

**LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN**  
**PEMBANGUNAN GEDUNG BALAI PERTEMUAN**  
**DAERAH PADANGSIDEMPUAN**

**Disusun oleh:**

**PARLINDUNGAN O.SINAGA (05.811.0029)**

**Pembimbing**  
**Ir.Zainal Arifin, MSc.**



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MEDAN AREA**  
**MEDAN**  
**2009**

**LAPORAN KERJA PRAKTEK LAPANGAN  
PEMBANGUNAN GEDUNG BALAI PERTEMUAN  
DAERAH PADANGSIDEMPUAN**

**Disusun oleh:**



**PARLINDUNGAN O. SINAGA**

**05.811.0029**

**Disetujui Oleh :  
Dosen Pembimbing**



**(Ir.Zainal Arifin, MSc)**

**Diketahui Oleh  
Koordinator Kerja Praktek**



**(Ir.H.Edy Hermanto,MT.)**

**Disyahkan Oleh  
Ketua Jurusan**



**(Ir.H.Edy Hermanto,MT.)**

---

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang atas berkat dan karunia-Nya maka akhirnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Kerja Praktek Lapangan pada proyek Pembangunan Balai Pertemuan Daerah Padangsidimpuan.

Penulisan Laporan ini merupakan salah satu syarat yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa untuk menyelesaikan studi di Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Adapun isi dari laporan ini adalah data yang penulis peroleh selama mengikuti Kerja Praktek Lapangan, dan dibandingkan dengan teori-teori yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan.

Pelaksanaan Kerja Praktek Lapangan pada proyek Pembangunan Balai Pertemuan Daerah Padangsidimpuan ini dimulai pada tanggal 25 Pebuari 2009 sampai dengan 25 Mei 2009. Tidak semua kegiatan dapat penulis ikuti, mengingat pelaksanaan pekerjaan di lapangan memakan waktu yang lama.

Dalam menyusun laporan ini penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof.DR.H.A. Ya'kub Matondang MA, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Drs. Dadang Ramdan, Meng. Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Uneversitas Medan Area.
3. Bapak Ir. H. Edy Hermanto, MT. selaku Ketua Jurusan dan Koordinator Kerja Praktek yang banyak menuntut penulis baik selama melaksanakan Kerja Praktek maupun dalam menyusun laporan ini.
4. Bapak Ir. Zainal Arifin, MSc. Selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktek.
5. Bapak T.Soelaiman, Pimpinan proyek Pembangunan Balai Pertemuan Daerah Padangsidimpuan.
6. Bapak Ir. Asnawi, selaku Engineer Manager dari proyek Pembangunan Balai Pertemuan Daerah Padangsidimpuan .
7. Bapak Ir.Adenin Nasution, selaku Superintendent proyek Pembangunan Balai Pertemuan Daerah Padangsidimpuan .
8. Seluruh staf proyek yang telah membantu selama pelaksanaan Kerja Praktek Lapangan ini.
9. Dan seluruh rekan yang telah membantu baik moril maupun materil dalam penyusunan laporan ini.

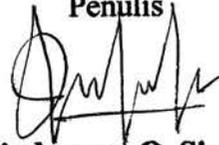
---

Penulis menyadari bahwa Laporan Kerja Peraktek Lapangan ini masih jauh dari sempurna. Karena itu segala tegur dan kritik serta saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati untuk menambah pengetahuan penulis.

Akhirnya, semoga laporan ini berguna bagi kita semua dan dapat diambil manfaatnya demi perkembangan Ilmu Teknik Sipil khususnya di Fakultas Teknik UMA.

Medan, Mei 2009

Penulis



**Parlindungan O. Sinaga**

**05.811.0029**

---

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
<b>I.1. Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>I.2. Rumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>I.3. Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>I.4. Maksud dan Tujuan</b> .....	<b>4</b>
<b>I.5. Manfaat</b> .....	<b>4</b>
<b>I.6. Teknik Pengumpulan Dan Pengolahan Data</b> .....	<b>5</b>
<b>BAB II TINJAUAN UMUM PROYEK</b>	
<b>II.1. Latar Belakang Proyek</b> .....	<b>8</b>
<b>II.2. Data Proyek</b> .....	<b>9</b>
<b>II.3. Data Teknis</b> .....	<b>10</b>
<b>II.4. Struktur Organisasi Proyek</b> .....	<b>12</b>
<b>BAB III PERALATAN DAN BAHAN SERTA PERSYARATAN</b>	
<b>III.1. Peralatan</b> .....	<b>17</b>
<b>III.2. Bahan</b> .....	<b>18</b>
<b>III.3. Persyaratan</b> .....	<b>20</b>
<b>III.4. Tabel-tabel</b> .....	<b>28</b>
<b>BAB IV TEKNIK PEKERJAAN KOLOM</b>	
<b>IV.1. Proses pelaksanaan pekerjaan kolom</b> .....	<b>36</b>
<b>IV.2. Pekerjaan persiapan</b> .....	<b>36</b>
<b>IV.3. Pekerjaan pembesian</b> .....	<b>37</b>
<b>IV.4. Pengecoran</b> .....	<b>38</b>
<b>IV.5. Handling atau Pengangkatan</b> .....	<b>39</b>

---

IV.6. Stocking atau penyimpanan.....	41
IV.7. Perletakan atau dudukan kolom ( <i>erection</i> ).....	42
IV.8. Grouting pada kolom .....	47
IV.9. Sambungan antara kolom dengan balok.....	48
IV.10. Grouting .....	53
IV.11. Sambungan kolom dengan dinding <i>sherrwall</i> .....	56
IV.12. Perletakan lantai pada sambungan kolom dengan lantai (lantai 2).....	61
IV.13. Peletakan ( <i>erection</i> ) kolom lantai II, III.....	64

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan .....	69
V.2 Saran .....	70

DAFTAR PUSTAKA .....	71
----------------------	----

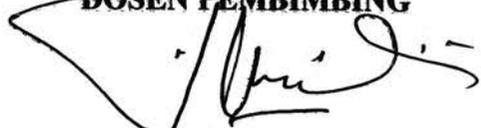
## LAMPIRAN

**DAFTAR ASISTENSI  
KERJA PRAKTEK**

**Nama : PARLINDUNGAN O. SINAGA**  
**NIM : 05.811.0029**

NO	Hari/Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1.		- langkaspi liporan bania muragpa	
2		- pekti tingun si langkaspi	
3.		- langkaspi dun surut paujia	
4.		- ace di pua k	

**DOSEN PEMBIMBING**



**(Ir. ZAINAL ARIFIN, MSc.)**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang

Dunia kerja pada masa sekarang ini memerlukan tenaga kerja yang terampil dibidangnya. Kerja Praktek adalah salah satu usaha untuk membandingkan ilmu yang didapat dibangku kuliah dengan yang ada dilapangan. Kerja Praktek ini merupakan langkah awal untuk memasuki dunia kerja yang sebenarnya. Dengan bimbingan staf pengajar dan pembimbing dilapangan, mahasiswa dapat menambah pengetahuan, kemampuan dan mengadakan studi pengamatan serta pengumpulan data.

Konstruksi beton suatu bangunan adalah satu dari berbagai masalah yang dipelajari dalam pendidikan sarjana teknik sipil. Hal ini sangat penting mengingat konstruksi beton bertulang adalah alternative yang dapat dipergunakan pada suatu bangunan atau ditinjau dari struktur Mekanika Rekayasa.

Dengan bertambah dan berkembangnya daya fikir manusia, serta rintangan yang dihadapi dilapangan dan tuntutan kualitas yang baik, membuat para pakar Teknik Sipil mengembangkan metode atau teknik konstruksi yang lebih baik lagi, yang telah lama dikenal dengan konstruksi *Pracetak* atau *Precast*. Teknologi Pracetak ini adalah teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen-komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus (*off-site fabrication*), terkadang komponen-komponen tersebut disusun dan disatukan terlebih dahulu (*pre-assembly*), dan selanjutnya dipasang dilokasi (*installation*). Dengan demikian, sistem pracetak ini akan berbeda dengan konstruksi beton monolit pada aspek perencanaan yang tergantung atau ditentukan oleh metode pelaksanaan dari fabrikasi, penyatuan dan pemasangannya,

serta ditentukan pula oleh teknis perilaku sistem pracetak dalam hal cara penyambungan antar komponen (*joint*).

Teknologi beton pracetak telah lama diketahui dapat menggantikan operasi pembetonan tradisional yang telah lama dilakukan dilokasi proyek pada beberapa jenis konstruksi karena beberapa potensi manfaatnya. Beberapa prinsip yang dipercaya dapat memberikan manfaat lebih dari beton pracetak ini antara lain dengan waktu, biaya, kualitas, *predictability*, keandalan, produktifitas, kesehatan, keselamatan, lingkungan, koordinasi, inovasi, *reusability*, serta *relocability*. Di Indonesia, hingga saat ini, telah banyak aplikasi teknologi beton pracetak pada banyak jenis konstruksi yang didukung beberapa perusahaan spesialis beton pracetak, atau lebih dikenal dengan sebutan *Precaster*.

*Precaster* tersebut memiliki beragam teknologi beton pracetak yang ditawarkan yang kebanyakan berupa beton pracetak *non-volumetrik*, atau komponen struktur pracetak yang tidak membentuk suatu volume struktur. Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia (IAPPI), sebagai asosiasi yang terkait dengan bidang pracetak, beserta pihak lain yang telah dan tengah menetapkan dan mengusahakan standar produk, sertifikasi produk, dan sertifikasi keahlian untuk menjadikan teknologi dan sistem pracetak ini handal.

Masalah terpenting dalam suatu proyek pembangunan gedung adalah bagaimana proyek tersebut dapat terwujud atau terlaksana dengan baik hingga selesai. Suatu pelaksanaan proyek pembangunan konstruksi gedung yang tidak mengikuti ketentuan-ketentuan yang berlaku akan banyak menimbulkan masalah baik bagi pelaksana itu sendiri, bagi pengawas, maupun bagi pemakai gedung. Oleh karena itu, perlu dibuat suatu perencanaan yang matang agar langsung dapat dilaksanakan dilapangan. Hal itu dilakukan agar mendapatkan hasil yang diinginkan, yang antara lain : memenuhi

standard spesifikasi yang diinginkan (*quality*), selesai tepat pada waktunya (*delivery*), biaya yang rendah (*cost*), serta keamanan yang baik (*safety*).

## **I.2. Rumusan Masalah.**

Pada proyek Pembangunan Gedung Balai Pertemuan ini dapat diambil beberapa rumusan masalah yang bisa di analisa, terutama pada proyek pembangunan ini menggunakan metode konstruksi pracetak/precast. Rumusan masalah yang dapat diambil antara lain :

1. Proses perakitan besi tulangan, serta pengecoran masing-masing komponen.
2. Handling (pengangkatan) setiap komponen yang telah selesai di cor dan mengeras.
3. Pekerjaan Instal (pemasangan/peletakan) masing-masing komponen sesuai dengan gambar yang telah direncanakan.
4. Pekerjaan sambungan (joint) tiap-tiap komponen, serta ikatan kabel seling pada sambungan (joint).
5. Pekerjaan pengawasan untuk seluruh area proyek, termasuk tingkat keselamatan dan kebersihan proyek.

## **I.3. Batasan Masalah.**

Mengingat terbatasnya waktu dan kemampuan penulis serta luasnya pokok permasalahan dilapangan serta teknik yang digunakan masih tergolong baru bagi penulis, maka penulis tidak bisa menjelaskan secara detail tentang pekerjaan pada proyek pembangunan Gedung Balai Pertemuan, dengan demikian penulis hanya dapat menjelaskan tentang salah satu pekerjaan komponen yaitu :

1. Pekerjaan pembesian dan perakitan kolom.

2. Pekerjaan pengecoran kolom dan pengangkatan (handling) kolom.
3. Pekerja Instal (peletakan ) kolom pada struktur bangunan.

#### **I.4. Maksud dan tujuan.**

Pelaksanaan kerja praktek pada biro perencanaan dan pelaksanaan dimaksud untuk memperoleh pengalaman empiris yang nyata sehingga segala aspek teoritis dapat dipraktekkan selama proses pendidikan normal yang dapat direalisasikan dalam dunia pekerjaan yang sebenarnya.

Adapun tujuan kerja praktek dilapangan antara lain adalah :

Mengenal semua hal yang terjadi dilapangan dan mencatat perbedaan antara teori dan praktek dilapangan.

1. Memperdalam wawasan mahasiswa mengenai struktur maupun arsitektur proyek yang dijalani.
2. Menjembatani pengetahuan teoritis yang diperoleh pada bangku kuliah dengan kenyataan dalam praktek.
3. Melatih kepekaan mahasiswa akan berbagai persoalan praktis yang berkaitan dengan ilmu teknik sipil.

#### **I.5. Manfaat.**

Laporan kerja praktek ini diharapkan bermanfaat bagi :

1. Bagi mahasiswa yang akan membahas hal yang sama.
2. Bagi Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area, serta staf pengajar.
3. Penulis sendiri, untuk menambah pengetahuan dan pengalaman agar mampu melaksanakan kegiatan yang sama kelak setelah bekerja atau terjun kelapangan.

Langkah-langkah pengamatan, teknik-teknik pelaksanaan, keunggulan-keunggulannya, dan data lain yang dibuat dalam laporan tugas Kerja Praktek ini dapat berfungsi sebagai bahan masukan, bahan bandingan kelak bila akan melakukan kegiatan yang sama kelak.

## **I.6. Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data.**

Pengumpulan data yang dilakukan untuk mendapatkan data dari proyek adalah sebagai berikut :

### **I.6.1. Studi lapangan.**

Yaitu metode yang dilakukan langsung dengan obyek permasalahan, dengan tujuan untuk mendapatkan data sebanyak-banyaknya untuk bahan pertimbangan, bahasan dan pengambilan keputusan untuk tahap selanjutnya. Untuk mengumpulkan data, penulis melakukan tiga (3) metode, yaitu :

#### **I.6.1.1. Wawancara.**

Cara ini dilakukan untuk data-data yang diinginkan langsung melalui karyawan didalam instansi terkait atau para pekerja yang ada dilokasi proyek (lapangan) yang langsung bertemu untuk menghindari kesalahpahaman masalah.

#### **I.6.1.2. Pengamatan.**

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan secara langsung pada lokasi proyek yang diamati sebagai bahan masukan.

### **I.6.1.3. Dokumentasi.**

Penulis juga melakukan pengumpulan data dengan cara dokumentasi sebagai bahan gambaran yang dapat mempermudah, apabila adanya masalah yang timbul yang terdapat pada pekerjaan proyek.

### **I.6.2. Jenis data.**

Jenis data yang diperoleh penulis adalah :

- Data-data proyek,
- Photo dokumentasi lapangan,
- Gambar struktur kolom,
- Gambar struktur bangunan.



### **I.6.3. Langkah-langkah pengumpulan data.**

Teknik pengumpulan data yang dilakukan penulis untuk mendapatkan data apa saja yang diperlukan, adalah sebagai berikut :

1. Bimbingan untuk pengumpulan data dari dosen pembimbing dan pembimbing dilapangan sesuai dengan judul yang ditentukan.
2. Bimbingan untuk pengolahan data dari dosen pembimbing dan pembimbing dilapangan sesuai dengan judul yang ditentukan.
3. Melakukan wawancara kepada pihak instansi terkait untuk menjelaskan data-data apa saja yang diperlukan oleh penulis.
4. Melakukan wawancara kepada dosen pembimbing dan instansi terkait apabila mendapatkan kesulitan dalam hal pengolahan data.

#### **I.6.4. Teknik pengumpulan data.**

1. Mengadakan studi pendahuluan.
2. Mengadakan studi kepustakaan berdasarkan buku-buku yang berkaitan dengan judul yang diambil.
3. Mengamati secara langsung dilapangan.
4. Konsultasi dengan pihak yang terkait di proyek tersebut.
5. Mempelajari gambar-gambar kerja dan spesifikasi.

#### **I.6.5. Teknik pengolahan data.**

1. Mengkaji data-data berhubungan dengan teknik pelaksanaan dan pengendalian mutu pada pekerjaan kolom.
2. Menyusun langkah-langkah teknik pelaksanaan dan pengendalian mutu pada pekerjaan kolom.
3. Melengkapi data-data teknik pelaksanaan dan pengendalian mutu dengan data-data teknis dan gambar.

#### **I.7. Lokasi proyek.**

Adapun proyek pembangunan Gedung Balai Pertemuan ini berada di, Jalan Aip.Ks.Tumbun No. 25 Padang Sidimpuan, Sumatera Utara.

## **BAB II**

### **TINJAUAN UMUM PROYEK**

#### **II.1. Latar Belakang Proyek.**

Permasalahan kurangnya fasilitas atau tempat dalam melaksanakan suatu kegiatan atau pertemuan, baik itu kegiatan formal (kegiatan resmi) ataupun kegiatan non formal (kegiatan tidak resmi) dalam suatu daerah . Untuk mengatasi kebutuhan tersebut maka Pemerintah Padang Sidimpuan melakukan Pembangunan Balai Pertemuan , Pembangunan ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusinya.

Pembangunan Balai Pertemuan ini merupakan bantuan dari pemerintah dalam hal ini merupakan Anggaran dari Pemerintah Daerah, Pembangunan ini diharapkan dapat membantu semua kegiatan pemerintahan daerah khususnya bagi masyarakat Padang sidimpuan.

