diperlukan, perlu terlebih dahulu dihitung volume pekerjaan. Yang dimaksud dengan volume pekerjaan adalah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume disebut juga kubikasi pekerjaan. Jadi volume suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan.

Di bawah ini diberikan beberapa contoh sebagai berikut :

1. Volume pondasi batu kali = m<sup>3</sup>
2. Volume atap = m<sup>2</sup>
3. Volume listplank = m'
4. Volume angkur besi = kg
5. Volume kolom *precast* = buah
6. Volume balok *precast* = buah

Untuk menghitung volume suatu bidang diperlukan pengetahuan tentang rumus luas dan keliling. Berikut ditampilkan cara menghitung luas dan keliling dari bidang datar sederhana

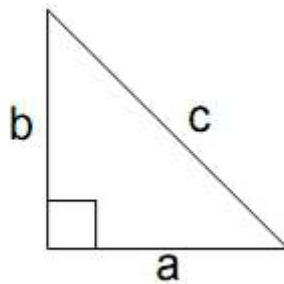
##### a. Segitiga sembarang



Rumus keliling  $a+b+c$

Rumus Luas  $\frac{1}{2} \times c \times t$

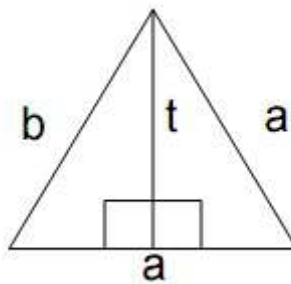
b. **Segitiga siku-siku**



Rumus keliling  $a+b+c$

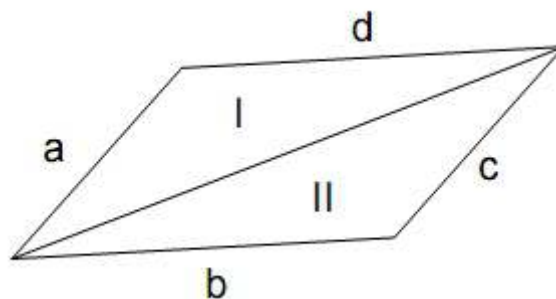
Rumus Luas  $\frac{1}{2} \times b \times a$

c. **Segitiga sama sisi**



Rumus keliling  $3 \times a$

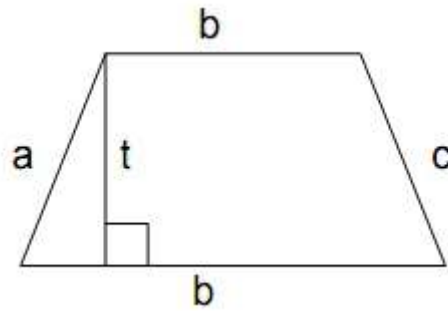
Rumus Luas  $\frac{1}{2} \times a \times t$



Rumus keliling  $a+b+c+d$

Rumus Luas **Luas I + Luas I**

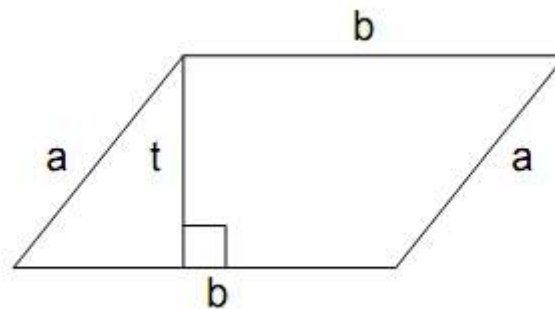
d. **Trapesium**



Rumus keliling  $a+b+c+d$

Rumus Luas  $\frac{1}{2}x (b+d)x t$

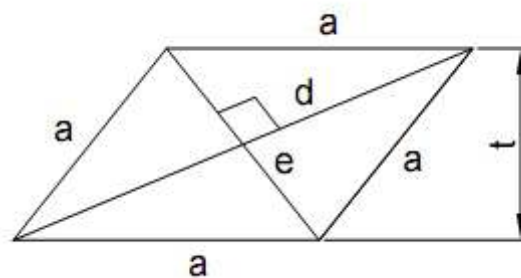
e. **Jajaran Genjang**



Rumus keliling  $2 x (a+b)$

Rumus Luas  $b x t$

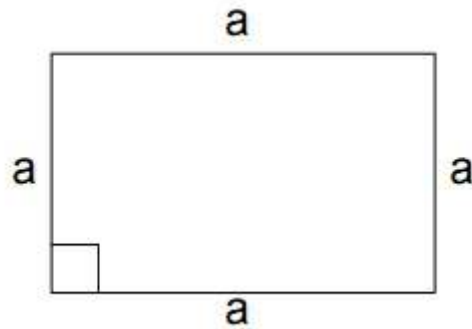
f. **Belah Ketupat**



Rumus keliling  $4 x a$

Rumus Luas  $at$  atau  $\frac{1}{2} x d x e$

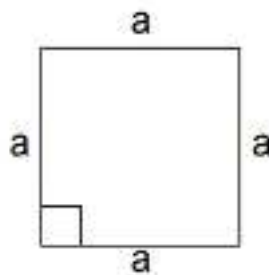
g. Persegi Panjang



Rumus keliling =  $2 \times (a+b)$

Rumus Luas =  $a \times b$

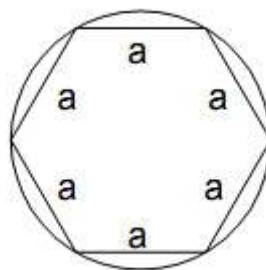
h. Bujur Sangkar (square)



