

LAPORAN KERJA PRAKTEK
PADA PROYEK PEMBANGUNAN PARKIRAN
DAN GEDUNG KULIAH UNIVERSITAS
METHODIST INDONESIA (UMI)

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-syarat Tugas Akhir

Disusun Oleh :

WARTA AGUSTINUS SIHITE
NIM : 12 811 0041



PROGRAM STUDI
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN

**LAPORAN KERJA PRAKTEK
PADA PROYEK PEMBANGUNAN PARKIRAN
DAN GEDUNG KULIAH UNIVERSITAS
METHODIST INDONESIA (UMI)**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-syarat Tugas Akhir

Disusun Oleh :

**WARTA AGUSTINUS SIHITE
NIM : 12 811 0041**



**PROGRAM STUDI
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN**

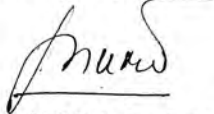


**LAPORAN KERJA PRAKTEK
PADA PROYEK PEMBANGUNAN PARKIRAN
DAN GEDUNG KULIAH UNIVERSITAS
METHODIST INDONESIA (UMI)**


Disusun Oleh :

WARTA AGUSTINUS SIHITE
NIM : 12 811 0041


Disetujui Oleh :


(Ir. Nuril Mahda, M.T)

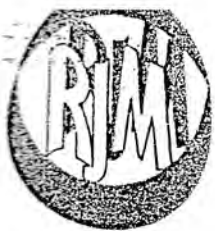
Diketahui Oleh :


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)
Koordinator Kerja Praktek

Disahkan Oleh :


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)
Ketua Prodi Teknik Sipil

**PROGRAM STUDI
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN**



PT. RISMA JAYA MANDIRI

Pemborong Nasional

Jln. Setia Baru No. 19 Medan 20117

Telp : (061) 4521360 Fax : (061) 4538542

WP : 01.115.448.1-111.000

Banker : PT. Panin Bank Tbk Cabang
E-mail : risma_jaya_mandiri@yahoo.com

Medan, Juni 2015

Nomor : 17/PT.RJM/VI/2015

Kepada Yth :

Dekan Fakultas Teknik Sipil

Universitas Medan Area

Up.Ir.Hj.Haniza, MT

Di tempat

Perihal : Pemberitahuan Selesai Kerja Praktek

Dengan hormat,

Dengan ini kami sampaikan bahwa mahasiswa saudara benar telah selesai melakukan Kerja Praktek pada Proyek Pembangunan Parkiran dan Gedung Baru Universitas Methodist Indonesia (UMI).

Adapun nama-nama mahasiswa praktikan adalah sebagai berikut :

No	Nama	NIM
1	Warta Agustinus Sihite	12.811.0041
2	Erikson Simanjuntak	12.811.0074

Demikian surat ini kami sampaikan, atas kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,

PT. RISMA JAYA MANDIRI

U. E. Tamsa Jaya Mandiri

PEMISURUH SAHABAT LEVERKANDIA
JALAN S. UNTHUNYALAI A.A. KANINDA
MEDAN

TIAMSA TINAMBUNAN

Direktur Utama

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kepada uhan Yang Maha Kuasa atas berkat karunia dan rahmat-Nya Laporan Kerja Praktek pekerjaan proyek pembangunan Parkiran dan Gedung Kuliah ini dapat diselesaikan. Penulisan laporan kerja praktek ini merupakan salah satu syarat yang harus diselesaikan setiap mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikannya di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area. Adapun isi laporan ini adalah data lapangan selama kerja praktek dilaksanakan selama tiga bulan dan dibandingkan dengan teori-teori yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan. Dengan keterbatasan waktu, tidak semua kegiatan pekerjaan dilapangan/proyek dapat diikuti.

Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Prof.DR. HA. Ya'kub Matondang MA, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Prof.Dadan Ramdan.M.Eng M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Bapak Ir.Kamalludin Lubis.MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Ibu Ir. Nuril Mahda MT, selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktek, yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan bagi penyusun dalam melaksanakan dan menyelesaikan laporan kerja praktek.
5. Bapak Dharma Husada, ST selaku Site manager, bapak Urip Panjaitan ST selaku Project Manager yang senantiasa memberikan arahan dan ilmu-ilmu selama kerja praktek pada PT. Risma Jaya Mandiri selaku kontraktor

proyek.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini pasti tidak lepas dari banyak kekurangan. Koreksi serta saran tentunya sangat diharapkan demi penambahan ilmu bagi penyusun. Semoga laporan pelaksanaan kerja praktek ini dapat memberikan manfaat dan memperluas wawasan.

Medan, Desember 2015

Penulis

Warta A Sihite
12 811 0041



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Kerja Praktek.....	1
1.2 Maksud dan tujuan kerja Praktek.....	1
1.3 Ruang lingkup kerja praktek.....	2
1.4 Waktu dan tempat pelaksanaan kerja praktek.....	3
1.5 Sistematika.....	3
BAB II DESKRIPSI PROYEK.....	5
2.1 Lokasi Proyek.....	5
2.2 Data Proyek Pembangunan Parkiran dan Gedung.....	6
2.3 Lingkup Pekerjaan Proyek.....	6
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	8
3.1 Spesifikasi Bahan Beton.....	8
3.1.1 Beton.....	8
3.1.2 Semen.....	9
3.1.3 Agregat halus (Pasir).....	10
3.1.4 Agregat Kasar Krikil dan Batu Pecah.....	11
3.1.5 Air.....	13
3.1.6 Baja Tulangan.....	13
3.2 Peraturan Perencanaan Struktur Beton Bertulang.....	15
3.3 Perencanaan Kekuatan	17
3.4 Pelaksanaan Pekerjaan.....	20
3.4.1 Pekerjaan Acuan / Bekisting.....	21
3.4.1.a Bekisting Kolom.....	21

3.4.1.b Bekisting Balok.....	23
3.4.1.c Bekisting Plat Lantai.....	24
3.4.2 Pekerjaan Penulangan.....	25
3.4.2.a Pekerjaan pemotongan dan pembengkokan tulangan.....	25
3.4.2.b Pemasangan Tulangan.....	26
3.4.2.c Tulang Plat Lantai.....	28
3.4.3 Pekerjaan Adukan beton.....	29
3.4.4 Pekerjaan Pengecoran.....	31
3.4.5 Pemasatan.....	33
3.4.6 Pembongkaran Acuan.....	34
3.4.7 Pengendalian Cacat beton.....	35
3.5 Pengendalian Pekerjaan.....	36
BAB IV PROSES PERENCANAAN.....	42
4.1 Perancangan Struktur Atas.....	42
4.1.1. Perencanaan kolom.....	42
4.1.2 Perencanaan balok.....	44
4.1.3 Perencanaan plat lantai.....	45
4.2 Proses Pelaksanaan.....	46
4.2.1 Alat dan Bahan.....	47
4.2.2 Pekerjaan Lantai 6.....	53
4.2.2.a Pekerjaan Pemasangan Bekisting.....	53
4.2.2.b Pekerjaan Pembesian Plat lantai.....	55

4.2.2.c Pekerjaan Pengecoran.....	56
4.3 Contoh Perhitungan Plat Lantai.....	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
V.1 Kesimpulan.....	69
V.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	iii
LAMPIRAN.....	72



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Kerja Praktek

Pembekalan bagi seorang calon Sarjana Teknik Sipil tidak cukup dengan pembekalan teori pada saat kuliah saja. Ada berbagai pengetahuan penting lain yang hanya bisa didapat dari pengamatan visual di lapangan secara langsung, seperti pemahaman yang lebih mendalam mengenai proses dan tahapan dalam kegiatan konstruksi, keterampilan berkomunikasi, dan bekerja sama.

Kerja praktek adalah suatu kegiatan dimana mahasiswa memiliki kesempatan untuk mengamati kegiatan konstruksi secara langsung serta mengasah kemampuan interpersonal. Diharapkan, mahasiswa dapat lebih siap untuk menjadi calon sarjana teknik sipil yang tidak hanya memiliki kemampuan teoritis, namun juga pemahaman dan kemampuan praktis sebagai bekal memasuki dunia kerja.

Oleh karena itu, Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area bekerja sama dengan perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi Yayasan Perguruan Methodhist sebagai owner dan PT.RISMA JAYA MANDIRI, selaku kontraktor, yang sedang melakukan konstruksi proyek PEMBANGUNAN PARKIRAN dan GEDUNG KULIAH yang berlokasi di Jalan Hang Tuah no.8 kec.Medan Polonia, Medan, Sumatra Utara.

1.2 Maksud dan Tujuan Kerja Praktek

Maksud dan tujuan kerja praktek adalah untuk lebih mengenal lebih dekat sistem mekanika serta prinsip-prinsip kerja lapangan, juga dapat membandingkan

dan mempelajari penerapan teori-teori yang telah dipelajari di bangku kuliah.

Sebab dalam proses pelaksanaan proyek, sangatlah dibutuhkan keahlian maupun pengalaman disamping pengetahuan yang bersifat akademis yang diperoleh dari bangku perkuliahan. Hal ini disebabkan karena dalam pelaksanaan suatu proyek tidak semata-mata harus bergantung terhadap teori-teori saja, bahkan terkadang kita dalam melaksanakan proyek tersebut harus mengambil sikap atau langkah strategis yang mungkin tidak dapatkan sewaktu di perkuliahan maupun tentunya selalu mengacu terhadap standart yang sudah ditentukan .

Dengan adanya kerja praktek, sangatlah diharapkan akan membawa wawasan berfikir atau dengan kata lain strategi-strategi praktis dalam suatu pekerjaan-pekerjaan di lapangan yang tujuannya dapat mengetahui bagaimana pelaksanaan proyek, pengendalian proyek dan management dari proyek tersebut.

1.3 Ruang Lingkup Kerja Praktek

Dalam pembahasan masalah ini banyak hal-hal yang bisa kami jelaskan, namun karena keterbatasan waktu kami tidak dapat merangkup semuanya. Setelah lebih kurang dari 3 (tiga) bulan kami mengikuti kerja praktek, banyak hal-hal yang penting dapat diambil kesimpulan atau sebagai bahan evaluasi dari teori yang didapat sebagai penunjang keterampilan. Proses pengerjaan lantai adalah merupakan pekerjaan yang menurut kami patut untuk diteliti, oleh sebab itu dalam pembahasan masalah ini kami akan menguraikan bagaimana dan apa sebenarnya yang dibuat dalam pembangunan pelat lantai suatu gedung.

Mengingat waktu yang diberikan dalam pelaksanaan Kerja Praktek di Proyek Pembangunan Parkiran dan Gedung Kuliah Universitas Methodisht Indonesia Medan hanya 3 bulan yang terhitung mulai tanggal 24 Maret 2015 sampai dengan akhir Juni 2015, sehingga penulis tidak dapat mengikuti tahap penyelesaian pekerjaan secara keseluruhan.

Oleh Karena itu, penulis akan membatasi ruang lingkup pekerjaan yang kan dibahas dalam laporan kerja praktek ini yaitu hanya pada “Pembuatan Pelat Lantai 6” yang terdiri dari beberapa item pekerjaan sebagai berikut:

- Pekerjaan Bekisting Pelat Lantai
- Penulangan Pelat Lantai
- Pengecoran Plat Lantai

1.4 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek

Kerja praktek dilaksanakan pada tanggal 24 April 2015 hingga 24 Juli 2015 dan bertempat di site office Proyek pembangunan Parkiran dan gedung kuliah, jalan Hang Tuah No.14 Kec.Medan Polonia, K Medan, serta lokasi proyek pembangunan Parkiran dan gedung kuliah, jalan Hang Tuah No.14 Kec.Medan Polonia, Medan.

1.5 Sistematika

Laporan kerja praktek ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang kerja praktek, tujuan kerja praktek, waktu dan tempat pelaksanaan kerja praktek, dan sistematika penulisan laporan kerja praktek.

BAB II INFORMASI PROYEK

Berisi informasi dasar mengenai Proyek Pembangunan Hotel GranDhika, mencakup latar belakang proyek, lokasi proyek, lingkup pekerjaan dan pendanaan.

BAB III PROSES PERENCANAAN

Berisi informasi proses perencanaan Proyek Pembangunan International Trade Center Polonia meliputi : perencanaan balok, kolom, dan plat lantai.

BAB IV PROSES PELAKSANAAN

Berisi informasi proses pelaksanaan pekerjaan yang diamati, yakni mengenai alat dan bahan, pekerjaan kolom, serta pekerjaan balok dan pelat lantai.

BAB V PERHITUNGAN PELAT LANTAI

Berisi perhitugan pelat yang bertujuan untuk meninjau kembali tulangan yang kami hitung sama atau tidak dengan perhitungan dari konsultan proyek.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan penulis sewaktu melaksanakan kerja praktek serta saran yang penulis sampaikan kepada kita semua.

BAB II

DESKRIPSI PROYEK

Pembangunan Parkiran dan Gedung Kuliah terletak di jalan Hang Tuah No.8 Kec.Medan Polonia. Kampus ini berseberangan dengan SMA Methodist 1 dan berada dibawah naungan yayasan Perguruan Methodist Indonesia. Proyek pembangunan Parkiran dan gedung kuliah terjadi berdasarkan penambahan jumlah mahasiswa serta pembuatan gedung kuliah untuk kuliah S2 mahasiswa Universitass Methodist Indonesia. Pembangunan proyek Gedung ini dikerjakan oleh PT.Risma Jaya Mandiri sebagai kontraktor, ownernya Universitas Methodist Indonesia dan Ir. Martius Ginting Selaku konsultan.

2.1 Lokasi Proyek

Proyek Pembangunan Parkiran dan Gedung Kuliah di Universitas Methodist Indonesia (UMI) berlokasi di jln. Hang Tuah no.8, kec.Medan Polonia, kotamadya Medan, Provinsi Sumatera Utara.



Gambar 2.1 Peta lokasi proyek

Sumber : Google Map

2.2 Data proyek pembangunan parkir dan gedung kuliah

Pemilik/Owner Proyek	:	Universitas Methodist Indonesia
Lokasi Proyek	:	Jln. Hang Tuah No.8 Kec.Medan Polonia
Jumlah Lantai	:	7 lantai
Kontraktor	:	PT. RISMA JAYA MANDIRI
Konsultan	:	Ir. Martius Ginting, MT
Masa Pelaksanaan	:	Januari 2015 s/d Maret 2016
Biaya Pembangunan	:	Rp. 16.700.000.000,-

2.3 Lingkup Pekerjaan Proyek

Pekerjaan yang terdapat di Proyek Pembangunan Parkiran dan Gedung Kuliah meliputi:

1. Persiapan, mobilisasi & demobilisasi
2. Pekerjaan bored pile
3. Pekerjaan raft foundation
4. Pekerjaan struktur dinding penahan tanah
5. Pekerjaan urugan tanah sisi dinding penahan tanah
6. Pekerjaan floor hardener area parkir basement dan area tangga
7. Pekerjaan waterproofing dinding penahan tanah
8. Pekerjaan struktur atas, meliputi kolom, balok, dinding, pelat lantai dan atap

Adapun lingkup pekerjaan yang diamati selama kerja praktek berlangsung adalah pemasangan plat lantai 6, di antaranya:

1. Pekerjaan pemasangan balok memanjang WF 400x200x8x13.
2. Pemasangan balok Melintang WF 350x175x7x11.
3. Pemasangan balok anak WF 150x75x5x7
4. Pemasangan Scaffolding
5. Pemasangan plat Bondek T 0.75
6. Pemasangan Shear conector
7. Pemasangan tulangan Wire Mesh (BRC) M-8 (1 lapis)
8. Pemasangan Bekisting Lantai
9. Pengecoran beton f_c 25 Mpa

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Spesifikasi Bahan

1. Beton

Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu-batu pecah atau semacam bahan lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi bahan kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Nilai kekuatan serta daya tahan (durability) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan, metode pelaksana pengecoran, pelaksana finishing, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasan.

Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibanding dengan nilai kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tariknya berkisar 9%-15% saja dari kuat tekannya. Sering juga di jumpai beton dan tulang baja bersama-sama ditempatkan pada bagian struktur dimana keduanya menahan gaya tekan. Dengan sendirinya untuk mengatur kerjasama antara dua macam bahan yang berbeda sifat dan perilakunya dalam rangka membentuk satu kesatuan perilaku struktural untuk mendukung beban, diperlukan cara hitungan berbeda apabila hanya digunakan satu macam bahan saja seperti halnya pada struktur baja, kayu, aluminium, dan segalanya.

Kerjasama antara bahan beton dan baja tulangan hanya dapat terwujud dengan didasarkan pada keadaan-keadaan; (1) lekatan sempurna antara batang

tulangan baja dan beton keras yang membungkusnya sehingga tidak terjadi penggelinciran diantara keduanya; (2) beton yang mengelilingi batang tulangan baja bersifat kedap sehingga mampu melindungi dan mencegah terjadi karat baja; (3) angka muai keduanya bahan hampir sama, dimana untuk setiap satu derajat celsius angka muai beton 0,000010 sampai 0,000013 sedangkan baja 0,000012 sehingga tegangan yang timbul karena perbedaan nilai dapat diabaikan.

Sebagai konsekuensi dari lekatan yang sempurna antara kedua bahan, didaerah tarik suatu komponen struktur akan terjadi retak-retak beton didekat baja tulangan. Retak halus yang demikian dapat diabaikan sejauh tidak mempengaruhi penampilan struktural komponen yang bersangkutan.

2. Semen

- 1) Untuk konstruksi beton bertulang pada umumnya dapat dipakai jenis-jenis semen yang memenuhi ketentuan-ketentuan dan syarat-syarat yang ditentukan dalam SNI-08.
- 2) Apabila diperlukan persyaratan-persyaratan khusus mengenai sifat betonnya, maka dipakai jenis-jenis semen lain dari pada yang ditentukan dalam SNI-08 seperti: semen Portland-tras, semen almunium, semen tahan sulfat, dan lain-lain. Dalam hal ini, pelaksanaan diharuskan untuk meminta pertimbangan dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.
- 3) Kehalusan butir diperoleh dengan menggunakan ayakan 0,009 mm.
- 4) Ikatan awal tidak boleh dimulai dalam satu jam setelah dicampur dengan air. Hal ini diperlukan untuk mengolah, mengangkut, menempatkan atau mengecor adukan betonnya.

5) Kuat desak adukan, diperoleh dari hasil uji kuat desak adukan oleh mesin uji.

3. Agregat Halus (pasir)

- 1) Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang di hasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton.
- 2) Agregat halus harus terdiri dari butir-butiran yang tajam dan keras. Butiran-butiran agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, terik matahari dan hujan.
- 3) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. apabila kadar lumpur melalui 5% maka agregat halus harus di cuci.
- 4) Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Hander (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal tekan adukan agregat tersebut pada 7 dan 38 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan air pada umur yang sama.
- 5) Agregat halus harus terdiri dari butiran-butiran yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang harus memenuhi syarat-syarat berikut :
 - a. Sisa diatas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat

- b. Sisa ayakan diatas 1 mm, harus minimum dari 10% berat
- c. Sisa ayakan diatas 0,2mm, harus berkisar antara 80% dan 95% berat.

6) Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

4. Agregat kasar Krikil dan Batu Pecah

- 1) Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksudkan dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm. sesuai dengan syarat-syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton.
- 2) Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya, butir-butir agregat kasar halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan .
- 3) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,63 mm . apabila kadar lumpur malampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
- 4) Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat reaktif alkali.

5) Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji 20 L dengan mana harus dipenuhi syarat-syarat berikut :

- Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5-19mm lebih dari 24% berat ;
- Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19-30 mm dari 22%

Atau dengan mesin pengaus angelos, dengan mana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih berat dari 50%

6) Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang harus mempunyai syarat-syarat berikut :

- Sisa diatas ayakan 31,5mm, harus 0% berat
- Sisa ayakan 4 mm, harus berkisar 90% dan 98%berat
- Selisih sisa-sisa kumulatif diatas dua ayakan yang berurutan, adalah maksimum 60% dan minimum 10%.

7) Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari pada seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, sepertiga dari tebal plat atau tiga perempat dari jarak bersin minimum diantara batang-batang atau bekas-bekas tulangan. Penyimpangan dari pembatasan ini diijinkan, apabila menurut penilaian pengawas ahli, cara-cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa hingga menjamin tidak terjadinya sarang-sarang terkecil.

5. Air

- 1) Air dalam pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung misalnya, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lainnya yang beton atau baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum.
- 2) Apabila terdapat keraguan mengenai air, dianjurkan untuk dapat mengirimkan contoh air itu ke lembaga pemeriksa bahan-bahan yang diakui untuk diselidiki sampai seberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak beton dan tulangan.
- 3) Apabila contoh air itu tidak dapat dilakukan maka dalam hal adanya keraguan-raguan mengenai air harus percobaan perbandingan antara kekuatan tekan mortel semen + pasir dengan memakai air itu dan dengan memakai air suling. Air tersebut dapat dipakai apabila kekuatan tekan mortel dengan memakai air itu pada umur 7 dan 28 hari palingsedikit adalah 90% dari kekuatan mortel dengan memakai air suling pada umur yang sama.
- 4) Jumlah air yang dipakai untuk menggunakan adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.

6. Baja Tulangan

- 1) Setiap jenis baja tulangan yang dihasilkan oleh pabrik-pabrik baja yang terkenal dapat dipakai. Pada umumnya setiap pabrik baja mempunyai standar mutu dan jenis baja, sesuai dengan yang berlaku di Negara yang bersangkutan.

Namun demikian, pada umumnya baja tulangan yang terdapat di pasaran Indonesia dapat dibagi dalam mutu-mutu yang tercantum dalam tabel berikut :

Mutu	Sebutan	Tegangan Leleh karakteristik ($\sigma_{0.2}$) atau tegangan karakteristik yang memberikan regangan tetap 0,2% ($\epsilon_{0.2}$) (kg/cm^2).
U - 22	Baja Lunak	2200
U - 24	Baja lunak	2400
U - 32	Baja sedang	3200
U - 39	Baja keras	3900
U - 48	Baja keras	2800

Tabel 3.1 Mutu Baja SNI-08

Yang dimaksud dengan tegangan leleh karakteristik dan tegangan karakteristik yang memberikan regangan tetap 0,2% adalah tegangan bersangkutan, dimana dari sejumlah besar hasil-hasil pemeriksaan, kemungkinan adanya tegangan yang kurang dari tegangan tersebut, terbatas sampai 5% saja. Tegangan minimum leleh yang memberikan regangan tetap 0,2% yang dijamin oleh pabrik pembuatannya dengan sertifikat, dapat dianggap sebagai tegangan karakteristik bersangkutan. Baja tulangan dengan mutu yang tidak tercantum dalam daftar di atas dapat dipakai, asal mutu tersebut dijamin oleh pabrik pembuatannya dengan sertifikat.

- 2) Baja tulangan dengan mutu meragukan harus diperiksa di lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui. Lembaga tersebutnya akan

memberikan pertimbangan-pertimbangan dan petunjuk-petunjuk dalam penggunaan jenis baja tersebut.

- 3) Batang tulangan menurut bentuknya dibagi dalam batang polos adalah dan batang yang diprofilkan. Yang dimaksudkan dengan batang polos adalah batang primatis berpenampang bulat, persegi, lonjong, dan lain-lain, dengan permukaan licin. Yang dimaksud batang yang di profilkan adalah batang primatis atau batang yang dipuntir yang permukaannya diberi rusuk-rusuk yang dipasang tegak lurus atau miring terhadap sumbu batang, dengan jarak antara rusuk-rusuk tidak lebih dari 0,7 kali diameter pengenalnya. Apabila tidak ada data yang meyakinkan (misalnya keterangan dari pabriknya atau hasil-hasil pemeriksaan dari laboratorium), maka batang yang diprofilkan dengan jarak rusuk yang tidak memenuhi syarat diatas atau barang lain yang dipuntir dengan penampang persegi, lonjong atau berbentuk salib yang permukaannya tertarik, harus dianggap sebagai batang polos.
- 4) Kawat pengikat harus terbuat dari baja lunak dengan diameter minimum 1 mm dan tidak bersepuh seng.

3.2 Peraturan Perencanaan Struktur Beton Bertulang

Peraturan dan standar persyaratan struktur bangunan pada hakikatnya ditujukan untuk kesejahteraan umat manusia, untuk mencegah korban manusia. Oleh karena itu, peraturan struktur bangunan harus menetapkan syarat minimum yang berhubungan dengan segi keamanan. Dengan demikian perlu disadari bahwa suatu bangunan bukanlah hanya diperlukan sebagai petunjuk praktis yang disarankan untuk dilaksanakan, bukan hanya merupakan buku pegangan

pelaksanaan, bukan pula dimaksudkan untuk menggantikan pengetahuan, pertimbangan teknik, serta pengalaman-pengalaman di masa lalu. Suatu peraturan bangunan tidak membebaskan tanggung jawab pihak perencana untuk menghasilkan struktur bangunan yang ekonomis dan yang lebih penting adalah aman.

Di Indonesia atau pedoman standar yang mengatur perencanaan dan pelaksanaan bangunan beton bertulang telah beberapa kali mengalami perubahan dan pembaharuan, sejak Peraturan Beton Indonesia 1955 (PBI 1955) kemudian PBI 1971 dan Standart Tata Cara Perhitungan Struktur Beton nomor: SK SNI T-15-1991-03. Pembaharuan tersebut tiada lain ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam upaya mengimbangi pesatnya laju perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya yang berhubungan dengan beton atau beton bertulang.

PBI 1955 merupakan terjemahan dari GBVI (Gewapend Beton Voorschriften in Indonesia) 1935, ialah suatu peraturan produk pemerintah penjajahan Belanda di Indonesia. PBI 1955 memberikan ketentuan tata cara perencanaan menggunakan metode elastic atau cara n, dengan menggunakan nilai banding modulus elastisitas baja dan beton n yang bernilai tetap untuk segala keadaan bahan dan pembebanan.

Batasan mutu bahan di alam peraturan baik untuk beton maupun tulang baja masih rendah yang sesuai dengan taraf teknologi yang dikuasa pada waktu itu. PBI 1971 NI-2 diterbitkan dengan memberikan beberapa pembaruan terhadap PBI 1955, di antaranya yang terpenting adalah : (1) didalam perhitungan menggunakan

metode elastic atau cara n atau metode tegangan kerja menggunakan nilai n yang variabel tergantung pada mutu beton dan waktu (kecepatan) pembebanan, serta keharusan untuk memasang tulang rangkap bagi balok-balok yang ikut menentukan kekuatan struktur; (2) diperkenalkannya perhitungan metode kekuatan (ultimit) yang meskipun belum merupakan keharusan untuk memakai; diketengahkan sebagai alternatif; (3) diperkenalkannya dasar-dasar perhitungan bangunan tahan gempa.

Semua peraturan yang ada diatas di terbitkan oleh Pekerjaan Umum Republik Indonesia dan diberlakukan sebagai peraturan standar resmi.

3.3 Perencanaan Kekuatan

Penerapan faktor keamanan dalam struktur bangunan disatu pihak bertujuan untuk mengendalikan kemungkinan terjadinya runtuh yang membahayakan bagi penghuni, dilain pihak juga harus memperhitungkan faktor ekonomi bangunan. Sehingga untuk mendapatkan faktor keamanan yang sesuai, perlu ditetapkan kebutuhan relatif yang ingin dicapai untuk dipakai sebagai dasar konsep faktor keamanan tersebut. Struktur bangunan dan komponen-komponennya harus direncanakan untuk mampu memikul beban yang diharapkan bekerja. Kapasitas lebih tersebut disediakan untuk memperhitungkan dua keadaan, yaitu kemungkinan terdapatnya penyimpangan kekuatan komponen struktur akibat bahan dasar ataupun pekerjaan yang tidak memenuhi syarat.

Kekuatan setiap penampang komponen struktur harus diperhitungkan dengan menggunakan kriteria dasar tersebut. Kekuatan yang dibutuhkan, atau disebut kuat perlu menurut SK SNI T-15-1991-03, dapat diungkapkan sebagai beban rencana

atau momen, gaya geser, dan gaya-gaya lain yang berhubungan dengan beban rencana. Beban rencana atau beban terfaktor didapatkan dari mengalihkan dengan beban bekerja dengan beban faktor beban, dan kemudian digunakan subskrip u sebagai petunjuknya. Dengan demikian apabila digunakan kata sifat rencana atau rancangan menunjukkan bahwa beban sudah terfaktor, untuk beban mati dan hidup SK SNI T-15-1991-03 menetapkan bahwa beban rencana, gaya geser rencana, dan momen rencana ditetapkan hubungannya dengan beban kerja atau beban guna melalui persamaan sebagai berikut :

$$U = 1,2 QD + 1,6 QL$$

Dimana U adalah kuat rencana (kuat perlu) D adalah beban mati, dan L adalah beban hidup. Faktor beban berbeda untuk beban mati, beban hidup, beban angin, atau pun beban gempa. Ketentuan faktor untuk beban jenis pembeban lainnya, tergantung kombinasi pembebanannya.

Pengguna faktor beban adalah usaha untuk memperkirakan kemungkinan terdapat beban kerja yang lebih besar dari yang ditetapkan, perubahan penggunaan, ataupun urutan metode pelaksanaan yang berbeda. Seperti diketahui di dalam praktek terdapat beban hidup tertentu yang cenderung lebih besar dari pada perkiraan awal. Lain halnya dengan beban mati yang sebagian besar darinya berupa berat sendiri, sehingga faktor beban dapat ditentukan lebih kecil. Untuk memperhitungkan besar struktur, berat satuan beton bertulang rata-rata ditetapkan sebesar 2400 kgf/m^3 dan penyimpangannya tergantung pada jumlah kandungan baja tulangnya. Kuat ultimit komponen struktur harus memperhitungkan

seluruh beban kerja yang bekerja dan masing-masing dikalikan dengan faktor beban yang sesuai.

Konsep keamanan lapis kedua ialah reduksi kapasitas teoritik komponen struktur dengan menggunakan faktor reduksi kekuatan (ϕ) dalam menentukan kuat rencananya. Pemakaian faktor dimaksudkan untuk memperhitungkan kemungkinan penyimpangan terhadap kekuatan bahan, pekerjaan, ketidaktepatan ukuran, pengendalian dan pengawasan pelaksana, yang sekalipun masing-masing faktor mungkin masih dalam toleransi persyaratan tetapi kombinasinya memberikan kapasitas yang lebih rendah. Dengan demikian, apabila faktor (ϕ) dikalikan dengan kuat ideal teoritik ketepatan ukuran suatu komponen struktur sedemikian hingga kekuatannya dapat ditentukan. Demikian faktor keamanan komponen struktur beton bertulang tidak jelas karena nilainya merupakan gabungan dari beton dan baja, yang tergantung pada variasi komposisinya. Sedangkan koefisien beban, secara global dibedakan antara beban tetap dengan beban sementara, berlaku baik untuk beton maupun baja. Beban tetap terdiri dari beban mati termasuk komponen sendiri, dan beban hidup, sedangkan beban sementara gabungan dari beban beban tetap, dengan pengaruh angin dan gempa. Dengan demikian, besar faktor keamanan untuk masing-masing jenis beban (beban mati, beban hidup, beban angin, atau beban gempa) tidak tahu proporsinya. Dengan demikian pula, analisis perencanaan untuk setiap penampang harus dihitung dua kali, masing-masing untuk kondisi beban tetap dan beban sementara. Dari kedua hitungan tersebut diambil yang paling aman, sehingga tidak jarang keputusan akhir didasarkan pada nilai yang terlalu konservatif.

3.4. Pelaksanaan Pekerjaan

Setelah tahap-tahap pembuatan metode konstruksi, rencana kerja dan rencana lapangan maka tahap puncak dari tahap pelaksanaan pekerjaan. Pekerjaan yang akan menyusun uraian dalam tulisan ini adalah pekerjaan persiapan yang berupa pekerjaan pengukuran dan pekerjaan struktur. Untuk setiap pekerjaan struktur, semua pekerjaan didasarkan atas gambar-gambar kerja (shop drawing) yang diuat oleh pemborong atas perizinan pengawasan/konsultan manajemen konstruksi, tujuan diadakannya gambar kerja adalah untuk memperjelas gambar rencana agar mudah di mengerti oleh pelaksana lapangan.

Dalam penyerahan gambar-gambar tersebut beberapa kemungkinan yang terjadi adalah :

1. Disetujui tanpa kondisi apa-apa
2. Disetujui dengan teterangkan bahwa pemborong harus memenuhi syarat-syarat tertentu.
3. Ditolak dengan diterangkan apa penyebab penyerahan tersebut tidak dapat diterima didalam hal mana pemborong diharuskan melakukan penyerahan baru.

Didalam lampiran dokumen tender pelaksanaan struktur waktu pemeriksaan oleh konsultan manajemen konstruksi baik untuk gambar pendahuluan (preliminary drawing) dan gambar kerja (shop drawing) minimum 5 hari kerja setiap minggu.

3.4.1 Pekerjaan Acuan/ Bekisting

Pekerjaan bekisting merupakan jenis pekerjaan pendukung terhadap pekerjaan lain yang tergantung kepadanya, apabila pekerjaan telah selesai maka bekisting tidak diperlukan lagi sehingga harus dibogkar dan disingkirkan dari lokasi. Dengan demikian hanya bersifat sementara dan hanya digunakan pada pelaksanaan saja. Tujuan pekerjaan acuan adalah membuat cetakan beton konstruksi pendukungnya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pekerjaan ini adalah :

1. Acuan harus dipasang dengan sesuai bentuk dan ukuran.
2. Acuan dipasang dengan perkuatan-perkuatan sehingga cukup kokoh, kuat, tidak berubah bentuk dan tetap pada kedudukannya selama pengecoran, acuan harus mampu memikul semua beban yang bekerja padanya sehingga tidak membahayakan pekerja dan struktur beton yang mendukung maupun yang didukung.
3. Acuan harus rapat dan tidak bocor.
4. Permukaan acuan harus licin, bebas dari kotoran seperti dari serbuk gergaji, potongan kawat , tanah dan sebagainya.
5. Acuan harus mudah dibongkar tanpa merusak permukaan beton.

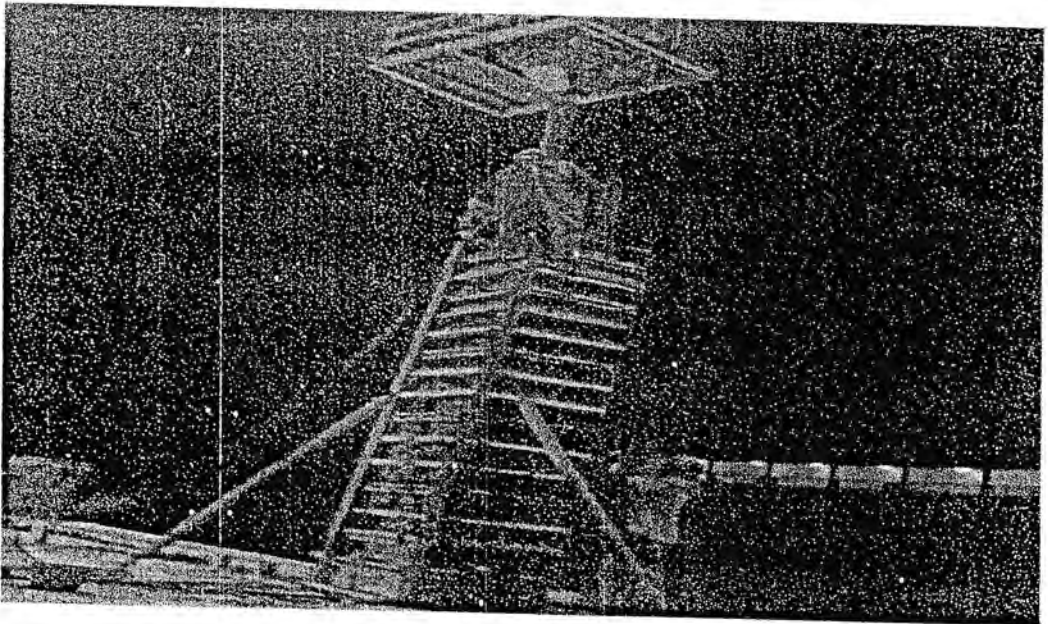
3.4.1.a. Bekisting Kolom

Semua pekerjaan didasarkan pada gambar rencana gambar kerja (shop drawing). Pekerjaan bekisting kolom sangat penting mengingat posisi dari kolom

akan dijadikan acuan untuk menentukan posisi-posisi bagian pekerjaan yang lainnya. As dari kolom ditentukan terlebih dahulu dengan bantuan theodolit yang mengacu pada sebuah patok yang telah ditentukan. Setelah tulağan kolom selesai dirakit berikut begel-begelnya, maka bekisting kolom dapat dipasang.

Bekisting kolom menggunakan bekisting dinding peri, bekisting ini dapat dibongkar pasang tanpa merusak bekistingnya dan hasil pengecoran lebih baik setelah bekisting di bongkar, pemasangannya tidak terlalu rumit dibandingkan bekisting konvensional yang masih menggunakan kayu dan multiplek.

Untuk menjaga kesetabilan kedudukan bekisting, dipasang empat penyangga penunjang miring sisi luarnya. Kemudian dilakukan kontrol kedudukan bekisting, apakah sudah sesuai atau vertikal, sedangkan kontrol dilakukan dengan unting-unting.

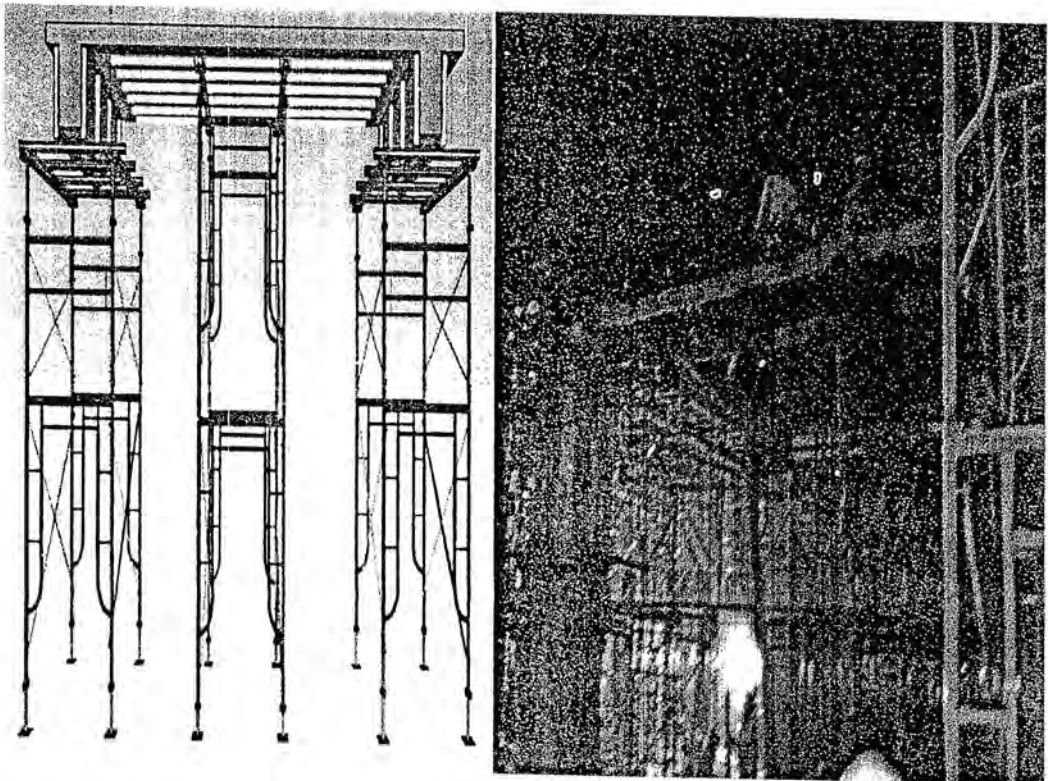


Gambar 3.1. Bekisting kolom (bekisting dinding peri)

3.4.1.b. Bekisting Balok

Bekisting balok didasarkan dari gambar kerja yang ada. Pertama dipasang penyanggaan kerangka dasar balok terdiri dari 3 panel yang terbuat dari multiplek 120mm dengan diperkuat kayu kaso ukuran 2/4 inci. Kedudukan balok yang meliputi posisi dan level ditentukan berdasarkan acuan dari kolom.

