

TUGAS AKHIR

**METODE PELAKSANAAN STRUKTUR ATAS PADA
PROYEK PEMBANGUNAN LABORATORIUM TEKNIK
UNIVERSITAS SAM RATULANGI MANADO**

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Studi
Program Studi Diploma – III Teknik Sipil
Pada Jurusan Teknik Sipil**

Oleh :

**Efrathio Yosua Mawira
NIM. 15 011 030**



**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2018**

TUGAS AKHIR

**METODE PELAKSANAAN STRUKTUR ATAS PADA
PROYEK PEMBANGUNAN LABORATORIUM TEKNIK
UNIVERSITAS SAM RATULANGI MANADO**

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Studi
Program Studi Diploma – III Teknik Sipil
Pada Jurusan Teknik Sipil**

Oleh :

**Efrathio Yosua Mawira
NIM. 15 011 030**

Dosen Pembimbing

**Ir. John T. Harahap, MT
NIP. 19610911 199601 1 001**

**Novatus Senduk, ST. MT
NIP. 19730904 199903 1 001**



**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2018**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ir. John T. Harahap, MT
NIP : 196109111996011001
Jabatan : Pembimbing I / ~~Pembimbing II~~

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa dibawah ini :

Nama : EFrathio Yosua Mawira
NIM : 15 011 030
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Diploma - II Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Tugas Akhir : Metode Pelaksanaan Struktur Atas pada
Proyek Pembangunan Laboratorium Teknik
Universitas Sam Ratulangi Manado

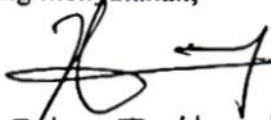
✓
✓

Sudah dapat mengikuti Seminar dan Ujian Tugas Akhir

Sudah Dapat menyerahkan Revisi Naskah Tugas Akhir

Manado, 1 Agustus 2018

Yang menyatakan,


Ir. John T. Harahap, MT
NIP. 196109111996011001

Catatan :

Pilih dan beri tanda ✓ sesuai yang dimaksud

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Novatus Senduk, ST. MT
NIP : 19730904 199903 1001
Jabatan : ~~Pembimbing I~~ / Pembimbing II

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa dibawah ini :

Nama : EFrathio Yosua Mawira
NIM : 15 011 030
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Diploma-III Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Tugas Akhir : Metode Pelaksanaan Struktur Atas pada
Proyek Pembangunan Laboratorium Teknik
Universitas Sam Ratulangi Manado

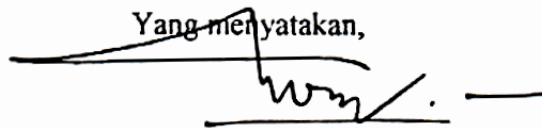
✓
✓

Sudah dapat mengikuti Seminar dan Ujian Tugas Akhir

Sudah Dapat menyerahkan Revisi Naskah Tugas Akhir

Manado, 31 Juli 2018

Yang menyatakan,



NOVATUS SENDUK, ST. MT

NIP. 19730904 199903 1001

Catatan :

Pilih dan beri tanda ✓ sesuai yang dimaksud

PENGESAHAN SIAP UJIAN TUGAS AKHIR

Metode Pelaksanaan Struktur Atas Pada Proyek Pembangunan Laboratorium Teknik
Universitas Sam Ratulangi Manado

Disusun dan diajukan oleh :

Efrathio Yosua Mawira

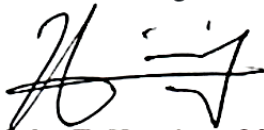
15 011 030

Telah diperiksa oleh Dosen Pembimbing dan memenuhi syarat untuk diajukan dalam
Ujian Tugas Akhir.

Manado, 1 Agustus 2018

Menyetujui

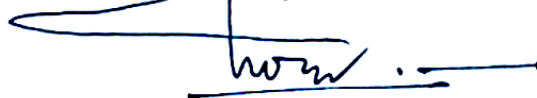
Pembimbing I,



Ir. John T. Harahap, MT

NIP. 19610911 199601 1 001

Pembimbing II,

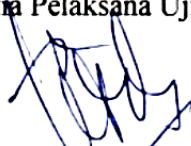


Novatus Senduk, ST. MT

NIP. 19730904 199903 1 001

Mengetahui

Ketua Panitia Pelaksana Ujian Tugas Akhir



Dr. Teddy Takaendengan., ST. MT

NIP. 19670126 199203 1 002

LEMBAR PENGESAHAN

**METODE PELAKSANAAN STRUKTUR ATAS PADA PROYEK
PEMBANGUNAN LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS SAM
RATULANGI MANADO**

TUGAS AKHIR

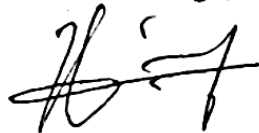
Disusun :

EFRATHIO YOSUA MAWIRA
NIM : 15 011 030

Telah dipertahankan dalam Seminar dan Ujian Tugas Akhir
di depan Tim Penguji pada tanggal 3 Agustus 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat sebagai Ahli Madya

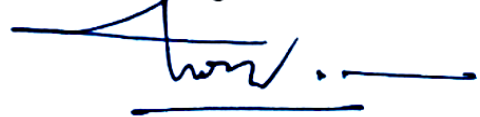
Disahkan oleh :

Pembimbing I,



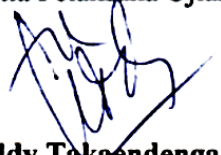
Ir. John T. Harahap, MT
NIP : 19610911 199601 1 001

Pembimbing II,



Novatus Senduk, ST. MT
NIP : 19730904 199903 1 001

Ketua Panitia Pelaksana Ujian Tugas Akhir



Dr. Teddy Takaendengan, ST. MT
NIP : 19670726 199203 1 002

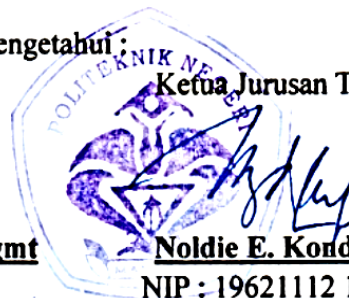
Mengetahui :

Koordinator Program Studi,



Estrellita V. Y. Waney, ST, M.Eng.Mgmt
NIP : 19680711 199403 2 002

Ketua Jurusan Teknik Sipil,



Noldie E. Kondojo, ST. MT
NIP : 19621112 199103 1 003

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Efrathio Yosua Mawira
NIM : 15 011 030
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Diploma - III Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Tugas Akhir : Metode Pelaksanaan Struktur Atas Pada
Proyek Pembangunan Laboratorium Teknik
Universitas Sam Ratulangi Manado

Dengan ini menyatakan bahwa tulisan karya ilmiah berupa tugas akhir ini adalah asli karya penulis, tidak ada karya/data orang lain yang telah dipublikasikan, dan bukan karya orang lain dalam rangka mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi, selain yang diacu dalam kutipan dan/atau dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, jika dikemudian hari terbukti karya ini merupakan karya orang lain baik yang dipublikasikan maupun dalam rangka memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi, saya bersedia di tindak sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku, dan siap dicabut gelar akademik saya.

Manado, 3 Agustus 2018

Yang Membuat Pernyataan



Efrathio Yosua Mawira

NIM. 15 011 030

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan penyertaan-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, bukan hanya penulis saja yang terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Maka dari itu penulis sangat berterima kasih kepada pihak-pihak yang bersangkutan dari penulisan Tugas Akhir ini antara lain sebagai berikut :

1. Bapak Ir. John T. Harahap, MT sebagai Dosen Pembimbing I
2. Bapak Novatus Senduk, ST. MT sebagai Dosen Pembimbing II
3. Bapak Ir. Julius E. Tenda, MT sebagai ketua penguji
4. Bapak Ir. Chris Hombokau, MT sebagai anggota penguji
5. Bapak Dr. Teddy Takaendengan, ST. MT sebagai anggota Penguji juga Koordinator Tugas Akhir
6. Bapak Noldie E. Kondojo, ST. MT sebagai ketua Jurusan Teknik Sipil
7. Ibu Estrellita V. Y. Waney, ST, M.Eng.Mgmt sebagai Koordinator Program Studi
8. Bapak Mahyudin sebagai Supervisor Fakultas Teknik Unsrat
9. Bapak Khifly Ngurawan sebagai Surveyor Fakultas Teknik Unsrat
10. Orang Tua yang selalu memberikan dukungan dalam doa maupun dana selama kuliah
11. Teman-teman Kelas Diploma-III
12. Teman-teman Kost Poligrya Indah

Demikian yang saya dapat sampaikan dalam kata pengantar ini. Kritik dan saran diperlukan dalam penulisan Tugas Akhir ini karena penulis menyadari masih ada banyak kekurangan, dan penulis berharap agar supaya Tugas Akhir dapat bermanfaat bagi kemajuan dalam dunia Teknik Sipil.

Manado, 2018

Penyusun
Efrathio Yosua Mawira

ABSTRAK

Efrathio Yosua Mawira, Metode Pelaksanaan Struktur Atas Pada Proyek Pembangunan Laboratorium Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado, (Pembimbing I Bapak Ir. John T. Harahap, MT dan Pembimbing II Bapak Novatus Senduk, ST. MT).

Proyek pembangunan Laboratorium Teknik Universitas Sam Ratulangi adalah pembangunan yang berkelanjutan bidang pendidikan tinggi untuk menghasilkan mahasiswa yang berdaya saing.

Struktur atas merupakan bagian struktur yang berfungsi menerima beban mati, beban hidup, dan berat sendiri struktur atas tersebut. Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Balok merupakan salah satu pekerjaan beton bertulang. Pelat lantai adalah lantai yang tidak terletak di atas tanah langsung, merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Tangga merupakan jalur yang mempunyai undak-undak (trap) yang menghubungkan satu lantai dengan lantai di atasnya dan mempunyai fungsi sebagai jalan untuk naik dan turun antara lantai tingkat.

Metode Penelitian dilakukan pada tempat dan waktu penelitian, pengumpulan data, dan cara penulisan tugas akhir. Waktu Pelaksanaan 16 bulan (480 hari kalender).

Proyek pembangunan Laboratorium Teknik, berlokasi di Universitas Sam Ratulangi Jl. Kampus Barat Bahu, Manado, Sulawesi Utara, Indonesia.

Tahapan pekerjaan pada struktur atas mencakup pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting, pembuatan marking, pekerjaan perancah, pekerjaan pengecoran, pekerjaan perawatan beton, pekerjaan bongkar bekisting dan perancah, dan pekerjaan perawatan beton.

Metode pekerjaan pengecoran untuk struktur atas dengan menggunakan beton *ready mix* sangatlah cocok untuk konstruksi berskala besar. Dalam merencanakan tangga beton bertulang, perlu memperhatikan dimensi ruangan tangga tersebut agar pada saat merencanakan dimensi anak tangga bisa memenuhi syarat kenyamanan dari langkah orang Indonesia.

Kata Kunci : Kolom, Balok, Pelat lantai, dan Tangga

DAFTAR ISI

Halaman Judul		
Lembar Persetujuan Pembimbing		
Lembar Pengesahan Siap Ujian Tugas Akhir		
Lembar Pengesahan Tugas Akhir		
Lembar Keaslian Tugas Akhir		
Kata Pengantar.....		i
Abstrak.....		ii
Daftar Isi.....		iii
Daftar Tabel.....		vi
Daftar Gambar.....		vii
Daftar Lampiran.....		viii
BAB I	PENDAHULUAN	
1.1	Latar Belakang.....	1
1.2	Maksud Dan Tujuan Penulisan.....	1
1.2.1	Maksud.....	1
1.2.2	Tujuan.....	2
1.3	Pembatasan Masalah.....	2
1.4	Sistematika Penulisan.....	2
BAB II	DASAR TEORI	
2.1	Struktur Atas.....	4
2.1.1	Kolom.....	4
2.1.2	Balok.....	5
2.1.3	Pelat Lantai.....	6
2.1.4	Tangga.....	6
2.2	Persyaratan Pekerjaan Pada Struktur Atas.....	9
2.2.1	Persyaratan Pekerjaan Bekisting.....	9
2.2.2	Persyaratan Pekerjaan Perancah.....	11
2.2.3	Persyaratan Pekerjaan Pembesian/Penulangan Untuk Beton.....	12
2.2.4	Persyaratan Pekerjaan Pengecoran Beton.....	16
2.2.5	Pembongkaran Bekisting Dan Penopang,	

	Serta Penopangan Kembali.....	18
BAB III	METODE PENELITIAN	
3.1	Tempat Dan Waktu Penelitian.....	20
3.2	Pengumpulan Data.....	20
3.2.1	Data Primer.....	20
3.2.2	Data Sekunder.....	22
3.3	Teknik Penulisan Tugas Akhir.....	23
BAB IV	GAMBARAN UMUM PROYEK	
4.1	Lokasi Proyek.....	24
4.2	Data Umum Proyek.....	24
4.3	Data Struktur Bangunan.....	25
4.4	Standar/Rujukan Yang Dipakai.....	27
BAB V	PEMBAHASAN	
5.1	Pekerjaan Pada Kolom.....	29
5.1.1	Cara Pembuatan As Kolom Dengan Membuat Marking (tanda)...	29
5.1.2	Pekerjaan Pembesian Kolom.....	31
5.1.2.1	Pemotongan Tulangan Serta Pembuatan Tulangan Utama Dan Sengkang.....	31
5.1.2.2	Perakitan Tulangan.....	34
5.1.2.3	Pengangkutan Dan Pemasangan Tulangan.....	35
5.1.3	Pemasangan Bekisting Kolom.....	36
5.1.4	Pekerjaan Pengecoran Kolom.....	38
5.1.5	Pembongkaran Bekisting Kolom.....	41
5.1.6	Perawatan Beton Kolom.....	42
5.1.7	Membuat Marking Elevasi Pada Kolom.....	42
5.2	Tahapan Pekerjaan Pada Balok Dan Pelat Lantai.....	44
5.2.1	Pekerjaan Pemasangan Perancah (<i>scaffolding</i>).....	44
5.2.2	Pemasangan Bekisting Balok Dan Pelat Lantai.....	44
5.2.3	Pekerjaan Pembesian Untuk Balok Dan Pelat Lantai.....	45
5.2.4	Pengecekan Elevasi Balok dan Pelat Lantai.....	48
5.2.5	Pembersihan Dan Penyiraman Bekisting Balok dan Pelat Lantai..	49

