



TUGAS AKHIR – RC 14 -1501

**PERBANDINGAN BIAYA MATERIAL DENGAN  
MEMODIFIKASI STRUKTUR BANGUNAN  
MENGUNAKAN BETON RINGAN PADA PROYEK  
GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LPMP SUMATERA  
BARAT**

**KHARISTA HADYA NATA PUTRA**  
NRP 311 6 105 034

Dosen Pembimbing  
Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018





TUGAS AKHIR – RC 14 -1501

**PERBANDINGAN BIAYA MATERIAL DENGAN  
MEMODIFIKASI STRUKTUR BANGUNAN  
MENGUNAKAN BETON RINGAN PADA PROYEK  
GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LPMP  
SUMATERA BARAT**

KHARISTA HADYA NATA PUTRA  
NRP 311 6 105 034

Dosen Pembimbing  
Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D  
NIP 197404202002121003

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018





UNDERGRADUATE THESIS – RC 14 -1501

**COMPARISON OF MATERIAL COST BY  
MODIFYING BUILDING STRUCTURE USING  
LIGHTWEIGHT CONCRETE ON PROJECTS OF  
GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LPMP  
SUMATERA BARAT**

**KHARISTA HADYA NATA PUTRA**  
NRP 311 6 105 034

Academic Advisor  
Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D  
NIP 197404202002121003

DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Fakulty of Civil, Enviromental, and Geo Engineering  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2018



**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERBANDINGAN BIAYA MATERIAL  
DENGAN MEMODIFIKASI STRUKTUR  
BANGUNAN MENGGUNAKAN BETON RINGAN  
PADA PROYEK GEDUNG ASRAMA  
BERLANTAI 5 LPMP SUMATERA BARAT**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Lintas Jalur Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan Dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

**KHARISTA HADYA NATA PUTRA**

311 6 105 034

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D (.....)

DEPARTEMEN  
TEKNIK SIPIL

Surabaya  
Juli, 2018





# **PERBANDINGAN BIAYA MATERIAL DENGAN MEMODIFIKASI STRUKTUR BANGUNAN MENGUNAKAN BETON RINGAN PADA PROYEK GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LPMP SUMATERA BARAT**

Nama : Kharista Hadya Nata Putra  
NRP : 311 6 105 034  
Jurusan : Teknik Sipil FTSLK-ITS  
Dosen Pembimbing : Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D

## **ABSTRAK**

*Material inovatif adalah material material konstruksi yang dapat dijadikan pilihan atau pertimbangan lain dalam penggunaannya pada konstruksi dan telah memenuhi fungsi dari penggunaannya pada konstruksi. Dampak dari penggunaan material-material yang inovatif adalah metode pelaksanaan lebih mudah, beban yang diterima struktur dari material bangunan juga lebih ringan, waktu pelaksanaan dan beberapa kelebihan lainnya.*

*Tugas Akhir ini bertujuan untuk membandingkan biaya material pada modifikasi struktur bangunan yang menggunakan material yang inovatif yang ringan yaitu pelat lantai pracetak ringan dan bata ringan dengan struktur eksisting bangunan yang menggunakan pelat lantai beton biasa dan bata merah. Dengan modifikasi struktur diharapkan dimensi struktur akan berubah jika menggunakan material yang inovatif dan membandingkan perubahannya terhadap biaya material terpasang. Ada 3 skenario perbandingan yang dilakukan pada Tugas Akhir ini, skenario pertama adalah struktur eksisting yaitu struktur yang pelat lantai dan dindingnya sama dengan bangunan aslinya yaitu pelat lantai konvensional dan dinding bata merah, skenario kedua adalah struktur modifikasi 1 yaitu struktur bangunan dengan penggantian pelat lantai konvensional dengan pelat lantai pracetak ringan dari beton aerasi dan dinding tetap*