## II.2. Data Proyek.

Nama Proyek	: Pembangunan Balai Pertemuan
Pemilik	: Pemerintah Daerah P.Sidimpuan
Lokasi	: Jalan Aip.Ks.Tumbun No. 25 Padang Sidimpuan
Luas Bangunan	: ± 2170 meter persegi
Luas Tanah	: ± 700 meter persegi
Kontraktor	: PT. MEDAN SMART JAYA
Nomor Kontrak Kontraktor	: KU. 02.09/PK-PP/P2P/PBP-02/09
Tanggal kontrak Kontraktor	: 14 Januari 2009
Biaya Pembangunan	: Rp. 4.458.500.000
Konsultan Supervisi	: CV. SARINA
Masa Pelaksanaan	: 180 Hari Kalender
Masa Pemeliharaan	: 90 Hari Kalender
Cara Pembayaran	: Berdasarkan Termin ( <i>Progress Physic</i> yang dicapai

### II.3. Data Teknis.

Data teknis kolom pada proyek pembangunan Balai Pertemuan adalah sebagai berikut :

Struktur kolom terdiri dari :

**a. Kolom lantai 1 (satu) terdapat beberapa spesifikasi.**

1. Panjang Kolom : 2850 mm
2. Lebar Kolom : 340 mm
3. Panjang Stek/tulangan utama (primer) : 4110 mm, D.19, 4 buah
4. Panjang stek yang tidak di cor : 1270 mm, D.19, 4 buah
5. Jarak antara stek : 198 mm
6. Jarak stek ke sisi luar kolom : 71 mm
7. Pipa PVC : 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>" , 6 buah
8. Jarak antara pipa PVC : 198 mm
9. Jarak pipa ke sisi luar kolom : 71 mm
10. Jumlah sengkang : 27 buah, Ø.10
11. Panjang kabel baja/kabel seling : 2000 mm, S.16, 4 buah  
( untuk tangga )
12. Panjang tulangan sekunder : 2830 mm, Ø.8, 4 buah
13. Panjang tulangan pada samping kolom : 860 mm, Ø.13, 72 buah (pada keempat sudut bangunan)
14. Panjang besi untuk titik angkat tunggal : 1190 mm, Ø.10, 1 buah
15. Panjang besi untuk titik angkat ganda : 1090 mm, Ø.10, 2 buah

**b. Kolom pada lantai 2, 3, pada umumnya sama, tetapi terdapat beberapa spesifikasi dan ukuran yang berbeda :**

1. Panjang kolom : 2330 mm
2. Lebar kolom : 340 mm
3. Panjang stek/tulangan utama (primer) : 2790 mm, D.19, 4 buah (K5.4)
4. Panjang stek yang tidak di cor : 470 mm (K5.4)
5. Jarak antara stek : 198 mm
6. Panjang stek/tulangan utama (primer) : 3590 mm, D.19, 4 buah  
(untuk tangga)
7. Panjang stek/tulangan utama (primer) : 3320 mm, D.19, 4 buah (K5.3)
8. Panjang stek yang tidak di cor : 1000 mm (untuk tangga)
9. Panjang tulangan sekunder : 2310 mm, Ø.8, 4 buah
10. Panjang kabel baja/kabel seling : 2000 mm, S.16, 4 buah  
(untuk tangga)
11. Panjang besi untuk titik angkat tunggal : 1190 mm, Ø.10, 1 buah
12. Panjang besi untuk titik angkat ganda : 1090 mm, Ø.10, 2 buah
13. Jumlah sengkang : Ø.10, 23 buah
14. Pipa PVC : 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>" , 6 buah
15. Jarak antara PVC : 198 mm
16. Jarak pipa PVC ke sisi luar kolom : 71 mm

## **II.4. Struktur Organisasi Proyek.**

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembanguna suatu proyek, agar segala sesuatu didalam pelaksanaannya dapat berjalan dengan lancar dan baik, diperlukan suatu organisasi kerja yang efisien.

Pada saat pelaksanaan kegiatan pembangunan suatu proyek terlibat unsur-unsur utama dalam menciptakan, mewujudkan, dan menyelenggarakan proyek tersebut.

Adapun unsur-unsur tersebut adalah :

- a. Pemilik Proyek
- b. Konsultan
- c. Kontraktor

### **II.4.a. Pemilik Proyek**

Pemilik Proyek atau pemberi tugas yaitu seseorang atau perkumpulan atau badan usaha tertentu maupun jawatan yang mempunyai keinginan untuk mendirikan suatu bangunan.

Dalam hal ini pembangunan Balai Pertemuan P.Sidimpuan ini, sebagai pemilik proyek mempunyai kewajiban sebagai berikut :

- Sanggup menyediakan dana yang cukup untuk merealisasikan proyek dan memiliki wewenang untuk mengawasi penggunaan dana dan pengambilan keputusan proyek.
- Memberikan tugas kepada pemborong untuk melaksanakan pekerjaan pemborong seperti yang diuraikan dalam pasal rencana kerja dan syarat sesuai dengan gambar kerja. Berita acara penyelesaian pekerjaan maupun berita acara klasifikasi menurut syarat-syarat teknik sampai pekerjaan slesai seluruhnya dengan baik.

- Memberikan wewenang sepenuhnya kepada konsultan untuk mengawasi dan menilai dari hasil kerja pemborong.
- Harus memberikan keterangan-keterangan kepada pemborong mengenai pekerjaan dengan sejelas-jelasnya.
- Harus menyediakan segala gambar untuk gambar kerja dan buku rencana kerja dan syarat-syarat yang diperlukan untuk melaksanakan pelaksanaan kerja yang baik.

Apabila pemborong menemukan ketidaksesuaian atau penyimpangan antara gambar kerja, rencana kerja dan syarat, maka ia dengan segera memberitahukan kepada petugas secara tertulis, menguraikan pekerjaan itu, dan pemberi tugas memberikan petunjuk mengenai hal itu, sehingga diperoleh kesepakatan antara pemborong dengan pemberi tugas.

#### **II.4.b. Konsultan (Perencana)**

Konsultan yaitu perkumpulan maupun badan usaha tertentu yang ahli dalam bidang perencanaan, yang akan menyalurkan keinginan-keinginan pemilik dengan mengindahkan ilmu keteknikan, keindahan maupun penggunaan bangunan yang dimaksud.

Tugas dan wewenang konsultan (perencana) adalah :

- a. Membuat rencana dan rancangan kerja lapangan
- b. Mengumpulkan data lapangan
- c. Mengurus surat izin mendirikan bangunan
- d. Membuat gambar lengkap yaitu terdiri dari rencana dan detail-detail untuk pelaksanaan pekerjaan.
- e. Mengusulkan harga satuan upah dan menyediakan personil teknik/pekerja

- f. Meningkatkan keamanan proyek dan keselamatan kerja lapangan
- g. Mengajukan permintaan alat yang diperlukan dilapangan
- h. Memberikan hubungan dan pedoman kerja bila diperlukan kepada semua unit kepala urusan dibawahnya.

Dan konsultan pengawas adalah yang bertugas mengawasi berlangsungnya pekerjaan dilapangan serta memberikan laporan kemajuan proyek kepada pemilik proyek.

#### **II.4.c. Kontraktor (Pelaksana).**

Kontraktor yaitu seseorang atau beberapa orang maupun badan tertentu yang mengerjakan pekerjaan menurut syarat-syarat yang telah ditentukan dengan dasar pembayaran imbalan menurut jumlah tertentu sesuai dengan perjanjian yang telah disepakati.

Dalam hal proyek pembangunan Pembangunan Balai Pertemuan Daerah Padangsidempuan ini kontraktornya adalah PT. MEDAN SMART JAYA dibawah pimpinan Ir. T.SOELAIMAN, selaku Project Manager.

Struktur organisasi lapangan serta tugas dan tanggung jawab :

##### **1. Project Manager.**

Bertanggungjawab memimpin dalam menjalankan tugas, *Project Manager* harus memerhatikan kepentingan perusahaan, kepentingan pemilik proyek, dan peraturan pemerintah yang berlaku maupun situasi lingkungan daerah dimana proyek itu berada.

##### **2. Site Manager.**

- a. Mengatur *Supervisor* dalam melaksanakan pekerjaan dilapangan,
- b. Mengkoordinasi pelaksanaan pekerjaan,

- c. Bertanggungjawab khusus terhadap pelaksanaan pekerjaan pengecoran,
- d. Memonitor hasil-hasil benda uji.

**3. *Concreting Supervisor.***

- a. Mengatur dan melaksanakan pekerjaan lapangan,
- b. Mengkoordinasi pekerjaan pelaksanaan pengecoran dengan *Suplyer* beton,
- c. Bertanggungjawab terhadap pelaksanaan pekerjaan pengecoran mulai dari persiapan, pembersihan, pemesanan beton sampai selesai.

**4. *Form Work Supervisor.***

- a. Mengatur dan melaksanakan pekerjaan lapangan,
- b. Mengkoordinasikan pelaksanaan pekerjaan cetakan mulai dari persiapan, pengadaan material, kebutuhan material,
- c. Mengawasi pekerjaan hingga selesai,
- d. Bertanggungjawab terhadap pelaksanaan pekerjaan.

**5. *Reber Supervisor.***

- a. Mengatur dan melaksanakan pekerjaan dilapangan,
- b. Mengkoordinasikan pelaksanaan pembesian dengan mandor,
- c. Mengawasi pelaksanaan besi sampai dengan selesai,
- d. Bertanggungjawab terhadap pelaksanaan pekerjaan besi mulai dari persiapan, pengadaan material, perakitan material, pengadaan material.

**6. *General Affair.***

- a. Mengkoordinasikan pelaksanaan pekerjaan pengamanan proyek dengan security,
- b. Memonitor pelaksanaan pekerjaan pembersihan lingkungan proyek,
- c. Memonitor pelaksanaan *safety* di lingkungan proyek,
- d. Bertanggungjawab terhadap pelaksanaan pekerjaan *humas*

**7. Engineering.**

- a. Mengkoordinasikan dan mempersiapkan ketersediaan gambar kerja dengan MK dan *owner*,
- b. Memonitor pelaksanaan pekerjaan dilapangan,
- c. Bertanggungjawab terhadap penyediaan *shop drawing* dan distribusinya.

**8. Drafter.**

- a. Menyediakan gambar kerja,
- b. Membuat gambar kerja *As build drawing*.

**9. Site QS.**

- a. Memonitor pelaksanaan pekerjaan dilapangan,
- b. Membuat perhitungan volume pekerjaan,
- c. Mengawasi dan memeriksa *opname* pekerjaan,
- d. Melakukan pemesanan material,
- e. Mengawasi dan memeriksa kebenaran material yang masuk dan keluar.

**10. Administrasi.**

- a. Mengawasi dan memeriksa kebenaran pengeluaran biaya,
- b. Melakukan pembayaran-pembayaran.

**11. Surveyor.**

- a. Mengatur dan mengkoordinasikan pekerjaan dilapangan,
- b. Mengukur *elevasi* serta *vertikal* pada kolom, balok, dan pancang.

**12. Security Team.**

- a. Mengatur keamanan dilapangan,
- b. Memeriksa barang yang masuk,
- c. Mengawasi setiap pekerja dilapangan.

## BAB III

### PERALATAN DAN BAHAN SERTA PERSYARATAN

#### III.1. Peralatan

Adapun beberapa peralatan atau alat berat yang dipakai untuk mendukung kelancaran proyek pembangunan Balai Pertemuan ini, antara lain :

##### 1. *Concrete Mixer.*

Untuk mengaduk beton dapat digunakan alat pengaduk mekanis yaitu **CONCRETE MIXER (Molen)**, dimana waktu pengadukan campuran beton cor selama 1 menit hingga 1,5 menit. Yang perlu diperhatikan dalam pengadukan adalah hasil dan pengadukan dengan memperhatikan susunan dan warna yang sama.

##### 2. *Pump Concrete.*

Pengecoran beton pada kolom dilakukan dengan alat berat yaitu **Pump Concrete**, dimana alat ini berfungsi untuk memompa adukan dari truk molen ke tempat cetakan kolom.

##### 3. *Crane.*

Berfungsi sebagai pesawat angkat, misalnya : untuk mengangkat kolom atau komponen lain yang telah dicetak ke tempat penyimpanan atau ke atas bangunan.

##### 4. *Vibrator.*

**Vibrator** adalah sejenis mesin penggetar yang berguna untuk mencegah timbulnya rongga kosong pada adukan beton. Pemadatan ini dapat dilakukan dengan dua cara :

- a. Dengan cara merojok, menumbuk serta memukul-mukul cetakan dengan besi atau kayu (*non-mekanis*).

b. Dengan cara *mekanis*, yaitu dengan cara merojok dengan alat penggetar *vibrator*.

5. **Bar Cutter.**

Alat ini digunakan untuk memotong besi tulangan sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

6. **Moulding/Cetakan.**

Cetakan ini terbuat dari besi yang sesuai dengan ukuran kolom yang direncanakan.

Cetakan ini harus cukup kuat dan rapat untuk mengurangi kebocoran.

Selain peralatan tersebut masih ada lagi beberapa peralatan ringan yang digunakan, misalnya : sekop, alat ukur meter, sapu ijuk, mesin bor dan lain sebagainya.

### III.2. Bahan.

Bahan-bahan yang digunakan antara lain :

1. **Agregat Kasar (Kerikil).**

Agregat kasar (kerikil) yang digunakan berdiameter 5 mm sampai 10 mm. (SNI 03-1968-1990).

2. **Besi Tulangan.**

Besi tulangan yang digunakan adalah besi tulangan ulir dan besi tulangan polos dengan berbagai ukuran. (SNI 07-1050-1989 ; SNI 07-2052-1997).

3. **Air.**

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan, air yang diketahui dapat diminum dapat digunakan. (SNI 03-6817-2002).

**4. Semen.**

Semen yang digunakan semen Portland K400. (SNI 15-2049-1994).

**5. Agregat Halus (Pasir).**

Pasir yang digunakan telah memenuhi persyaratan, SNI 03-2461-1991, spesifikasi agregat ringan untuk beton stuktur.

**6. Pipa.**

Pipa yang digunakan PVC 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>". Diikat pada tulangan kolom sebelum di cor yang nantinya akan membentuk lubang atau *sparring* sebagai tempat stek (tulangan utama kolom).

**7. MBT 95.**

Bahan kimia sejenis semen K500. Digunakan pada saat *grouting* (*menyuntik*) sambungan antara kolom dengan balok dan menutup lubang *sparring*.

**8. Kabel Baja atau Kabel Seling.**

Kabel baja atau kabel seling ini ditanam pada kolom untuk tangga. Sebagai sambungan atau pengait/pengikat pada balok tangga, serta pada kolom dan balok.

**9. Silica Fume.**

Merupakan bahan *Pozzolan* yang sangat halus yang mengandung *silica amorf* yang dihasilkan dari *elemen silica* atau senyawa *ferro-silica*.

**10. Brassing dan Cincin Brassing.**

Alat ini terbuat dari besi, dan digunakan sebagai penyokong kolom yang telah *erection* hingga kolom di *grouting*.

### III.3. Persyaratan.

#### III.3.1. Umum.

- a. Perencanaan komponen struktur beton pracetak dan sambungannya harus mempertimbangkan semua kondisi pembebanan dan kekangan deformasi mulai dari saat pabrikan awal, hingga selesainya pelaksanaan struktur, termasuk pembongkaran cetakan, penyimpanan, pengangkutan dan pemasangan.
- b. Apabila komponen pracetak dimasukkan kedalam sistem struktural, maka gaya-gaya dan deformasi yang terjadi di dan dekat sambungan harus diperhitungkan dalam perencanaan.
- c. Toleransi untuk komponen struktur pracetak dan elemen penghubungnya harus dicantumkan dalam spesifikasi. Perencanaan komponen pracetak dan sambungan harus memperhitungkan pengaruh toleransi tersebut.
- d. Hal-hal berikut harus ada di dalam dokumen kontrak atau gambar kerja struktur pracetak :
  - Detail penulangan, sisipan, dan alat-alat bantu pengangkatan yang diperlukan untuk menahan beban-beban sementara yang timbul selama proses penanganan, penyimpanan, pengangkutan, dan *erection*.
  - Kuat beton perlu pada umur yang ditetapkan, atau pada tahapan-tahapan konstruksi.

### III.3.2. Komponen struktur pracetak.

- a. Perencanaan beton polos pracetak harus mempertimbangkan semua kondisi pembebanan mulai dari saat fabrikasi awal hingga selesai pelaksanaan struktur, termasuk pembongkaran cetakan, penyimpanan, pengangkutan, dan *erection*.
- b. Batasan kuat tekan minimal 17,5 Mpa tidak hanya berlaku untuk beton polos pracetak pada kondisi akhir tetapi juga berlaku pada saat fabrikasi, pengangkutan, dan *erection*.
- c. Komponen-komponen struktur pracetak harus disambung secara aman untuk menyalurkan gaya-gaya *lateral* ke sistem struktur yang mampu menahan gaya-gaya tersebut.
- d. Komponen-komponen struktur pracetak harus diikat dan ditopang secukupnya selama *erection* untuk menjamin tercapainya kedudukan yang tepat dan *integritas* struktur hingga sambungan yang *permanent* selesai dipasang.

### III.3.3. Kolom.

- a. Kolom harus direncanakan untuk memikul beban *aksial terfaktor* yang bekerja pada semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban terfaktor pada satu bentang terdekat dari lantai atau atap yang ditinjau. Kombinasi pembebanan yang menghasilkan rasio maksimum dari momen terhadap beban aksial juga harus diperhitungkan.
- b. Pada konstruksi rangka atau struktur menerus, pengaruh dari adanya beban yang tak seimbang pada lantai atau atap terhadap kolom luarataupun dalam harus diperhitungkan. Demikian pula pengaruh dari beban *eksentris* karena sebab lainnya juga harus diperhitungkan.