5.2.6	Pengecoran Balok Dan Pelat Lantai.....	49
5.2.7	Pembongkaran Bekisting Balok, Pelat Lantai Dan Perancah.....	50
5.3	Perhitungan Tangga.....	51
5.3.1	Data Perencanaan Tangga.....	51
5.3.2	Perhitungan Dimensi Tangga.....	52
5.3.3	Menghitung Beban Pada Tangga.....	52
5.3.4	Menghitung Beban Pada Pelat Bordes.....	53
5.3.5	Menghitung Momen Pada Tangga.....	55
BAB VI	PENUTUP	
6.1	Kesimpulan.....	56
6.2	Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Diameter bengkokan minimum untuk sengkang.....	14
Tabel 2.2	Toleransi untuk tinggi selimut beton.....	14
Tabel 2.3	Persyaratan tebal minimum selimut beton.....	15
Tabel 4.1	Elevasi Bangunan gedung baru Laboratorium Teknik.....	25
Tabel 4.2	Tipe kolom setiap lantai.....	26
Tabel 4.3	Tipe balok setiap lantai.....	26
Tabel 4.4	Tipe pelat setiap lantai.....	27
Tabel 5.1	Alat yang digunakan dalam pembuatan as kolom.....	29
Tabel 5.2	Alat dan bahan yang digunakan dalam pekerjaan Pembesian.....	31
Tabel 5.3	Alat dan bahan yang digunakan dalam pemasangan bekisting Kolom.....	36
Tabel 5.4	Nilai slump pada konstruksi beton.....	39
Tabel 5.5	Alat dan bahan untuk pengecoran kolom.....	40
Tabel 5.6	Alat yang digunakan untuk membuat marking elevasi kolom.....	42
Tabel 5.7	Pengerasan Normal Beton.....	50
Tabel 5.8	Pembebanan dan momen.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Alir.....	23
Gambar 4.1	Denah dan lokasi pembangunan gedung Laboratorium Teknik....	24
Gambar 5.1	Pembuatan lubang pada pelat lantai untuk menentukan as kolom.	30
Gambar 5.2	Kolom tipe K1 Laboratorium Teknik Unsrat.....	33
Gambar 5.3	Pembengkokan tulangan oleh pekerja pembesian.....	34
Gambar 5.4	Perakitan tulangan kolom.....	35
Gambar 5.5	Pengangkatan tulangan kolom dengan menggunakan mobile crane.....	35
Gambar 5.6	Pemasangan tulangan kolom.....	36
Gambar 5.7	Bekisting kolom pada proyek.....	37
Gambar 5.8	Uji Slump.....	39
Gambar 5.9	Penuangan beton segar dari bucket ke cetakan kolom diangkat menggunakan mobile crane.....	41
Gambar 5.10	Pembuatan titik elevasi pada kolom oleh suveyor.....	43
Gambar 5.11	Pembuatan marking elevasi pada kolom.....	44
Gambar 5.12	Balok tipe B-1 Laboratorium Teknik Unsrat.....	45
Gambar 5.13	Penulangan balok dan pelat lantai.....	46
Gambar 5.14	Tulangan cakar ayam.....	47
Gambar 5.15	Tulangan pada pelat lantai.....	47
Gambar 5.16	Pengecekan elevasi balok dan pelat lantai.....	48
Gambar 5.17	Penyiraman area yang akan di cor.....	49
Gambar 5.18	Pengecoran balok dan pelat lantai.....	50
Gambar 5.19	Dimensi Tangga Laboratorium Teknik.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Struktur Organisasi Proyek Unsrat
- Lampiran 2. Bekisting Semi Sistem pada kolom
- Lampiran 3. Pengukuran Elevasi Balok Dan Pelat Lantai
- Biodata Mahasiswa
- Lembar Formulir Asistensi Tugas Akhir
- Lembar Asistensi Revisi Tugas Akhir

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek pembangunan Laboratorium Teknik Universitas Sam Ratulangi ini adalah pembangunan yang berkelanjutan bidang Pendidikan Tinggi untuk menghasilkan mahasiswa yang berdaya saing, bukan hanya menguasai teori tapi juga menguasai bidang eksperimen ilmiah. Dalam perkembangannya pembangunan gedung Laboratorium Teknik sangatlah penting agar para mahasiswa jurusan Teknik bisa melakukan kegiatan riset ilmiah, eksperimen, pengukuran, maupun pelatihan ilmiah secara terkendali.

Pada proyek ini menggunakan konstruksi beton bertulang, komponen struktur proyek ini terdiri dari struktur bawah dan struktur atas. Semua komponen struktur yang mendukung bangunan tersebut harus dipastikan kuat dan mampu menahan beban yang dipikul oleh struktur bangunan juga dihitung dan direncanakan secara matang agar tidak timbul masalah yang akan datang di kemudian hari. Bukan hanya melihat dari segi perencanaannya saja, namun harus diperhatikan juga metode pelaksanaan yang dipakai dalam proyek konstruksi agar proyek tersebut berjalan sesuai dengan keinginan. Metode pelaksanaan itu harus bisa menguntungkan pihak kontraktor dari segi kualitas, pembiayaan dan waktu. Hendaknya metode yang diterapkan dapat jadi lebih maksimal dan efisien dalam pelaksanaannya.

Sehubungan hal tersebut maka dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mengambil judul *“Metode Pelaksanaan Struktur Atas Pada Proyek Pembangunan Laboratorium Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado”*. Penulisan tugas akhir ini adalah salah satu syarat yang harus ditempuh mahasiswa khususnya program studi Diploma – III Jurusan Teknik Sipil untuk menyelesaikan studinya di Politeknik Negeri Manado.

1.2. Maksud Dan Tujuan Penulisan

1.2.1 Maksud

Maksud dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk menguraikan metode

Pelaksanaan struktur atas gedung Laboratorium Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado berupa kolom, balok, dan pelat lantai. Juga menghitung dimensi, beban, dan momen pada pelat tangga.

1.2.2 Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir ini, agar dapat memahami dan mengerti bagaimana cara melaksanakan metode pekerjaan struktur atas gedung Laboratorium Teknik Universitas Sam Ratulangi dan menghitung dimensi, pembebanan dan momen pada tangga. Dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini agar supaya bisa mengaplikasikan teori yang di dapat selama di bangku kuliah.

1.3 Pembatasan Masalah

Adapun batasan-batasan dalam penulisan untuk mempermudah tugas akhir ini yaitu:

- a. Menguraikan metode pelaksanaan struktur atas yaitu pekerjaan kolom, balok, dan pelat lantai.
- b. Perhitungan dimensi, beban dan momen yang bekerja pada tangga.

1.4 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, sistematika penulisan adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : DASAR TEORI

Pada bab ini memuat tentang dasar teori yang disesuaikan dengan permasalahan yang akan dibahas.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini memuat tempat dan waktu penelitian, pengumpulan data, dan teknik penulisan Tugas Akhir.

BAB IV : GAMBARAN UMUM PROYEK

Pada bab ini memuat tentang identitas proyek seperti lokasi

proyek, data umum proyek, data struktur bangunan, dan standar/rujukan yang digunakan pada proyek.

BAB V : PEMBAHASAN

Pada bab ini memuat tentang pembahasan dan perhitungan sesuai judul dan pembatasan masalah.

BAB VI : PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

Adalah daftar yang mencantumkan sumber-sumber atau bahan referensi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Struktur Atas

Struktur atas suatu gedung adalah seluruh bagian struktur gedung yang berada di atas muka tanah (SNI 2002). Struktur atas merupakan bagian struktur yang berfungsi menerima beban mati, beban hidup, dan berat sendiri struktur atas tersebut, juga menerima beban lain yang diperhitungkan sehingga dapat menjamin keamanan dan kenyamanan pengguna gedung tersebut. Selain itu struktur bangunan harus mampu mewujudkan perancangan arsitektur bangunan (Wibowo, 2011). Struktur atas ini terdiri dari kolom, balok, dan pelat lantai. Setiap komponen memiliki fungsi masing-masing yang sangat penting.

2.1.1 Kolom

Kolom adalah batang tekan *vertikal* dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Sudarmoko, 1996).

SK SNI T-15-1991-03 mendefinisikan kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan *vertikal* dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral kecil. Sedangkan komponen struktur yang menahan beban aksial *vertikal* dengan rasio bagian tinggi dengan dimensi lateral terkecil kurang dari tiga dinamakan *pedestal*. Sebagai bagian dari suatu kerangka bangunan dengan fungsi dan peran seperti tersebut, kolom menempati posisi penting dalam sistem struktur bangunan. Kegagalan kolom akan berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengannya, atau bahkan merupakan batas runtuh total keseluruhan struktur bangunan.

Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang), serta beban hembusan angin. Kolom

berfungsi sangat penting, agar bangunan tidak mudah roboh. Beban sebuah bangunan dimulai dari atap. Beban atap akan meneruskan beban yang diterimanya ke kolom. Struktur dalam kolom dibuat dari besi dan beton keduanya merupakan gabungan antara material yang tahan tarikan dan tekanan. Besi adalah material yang tahan tarikan, sedangkan beton adalah material yang tahan tekanan. *Sloof* dan balok bisa menahan gaya tekan dan gaya tarik pada bangunan.

Secara garis besar ada tiga jenis kolom beton bertulang, yaitu:

1. Kolom menggunakan pengikat sengkang lateral. Kolom ini merupakan kolom beton yang ditulangi dengan batang tulangan pokok memanjang, yang pada jarak spasi tertentu diikat dengan pengikat sengkang ke arah lateral, sedemikian rupa sehingga penulangan keseluruhan membentuk kerangka.
2. Kolom menggunakan pengikat spiral. Bentuknya sama dengan yang pertama hanya saja sebagai pengikat tulangan pokok memanjang adalah tulangan spiral yang dililitkan keliling membentuk *heliks* menerus di sepanjang kolom.
3. Struktur kolom komposit. Merupakan komponen struktur tekan yang diperkuat pada arah memanjang dengan gelagar baja profil atau pipa, dengan atau tanpa diberi batang tulangan pokok memanjang.

2.1.2 Balok

Balok merupakan salah satu pekerjaan beton bertulang. Balok merupakan bagian struktur yang digunakan sebagai dudukan lantai dan pengikat kolom lantai atas. Fungsinya adalah sebagai rangka penguat *horizontal* bangunan akan beban-beban. Balok mempunyai karakteristik utama yang lentur. Dengan sifat tersebut, balok merupakan elemen bangunan yang dapat diandalkan untuk menangani gaya geser dan momen lentur. Pendirian konstruksi balok pada bangunan umumnya mengadopsi konstruksi balok beton bertulang. Struktur beton bertulang terdiri atas dua bahan bangunan yang saling mendukung yakni baja dan beton. Untuk membangun balok beton bertulang harus dilakukan dengan cermat dan teliti supaya bisa menghasilkan struktur bangunan yang baik. Pendiannya pun harus memperhatikan faktor-faktor tertentu yang meliputi kekuatan, kekakuan, dan ketahanan.

2.1.3 Pelat Lantai

Pelat lantai adalah lantai yang tidak terletak di atas tanah langsung, merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Pelat lantai didukung oleh balok-balok yang bertumpuh pada kolom-kolom bangunan. Ketebalan pelat ditentukan oleh besar lendutan yang diinginkan, lebar bentang atau jarak antara balok-balok pendukung, dan bahan konstruksi dan pelat lantai. Pelat lantai harus direncanakan kaku, rata, lurus dan mempunyai ketinggian yang sama dan tidak miring. Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh beban yang harus didukung, besar lendutan yang diizinkan, lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung, bahan konstruksi dari pelat lantai. Pada pelat lantai hanya diperhitungkan adanya beban tetap saja (penghuni, perabotan, berat lapis tegel, berat sendiri pelat) yang bekerja secara tetap dalam waktu lama. Sedangkan beban seperti gempa, angin, getaran, tidak diperhitungkan.

2.1.4 Tangga

Tangga juga mempunyai peran penting dalam struktur atas. Tangga merupakan jalur yang mempunyai undak-undak (trap) yang menghubungkan satu lantai dengan lantai di atasnya dan mempunyai fungsi sebagai jalan untuk naik dan turun antara lantai tingkat.

1. Bagian-bagian dari struktur tangga

a. Pondasi tangga

Sebagai dasar tumpuan (landasan) agar tangga tidak mengalami penurunan, pergeseran. Pondasi tangga bisa dari pasangan batu kali, beton bertulang atau kombinasi dari kedua bahan dan di bawah pangkal tangga harus diberi balok anak sebagai pengaku pelat lantai, agar lantai tidak menahan beban terpusat yang besar.

b. Ibu tangga

Merupakan bagian dari tangga sebagai konstruksi pokok yang berfungsi untuk mendukung anak tangga.

c. Anak tangga

Berfungsi sebagai bertumpuhnya telapak kaki, dibuat dengan jarak yang sama dan selisih tinggi (trap) dibuat, agar kaki yang melangkah menjadi nyaman serta enak untuk melangkah.

d. Pagar tangga

Pagar tangga adalah bagian dari struktur tangga sebagai pelindung yang diletakkan disamping sisi tangga untuk melindungi agar orang tidak terpelosok jatuh.

e. Bordes

Adalah pelat datar diantara anak-anak tangga sebagai tempat beristirahat sejenak, bordes di pasang pada bagian sudut tempat peralihan arah tangga yang berbelok.

2. Macam - macam bentuk tangga

a. Bentuk tangga dapat disesuaikan dengan beda tinggi lantai dan ruangan yang tersedia. Untuk menambah suasana yang harmonis dalam ruangan, bentuk tangga juga sebaiknya dibuat indah dan serasi dengan interior ruangan.

b. Bentuk tangga yang umum banyak dipakai, yaitu:

- 1). Tangga lurus
- 2). Tangga miring
- 3). Tangga lengkung
- 4). Tangga siku
- 5). Tangga lingkaran

3. Standarisasi bentuk tangga serta ukurannya

Membuat tangga disamping keindahan perlu diperhatikan segi - segi teknisnya harus diperhatikan juga kemudahan, rasa aman, bagi orang yang melaluinya.

a. Lebar anak tangga :

- 1). Untuk rumah tinggal, lebar anak tangga 80 cm.
- 2). Untuk bangunan umum, lebar anak tangga 120 cm s/d 200 cm.
- 3). Untuk tangga darurat, lebar anak tangga bisa 70 cm.

Tetapi dapat juga diperhatikan jika yang melewati berpapasan di satu anak tangga :

- 1). Untuk satu orang, lebarnya 60 - 80 cm
- 2). Untuk dua orang, lebarnya 120 cm
- 3). Untuk tiga orang, lebarnya 180 cm

b. Lebar dan tinggi anak tangga (trap)

Semua anak tangga harus dibuat bentuk dan ukuran yang seragam, dan untuk memberikan kenyamanan bagi yang turun dan naik tangga.

4. Rumus untuk anak tangga

$$2t + l = 60 - 65 \text{ cm}$$

Keterangan :

t = tinggi anak tangga (tinggi tanjakan = *optrade*)

l = lebar anak tangga (lebar injakan = *antrade*)

Rumus diatas didasarkan pada :

- a. Satu langkah arah datar antara 60 - 65 cm.
- b. Untuk melangkah naik perlu tenaga 2 kali lebih besar dari pada melangkah datar.

Lebar dan tinggi anak tangga sangat menentukan kenyamanan, yang naik tidak cepat lelah dan yang turun tidak mudah tergelincir.

5. Ukuran ruang tangga

Ruang tangga harus dibuat leluasa, terang dan segar, harus diberi lubang ventilasi untuk dapat udara segar dan penerangan alam, agar menghemat pemakaian listrik pada siang hari. Ukuran ruang tangga ditentukan oleh jumlah anak tangga bentuk tangganya. Tangga untuk bangunan rumah tinggal, dengan lebar 100 cm, jumlah anak tangga 17 buah dengan bordes.

a. Kemiringan tangga

Kemiringan tangga dibuat tidak curam, agar orang mudah untuk naik dan turun tangga, jadi tidak banyak energi yang keluar, tetapi jika kemiringan dibuat terlalu landai dan dapat menjemukan bagi orang yang melaluinya, disamping itu banyak memakan tempat (*space*) yang ada, jadi kurang efisien. Kemiringan tangga yang wajar berkisar antara 25° s/d 42° dan untuk bangunan rumah tinggal biasa digunakan kemiringan 38° .

b. Konstruksi tangga

Konstruksi tangga harus kuat dan stabil, karena sebagai jalan penghubung ke lantai tingkat. Menurut peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung, 1983, bahwa beban ditangga lebih besar dari beban pada pelat lantai.

1. Untuk bangunan rumah tinggal = 250 kg/ m^2
2. Bangunan umum diambil = 300 kg/ m^2

Konstruksi tangga dapat menjadi satu dengan rangka bangunannya, jika terjadi ada penurunan bisa menyebabkan sudut kemiringan tangga berubah, Jika konstruksi tangga tersendiri artinya terpisah dengan struktural rangka

bangunan, dibuatkan pondasi tersendiri rangka tangga tidak menempel pada dinding diberi sela ± 5 cm.