Rumus keliling  $4 \times a$

Rumus Luas  $2 \times a$

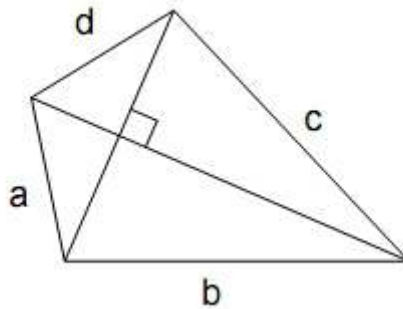
i. Segienam beraturan



Rumus keliling  $6 \times a$

Rumus Luas  $\frac{3}{2} \times 2a \times 1,732050808$

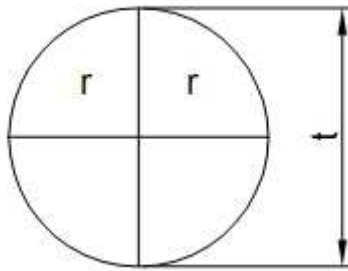
j. **Layang-layang (kite)**



Rumus keliling  $a+b+c+d$

Rumus Luas  $e \times f$

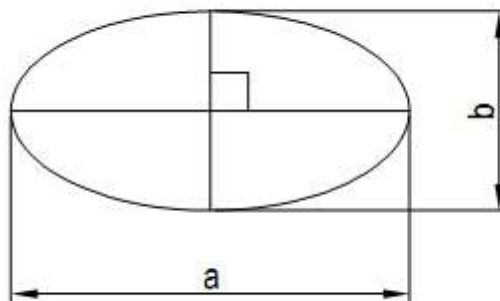
k. **Lingkaran (circle)**



Rumus keliling  $2 \times \pi \times r^2$

Rumus Luas  $\pi \times r^2$  atau  $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$

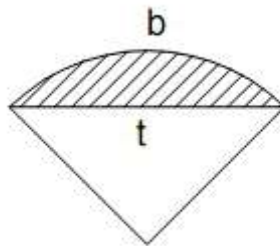
l. **Ellips**



Rumus keliling  $\frac{1}{2} \times \pi \times (a+b)$

Rumus Luas  $\frac{1}{4} \pi \times a \times b$

m. **Tembereng Lingkaran**



Rumus keliling  $b + t$

Rumus Luas **Luas sektor – Luas segitiga**

Untuk menghitung volume adalah luas alas x tinggi.

Atau panjang x lebar x tinggi

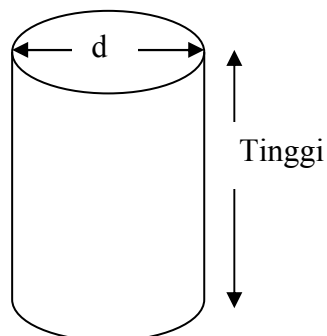
Contoh Volume balok



Volume silinder

Luas lingkaran x tinggi

=  $\pi \times r^2$  atau  $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$  dikali tinggi



Untuk menghitung jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan dapat mengacu ke suatu standar SNI yang berlaku di Indonesia. Dalam standar tersebut tenaga kerja yang dibutuhkan dinyatakan dalam indeks tenaga kerja dengan satuan “orang hari” atau disingkat OH.

Sebagai contoh indeks tenaga kerja dan bahan untuk 1 m<sup>3</sup> pekerjaan membuat beton mutu fc 31,2 (K 375) dengan slump 12 ± 2 cm adalah sebagai berikut :

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	PC	Kg	448,00
	PB	Kg	667,00
	KR (maksimum30 mm)	Kg	1.000
	Bahan Tambahan kimia	L	4,5
	Air	L	200
Tenaga kerja	Pekerja	OH	2,10
	Tukang batu	OH	0,35
	Kepala Tukang	OH	0,035
	Mandor	OH	0,105

CATATAN : Bobot isi pasir = 1400 kg/m<sup>3</sup>, Bobot isi kerikil = 1350 kg/m<sup>3</sup>  
*Buckling factor pasir = 20 %*

Angka diatas memiliki pengertian untuk membuat 1 m<sup>3</sup> beton mutu K 375 memerlukan bahan sebagai berikut :

PC (semen portland)	448,00	Kg
PB (pasir beton )	667,00	Kg
KR (maksimum30 mm)	1.000	Kg
Bahan Tambahan kimia	4,5	L
Air	200	L

Beton fc 31,2 adalah beton dengan benda uji silinder diameter 150 mm



tinggi 300 mm, pada umur 28 hari memiliki kuat tekan karakteristik sebesar 31,2 Mpa. Jika dikonversi ke dalam mutu beton sesuai standar PBI' 71, benda uji kubus sisi 150 mm, setara dengan beton K 375, karena angka konversi dari benda uji silinder diameter 150 mm tinggi 300 mm ke benda uji kubus sisi 150 mm adalah dibagi dengan 0,83. Jadi beton dengan mutu 31,2 Mpa : 0,83 = 37,5 Mpa atau 375 Kg/cm<sup>2</sup>

Yang dimaksud dengan nilai *slump* adalah tingkat *workability* atau kelecakan. Nilai *slump* disyaratkan terutama pada beton struktural, karena mempengaruhi kepadatan. Jadi beton tersebut nilai slumpnya harus memenuhi syarat. Pengujiannya menggunakan kerucut terpancung seperti pada Gambar 4.36 berikut :



Gambar 4.36 Pengujian slump pada beton segar

Sedangkan persyaratan nilai slump dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 4.1 Besar nilai slump untuk berbagai pekerjaan beton menurut PBI'71.

URAIAN	SLUMP MAX (Cm)	SLUMP MIN (Cm)
Dinding pelat pondasi telapak bertulang	12.5	5.0
Pondasi telapak tidak bertulang, caison dan konstruksi bawah tanah	9.0	2.5
Pelat, Balok, kolom, dinding	15.0	7.5
Perkerasan Jalan	7.5	5.0
Pembetonan masal	7.5	2.5

Untuk pasir beton (PB) karena dijual di lapangan tidak dalam satuan berat (kg), maka angka tersebut harus dikonversikan terlebih dahulu ke dalam satuan  $m^3$ , yaitu dengan cara membagi dengan bobot isinya demikian pula pada kerikil (KR)

Jadi pasir beton =  $667 \text{ Kg} : 1400 \text{ Kg}/m^3 = 0,476 m^3$  atau  $1/2 m^3$

Kerikil =  $1000 \text{ Kg} : 1350 \text{ Kg}/m^3 = 0,740 m^3$  atau  $3/4 m^3$

Untuk semen jika menggunakan semen 1 zak 40 kg maka banyaknya semen =  $448 \text{ Kg} : 40 \text{ Kg}/\text{zak} = 11,2 \text{ zak}$  atau 13 zak

Dari angka indeks diatas untuk 1 orang tenaga kepala tukang harus mengepalai tukang batu sebanyak

$2,1/0,35 = 6$  orang

Untuk 1 tenaga mandor, harus mengepalai pekerja sebanyak  
 $= 2,1/0,105 = 20$  orang