- c. Dalam menghitung momen akibat beban *gravitasi* yang bekerja pada kolom, ujung-ujung terjauh kolom dapat dianggap jepit, selama ujung-ujung tersebut menyatu (*monolit*) dengan komponen struktur lainnya.
- d. Momen-momen yang bekerja pada setiap *level* lantai atau atap harus didistribusikan pada kolom diatas dan dibawah lantai tersebut berdasarkan kekakuan *relatif* kolom dengan juga memperhatikan kondisi kekangan pada ujung kolom.

#### III.3.4. Perencanaan sambungan dan tumpuan.

- a. Gaya-gaya boleh disalurkan antara komponen-komponen struktur dengan menggunakan sambungan *grouting*, kunci geser, sambungan mekanis, sambungan baja tulangan, pelapisan dengan beton bertulang dengan cor setempat, atau kombinasi dari cara-cara tersebut.
  - Kemampuan untuk menyalurkan gaya-gaya antara komponen-komponen struktur harus ditentukan dengan analisis atau pengujian.
  - Dalam merencanakan sambungan dengan menggunakan bahan-bahan dengan sifat struktural yang berbeda, maka *daktilitas*, kekuatan, dan kekakuan *relatifnya* harus ditinjau.
- b. Tumpuan untuk komponen pelat lantai atau atap pracetak diatas perletakkan sederhana harus memenuhi ketentuan berikut :
  - Tegangan tumpu izin dipermukaan kontak antara komponen yang didukung dan yang mendukung antara elemen-elemen pendukung tidak boleh melebihi kekuatan tumpu untuk masing-masing permukaan dan elemen pendukung.
  - Kecuali bila dapat dibuktikan melalui pengujian atau analisis bahwa kemampuan strukturnya tidak berkurang.

### **III.3.5. Evaluasi kekuatan konstruksi pracetak.**

- a. Elemen pracetak yang akan dibuat komposit dengan beton yang di cor setempat boleh di uji terhadap lentur sebagai elemen pracetak saja menurut ketentuan berikut :
- Beban uji diterapkan hanya bilamana perhitungan mengindikasikan bahwa elemen pracetak tersebut tidak akan kritis terhadap tekan atau tekuk.
  - Beban uji harus berupa beban yang, apabila diterapkan pada komponen pracetak saja, menghasilkan gaya total yang sama di tulangan tarik, sebagaimana yang ditimbulkan oleh pembebanan pada komponen struktur komposit dengan beban uji yang disyaratkan.
- b. Hasil fisik beton dari pengujian pembebanan dapat menjadi dasar penerimaan atau penolakan elemen pracetak.

### **III.3.6. Ketentuan Gradasi Agregat.**

- a. Gradasi agregat kasar dan halus harus memenuhi ketentuan, tetapi bahan yang tidak memenuhi ketentuan harus di uji dan harus memenuhi sifat-sifat campuran yang diisyaratkan.
- b. Agregat kasar halus dipilih sedemikian rupa sehingga ukuran agregat terbesar tidak lebih dari  $\frac{3}{4}$  jarak bersih minimum antara baja tulangan atau antara baja tulangan dengan acuan, atau celah-celah lainnya dimana beton harus di cor.

### III.3.7. Sifat-sifat Agregat.

- a. Agregat yang digunakan harus bersih, keras, kuat yang diperoleh dari pemecahan batu atau koral, atau dari pengayakan dan pencucian (jika perlu) kerikil dan pasir sungai.
- b. Agregat halus bebas dari bahan organik seperti yang ditunjukkan oleh pengujian SNI 03-2816-1992, dan harus memenuhi sifat-sifat lainnya yang apabila di uji sesuai dengan prosedur yang diizinkan.

### III.3.8. Penulangan.

#### a. Kait standar.

Pembengkokan tulangan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- a.1. Bengkokan  $180^{\circ}$  ditambah perpanjangan  $4d_b$  , tapi tidak kurang dari 60 mm, pada ujung bebas kait.
- a.2. Bengkokan  $90^{\circ}$  ditambah perpanjangan  $12d_b$  pada ujung bebas kait.
- a.3. Untuk sengkang dan pengikat :
  - a.3.1. Batang D-16 dan yang lebih kecil, bengkokan  $90^{\circ}$  ditambah perpanjangan  $6d_b$  pada ujung bebas kait, atau
  - a.3.2. Batang D-19, D-22, dan D-25 bengkokan  $90^{\circ}$  ditambah perpanjangan  $12d_b$  pada ujung bebas kait
  - a.3.3. Batang D-25 dan yang lebih kecil, bengkokan  $135^{\circ}$  ditambah perpanjangan  $6d_b$  pada ujung bebas kait.

### III.3.9.Keawetan beton.

Rasio air semen yang diisyaratkan pada tabel III.4.1. dan III.4.2. harus dihitung dengan menggunakan berat semen, sesuai dengan ASTM C 150, ASTM C 595 M, atau ASTM C 845, ditambah dengan berat abu terbang dan bahan *pozzolan* lainnya sesuai dengan ASTM C 618, kerak sesuai dengan ASTM C 989, dan *silica fume* dengan ASTM C 1240, bilamana digunakan.

### III.3.10.Perancangan proporsi campuran berdasarkan hasil campuran uji.

#### a. Deviasi standar

a.1. Nilai deviasi standar dapat diperoleh jika fasilitas produksi beton mempunyai catatan hasil uji. Data hasil uji yang akan dijadikan sebagai data acuan untuk perhitungan deviasi standar harus :

a.1.1. Mewakili jenis material, prosedur pengendalian mutu dan kondisi yang serupa dengan yang diharapkan.

a.1.2. Mewakili yang diperlukan untuk memenuhi kekuatan yang disyaratkan atau kuat tekan  $f'c$  pada kisaran 7 Mpa dari yang ditentukan untuk pekerjaan yang akan dilakukan.

a.1.3. Terdiri dari sekurang-kurangnya 30 contoh pengujian berurutan atau dua kelompok pengujian berurutan yang jumlahnya sekurang-kurangnya 30 seperti yang ditetapkan.

a.2. Jika fasilitas beton tidak mempunyai catatan yang memenuhi syarat yang ditetapkan, tetapi mempunyai catatan uji dari pengujian sebanyak 15 contoh sampai 25 contoh secara berurutan, maka deviasi standar ditentukan sebagai hasil perkalian antara nilai deviasi standar yang dihitung dan faktor modifikasi. Agar dapat diterima, maka catatan hasil pengujian yang digunakan harus

memenuhi persyaratan (a.1.1) dan (a.1.2) diatas, dan hanya mewakili catatan tunggal dari pengujian-pengujian yang berurutan dalam periode tidak kurang dari 45 hari kalender.

b. Kuat rata-rata perlu.

b.1. Kuat tekan rata-rata perlu  $f'_{cr}$  yang digunakan sebagai dasar pemilihan proporsi campuran beton harus diambil sebagai nilai terbesar dari persamaan (1) dan persamaan (2) dengan nilai deviasi standar.

$$f'_{cr} = f'_{c} + 1,34s \quad \text{persamaan (1)}$$

atau

$$f'_{cr} = f'_{c} + 2,33s - 3,5 \quad \text{persamaan (2)}$$

b.2. Bila fasilitas produksi beton tidak mempunyai catatan hasil uji lapangan untuk perhitungan deviasi standar yang memenuhi ketentuan (a.1.1) dan (a.1.2), maka kuat rata-rata perlu  $f'_{cr}$  harus ditetapkan berdasarkan tabel (III.4.9) dan pencatatan kuat rata-rata harus sesuai dengan persyaratan.

c. Pencatatan kuat rata-rata.

Catatan proporsi campuran beton yang diusulkan untuk menghasilkan kuat tekan rata-rata yang sama atau lebih besar daripada kuat tekan rata-rata perlu, harus terdiri dari satu catatan hasil uji lapangan, beberapa catatan hasil uji kuat tekan, atau hasil uji campuran percobaan.

### III.3.11. Baja tulangan.

- a. Baja tulangan yang harus digunakan harus *ulir*, kecuali baja polos diperkenankan untuk tulangan spiral atau tendon. Tulangan yang terdiri dari profil baja struktural, pipa baja, atau tabung baja dapat digunakan sesuai dengan persyaratan pada tata cara ini.
- b. Baja tulangan ulir (BJTD) harus memenuhi salah satu ketentuan berikut :
  - b.1. “ *Spesifikasi untuk batang baja billet ulir dan polos untuk penulangan beton* “ (ASTM A 615M).
  - b.2. “ *Spesifikasi untuk batang baja axle ulir dan polos untuk penulangan beton* “ (ASTM A 617M)
  - b.3. “ *Spesifikasi untuk batang baja ulir dan polos low-alloy untuk penulangan beton* ” (ASTM A 706M).
- c. Baja tulangan ulir dengan kuat leleh  $f_y$ , melebihi 400 Mpa boleh digunakan, selama  $f_y$  adalah nilai tegangan pada regangan 0,35<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.
- d. Baja tulangan polos spiral harus memenuhi persyaratan pada (b.1), (b.2), (b.3) diatas.
- e. Kawat polos untuk tulangan spiral harus memenuhi “*Spesifikasi untuk kawat tulangan polos untuk penulangan beton*” (ASTM A 82), kecuali bahwa untuk kawat dengan spesifikasi kuat leleh  $f_y$  yang melebihi 400 Mpa, maka  $f_y$  harus diambil sama dengan tegangan pada regangan 0,35<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, bilamana kuat leleh yang disyaratkan dalam perencanaan melampaui 400 Mpa.

### III.4. Tabel-tabel.

**Tabel III.4.1. Persyaratan untuk pengaruh lingkungan khusus.**

Kondisi Lingkungan	Rasio Air-semen Maksimum <sup>1</sup>	$f'_c$ Minimum <sup>2</sup> Mpa
Beton dengan permeabilitas rendah yang terkena pengaruh lingkungan air.	0,50	28
Untuk perlindungan tulangan terhadap korosi pada beton yang terpengaruh lingkungan yang mengandung klorida dan garam, atau air laut.	0,40	35
<i>Catatan :</i> <ol style="list-style-type: none"><li><i>Dihitung terhadap berat dan berlaku untuk beton normal.</i></li><li><i>Untuk beton berat normal dan beton berat ringan.</i></li></ol>		

**Tabel III.4.2. Persyaratan untuk beton yang dipengaruhi oleh lingkungan Yang mengandung sulfat.**

Paparan lingkungan sulfat	Sulfat (SO <sub>4</sub> ) dalam tanah yang dapat larut dalam air Persen terhadap berat	Sulfat (SO <sub>4</sub> ) dalam air Mikron gram Per gram	Jenis semen	Rasio air-semen maksimum dalam berat (beton berat normal)	f' c minimum, (beton berat normal dan ringan) Mpa
Ringan	0,00 – 0,10	0 - 150	-	-	-
Sedang	0,10 – 0,20	150 - 1500	II,IP(MS), IS(MS) P(MS),I(PM) (MS),I(SM) (MS)*	0,50	28
Berat	0,20 – 2,00	1500 - 10000	V	0,45	31
Sangat berat	> 2,00	> 10000	V + Pozzolan	0,45	31

*Catatan : Semen campuran sesuai ketentuan ASTM C 595*

**Tabel III.4.3. Ketentuan Gradasi Agregat.**

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos Untuk Agregat				
Inch ( In )	Standar ( mm )	Halus	Kasar			
			# 467	# 57	# 67	# 7
2	50,8	-	100	-	-	-
1½	38,1	-	95 – 100	100	-	-
1	25,4	-	-	95 – 100	100	-
¾	19	-	35 – 70	-	90 – 100	100
½	12,7	-	-	25 – 60	-	90 – 100
⅜	9,5	100	10 – 30	-	20 – 55	40 – 70
# 4	4,75	95 – 100	0 – 5	0 – 10	0 – 10	0 – 15
# 8	2,36	80 – 100	-	0 – 5	0 – 5	0 – 5
# 16	1,18	50 – 85	-	-	-	-
# 50	0,300	10 – 30	-	-	-	-
# 100	0,150	2 – 10	-	-	-	-

*Catatan : Bilamana disetujui oleh direksi pekerjaan gradasi kasar yang memenuhi AASHTO M43 diluar tabel ini boleh digunakan.*

**Tabel III.4.4. Sifat-sifat Agregat**

Sifat - sifat	Metode Pengujian	Batas Maksimum Yang Diizinkan Untuk Agregat	
		Halus	Kasar
Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles pada 500 putaran	SNI 03-2417-1991	-	20% untuk beton mutu sedang dan tinggi 40% untuk beton mutu rendah
Kekekalan bentuk batu terhadap larutan Natrium Sulfat atau Magnesium Sulfat setelah 5 Siklus	SNI 03-3407-1994	10% - Natrium	12% - Natrium
		15% - Magnesium	18% - Magnesium
Gumpalan lempung dan partikel yang mudah pecah	SNI 03-4141-1996	3%	2%
Bahan yang lolos Ayakan No. 200	SNI 03-4142-1996	3%	1%

**Tabel III.4.5. Mutu Beton dan Penggunaan.**

Jenis Beton	$f_c'$ ( Mpa )	$\sigma_{bk}$ ( Kg/cm <sup>2</sup> )	Uraian
Mutu Tinggi	35 – 65	K400 – K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, gelagar beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya.
Mutu Sedang	20 - <35	K250 - <K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb beton pracetak, gorong-gorong, beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu Rendah	15 - <20	K175 - <K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	10 - <15	K125 - <K175	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton.

Beton siap pakai harus dicampur dan diantarkan sesuai persyaratan SNI 03-4433-1997, *Spesifikasi Beton Siap Pakai*. Untuk beton pracetak dibuat dengan mengikuti proses pengawasan Pabrikasi, tebal minimumselimut beton berikut harus disediakan untuk tulangan :

**Tabel III.4.6. Selimut Beton.**

	<b>Tebal Selimut Beton Minimum (mm)</b>
a) Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca :	
<b>Panel Dinding :</b>	
Batang D-44 dan batang D-56 .....	40
Batang D-36 dan batang yang lebih kecil .....	20
<b>Komponen Struktur lainnya :</b>	
Batang D-44 dan batang D-56 .....	50
Batang D-19 dan batang D-36 .....	40
Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau ulir D-16 dan yang lebih kecil .....	30
b) Beton yang berhubungan langsung dengan tanah atau cuaca :	
<b>Pelat, Dinding, Pelat Rusuk :</b>	
Batang D-44 dan batang D-56 .....	30
Batang D-36 dan batang yang lebih kecil .....	15
<b>Balok, Kolom :</b>	
Tulangan Utama .....	$\alpha$
Sengkang pengikat, sengkang, lilitan spiral .....	10
<b>Komponen cangkang, pelat lipat :</b>	
Batang D-19 dan batang yang lebih besar .....	15
Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau ulir D-16 dan yang lebih kecil .....	10
<i><math>\alpha</math> db (tetapi tidak kurang dari 15 dan tidak perlu lebih dari 40)</i>	

Untuk perlindungan tulangan didalam beton terhadap korosi, konsentrasi ion klorida yang dapat larut dalam air pada beton keras umur 28 hari hingga 42 hari tidal boleh melebihi batasan yang diberikan pada tabel (III.4.7). Bila dilakukan pengujian untuk menentukan kandungan ion klorida yang dapat larut dalam air, prosedur uji harus sesuai dengan ASTM C 1218.

**Tabel III.4.7. Kandungan ion klorida maksimum untuk perlindungan baja tulangan terhadap korosi.**

Jenis komponen struktur	Ion klorida terlarut (C l') pada beton persen terhadap berat semen
Beton Prategang	0,06
Beton bertulang yang terpapar lingkungan klorida selama masa layannya	0,15
Beton bertulang yang dalam kondisi kering atau terlindung dari air selama masa layannya	1,00
Konstruksi beton bertulang lainnya	0,30

**Tabel III.4.8. Faktor modifikasi untuk deviasi standar jika jumlah pengujian kurang dari 30 contoh.**

Jumlah pengujian	Faktor modifikasi untuk deviasi standar
Kurang dari 15 contoh	Gunakan tabel III.4.9.
15 contoh	1,16
20 contoh	1,08
25 contoh	1,03
30 contoh atau lebih	1,00

*Catatan : Interpolasi untuk jumlah pengujian yang berada diantara nilai-nilai diatas.*

**Tabel III.4.9. Kuat tekan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar.**

Persyaratan kuat tekan, $f'_c$ Mpa	Kuat tekan rata-rata perlu, $f'_{cr}$ Mpa
Kurang dari 21	$f'_c + 7,0$
21 sampai dengan 35	$f'_c + 8,0$
Lebih dari 35	$f'_c + 10,0$

**Tabel III.4.10. Matriks inovasi sistem beton pracetak *non-volumetrik* untuk gedung di Indonesia.**

No	Sistem beton pracetak	Inovasi komponen struktur				
		Kolom	Balok	Sambungan	Lantai	Dinding
1	Waffle Crete			√	√	√
2	Column Slab	√		√	√	
3	Beam Column Slab	√	√	√	√	
4	Jasubakim		√	√		
5	Bresphaka			√		
6	T-Cap	√	√			
7	Less Moment Connection		√			
8	Wasppico			√	√	√
9	WR	√		√		
10	Spircon		√	√		
11	PSA			√		
12	Kolom Multi Lantai	√				
13	Priska			√		
14	C-Plus	√		√		

## BAB IV

### TEKNIK PEKERJAAN KOLOM

#### IV.1. Proses pelaksanaan pekerjaan kolom.

Pada proses pelaksanaan pekerjaan kolom yang lokasinya masih berada di area proyek, ada beberapa tahapan-tahapan yang harus dilakukan. Tahapan pelaksanaan pekerjaan kolom ini harus disusun sedemikian rupa mulai dari pengerjaan awal hingga finishing. Semuanya ini disusun didalam *time schedule*. Tahapan-tahapan dan berapa lama pelaksanaan pekerjaan proyek tersebut disusun dahulu sebelum dilaksanakan, sehingga proyek tersebut dapat berjalan sesuai rencana dan tepat waktu.