2.2 Persyaratan Pekerjaan Pada Struktur Atas

Pekerjaan struktur atas adalah pekerjaan semua elemen-elemen struktur yang berdiri di atas permukaan tanah yaitu pekerjaan kolom, balok, dan pelat lantai yang melibatkan pekerjaan bekisting, pekerjaan pembesian, pekerjaan perancah (*scaffolding*), pekerjaan pengecoran, dan pekerjaan pembongkaran bekisting.

2.2.1 Persyaratan Pekerjaan Bekisting

Bekisting atau biasa disebut acuan/cetakan merupakan pekerjaan sementara, tetapi walaupun merupakan pekerjaan sementara harus kuat untuk menahan tekanan beton yang masih cair, dan juga harus kuat jika terkena injakan para pekerja dan pukulan-pukulan yang tidak disengaja. Harus diyakini juga agar tidak berubah bentuknya selama pekerjaan pengecoran beton sampai beton menjadi keras. Bekisting balok harus dipikul oleh balok-balok beton atau pelat beton yang menggantung, beban keseluruhan harus dipikul oleh balok-balok kayu, kemudian beban dari balok kayu tersebut diteruskan ke tiang-tiang penyangga dari perancah atau *scaffolding*. Sedangkan bekisting untuk konstruksi beton bagian bawahnya langsung didukung oleh tanah dasar, pasangan pondasi batu kali atau pasangan dinding tembok, jika memungkinkan tidak bocor air semennya, maka bidan alas tidak perlu dipasang papan cetakan, tetapi cukup dipasang dinding bekisting samping. Konstruksi bekisting harus dibuat sedemikian rupa sehingga mudah untuk dibongkar. Biasanya bahan untuk bekisting adalah dari kayu karena mudah pengerjaannya, tetapi sekarang sudah banyak cetakan beton dari pelat besi dan balok-balok besi profil, sehingga lebih efisien karena dapat dipakai terus dengan tidak mengalami kerusakan atau kerusakan relatif sangat kecil, sedangkan dengan menggunakan bahan kayu biasanya dipakai tiga atau empat kali sudah harus diganti cetakan dindingnya. Pekerjaan bekisting ini sangatlah penting, karena selain dapat mempengaruhi kekuatan beton juga dapat mempengaruhi nilai *performance* dari pekerjaan keseluruhan bangunan. Pada prinsipnya bekisting terdiri dari papan-papan yang sesuai dengan bentuk struktur yang direncanakan dan struktur balok-balok untuk penyangga papan-papan tersebut agar papan-papan tersebut tidak

melendut dan tidak berubah posisi karena terdesak adukan beton. Ada beberapa bekisting yang paling banyak dipakai dalam sebuah proyek yaitu :

1. Bekisting Konvensional

Bekisting konvensional adalah bekisting yang menggunakan kayu sebagai bahan utama dalam pengerjaannya, dipasang dan dibongkar pada bagian struktur yang akan dikerjakan. Pembongkaran bekisting dilakukan dengan melepas bagian-bagian bekisting satu per satu setelah beton mencapai kekuatan yang cukup. Bekisting dengan cara ini pada umumnya hanya dipakai untuk satu kali pekerjaan, namun jika material kayu masih memungkinkan untuk dipakai maka dapat digunakan kembali untuk bekisting pada elemen struktur yang lain. Ada beberapa kekurangan dalam bekisting konvensional ini yaitu material kayu tidak awet dipakai berulang kali, waktu pemasangan dan pembongkaran lama, banyak menghasilkan sampah kayu dan paku, sehingga lokasi menjadi kotor, dan bentuknya tidak presisi.

2. Bekisting Knock Down

Bekisting *knock down* adalah bahan utamanya terbuat dari plat baja dan besi *hollow*. Bekisting ini biaya per unitnya jauh lebih mahal jika dibandingkan dengan bekisting konvensional, namun kelebihanannya yaitu lebih awet dan tahan lama, sehingga dapat digunakan terus menerus sampai pekerjaan selesai.

3. Bekisting semi sistem

Bekisting semi sistem adalah bekisting yang bahan dasarnya disesuaikan dengan konstruksi beton, sehingga pengulangannya dapat dilakukan lebih banyak apabila konstruksi beton itu sendiri tidak terjadi perubahan bentuk maupun ukuran.

Pertimbangan penggunaan bekisting semi sistem adalah pada konstruksi yang cukup tinggi pengulangan penggunaan bekisting pada suatu pekerjaan cetakan sistem ini terbuat dari material kayu lapis atau plat, sedangkan perancah penopangnya terbuat dari baja yang dipabrikasi. Bekisting semi sistem merupakan perkembangan dari bekisting konvensional, peningkatan kualitas dari bekisting konvensional menjadi bekisting semi sistem terletak pada penggunaan ulang bekisting itu sendiri.

Dalam melaksanakan pekerjaan bekisting terlebih dahulu harus merencanakan dengan matang sesuai petunjuk yang diberikan dalam SNI 03-2847-2002 yaitu :

1. Bekisting harus menghasilkan struktur akhir yang memenuhi bentuk, garis, dan dimensi komponen struktur seperti yang disyaratkan pada gambar rencana dan spesifikasi.
2. Bekisting harus kuat dan cukup rapat untuk mencegah kebocoran mortar.
3. Bekisting harus diperkaku dan diikat dengan baik untuk mempertahankan posisi dan bentuknya.
4. Bekisting dan tumpuannya harus direncanakan sedemikian sehingga tidak merusak struktur yang dipasang sebelumnya.
5. Perencanaan bekisting harus menyertakan pertimbangan faktor-faktor kecepatan dan metode pengecoran beton, beban selama konstruksi (termasuk beban-beban *vertikal*, *horizontal*, dan tumbukan), dan persyaratan-persyaratan cetakkan khusus untuk konstruksi cangkang, plat lipat, kubah, beton arsitektural atau elemen-elemen sejenis.
6. Bekisting untuk elemen struktur beton harus dirancang dan dibuat sedemikian rupa hingga elemen struktur dapat bergerak tanpa menimbulkan kerusakan pada saat gaya prategang di aplikasikan.

2.2.2 Persyaratan Pekerjaan Perancah

Pekerjaan perancah adalah pekerjaan pembuatan struktur sementara yang akan digunakan untuk menyangga manusia dan material dalam konstruksi atau perbaikan gedung dan bangunan besar lainnya. Pengertian perancah secara umum merupakan peralatan kerja yang dibuat dan digunakan sebagai penyangga tenaga kerja. Biasanya perancah dibuat jika bangunan sudah mencapai ketinggian 2 meter dan tidak bisa dijangkau oleh pekerja. Umumnya perancah berbentuk sistem modular dari pipa atau tabung logam, walaupun bisa juga menggunakan bahan-bahan lain.

Di beberapa negara Asia terkhusus Indonesia masih banyak terlihat bambu digunakan sebagai perancah. Perancah kayu atau bambu umumnya diletakan dibagian atas gelagar balok yang cukup panjang dan lebarnya, untuk mencegah bekisting melesak. Penyetelan tinggi perancah dapat menggunakan bantuan dua biji kayu yang dapat digeser. Perancah ini termasuk tipe penyangga tradisional.

Ada juga *scaffolding* yang terbuat dari pipa besi yang dibentuk sedemikian rupa sehingga mempunyai kekuatan dalam menopang beban berat yang ada di atasnya. Dalam pembangunan kebutuhan *scaffolding* tergantung pada si pemilik proyek. Hal

ini dikarenakan adanya perbedaan biaya dalam penggunaannya, keuntungan jika menggunakan *scaffolding* adalah lebih menghemat biaya, efisien waktu, melestarikan alam karena tidak menghabiskan kayu atau bambu yang terlalu berlebihan.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk pemasangan *scaffolding* adalah sebagai berikut :

1. *Scaffolding* harus dibuat di atas tumpuan atau pelat lantai dengan kekuatan yang memadai untuk menerima beban tanpa penurunan.
2. *Scaffolding* harus berdiri tegak lurus dan tidak boleh miring, ini untuk menjaga para pekerja atau pada saat melaksanakan pengecoran tidak ambruk, dan juga berguna untuk mencegah perubahan bekisting yang telah dipasang di atasnya berubah posisi.
3. Sebelum pemasangan harus memeriksa terlebih dahulu apakah dalam kondisi yang baik dan diperiksa dengan teratur.
4. Pemasangan tidak harus menghalangi jalan keluar masuk.
5. Untuk pemasangan di atas tanah yang lembek harus harus didukung dan diperkuat dengan perancah tambahan yang sesuai. Sebelum menempatkan perancah.
6. Gambar rancangan pemasangan atau penempatannya harus diserahkan kepada pengawas lapangan untuk disetujui lebih lanjut.

2.2.3. Persyaratan Pekerjaan Pembesian/ Penulangan Untuk Beton

Pembesian atau juga biasa disebut penulangan untuk beton, biasanya berfungsi untuk menahan gaya tarik yang terjadi pada beton, karena beton tidak kuat menahan gaya tarik yang terjadi pada beton, ada juga tulangan yang ikut berfungsi menahan tekan, yaitu pada balok dengan tulangan rangkap dan pada pembesian juga harus memperhitungkan jarak bersih antara besi, jangan sampai terjadi agregat kasar tertahan oleh anyaman besi beton sehingga di bawah anyaman akan keropos.

Menurut SNI 03-2847-2002 bagian 3.50, mendefinisikan tulangan merupakan batang baja berbentuk polos atau berbentuk ulir yang berfungsi untuk menahan gaya tarik pada komponen struktur beton.

Sebelum suatu pekerjaan bangunan/proyek dimulai, salah satu pekerjaan yang harus dikerjakan adalah merencanakan potong dan bengkok besi. Potong dan bengkok besi dibuat dalam sebuah daftar untuk setiap diameter, yang disebut Daftar Potong dan Bengkok Besi. Pemotongan dan pembengkokan besi biasanya dengan mesin bertenaga

listrik untuk pekerjaan besar dan secara massal, tetapi kadang-kadang perlu juga adanya alat pembengkok secara manual untuk pekerjaan yang kecil-kecil dan hanya perlu satu atau dua buah saja. Rangkaian besi beton untuk balok-balok kecil dan kolom-kolom kecil misalnya balok *sloof* dan kolom praktis dikerjakan/dirakit di luar tempat pekerjaan (*prefabricated*). Tetapi untuk kolom-kolom besar, balok-balok besar dan pelat lantai dikerjakan/dirakit langsung di tempat pekerjaan. Pada bangunan bertingkat banyak panjang pembesian untuk kolom harus dilebihkan minimal $40d$, untuk stek penyambungan besi beton pada pengecoran kolom berikutnya di atasnya. Hal ini untuk memudahkan pekerjaan pembesian. Jarak antara besi tulangan dengan batas luar beton, biasa disebut selimut beton, sangat penting untuk melindungi besi tulangan agar tidak kontak dengan udara, yang dapat menyebabkan berkarat.

Persyaratan detail penulangan seperti dituliskan pada SNI-03-2847-2002 adalah sebagai berikut :

a. Kait Standar

1. Dalam pembengkokkan tulangan harus memenuhi ketentuan berikut :
Bengkokkan 180° ditambah perpanjangan $4d_b$, tapi kurang dari 60 mm pada ujung bebas kait.
2. Bengkokan 90° ditambah perpanjangan $12d_b$ pada ujung bebas kait.
3. Untuk sengkang dan kait pengikat untuk batang D-16 mm dan yang lebih kecil, bengkokan harus 90° ditambah perpanjangan $6d_b$ pada ujung bebas kait, dan untuk batang D-19 mm, D-22 mm, dan D-25 mm, bengkokan 90° ditambah perpanjangan $12d_b$ pada ujung bebas kait atau batang D-25 dan yang lebih kecil, bengkokan 135° ditambah perpanjangan $6d_b$ pada ujung bebas kait.

b. Diameter Bengkokan Minimum

1. Diameter bengkokan yang diukur pada bagian dalam batang tulangan tidak boleh kurang dari nilai dalam tabel 2.1, ketentuan ini tidak berlaku untuk sengkang dan sengkang ikat dengan ukuran D-10 mm hingga D-16 mm. -
2. Diameter dalam dari bengkokan untuk sengkang dan sengkang ikat tidak boleh kurang dari $4d_b$ untuk batang D-16 mm dan yang lebih kecil.
3. Untuk batang yang lebih besar dari pada D-16 mm, diameter bengkokan harus memenuhi tabel 2.1

Tabel 2.1 Diameter bengkokan minimum untuk sengkang

Ukuran Tulangan	Diameter Minimum
D-10 sampai dengan D-25	$6d_b$
D-29, D-32, dan D-36	$8d_b$
D-44 dan D-56	$10d_b$

Sumber : SNI 03-2847-2002

c. Cara Pembengkokan

Untuk pembengkokan yaitu semua tulangan harus dibengkokan dalam keadaan dingin. Tulangan yang sebagian sudah tertanam di dalam beton tidak boleh dibengkokan di lapangan, kecuali seperti yang ditentukan pada gambar rencana, atau diizinkan oleh pengawas lapangan.

d. Selimut Beton

Toleransi untuk tinggi d dan selimut beton minimum dalam komponen struktur lentur, dinding dan komponen struktur tekan harus memenuhi ketentuan dalam Tabel 2.2

Tabel 2.2 Toleransi untuk tinggi selimut beton

	Toleransi untuk d	Toleransi untuk selimut Beton minimum
$d \leq 200$ mm	± 10 mm	-10 mm
$d > 200$ mm	± 13 mm	-13 mm

Sumber : SNI 03-2847-2002

Keterangan :

d = Jarak dari serat tekan terluar terhadap titik berat tulangan tarik.

e. Batas Spasi Tulangan

Batasan spasi tulangan harus memenuhi ketentuan, dimana tulangan sejajar tersebut diletakkan dalam dua lapis atau lebih. Tulangan pada lapis atas harus diletakkan tepat di atas tulangan di bawahnya dengan spasi bersih antar lapisan tidak boleh kurang dari 25 mm. Pada komponen struktur tekan yang diberi tulangan spiral atau sengkang pengikat, jarak bersih antar tulangan longitudinal tidak boleh kurang dari $1,5d_b$ ataupun 40 mm.

f. Senggang Pengikat

Ketentuan untuk penulangan senggang pengikat pada komponen struktur tekan, dilaksanakan sebagai berikut :

1. Semua batang tulangan non prategang harus diikat dengan senggang dan senggang ikat laterak, paling sedikit ukuran D-10 mm untuk tulangan longitudinal lebih kecil dari D-32 mm, dan paling tidak D-13 mm untuk tulangan D-36 mm, D-4 mm, dan D-56.
2. Senggang ikat harus diatus sedemikian hingga setiap sudut dan tulangan longitudinal yang berselang harus mempunyai dukungan lateral atau perkuatan sisi yang didapat dari sudut sebuah senggang
3. Jika terdapat balok atau konsol (satu ujungnya terpasang pada suatu penopang tetap dan ujung lainnya bebas) pendek yang merangka pada keempat sisi suatu tulangan kolom, senggang dan senggang ikat boleh dihentikan pada lokasi tidak lebih dari 75 mm di bawah tulananterbawah dari balok atau konsol pendek yang paling kecil dimensi *vertikal*.

g. Pelindung Beton Untuk Tulangan

Beton bertulang dengan tebal selimut beton minimum harus disediakan dengan tulangan harus memenuhi ketentuan dalam persyaratan tebal minimum selimut beton dalam Tabel 2.3