Jika dimensi beton yang akan dibuat memiliki volume  $100 m^3$ , maka kebutuhan tenaga kerja per hari menjadi :

$100 \times 2,1 = 210$  Pekerja

$100 \times 0,35 = 35$  Tukang batu

$100 \times 0,035 = 3,5$  Kepala tukang

$100 \times 0,105 = 10,5$  Mandor

Karena tenaga kerja setiap hari yang dibutuhkan terlalu banyak (210 orang), dan kapasitas proyek untuk menampung tenaga tersebut terbatas, serta setiap pekerja dipekerjakan bukan dalam 1 hari, kebutuhan tenaga kerja tersebut disebar berdasarkan durasi pekerjaan, misalkan durasi pekerjaan 10 hari, maka kebutuhan tenaga kerjanya menjadi :

21 Pekerja

3,5 Tukang batu

0,35 Kepala tukang

1,05 Mandor

Artinya setiap hari membutuhkan

21 Pekerja

4 Tukang batu

1 Kepala tukang

1 Mandor

Jika harga satuan upah di masukkan ke dalam angka di atas, maka upah tenaga kerja menjadi :

Indek	Tenaga kerja	Upah harian	Jumlah
2,1	Pekerja	Rp 50.000	Rp 105.000
0,35	Tukang batu	Rp 50.000	Rp 17.500
0,035	Kepala tukang	Rp 75.000	Rp 2.625
0,105	Mandor	Rp 100.000	Rp 10.500
		UPAH	Rp 135.625,-

Jenis pekerjaan pada beton *precast* tergantung dari metode kerja yang digunakan, apakah *precast* penuh atau sebagian.

Pada metode *precast* penuh, pekerjaannya hanya erection, pekerjaan instalasi dan sambungan saja, tanpa ada pekerjaan pengecoran beton, kecuali untuk sambungan basah, yang relatif volumenya kecil. Tapi pada *precast* sebagian, ada pengecoran beton. *Precast*nya bisa dalam bentuk kolom, balok atau slab.

Pada pekerjaan *precast* penuh, pekerjaan dimulai dari pembuatan pondasi. Kemudian plat lantai dan kolom, dilanjutkan dengan pemasangan slab atau plat lantai yang menumpu pada balok dan kolom *precast*, serta dinding atau *facade* dan terakhir adalah atap. Setelah atap selesai dilakukan finishing.

Pada semua pekerjaan diatas melalui tahapan sebagai berikut :

1. Pencetakan beton *precast* sesuai dengan gambar rencana, dan mutu beton serta baja tulangan yang terdapat dalam beton *precast* sesuai dengan spesifikasi. Pencetakan dapat dilakukan dipabrik *precast* atau di luar lokasi pekerjaan.
2. Setelah umur beton mencukupi (jika dirawat normal, umur beton lebih dari 28 hari) dan waktunya beton tersebut harus dipasang, dilakukan pengangkutan (*transportasi*) kalau jarak antara lokasi pembuatan dengan lokasi pemasangan jaraknya jauh, tetapi kalau jaraknya dekat, terjangkau oleh lengan *tower crane* siap langsung diangkat (*erection*),

3. Pada saat pengangkutan dan pengangkatan perlu dipertimbangkan alat yang memadai, baik daya angkat maupun kapasitasnya. Ada beberapa jenis alat angkut dan alat angkat (dijelaskan pada Unit 5). Selain itu perlu diperhatikan juga kemudahan pengadaan peralatan tersebut ke lokasi proyek. Jenis peralatan minimum yang harus tersedia dalam penerapan teknologi beton *precast* adalah *forklift*, *tower crane/mobil crane*.
4. Alat pendukung lainnya adalah *lifting tackel* yang di pasang pada ujung angkat dari *tower crane/mobil crane*. Fungsi alat ini adalah untuk meratakan gaya angkat dari *tower crane/mobile crane* pada komponen beton *precast* supaya bebannya tidak terpusat dan komponennya tidak rusak.

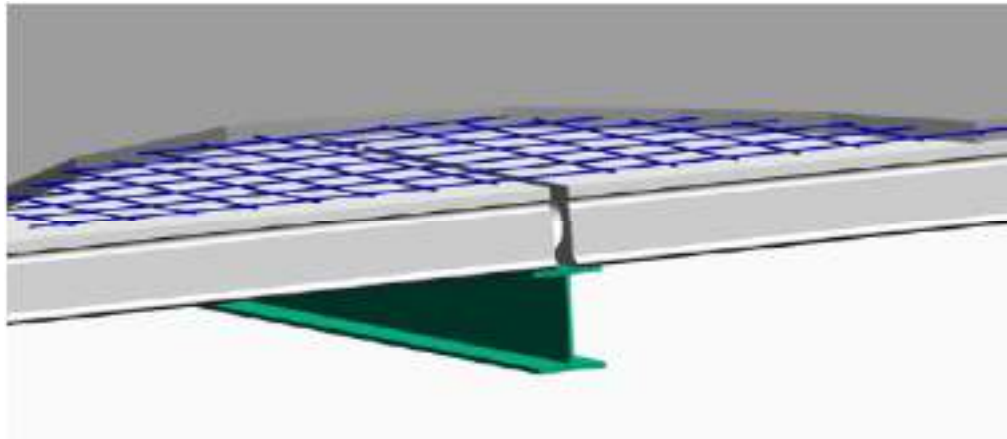


Gambar 4.37 *lifting tackel*

5. Koneksi, yaitu penyatuan komponen-komponen struktur beton *precast* menjadi sebuah struktur bangunan yang monolit. Material yang disatukan adalah material beton dan material baja. Sambungan ini tidak hanya berfungsi sebagai penyalur beban, tetapi juga harus mampu mengintegrasikannya antar komponen sehingga berperilaku monolit. Beban yang bekerja pada struktur b dapat berupa beban vertikal, yaitu beban yang diakibatkan oleh gravitasi, termasuk berat sendiri komponen, dan gaya horizontal beban angin dan beban gempa. Jenis sambungan pada beton *precast* ada dua macam, yaitu sambungan kering dan sambungan

basah. Sambungan kering adalah metode penyambungan komponen beton *precast* dengan bantuan las, mur baut. Dengan metode ini sambungan dapat segera berfungsi secara efektif. Sedangkan sambungan basah adalah metode penyambungan dengan cara mencor sambungan tadi dengan beton, sehingga memerlukan waktu dalam proses pengerasannya.