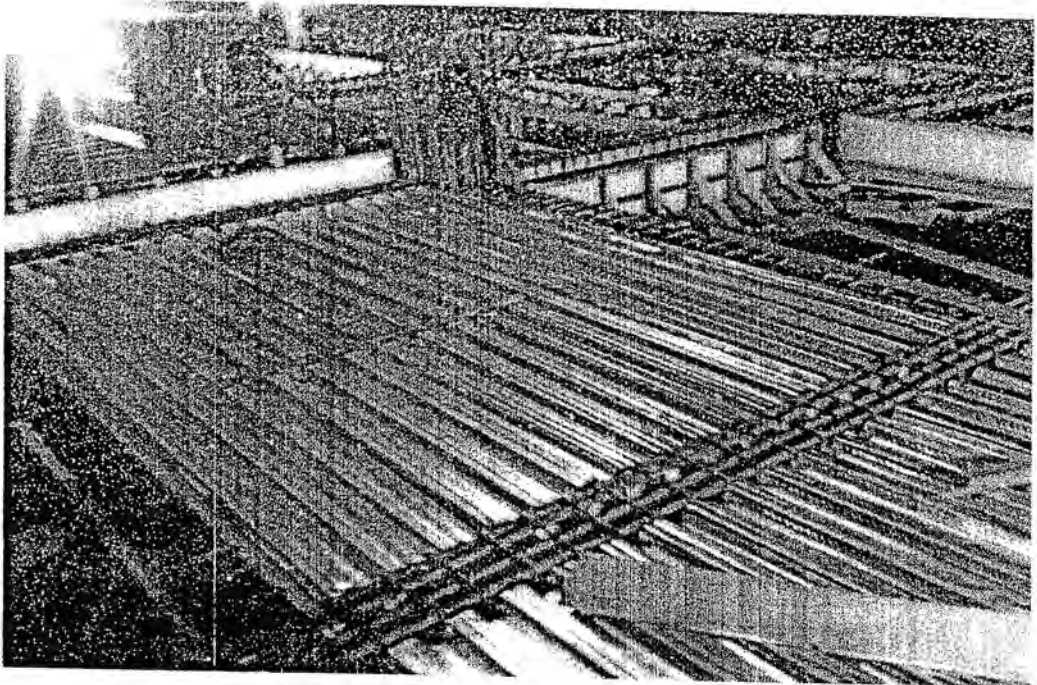
Pemasangan bekisting dilakukan dengan memasang balok-balok kayu yang berfungsi sebagai gelegar pada scaffolding. Diatas gelegar balok kayu ini panel bawah diletakkan. Setelah dilakukan kontrol bawah posisi dan kedudukan telah sesuai dengan rencana, maka pemasangan panel pada 2 sisi balok dilakukan. Stabilitasi panel disisi balok dilakukan dengan memasang penyangga.



Gambar 3.2. Bekisting balok

3.4.1.c. Bekisting Plat Lantai

Plat lantai dibuat dengan monolit dengan balok, maka bekisting plat lantai dibuat bersamaan dengan bekisting balok. Bekisting terbuat dari bahan baja ringan floordek atau bondek, Floordek atau bondek adalah pelat baja yang dilapisi galvanis dan memiliki struktur yang kokoh untuk diaplikasikan pada pelat lantai. Selain itu pelat baja ini juga memiliki fungsi ganda yaitu sebagai bekisting tetap dan penulangan positif satu arah, dengan ketebalan 0.75 s/d 1 mm, yang diperkuat dengan kayu kaso ukuran 2/3 inci. Panel ini diletakkan diatas pipa besi yang ditumpu pada kayu kaso.



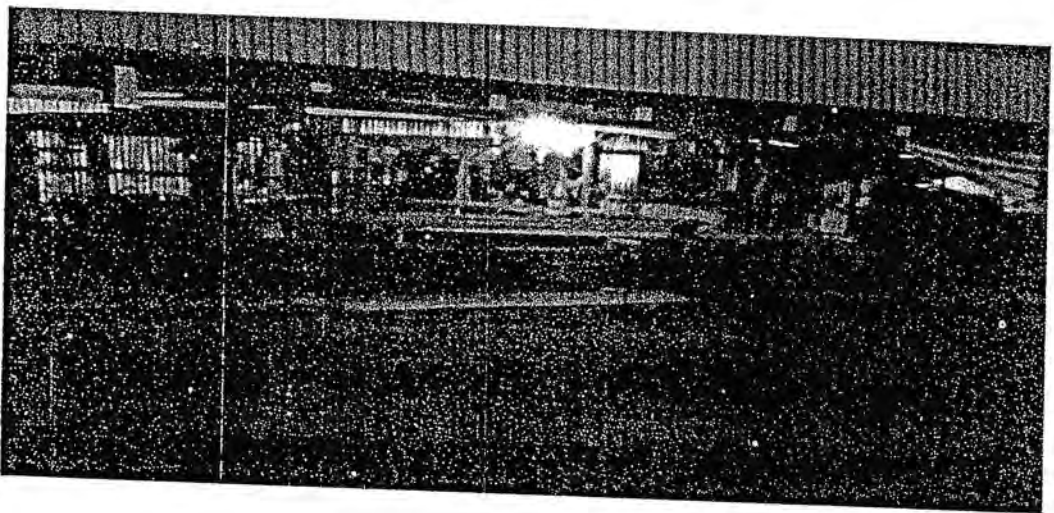
Gambar 3.3. Bekisting plat lantai

3.4.2 Pekerjaan Penulangan

Pekerjaan penulangan memerlukan perencanaan yang teliti dan akurat, karena menyangkut syarat-syarat teknis dan diusahakan penghematan dalam pemakaian sehingga dapat menekan biaya proyek. Sebelum pekerjaan penulangan, dilakukan pekerjaan fabrikasi tulangan yang meliputi pemotongan dan pembengkokan baja tulangan sesuai daftar potongan/ bengkok tulangan.

3.4.2.a Pekerjaan pemotongan dan pembengkokan tulangan

Pekerjaan ini harus sesuai dengan bestek yang telah dibuat, yang mencantumkan jenis penggunaan, bentuk tulangan, diameter, panjang potong dan jumlah potong dan dimensi begel baik bentuk, ukuran diameter. Tulangan dipotong dengan bar cutter dan bagian yang perlu dibengkokkan dipakai dengan mesin pembengkok baja (bar bender) atau dengan alat bengkok manual. Baja tulangan yang telah selesai dipotong dan telah dibengkokkan dikelompokkan sesuai dengan jenis pemakaian, bentuk dan ukuran, sehingga memudahkan pekerjaan pemasangan.



Gambar 3.4. Pekerjaan pemotongan dan pembengkokan tulangan

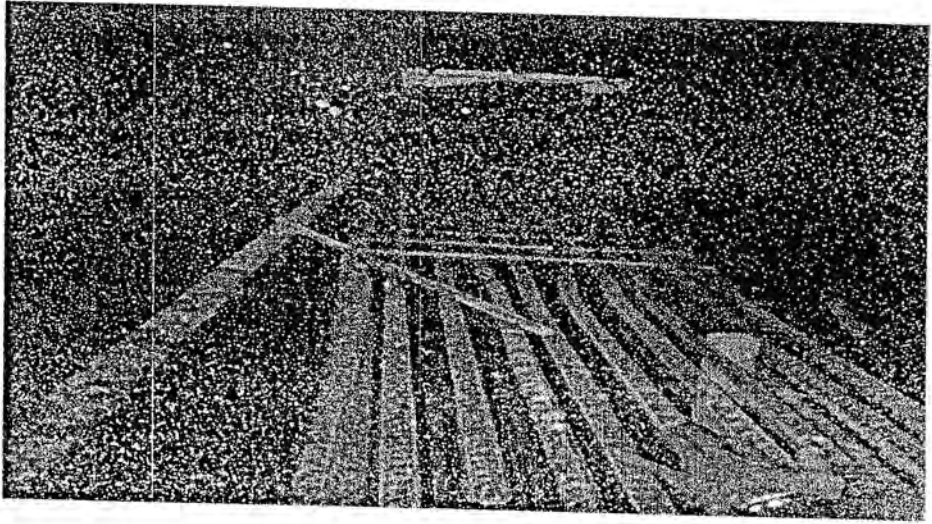
3.4.2.b. Pemasangan tulangan

- 1) Tulangan harus bebas dari kotoran, lemak, kulit giling dan karat lepas, serta bahan-bahan lain yang mengurangi daya lekat.
- 2) Tulangan harus dipasang dengan sedemikian rupa hingga sebelum dan selama pengecoran tidak berubah tempatnya.
- 3) Perhatian khusus dicurahkan terhadap ketebalan terhadap penutup beton. Untuk itu tulangan harus dipasang dengan penahan jarak yang terbuat dari beton dengan mutu paling sedikit sama dengan mutu beton yang akan dicor. Penahan-penahan jarak dapat dibentuk balok-balok persegi atau gelang-gelang yang harus dipasang sebanyak minimum 4 buah setiap cetakan atau lantai kerja. Penahan-penahan ini harus tersebut merata.

Pemasangan tulangan sebagai berikut :

a. Tulangan kolom

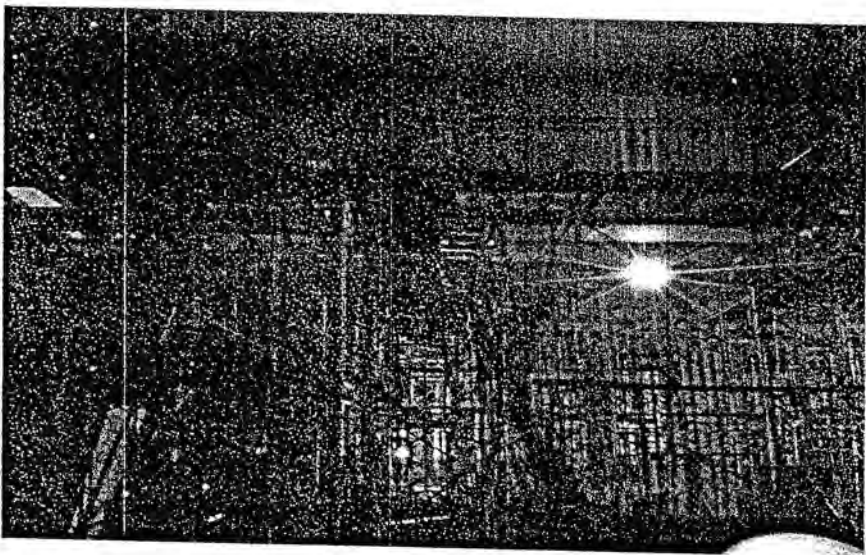
Pemasangan tulangan dimulai dengan memasang tulangan pokok, yang telah diberi begel pada bagian bawahnya. Untuk mempertahankan pada posisi tetap tegak dan tidak melendut, dipergunakan dengan penguat kayu kaso. Selimut beton dibuat dengan mengikatkan beton tahu pada begel disisi kolom.



Gambar 3.5. Tulangan kolom

b. Tulangan balok

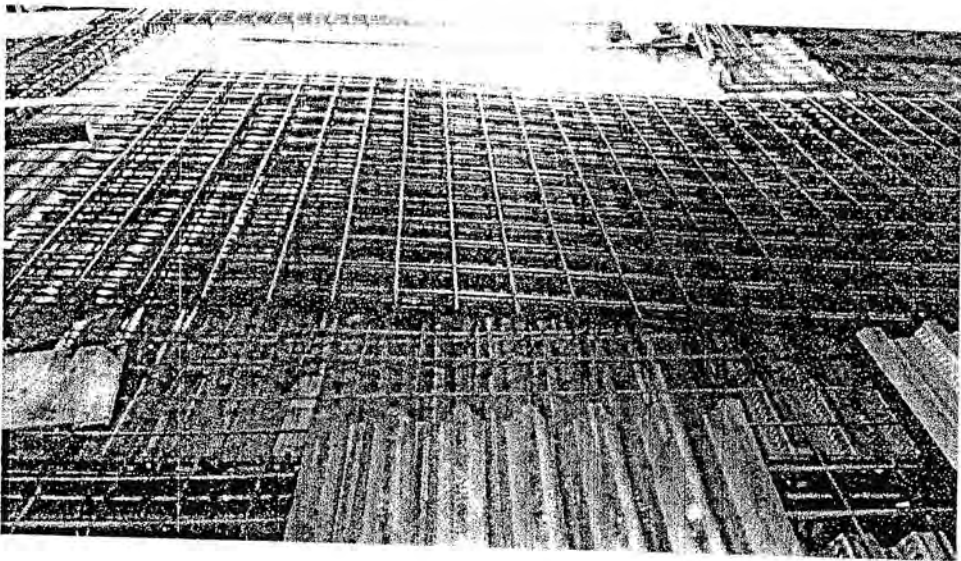
Tulangan dan begel yang telah siap dibawa kelapangan untuk dipasang horizontal menghubungkan antar kolom dengan memasukkan tulangan pokok dari kolom. Begel dipasang pada jarak tertentusesuai dengan gambar. Pada bagian bawah dan kedua sisi samping diberi beton tahu yang telah dicetak sebelumnya.



Gambar 3.6. Tulangan balok

3.4.2.c. Tulangan Plat Lantai

Tulangan pelat lantai yang digunakan adalah tulangan siap pakai (wiremesh) M10 atau tulangan ulir diameter 10 mm dengan jarak 150 mm. Besi wiremesh dapat digunakan sebagai pengganti besi beton bertulang pada struktur plat lantai beton bertulang, besi yang dirangkai berbentuk jaring-jaring persegi empat ini dapat dibuat sendiri di lokasi proyek atau langsung memesanya dari pabrik, namun membuat sendiri tentu akan membutuhkan waktu perangkaian besi serta ukuran yang kurang seragam jika dilakukan secara manual tanpa bantuan alat khusus pembuat wiremesh. wiremesh M10 berukuran 2,1 m x 5,4 m setiap lembarnya. Untuk menjaga agar tulangan atas tidak bengkok diinjak para pekerja, maka di bawah di beri penyangga berupa potongan besi.



Gambar 3.7. Tulangan plat lantai

3.4.3 Pekerjaan Adukan Beton

Beton sebagai bahan yang berasal dari pengadukan bahan-bahan susun agregat kasar dan halus kemudian di ikat dengan semen yang bereaksi dengan air sebagai bahan perekat, harus dicampur dan diaduk dengan benar dan merata agar dapat dicapai mutu beton baik. pada umumnya pengadukan bahan beton dilakukan dengan menggunakan mesin, kecuali jika hanya untuk mendapatkan beton mutu rendah pengadukan dapat dilakukan tanpa menggunakan mesin pengaduk. Kekentalan adukan beton harus diawasi dan dikendalikan dengan cara memeriksa slump pada setiap adukan beton baru. Nilai slump digunakan sebagai petunjuk ketetapan jumlah pemakaian air dalam hubungan dengan faktor air semen yang ingin dicapai. Waktu pengadukan yang lama tergantung pada kapasitas isi mesin pengaduk, jumlah adukan jenis serta susunan butir bahan susun, dan slump beton, pada umumnya tidak kurang dari 1,50 menit semenjak dimulainya pengadukan, dan hasil adukannya menunjukkan susunan dan warna yang merata.

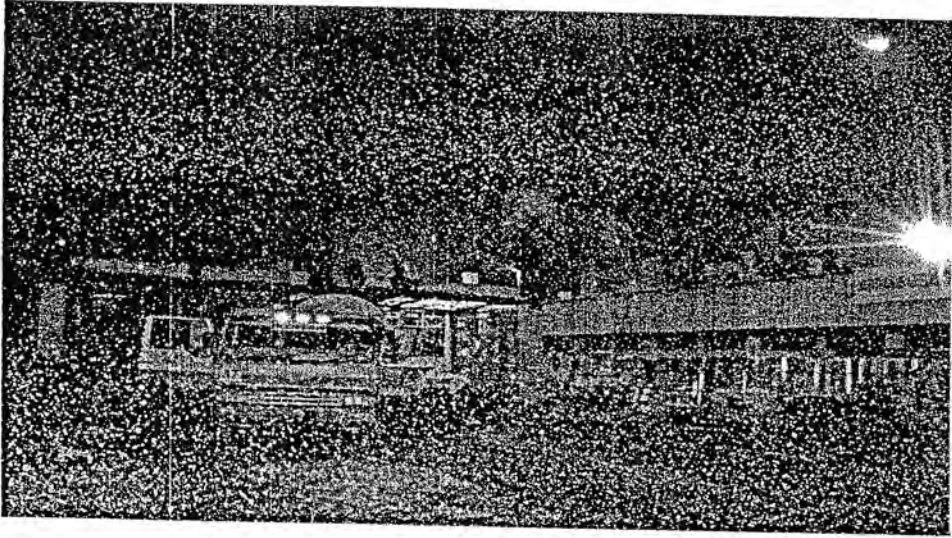
Sesuai dengan tingkat mutu beton yang hendak dicapai, perbandingan pencampuran bahan susun harus ditentukan agar beton yang dihasilkan memberikan: (1) kelecakan konsistensi yang memungkinkan pekerjaan beton (penulangan, perataan, pemadatan) dengan mudah kedalam acuan dan sekitar tulangan baja tanpa menimbulkan kemungkinan terjadinya segregasi atau pemisahan agregat dan bleeding air, (2) Ketahanan terhadap kondisi lingkungan khusus (kedap air, krosif, dan lainnya), (3) Memenuhi uji kuat yang hendak dicapai.

Untuk kepentingan pengendalian mutu disamping pertimbangan ekonomis, beton, dengan nilai.... kuat tekan lebih dari 20 Mpa perbandingan

campuran bahan susun beton baik pada percobaan maupun produksinya harus didasarkan pada teknik penakaran berat. Untuk beton pada nilai.... lebih dari 20 Mpa, pada pelaksanaannya produksinya boleh menggunakan teknik penakaran volume, dimana volume tersebut adalah hasil konversi takaran berat sewaktu membuat rencana campuran. Sedangkan untuk beton dengan nilai.... Tidak lebih dari 10 Mpa, perbandingan campuran boleh menggunakan takaran volume 1pc: 2 ps: 3 kr atau 1 pc: 3/2 ps: 5/2 kr (kedap air), dengan catatan nilai slump tidak melampaui 100mm. sedangkan ketentuan sesuai dengan PBI 1971, dikenal beberapa cara untuk menentukan perbandingan antar-fraksi bahan susunan dalam suatu adukan. Untuk beton mutu *BO*, perbandingan jumlah agregat (pasir dan krikil atau batu pecah) terhadap jumlah semen tidak boleh melampaui 8:1.

Untuk beton mutu *BI* dan *K125* dapat memakai perbandingan campuran unsur bahan beton dalam takaran volume 1 pc: 2 ps: 3 kr atau 1 pc: 3/2 ps: 5/2 kr. Apabila hendak menentukan perbandingan antar-fraksi bahan beton mutu *K175* guna dapat menjamin tercapainya kuat tekan karakteristik yang diinginkan dengan menggunakan bahan-bahan susun yang ditentukan.