Tabel 2.3 Persyaratan tebal minimum selimut beton

	Tebal selimut minimum (mm)
a. Beton yang dicor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah	75
b. Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca: Batang D-19 hingga D-56..... Batang D-16, jaringan kawat polos P16 atau kawat ulir D16 dan yang lebih kecil.....	50 40
c. Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau beton tidak langsung berhubungan dengan tanah :	

<u>Pelat, dinding, pelat berusuk :</u>	
D-16 dan yang lebih kecil.....	40
Batang D-36 dan yang lebih kecil.....	20
<u>Balok, kolom :</u>	
Tulangan utama, pengikat, sengkang, lilitan spiral	40
<u>Komponen struktur cangkang, pelat lipat :</u>	
Batang D-19 dan yang lebih besar.....	20
Batang D-16, jaring kawat polos p16 atau ulir D16 dan yang lebih kecil.....	15

Sumber : SNI 03-2847-2002

2.2.4 Persyaratan Pekerjaan pengecoran Beton

Pekerjaan pengecoran beton adalah pekerjaan penuangan beton segar ke dalam cetakan suatu elemen struktur yang telah dipasang besi tulangan. Sebelum pekerjaan pengecoran dilakukan, harus dilakukan inspeksi pekerjaan untuk memastikan cetakan dan besi tulangan telah terpasang sesuai rencana. Pada proyek pembangunan dengan skala besar banyak menggunakan *ready mix* untuk pengecoran, dipesan langsung di pabrik pembuatan beton atau biasa disebut *Batching plant*, lalu beton cair dari pabrik ini dibawa ke tempat lokasi proyek biasanya dengan menggunakan *agitator-truck*. Perjalanan ini dapat mengalami waktu yang perlu diperhitungkan, karena beton mengeras ada batasan waktunya. Beton cair yang dibawa oleh *agitator truck* ke lokasi proyek belum tentu dapat langsung dituangkan ke dalam cetakan beton. ada beberapa kemungkinan untuk mengangkut beton cair ke tempat cetakan beton, yang mana kesemuanya tergantung kondisi lapangan dan kebutuhan kecepatan pengecoran beton, diantaranya sebagai berikut :

1. Beberapa kasus untuk pengecoran yang langsung di bawah tanah, dan tinggi jatuhnya beton tidak melebihi 1,5 m, misalnya pondasi, pile-cap, dan lain-lain dapat langsung dari *agitator truck* ditumpahkan dengan melalui talang. Tetapi jika ada kemungkinan tinggi jatuhnya melebihi 1,5 m, maka perlu menggunakan pipa tremi. Hal ini untuk menghindari terjadinya segregasi.
2. Jika kondisi lapangan dan lokasi tidak memungkinkan, beton cair dari *agitator truck* dapat dipompakan melalui pipa besi sampai ke lokasi cetakan beton dengan menggunakan *concrete pump*.

3. Dari kondisi lapangan yang tidak memungkinkan, dapat digunakan *belt conveyor*, untuk menghindari tinggi jatuh dari beton yang melebihi 1,5 m.
4. Untuk mengangkut beton cair pada ketinggian tertentu dengan menggunakan *tower*, tetapi masih perlu pengangkutan lagi dengan gerobak menuju ke tempat cetakan beton.
5. Dengan menggunakan *tower crane* mengangkut beton cair pada ketinggian tertentu bisa langsung ditumpahkan ke dalam cetakan dengan melalui *bucket*.
Pekerjaan beton ini sangat penting dan sangat rawan sekali sebelum menjadi keras. Beton dalam keadaan masih cair dengan campuran sesuai *mix design*, harus segera diletakan dalam cetakan beton, tidak boleh terjadi segregasi, tidak boleh berupa *ratio* air/semen, harus dipadatkan dengan alat *concrete vibrator* dengan cara ditancapkan ke dalam beton sampai kira-kira lapisan susu semen mulai timbul pada permukaan, harus terhindar dari air hujan atau air lainnya, pengecoran tidak boleh dijatuhkan pada ketinggian lebih dari 1,5 m, untuk pengecoran pada cetakan yang dalam harus menggunakan pipa *tremi* untuk mengurangi tinggi jatuh bebas dari beton.

Pelaksanaan pengecoran harus memenuhi persyaratan yang diberlakukan dalam SNI-03-2847-2002 yaitu :

1. Beton harus dicor sedekat mungkin pada posisi akhirnya untuk menghindari terjadinya segregasi akibat penanganan kembali atau segregasi akibat pengaliran.
2. Pengecoran beton harus dilakukan dengan kecepatan sedemikian hingga beton selama pengecoran tersebut tetap dalam keadaan plastis dan dengan mudah dapat mengisi ruang di antara tulangan.
3. Beton yang telah mengeras sebagian atau beton yang telah terkontaminasi oleh bahan lain tidak boleh digunakan untuk pengecoran.
4. Beton yang ditambah air lagi atau beton yang telah dicampur ulang setelah pengikatan awal tidak boleh digunakan, kecuali bila disetujui oleh pengawas lapangan.
5. Setelah dimulainya pengecoran, maka pengecoran tersebut harus dilakukan secara menerus hingga mengisi secara penuh panel atau penampang sampai batasnya, atau sambungan yang ditetapkan sebagaimana yang diizinkan atau dilarang pada siar pelaksanaan.
6. Permukaan atas cetakan *vertikal* secara umum harus datar.

7. Jika diperlukan siar pelaksanaan, maka sambungan harus disesuaikan dengan siar pelaksanaan.
8. Semua beton harus dipadatkan secara menyeluruh dengan menggunakan peralatan yang sesuai selama pengecoran dan harus diupayakan mengisi sekeliling tulangan dan seluruh celah dan masuk ke semua sudut cetakan.

2.2.5 Pembongkaran Bekisting Dan Penopang, Serta Penopangan Kembali

Pembongkaran bekisting dapat dilaksanakan setelah beton mengeras dan sudah mempunyai tegangan tekan yang di persyaratkan. Tetapi untuk kasus tertentu, misalnya balok beton bagian samping, kolom beton jika pelat beton yang harus disangga oleh kolom beton tersebut masih disangga oleh *scaffolding*, bagian-bagian bidang beton yang tidak menyangga beban, tidak perlu harus menunggu sampai beton mempunyai tegangan tekan yang dipersyaratkan. Tegangan tekan yang dipersyaratkan ini untuk beton biasa dapat dicapai pada umur 28 hari, tetapi sekarang sudah ada *admixture* untuk mempersingkat umur sehingga tidak perlu harus menunggu sampai 28 hari sudah mempunyai tegangan tekan yang dipersyaratkan.

Sebelum dicor beton dinding cetakan yang akan menempel beton harus diberi cairan khusus (*shuttering oil*) yang tidak mempengaruhi kekuatan beton yang menempelnya pada waktu pengecoran. Banyak kasus pelaksana bangunan menggunakan minyak oli, hal ini tidak dibenarkan karena akan memperlemah kekokohan beton sekeliling yang menempel cetakan yang diberi minyak oli tersebut. Perlu dipertimbangkan terhadap harga, karena sekarang sudah ada *plywood* yang berlapis film dengan bahan yang tidak melekat pada beton, sehingga beton tidak menempel cetakan setelah mengeras.

Pembongkaran bekisting harus dikerjakan oleh yang ahli, sehingga tidak terjadi cacat pada permukaan beton, diusahakan agar cetakan beton dapat digunakan secara beberapa kali sehingga harga beton per satuan volume lebih murah. Proses pembongkaran bekisting tergantung pada kecepatan mengerasnya beton, setelah itu baru dibongkar setelah ditanyakan aman oleh pengawas lapangan.

Bekisting harus dibongkar dengan cara-cara yang tidak mengurangi keamanan dan kemampuan layan struktur. Beton yang akan dipengaruhi oleh pembongkaran cetakan harus memiliki kekuatan cukup sehingga tidak akan rusak oleh operasi

pembongkaran. Pembongkaran bekisting dapat dilakukan minimal 2-3 hari setelah pengecoran, dengan syarat bekisting tidak menerima beban.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam melaksanakan pembongkaran penopang dan penopangan kembali adalah sebagai berikut :

1. Sebelum dimulainya pekerjaan konstruksi, kontraktor harus membuat prosedur dan jadwal untuk pembongkaran penopang dan pemasangan kembali penopang.
2. Analisis struktur dan data kekuatan beton yang dipakai dalam perencanaan dan pembongkaran cetakan dan penopang dan pemasangan kembali penopang harus diserahkan oleh kontraktor kepada pengawas lapangan apabila diminta.
3. Tidak boleh ada yang mengambil penopang atau membongkar penopang dari bagian struktur yang sementara dikerjakan, kecuali apabila bagian dari struktur tersebut bersama-sama dengan bekisting dan penopang yang tersisa memiliki kekuatan yang memadai untuk menopang berat sendiri dan beban yang ditumpukan kepadanya.
4. Penopang cetakan untuk beton prategang tidak boleh dibongkar sampai kondisi gaya prategang yang telah diaplikasikan mencukupi bagi komponen struktur prategang tersebut untuk memikul beban matinya dan beban konstruksi yang diantisipasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Pada penulisan Tugas Akhir ini mengambil tempat penelitian selama melakukan Praktek Kerja Lapangan (PKL) selama lebih dari tiga bulan dari tanggal 13 Februari sampai dengan 9 juni 2018 yang berlokasi di Universitas Sam Ratulangi Manado pembangunan gedung Laboratorium Teknik dengan Kontraktor PT. Adhi Karya (persero) Tbk.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data terkait dengan judul Tugas Akhir yaitu :

3.2.3 Data Primer

a. Wawancara

Penulis menggunakan teknik wawancara pada orang yang berpengalaman di bidang pekerjaan struktur atas serta mengumpulkan data-data penunjang agar penulisan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar.

b. Observasi

Dengan melakukan pengamatan secara langsung dilapangan segala sesuatu yang berkaitan dengan bahan untuk penulisan Tugas Akhir ini dicatat dengan melihat proses atau prosedur kerja secara langsung pada proyek tersebut antara lain yaitu :

1. Melihat pembuatan as kolom oleh surveyor

Pada dasarnya titik as kolom didapat dari hasil pengukuran dan pematokan yang dilakukan oleh tim surveyor yang mendasar pada standar pengukuran poligon tertutup tiga titik koordinat dan akan menjadi patokan pengukuran. Tim surveyor yang ahli yang disetujui dan mereka bertanggung jawab memberikan informasi dan data yang berkaitan dengan pengukuran kepada Pengawas Lapangan. Penentuan as kolom berdasarkan peminjaman titik as pada lantai sebelumnya. Tim surveyor yang terdiri dari dua orang

menggunakan sejumlah peralatan pengukuran yang memadai, akurat dan memiliki sertifikat dan disetujui Pengawas Lapangan.

2. Melihat pekerjaan pembesian kolom, balok dan pelat lantai

Pekerjaan ini merupakan pekerjaan perakitan besi tulangan sebagai bagian dari struktur untuk mendukung kekuatan pada beton. Untuk pekerjaan pembesian kolom dilakukan langsung di lokasi kerja dan untuk pekerjaan pembesian balok dan pelat lantai dirakit langsung ditempat, tapi untuk pekerjaan pemotongan tulangan, pembuatan sengkang, dan pembengkokan dikerjakan langsung di tempat pabrikasi dengan melihat dimensi penulangan di gambar kerja.

3. Melihat pemasangan bekisting kolom

Setelah melihat proses pembuatan as kolom dan pemasangan tulangan kolom telah selesai, maka hal selanjutnya yang dikerjakan adalah memasang bekisting atau acuan kolom. Pekerjaan bekisting pada proyek ini menggunakan bekisting semi sistem.

4. Melihat pengecoran kolom

Melaksanakan pengecoran kolom pastikan dulu apakah pekerjaan pemasangan bekisting benar-benar selesai. Pengecoran kolom pada proyek ini dilaksanakan sesuai dengan ketentuan spesifikasi teknis mengenai pengecoran, dan pengecoran menggunakan *ready mix* dengan mutu beton $f'c$ 30 MPa untuk struktur atas. Sebelum memulai pengecoran terlebih dahulu membuat uji *slump* dan membuat benda uji silinder.

5. Melihat Pembongkaran Bekisting Kolom

Pembongkaran bekisting atau cetakan yang menahan berat beton tergantung pada kekuatan yang telah dicapai oleh beton berdasarkan pemeriksaan spesimen. Pembongkaran bekisting harus disetujui oleh pengawas lapangan dan jadwal pembongkarannya ditentukan sendiri oleh pengawas lapangan. Pada saat pembongkaran bekisting harus hati-hati dan teliti agar bisa mencegah kerusakan pada kolom seperti timbulnya retak-retak, dan atau kecacatan fisik lain yang dapat mengurangi kemampuan struktur kolom tersebut.

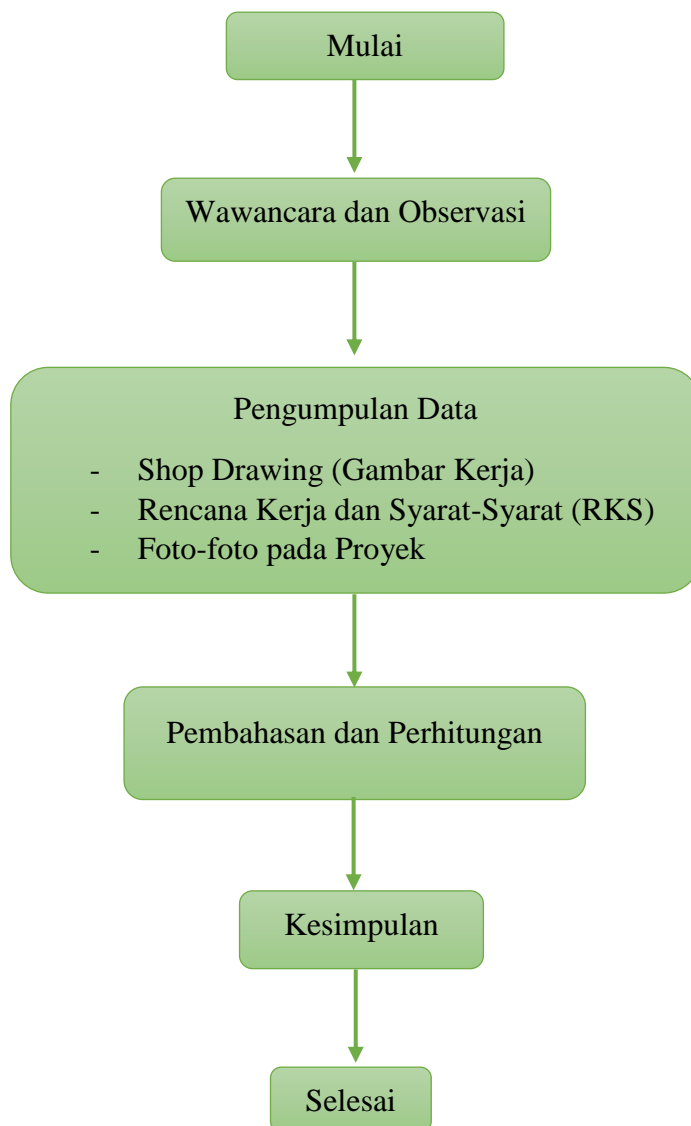
6. Melihat perawatan beton kolom

7. Melihat pembuatan elevasi pada kolom
Pembuatan marking elevasi pada kolom dilakukan oleh tim surveyor yang terdiri dari dua orang dengan alat ukur *waterpass* jika proses pembongkaran bekisting kolom, perbaikan, dan perawatan pada kolom telah selesai dilakukan. Garis yang dibuat berada pada posisi 1,05 m dari lantai gedung. Pembuatan marking elevasi ini berguna untuk menentukan elevasi pada balok dan pelat lantai di atasnya nanti.
8. Melihat pekerjaan pemasangan perancah (*scaffolding*)
Sebelum pekerjaan bekisting dimulai, haruslah memasang *scaffolding* yang berfungsi sebagai penopang bekisting balok dan pelat lantai.
9. Melihat pemasangan bekisting pada balok dan pelat lantai
10. Melihat pekerjaan pembesian untuk balok dan pelat lantai
11. Melihat pengecekan elevasi balok dan pelat lantai
Pekerjaan ini dilakukan sebelum melakukan kegiatan pengecoran, agar pelat lantai dan balok tidak menjadi miring dan elevasi per lantainya sesuai ukuran yang direncanakan dalam gambar kerja.
12. Melihat pembersihan dan penyiraman bekisting balok dan pelat lantai
13. Melihat pengecoran balok dan pelat lantai
Pengecoran balok dan pelat lantai dilakukan secara bersamaan, ketika pekerjaan pembesian, pekerjaan perancah dan bekisting, perakitan tulangan, dan cek elevasi sudah selesai dilaksanakan. Bahan menggunakan beton *ready mix*. Dengan menggunakan *concrete pump* sebagai penuang beton segar dari *agitator truck* ke lokasi yang akan di cor.
14. Melihat pembongkaran bekisting balok, pelat lantai serta perancah