Pada pekerjaan beton *precast* sebagian, volume pekerjaan beton konvensionalnya cukup besar. Contoh pekerjaannya adalah pada pengecoran lantai diatas *hollow core slab*. Slab tersebut diletakkan terlebih dahulu diatas balok penyangga, kemudian disambung. Balok dapat terbuat dari beton *precast* atau baja profil. Setelah terpasang lalu dipasang kawat baja (*wire mesh*) dan terakhir di cor dengan beton secara konvensional.



Gambar 4.38 Pengecoran plat lantai diatas *slab hollow core*

Berikut adalah cara menghitung kebutuhan tenaga kerja dan bahan yang diambil dari SNI "Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung " dan Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan "

Untuk pekerjaan beton pracetak yang bisa diangkat 24 jam diperlukan penambahan bahan tambahan sesuai tabel berikut

Tabel 4.2 Membuat beton 1 m<sup>3</sup> mutu fc 31,2 (K375) slump 12 +/- 2 cm

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	PC	Kg	448,00
	PB	Kg	667,00
	KR (maksimum30 mm)	Kg	1.000
	Bahan Tambahan kimia	L	4,5
	Air	L	200
Tenaga kerja	Pekerja	OH	2,10
	Tukang batu	OH	0,35
	Kepala Tukang	OH	0,035
	Mandor	OH	0,105

CATATAN : Bobot isi pasir = 1400 kg/m<sup>3</sup>, Bobot isi kerikil = 1350 kg/m<sup>3</sup>  
*Buckling factor pasir = 20 %*

Tabel 4.3 Membuat 1 m<sup>2</sup> lahan produksi tebal beton 8 cm mutu beton fc 14,5 (K175) slump 12 +/- 2 cm

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	PC	Kg	26,080
	PB	Kg	60,800
	KR (maksimum30 mm)	Kg	82,320
	Air	L	17,20
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,132
	Tukang batu	OH	0,022
	Kepala Tukang	OH	0,002
	Mandor	OH	0,007

Tabel 4.4 Membuat 1 m<sup>2</sup> lahan produksi tebal beton 10 cm mutu beton fc 14,5 (K175) slump 12 +/- 2 cm

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	PC	Kg	32,60
	PB	Kg	76,00
	KR (maksimum30 mm)	Kg	102,90

	Air	L	21,50
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,165
	Tukang batu	OH	0,028
	Kepala Tukang	OH	0,003
	Mandor	OH	0,008

Tabel 4.5 Membuat 1 m<sup>2</sup> lahan produksi tebal beton 12 cm mutu beton fc 14,5 (K175) slump 12 +/- 2 cm

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	PC	Kg	39,12
	PB	Kg	91,2
	KR (maksimum 30 mm)	Kg	123,48
	Air	L	25,8
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,198
	Tukang batu	OH	0,033
	Kepala Tukang	OH	0,003
	Mandor	OH	0,01

Tabel 4.6 Membuat 1 m<sup>2</sup> bekisting untuk pelat beton *precast* (5 kali pakai)

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	Lantai kerja tebal 10 cm	M <sup>3</sup>	0,008
	Besi hollow (50x50x3)mm	Kg	9,394
	Kaso 5/7	M <sup>3</sup>	0,005
	Phenol film 12 mm	Lbr	0,080
	Minyak bekisting	L	0,200
	Dinabolt $\Phi$ 12 (10 sd 15)cm	Bh	3,882
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,007
	Tukang kayu	OH	0,076
	Kepala Tukang	OH	0,008
	Mandor	OH	0,001

Tabel 4.7 Membuat 1 M<sup>2</sup> bekisting untuk kolom beton pracetak (10 sampai 12 kali pakai)

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	Kaso 5/7	M <sup>3</sup>	0,004
	Phenol film 12 mm	Lbr	0,048
	Paku (5 sd 7) cm	Kg	0,46
	Minyak bekisting	L	0,200
	Dinabolt $\Phi$ 12 (10 sd 15)cm	Bh	0,693
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,004
	Tukang kayu	OH	0,038
	Kepala Tukang	OH	0,004
	Mandor	OH	0,001

Tabel 4.8 Upah pemasangan dan pembukaan bekisting untuk 1 buah komponen pelat pracetak

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,053
	Tukang kayu	OH	0,018
	Mandor	OH	0,005

Tabel 4.9 Upah pemasangan dan pembukaan bekisting 1 buah komponen untuk balok pracetak

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,089
	Tukang kayu	OH	0,030
	Mandor	OH	0,005

Tabel 4.10 Upah pemasangan dan pembukaan bekisting 1 buah untuk komponen kolom pracetak

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,071
	Tukang kayu	OH	0,024
	Mandor	OH	0,005



Tabel 4.11 Upah tuang/tebar 1 buah komponen untuk pelat pracetak

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,064
	Tukang batu	OH	0,0244
	Tukang vibrator	OH	0,128
	Kepala tukang	OH	0,034
	Mandor	OH	0,073

Tabel 4.12 Upah tuang/tebar 1 buah komponen untuk balok pracetak

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,069
	Tukang batu	OH	0,0242
	Tukang vibrator	OH	0,138
	Kepala tukang	OH	0,037
	Mandor	OH	0,073

Tabel 4.13 Upah tuang/tebar 1 buah komponen untuk kolom pracetak

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,061
	Tukang batu	OH	0,0213
	Tukang vibrator	OH	0,122
	Kepala tukang	OH	0,033
	Mandor	OH	0,073

Tabel 4.14 Pembesian 10 kg dengan besi polos atau besi ulir

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	Besi beton (polos atau ulir)	Kg	10,50
	Kawat beton	Kg	0,150
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,070
	Tukang besi	OH	0,070
	Kepala Tukang	OH	0,007
	Mandor	OH	0,004

Tabel 4.15 Memasang 10 kg kabel prestress polos/strands

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	Besi beton (polos atau ulir)	Kg	10,50
	Kawat beton	Kg	0,150
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,050
	Tukang besi	OH	0,050
	Kepala Tukang	OH	0,005
	Mandor	OH	0,003

Tabel 4.16 Memasang 1 kg jaring kawat baja/wire mesh

Kebutuhan		Satuan	indeks
Bahan	Jaring kawat baja di las	Kg	1,020
	Kawat beton	Kg	0,050
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,025
	Tukang besi	OH	0,025
	Kepala Tukang	OH	0,002
	Mandor	OH	0,001

#### 4.3.4 Perhitungan kebutuhan peralatan

Dalam pekerjaan beton *precast*, peralatan merupakan bagian yang penting, karena beton *precast* sangat berat dan besar dimensinya, sehingga membutuhkan peralatan yang memadai. Peralatan yang dibutuhkan tergantung metode *precast*, apakah *precast* penuh atau sebagian

Untuk menghitung kebutuhan alat tergantung dari beberapa faktor sebagai berikut :

1. Volume pekerjaan
2. Produktivitas, adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan seluruh sumber daya yang digunakan. Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat.  