Dalam pelaksanaan pekerjaan beton dimana angka perbandingan antar-fraksi bahan susunnya didapatkan dari percobaan campuran rencana harus diperhatikan bahwa jumlah semen minimum dan nilai faktor air semen maksimum yang digunakan harus disesuaikan dengan keadaan sekeliling.



Gambar 3.8. pekerjaan adukan beton

3.4.4 Pekerjaan Pengecoran

Sebelum pengecoran dilakukan, acuan dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran-kotoran yang dapat menyebabkan tidak melekatnya adukan beton dengan tulangan. Pembersihan ini sebaiknya dilakukan dengan penyemprotan udara yang bertekanan dari air compressor dan kemudian dilakukan pemeriksaan oleh konsultan manajemen konstruksi sebelum diadakan pengecoran:

1. Tulangan

- a. Jumlah, jarak dan diameter
- b. Selimut beton
- c. Sambungan tulangan
- d. Ikatan kawat beton
- e. Jumlah panjang tulangan ekstra

f. Stek-stek tulangan

2. Acuan

a. Elevasi dan kedudukan

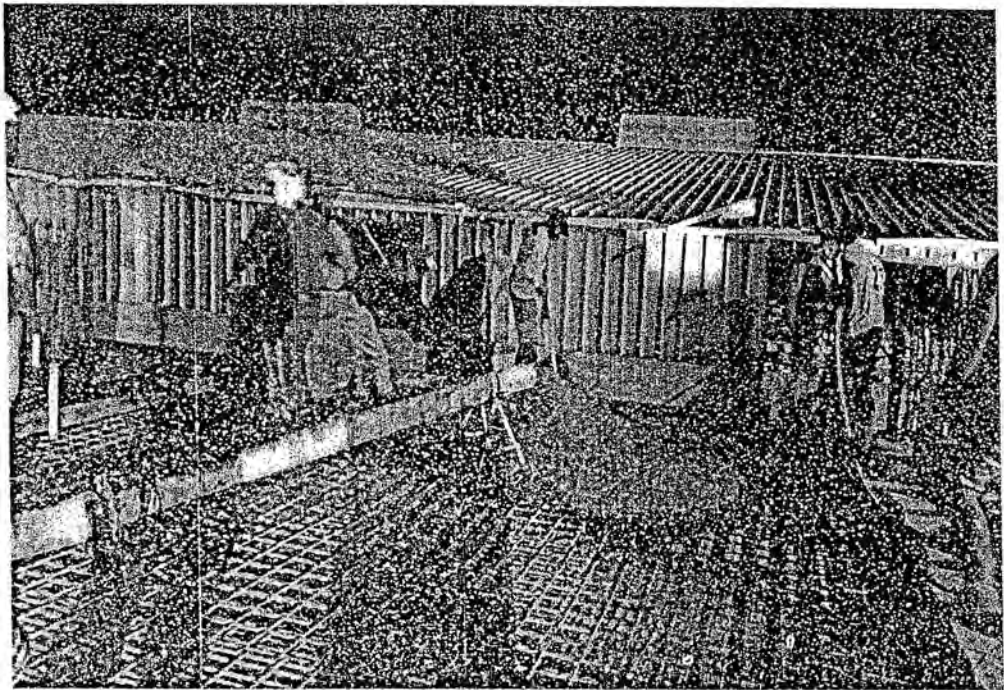
b. Sambungan panel, perkuatan dan penunjang perancah plat lantai dan kolom

c. Bentuk dan ukuran

Cara pengecoran untuk bagian-bagian struktur, seperti kolom, balok, plat lantai, dan lain-lain adalah salah yaitu dengan memenuhi syarat-syarat tertentu, seperti tinggi adukan jatuh maksimum 1,5 m agar tidak terjadi segregasi, beton dalam keadaan pampat dan sebagainya.

Pada awalnya pengecoran plat lantai, pertama harus dicor terlebih dahulu baloknya dan tempat pertemuan bantar balok dan kolom ini dimaksudkan agar plat tidak melendut dan tidak bergoyang dan kemudian plat lantai.

Pada tahap akhir pengecoran beberapa bagian struktur merupakan perlakuan khusus. Pelat lantai setelah pengecoran setelah mencapai ketebalan sesuai dengan rencana, permukaan beton diratakan dengan alat perata sederhana dan disapu lidi untuk mendapat permukaan yang kasar. Ketika pengecoran dilakukan, beton tidak masuk kedalam antara pertemuan tulangan dengan tulangan sehingga beton tidak padat atau tidak pampat. Untuk mendapatkan beton yang pampat digunakan alat bantu interval vibrator yang diletakkan ujungnya didalam beton.

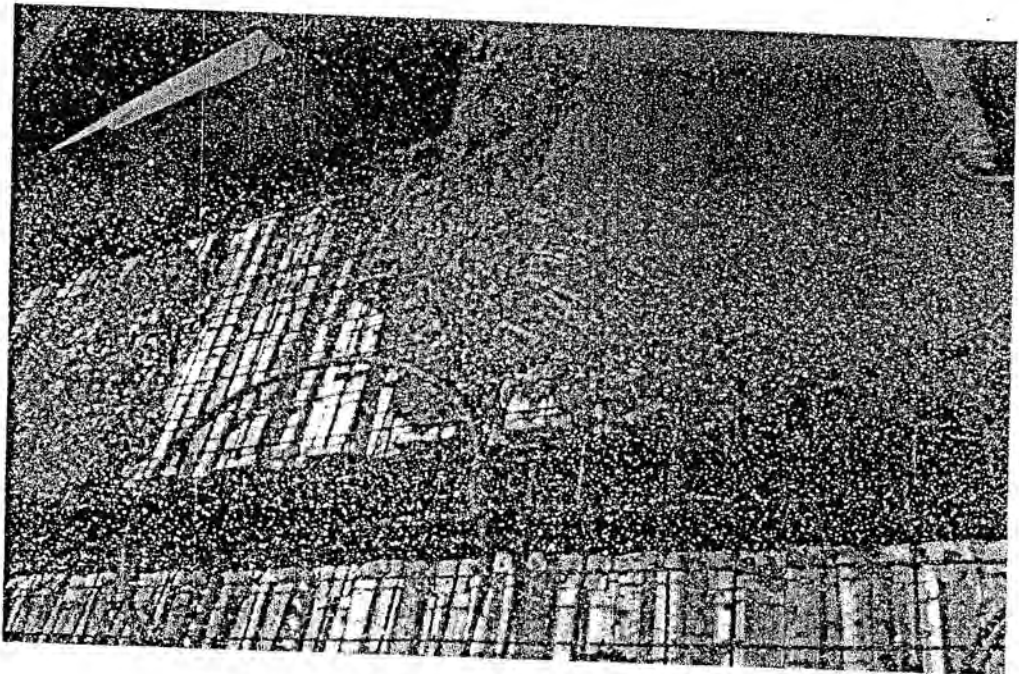


Gambar 3.9. pekerjaan pengecoran

3.4.5 Pemasangan

Pemasangan bertujuan untuk memperkecil rongga udara didalam beton dimana cara ini, masing-masing bahan akan saling mengisi celah-celah yang ada. Pada saat pengecoran balok lantai dan tangga, pemasangan dilakukan dengan pengrojokan (menusuk dengan sepotong kayu). Pada bidang pengecoran yang luas seperti plat lantai digunakan Vibrator (jarum Penggetar) listrik. Pemasangan yang dilakukan harus hati-hati agar tidak mengenai tulangan karena getaran yang terjadi dapat merusak hasil pengecoran nantinya. Untuk pemasangan kolom cukup dilakukan dengan memukul dinding bekisting untuk memberikan getaran pada beton segar yang baru dituangkan. Pemasangan pada suatu titik dihentikan bila

gelembung udara yang keluar telah berhenti. Selanjutnya dapat dilanjutkan pada titik yang lain.



Gambar 3.10. pemadatan

3.4.6 Pembongkaran Acuan

Pembongkaran acuan dilakukan sesuai ketentuan dalam PBI 1971. Hal-hal yang harus diperhatikan antara lain:

1. Pembongkaran acuan beton dapat dilakukan bila bagian konstruksi telah mencapai kekuatan yang cukup untuk memikul berat sendiri dan beban-beban pelaksanaan yang bekerja padanya. Kekuatan yang ini ditunjukkan dengan hasil percobaan laboratorium.
2. Acuan balok dapat dibongkar setelah semua acuan kolom-kolom penunjang dibongkar.

Pembongkaran acuan kolom dilakukan dua hari setelah pengecoran dilakukan. Pada balok dan plat lantai pembongkaran acuan dilakukan selama tujuh hari setelah pengecoran dilakukan dengan catatan hasil uji laboratorium menunjukkan dengan kekuatan beton minimum 80%-90% dari kekuatan penuh.

3.4.7 Pengendalian Cacat Beton

Ketidaktepatan atau cacat beton yang bersifat struktural, baik yang terlihat maupun yang tidak terlihat, dapat mengurangi fungsi dan kekuatan struktur beton. Cacat tersebut biasa berupa susunan yang tidak teratur, pecah atau retak, ada gelembung udara, keropos, adanya tonjolan dan lain sebagainya yang tidak sesuai dengan yang direncanakan.

Cacat beton umumnya terjadi karena :

1. Pemberian acuan kurang baik, sehingga ada kotoran yang terperangkap, biasanya terjadi pada sambungan.
2. Penulangan terlalu rapat
3. Butir kasar terlalu besar
4. Slump terlalu rendah
5. Pemanpatan kurang baik

Pada pelaksanaan dilapangan dijumpai cacat beton seperti keropos, sambungan tidak rata dan terdapat lubang-lubang kecil. Perbaikan dilakukan dengan terlebih dahulu membersihkan lokasi cacat, setelah itu ditambal dengan adukan beton dengan mutu yang kurang lebih sama.

3.5. Pengendalian Pekerjaan

Pengendalian dilakukan untuk mendapatkan hasil pekerjaan yang sesuai dengan rencana. Pengendalian adalah kegiatan untuk menjamin penyesuaian hasil karya dengan rencana, program, perintah-perintah dan ketentuan lainnya yang telah ditetapkan, selama pekerjaan berjalan, pengendalian digunakan sebagai penjaga, kemudian setelah pekerjaan berakhir pengendalian berfungsi sebagai alat pengukur keberhasilan proyek.

Wujud nyata suatu pengendalian adalah tindakan pengawas atas semua pekerjaan yang dilaksanakan. Hasil dari pada pengawasan semua pekerjaan yang dilaksanakan. Hasil dari pada pengawasan dapat digunakan untuk mengoreksi dan menilai suatu pekerjaan, akhirnya dijadikan pedoman pelaksanaan pekerjaan selanjutnya.

Secara umum proses pengendalian terdiri dari:

1. Penentuan standar.

Penentuan standar di tentukan sebagai tolak ukur dalam hasil menilai karya baik dalam hasil penilaian hasil karya baik dalam kualitas maupun waktu.

2. Pemeriksaan

Pemeriksaan adalah kegiatan melihat dan menyaksikan sampai berapa jauh dan sesuai tidak hasil pekerjaan dibandingkan dengan rencana yang ditetapkan. Setelah dilakukan tindakan pemeriksaan, di buat interpretasi hasil-hasil pemeriksaan, kemudian dijadikan bahan untk memberikan saran.

3. Perbandingan

Kegiatan perbandingan ini dilakukan dengan membandingkan hasil karya yang telah dikerjakan dengan rencana. Dari hasil perbandingan ini kemudian ditarik kesimpulan.

4. Tindakan Korelatif

Tindakan korelatif diambil untuk mengadakan perbaikan, meluruskan penyimpangan serta mengantisipasi keadaan yang tidak terduga, tindakan korelatif dapat berupa penyesuaian, modifikasi rencana/program, perbaikan, syarat-syarat pelaksanaan dan lain-lain.

Pengendalian tindakan korelatif terdiri dari :

1. Pengendalian mutu kerja

Pengendalian mutu kerja dilakukan untuk mendapatkan hasil pekerjaan dengan mutu yang sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan dalam rencana kerja dan syarat-syarat teknis. Pengendalian tersebut dilakukan mulai dari pengaruh hasil akhir pekerjaan. Hasil pengendali mutu pekerjaan berpengaruh pula terhadap waktu pelaksanaan dan biaya.

Pengendalian mutu pekerjaan merupakan pengendalian mutu teknis yang ditetapkan pada awal pelaksanaan proyek dan tercantum di dalam rencana kerja dan syarat-syaratnya.

Cara-cara melakukan pengendalian kerja antara lain dengan penentuan metode pelaksanaan pekerjaan, pengawasan, pengendalian, mutu bahan serta pengujian laboratorium yang diperlukan.

Metode pelaksanaan adalah cara-cara yang digunakan dalam melakukan suatu pekerjaan secara terinci. Metode pelaksanaan itu disesuaikan dengan kondisi dan situasi yang ada. Agar pekerjaan dilakukan sesuai rencana, metode pelaksanaan diadakan sistem pengawasan.

Beberapa ketentuan mengenai pengawasan tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

1. Pemborong tidak diperkenankan memulai pelaksanaan sebelum ada persetujuan dari pengawas.
2. Sebelum menutup pekerjaan dengan pekerjaan lain, pengawas harus mengetahui dan secara wajar dapat melakukan pengawasan.

Pengendalian bahan mutu yang digunakan dalam proyek ini di lakukan dengan beberapa ketentuan antara lain :

1. Pemborong harus meminta persetujuan dari pengawas untuk memakai bahan admixture serta menukar diameter tulangan.
2. Sebelum suatu bahan dibeli, di pesan, diproduksi dianjurkan minta persetujuan pengawas atas kesesuaian dengan syarat-syarat teknis.
3. Pada waktu meminta persetujuan pengawas, pemborong harus menyertakan contoh barang.

4. Sebelum pelaksanaan pekerjaan beton, pemborong harus menunjukkan material pasir, kerikil, besi dan semen.
5. Pengawas dapat berhak menolak bahan apabila tidak sesuai dengan spesifikasi teknis.

Pengujian dilakukan baik untuk pekerjaan struktur bawah maupun pekerjaan struktur atas. Beberapa pengujian dilakukan antara lain :

a. Pengujian slump

Pengujian dilakukan untuk mengukur tingkat kekentalan/kelecehan beton yang berpengaruh terhadap tingkat pengerjaan beton. Benda uji di ambil dari adukan beton yang akan digunakan untuk mengecor, alat yang digunakan adalah corong baja yang berbentuk conus berlubang pada kedua ujung nya. Bagian bawah berlubang dengan diameter 10 cm, sedangkan tinggi corong adalah 30 cm.

b. Pengujian kuat desak beton

Pengujian ini dilakukan dengan membuat slinder beton yang sesuai dengan kekuatan dalam PBI-71. Adukan yang sudah diukur nilai slumpnya dimasukan kedalam cetakan slinder berdiameter 15 cm dan tinggi 45 cm. Selanjutnya benda uji kekuatan tekannya untuk menentukan kuat tekan karakteristiknya pada umur 28 hari.

c. Pengujian tarik baja.

Pengujian tarik baja ini terhadap bahan baja yang digunakan dalam proyek ini antara lain baja profil dan baja tulangan. Tujuan dari tarik baja ini untuk

memastikan dan mengetahui mutu pada baja ini yang akan digunakan dalam proyek.

d. Pengujian dan pemeriksaan batuan

Pengujian ini meliputi pengujian untuk mengetahui gradasi batuan, modulus halus butir dan berat satuan dari material yang akan digunakan. Hasil pengujian ini kemudian digunakan untuk menentukan mix design pembuatan beton K-350.

2. Pengendalian Waktu

Pengendalian waktu pelaksanaan agar proyek dapat terlaksana sesuai jadwal yang direncanakan, keterlambatan sedapat mungkin harus dihindarkan karena akan mengakibatkan bertambahnya biaya proyek dan denda yang akan diterima.

Perangkat yang digunakan dalam rangka waktu pelaksanaan dalam proyek ini adalah diagram batang dan kurva S. Diagram batang dan kurva S digunakan untuk kemajuan pekerjaan. Untuk pelaksanaan ini direncanakan jenis pekerjaan dan lama waktu pekerjaan serta bobot tiap-tiap pekerjaan dan prestasi tiap minggunya untuk melakukan monitoring kemajuan pekerjaan konsultan manajemen konstruksi meminta kepada pemborong laporan bulanan atas apa yang telah dilakukannya

3. Pengendalian Logistik dan tenaga kerja

Pengendalian logistik dan tenaga kerja sangat penting untuk memperoleh efisiensi dan efektivitas didalam melakukan suatu pekerjaan. Apalagi jika

melibatkan dengan barang-barang logistik dan tenaga kerja ini menepati yang penting sehingga memerlukan penanganan yang baik.

a. Pengendalian logistik

Pengendalian logistik meliputi pengendalian terhadap pengadaan, penyimpanan dan penggunaan material serta peralatan kerja menyangkut jumlah dan jadwal waktu pemakaian. Pengendalian logistik dilakukan dalam kaitannya dengan efisiensi pemakaian bahan dan penggunaan bahan sehingga pemborosan dapat dihindarkan. Pengendalian logistik dapat dilakukan dengan menggunakan monitoring terhadap penggunaan material yang ada dilapangan terutama material yang memerlukan pemesanan terlebih dahulu.

Penyimpanan material harus diatur sedemikian rupa agar tetap berkualitas, pengambilan material harus segera dapat dilakukan apabila diperlukan.

b. Pengendalian tenaga kerja

Pengendalian tenaga kerja meliputi jumlah, dan pembagian kerja dalam hal ini dilakukan mengingat kondisi tenaga kerja baik jumlah maupun keterampilan yang dimiliki sangat bervariasi, sehingga dapat mempengaruhi hasil pekerjaan, karena menggunakan sistem borongan, maka pengendalian kerja yang meliputi jumlah dan pembagian serta upah yang diberikan di serahkan pada mandor.