*menggunakan bata merah, dan scenario ketiga adalah struktur modifikasi 2 yaitu struktur bangunan dengan penggantian pelat lantai konvensional dengan pelat lantai pracetak ringan dari beton aerasi dan dinding bata merah dengan dinding bata ringan dari beton aerasi. Pada Tugas Akhir ini, proyek yang digunakan sebagai studi kasus adalah proyek Gedung Asrama Berlantai 5 LPMP Sumatera Barat. Lokasi proyek berada di kawasan kampus Universitas Negeri Padang, kota Padang.*

*Dari hasil analisa yang telah dilakukan penurunan biaya antara struktur eksisting dengan struktur modifikasi 1, adalah sebesar 12.70 % yaitu Rp 925,923,369.61 dan penurunan biaya antara struktur eksisting dengan struktur modifikasi 2 adalah sebesar 18.36 % yaitu Rp 1,338,149,665.30. Alternatif penggunaan pelat lantai pracetak ringan dan bata ringan sangat mempengaruhi struktur terutama pada beban yang diterima struktur yang secara langsung mempengaruhi volume sebuah struktur dan dapat direkomendasikan saat perencanaan sebuah gedung.*

***Kata kunci : Material inovatif, beton aerasi***

# COMPARISON OF MATERIAL COST BY MODIFYING BUILDING STRUCTURE USING LIGHTWEIGHT CONCRETE ON PROJECTS OF GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LPMP WEST SUMATERA

Name : Kharista Hadya Nata Putra  
NRP : 311 6 105 034  
Department : Civil Engineering FTSLK-ITS  
Advisor : Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D

## ABSTRACT

*The innovative material of construction material is a material that can be used as an option or other considerations in their use in construction and have fulfilled the function of their use in construction. The impact of the use of innovative materials is a method implementation easier, the accepted structure of the burden of building materials are also lighter, implementation time and some other advantages.*

*Undergraduate Thesis aims to compare the cost of the material on the modification of structures using innovative lightweight materials namely prefabricated floor plates are lightweight and lightweight structure with brick building that use existing plates concrete floors and brick red. With the modification of the structure of the expected dimension structure will be changed if using innovative materials and compare the changes towards the cost of the material attached. There are 3 scenarios comparison done on this final Task, the first scenario is the existing structure, namely the structure of the floor plate and the walls are the same as the original building i.e. conventional floor plates and red brick walls, the second scenario is the structure modifications 1 i.e. building structures with conventional floor plates replacement plates with prefabricated lightweight concrete floor aeration and wall fixed using red brick, and the third scenario is a modification of the structure of 2 i.e.*

*the structure the building with the replacement of conventional floor plates with plates of concrete prefabricated floor aeration and red brick walls with brick walls of lightweight concrete of aeration. In this final Task, the project that is used as a case study is a project Gedung Asrama Berlantai 5 LPMP Sumatera Barat. Project location is located in the campus of the State University of Padang, Padang city.*

*From the results of the analysis that has been done the drop in costs between the existing structure with a modified structure 1, 12.70% i.e. amounted Rp 925,923,369.61 and decrease of costs between the existing structure with a modified structure 2 is of 18.36% i.e. Rp 1,338,149,665.30. Alternative use of prefabricated floor plates are lightweight and lightweight brick greatly affect structures especially in the accepted burden structure that directly affect the volume of a structure and can be recommended when planning a building.*

***Keywords: Innovative Materials, AerationConcrete***

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kami ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga kita bisa menyelesaikan dan menyusun Tugas Akhir ini.