3.2.4 Data Sekunder

- a. Shop Drawing (Gambar kerja).
- b. Rencana Kerja Dan Syarat-Syarat (RKS).
- c. Foto-foto pada proyek

3.3 Teknik Penulisan Tugas Akhir



Gambar 3.1 Diagram Alir

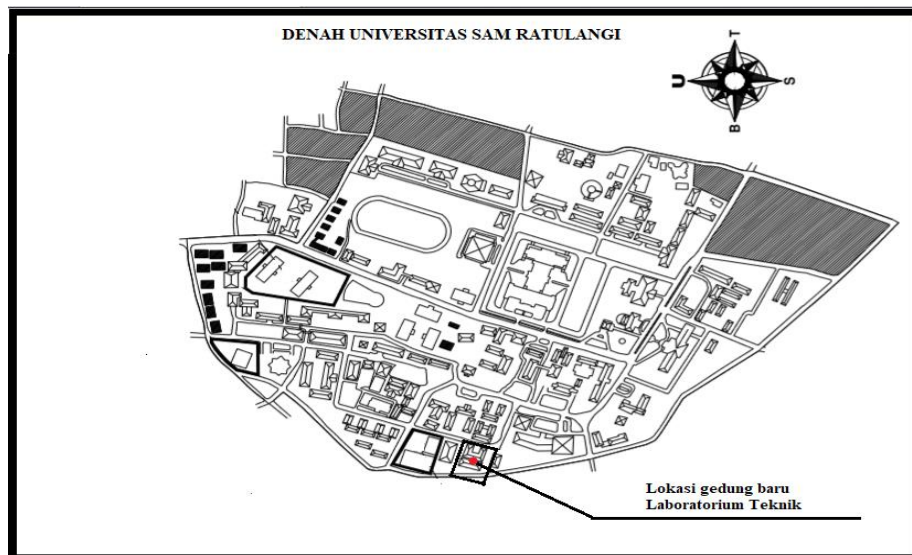
BAB IV

GAMBARAN UMUM PROYEK

4.1 Lokasi Proyek

Proyek pembangunan Laboratorium Teknik, berlokasi di Universitas Sam Ratulangi Jl. Kampus Barat Bahu, Manado, Sulawesi Utara, Indonesia. Adapun batas-batas proyek sebagai berikut :

- a. Utara : Gedung Jurusan Teknik Mesin
- b. Selatan : Gedung Jurusan Arsitek
- c. Barat : Jalan Kampus Barat
- d. Timur : Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil



Gambar 4.1 Denah dan lokasi pembangunan gedung Laboratorium Teknik

4.2 Data Umum Proyek

Adapun data umum Proyek Pembangunan Laboratorium Teknik adalah sebagai berikut :

- a. Nama Proyek : Gedung Laboratorium Teknik
Universitas Sam Ratulangi Manado
- b. Lokasi : Jalan Kampus Barat, Bahu, Manado
- c. Owner : Universitas Sam Ratulangi Manado

- d. Jumlah lantai : 3 lantai ditambah 1 lantai atap
- e. Konsultan Pengawas : PT. Griksa Cipta
- f. Konsultan Perencana : PT. Patroon Arsindo
- g. Kontraktor Utama : PT. Adhi Karya (persero) Tbk.
- h. Lingkup Pekerjaan : Struktur, Arsitektur, Mekanikal dan Elektrikal
- i. Nilai Proyek : ± Rp. 50.360.859.546,93.
- j. Waktu Pelaksanaan : 16 bulan (480 hari kalender)
- k. Sumber Dana : Islamic Development Bank
- l. Luas Bangunan : ± 1.404 m²

4.3 Data Struktur Bangunan

Adapun data struktur bangunan Laboratorium Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado adalah sebagai berikut :

a. Elevasi Bangunan

Tabel 4.1 Elevasi Bangunan gedung baru Laboratorium Teknik

Lantai	Elevasi (m)
Lantai 1 – Lantai 2	+ 5.00
Lantai 2 – Lantai 3	+ 4.25
Lantai 3 – Lantai atap	+ 4.25
Total	+ 13.50

b. Pondasi

Pondasi yang digunakan pada proyek Laboratorium Teknik adalah pondasi Bored Pile yang di bor sebanyak 149 titik, panjang 9 m, lebar dengan diameter 800 mm, digunakan mutu beton f'c 25 MPa dan baja tulangan yang dipakai tipe BJTP-24 (polos) + BJTD-40 (ulir).

c. Pile Cap

Pile Cap memiliki ukuran yang berbeda-beda tapi Mutu betonnya sama yaitu f'c 30 MPa dan baja tulangan tipe BJTP-24 (polos) + BJTD-40 (ulir).

d. Beton

Beton yang digunakan dalam proyek gedung Laboratorium Teknik yaitu beton

mutu $f'c$ 30 MPa untuk struktur atas bangunan Laboratorium Teknik, beton mutu $f'c = 25$ MPa untuk struktur bawah bangunan Laboratorium Teknik (Bore pile), dan mutu beton non structural K175, termasuk lantai kerja.

e. Kolom

Tulangan utama yang digunakan adalah baja ulir diameter 22 mm, dan diameter 19 mm. Sengkang menggunakan baja ulir diameter 13 mm, dan baja polos diameter 10 mm.

Tabel 4.2 Tipe kolom setiap lantai

Lantai	Tipe Kolom	Dimensi (mm)
Lantai 1	K1-A	800 × 600
	K-2	(900 × 300 + 300 × 300)
	K-3	(600 × 300 + 300 × 300)
	K4	300 × 300
Lantai 2	K1	800 × 600
	K-2	(900 × 300 + 300 × 300)
	K-3	(600 × 300 + 300 × 300)
Lantai 3	K1	800 × 600
	K-2	(900 × 300 + 300 × 300)
	K-3	(600 × 300 + 300 × 300)

f. Balok

Tulangan utama balok memakai baja ulir diameter 22 mm, diameter 16 mm, dan diameter 13 mm. Sengkang yang digunakan baja polos diameter 10 mm.

Tabel 4.3 Tipe balok setiap lantai

Lantai	Tipe Balok	Dimensi (mm)
Lantai 1	TB-1	300 × 600
	TB-2	200 × 300
Lantai 2 – Lantai atap	B-1	400 × 900
	B-1a	400 × 900
	B-1K	400 × 900
	B-3	300 × 500
	B-3a	300 × 600
	B-4	200 × 600
	B-5	200 × 600

g. Pelat Lantai

Ketebalan pelat yaitu 80 mm, dan 120 mm, Tulangan yang digunakan adalah baja polos diameter 10 mm.

Tabel 4.4 Tipe pelat setiap lantai

Lantai	Tipe	Tebal (mm)
Lantai 1	B	80
Lantai 2	A	120
Lantai 3	A	120
Lantai atap	A	120

h. Tangga

Berikut gambaran umum tangga pada proyek ini :

1. Lebar tangga 2400 mm.
2. Lebar bordes 2200 mm
3. Tebal pelat tangga 150 mm.
4. Tebal pelat bordes 150 mm.
5. Tulangan utama baja ulir diameter 16 mm, jarak antar tulangan 150 mm.
6. Sengkang menggunakan baja polos diameter 8 mm, jarak antar tulangan 200 mm.

i. Baja

1. Baja Tulangan Polos.

Baja tulangan polos dengan diameter ≤ 13 mm dari baja mutu BJTP-24 dengan tegangan leleh 2400kg/cm², dan memenuhi ketentuan SII-0136-84/SNI.07-2052-1990. Diameter yang digunakan disesuaikan dengan ketentuan dalam gambar kerja.

2. Baja Tulangan Berulir.

Baja tulangan berulir dengan diameter > 13 mm dari mutu BjTD-40 dengan tegangan leleh 4000kg/cm², dan memenuhi ketentuan SII-0136-84/SNI.07-2052-1990. Diameter yang digunakan disesuaikan dalam ketentuan gambar kerja.

4.4 Standar/Rujukan Yang Dipakai

Adapun standar atau rujukan yang dipakai dalam proyek ini yaitu :

1. Persyaratan Beton Struktural Indonesia (SNI 2847-2013).

2. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI-03-2847-2002).
3. British Standard (BS).
4. American Society for Testing and Materials (ASTM).
5. American Concrete Institute (ACI).
6. Standar Industri Indonesia (SII).
7. Spesifikasi Teknis - Beton Cor di Tempat.


BAB V PEMBAHASAN

5.1 Pekerjaan Pada Kolom

5.1.1 Cara Pembuatan As Kolom Dengan Membuat Marking (tanda)

Tabel 5.1 Alat yang digunakan dalam pembuatan as kolom

Gambar	Nama	Fungsi
 <p style="text-align: center;"><i>Sumber : bhineka.com</i></p>	<i>Total Station.</i>	Sebagai alat yang membantu dalam penentuan titik as kolom.
 <p style="text-align: center;"><i>Sumber : bhineka.com</i></p>	Meteran	Sebagai alat ukur jarak untuk menentukan as kolom berdasarkan garis bantu.
 <p style="text-align: center;"><i>Sumber : teknologisurvey.com</i></p>	<i>Tripod</i>	Untuk membantu badan total station agar bisa berdiri dengan tegak.
	Sipatan	Sebagai alat untuk membuat marking (tanda).

	Pencil	Sebagai penanda pada lantai jika titik bidikan total station pas.
---	--------	---

a. Tahap pelaksanaan

1. Membawa peralatan ke lokasi kolom yang akan di tentukan as kolom dan memeriksa kembali peralatan yang akan digunakan dalam proses ini.
2. Membaca gambar kerja untuk melihat posisi kolom.
3. Selanjutnya membuat lubang pada pelat lantai untuk memindahkan titik as pada lantai sebelumnya ke lantai atas yang akan dibuat marking terlebih dahulu.



Gambar 5.1 Pembuatan lubang pada pelat lantai untuk menentukan as kolom


4. Memasang *tripod* dan alat *total station* sejajar arah *vertikal* pada titik as lantai sebelumnya. Setelan alat harus benar-benar tegak, posisi nivo pada alat harus berada di tengah, bidikan *vertikal* harus berada sejajar dengan titik yang telah dibuat pada lantai sebelumnya.
5. Jika alat sudah benar-benar siap, surveyor membidik titik yang telah mereka buat sebelumnya pada pagar proyek yang masih bisa dilihat pada lantai ini sebagai titik patokan.
6. Setelah mendapatkan titik bidikan yang pas, maka surveyor memutar pengunci *horizontal* pada alat agar tidak bergeser.

7. pegang pensil dan diarahkan pada titik bidikan alat, jika sudah pas maka di tandai dengan titik yang mudah dilihat pada lantai.
8. Lalu nyalakan alat maka sudut bacaan adalah 0° , lalu buka pengunci *horizontal*, putar alat sampai sudut bacaan 90° lalu dikunci *horizontal* lagi. lalu pegang pensil untuk diarahkan ke posisi titik bidikan total station tersebut, jika sudah pas pada posisi lalu dibuat titik yang mudah dilihat di lantai. Ulangi cara tersebut untuk sudut bacaan 180° dan 270° .
9. Setelah dibuat empat titik pinjaman sipatkan keempat titik tersebut secara berpotongan sumbu dengan alat sipat yang diberi tinta hitam. Syarat sipatan tidak terlalu kering juga tidak boleh terlalu banyak dituangkan tinta, ini mempengaruhi hasil sipatan nantinya.
10. Selanjutnya mengukur posisi kolom berdasarkan garis yang dibuat atau telah disipat tadi, jika dibuatkan garis bantu 1 meter dari garis utama maka posisi as kolom tersebut adalah 1 meter dari garis bantu.


5.1.2 Pekerjaan Pembesian Kolom

5.1.2.1 Pemotongan Tulangan Serta Pembuatan Tulangan Utama Dan Sengkang

Tabel 5.2 Alat dan bahan yang digunakan dalam pekerjaan Pembesian

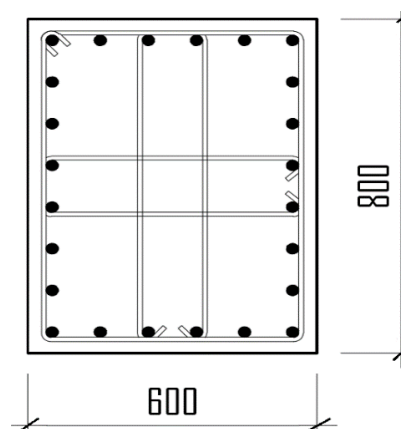
Gambar	Nama	Fungsi
 <p data-bbox="416 1765 683 1798"><i>Sumber : jualbesi.com</i></p>	Baja Tulangan Ulir dan Polos	sebagai penahan gaya tarik pada kolom.

 <p>Sumber : indotrading.com</p>	Kawat bendrat	sebagai pengikat antar tulangan utama dan tulangan sengkang.
 <p>Sumber : histeel.co.id</p>	Tang Pengikat bendrat	untuk mengikat bendrat.
	Mesin <i>Bar Cutter</i>	untuk memotong tulangan sesuai ukuran pada gambar kerja.
	Mesin <i>Bar bender</i>	untuk membengkokkan baja tulangan yang akan dipakai yang disesuaikan dengan gambar kerja.
 <p>Sumber : bhineka.com</p>	Meteran	untuk mengukur panjang dan mengukur jarak antar baja tulangan.
 <p>Sumber : vmancer.com</p>	Beton <i>decking</i>	untuk memberikan jarak antara baja tulangan dan dinding bekisting.

	<p>Pembengkok baja tulangan manual</p>	<p>untuk meluruskan tulangan utama yang panjangnya 12 meter.</p>
---	--	--

a. Tahap pelaksanaan

1. Pengerjaan dilakukan di los kerja atau tempat pabrikasi yang telah disediakan.
2. Luruskan baja tulangan utama terlebih dahulu yang panjangnya 12 meter dengan menggunakan pembengkok besi tulangan manual, karena pada umumnya baja tulangan yang dibeli tidak lurus tapi dibengkokkan setengah dari panjang totalnya.
3. Potong baja tulangan utama sesuai dengan ukuran yang terdapat pada gambar kerja dengan menggunakan mesin *bar cutter*, potong sesuai dengan kebutuhan.
4. Bengkokkan bagian bawah baja tulangan utama, bengkokkan dilakukan hanya kecil saja agar mudah untuk dimasukkan pada tulangan lewatan. Pembengkokkan dilakukan dengan alat pembengkok manual.
5. Setelah semua baja tulangan utama sudah dipotong, kemudian membuat tulangan sengkang. Tulangan sengkang untuk kait dibengkokkan dengan mesin *bar bender*.
6. Baja tulangan sengkang kolom dibuat sesuai dengan ukuran pada gambar kerja atau dengan cara berikut :



Gambar 5.2 Kolom tipe K1 Laboratorium Teknik Unsrat

Tulangan sengkang untuk kolom tipe K1 ukuran 800×600 mm

Selimut beton : 30 mm

Tulangan sengkang : $\varnothing 10$ mm

Untuk kait/bengkokan untuk sengkang dan pengikat dengan ukuran D-10 hingga D-16, tidak boleh kurang dari $6d_b$ (SNI 2847-2013).