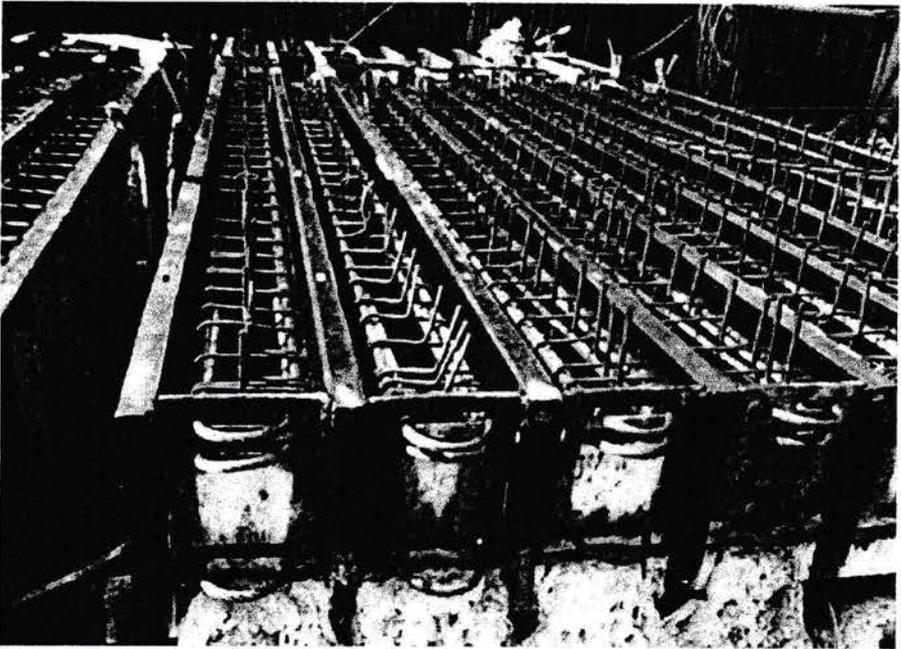
#### IV.2. Pekerjaan persiapan.

Pada pekerjaan persiapan kolom yang perlu dilakukan adalah pengadaan *moulding* atau cetakan serta pengadaan material besi tulangan. Pekerjaan persiapan *moulding* atau cetakan perlu dilakukan agar hasil cetakan dapat maksimal dan memenuhi kriteria yang diinginkan. Persiapan ini diawali dengan pemilihan *moulding* atau cetakan yang sesuai dengan ukuran kolom yang akan dicetak, lalu *moulding* atau cetakan tersebut dibersihkan dari kotoran yang menempel, misalnya : pasir, debu, ataupun sampah lainnya. Setelah itu *moulding* atau cetakan dilumuri dengan oli, hal ini dilakukan untuk memudahkan pada saat pengangkatan kolom yang telah mengeras dari *moulding*.

### IV.3. Pekerjaan pembesian.

Pekerjaan pembesian meliputi dari pemotongan, pembengkokan dan perakitan besi tulangan yang sesuai dengan perencanaan. Dalam melakukan pemotongan dan perakitan dilakukan di bengkel kerja sekitar areal proyek, dan harus dilakukan dengan sangat hati-hati agar memenuhi ukuran yang diinginkan serta tidak banyak yang terbuang sia-sia.

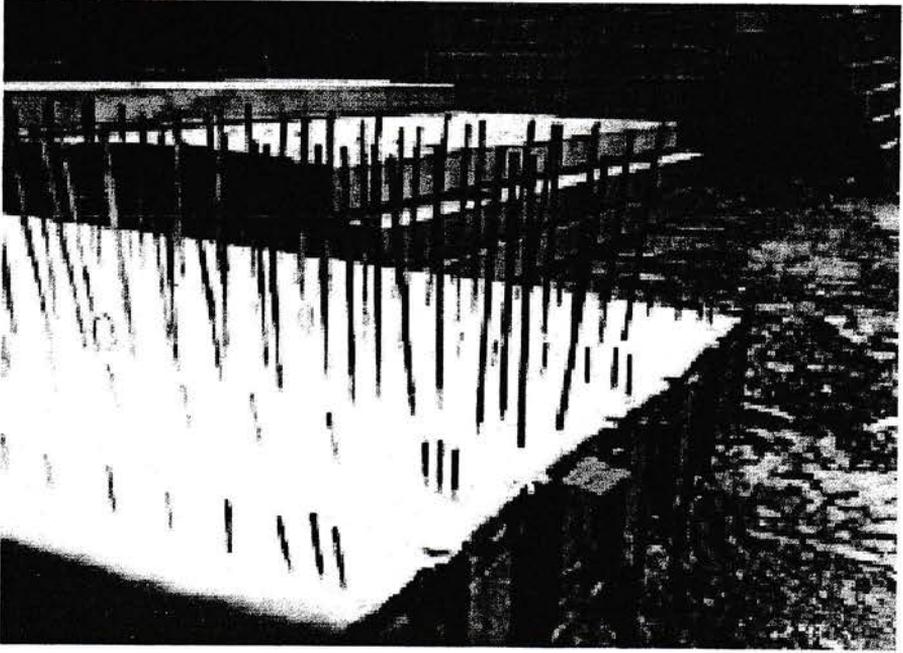
- Pemotongan : Pada pekerjaan ini sangat perlu hati-hati dan ketelitian, biasanya akan dilakukan beberapa kali percobaan, termasuk pada pembengkokan, apakah telah sesuai dengan yang dirancang. Apabila telah sesuai dengan yang dirancang, maka akan dilakukan pemotongan secara menyeluruh sesuai dengan dibutuhkan untuk ukuran kolom.
- Pembengkokan : Pembengkokan adalah perubahan arah yang diperlukan batang besi. Pembengkokan pada batang besi tulangan harus mempunyai garis tengah dalam paling sedikit satu (1) diameter besi yang dibengkokan.
- Perakitan : Perakitan besi tulangan harus dilakukan seakurat mungkin sesuai dengan rancangan, agar sebelum dan sesaat pengecoran, tulangan tidak bergeser. Pada saat perakitan besi tulangan pipa PVC dipasang.



**Gambar IV.3. Besi yang telah dirakit dan berada didalam *moulding*.**

#### **IV.4. Pengecoran.**

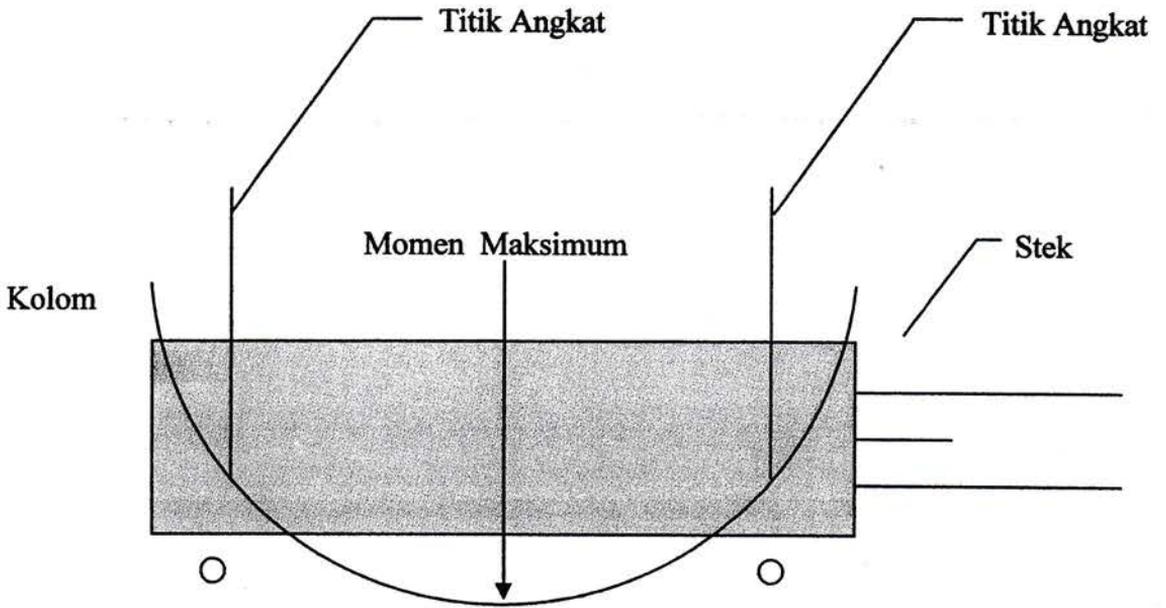
Pada tahap ini, pengecoran dilakukan pada sore hingga malam hari dengan memesan agregat (semen yang telah dicampur dengan air dan pasir/kerikil) dari luar (Kraton). Setelah pengecoran, pipa PVC yang ditanam dicabut sebelum agregat mengeras (sekitar 6 jam hingga 8 jam dari saat pengecoran). Agar lubang *sparring* yang diinginkan bisa tercetak.



**Gambar IV.4. Besi tulangan yang telah di cor, dibiarkan didalam *moulding* hingga mengeras.**

#### **IV.5. Handling atau pengangkatan.**

*Handling* atau pengangkatan ini dilakukan setelah agregat mengeras (28 hari), pada pekerjaan ini dibutuhkan adalah alat berat *crane mobile*, untuk mengangkat agregat atau beton yang telah mengeras dari cetakan ketempat penyimpanan. Pengangkatan harus dilakukan dengan hati-hati, dengan mengangkat pada titik angkat yang telah ditentukan. Agar terhindar dari kerusakan ataupun patahan pada agregat atau beton yang telah jadi. Penentuan dua titik angkat ini adalah ini adalah seperempat dari panjang beton/kolom, atau hampir mendekati titik nol ( $\sim 0$ ).



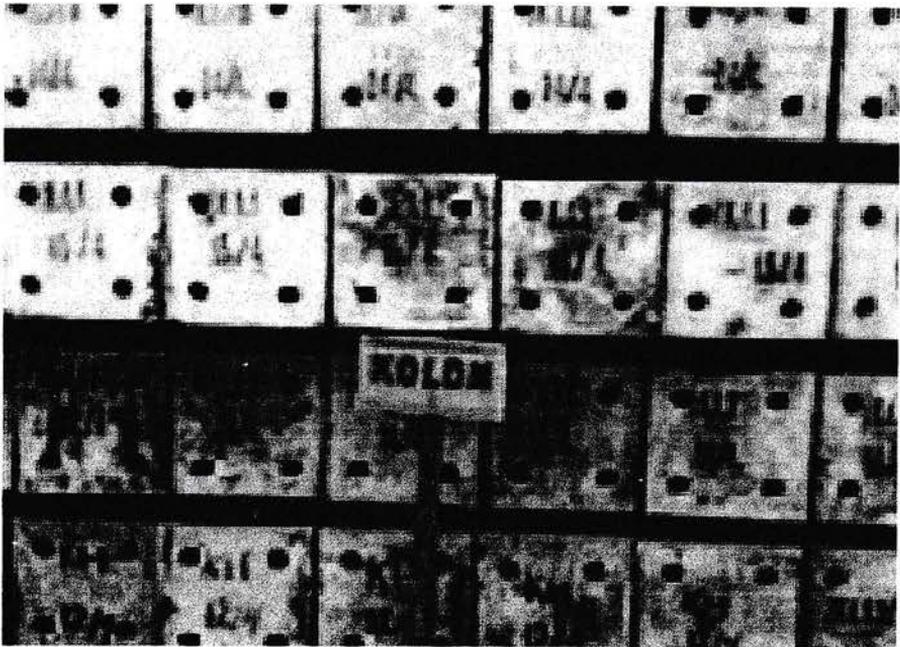
**Gambar IV.5.1. Titik Angkat pada kolom.**



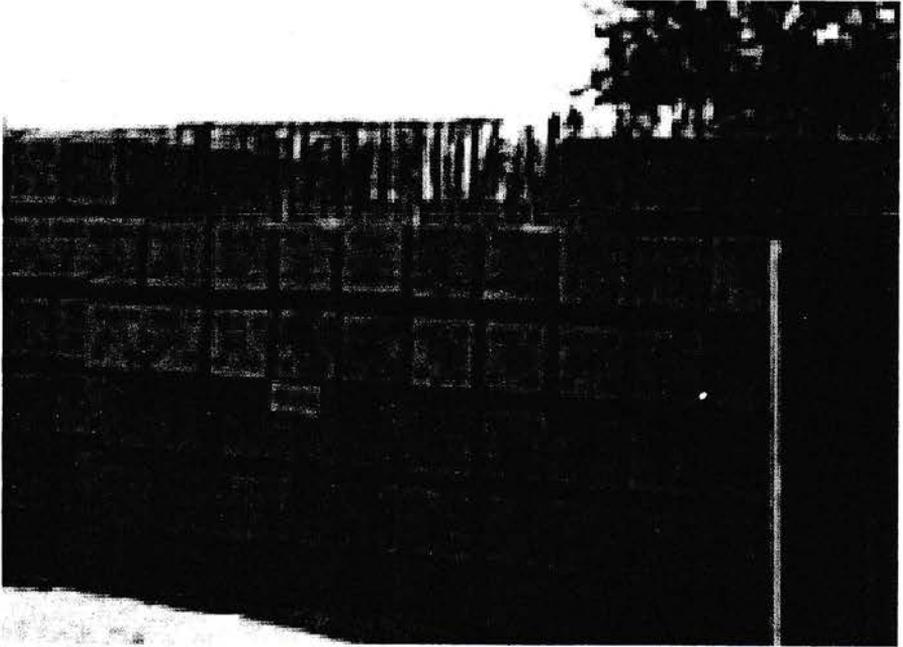
**Gambar IV.5.2. Crane Mobile yang digunakan untuk mengangkat kolom.**

#### IV.6. Stocking atau penyimpanan.

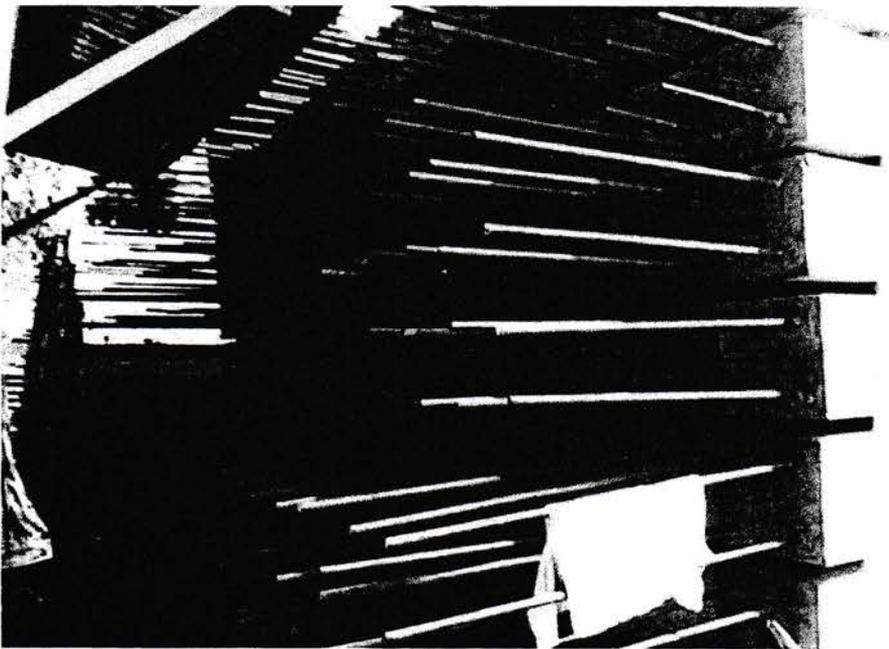
Semua agregat beton/kolom yang telah jadi disimpan dan diberi tanda atau nama, untuk menunjukkan lokasi dan orientasinya pada struktur serta tanggal pabrikasinya. Tanda identifikasinya harus sesuai dengan yang ada pada gambar rencana untuk penempatan komponen. Lokasi penyimpanan ini juga masih berada disekitar area proyek.