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{kapasitas}}{\text{waktu siklus}}$$

Karena waktu siklus satuannya menit, sedangkan produktivitas adalah produksi/jam, dan adanya efisiensi alat, maka rumus

produktivitas adalah = kapasitas  $\times \frac{60}{CT} \times \text{efisiensi}$

3. Efisiensi sangat dipengaruhi oleh waktu bekerja antara siang dan malam memiliki efisiensi berbeda, karena pada malam hari jarak pandangan operator hanya berdasarkan sinar lampu, dimana jangkauannya terbatas. Selain itu dipengaruhi juga oleh kondisi alat. Alat yang baik, terpelihara akan membantu meningkatkan produksi, sebaliknya alat yang rusak/sering macet akan mengganggu kelancaran produksi.
4. Durasi =  $\frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas terkecil}}$
5. Jumlah alat yang dibutuhkan =  $\frac{\text{produktivitas terbesar}}{\text{produktivitas alat}}$

Berikut adalah standar untuk menghitung banyaknya peralatan dalam pekerjaan beton *precast*, menurut SNI “Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung “ dan Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan “.

Tabel 4.17 Ereksi 1 bh komponen untuk pelat pracetak

Kebutuhan		Satuan	indeks
Peralatan	Sewa crane	Unit/hari	0,067
	Solar	L	6,676
	Sewa <i>pipe support</i>	Bh/hr	1,100
Tenaga kerja	Operator crane	OH	0,067
	Pembantu operator crane	OH	0,067
	Pekerja	OH	0,067
	Tukang batu	OH	0,067
	Tukang ereksi	OH	0,134
	Kepala tukang	OH	0,067
	Mandor	OH	0,067

Tabel 4.18 Ereksi 1 bh komponen untuk balok pracetak

Kebutuhan		Satuan	indeks
Peralatan	Sewa crane	Unit/hari	0,061
	Solar	L	6,110
	Sewa <i>scaffolding</i>	unit/hr	1,100
Tenaga kerja	Operator crane	OH	0,061
	Pembantu operator crane	OH	0,061
	Pekerja	OH	0,061
	Tukang batu	OH	0,061
	Tukang ereksi	OH	0,122
	Kepala tukang	OH	0,061
	Mandor	OH	0,061

Sebagai contoh indeks peralatan untuk ereksi 1 buah komponen balok pracetak adalah sebagai berikut :

Sewa crane	Unit/hari	0,061
Solar	L	6,110
Sewa <i>scaffolding</i>	unit/hr	1,100

Misalkan sewa crane Rp 1.500.000,00-/hari

Solar per liter Rp. 5000,-

Sewa *scaffolding* Rp. 10.000,00-/hari

Untuk menghitung biaya mengangkat 100 balok pracetak adalah :

Produk dari satu crane setiap harinya adalah  
 $= 1/0,061 = 16,4$  atau 16 komponen balok/hari  
 Kebutuhan solar =  $6,11 \times 16 = 97,76$  liter /hari  
 Kebutuhan Scaffolding  $16 \times 1,1 = 17,6$  /hari

Jika volume pekerjaan ereksi balok tersebut ada 100 balok, maka waktu yang dibutuhkan

Durasi =  $100/16 = 6,25$  hari atau dibulatkan ke atas 7 hari

Sewa crane	7 x Rp.1.500.000	Rp. 10.500.000
Solar	7 x 97,76 x Rp.5000	Rp. 3.421.600
Sewa scaffolding	7 x 17,6 x Rp 10.000,-	Rp. 1.232.000
Total biaya peralatan dan solar untuk ereksi		Rp. 15.153.600

Tabel 4.19 Ereksi 1 bh komponen untuk kolom pracetak

Kebutuhan		Satuan	indeks
Peralatan	Sewa crane	Unit/hari	0,083
	Solar	L	8,277
	Sewa <i>pipe support</i>	Bh/hr	2,200
Tenaga kerja	Operator crane	OH	0,083
	Pembantu operator crane	OH	0,083
	Pekerja	OH	0,083
	Tukang batu	OH	0,083
	Tukang ereksi	OH	0,166
	Kepala tukang	OH	0,083
	Mandor	OH	0,03

Tabel 4.20 Langsir 1 bh komponen untuk pelat pracetak ( $\pm 20$  m)

Kebutuhan		Satuan	indeks
Peralatan	Sewa crane	Unit/hari	0,019
	Solar	L	1,897
Tenaga kerja	Operator crane	OH	0,019
	Pembantu operator crane	OH	0,019
	Tukang batu	OH	0,038
	Pekerja	OH	0,019

Tabel 4.21 Langsir 1 bh komponen untuk balok pracetak ( $\pm 20$  m)

Kebutuhan		Satuan	indeks
Peralatan	Sewa crane	Unit/hari	0,019

	Solar	L	1,897
Tenaga kerja	Operator crane	OH	0,019
	Pembantu operator crane	OH	0,019
	Tukang batu	OH	0,038
	Pekerja	OH	0,019

Tabel 4.22 Bahan 1 m<sup>3</sup> grout campuran

Kebutuhan		Satuan	indeks
Bahan	Semen grout	Kg	1200,00
	Screening	Kg	650,00
	Air	L	350,00

Tabel 4.23 Bahan 1 m<sup>3</sup> grout

Kebutuhan		Satuan	indeks
Bahan	Semen grout	Kg	1850,00
	Air	L	400,00

Tabel 4.24 Upah 1 titik pekerjaan grout pada joint beton pracetak

Kebutuhan		Satuan	indeks
Tenaga kerja	Tukang batu	OH	0,367
	Kepala tukang	OH	0,074
	Mandor	OH	0,037