Kait/bengkokan : $6d_b = 6 \times 10$
 $= 60$ mm

Dibuat 2 kait : $60 \times 2 = 120$ mm

Panjang dan lebar sengkang sesudah dikurangi dengan selimut beton di keempat sisi :

Panjang sengkang : $740 \times 2 = 1480$ mm

Lebar sengkang : $540 \times 2 = 1080$ mm

Total panjang sengkang : $1480 + 1080 + 120 = 2680$ mm

Jadi untuk membuat satu buah tulangan sengkang kolom tipe K1 memerlukan baja tulangan polos diameter 10 mm dengan panjang 2680 mm.

7. Setelah selesai membuat tulangan utama dan tulangan sengkang maka selanjutnya proses perakitan tulangan kolom.



Gambar 5.3 Pembengkokan tulangan oleh pekerja pembesian

5.1.2.2 Perakitan Tulangan

a. Tahap pelaksanaan

1. Sediakan semua tulangan yang akan dirakit.

2. Masukkan tulangan sengkang pada tulangan utama. Ikat dengan kawat bendrat dengan menggunakan tang pengikat bendrat.
3. Jarak antar tulangan utama dan jarak antar tulangan sengkang diukur dengan menggunakan meteran disesuaikan dengan melihat jarak tersebut pada gambar kerja.



Gambar 5.4 Perakitan tulangan kolom

5.1.2.3 Pengangkutan Dan Pemasangan Tulangan

a. Tahap pelaksanaan

1. Sebelum diangkat dan dipasang, baja tulangan harus bebas dari debu, karat, kerak lepas, oli, cat dan bahan asing lainnya.
2. Kaitkan tulangan yang telah dirakit tadi pada tali penarik *mobile crane* lalu diangkat ke lokasi yang akan dipasang tulangan kolom.



Gambar 5.5 Pengangkatan tulangan kolom dengan menggunakan mobile crane

- Seorang pekerja mengarahkan operator *mobile crane* tersebut dengan menggunakan alat komunikasi *handy talky* agar baja tulangan kolom yang telah dirakit bisa masuk dengan panjang stek (lewatan) yang telah tersedia, setelah itu beberapa orang pekerja mengikatkan kawat bendrat agar posisi tulangan tidak bergeser lagi.





Gambar 5.6 Pemasangan tulangan kolom

- Lepaskan kait pada tali pengikat *mobile crane* jika tulangan sudah terikat dengan kawat bendrat pada sambungan
- Kemudian memasang beton *decking* sebagai selimut beton. Selimut beton yang diizinkan sesuai dengan gambar kerja untuk kolom.

5.1.3 Pemasangan Bekisting Kolom

Tabel 5.3 Alat dan bahan yang digunakan dalam pemasangan bekisting kolom

Gambar	Nama	Fungsi
	Bekisting semi sistem	Sebagai acuan atau cetakan untuk membuat kolom.

 <p><i>Sumber :suppliertierod.com</i></p>	<p><i>Push Pull</i></p>	<p>Pengatur ketegakan bekisting kolom</p>
--	-------------------------	---

a. Tahap pelaksanaan

1. Bekisting yang akan digunakan diangkat dengan *mobile crane* ke tempat yang akan dipasang.
2. Sebelum dipasang pekerja mengolesi dengan oli permukaan dinding dari bekisting. Oli yang digunakan harus disetujui oleh pengawas lapangan.
3. Setelah diolesi oli kemudian pasang bekisting tersebut dengan memasang tegak lurus terhadap sumbu kolom tersebut.
4. Setelah terpasang satukan sabuk pada bekisting dengan menggunakan klem atau pengunci dengan kuat. Bekisting harus dibuat dengan teliti oleh pekerja.
5. Selanjutnya pasang *push pull* sebagai pengatur ketegakan bekisting.



Gambar 5.7 Bekisting kolom pada proyek

6. Setelah itu membuat unting-unting untuk mengecek ketegakan dan kelurusan bekisting tersebut.

7. Setelah benar-benar terpasang dengan kuat, periksa lagi apakah bekisting sudah rapat dan pada semua sudut sambungan atau pertemuan harus kaku, ini dimaksud agar ketika melaksanakan pengecoran bekisting tidak terbuka dan mengeluarkan banyak campuran beton.
8. Setelah itu, sebelum melaksanakan pengecoran perlu di cek lagi apakah posisi bekisting sesuai dengan jarak marking garis bantu yang dibuat dan di cek lagi ketegakan unting-unting jika sudah tegak lurus pada dua sisi yang berbeda. Jika sudah sesuai maka ke tahapan pengecoran kolom.

5.1.4 Pekerjaan Pengecoran Kolom

Terlebih dahulu membuat uji *slump* dan membuat benda uji

a. Uji Slump

1. Sediakan kerucut *slump*, dan batang besi untuk memadatkan diameter 16 mm dan panjang 600 mm, yang telah dibersihkan dan dibasahi dengan air.
2. Letakan kerucut *slump* pada dasar pelat yang rata.
3. Injak telinga kerucut *slump* agar tidak bergeser, dan pastikan tidak akan mengeluarkan adukan beton
4. Isi kerucut dengan adukan beton dengan ketebalan setiap lapis 1/3 dari ketinggian kerucut.
5. Sebelum ditambah dengan lapisan berikutnya, terlebih dahulu lapisan yang pertama dipadatkan dengan cara menusuk-nusukan batang besi dengan hati-hati dan merata sebanyak 25 kali.
6. Ratakan puncak kerucut dengan perlahan sehingga kerucut slump terisi penuh.
7. Bersihkan adukan beton yang berserakan di sekitar alas kerucut.
8. Angkat kerucut *slump* dari adukan beton dan biarkan selama 5 detik, dan kerucut harus diangkat ke arah *vertikal*.
9. Pengukuran nilai *slump* dilakukan dengan cara letakkan kerucut disamping benda uji yang sudah dikeluarkan, ukur nilai *slump* dengan membalikkan kerucut di sebelahnya menggunakan perbedaan tinggi rata-rata dari benda uji.



Gambar 5.8 Uji Slump

10. *Slump* yang digunakan harus sesuai rekomendasi pada proyek yaitu
 Dengan bahan aditif 16 ± 2 cm
 Tanpa bahan aditif 12 ± 2 cm
11. Jika telah sesuai rekomendasi seperti pada Tabel 5.4, barulah dilaksanakan pengecoran.

Tabel 5.4 Nilai slump pada konstruksi beton

Slump pada (cm)		
Konstruksi beton	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat fondasi dan poer telapak bertulang	12.50	10.00
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi di bawah tanah	9.00	7.50
Pelat, balok, kolom dan dinding	15.00	12.50
Pembetonan massal	7.50	7.50

Sumber : Data Proyek PT. Adhi Karya pada proyek Unsrat

- b. Pembuatan benda uji silinder
1. Siapkan cetakan silinder yang telah dibersihkan.
 2. Isi cetakan dengan adukan beton sebanyak 3 lapis.
 3. Tiap lapis adukan ini harus dipadatkan dengan menggunakan batang besi diameter 16 mm yang ditusuk-tusukkan pada adukan tersebut dengan merata dan berhati-hati sebanyak 25 kali.

4. Ratakan permukaan dengan perlahan dan tutup dengan kaca atau pelat besi agar tidak terjadi penguapan air.
5. Simpan benda uji silinder di tempat yang aman.

Tabel 5.5 Alat dan bahan untuk pengecoran kolom

Gambar	Nama	Fungsi
	<p><i>Bucket</i></p>	<p>untuk menampung beton segar sebelum di tuang ke cetakan/bekisting kolom.</p>
	<p><i>Agitator truck dan Ready mix</i></p>	<p>Sebagai alat untuk mencampur bahan untuk pengecoran yang siap dipakai</p>
 <p data-bbox="411 1361 738 1395">Sumber : readymix123.com</p>	<p><i>Concrete Vibrator</i></p>	<p>untuk memadatkan beton segar.</p>
	<p><i>Mobile crane</i></p>	<p>Sebagai pengangkat <i>bucket</i> yang telah diberi beton segar yang akan dituang ke dalam cetakan kolom.</p>

c. Tahap pelaksanaan pengecoran kolom

1. Sebelum memulai pengecoran pastikan alat penunjang yang diperlukan sudah benar-benar siap.
2. Beton segar dituangkan dari *agitator truck* ke dalam *bucket* yang disediakan.

3. Lalu *mobile crane* mengangkat *bucket* dan seorang pekerja ke cetakan kolom.
4. Tuangkan ke cetakan kolom sedikit demi sedikit sampai batas yang telah ditentukan.



Gambar 5.9 Penuangan beton segar dari bucket ke cetakan kolom diangkat menggunakan *mobile crane*

5. Untuk menghasilkan pengecoran yang padat maka harus menggunakan alat *concrete vibrator* (penggetar), ini juga dilakukan untuk mencegah adanya keropos dan untuk mendapatkan permukaan yang halus.
6. Jika sudah maka pengecoran dilanjutkan pada cetakan kolom berikutnya.

5.1.5 Pembongkaran Bekisting Kolom

- a. Tahap pelaksanaan
 1. Buka klem yang terpasang pada sabuk bekisting satu per satu dengan beraturan.
 2. Bongkar dengan hati-hati dan teliti agar tidak merusak permukaan kolom.
 3. Bekisting yang telah dibongkar harus dibersihkan dari sisa-sisa cor yang menempel. Pembersihan ini adalah supaya bekisting bisa dipakai pada tahap selanjutnya.
 4. Setelah pembersihan selesai bekisting diangkat dengan *mobile crane* ke tempat yang aman dan terlindungi.




5. Setelah selesai bongkar bekisting maka harus mengecek hasil coran kolom tersebut, jika didapati hasil yang kurang baik maka dilakukan perbaikan pada area kolom yang kurang bagus tersebut.


5.1.6 Perawatan Beton Kolom

Beton kolom harus dilindungi dari kerusakan karena sinar matahari, hujan, aliran air dan kerusakan mekanik dan harus dibiarkan mengering dari saat ditempatkan sampai masa akhir perawatan yang telah ditentukan oleh pengawas lapangan.

5.1.7 Membuat Marking Elevasi Pada Kolom

Tabel 5.6 Alat yang digunakan untuk membuat marking elevasi kolom

Gambar	Nama	Fungsi
	<p><i>Waterpass</i></p>	<p>Alat untuk menentukan elevasi pada kolom.</p>
 <p><i>Sumber : teknologisurvey.com</i></p>	<p><i>Tripod</i></p>	<p>Berfungsi untuk membantu badan total station agar bisa berdiri dengan tegak.</p>
	<p>Sipatan</p>	<p>Berfungsi sebagai alat untuk membuat marking (tanda) dengan benang yang dibasahi tinta hitam.</p>

	Pencil	Digunakan untuk menandai titik bidikan pada kolom.
---	--------	--

a. Tahap pelaksanaan

1. Membawa peralatan ke lokasi kolom yang akan di buat marking elevasi dan memeriksa kembali peralatan yang akan digunakan dalam proses ini berupa alat ukur *waterpass*, rambu ukur, meteran, alat sipatan dengan tinta hitam, dan pensil.
2. Tempatkan rambu ukur pada kolom dengan posisi tegak.
3. Selanjutnya mendirikan/memasang *tripod* dan alat *waterpass* pada posisi yang tidak menghalangi bidikan. Titik bidikan atau bacaan benang tengah pada alat harus berada pada angka 105 cm di rambu ukur. Setelan alat harus benar-benar tegak, dan posisi nivo pada alat harus berada di tengah.
4. Pegang pensil untuk diarahkan pada posisi titik bidikan alat dan dibuat dua titik elevasi yang sejajar pada kolom.



Gambar 5.10 Pembuatan titik elevasi pada kolom oleh suveyor

5. Sipatkan kedua titik yang sejajar tersebut dengan sipatan yang diberi tinta hitam. Setelah itu lakukan hal yang sama pada kolom-kolom berikutnya.



Gambar 5.11 Pembuatan marking elevasi pada kolom

5.2 Tahapan Pekerjaan Pada Balok Dan Pelat Lantai

5.2.1 Pekerjaan Pemasangan Perancah (*scaffolding*)

a. Tahapan pemasangan *scaffolding* :

1. Memasang *Jake Base* sebagai kaki atau pijakan *scaffolding* yang berada di bawah yang mempunyai ulir yang bisa diatur ketinggiannya sesuai dengan rencana.
2. Memasang *Main Frame* sebagai bagian utama dari *scaffolding*.
3. Memasang *Cross Brace* sebagai penghubung kedua *Main Frame*
4. Memasang *U-Head* sebagai penyangga balok kayu atau gelagar.
5. Memasang Gelagar yang panjangnya disesuaikan dengan panjang balok beton yang direncanakan.
6. Memasang balok suri-suri.
7. Memasang balok kayu bodeman dan besi hollow ukuran 4 x 4 cm.

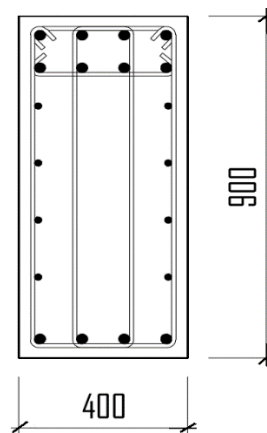
5.2.2 Pemasangan Bekisting Balok Dan Pelat Lantai

Setelah selesai memasang atau mendirikan *scaffolding*, langkah selanjutnya yaitu membuat bekisting untuk balok dan pelat lantai. Pada proyek ini bekisting harus memakai *plywood* atau kayu lapis dengan ketebalan 12 mm. Pemasangan bekisting disesuaikan dengan dimensi balok dan pelat tangga atau bisa dilihat pada gambar kerja yang diberikan. Pembuatan bekisting untuk konstruksi ini harus rapat dan kaku agar tidak terjadi distorsi yang diakibatkan oleh tekanan alat penggetar (*concrete vibrator*) dan beban beton atau lainnya. Bekisting harus dibuat dengan teliti dan diperiksa kemampuan konstruksinya sebelum pengecoran. Sudut sambungan atau pertemuan

harus kaku untuk mencegah terbukanya bekisting selama pekerjaan pengecoran berlangsung. Semua bekisting yang digunakan di konstruksi ini harus mempunyai lubang pembersihan untuk pemeriksaan dan pembersihan setelah pemasangan baja tulangan.

5.2.3 Pekerjaan Pembesian Untuk Balok Dan Pelat Lantai

Untuk tulangan balok dan pelat lantai dirakit langsung pada tempat yang akan dibuat balok dan pelat lantai. Sedangkan pemotongan baja tulangan dilakukan di los kerja. Setelah semua baja tulangan utama sudah dipotong, kemudian membuat tulangan sengkang. Baja tulangan sengkang balok dibuat sesuai dengan ukuran pada gambar kerja atau dengan cara berikut :



Gambar 5.12 Balok tipe B-1 Laboratorium Teknik Unsrat

Tulangan sengkang untuk balok tipe B-1 ukuran 900×400 mm

Selimut beton : 30 mm

Tulangan sengkang : $\varnothing 10$ mm

Untuk kait/bengkokan untuk sengkang dan pengikat dengan ukuran D-10 hingga D-16, tidak boleh kurang dari $6d_b$ (SNI 2847-2013).