**Gambar IV.6.1. Stocking / penyimpanan kolom yang telah dicetak.**



**Gambar IV.6.2. Stocking / penyimpanan kolom yang telah dicetak dan berada disekitar proyek.**

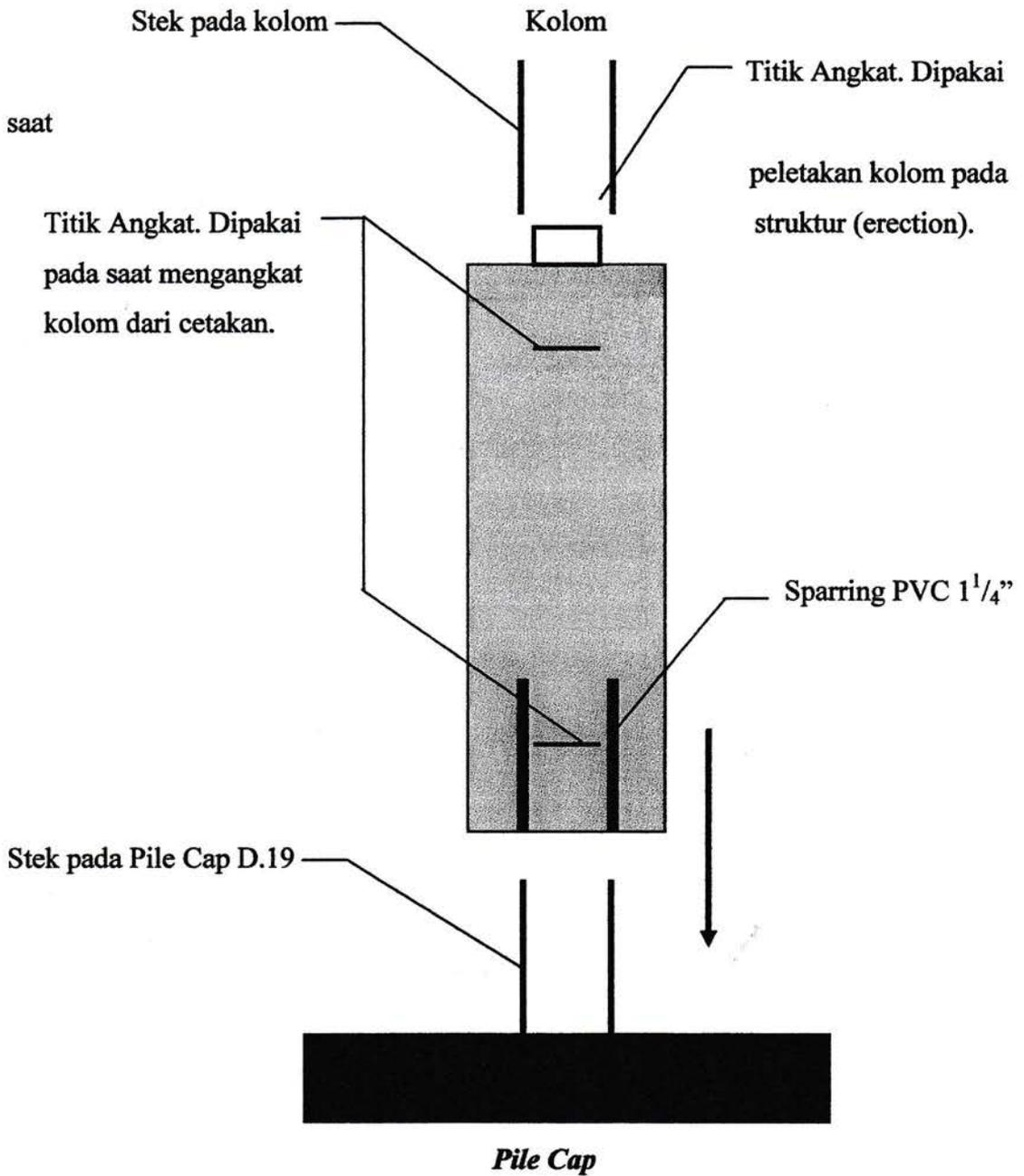


**Gambar IV.6.3. Stocking / penyimpanan kolom, serta Stek pada kolom.**

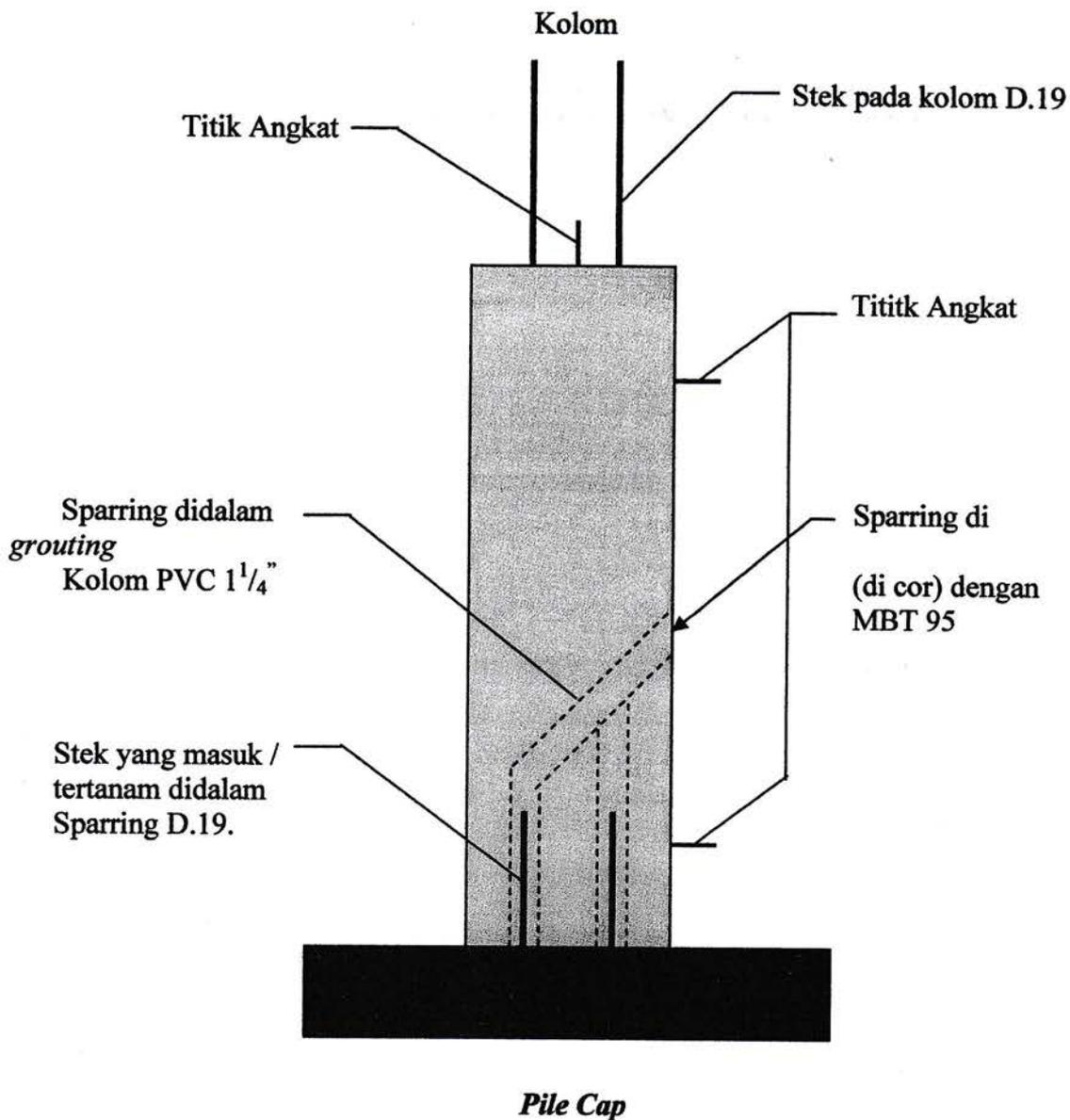
#### **IV.7. Peletakan atau dudukan kolom (*Erection*).**

Pada lantai dasar (lantai satu) kolom diletakkan atau didudukkan diatas pile cap yang telah di cor, pada pile cap ini terdapat empat (4) buah besi tulangan atau stek D.19

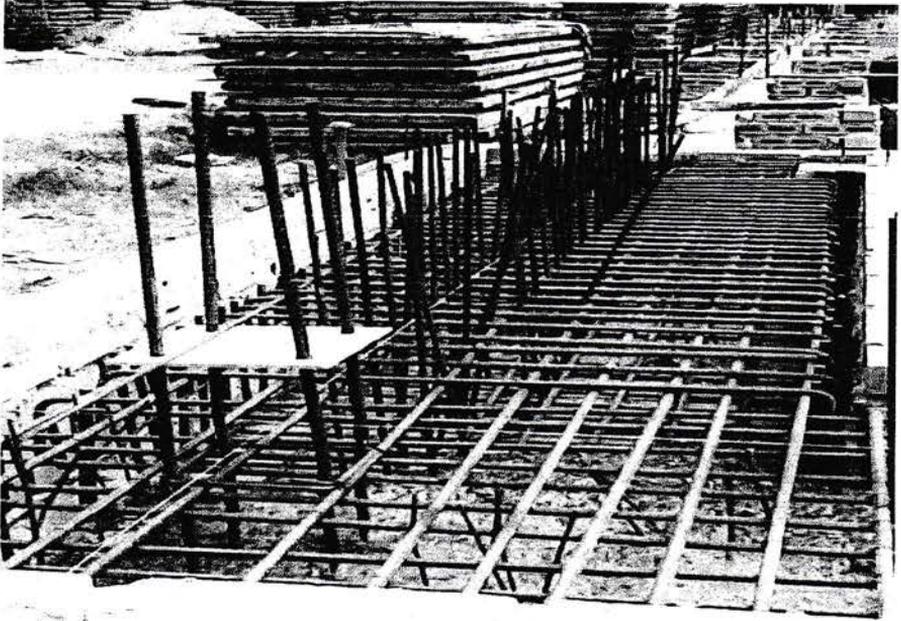
yang menonjol keluar, jarak antar stek sesuai dengan jarak sparring pada kolom, yang nantinya keempat stek ini akan masuk ke dalam sparring yang ada pada kolom.



**Gambar IV.7.1. Kolom akan diletakkan pada *Pile Cap*.**



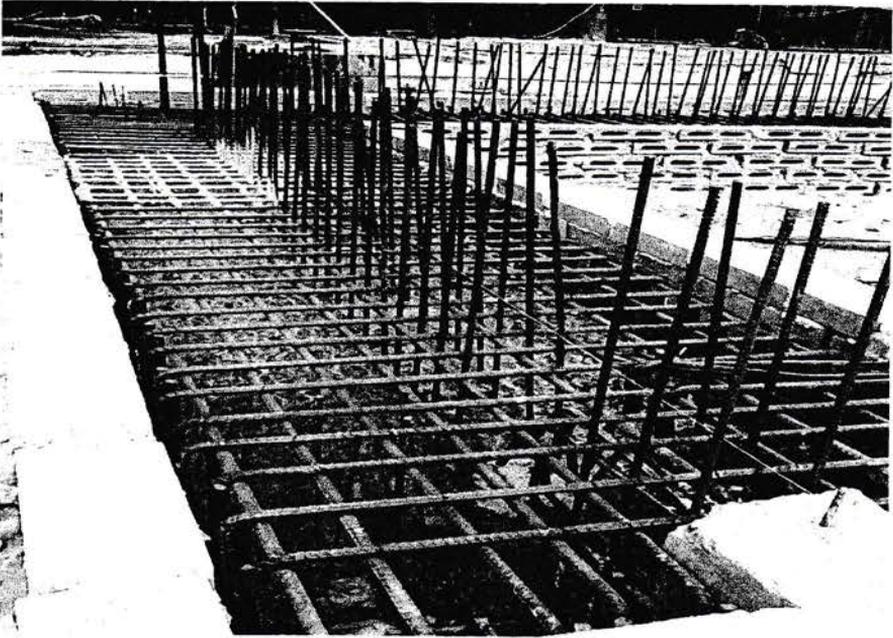
**Gambar IV.7.2. Kolom dilihat dari samping setelah erection.**



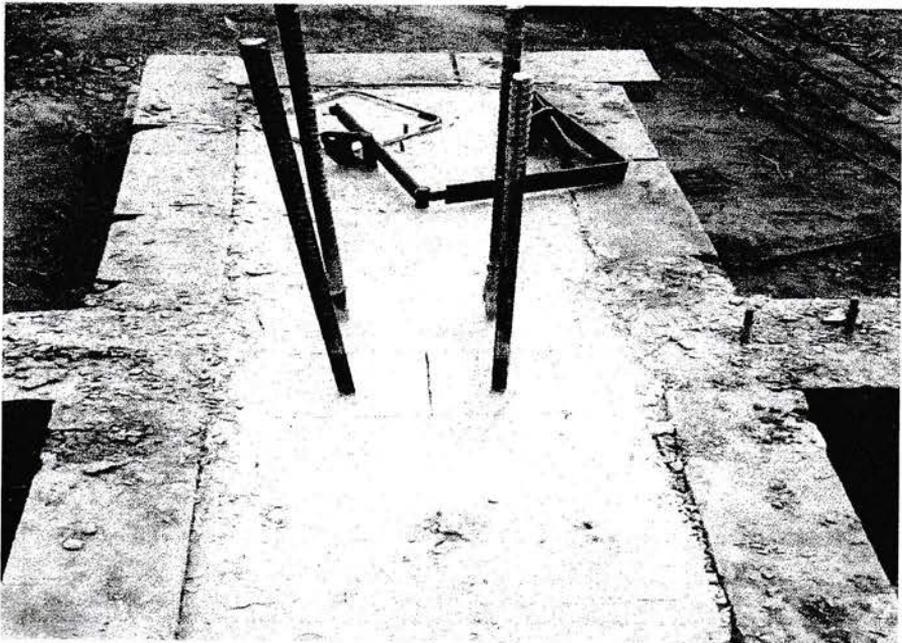
**Gambar IV.7.3. Pondasi pile cap yang diberi penulangan.**



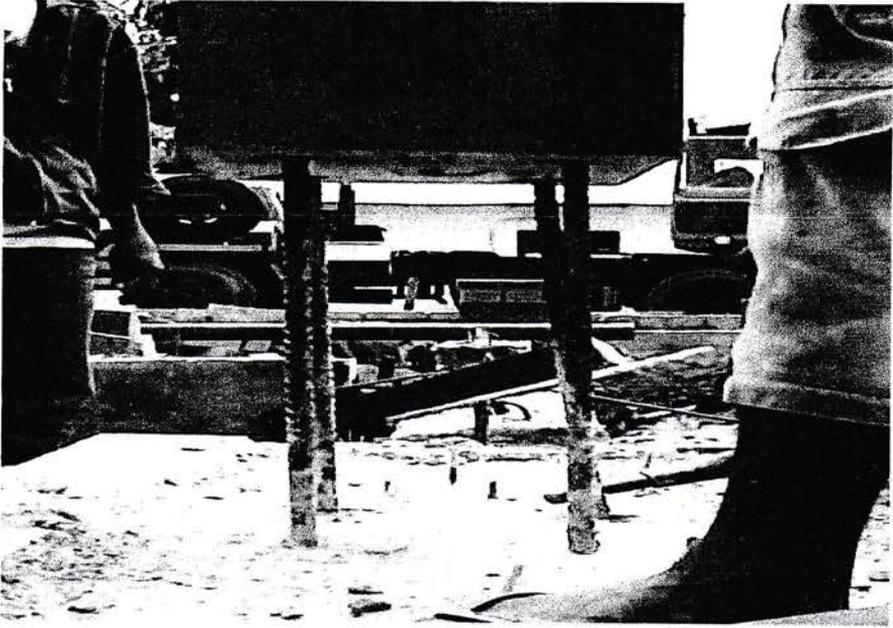
**Gambar IV.7.4. Penulangan pile cap dengan pertemuan tiga sloof.**



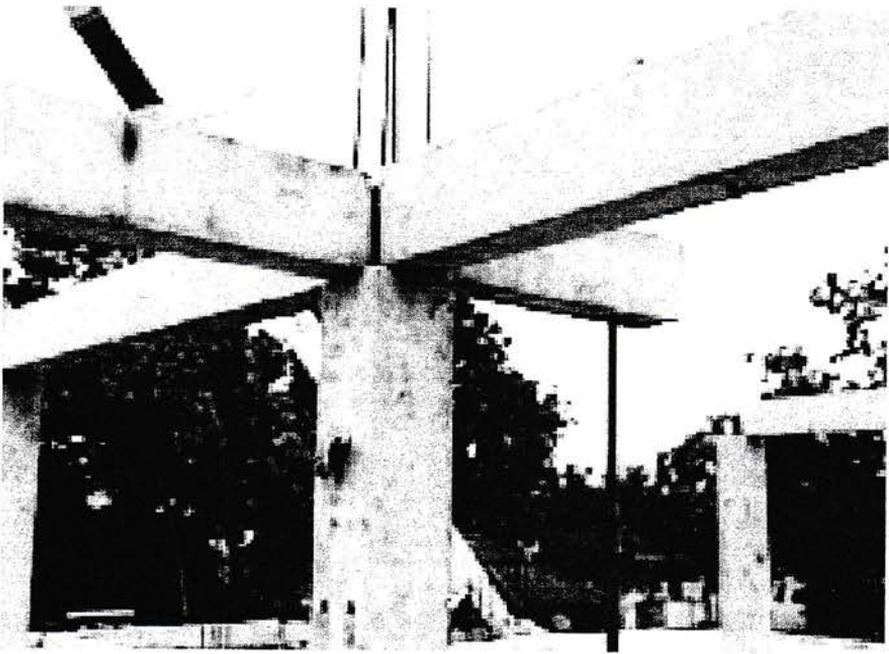
**Gambar IV.7.5. Penulangan pile cap (K1.1A)**



**Gambar IV.7.6. Pile cap yang telah di cor dan siap diletakkan kolom (erection)**



**Gambar IV.7.7. Peletakan kolom pada pile cap.**

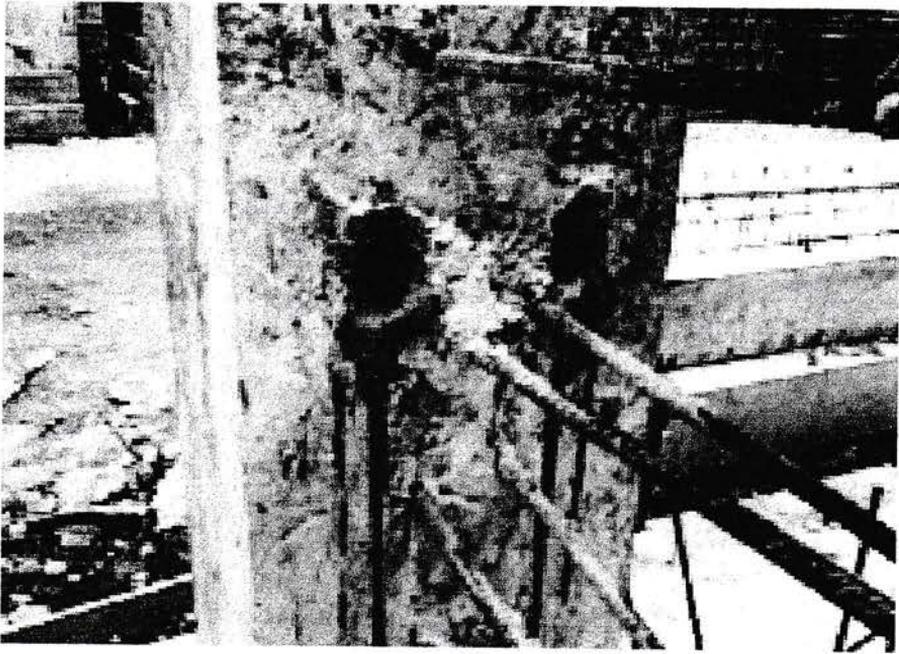


**Gambar IV.7.8. Kolom dengan peletakan balok tiga (3) joint.**

#### **IV.8. Grouting pada kolom.**

*Grouting* merupakan pengecoran pada sparring kolom. Hal ini akan dilakukan apabila kolom telah dianggap baik atau tegak lurus pada dudukkannya oleh surveyor.