Tabel 4.25 Memasang 1 titik bekisting joint

Kebutuhan		Satuan	indeks
Bahan	Kayu kaso 5/7	M <sup>3</sup>	0,012
	Papan cor	M <sup>3</sup>	0,004
	Paku ( 5 sd 7 ) cm	Kg	0,264
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,147
	Tukang kayu	OH	0,147
	Kepala tukang	OH	0,015
	Mandor	OH	0,005

Tabel 4.26 Upah 1 titik joint dengan sling

Kebutuhan		Satuan	indeks
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,220
	Tukang besi	OH	0,220
	Tukang kayu	OH	0,022
	Mandor	OH	0,011

### Analisa harga satuan 1 buah komponen beton pracetak

Untuk 1 buah komponen beton kolom pracetak diperlukan analisa harga satuan sebagai

berikut:

- Beton siap pakai (*readymix*) / m<sup>3</sup>;
- Baja tulangan / kg;
- Buat bekisting / m<sup>2</sup>;
- Pasang + bongkar / bh komponen.

### Contoh analisa komponen beton

Tabel 4.27 Beton siap pakai (ready mix), volume 1 m<sup>3</sup>, mutu fc 31 Mpa (K350)

Macam pekerjaan	Satuan	Indek	Harga bahan/upah	Jumlah harga bahan	Jumlah harga upah	total
1 m <sup>3</sup> beton K 350 kolom						
Bahan						
Ready mix K 300	m <sup>3</sup>	1	500.000	500.000		
Total				500.000		500.000

Tabel 4.28 Upah tuang/tebar beton 1 buah komponen untuk kolom pracetak

Macam pekerjaan	Satuan	Indek	Harga bahan/upah	Jumlah harga bahan	Jumlah harga upah	total
Upah tuang/tebar beton 1 buah komponen untuk kolom pracetak						
Tukang tebar beton (lihat tabel 4.13)	OH	1	24.144		24.144	
Total					24.144	24.144

Tabel 4.29 Membuat 1 m<sup>2</sup> bekisting untuk kolom beton pracetak (10 kali sd 12 kali pakai)

Macam pekerjaan	Satuan	Indek	Harga bahan/upah	Jumlah harga bahan	Jumlah harga upah	total
1 m <sup>2</sup> bekisting untuk kolom beton pracetak (10 kali sd 12 kali pakai)						
Bahan						
Kaso 5/7	M <sup>3</sup>	0,004	1.500.000	6.000		
Phenol film 12 mm	Lbr	0,048	225.000	10.800		
Paku (5 sd 7) cm	Kg	0,46	13.700	6.302		
Minyak bekisting	L	0,200	20.000	4.000		
Dinabolt $\Phi$ 12 (10 sd 15)cm	Bh	0,693	800	554		
Upah						
Pekerja	OH	0,004	50.000		200	
Tukang kayu	OH	0,038	75000		2850	
Kepala Tukang	OH	0,004	100000		400	
Mandor	OH	0,001	100000		100	
Total				27.656	3.550	31.206

Tabel 4.30 Upah pemasangan + buka bekisting 1 bh komponen untuk kolom pracetak

Macam pekerjaan	Satuan	Indek	Harga bahan/upah	Jumlah harga bahan	Jumlah harga upah	total
Upah pemasangan + buka bekisting 1 bh komponen untuk kolom pracetak						
Upah						
Pekerja	OH	0,071	50.000	3.550		
Tukang kayu	OH	0,024	75.000	1.800		
Mandor	OH	0,005	100.000	500		
Total	OH	0,071		5.850		5.850



Tabel 4.31 Pembesian 1 kg dengan besi polos atau besi ulir

Macam pekerjaan	Satuan	Indek	Harga bahan/upah	Jumlah harga bahan	Jumlah harga upah	Total
<b>Pembesian 1 kg dengan besi polos atau besi ulir</b>						
<b>Bahan</b>						
Besi beton (polos atau ulir)	Kg	1,050	7.625	8.006		
Kawat beton	Kg	0,015	11.000	165		
<b>Upah</b>						
Pekerja	OH	0,007	50.000		350	
Tukang besi	OH	0,007	75000		525	
Kepala Tukang	OH	0,007	100000		700	
Mandor	OH	0,000 4	100000		40	
<b>Total</b>				<b>8.171</b>	<b>1.615</b>	<b>9.786</b>

#### 4.3.5 Diskusi dan tanya jawab jadwal kerja dengan para pekerja

Jadwal kerja yang telah dibuat didiskusikan dengan para pekerja, karena para pekerja perlu mengetahuinya, dan mereka pun yang akan mengerjakannya. Diskusi mulai dari tahap persiapan sampai dengan tahap pemasangan beton *precast*, karena batasan pekerjaan mereka sampai dengan pemasangan beton *precast*, walaupun ada yang berlanjut pada pekerjaan lainnya, tetapi seorang mandor beton *precast* dibatasi tugas dan kewenangannya. Pekerja yang terlibat dalam diskusi ini adalah para pekerja dan mandor, tapi tidak menutup kemungkinan menghadirkan pelaksana lapangan, supaya jika ada pertanyaan yang tidak mampu dijawab oleh mandor dapat ditanyakan kepada pelaksana. Rencanakan diskusi sebelum suatu pekerjaan akan dilaksanakan, makin banyak diskusi, - asal tidak mengganggu jadwal pekerjaan - makin banyak masukan dari para pekerja, dan diskusi ini juga untuk mengetahui sampai sejauh mana para pekerja memahami pekerjaan yang akan dilaksanakan, jangan sampai terjadi kesalahan komunikasi. Hal ini akan fatal akibatnya, akan memperlambat pekerjaan.

Sebaiknya diskusi dilaksanakan pada waktu malam hari, pada waktu pekerja dalam keadaan santai.