Kait/bengkokan : $6d_b = 6 \times 10$

$$= 60 \text{ mm}$$

Dibuat 2 kait : $60 \times 2 = 120$ mm

Panjang dan lebar sengkang sesudah dikurangi dengan selimut beton di keempat sisi :

Panjang sengkang : $840 \times 2 = 1680$ mm

Lebar sengkang : $340 \times 2 = 680 \text{ mm}$

Total panjang sengkang : $1680 + 680 + 120 = 2480 \text{ mm}$

Jadi untuk membuat satu buah tulangan sengkang balok tipe B-1 memerlukan baja tulangan polos diameter 10 mm dengan panjang 2480 mm.

- a. Tahap pemasangan tulangan balok
 1. Dipasang tulangan utama bagian bawah balok terlebih dahulu.
 2. Setelah itu masukkan tulangan sengkang yang sudah ditentukan jumlahnya dari ujung tulangan balok.
 3. Atur jarak antar sengkang dengan melihat gambar kerja. Jarak tulangan sengkang pada tumpuan dipasang lebih rapat dan tulangan sengkang yang berada di tengah dipasang agak lebih jauh sedikit dibandingkan pada tumpuan.
 4. Masukkan tulangan utama bagian atas dengan cara memasukkan satu per satu pada tulangan sengkang bagian atas, kemudian ikatkan dengan kawat bendrat agar tidak bergeser lagi.
 5. Setelah itu pasang beton decking sebagai acuan selimut beton pada bagian bawah tulangan balok.



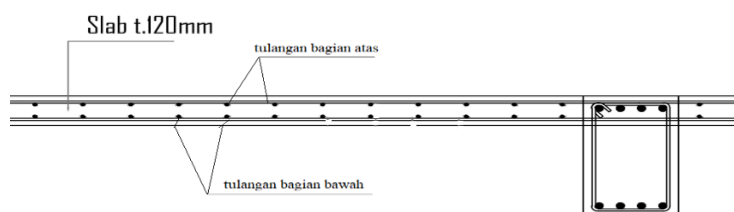
Gambar 5.13 Penulangan balok dan pelat lantai

- b. Tahapan pemasangan tulangan pada pelat lantai
1. Pasang tulangan bawah lapis pertama terlebih dahulu dengan beton decking dibawahnya dengan tebal 2 cm dan jarak antar tulangan .
 2. Lalu pasang tulangan bawah lapis kedua dengan jarak yang sama dengan tulangan bawah lapis pertama.
 3. Ikatkan dengan kawat bendrat persilangan antara lapis bawah pertama dan lapis bawah kedua.
 4. Setelah itu pasang tulangan cakar ayam sebagai pembeda jarak antar lapis tulangan bawah dan lapis tulangan atas.



Gambar 5.14 Tulangan cakar ayam

5. Pasang tulangan atas lapis kedua dengan melewati tulangan atas balok, kemudian tulangan atas lapis pertama juga melewati tulangan atas balok.
6. Kemudian ikatkan kedua persilangan antara lapis atas pertama dengan lapis atas kedua.



Gambar 5.15 Tulangan pada pelat lantai

5.2.4 Pengecekan Elevasi Balok dan Pelat Lantai

- a. Tahapan pelaksanaan pengecekan elevasi
 1. Sediakan alat-alat yang diperlukan seperti alat ukur *waterpass*, dan rambu ukur.
 2. Memasang/mendirikan alat ukur *waterpass* dengan tinggi 1,05 m, atau bacaan benang tengah tepat pada marking elevasi yang dibuat pada kolom sebelumnya. Setelan alat ukur harus benar-benar tegak dengan posisi nivo berada di tengah-tengah.
 3. Tempatkan bagian bawah rambu ukur pada bekisting balok atau plat lantai yang akan dicek elevasinya. Syarat rambu ukur harus posisi tegak dan tidak miring agar pembacaan benang tengah alat tepat.



Gambar 5.16 Pengecekan elevasi balok dan pelat lantai

4. Cara mengecek elevasinya adalah :
 - Jarak antar lantai = 4250 mm
 - Tinggi marking pada kolom = 1050 mm
 - Yang dicek balok tipe B-1 yang mempunyai tinggi 900 mm
 - Tebal *plywood* bekisting = 12 mm
$$\begin{aligned} &(\text{jarak antar lantai} - \text{tinggi marking} - \text{tinggi balok} - \text{tebal } \textit{plywood}) \\ &= 4250 - 1050 - 900 - 12 \\ &= 2288 \text{ mm} = 228.8 \text{ cm (bacaan benang tengah)} \end{aligned}$$
5. Bacaan benang tengah harus 228.8 cm. jika bacaan benang tengah lebih dari itu, maka *jack base* atau *u-head* harus diturunkan. Jika bacaan

benang tengah kurang dari hasil hitungan, maka harus dinaikan. Lakukan pengukuran sampai bacaan benang tengah tepat dengan hasil yang dihitung.

6. Lakukan hal yang sama untuk pelat lantai.

5.2.5 Pembersihan Dan Penyiraman Bekisting Balok dan Pelat Lantai

Sebelum melaksanakan pengecoran terlebih dahulu pelaksana lapangan memerintahkan kepada pekerja untuk membersihkan area yang akan di cor dari sampah-sampah, putung rokok, daun-daun, serbuk kayu, dan lainnya yang dapat mempengaruhi hasil pengecoran. hal ini bisa menyebabkan beton keropos, juga harus membasahi bekisting balok dan pelat lantai agar debu, kotoran berupa tanah, pasir, dan lainnya tidak mempengaruhi hasil coran nantinya.



Gambar 5.17 Penyiraman area yang akan di cor

5.2.6 Pengecoran Balok Dan Pelat Lantai

- a. Tahap pengecoran balok dan pelat lantai
 1. Sebelum pengecoran dibuat pengujian *slump* dan pembuatan benda uji terlebih dahulu.
 2. Dirikan alat *waterpass* dengan tinggi 1,05 meter sebagai pengukur ketebalan pengecoran
 3. Tuangkan beton segar dari *concrete pump* dan tidak boleh melebihi tinggi jatuh 1,50 meter.

4. Gunakan *concrete vibrator* untuk pemadatan, agar campuran beton terisi hingga ke rongga-rongga kecil.
5. Cek ketebalan dengan mendirikan bak ukur pada permukaan cor, jika bacaan benang tengah alat kurang dari 1,05 meter, maka ketebalan cor harus dikurangi dengan menggunakan roskam
6. Setelah sesuai dengan ukuran ketebalan lalu ratakan permukaan beton menggunakan roskam.



Gambar 5.18 Pengecoran balok dan pelat lantai

5.2.7 Pembongkaran Bekisting Balok, Pelat Lantai Dan Perancah

Bekisting dan perancah yang menahan berat balok beton, pelat dan elemen struktural lainnya hanya dapat dibongkar setelah beton mencapai minimum kekuatan 75% seperti yang dipersyaratkan, tetapi tidak bisa kurang dari Tabel 5.7

Tabel 5.7 Pengerasan Normal Beton

BAGIAN	PENGERASAN NORMAL
1. Kolom, dinding, dan sisi balok	24 jam
2. Base plate dan balok (perancah masih terpasang)	7 hari
3. perancah terpasang pelat dan balok	14 hari
4. perancah terpasang pelat dan Kantilever	28 hari

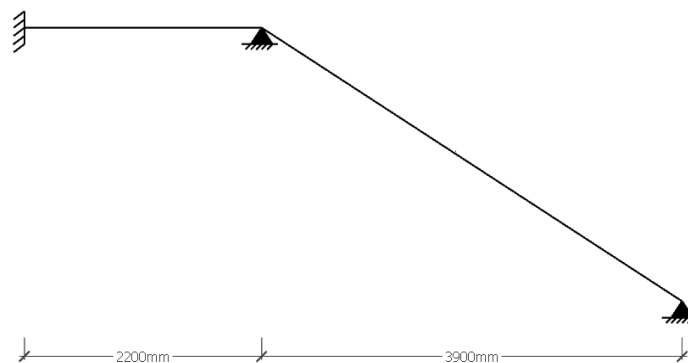
Sumber : Data Proyek PT. Adhi Karya pada proyek Unsrat

Bekisting dan perancah dibongkar dengan persetujuan Pengawas Lapangan. Pembongkaran dapat dilakukan dengan melihat jadwal pembongkaran yang dibuat pengawas lapangan. Semua bagian dari cetakan yang dapat dibongkar harus dihilangkan dengan kekuatan statis, tanpa guncangan, getaran atau kerusakan beton. Instalasi ulang dukungan atau penopang harus dilakukan segera setelah pembongkaran cetakan dan harus tetap di tempat sampai beton mencapai kriteria kekuatan umur 28 hari dan sampai semua pekerjaan pengecoran beton dari 3 lantai di atasnya selesai. Pembongkaran bekisting dan perancah yang menahan berat beton tergantung pada kekuatan yang telah dicapai oleh beton berdasarkan pemeriksaan spesimen.

Jika cetakan dan perancah untuk plat dan balok dibongkar setelah hari ke 14, pelat panel dan balok harus tetap didukung di setiap tempat yang posisinya harus direncanakan dan harus mendapatkan persetujuan Manajer Proyek. Penggunaan kembali cetakan hanya diijinkan jika kondisi cetakan masih benar-benar baik, yang masih bisa dikencangkan dengan benar, masih tahan air, tidak menyebabkan cacat pada permukaan beton cor, dan dianggap baik oleh Manajer Proyek.

5.3 Perhitungan Tangga

Tangga yang dihitung adalah tangga yang berada pada proyek pembangunan Laboratorium Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.



Gambar 5.19 Dimensi Tangga Laboratorium Teknik

5.3.6 Data Perencanaan Tangga

- a. Tinggi tangga : 2500 mm
- b. Lebar tangga : 2400 mm
- c. Dimensi bordes : 2200 × 5000 mm
- d. Tinggi naik anak tangga (*Optrade*) : 179 mm

- e. Lebar injakan anak tangga (*Antrade*) : 300 mm
- f. Tebal pelat tangga : 150 mm
- g. Tebal pelat bordes : 150 mm

5.3.7 Perhitungan Dimensi Tangga

Syarat kenyamanan tangga : $[(2 \times \textit{Optrade}) + \textit{Antrade} = 60 - 65]$

Kontrol : $(2 \times 179) + 300 = 658 \text{ mm} = 65.8 \text{ cm}$ (tangga tidak memenuhi syarat keamanan).

- a. Jumlah *Optrade*

$$\begin{aligned}\textit{Optrade} &= \text{tinggi tangga/optrade} \\ &= 2500/179 \\ &= 13,96 \approx 14 \text{ buah}\end{aligned}$$

- b. Jumlah *Antrade*

$$\begin{aligned}\textit{Antrade} &= 14 - 1 \\ &= 13 \text{ buah}\end{aligned}$$

- c. Jumlah Anak Tangga

$$\begin{aligned}&(\text{Tinggi tangga/Jarak } \textit{Optrade}) - 1 \\ &= (2500/179) - 1 \\ &= 13,96 - 1 \\ &= 12,96 \approx 13 \text{ buah}\end{aligned}$$

- d. Panjang tangga

$$\begin{aligned}&\textit{Antrade} \times \text{jumlah anak tangga} \\ &= 300 \times 13 \\ &= 3900 \text{ mm}\end{aligned}$$

5.3.8 Menghitung Beban Pada Tangga

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983

Berat jenis beton bertulang (γ beton) 24 kN/m^3

Beban hidup tangga 3 kN/m^2

a. Beban Mati (qD)

1. Berat pelat tangga

$$\begin{aligned} & \text{tebal pelat} \times \text{lebar tangga} \times \gamma \text{ beton} \\ & = 0,15 \times 2,4 \times 24 \\ & = 8,64 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

2. Berat anak tangga

$$\begin{aligned} & \left(\frac{1}{2} \times \text{optrade} \times \text{antrade}\right) \times \text{lebar tangga} \times \gamma \text{ beton} \\ & = \left(\frac{1}{2} \times 0,179 \times 0,30\right) \times 2,4 \times 24 \\ & = 1,546 \text{ kN} \end{aligned}$$

Maka total beban mati (qD)

$$qD = 8,64 + 1,546 = 10,186 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup (qL)

$$\begin{aligned} qL & = \text{Lebar tangga} \times \text{beban hidup pada tangga} \\ qL & = 2,4 \times 3 = 7,2 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

c. Beban Ultimate (qU)

$$\begin{aligned} qU & = (1,2 \times qD) + (1,6 \times qL) \\ qU & = (1,2 \times 10,186) + (1,6 \times 7,2) = 23,743 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

5.3.9 Menghitung Beban Pada Pelat Bordes

1. Beban Mati (qD)

Berat sendiri pelat bordes

$$\begin{aligned} qD & = \text{tebal pelat bordes} \times \text{panjang bordes} \times \gamma \text{ beton} \\ qD & = 0,15 \times 5 \times 24 = 18 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

2. Beban Hidup (qL)

$$\begin{aligned} qL & = \text{Panjang bordes} \times \text{beban hidup pada tangga} \\ qL & = 5 \times 3 = 15 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

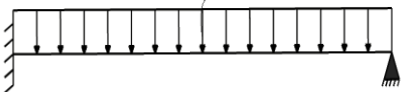
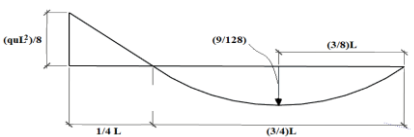
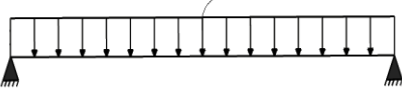
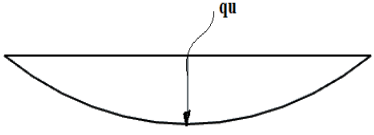
3. Beban Ultimate (qU)

$$qU = (1,2 \times qD) + (1,6 \times qL)$$

$$qU = (1,2 \times 18) + (1,6 \times 15) = 45,6 \text{ kN/m}$$

5.3.10 Menghitung Momen Pada Tangga

Tabel 5.8 Pembebanan dan momen

Pembebanan	Momen
<p style="text-align: center;">Pelat Bordes</p> 	 $M_1 = (9/128) \times quL^2$ $M_2 = \frac{quL^2}{8}$
<p style="text-align: center;">Pelat Tangga</p> 	 $M = \frac{quL^2}{8}$

Sumber : buku teknik sipil, penerbit NOVA, 1984

a. Momen pada pelat bordes

1. Momen lapangan (M_1)

$$\begin{aligned}
 M_1 &= (9/128) \times quL^2 \\
 &= (9/128) \times 45,6 \times (2,2)^2 \\
 &= (9/128) \times 220,704 \\
 &= (1986,336/128) \\
 &= 15,518 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

2. Momen tumpuan (M_2)

$$M_2 = \frac{qUL^2}{8} = \frac{45,6 \times (2,2)^2}{8} = 27,588 \text{ kNm}$$

b. Momen pada pelat tangga (M)

$$M = \frac{qUL^2}{8} = \frac{23,743 \times (3,9)^2}{8} = 45,141 \text{ kNm}$$

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penulisan Tugas Akhir mengenai metode pelaksanaan struktur atas pada proyek pembangunan Laboratorium Teknik Universitas Sam Ratulangi, dan melihat pengamatan langsung di lapangan juga menghitung tangga yang digunakan pada proyek di dapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode pelaksanaan kolom, balok, dan pelat lantai yang digunakan dalam proyek ini sangat efektif karena hanya dalam waktu pekerjaan kurang lebih 14 hari sudah bisa menyelesaikan satu lantai gedung.
2. Metode pekerjaan pengecoran untuk struktur atas dengan menggunakan beton *ready mix* sangatlah cocok untuk konstruksi berskala besar seperti pada proyek ini, dikarenakan selain beton yang digunakan sudah siap dipakai namun juga beton yang dipakai sesuai spesifikasi dari proyek pada waktu pemesanan di perusahaan penyedia beton segar tersebut.
3. Untuk perhitungan struktur tangga untuk tinggi dan lebar anak tangga adalah yang sangat menentukan kenyamanan para pengguna tangga tersebut, dan dari perhitungan tidak sesuai dengan syarat kenyamanan dari perencanaan tinggi dan lebar pada suatu anak tangga didapat 65,8 cm yang seharusnya 60 – 65 cm.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan diatas, maka ada berbagai hal yang dapat disarankan yaitu sebagai berikut :

1. Sebelum melaksanakan pengecoran kolom, balok dan pelat lantai pastikan hal yang dilakukan pertama adalah penyiraman terlebih dahulu dengan membasahi bekisting sampai jenuh, agar segala kotoran, pasir, dan tanah yang menempel pada bekisting hilang. Juga harus membersihkan area yang akan di cor dengan memungut sampah-sampah seperti putung rokok yang dihasilkan pekerja, plastik, daun-daun, dan lainnya, agar hasil dari beton tersebut setelah pembongkaran bekisting terlihat permukaan beton yang

bersih dan indah yang tidak mempunyai sampah yang menempel pada permukaan beton tersebut.