Terselesaikannya Tugas Akhir ini juga tidak terlepas dari dukungan dan motivasi dari pihak-pihak yang telah sangat banyak membantu dan memberi masukan serta arahan kepada kami. Untuk itu kami mengucapkan terimakasih, terutama kepada :

1. Bapak Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D selaku dosen konsultasi proposal dan dosen pembimbing Tugas Akhir,
2. Bapak Moh. Arif Rochman, ST. M.Sc. Ph.D selaku dosen TPI

Kesadaran bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna, untuk itu diharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata, semoga apa yang kami sajikan dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Surabaya, Juli 2018

Kharista Hadya Nata Putra  
03111645000034



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB I .....	1
1.1    Latar Belakang Masalah .....	1
1.2    Perumusan Masalah.....	2
1.3    Batasan Masalah.....	3
1.4    Tujuan Penelitian.....	3
1.5    Manfaat Penelitian.....	3
BAB II .....	5
2.1    Material Inovatif.....	5
2.2    Perencanaan Struktur.....	7
2.2.1    Pembebanan Struktur.....	7
2.2.2    Kombinasi Pembebanan .....	12

2.2.3	Struktur .....	12
2.2.3.1	Perhitungan Pelat Lantai Konvensional.....	13
2.2.3.2	Pelat Lantai Pracetak Ringan.....	15
2.2.3.3	Perhitungan Balok .....	15
2.2.3.4	Perhitungan Kolom.....	20
2.2.3.5	Perhitungan Pondasi Tiang Pancang .....	27
2.3	Biaya.....	28
2.3.1	Konsep Biaya.....	28
2.3.2	Biaya Material .....	28
<b>BAB III.....</b>		<b>31</b>
3.1	Prosedur Kerja.....	31
3.2	Studi Literatur.....	33
3.3	Prasurvei .....	33
3.4	Material Inovatif.....	34
3.5	Struktur Bangunan.....	34
3.5.1.	Dimensi Komponen Struktur.....	35
3.5.2.	Penulangan Komponen Struktur.....	36
3.5.3.	Perhitungan Biaya Material .....	38



3.6	Diskusi dan Pembahasan .....	38
BAB IV.....		41
4.1.	Struktur Eksisting .....	41
4.1.1	Gambaran Struktur Eksisting.....	41
4.1.2	<i>Preliminary Design</i> .....	44
4.1.3	Pembebanan Struktur Utama .....	50
4.1.4	Penulangan Pelat .....	57
4.1.4.	Penulangan Balok.....	61
4.1.5	Penulangan kolom .....	68
4.1.6	Pondasi Tiang Pancang.....	75
4.1.7	Perhitungan Volume Struktur .....	86
4.1.8	Perhitungan Biaya Material .....	88
4.2	Struktur Modifikasi 1 .....	89
4.2.1.	Gambaran Struktur Modifikasi 1 .....	89
4.2.2.	<i>Preliminary Design</i> .....	89
4.2.3.	Penulangan Struktur Modifikasi 1 .....	90
4.2.4.	Perhitungan Volume Struktur .....	96
4.2.5.	Perhitungan Biaya Material .....	96

4.3	Struktur Modifikasi 2 .....	98
4.3.1.	Gambaran Struktur Modifikasi 2.....	98
4.3.2.	<i>Preliminary Design</i> .....	98
4.3.3.	Penulangan Struktur Modifikasi 2.....	99
4.3.4.	Perhitungan Volume Struktur.....	104
4.3.5.	Perhitungan Biaya Material .....	105
4.4	Diskusi dan Pembahasan .....	106
4.4.1	Perbandingan Biaya Material .....	106
4.4.2	Pembahasan .....	112
BAB V	.....	113
5.1	Kesimpulan.....	113
5.2	Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA	.....	115
LAMPIRAN 1	.....	117
LAMPIRAN 2	.....	159
LAMPIRAN 3	.....	165
LAMPIRAN 4	.....	169