Atau juga kolom telah sesuai diukur antara As ke As kolom yang lain diatas kolom telah dapat diletakkan balok. *Grouting* ini menggunakan MBT 95 murni, atau setara dengan semen K500, yang dilakukan secara manual.

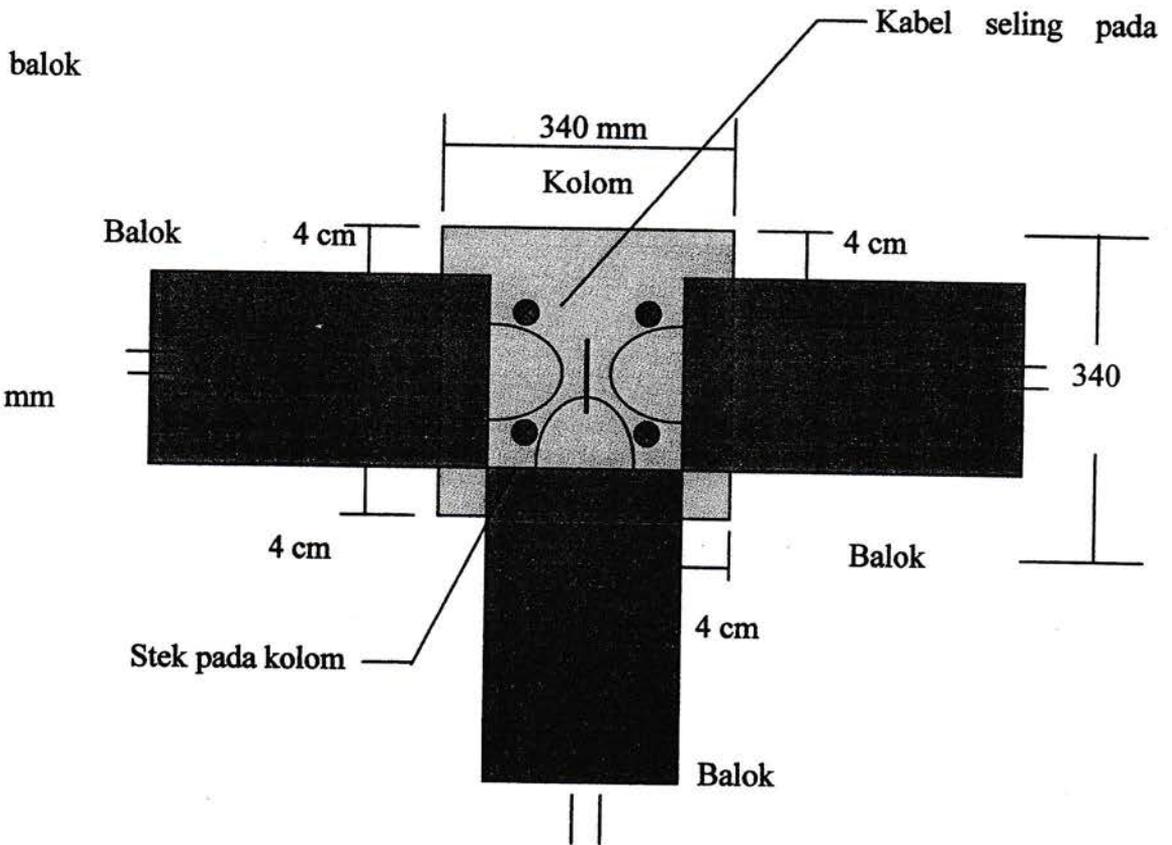


**Gambar IV.8. Sparring kolom yang telah di grouting.**

#### **IV.9. Sambungan antara kolom dengan balok.**

Dudukan/peletakan balok pada kolom akan dapat dilakukan dengan bantuan *mobile crane*, untuk mengangkat balok. Setelah peletakan balok pada kolom, balok akan diikat dengan menggunakan kabel seling  $\text{Ø}8$  (S.8) dan  $\text{Ø}6$  (S.6). Kabel seling  $\text{Ø}8$  (S.8) ini, diikat antara kabel seling yang terdapat pada ujung balok ke kabel seling di ujung balok lainnya. Pada ujung balok terdapat dua kabel seling (sebelah atas dan bawah) yang membentuk setengah lingkaran yang panjangnya jari-jarinya sekitar 15 cm. Pengikatan kabel seling  $\text{Ø}8$  (S.8) hanya dilakukan pada tiap-tiap ujung balok (kabel seling atas balok ke kabel seling atas balok lainnya, serta kabel seling bawah balok ke

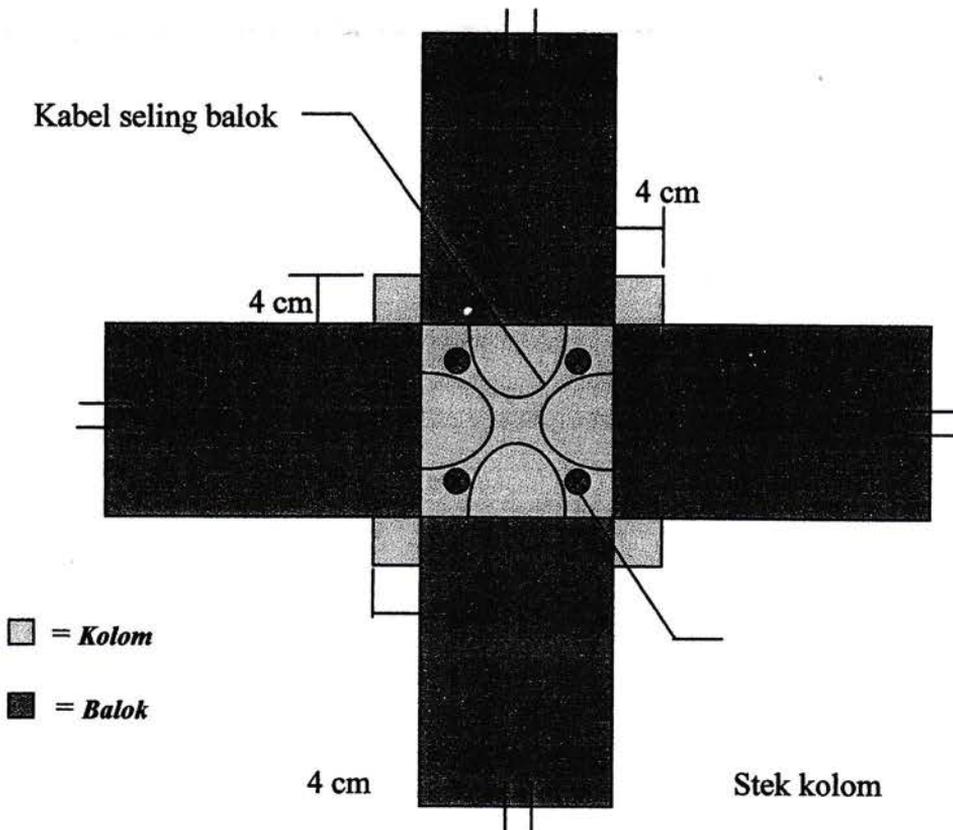
kabel seling bawah yang lain), tanpa mengikat pada stek kolom yang berada diantara ujung balok. Kabel seling Ø.8 (S.8) diikat sebanyak lima kali lilitan. Setelah kabel seling Ø.8 (S.8), maka kabel seling Ø.6 (S.6) dilitkan pada stek kolom sebagai pengganti sengkang, yang selain cukup elastis, pemasangannya tidak terlalu sulit. Kabel seling Ø.6 (S.6) diikat sebanyak tujuh kali lilitan. Jarak dudukkan balok sendiri diatas kolom adalah 4 cm



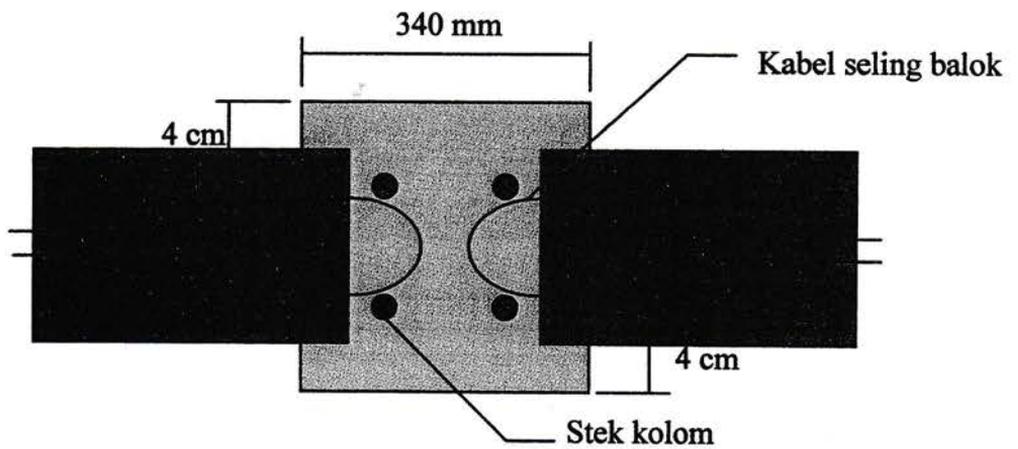
**Gambar IV.9.1. Dududkkan/peletakan balok diatas kolom (3 joint).**

▨ = *Kolom*

■ = *Balok*



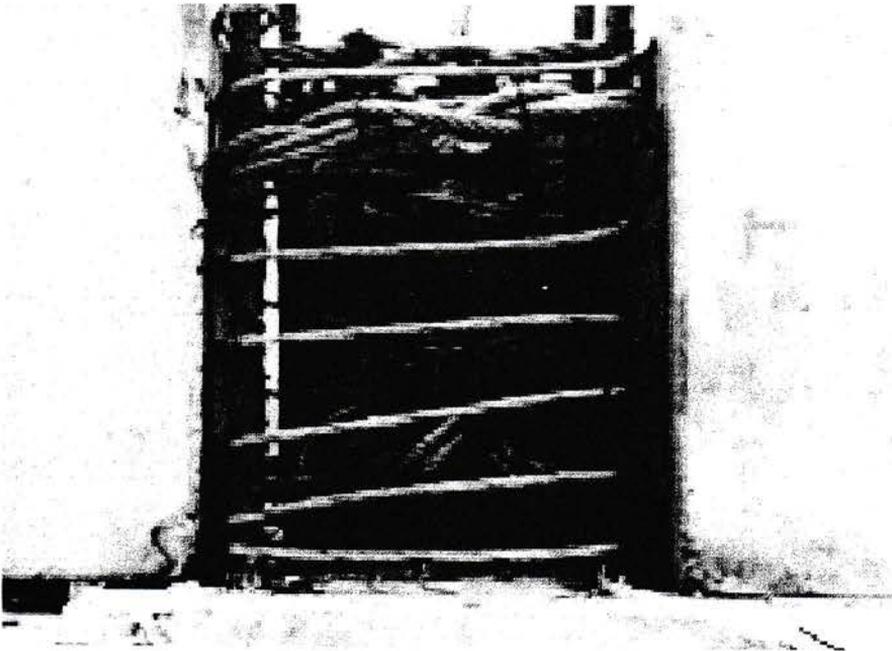
**Gambar IV.9.2. Dudukkan/peletakan balok diatas kolom (4 joint).**



**Gambar IV.9.3. Dudukkan/peletakan balok diatas kolom (2 joint).**



**Gambar IV.9.4. Sambungan kolom dengan balok yang belum diikat dengan kabel seling.**



**Gambar IV.9.5. Sambungan kolom dengan balok yang telah diikat dengan kabel seling.**



**Gambar IV.9.6. Ikatan kabel seling pada bagian bawah dari kabel seling balok.**



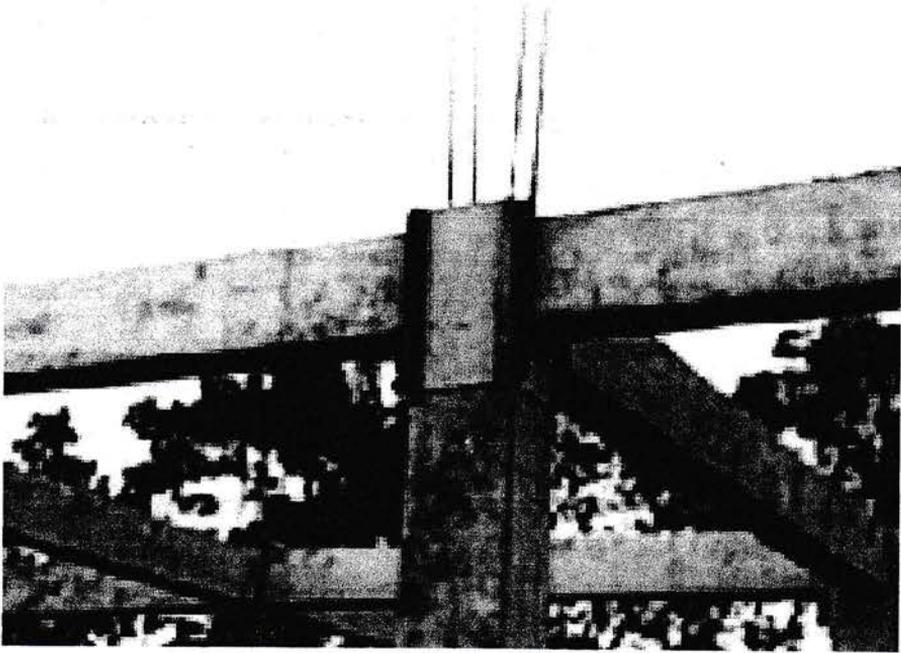
**Gambar IV.9.7. Ikatan kabel seling pada bagian atas dari kabel seling balok.**

#### IV.10. Grouting.

*Grouting* merupakan pengecoran pada sambungan antara kolom dengan balok, grouting dilakukan apabila pada sambungan (joint) telah selesai diikat kabel seling. Bahan material yang digunakan adalah MBT 95, air, dan kerikil  $\varnothing$  5 mm hingga  $\varnothing$  10 mm. Pengecoran (*grouting*) ini dilakukan secara manual atau langsung ditempat sambungan, tetapi sebelumnya dipasang bekisting terlebih dahulu agar agregat yang dituang pada sambungan tidak keluar. Setelah sambungan di grouting lalu ditusuk/dipukul dengan kayu atau besi, gunanya untuk memadatkan agregat dan mengurangi rongga kosong pada sambungan, agar sambungan tersebut cukup aman.