#### 4.4 Metode dan prosedur kerja

##### 4.4.1 Metode kerja

Metode kerja yang digunakan dalam lingkungan pabrik untuk menghasilkan komponen beton *precast* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. *Stationeri production*, yaitu suatu metode produksi, di mana proses pabrikasinya dilakukan pada cetakan yang bersifat tetap (tidak dapat bergerak) sampai pekerjaan selesai. Cetakan yang digunakan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga mudah dibongkar. Beberapa alternatif pemilihan rancangan cetakan adalah
    - a. Rancangan cetakan sedemikian rupa sehingga pada bagian samping dapat diputar ke bawah sehingga terlepas dari beton.
    - b. Rancangan cetakan dapat diangkat ke atas sehingga terlepas dari betonnya
    - c. Dengan merusak cetakan (pasangan bata). Cara ini biasanya digunakan untuk memproduksi beton *precast* berupa dinding dan plat lantai untuk keperluan rumah tinggal dengan berbagai ukuran yang tidak sama sehingga penggunaan cetakan yang dapat digunakan berulang kali menjadi tidak efisien.
- Pengaplikasian metode ini pada pabrikasi komponen yang dimensinya cukup besar, seperti pembuatan komponen plat lantai. Pabrikasi *Hollow Cora Slab* (HCS) dengan sistem *stationary production*
2. *Slif form production*. Metode pabrikasi dengan menggunakan cetakan yang dapat bergerak sepanjang *casting bed*. Pelepasan cetakan tersebut dilakukan dengan menggetarkan beton yang telah dipadatkan. Metode ini banyak dipakai untuk memproduksi beton *precast* berupa plat
  3. *Flow line production*. Metode pabrikasi untuk memproduksi komponen dalam jumlah banyak (massal), misalnya komponen atap, dengan harapan dapat mempersingkat waktu produksi

Pemilihan metode pabrikasi tergantung dari beberapa faktor, yaitu :

1. Jumlah komponen yang akan diproduksi

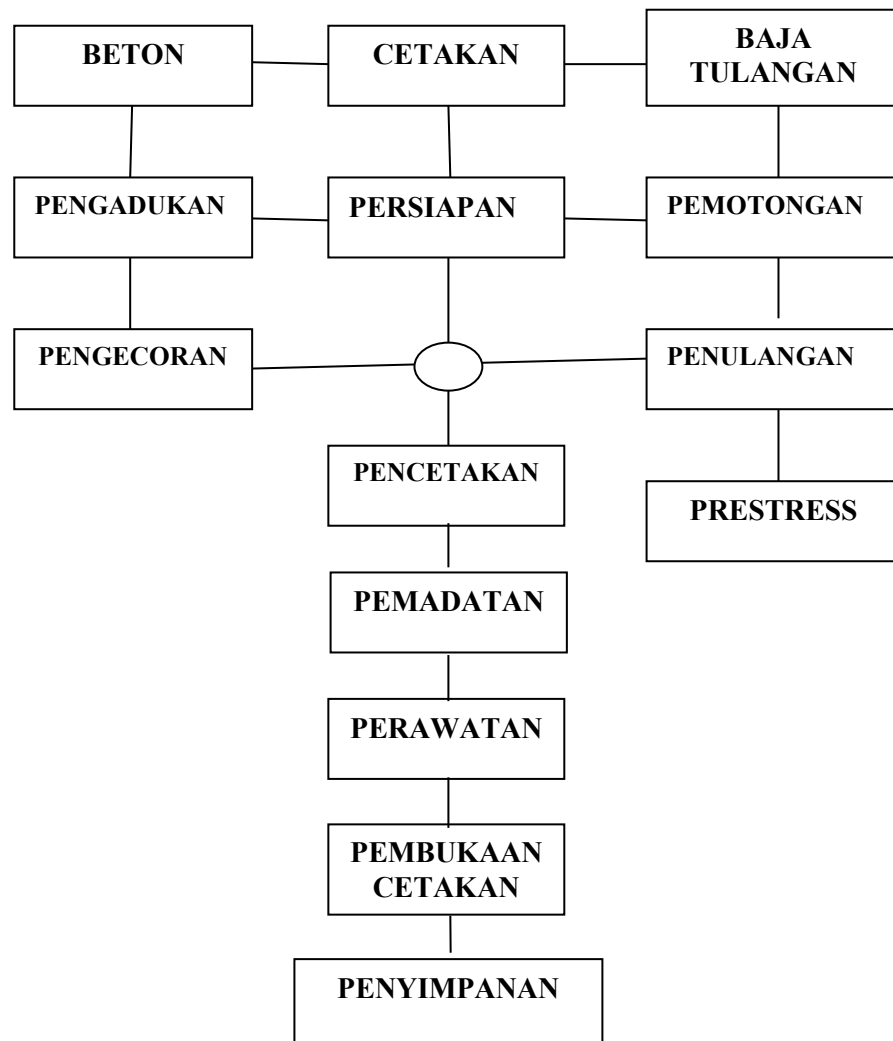
2. Dimensi dari komponen beton *precast* yang akan diproduksi
3. Bentuk dari komponen beton *precast*, linier/flat (*slab type component*)
4. Sistem yang akan digunakan (*prestressed* atau konvensional)
5. Komposisi produk dan material yang akan digunakan (*light weight concrete component, multy layer slab*)

Metode kerja dalam pemasangan beton *precast* tergantung dari bangunan apa yang akan dipasang. Dibawah ini salah satu metode kerja dalam memasang beton *precast* sebagian

1. Beton *precast* dibuat di pabrik atau diluar lokasi proyek
2. Diangkut ke lokasi dengan alat angkut yang memadai, baik kapasitas maupun ukurannya
3. Di lokasi sudah disiapkan bagian komponen yang akan disambung. Pondasi sudah dibuat dan sudah dapat dibebani
4. Pasang kolom di atas pondasi, kemudian lakukan proses penyambungan (*connection*), penyambungan dapat menggunakan cara kering, yaitu dengan mur -baut , kabel, dan di las, atau cara basah yaitu dengan menggrouting, mengecor beton atau bahan lain ke dalam sambungan yang telah disiapkan.
5. Pasang balok pada kolom yang sudah disiapkan alat penyambungannya (kering atau basah)
6. Pasang plat lantai diatas tumpuan balok, lakukan pengecoran pada sambungan balok dan lantai, kemudian pengecoran *topping* pada plat supaya plat menjadi monolit dengan baloknya.
7. Untuk lantai selanjutnya, lakukan urutan yang sama .