BAB IV

PROSES PERENCANAAN

Perencanaan struktur proyek Pembangunan Parkiran Dan Gedung Kuliah mengacu pada peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia, diantaranya:

1. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI-03-2847-2002
2. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983
3. Standar Perencanaan Ketahanan untuk Rumah dan Gedung, SNI-03-1726-2002
4. Baja Tulangan Beton, SNI-07-2052-2002
5. ASTM Standar in Building Codes
6. Japanese Architectural Standard Specification, Steel Structure Work (JASS 6)
7. Japanese Standard Association (JISS)

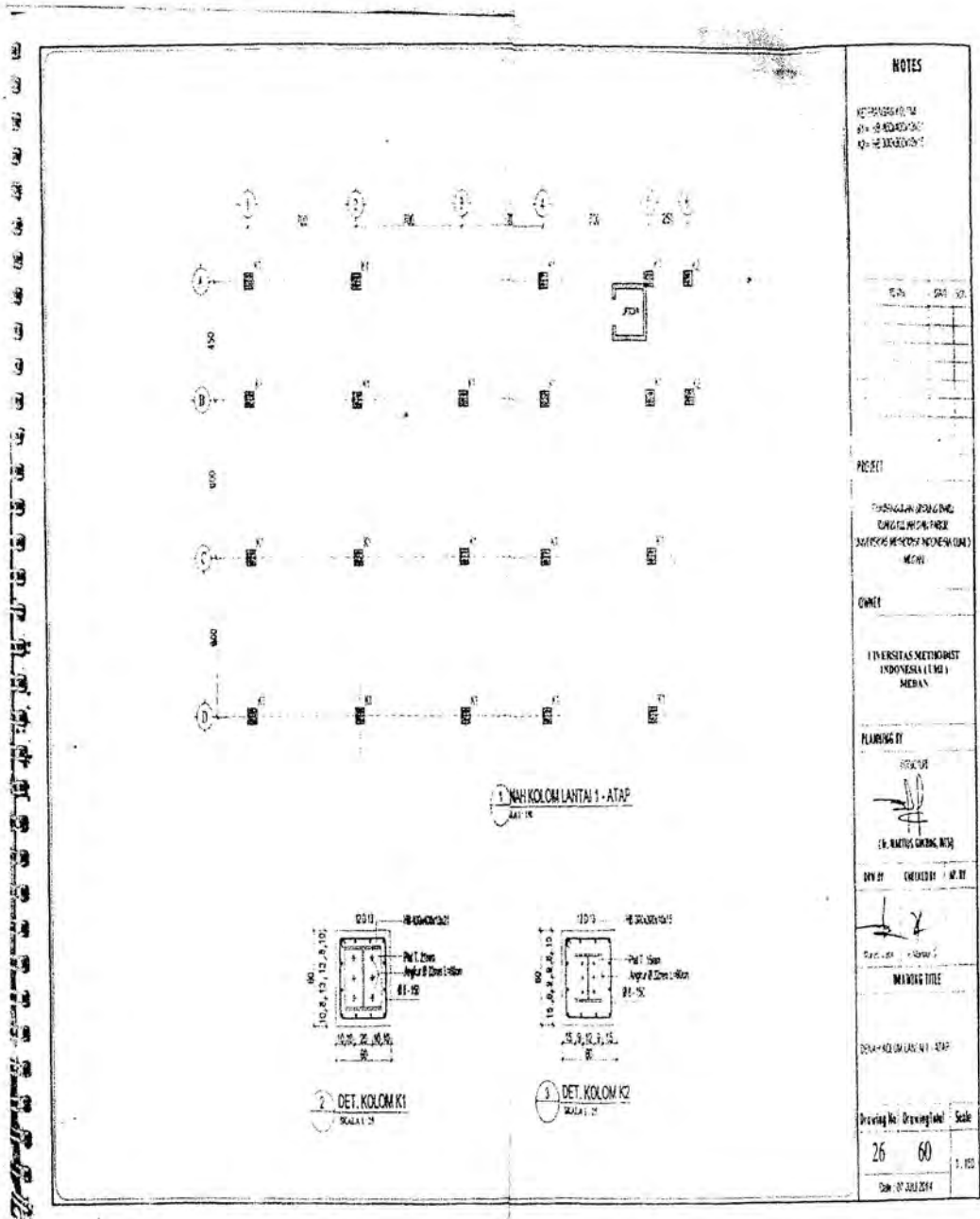
4.1 Perancangan Struktur Atas

Struktur atas proyek Pembangunan parkiran dan Gedung Kuliah terdiri dari kolom, balok, dinding, tangga, dan pelat lantai. Semua perencanaan struktur tersebut berdasarkan acuan diatas.

4.1.1 Perancangan Kolom

Kolom merupakan struktur utama dari bangunan portal yang berfungsi memikul beban vertikal, beban horizontal, maupun beban momen yang berasal dari beban tetap maupun sementara. Dimensi kolom sebanding dengan beban yang dipikul, sehingga kolom di lantai struktur dengan elevasi rendah memiliki ukuran lebih besar karena memikul beban yang lebih berat. Kolom yang

digunakan adalah kolom komposit 60x40 dengan tulangan 13- Ø 13, ditambah baja H Beam 400x400x13x21 untuk lantai 1, dan kolom komposit 60x40 dengan tulangan 13- Ø 13 ditambah baja H Beam 300x300x10x15 untuk lantai 2-7.



Gambar 4.1 Perencanaan Kolom
Sumber: PT.RISMA JAYA MANDIRI

4.2 Proses Pelaksanaan

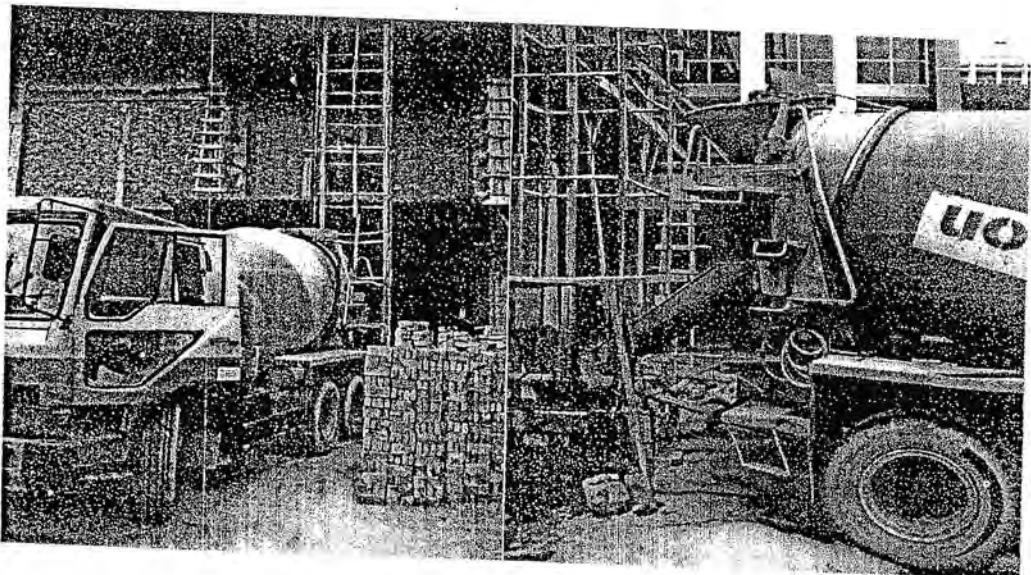
Selama kerja praktek berlangsung, pengamatan di lapangan dilakukan selama 2 bulan 6 hari. Pengamatan di lapangan ini berguna untuk menambah wawasan mengenai praktek pelaksanaan konstruksi di lapangan. Dari hasil pengamatan tersebut, dapat dipelajari beberapa proses pelaksanaan konstruksi dan material pendukungnya. Pada subbab berikut akan dijelaskan mengenai pelaksanaan pekerjaan yang diamati selama kerja praktek.

4.2.1 Alat dan Bahan

Material pokok yang digunakan saat konstruksi antara lain:

1. Beton ready mix

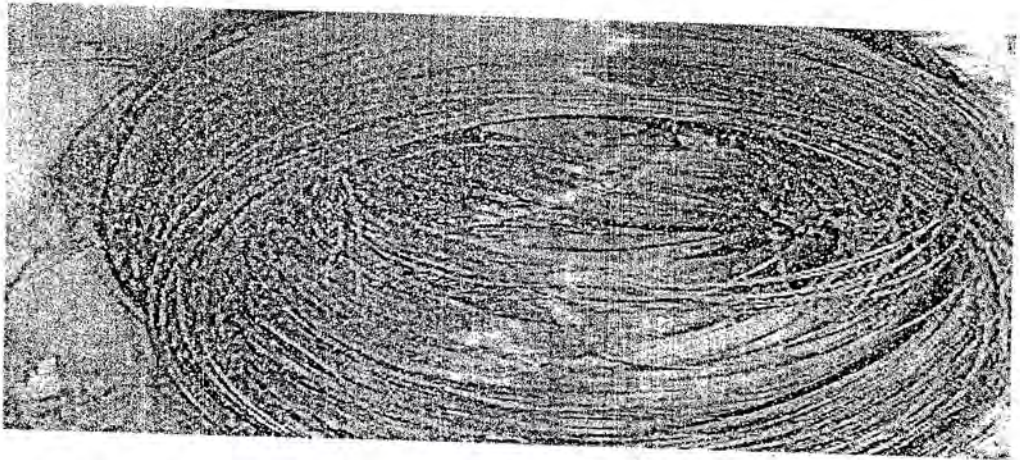
Beton ready mix adalah beton siap pakai yang biasanya disediakan oleh subkontraktor dengan mutu beton f_c 25 Mpa. Penggunaan beton ready mix memudahkan pelaksanaan di lapangan karena kontraktor tidak perlu menyediakan pekerja dan menyimpan bahan dan material di lapangan. Didalam proyek ini, ready mix nya berasal dari Kraton Beton



Gambar 4.6 Beton ready mix
Sumber: Data lapangan 2015

2. Kawat baja/kawat bendrat

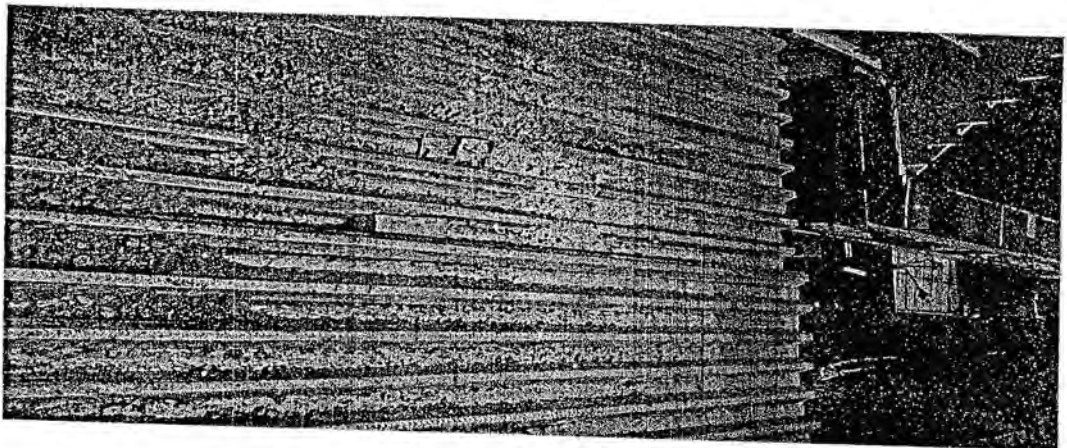
Kawat baja berfungsi untuk mengikat tulangan sehingga kedudukan tulangan dalam beton tidak berubah. Kawat baja biasanya berbentuk gulungan yang harus dipotong sebelum penggunaan.



Gambar 4.7 Kawat Beton
Sumber : Data Lapangan 2015

3. Panel Bondeck T 0.75

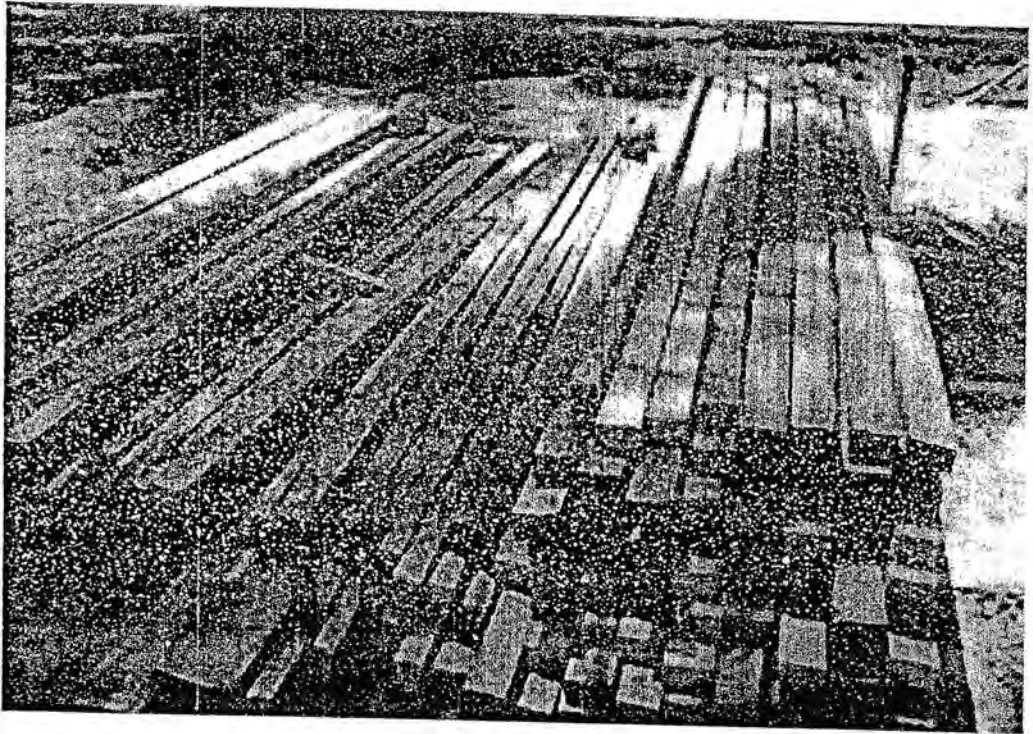
Panel Bondeck T 0.75 adalah lembaran baja yang dipres hingga membentuk plat, yang dibuat beralur-alur yang bertujuan meningkatkan daya lekat antara beton dan panel Bondeck. Panel Bondeck bertujuan sebagai pengganti bekisting triplek plat lantai.



Gambar 4.9 Panel Bondeck T 0.75
Sumber: Data Lapangan 2015

4. Kayu

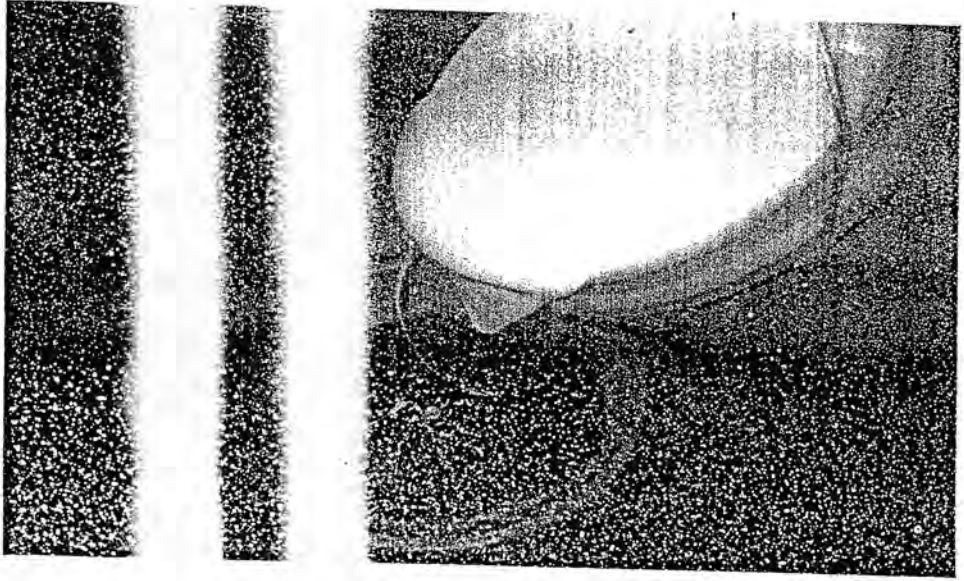
Kayu yang digunakan merupakan balok dan papan yang digunakan untuk pekerjaan cetakan dan perancah.



Gambar 4.10 Kayu Perancah
Sumber: Data Lapangan 2015

5. Additive

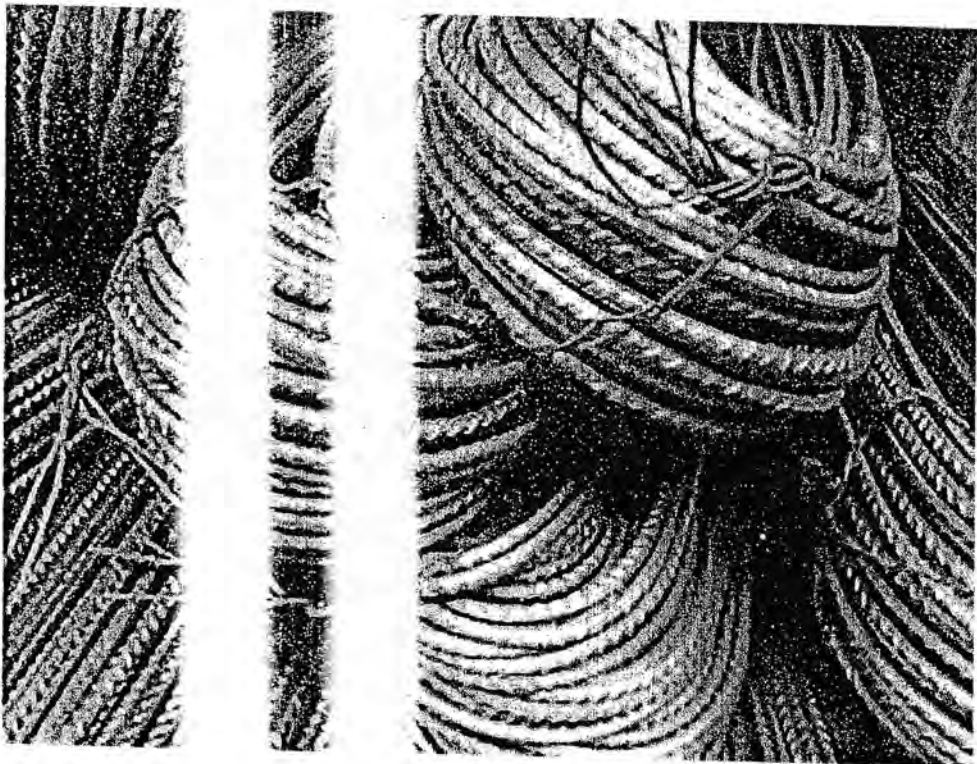
Additive yang digunakan adalah integral dan retarder. Integral berfungsi untuk menjadikan beton kedap air. Penambahan integral dilakukan untuk beton yang akan digunakan pada dinding penah tanah dan instalasi sanitasi air. Sedangkan retarder digunakan pada beton ready mix, untuk memperlambat pengerasan beton. Zat additive digunakan juga untuk pengerjaan plasteran dan acian untuk dinding.



gambar 4.11 Zat Additive
Sumber: Data Lapangan 2015

6. Besi

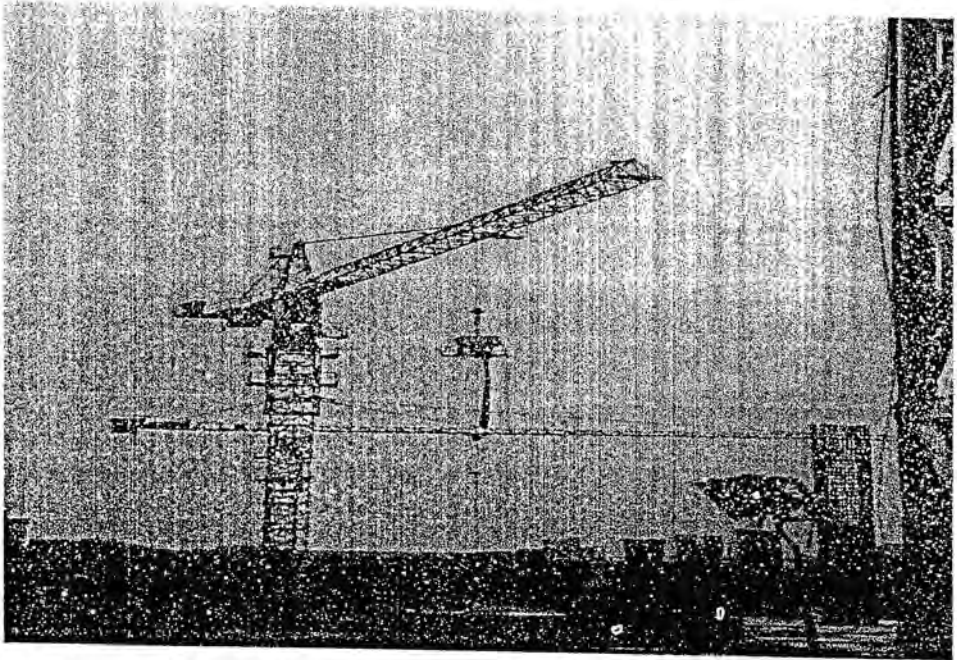
Besi yang digunakan pada beton adalah besi ulir yang memiliki diameter yang berbeda-beda. Pada gambar 4.13



gambar 4.13 Besi Beton
Sumber: Data Lapangan 2015

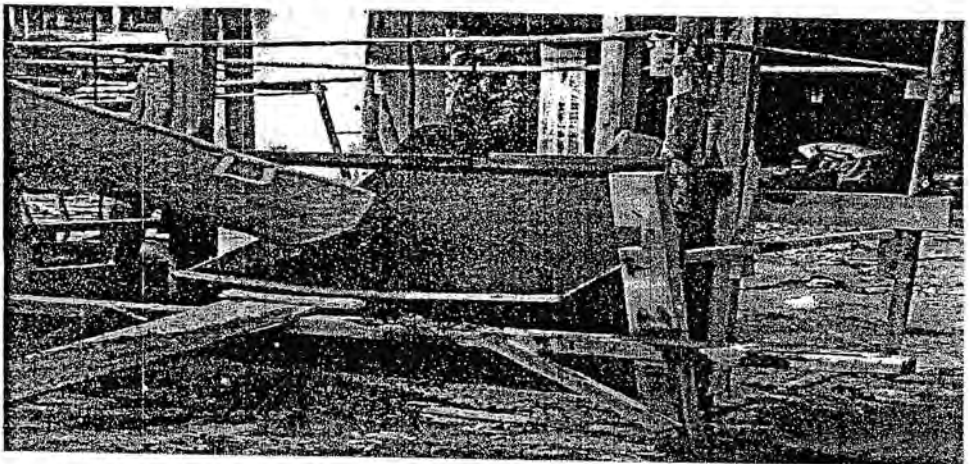
Untuk membantu proses konstruksi di lapangan dibutuhkan beberapa peralatan antara lain:

1. Tower crane, fungsinya untuk mengangkut bahan-bahan bangunan dengan kapasitas 2,6 ton dan tinggi 55 m.



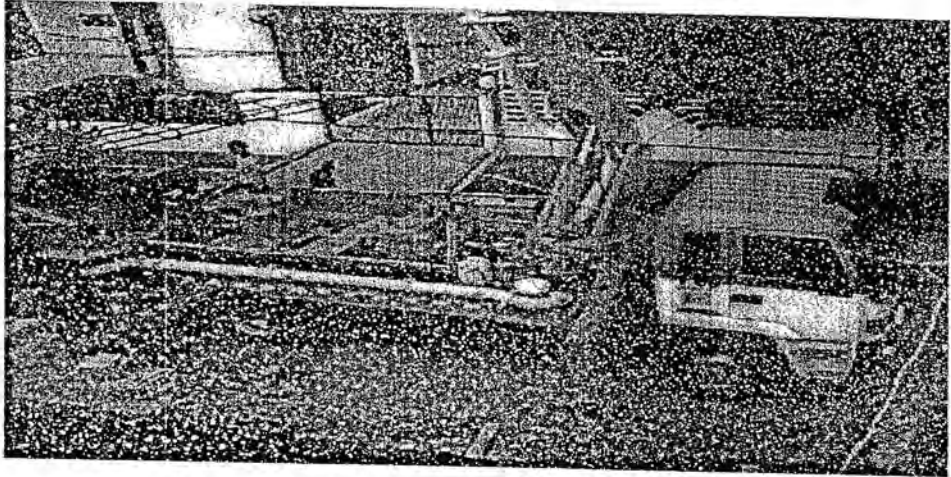
Gambar 4.14 Tower Crane
Sumber: Data Lapangan 2015

2. Bucket Lift, fungsinya untuk membawa adukan beton ke lokasi pengecoran dengan tenaga mesin diesel.



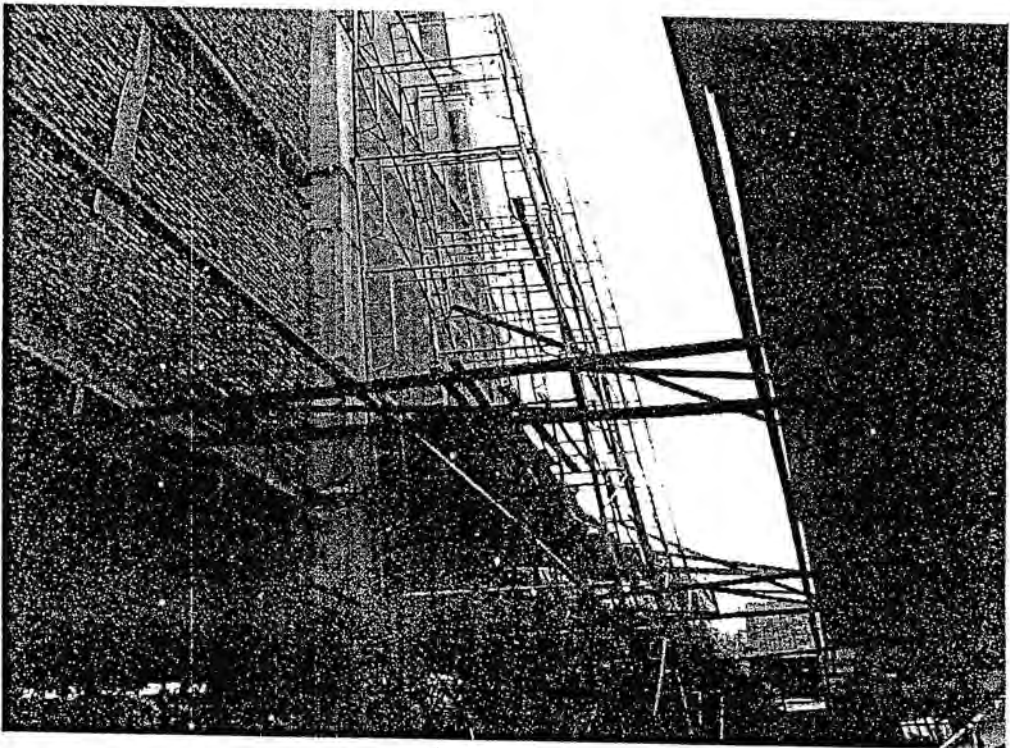
Gambar 4.15 Bucket Lift
Sumber : Data Lapangan 2015

3. Concret Pump, fungsinya untuk membawa adukan beton ke lokasi pengecoran lantai dengan cara kerja seperti pompa air.



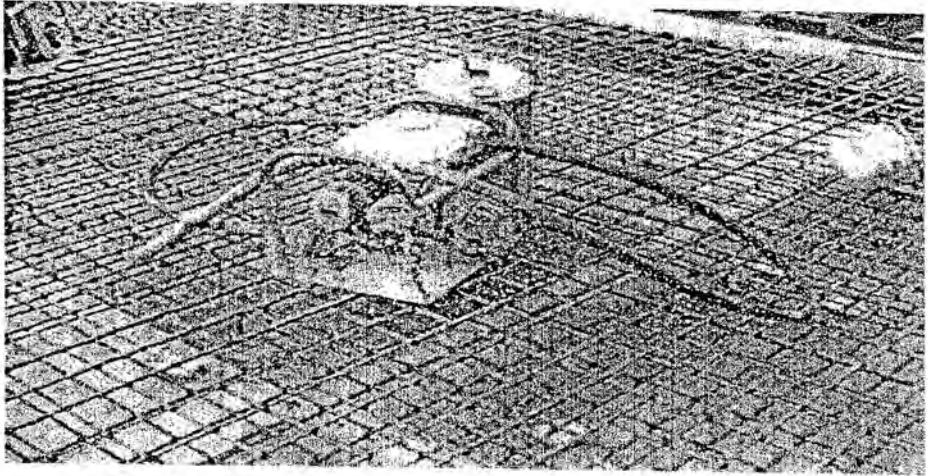
Gambar 4.16. Concret Pump
Sumber : Data Lapangan 2015

4. Scaffolding, struktur sementara yang digunakan untuk menyangga/menopang bekesting lantai.



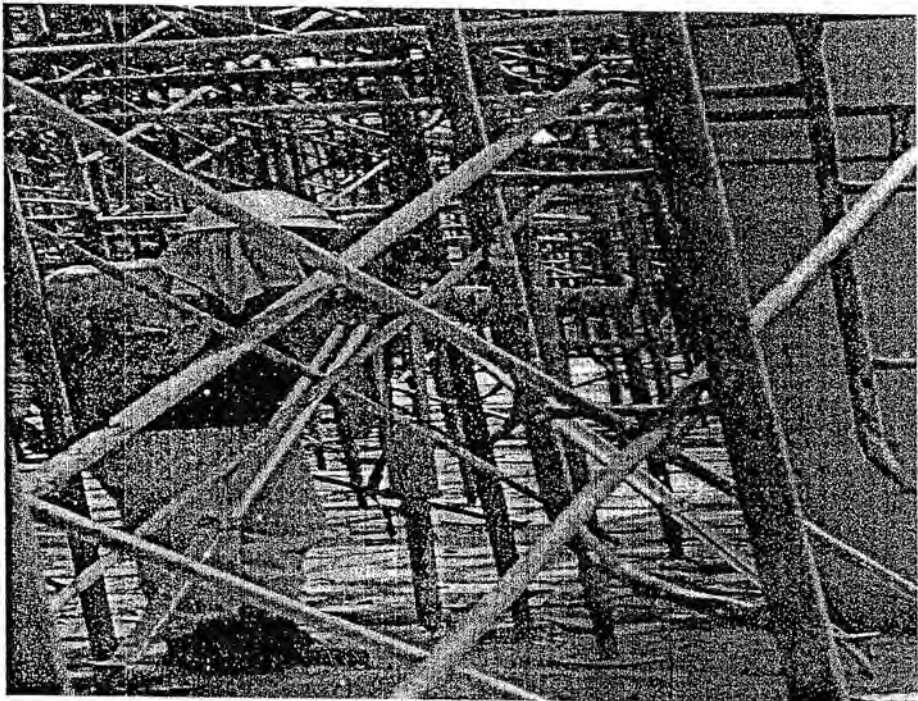
Gambar 4.17 Scaffolding
Sumber : Data Lapangan 2015

5. Vibrator, dalam proses pengecoran yang berfungsi untuk meratakan dan memadatkan adukan beton, juga mencegah adanya rongga udara dalam coran beton.



Gambar 4.18 Vibrator
Sumber: Data Lapangan 2015

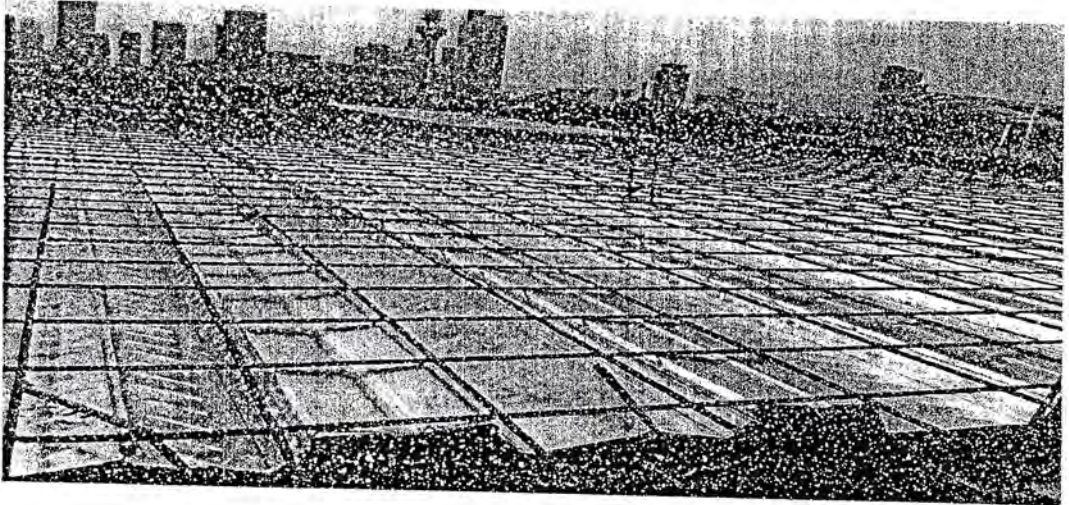
6. Theodolite, untuk mengukur letak dinding atau batas dinding dan kesejajaran kolom, sehingga rata pada saat pengerjaan dinding dan kolom.



Gambar 4.19 Theodolite
Sumber : Data Lapangan 2015

7. Bekesting

Bekisting adalah cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beton selama beton dituang dan dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan.



Gambar 4.20 Bekesting
Sumber : Data Lapangan 2015

4.2.2 Pekerjaan Lantai 6

Pekerjaan lantai dimulai dari:

4.2.2.a Pekerjaan Pemasangan Bekesting

Bekesting adalah suatu konstruksi sementara yang gunanya untuk mendukung cetakan beton. Jadi bekesting yang dikerjakan harus dapat menahan berat tulangan, adukan beton, pekerja serta peralatan hingga beton mengeras dan mampu memikul beban. Bekesting harus menghasilkan konstruksi akhir yang maksimum baik bentuk ataupun ukurannya sesuai dengan gambar kerja. Kondisinya harus benar-benar kokoh dan rapat sehingga dapat mencegah kebocoran beton pada pengecoran.

Analisa pekerjaan bekisting harus dilakukan sebaik-baiknya sebelum pekerjaan. Tujuan dari analisa ini adalah untuk memenuhi hal-hal dibawah ini

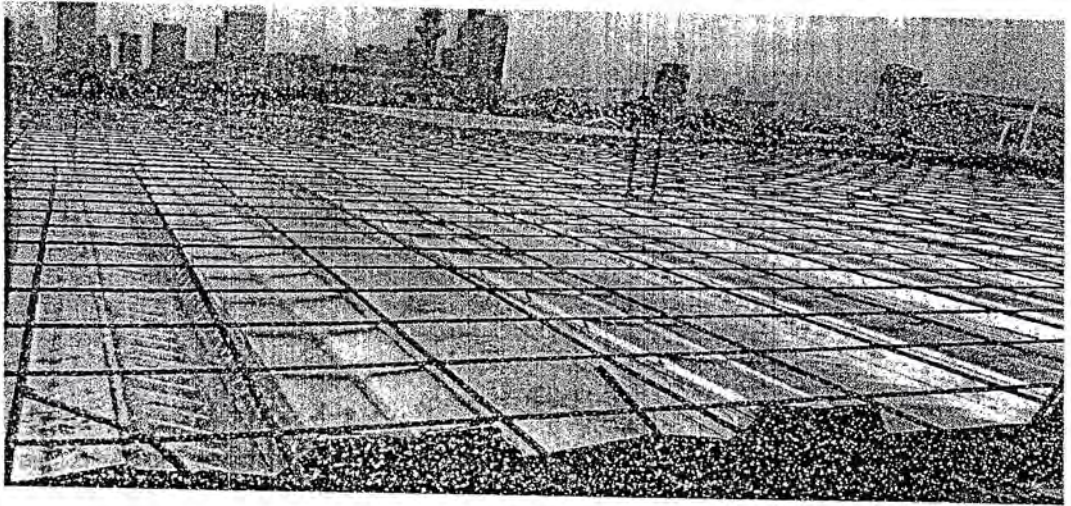
- a. Harus betul-betul kokoh dan dijamin tidak berubah bentuk dan tetap pada posisinya semula.
- b. Bentuk dan ukurannya harus di sesuaikan dengan konstruksi yang akan dibuat menurut gambar.
- c. Tidak bocor, permukaan licin, mudah dibongkar dan tidak merusak permukaan beton.

Adapun hal lain yang harus diperhatikan dalam pemasangan bekisting adalah :

- a. Tebal apapun bekisting harus sama, guna menghindari kesulitan dalam membuat bekisting.
- b. Paku sebagai pengunci bekisting diusahakan mudah untuk dibuka.
- c. Shear Conector, untuk menyangga tulangan Wire Mesh pada pelat lantai.

Berdasarkan pengalaman pihak pengawas dilapangan bahwa kecelakaan kerja yang sering terjadi adalah pada saat pekerjaan bekesting terlebih-lebih pada saat pembongkarannya. Kecelakaan ini dapat disebabkan karena kekurangan perhatian pekerja ataupun sistem struktur yang kurang baik. Jadi perlu penanganan yang serius dalam mengawasi pekerja ataupun mengontrol hasil pekerjaan yang telah selesai dikerjakan.

Dalam proyek Pembangunan Parkiran dan Gedung Kuliah, tulangan lantai yang digunakan adalah tulangan Wire Mesh T 0.75, sehingga bekisting dari Multiplek tidak lagi diperlukan, melainkan digantikan oleh panel bondeck.



Gambar 4.21 Bekisting dengan Plat Bondek
Sumber : Data Lapangan 2015

4.2.2.b Pekerjaan Pembesian Plat Lantai

Pembesian yang dilakukan harus dengan gambar kerja yang memenuhi peraturan konstruksi baja untuk gedung. Dalam hal pembesian diproyek terdiri dan beberapa pekerjaan yaitu :

a. Pemotongan Tulangan

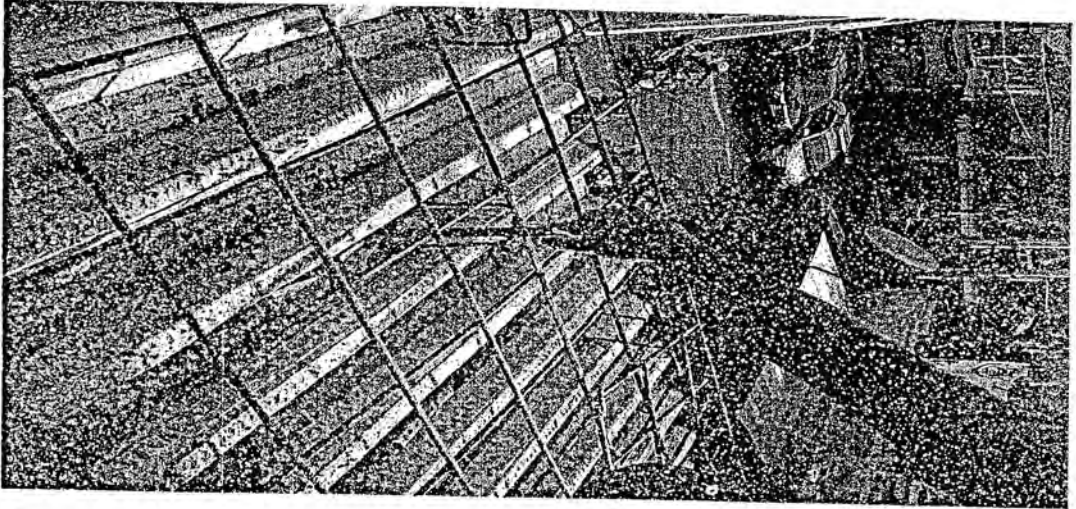
Seluruh pekerjaan pemotongan tulangan harus dilakukan seteliti mungkin untuk menghindari terbuangnya potongan besi secara percuma, potongan besi yang tersisa disimpan dan ditempatkan pada suatu tempat.

Pemotongan besi pada proyek ini menggunakan alat pemotong besi (Bar Cutter). Ukuran besi tulangan yang dipotong harus mengikuti gambar kerja yang terinci dan terpercaya.

b. Pemasangan Shear Conector

Setelah Bekisting dari Plat Bondeck selesai dipasang, dan diperiksa tidak ada kebocoran, maka Shear conector dipasang. Shear Conector berfungsi sebagai

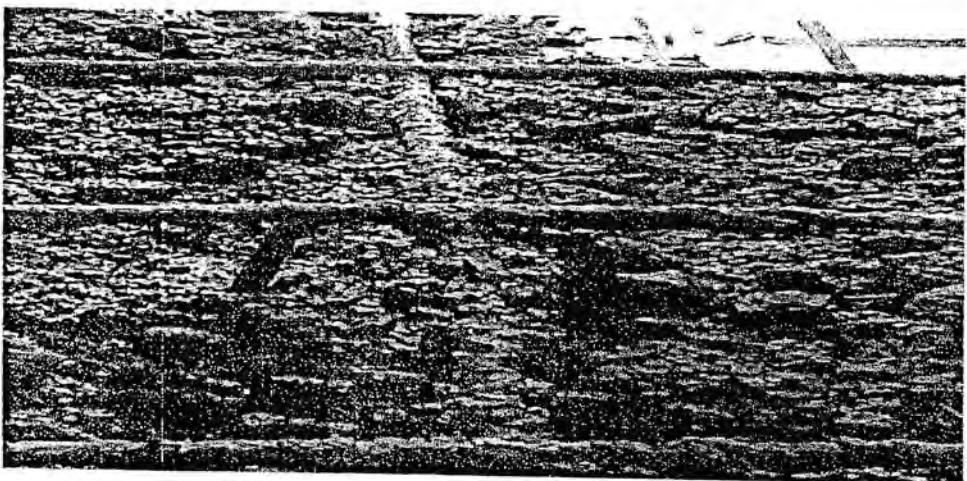
pembatas antara tulangan dengan dasar plat bondek, agar tulangan tidak menyatu dengan dasar bondek, juga untuk menahan gaya geser pada plat lantai.