**Gambar IV.10.1. Sambungan/joint yang telah dipasang bekisting (terbuat dari triplek).**



**Gambar IV.10.2. Sambungan yang telah dipasang bekisting.**



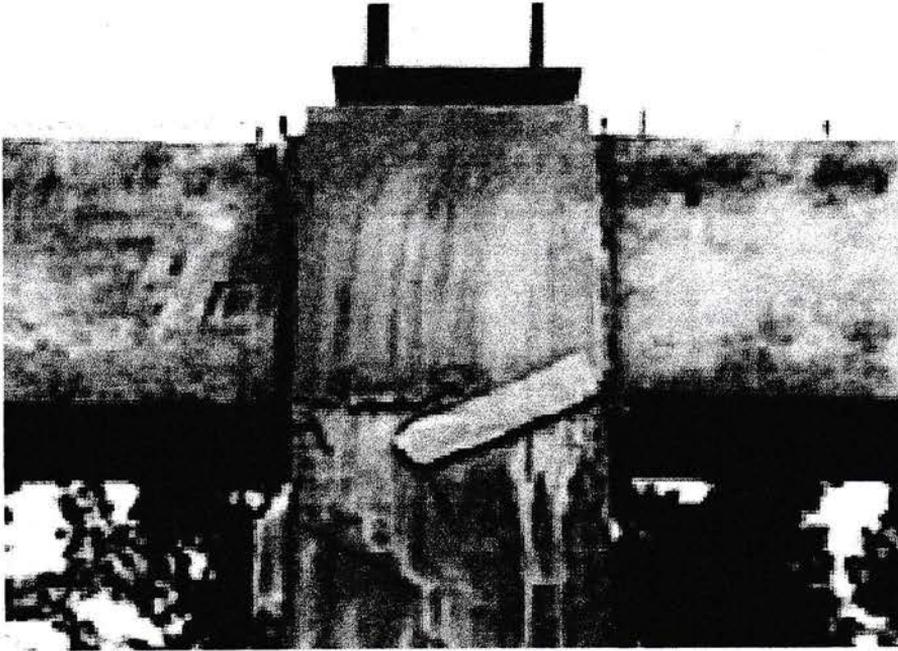
**Gambar IV.10.3. Penuangan agregat pada sambungan.  
(dengan cara manual)**



**Gambar IV.10.4. Merojok/menusuk agregat untuk memadatkan dan mengurangi rongga kosong.**



**Gambar IV.10.5. Agregat yang telah selesai dituang ke dalam sambungan.**

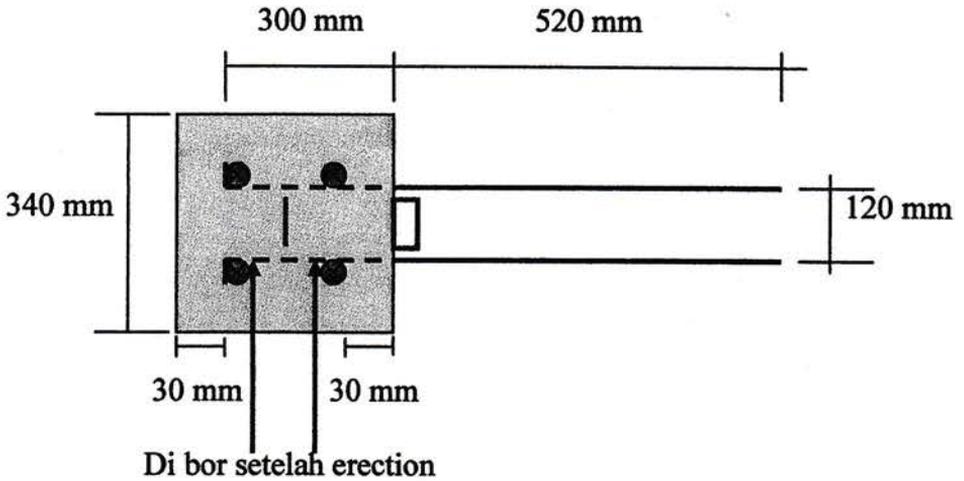


**Gambar IV.10.6. Sambungan antara kolom dengan balok yang telah di grouting, dan telah mengeras.**

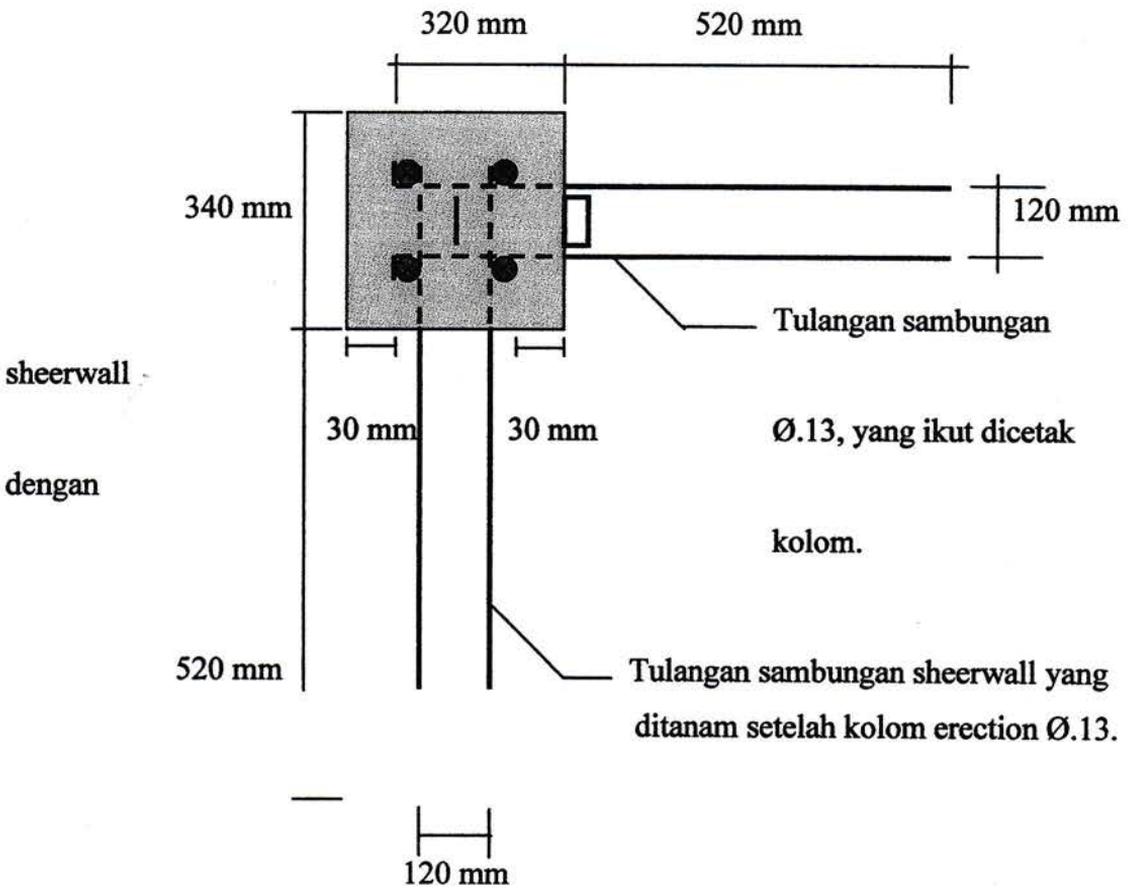
#### **IV.11. Sambungan kolom dengan dinding *Sherrwall*.**

Pada sambungan ini, kolom yang telah erection akan dilubangi dengan bor agar besi tulangan untuk *sheerwall* dapat dimasukkan. Besi tulangan yang digunakan adalah  $\emptyset$  13. Hal ini dilakukan karena diperlukan dua sisi kolom yang memiliki tulangan yang menjorok keluar sepanjang 520 mm dari permukaan sisi kolom, dalamnya tulangan didalam kolom seharusnya  $\frac{1}{2}$  hingga  $\frac{3}{4}$  dari lebar kolom, yang nantinya tulangan ini akan disambung dengan tulangan dinding *sheerwall*. Pengeboran sisi kolom ini dilakukan sebab pada saat pencetakan hanya bisa satu sisi kolom saja yang bisa ditanam tulangan (sesuai bentuk cetakan). Lebar antara tulangan yang ditanam 120 mm, dengan ketinggian antara tulangan sekitar 150 mm. Setelah sisi kolom di bor dan ditanam tulangan lalu di cor kembali dengan semen *silica* atau *lem pok*. Jumlah tulangan yang

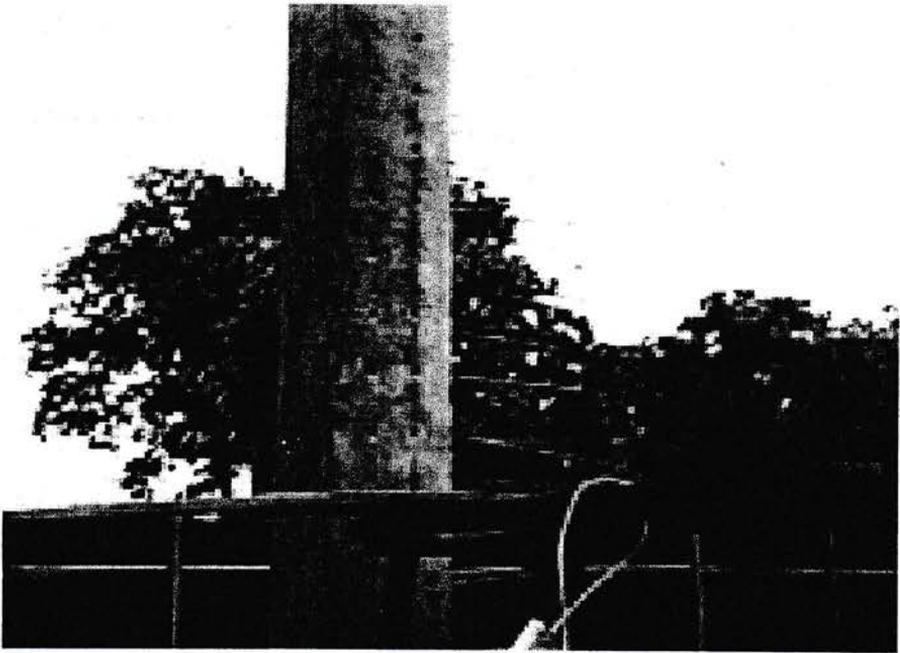
ditanam saat pencetakan kolom adalah 36 batang, lalu ditanam setelah erection sebanyak 36 batang besi tulangan.



**Gambar IV.11.1. Kolom yang telah dicetak tapi belum ditanam tulangan. (K1.1A)**



**Gambar IV.11.2. Kolom yang telah ditanam tulangan sambungan sheerwall setelah kolom erection (K1.1A).**

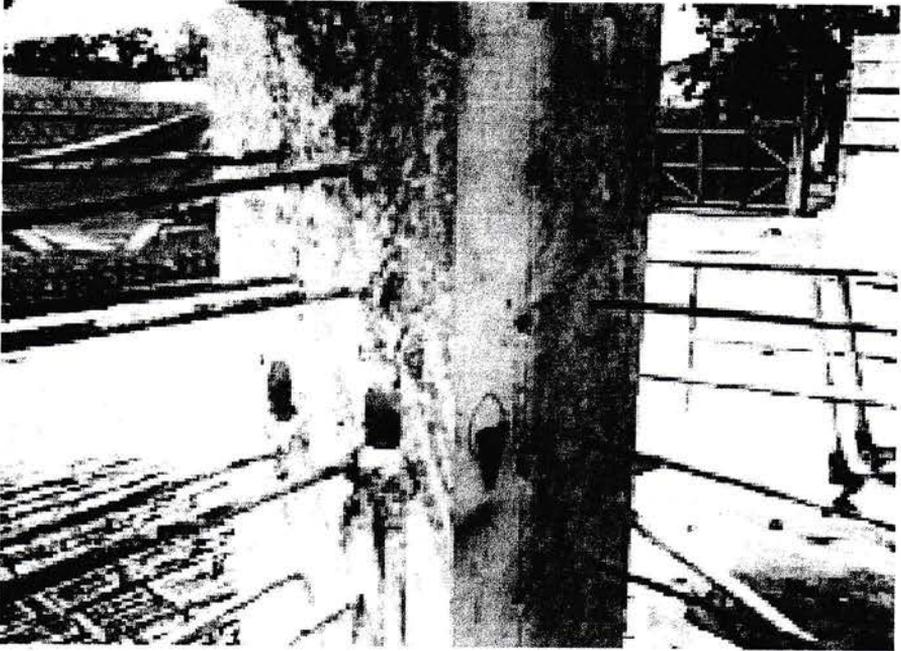


**Gambar IV.11.3. Kolom yang telah erection dan diberi tanda untuk dilubangi**

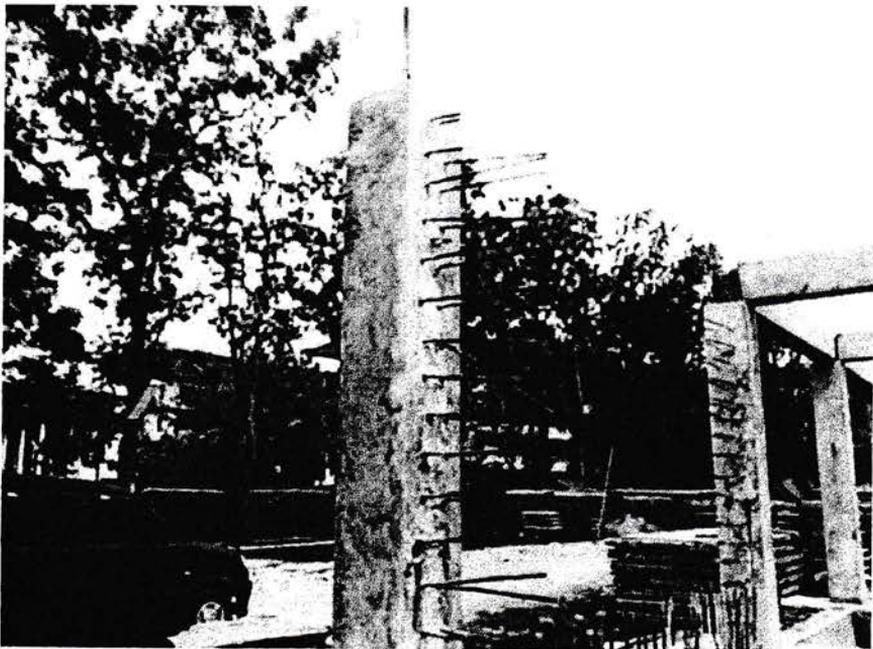
**dan ditanam sambungan sheerwall yang baru. (K1.1A).**



**Gambar IV.11.4. Kolom yang telah dilubangi dengan menggunakan bor, lalu akan ditanam besi tulangan. (K1.1A).**



**Gambar IV.11.5. Kolom yang sedang dilubangi dan ditanam tulangan sambungan sheerwall. (K1.1A).**

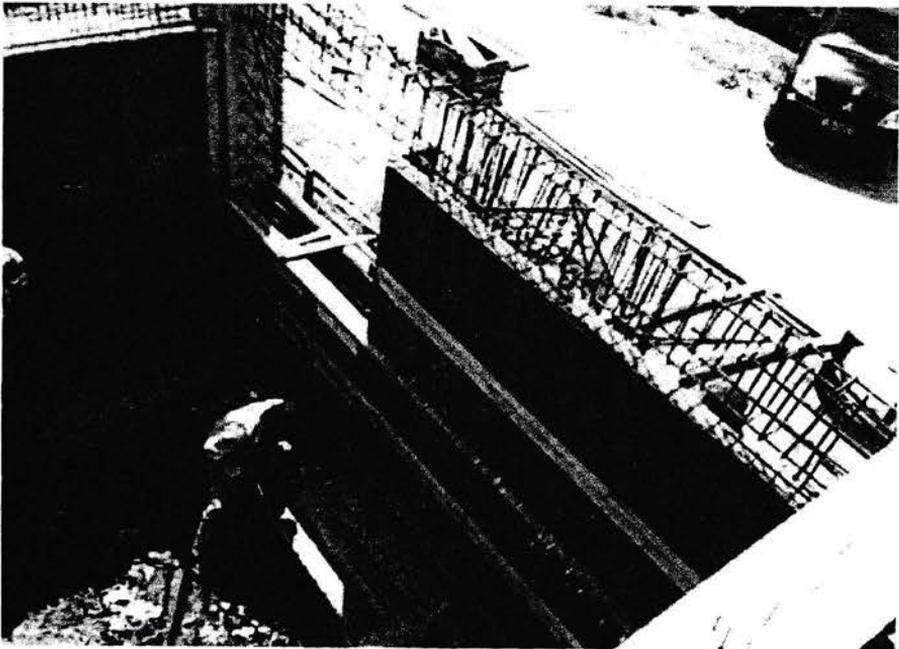


**Gambar IV.11.6. Kolom yang telah dipasang tulangan sambungan untuk sheerwall.**

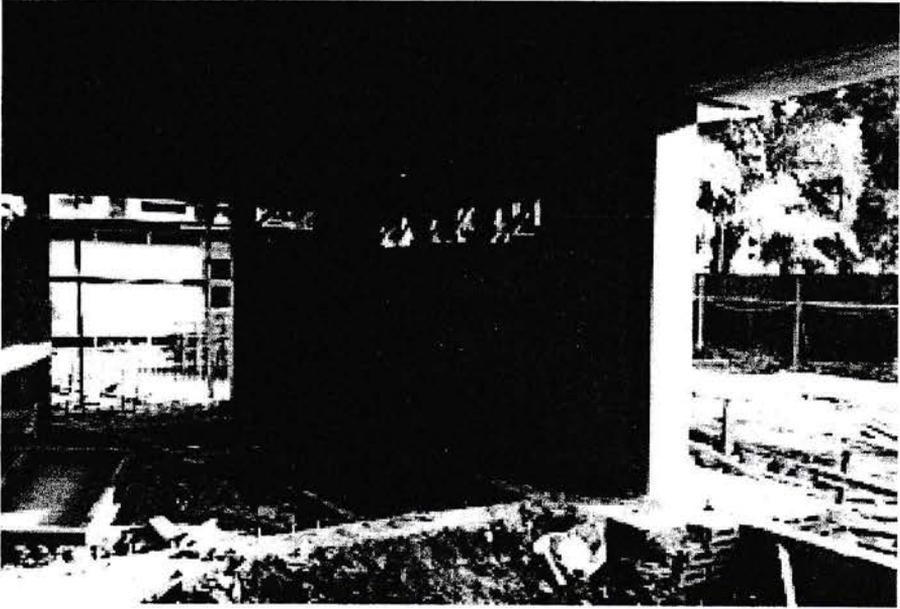


**Gambar IV.11.7. Pemasangan tulangan dinding sheerwall yang disambung**

**ke tulangan yang menjorok dari sisi kolom.**



**Gambar IV.11.8. Pemasangan bekisting dinding sheerwall.**



**Gambar IV.11.9.**



**Gambar IV.11.10.**

**Gambar (IV.11.9) & (IV.11.10). Dinding sheerwall yang telah di cor,  
dan telah mengeras.**

#### **IV.12. Peletakan lantai pada sambungan kolom dengan lantai (lantai II).**

Peletakan lantai pada sambungan kolom dengan balok dapat dilakukan apabila sambungan balok dengan kolom telah di grouting sudah mengeras. Peletakan lantai ini