#### 4.4.2 Prosedur Kerja

Dibandingkan dengan proses konstruksi konvensional hal yang menonjol dalam produksi beton *precast* adalah penggunaan mesin dalam pabrik yang menghasilkan komponen beton *precast*. Selain membutuhkan tenaga kerja lebih sedikit, penggunaan mesin akan mengurangi kesalahan yang diakibatkan oleh “faktor manusia” sehingga akan dihasilkan produk dengan kualitas yang lebih seragam. Proses produksi beton *precast* dapat dilihat pada Gambar 4.39 berikut



Gambar 4.39 Proses produksi beton *precast*

Prosedur kerja juga dapat berbeda antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya. Di bawah ini prosedur kerja pada penyambungan balok dengan kolom :

1. Pertama direncanakan panjang kolom beton *precast* yang akan dibuat. Panjang kolom tergantung dari kapasitas pabrik pembuat, juga tergantung dari alat transportasi.
2. Rencanakan letak sambungan vertikal antara kolom satu dengan kolom lainnya
3. Rencanakan tempat perletakkan balok yang akan menumpu, atau yang akan disambung dengan kolom

4. Setelah kolom diberdirikan dengan kokoh dan stabil diatas pondasi , kemudian disokong oleh pipa besi atau alat penyokong lainnya, supaya kedudukannya stabil dan tegak.
5. Balok yang akan disambung diangkat dengan alat *tower crane* .ke tempat penyambungan dengan kolom, diletakkan pada perletakkan yang sudah dibuat pada kolom.
6. Sambungan antara balok dengan kolom dapat dengan cara basah atau kering
7. Lakukan penyambungan pada titik pertemuan antara kolom dan balok

#### 4.4.3 Standar Kerja

Dalam industri manufaktur, masalah pengendalian kualitas produk yang dihasilkan dapat terpantau dengan jelas. Dengan metode statistik dan teknik pengendalian yang tepat akan dapat diperoleh informasi dini tentang produk yang dihasilkan. Jika terjadi penyimpangan kualitas dari produk maka manajemen dengan segera dapat melakukan tindakan tertentu sehingga kualitas produk dapat sesuai dengan standar yang disyaratkan.

Produk yang dihasilkan mempunyai akurasi dimensi yang tinggi, sehingga dalam pelaksanaannya di lapangan menjadi relatif lebih mudah serta mempunyai kenampakan yang lebih baik.

Kelayakan dalam penerapan teknologi beton *precast* harus dipandang dari berbagai aspek. Baik yang bersifat teknis maupun ekonomis. Keduanya harus dipenuhi. Tinjauan aspek ekonomis lebih ditentukan oleh pencapaian tujuan utama dari proyek, yaitu tepat biaya, tepat mutu, dan tepat waktu.

#### 4.4.4 Diskusi dan tanya jawab metode dan prosedur kerja dengan para pekerja

Semua metode dan prosedur kerja harus didiskusikan dengan para pekerja. Mereka harus mengetahui pula bagaimana beton *precast* dibuat di pabrik, supaya mengetahui karakteristik beton tersebut. Pengetahuan ini walaupun hanya sekedar tambahan, tetapi akan mempengaruhi cara pandang mereka terhadap pekerjaan yang akan dilaksanakan. Pekerjaan beton *precast* berbeda dengan beton yang dibuat ditempat (*in site*) jadi mereka harus benar-benar paham tentang teknologi beton *precast* tersebut. Dengan mengetahui teknologi beton *precast*, mereka tidak akan

kaget pada waktu pelaksanaannya nanti di lapangan, dan mereka akan siap dalam menjalankan segala tugas yang akan diberikan, *mind set* mereka dalam mengerjakan beton untuk sementara dirubah. Jadi pekerjaan ini tidak sama dengan pekerjaan beton konvensional. Diskusi dilakukan dengan tanya jawab mengenai cara pembuatan beton tersebut, karakteristik beton *precast*, cara pemasangan beton *precast*.

Selain metode cara pembuatan beton *precast*, juga perlu didiskusikan metode dan prosedur kerja pelaksanaan beton *precast*. Metode kerja ini sangat berbeda dengan beton konvensional. Supaya pekerja paham akan tugasnya, mereka harus diberitahu dapat melalui peragaan ataupun memperlihatkan gambar atau slide film pelaksanaan pembuatan beton *precast*. Melalui slide akan menarik perhatian pekerja dibandingkan dengan hanya cerita saja. Penayangan melalui *slide* harus sambil dijelaskan tahapan-tahapannya. Adanya gambar atau slide akan menimbulkan pertanyaan dari pekerja, sehingga timbul tanya jawab yang menarik. Dan inipun dapat dijadikan evaluasi bagi mandor atau pelaksanaan lapangan, untuk mengetahui tingkat pemahaman para pekerja.

## **BAB V**

### **SUNBER-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 : Eksplorasi Teknologi dalam Proyek Konstruksi Beton  
*Precast* dan Bekisting  
Pengarang : Wulfram I Ervianto  
Penerbit : Andi Yogyakarta  
Tahun terbit : 2006



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

Judul : Ilustrasi Konstruksi Bangunan  
Pengarang : Francis D.K Ching dan Cassandra Adams  
Penerbit : Erlangga  
Tahun terbit : 2008

Judul : Arsitektural Working Drawings  
Pengarang : William P Spence  
Penerbit : John Wiley & Sons, Inc  
Tahun terbit : 1993

Judul : Rencana dan Estimate Real of Cost  
Pengarang : H. Bachtiar Ibrahim  
Penerbit : Bumi Aksara  
Tahun terbit : 2008

Judul : SNI "Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan  
beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung  
Pengarang : Badan Standarisasi Nasional  
Penerbit :  
Tahun terbit :

Judul : SNI "Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan"

Pengarang : Badan Standarisasi Nasional

Penerbit :

Tahun terbit :

Judul : Alat Berat untuk Proyek Konstruksi

Pengarang : Ir. Susy Fatena Rostiyanti, M.Sc

Penerbit : Bineka Cipta

Tahun terbit : 2002

Judul : Alat Alat Berat

Pengarang : Hendra Suryadharma dan Haryanto Yoso Wigroho

Penerbit : Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Tahun terbit : 1998

### 5.3 Daftar Peralatan/Mesin dan Bahan

#### 5.3.1 Peralatan yang digunakan:

- 1) Kalkulator
- 2) Mistar ukur
- 3) Alat tulis lengkap;

#### 5.3.2 Bahan yang dibutuhkan:

- 1) Gambar kerja
- 2) Spesifikasi teknis
- 3) Gambar Kurva S
- 4) *Bar chart*