Gambar 4.22 Shear Conector
Sumber: Data lapangan 2015

c. Pengikat Tulangan

Setelah Shear Conector selesai dipasang, tulangan Wire mesh pun dihamparkan. Tulangan wire Mesh harus cukup kuat dilas dengan las listrik sehingga sewaktu pengecoran dipastikan ikatan tidak bergeser terutama pada persilangan tulangan, pengikatan dilakukan dengan menggunakan kakak tua.

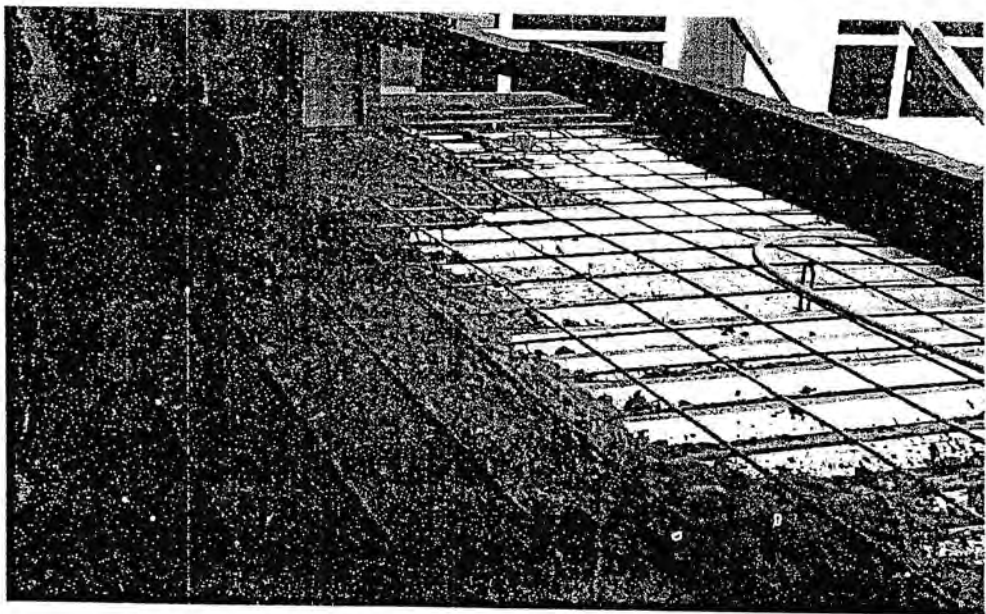


Gambar 4.22 Pengikat Shear Conector dan tulangan Wire Mesh
Sumber: Data lapangan 2015

4.2.2.c Pekerjaan Pengecoran

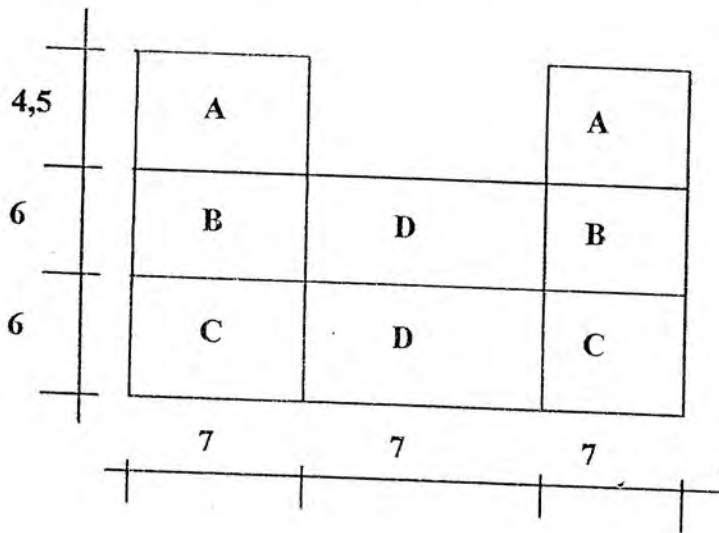
Sebelum pengecoran dilakukan, terlebih dahulu penyiraman bekisting dengan air supaya bersih dari sisa potongan kayu dan kawat bendrat serta mengecek kebocoran yang melebihi toleransi. Untuk pengatur tebal penutup beton besi tulangan plat lantai, besi tulangan diganjol dengan bagian bawah dengan shear conector. Dalam pelaksanaan pengecoran, bahan beton harus memenuhi syarat-syarat slump test, kelas dan mutu beton SNI-2002 Tata Cara Pembangunan Gedung, sedangkan pematatannya dilakukan menggunakan alat penggetar (vibrator) supaya merata dan mencegah adanya rongga-rongga kosong.

Setelah proses pematatan dilakukan proses perawatan yang berguna untuk mencegah pengeringan bidang. Pengeringan bidang beton paling sedikit 2 minggu beton harus dibasahi terus menerus pada plat lantai. Pembasahan terus menerus ini dilakukan dengan merendamnya ataupun menggenangnya dengan air.



Gambar 4.23 Pengerjaan pengecoran lantai
Sumber: Data lapangan 2015

4.3 Contoh Perhitungan Plat Lantai 6



PLAT	UKURAN (m)
PLAT A	7 X 4,5
PLAT B	7 X 6
PLAT C	7 X 6
PLAT D	7 X 6

Tabel 4.1 Luas Plat Lantai

Sumber: Data Lapangan 2015

$$\text{Beban mati plat (qd)} = 0,16 \times 25 = 4 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat keramik + adukan semen} = 0,1 \text{ kN/m}^2$$

$$qD = 4,01 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Beban hidup (ql) gedung kuliah menurut SNI - 2002} = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

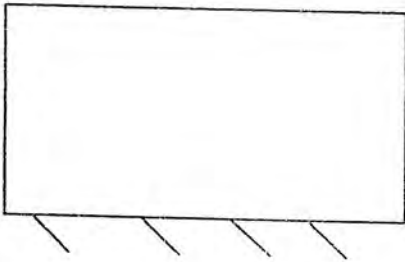
$$\text{Jadi, } q_u = 1,2 (q_d) + 1,6 (q_l)$$

$$1,2 (4,01) + 1,6 (2,5) = 8,92 \text{ kNm}$$

$$f_c' = 25 \text{ MPa} , f_y = 240 \text{ MPa}$$

4.3 Perhitungan Tulangan plat Lantai 6

- PLAT A



$$L_y/l_x = 7/4,5 = 1,5$$

→ plat 2 arah

$$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot x$$

$$= +0,001 \cdot 8,92 (6)^2 \cdot 36 = 6,502 \text{ kNm}$$

$$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot x$$

$$= +0,001 \cdot 8,92 (7)^2 \cdot 17 = 7,430 \text{ kNm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot x$$

$$= -0,001 \cdot 8,92 (4,5)^2 \cdot 76 = -13,727 \text{ kNm}$$

4.3.1 Perhitungan Tulangan Lapangan

Momen lapangan yang paling besar adalah pada daerah M_{ly} , maka tulangan lapangan arah x dan y dipakai momen sebesar 7,430 kNm

1. Penulangan lapangan arah $l_x = 7,430 \text{ kNm}$, $d_s = 20 + 10/2 = 25 \text{ mm}$

- $K = \frac{7,430 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 1,029 \text{ MPa} < K_{\text{maks}} 10,1445$
- $a = (1 - \sqrt{1 - \frac{2(1,029)}{0,85,35}}) 25 = 0,880 \text{ mm}$
- tulangan pokok $A_s = \frac{0,85,35 \cdot 0,880 \cdot 1000}{240} = 109,08 \text{ mm}^2$
maka, $A_{s,u} \geq 1,4/240 \cdot 10^2 \cdot 1000 \cdot 95 = 554,1667 \text{ mm}^2$
jadi, $A_{s,u}$ adalah = $554,1667 \text{ mm}^2$

Direncanakan menggunakan tulang Ø10 mm, maka;

- Jarak tulangan $S = \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{A_{s,u}} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{554,1667} = 141,654 \text{ mm}$
 $= 140 \text{ mm}$
 $S \leq (2 \cdot h = 2 \cdot 130 = 260 \text{ mm})$ S yang dipakai adalah 140 mm
- Control Luas tulangan = $\frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{s} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{140} = 560,714 \text{ mm}^2$
 $= 560,714 > 554,166 \dots \text{ok}$

Jadi tulangan lapangan di daerah Mlx & Mly menggunakan tulangan Ø 10 – 140 mm.

4.3.1.a Perhitungan Tulangan Tumpuan

Momen yang paling besar yang terjadi di daerah tumpuan plat adalah di daerah Mty, yaitu 13,727 kNm

Momen pikul (K)

- $K = \frac{13,727 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 1,90 \text{ MPa} < K_{\text{maks}} 10,1445$
- $a = (1 - \sqrt{1 - \frac{2(1,90)}{0,85,35}}) 25 = 1,65 \text{ mm}$
- tulangan pokok $A_s = \frac{0,85,35 \cdot 1,65 \cdot 1000}{240} = 204,53 \text{ mm}^2$
maka, $A_{s,u} \geq 1,4/240 \cdot 10^2 \cdot 1000 \cdot 95 = 554,1667 \text{ mm}^2$
jadi, $A_{s,u}$ adalah = $554,1667 \text{ mm}^2$

Direncanakan menggunakan tulangan $\varnothing 10$ mm

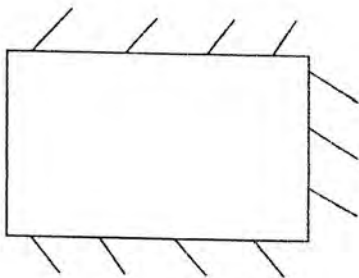
$$\begin{aligned} - \text{ Jarak tulangan } S &= \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{A_{s,u}} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{554,1667} = 141,654 \\ &= 140 \text{ mm} \end{aligned}$$

$S \leq (2 \cdot h = 2 \cdot 130 = 260 \text{ mm})$ S yang kecil sehingga $S = 140 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} - \text{ Control Luas tulangan } &= \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{s} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{140} = 560,714 \text{ mm}^2 \\ &= 560,714 > 554,166 \dots \text{ok} \end{aligned}$$

Maka tulangan didaerah tumpuan arah M_{tx} & M_{ty} pada Plat A dipasang tulangan $\varnothing 10 - 140 \text{ mm}$

4.3.2 Perhitungan Plat B



Perbandingan $L_y/L_x = 7/6$

$$= 1,16$$

$$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot x$$

$$= +0,001 \cdot 8,92 (6)^2 \cdot 32 = 10,27 \text{ kNm}$$

$$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot x$$

$$= +0,001 \cdot 8,92 (7)^2 \cdot 19 = 8,30 \text{ kNm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot x$$

$$= -0,001 \cdot 8,92 (6)^2 \cdot 71 = -22,8 \text{ kNm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q \cdot l x^2 \cdot X$$

$$= -0,001 \cdot 8,92 (7)^2 \cdot 57 = -24,913 \text{ kNm}$$

Momen lapangan yang paling besar adalah pada daerah M_{ly} , maka tulangan lapangan arah x dan y dipakai momen sebesar 10,27 kNm

2. Penulangan lapangan arah $l_x = 10,27 \text{ kNm}$, $d_s = 20 + 10/2 = 25 \text{ mm}$

$$- K = \frac{10,27 \text{ kNm} \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 1,42 \text{ MPa} < K_{maks} 10,1445$$

$$- a = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(1,42)}{0,85 \cdot 35}}\right) 25 = 1,22 \text{ mm}$$

$$- \text{tulangan pokok } A_s = \frac{0,85 \cdot 35 \cdot 1,22 \cdot 1000}{240} = 151,229 \text{ mm}^2$$

$$\text{maka, } A_{s,u} \geq 1,4/240 \cdot 10^2 \cdot 1000 \cdot 95 = 554,1667 \text{ mm}^2$$

$$\text{jadi, } A_{s,u} \text{ adalah } = 554,1667 \text{ mm}^2$$

Direncanakan menggunakan tulang $\square 10 \text{ mm}$, maka;

$$- \text{Jarak tulangan } S = \frac{\frac{1}{4} \pi \cdot D \cdot S}{A_{s,u}} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{554,1667} = 141,654 \text{ mm}$$

$$= 140 \text{ mm}$$

$S \leq (2 \cdot h = 2 \cdot 130 = 260 \text{ mm})$ S yang dipakai adalah 140 mm

$$- \text{Control Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \pi \cdot D \cdot S}{s} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{140} = 560,714 \text{ mm}^2$$

$$= 560,714 > 554,166 \dots \text{ok}$$

Jadi tulangan lapangan di daerah M_{lx} & M_{ly} menggunakan tulangan $\emptyset 10 - 140 \text{ mm}$.

4.3.2.a Perhitungan Tulangan Tumpuan

Momen yang paling besar yang terjadi di daerah tumpuan plat adalah di daerah M_{ty} , yaitu 24,913 kNm

Momen pikul (K)

- $K = \frac{24,913 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 3,450 \text{ MPa} < K_{\text{maks}} 10,1445$
- $a = (1 - \sqrt{1 - \frac{2(3,450)}{0,85.35}}) 25 = 3.090 \text{ mm}$
- tulangan pokok $A_s = \frac{0,85.35.3.090.1000}{240} = 383,03 \text{ mm}^2$
 maka, $A_{s,u} \geq 1,4/240.10^2.1000.95 = 554,1667 \text{ mm}^2$
 jadi, $A_{s,u}$ adalah = $554,1667 \text{ mm}^2$

Direncanakan menggunakan tulangan \square 10 mm

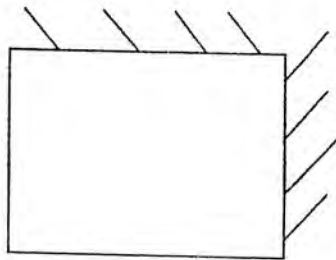
- Jarak tulangan $S = \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{A_{s,u}} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{554,1667} = 141,654$
 $= 140 \text{ mm}$

$S \leq (2 \cdot h = 2 \cdot 130 = 260 \text{ mm})$ S yang kecil sehingga $S = 140 \text{ mm}$

- Control Luas tulangan = $\frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{s} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{140} = 560,714 \text{ mm}^2$
 $= 560,714 > 554,166 \dots \text{ok}$

Maka tulangan didaerah tumpuan arah M_{tx} & M_{ty} pada Plat A dipasang tulangan $\varnothing 10 - 140 \text{ mm}$

4.3.3 PLAT C



Perbandingan $L_y/L_x = 7/6$

= 1,16 \longrightarrow Plat Termaksud jenis plat 2 arah

$$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot x$$

$$= +0,001 \cdot 8,92 (6)^2 \cdot 38 = 12,20 \text{ kNm}$$

$$Mly = +0,001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot x$$

$$= +0,001 \cdot 8,92 (7)^2 \cdot 28 = 12,23 \text{ kNm}$$

$$Mtx = -0,001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot x$$

$$= -0,001 \cdot 8,92 (6)^2 \cdot 85 = -27,29 \text{ kNm}$$

$$Mty = -0,001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X$$

$$= -0,001 \cdot 8,92 (7)^2 \cdot 74 = -32,34 \text{ kNm}$$

Momen lapangan yang paling besar adalah pada daerah Mly, maka tulangan lapangan arah x dan y dipakai momen sebesar 10,23 kNm

3. Penulangan lapangan arah lx = 10,23 kNm, ds = 20 + 10/2 = 25 mm

$$- K = \frac{10,23 \text{ kNm} \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 1,42 \text{ MPa} < K_{\text{maks}} 10,1445$$

$$- a = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(1,42)}{0,85 \cdot 35}}\right) 25 = 1,22 \text{ mm}$$

$$- \text{tulangan pokok } A_s = \frac{0,85 \cdot 35 \cdot 1,22 \cdot 1000}{240} = 151,229 \text{ mm}^2$$

$$\text{maka, } A_{s,u} \geq 1,4/240 \cdot 10^2 \cdot 1000 \cdot 95 = 554,1667 \text{ mm}^2$$

$$\text{jadi, } A_{s,u} \text{ adalah } = 554,1667 \text{ mm}^2$$

Direncanakan menggunakan tulang Ø10 mm, maka;

$$- \text{Jarak tulangan } S = \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{A_{s,u}} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{554,1667} = 141,654 \text{ mm}$$

$$= 140 \text{ mm}$$

$$S \leq (2 \cdot h = 2 \cdot 130 = 260 \text{ mm}) \text{ S yang dipakai adalah } 140 \text{ mm}$$

$$- \text{Control Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{s} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{140} = 560,714 \text{ mm}^2$$

$$= 560,714 > 554,166 \dots \text{ok}$$

Jadi tulangan lapangan di daerah Mlx & Mly menggunakan tulangan Ø 10 – 140 mm.

4.3.3.a Perhitungan Tulangan Tumpuan

Momen yang paling besar yang terjadi di daerah tumpuan plat adalah di daerah Mty, yaitu 32,34 kNm

Momen pikul (K)

- $K = \frac{32,34 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 4,47 \text{ MPa} < K_{\text{maks}} 10,1445$
- $a = (1 - \sqrt{1 - \frac{2(3,450)}{0,85 \cdot 35}}) 25 = 3.090 \text{ mm}$
- tulangan pokok $A_s = \frac{0,85 \cdot 35 \cdot 3.090 \cdot 1000}{240} = 383,03 \text{ mm}^2$
maka, $A_{s,u} \geq 1,4/240 \cdot 10^2 \cdot 1000 \cdot 95 = 554,1667 \text{ mm}^2$
jadi, $A_{s,u}$ adalah = 554,1667 mm²

Direncanakan menggunakan tulangan □ 10 mm

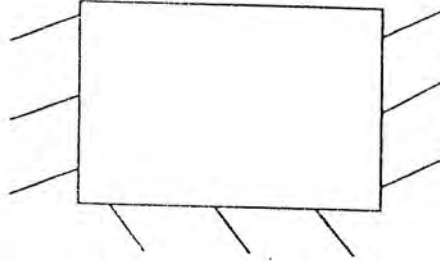
- Jarak tulangan $S = \frac{\frac{3}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{A_{s,u}} = \frac{\frac{3}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{554,1667} = 141,654$
 $= 140 \text{ mm}$

$S \leq (2 \cdot h = 2 \cdot 130 = 260 \text{ mm})$ S yang kecil sehingga $S = 140 \text{ mm}$

- Control Luas tulangan = $\frac{\frac{3}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{s} = \frac{\frac{3}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{140} = 560,714 \text{ mm}^2$
 $= 560,714 > 554,166 \dots \text{ok}$

Maka tulangan di daerah tumpuan arah Mtx & Mty pada Plat C dipasang tulangan Ø10 – 140 mm

4.3.4 PLAT D



Perbandingan $L_y/L_x = 7/6$

$= 1,16 \longrightarrow$ Plat Termaksud jenis plat 2 arah

$$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot x$$

$$= +0,001 \cdot 8,92 (6)^2 \cdot 31 = 9,95 \text{ kNm}$$

$$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot x$$

$$= +0,001 \cdot 8,92 (7)^2 \cdot 28 = 12,23 \text{ kNm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot x$$

$$= -0,001 \cdot 8,92 (6)^2 \cdot 74 = -23,76 \text{ kNm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$$

$$= -0,001 \cdot 8,92 (7)^2 \cdot 69 = -30,15 \text{ kNm}$$

4.3.4.a Perhitungan Tulangan Lapangan

Momen lapangan yang paling besar adalah pada daerah M_{ly} , maka tulangan lapangan arah x dan y dipakai momen sebesar 12,23 kNm

4. Penulangan lapangan arah $l_x = 12,23 \text{ kNm}$, $d_s = 20 + 10/2 = 25 \text{ mm}$

$$- K = \frac{12,23 \text{ kNm} \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 1,69 \text{ MPa} < K_{\text{maks}} 10,1445$$

- $a = (1 - \sqrt{1 - \frac{2(1,69)}{0,85.35}}) 25 = 1,46 \text{ mm}$
- tulangan pokok $A_s = \frac{0,85.35.1,46.1000}{240} = 180,97 \text{ mm}^2$
 maka, $A_{s,u} \geq 1,4/240.10^2.1000.95 = 554,1667 \text{ mm}^2$
 jadi, $A_{s,u}$ adalah $= 554,1667 \text{ mm}^2$

Direncanakan menggunakan tulang Ø10 mm, maka;

- Jarak tulangan $S = \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{A_{s,u}} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{554,1667} = 141,654 \text{ mm}$
 $= 140 \text{ mm}$

$S \leq (2 \cdot h = 2 \cdot 130 = 260 \text{ mm})$ S yang dipakai adalah 140 mm

- Control Luas tulangan $= \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{s} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{140} = 560,714 \text{ mm}^2$
 $= 560,714 > 554,166 \dots \text{ok}$

Jadi tulangan lapangan di daerah Mlx & Mly menggunakan tulangan Ø 10 – 140 mm.