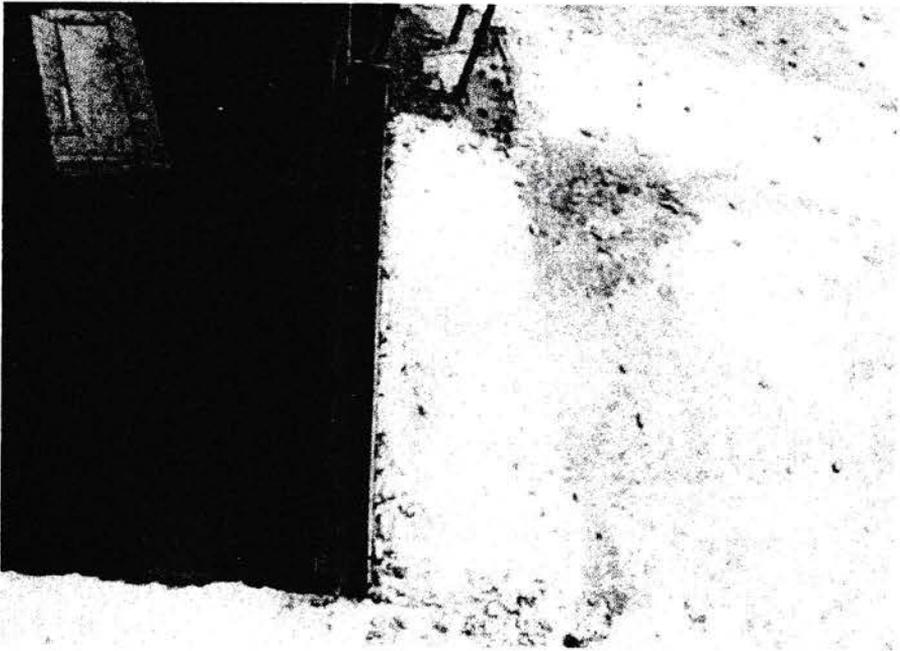
menggunakan bantuan alat berat mobile crane yang mengangkat lantai dari tempat penyimpanan. Lantai diletakkan sesuai dengan perencanaan struktur, lalu setelah itu lantai akan di cor kembali secara keseluruhan bersama dengan sambungan kolom dengan balok. Pengecoran ini dilakukan secara manual atau di cor ditempat dengan bantuan molen manual. Sisa besi tulangan yang menjorok keluar dari lantai akan dikaitkan dengan besi tulangan lantai lainnya, pekerjaan ini dilakukan sebelum pengecoran lantai. Gunanya untuk membuat agar lantai tidak bergeser saat pengecoran dan juga untuk meningkatkan keamanan serta kekuatan lantai. Sebelum pengecoran dimulai seluruh pinggir lantai, kolom, dan balok dipasang bekisting agar agregat tidak terbang.



**Gambar IV.12.1. Tulangan yang menjorok keluar dari lantai dikaitkan dengan tulangan lantai lainnya.**



**Gambar IV.12.2. Peletakan lantai diatas sambungan balok dengan kolom. (lantai II).**



**Gambar IV.12.3. Lantai yang telah di cor, dengan bekisting yang masih terpasang.**

#### **IV.13. Peletakan (erection) kolom lantai II, III.**

Peletakan (erection) kolom lantai I, II, III, tekniknya hampir sama dengan peletakan (erection) kolom lantai I. Begitu juga untuk sambungan (joint) antara balok dengan kolom, serta pelatakn lantainya. Peletakan kolom (erection) pada lantai II, III, hanya mengikuti dari lantai I, sehingga peletakan kolom lantai I harus dilakukan sebaik mungkin. Namun tidak tertutup kemungkinan terjadi kolom yang melintir (sedikit menyerong) pada peletakan kolom lantai II, III. Apabila terjadi kolom yang melintir pada lantai I, maka kemungkinan besar kolom untuk lantai di atasnya ikut melintir. Untuk menanggulangi hal ini, biasanya usaha yang dilakukan untuk memperbaikinya adalah dengan membengkokkan stek tulangan kolom yang telah erection agar sesuai dengan yang direncanakan atau ukuran yang ditentukan antara As kolom yang satu dengan As kolom yang lainnya, sehingga kolom yang akan erection dapat sejajar dengan kolom lainnya. Namun demikian sparring pada bawah kolom yang akan erection harus dibobok (dilebarkan) sepanjang stek yang dibengkokkan agar seluruh stek tersebut dapat masuk ke sparring pada bawah kolom.



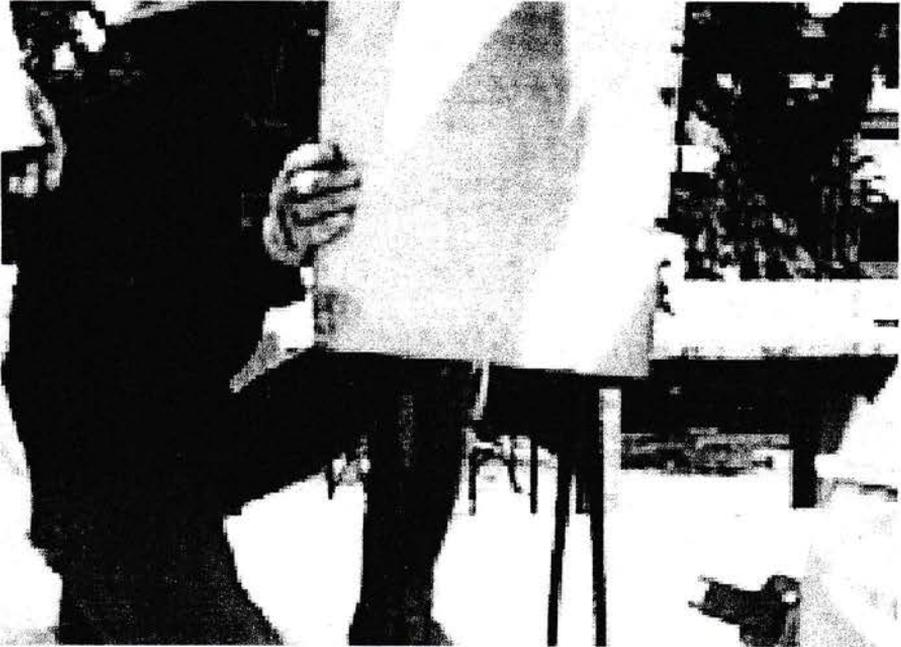
**Gambar IV.13.1. Stek kolom yang telah dibengkokkan karena tidak sesuai dengan posisi/ukuran yang direncanakan.**



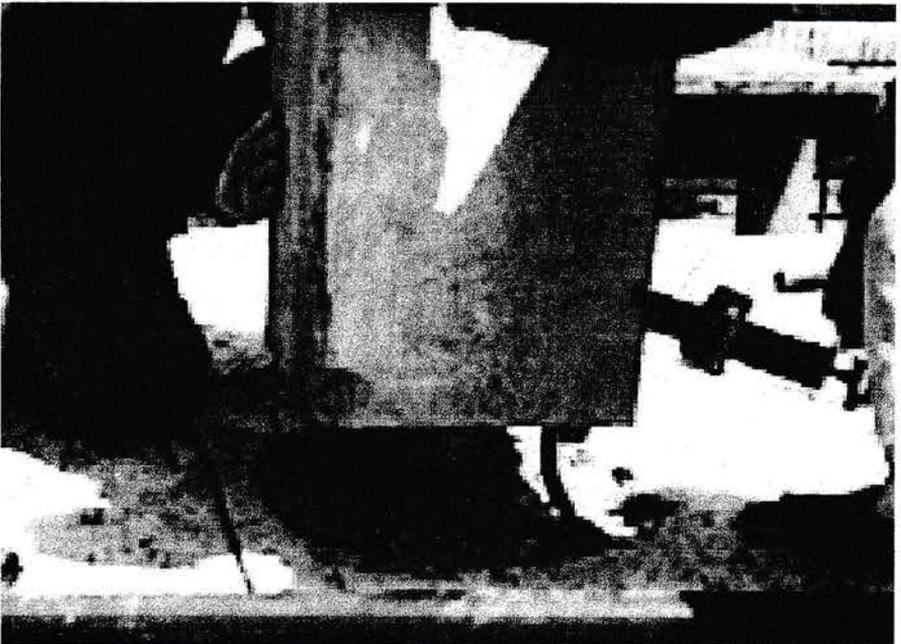
**Gambar IV.13.2. Peletakan kolom (erection) pada stek yang telah dibengkokkan.**



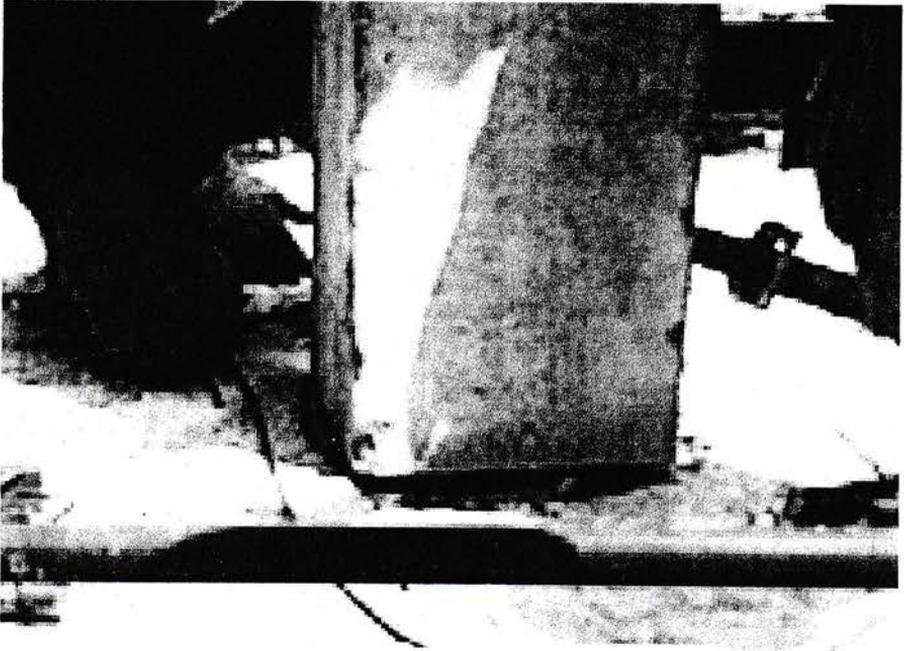
**Gambar IV.13.3. Stek kolom diarahkan ke lobang sparring.**



**Gambar IV.13.4. Kolom yang sedang erection.**



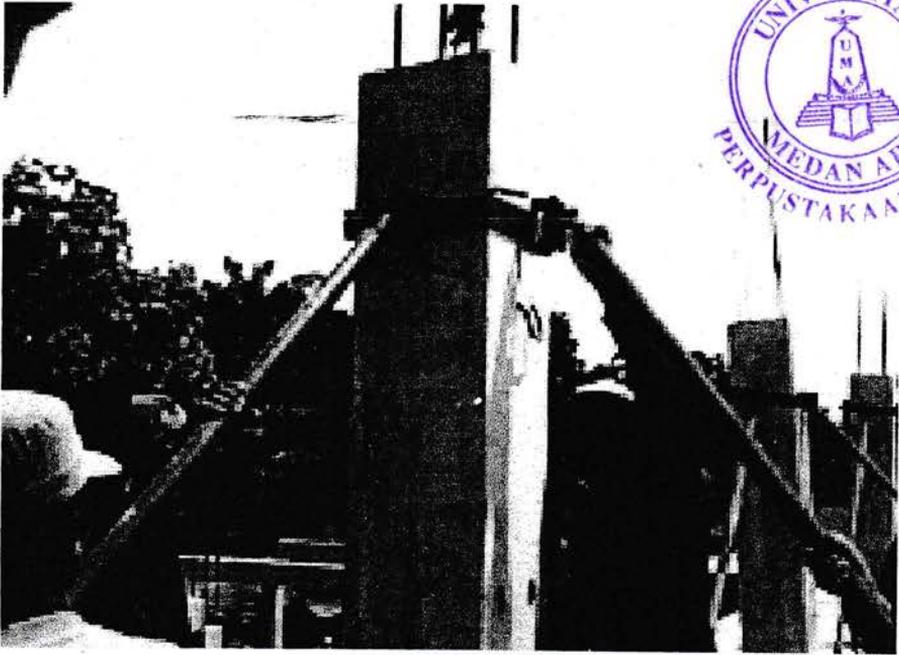
**IV.13.5. Peletakan kolom pada stek yang dibengkokkan.**



**Gambar IV.13.6. Seluruh stek yang dibengkokkan telah masuk kedalam sparing.**

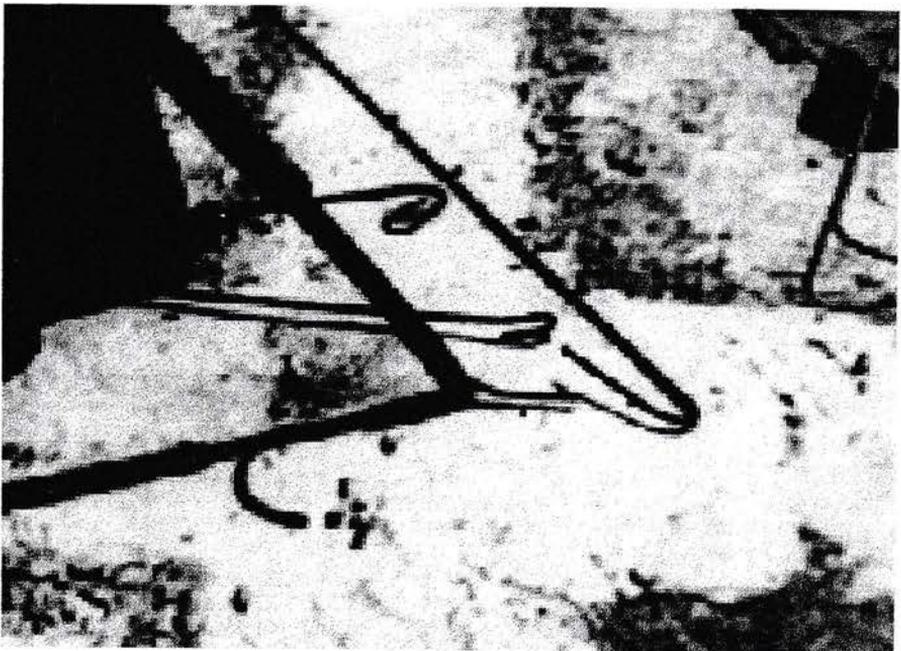


**Gambar IV.13.7. Pemasangan cincin brassing pada kolom untuk membuat tiang penyokong.**



**Gambar IV.13.8. Pemasangan brassing pada cincin brassing, untuk menyokong**

**agar berdiri tegak sebelum di grouting.**



**Gambar IV.13.9. Kaitan pada rantai, untuk memebantu brassing agar tidak bergeser saat menyokong kolom.**

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

Selama penulis mengikuti kerja praktek sampai selesainya laporan kerja praktek ini. Banyak hal-hal penting yang dapat diambil sebagai bahan pembelajaran dan evaluasi dari konstruksi pracetak. Berdasarkan dari hasil pengamatan serta diskusi dari berbagai pihak, penulis dapat menarik beberapa kesimpulan dan saran tentang pekerjaan kolom pada konstruksi pracetak.

#### V.1. Kesimpulan.

1. Dari hasil pengamatan dilapangan, teknik pelaksanaan telah sesuai dengan perencanaan yang ada.
2. Pengendalian mutu pada konstruksi pracetak (precast) bisa lebih terjaga.
3. Pengujian bahan agregat (beton) dilakukan terlebih dahulu sebelum pencetakan kolom.
4. Dengan sistem pracetak (precast) ini, waktu pelaksanaan proyek pembangunan bisa lebih dipercepat, sehingga dapat menekan biaya lebih.
5. Kebersihan area, serta tingkat keselamatan (safety) bisa lebih baik.
6. Sangat tergantung pada bantuan alat berat terutama *mobile crane*.
7. Kabel seling dapat dijadikan sebagai pengganti sengkang.
8. Jarak peletakan balok diatas kolom sekitar 4 cm.
9. Sambungan (joint) pada konstruksi pracetak ini dilakukan dengan ikatan kabel seling.

## **V.II. Saran.**

1. Perlu pengawasan yang berkelanjutan dalam pencetakan agar mutu bisa lebih terjaga.
2. Pengukuran serta perhitungan harus dilakukan lebih cermat.
3. Sistem kontrol waktu pelaksanaan harus lebih baik, agar bisa menghindari keterlambatan pencetakan salah satu komponen pracetak.

## DAFTAR PUSTAKA

1. **Rochmanhadi, Ir.**, Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat, penerbit Departemen Pekerjaan Umum 1983.
2. **Rostiyanti Susy Fatena, Ir, M.Sc.**, Alat-Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi, penerbit Rineka Cipta 2002.
3. **Sardjono HS, Ir.**, Pengukur *elevasi* serta *vertikal* pada kolom, balok, dan pancang., Jilid I, penerbit Sinar Wijaya.
4. **Sunggono KH, Ir.**, Buku Teknik Sipil, penerbit Nova 1984.