2. Untuk pekerjaan pengecoran sebaiknya tidak dilakukan ketika sedang hujan, karena dapat mempengaruhi campuran beton segar tersebut ketika terkena air hujan maka campuran akan melebihi batas kandungan air yang telah di tentukan sesuai dengan spesifikasi dari mutu beton yang dipakai.
3. Dalam merencanakan tangga beton bertulang, perlu memperhatikan dimensi ruangan tangga tersebut agar pada saat merencanakan dimensi anak tangga bisa memenuhi syarat kenyamanan dari langkah orang Indonesia, sehingga tangga tersebut tidak terlalu curam dan orang yang naik tidak cepat lelah juga orang yang turun tidak mudah tergelincir.

DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. Penerbit PT. Gramedia Utama. Jakarta.
- V. Sunggono kh. 1984 *buku TEKNIK SIPIL*. Penerbit NOVA. Bandung.
- Sajekti, Amien, 2013. *Metode Kerja Bangunan Sipil, Pekerjaan Beton*. edisi pertama Penerbit Graha Ilmu. Jakarta.
- SNI 03-2847-2002. 2002. *Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 2847-2013. 2013. *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Trijeti, Abdul Muis. 2013. *Bekisting Metode Semi Sistem*. Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Pustaka Sumber Internet

- Akbar, Rizki Khaharudin. 2013. *Pengertian Kolom, Balok Dan Dinding Untuk Bangunan Berlantai 2 Atau Lebih*. (<http://rizkikhaharudinakbar.blogspot.com/2013/01/kolom-balok-dan-dinding-untuk-bangunan.html?m=1>). Tanggal akses 6 Juli 2018.
- Harjwinata, Jefri. 2017. *Struktur Atas Dan Struktur Bawah*. (<https://jharwinata.blogspot.com/2017/03/struktur-atas-dan-struktur-bawah.html?m=1>). Diakses 6 Juli 2018.
- Khariiri, Zahir. 2016. *Teknik Sipil Terlengkap, Pengertian Tangga Dan Fungsinya*. (<https://blog-mue.blogspot.com/2016/03/definisi-tangga-teknik-sipil-terlengkap.html?m=1>). Diakses tanggal 11 Juli 2018.

Ramadhan, Wahyu. 2016. *Referensi Kolom Dan Balok, Pengertian Balok.*

(<https://kolomdanbalok.blogspot.com/2016/03/pengertian-balok.html?m=1>).

Diakses tanggal 6 Juli 2018.

Safitri, Mariana. 2012. *Pengertian Plat Lantai Plat lantai (floor Plate).*

([https://catatankuliahsinon.blogspot.com/2012/12/plat-lantai-floor-plate.](https://catatankuliahsinon.blogspot.com/2012/12/plat-lantai-floor-plate.html?m=1)

[html?m=1](https://catatankuliahsinon.blogspot.com/2012/12/plat-lantai-floor-plate.html?m=1)). Diakses tanggal 6 Juli 2018.

Syah, Irwan. 2014. *Bekisting Konvensional dan Bekisting Knock Down.*

(<https://sukamabar.blogspot.com/2014/08/pekerjaan-bekisting.html?m=1>).

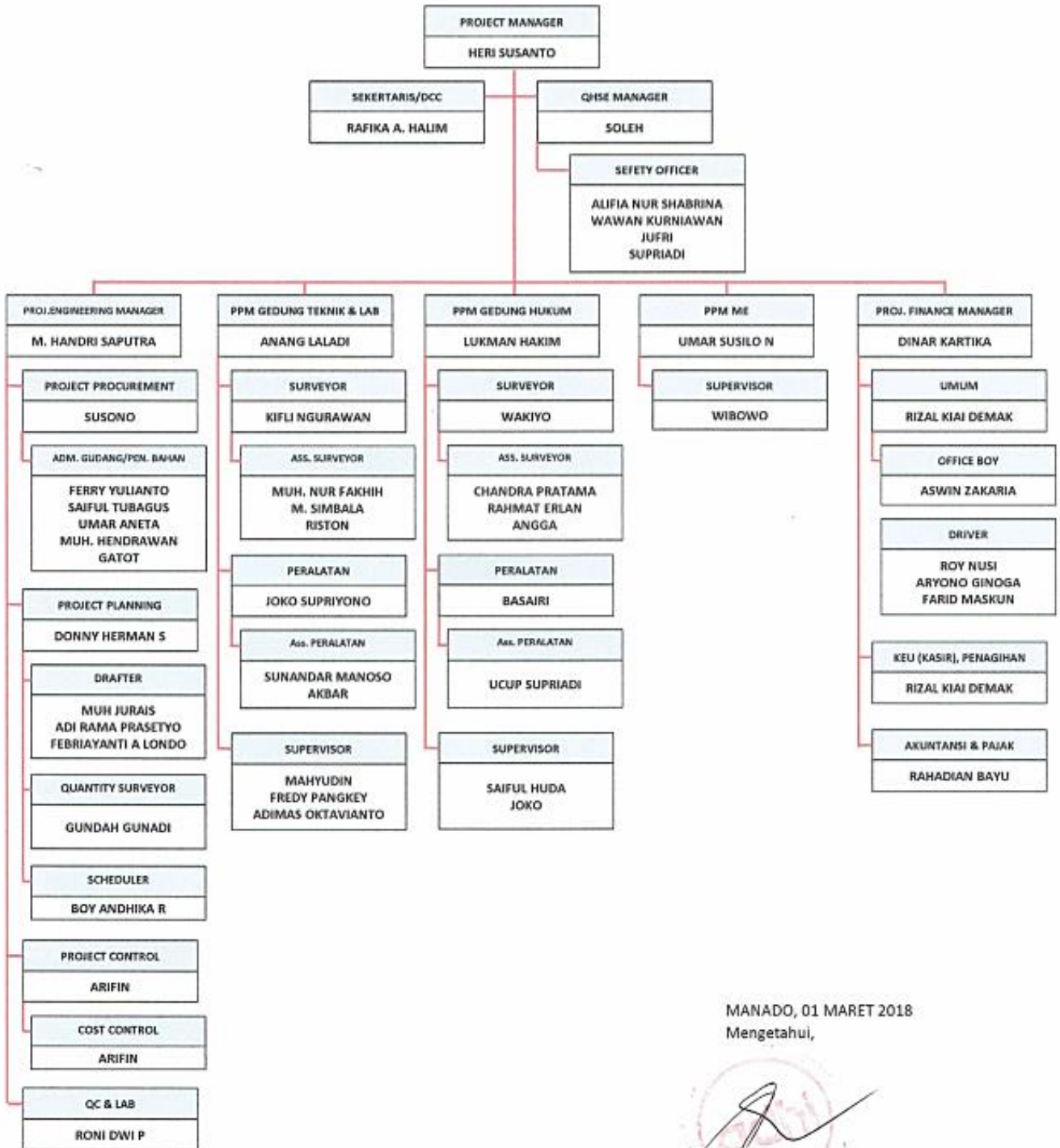
Diakses tanggal 7 Juli 2018.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Struktur Organisasi Proyek Unsrat

STRUKTUR ORGANISASI

Pembangunan 2 Gedung Baru Fakultas Teknik, 1 Gedung Baru Fakultas Hukum, dan Infrastruktur Pendukung dan Fasilitas Terkait di Universitas SAM RATULANGI MANADO



MANADO, 01 MARET 2018
Mengetahui,


HERI SUSANTO
PROJECT MANAGER

Lampiran 2. Bekisting Semi Sistem Pada Kolom



Lampiran 3. Pengukuran Elevasi Balok Dan Pelat Lantai



BIODATA MAHASISWA

Nama Lengkap : Efrathio Yosua Mawira
NIM : 15 011 030
Tempat, Tanggal Lahir : Kotamobagu, 14 Mei 1997
Alamat : Perum Poligrya Indah
Nama Ayah : Otniel Mawira
Nama Ibu : Sofietje Bawinto
Alamat Orang Tua : Kotamobagu, Kelurahan Kotobangon
Daerah Asal : Kotamobagu
Judul Tugas Akhir : Metode Pelaksanaan Struktur Atas Pada
Proyek Pembangunan Laboratorium Teknik
Universitas Sam Ratulangi Manado
Dosen Pembimbing (1) : Ir. John T. Harahap, MT
(2) : Novatus Senduk, ST. MT
Dosen Penguji/Panitia Ujian Tugas Akhir : 1. Ir. Julius E. Tenda, MT
: 2. Dr. Teddy Takaendengan, ST. MT
: 3. Ir. Chris Hombokau, MT
Waktu Pelaksanaan Ujian Tugas Akhir : Jumat 3 Agustus 2018 Pukul 09.00 –
12.00 WITA



Manado, 3 Agustus 2018
Mahasiswa yang bersangkutan

Efrathio Yosua Mawira

15 011 030

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL


FORMULIR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

Program Studi Diploma – III Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil – POLITEKNIK NEGERI MANADO
Tahun Akademik 2017-2018

Nama : Efrathio Yosua Mawira

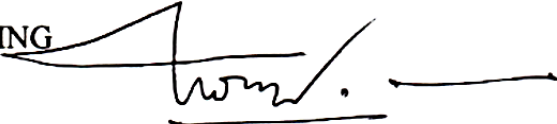
NIM : 15 011 030

Judul : Metode Pelaksanaan Struktur Atas Pada Proyek ^{Pembangunan Laboratorium} ~~XXXXXXXXXX~~ Teknik Universitas Sam
Ratulangi Manado

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
	11-07-18	- Lanjut pengerjaan - Ada Perhitungan Struktur: Kolum / Balok / Pelat / Tangga / Fondasi (Pitih !) - Bawa danip Seminar PKL	


Ir. John T. Harahap., MT

NIP : 19610911 199601 1 001

Manado, 2018
DOSEN PEMBIMBING 

Novatus Senduk., ST. MT
NIP : 19730904 199903 1 001

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL


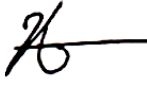
FORMULIR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

Program Studi Diploma – III Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil – POLITEKNIK NEGERI MANADO
Tahun Akademik 2017-2018

Nama : Efrathio Yosua Mawira

NIM : 15 011 030

Judul : Metode Pelaksanaan Struktur Atas Pada Proyek ^{Pembangunan Laboratorium} ~~Manado~~ Teknik Universitas Sam
Ratulangi Manado

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
	23/7/2018	Lampirkan tabel luasan Momen	
	24/7/2018	Tumpuan dan lapangan Kontrol Beban tumpuan dan Lampirkan tabel momen \ominus dan momen \oplus yg sesuai dgn kondisi bentang	



Ir. John T. Harahap., MT

NIP : 19610911 199601 1 001

DOSEN PEMBIMBING

Manado,

2018

Novatus Senduk., ST. MT

NIP : 19730904 199903 1 001

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL




FORMULIR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

Program Studi Diploma – III Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil – POLITEKNIK NEGERI MANADO
Tahun Akademik 2017-2018

Nama : Efrathio Yosua Mawira

NIM : 15 011 030

Judul : Metode Pelaksanaan Struktur Atas Pada Proyek ^{Pembangunan Laboratorium} Teknik Universitas Sam
Ratulangi Manado

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
2.	19.07.2018	Buat Pendahuluan s/d Pembahasan ① Perbaiki tuj, batasan ② metode pelubg. pek. ditambahkan (Bahan, alat, org, QC, K3)	 
3.	24.07.2018	Buat Abstrak, Metode Penelitian, Kesimpulan.	

Manado,

2018


Ir. John T. Harahap, MT

NIP : 19610911 199601 1 001

DOSEN PEMBIMBING



Novatus Senduk, ST. MT

NIP : 19730904 199903 1 001

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL


FORMULIR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

Program Studi Diploma – III Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil – POLITEKNIK NEGERI MANADO
Tahun Akademik 2017-2018

Nama : Efrathio Yosua Mawira

NIM : 15 011 030

Judul : Metode Pelaksanaan Struktur Atas Pada Proyek Pembangunan Laboratorium Teknik
Universitas Sam Ratulangi Manado.

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
4.	26.7.2018	Lengkapi lampiran-lampiran siap seminar	

Manado,

2018



Ir. John T. Harahap., MT

NIP : 19610911 199601 1 001

DOSEN PEMBIMBING



Novatus Senduk., ST. MT

NIP : 19730904 199903 1 001



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat Kantor : Kampus Politeknik, Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Manado PO BOX 1256

Tel : (0431) 815212, 815217 Fax. (0431) 811568, 815192, 815144

Website : www.polimdo.ac.id

LEMBAR ASISTENSI REVISI TUGAS AKHIR

Nama : Efrathio Yosua Mawira
NIM : 15 011 030
Program Studi : Diploma - ITJ Konstruksi Bangunan Gedung Teknik Sipil
Judul : Metode pelaksanaan Struktur Atas pada proyek pembangunan Laboratorium Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado
Dosen Penguji : Ir. Julius E. Tenda, MT

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Dosen
	7/8-18	Hyang buhaka lann kesu: svtl -) buhaka	
	8/8-18	Revisi	

Manado, 8/8-2018

Ketua Penguji Ujian Tugas Akhir

NIP. 19620711 199403 1 001



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat Kantor : Kampus Politeknik, Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Manado PO BOX 1256

Tel : (0431) 815212. 815217 Fax. (0431) 811568. 815192. 815144

Website : www.polindo.ac.id

LEMBAR ASISTENSI REVISI TUGAS AKHIR

Nama : EFrathio Yosua Mawira
NIM : 15 011 030
Program Studi : Diploma - III Konstruksi Bangunan Gedung Teknik Sipil
Judul : Metode Pelaksanaan Struktur Atas Pada Proyek Pembangunan Laboratorium Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado
Dosen Penguji : Dr. Teddy Takaendegan, ST. MT

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Dosen
	9/8/18	<ul style="list-style-type: none">• Revisi: penulisan, susunan format, 4-3-25-2.5.• Revisi: penulisan kel. u/ bab. 6m.• Revisi: detakan pustaka• Revisi: konsultasi langsung.	

Manado, 9/8- 2018

Ketua Penguji Ujian Tugas Akhir

Julius Tunda
NIP. 19620711 199403 1 001