4.3.2.a Perhitungan Tulangan Tumpuan

Momen yang paling besar yang terjadi di daerah tumpuan plat adalah di daerah Mty, yaitu 30,15 kNm

Momen pikul (K)

- $K = \frac{30,15 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 4,17 \text{ MPa} < K_{\text{maks}} 10,1445$
- $a = (1 - \sqrt{1 - \frac{2(4,17)}{0,85.35}}) 25 = 3.791 \text{ mm}$
- tulangan pokok $A_s = \frac{0,85.35.3,791.1000}{240} = 469,80 \text{ mm}^2$
 maka, $A_{s,u} \geq 1,4/240.10^2.1000.95 = 554,1667 \text{ mm}^2$
 jadi, $A_{s,u}$ adalah $= 554,1667 \text{ mm}^2$

Direncanakan menggunakan tulangan Ø 10 mm

$$- \text{ Jarak tulangan } S = \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{A_{s,u}} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{554,1667} = 141,654$$

$$= 140 \text{ mm}$$

$S \leq (2 \cdot h = 2 \cdot 130 = 260 \text{ mm})$ S yang kecil sehingga $S = 140 \text{ mm}$

$$- \text{ Control Luas tulangan } = \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D \cdot S}{s} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 1000}{140} = 560,714 \text{ mm}^2$$

$$= 560,714 > 554,166 \text{ok}$$

Maka tulangan didaerah tumpuan arah M_{tx} & M_{ty} pada Plat C dipasang tulangan $\emptyset 10 - 140 \text{ mm}$



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Selama kami mengikuti kerja praktek sampai selesainya penyusunan buku ini banyak hal-hal penting yang di ambil sebagai bahan evaluasi dari teori yang didapat sebagai penunjang keterampilan baik dari cara pelaksanaan, penggunaan alat maupun cara pemecahan masalah dilapangan.

Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan penyusun dapat mengambil kesimpulan dan saran-saran keseluruhan tentang pelaksanaan kerja tersebut.

Kesimpulan

- Pemakaian bahan-bahan bangunan dan campuran serta pasangan sesuai dengan ketentuan yang ada, walaupun juga ada penambahan bahan untuk perbaikan
- Dalam pemakaian bahan-bahan dan campuran ini sudah mendekati dengan yang diharapkan atau sesuai dengan PBI 1971
- Dari hasil pengujian laboratorium, bahan yang diuji untuk kekuatan struktur telah memenuhi standart yang direncanakan
- Pelaksanaan detail-detail konstruksi dilapangan sudah mendekati dengan yang diharapkan walaupun sebagian ada yang diubah tetapi tidak mempengaruhi kekuatan konstruksi.
- Seluruh anggota staff dan pekerjanya melakukan tugasnya sesuai dengan peraturan yang ada

- Apa yang dikerjakan pada pelaksanaan sesuai dengan time schedule yang ditetapkan oleh konsultan

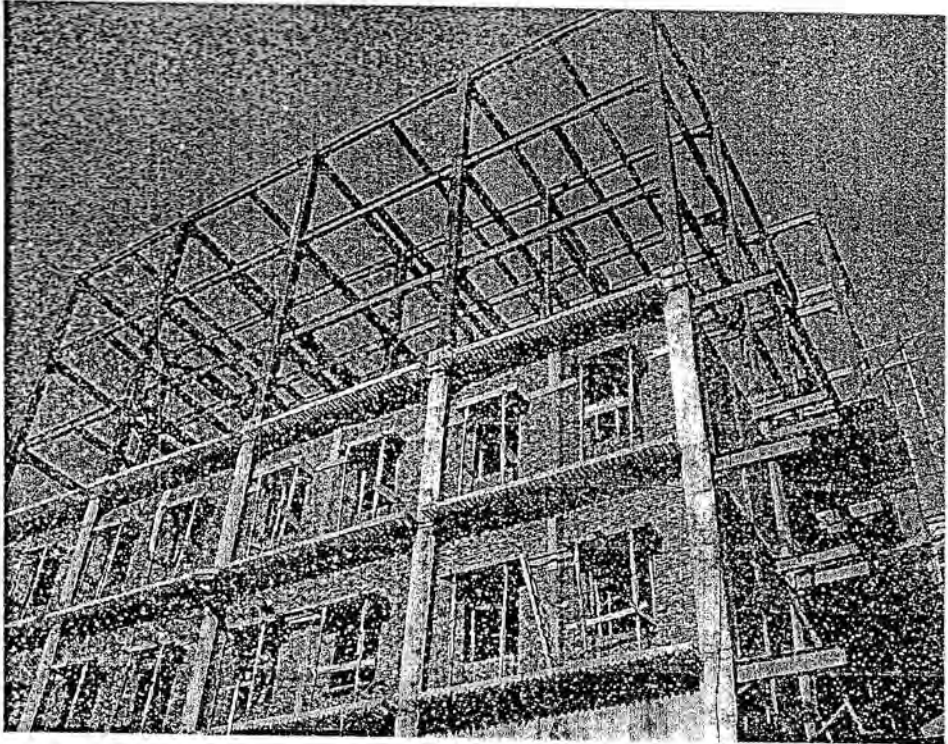
Saran

- Hendaknya dalam penyimpanan bahan baja tulangan disimpan ditempat yang tertutup untuk menghindari korosi.
- Seluruh tim pelaksana harus benar-benar memperhatikan pekerjaan agar tidak terjadi penyimpangan yang sudah ditetapkan bestek.
- Pengadaan bahan-bahan bangunan maupun peralatan harus senantiasa cukup untuk menghindari keterlambatan kerja.
- Penyimpanan bahan-bahan bangunan harus dibuat sedemikian rupa supaya mutu bahan tetap terjamin.
- Dalam hal keterlambatan kerja harus ditambah jam kerja atau di tambah pekerja nya.
- Pelaksanaan pekerjaan yang konstruktif harus benar-benar diawasi dan diperhatikan.

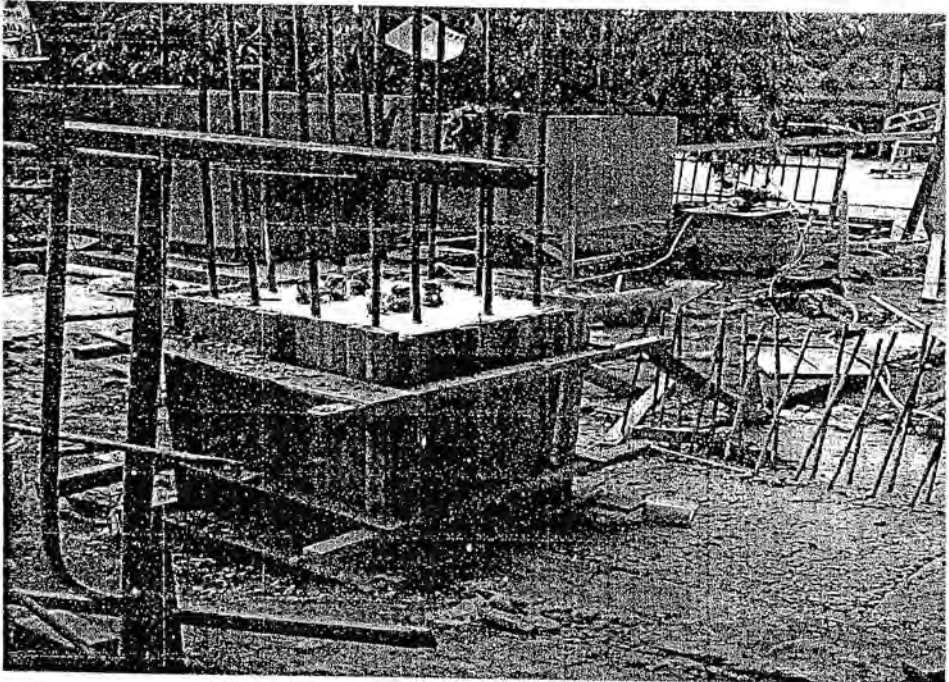
DAFTAR PUSTAKA

1. Asroni Ali ,2010. Balok dan Pelat Beton Bertulang, Edisi Pertama, jilid I, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta
2. Browiyana, 2015. Konstruksi beton 2 (Perencanaan Balok dan Kolom), Penerbit Erlangga, jakarta
3. Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971. NI-2 Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jenderal Cipta Karya : Depertemen Pekerjaan Umum.
4. Standar Perencanaan Ketahanan untuk Rumah dan Gedung, SNI-03-1726-2002
5. Vis,W.C.dan Kusuma G.H.,1993. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Seri Beton I, Penerbit Erlangga, Jakarta.

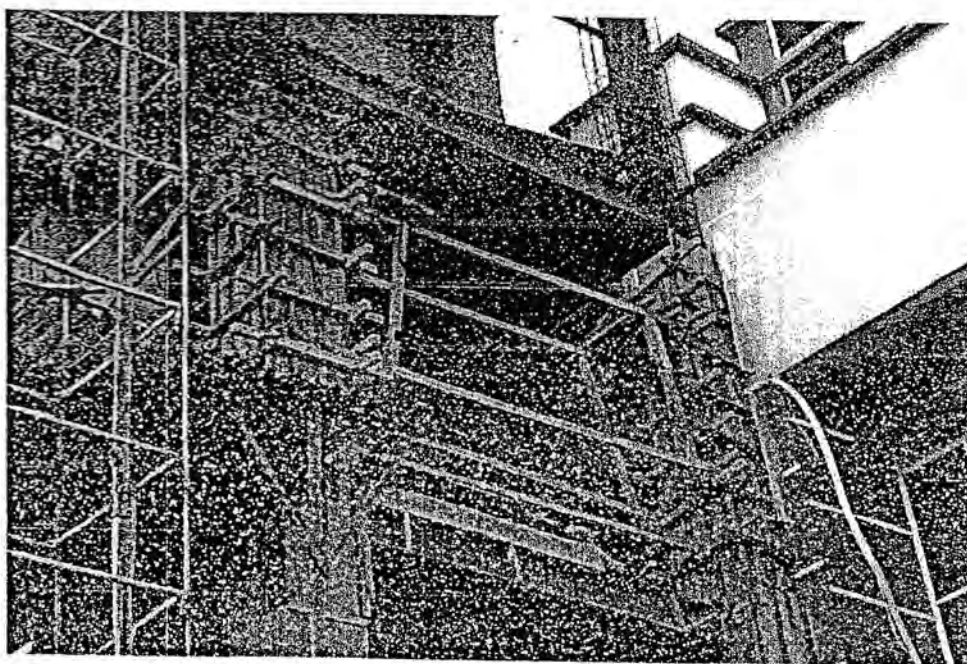
LAMPIRAN



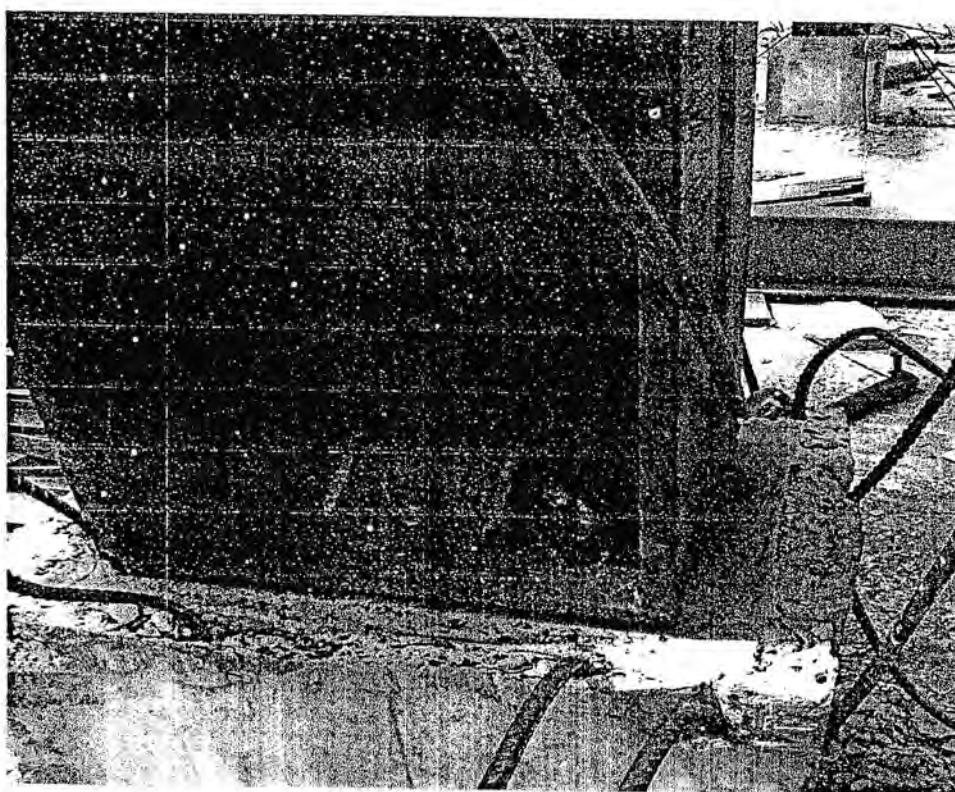
Gbr_Tampak samping portal gedung kuliah



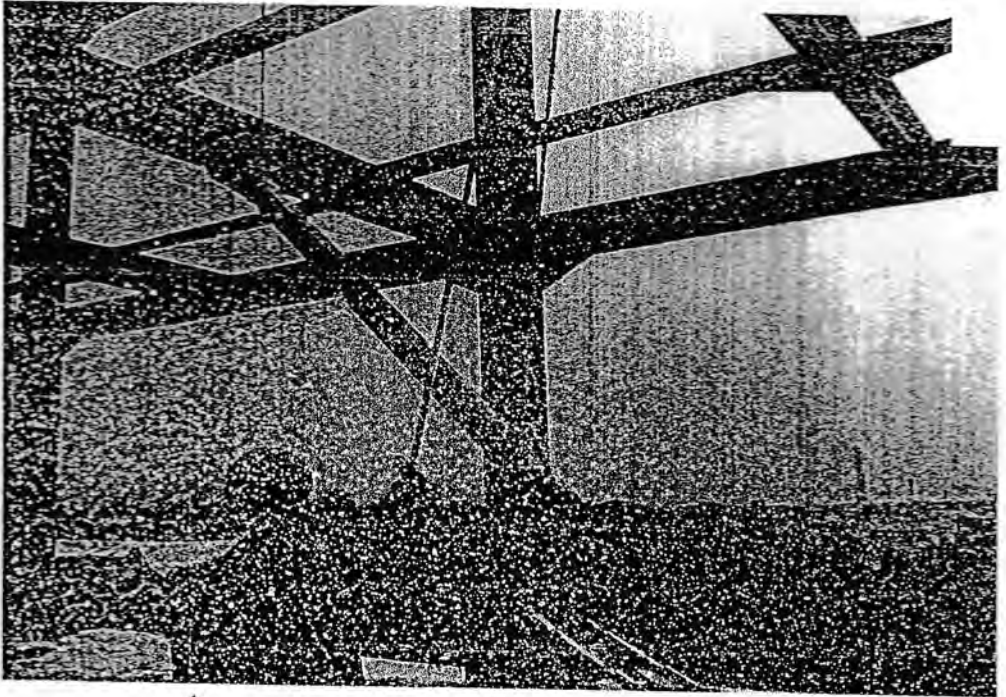
Gbr_Dasar sambungan kolom



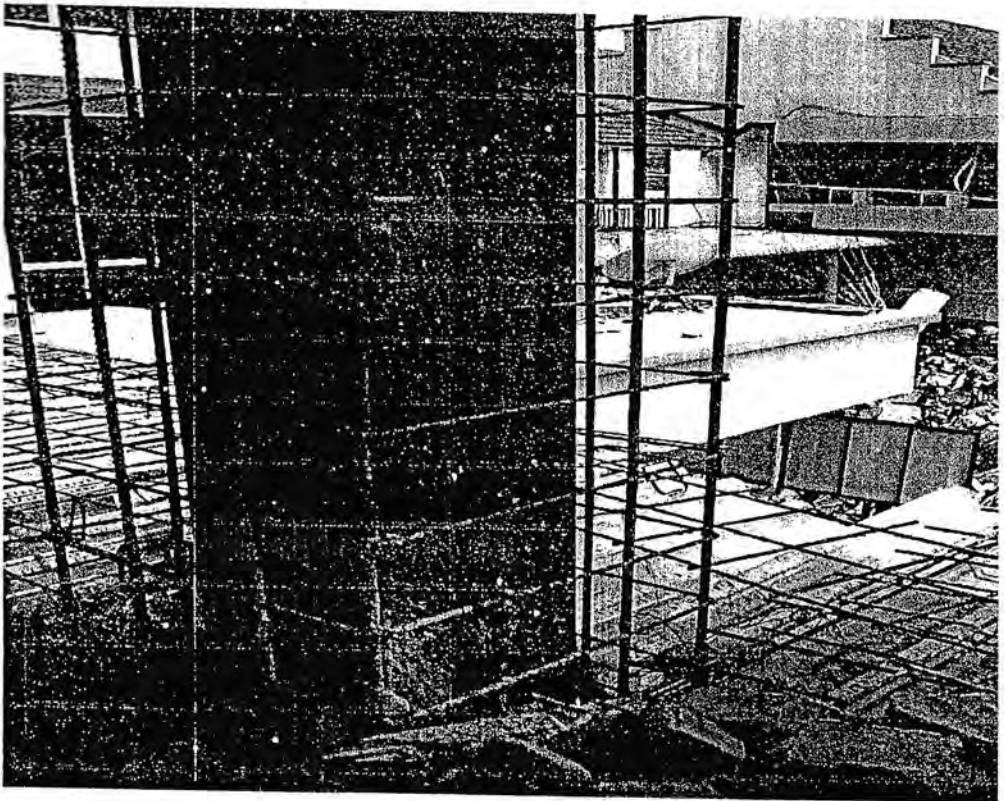
Gbr. bekisting kolom lt 3



Gbr. Ikatan Baut sambungan Kolom H beam 400x400x13x21



Gbr Pemasangan Balok anak WF 150x75xx5x7



Gbr Tulangan Kolom Komposit 60x40