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Grafik Ragam Spektrum Respons (sumber : SNI 1726 2012).....	12
Gambar 2 : Tebal Minimum Pelat .....	13
Gambar 3: Bentuk Balok Bertulang Biasa (sumber: <a href="http://www.bumibajasakti.com/baja-vs-beton/">http://www.bumibajasakti.com/baja-vs-beton/</a> ) .....	16
Gambar 4 : Tebal Minimum Balok Non-Prategang Atau Pelat Satu Arah Bila Lendutan Tidak Dihitung (sumber : SNI 2847:2013).....	17
Gambar 5 : Bentuk Bentuk Kolom (sumber : <a href="http://www.arsigraf.com/2017/10/pengertian-kolom-dan-jenis-jenis-kolom.html">http://www.arsigraf.com/2017/10/pengertian-kolom-dan-jenis-jenis-kolom.html</a> ) .....	21
Gambar 6 :Gambar SP Coloumn (sumber : <a href="http://bayunugr.blogspot.co.id/2011/10/analisa-kolom-dengan-pca-col.html">http://bayunugr.blogspot.co.id/2011/10/analisa-kolom-dengan-pca-col.html</a> ).....	22
Gambar 7 : Gambar Sap 2000 (sumber : <a href="http://www.perencanaanstruktur.com/2013/03/tutorial-belajar-sap-2000-dan-etabs.html">http://www.perencanaanstruktur.com/2013/03/tutorial-belajar-sap-2000-dan-etabs.html</a> ) .....	22
Gambar 8 : Geser Desain Untuk Rangka Momen Menengah (sumber : SNI 2847:2013) .....	24
Gambar 9 : Geser Desain Untuk Rangka momen Khusus (sumber : SNI 2847:2013) .....	26
Gambar 10 : Contoh Tulangan Senggang Pada Kolom (sumber : SNI 2847:2013) .....	26

Gambar 11 : HSPK Surabaya 2018 .....	29
Gambar 12 : Bagan Alir Prosedur Kerja .....	31
Gambar 13 : Bagan Alir Penelitian .....	32
Gambar 14 :Denah Lantai 1 .....	41
Gambar 15: Denah Lantai 2 .....	42
Gambar 16: Denah Lantai 3 .....	42
Gambar 17: Denah Lantai 4 .....	43
Gambar 18: Denah Lantai 5 .....	43
Gambar 19: Permodelan Sap 2000 .....	44
Gambar 20 : Pelat Lantai .....	46
Gambar 21 : Balok T Tepi Atas .....	47
Gambar 22 : Balok T Tepi Kiri dan Kanan .....	48
Gambar 23 : Balok T Tepi Bawah.....	49
Gambar 24 : Garfik Respon Spektrum .....	52
Gambar 25 : Simpangan Antar Lantai.....	55
Gambar 26 : Penulangan Kolom dengan SP Coloumn.....	69
Gambar 27 : Posisi Tiang Pancang.....	78
Gambar 28 Posisi Tiang Pancang.....	80

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Beban Hidup Pada beberapa Fungsi Gedung .....	9
Tabel 2 : Koefisien Beban Hidup Pada Beberapa Fungsi Gedung (sumber : PPIURG 1987) .....	10
Tabel 3 : Penggantian Material pada Struktur .....	35
Tabel 4 : Contoh Tabel Perbandingan Biaya Material .....	39
Tabel 5 : Perhitungan Respos Spektrum.....	52
Tabel 6 : Simpangan Antar Lantai Arah X.....	54
Tabel 7 : Simpangan Antar Lantai Arah Y.....	55
Tabel 8 : Partisipasi Massa .....	56
Tabel 9 : Pembebanan Mati Pelat Lantai.....	57
Tabel 10 : Pembebanan Hidup Pelat Lantai .....	58
Tabel 11 : Tabel Penulangan Pelat Lantai .....	60
Tabel 12 : Penulangan Balok BI1 .....	67
Tabel 13 : Penulangan Balok BI2.....	67
Tabel 14 : Penulangan Balok BA1 .....	68
Tabel 15 : Penulangan Balok BA2 .....	68
Tabel 16 : Penulangan Kolom K1-12.....	73

Tabel 17 : Penulangan Kolom K1-34.....	74
Tabel 18 : Penulangan Kolom K1-5.....	74
Tabel 19 : Penulangan Kolom K2.....	74
Tabel 20 : Penulangan Kolom K3.....	75
Tabel 21 : Jarak Titik Pusat Tiang Pancang Ke Pusat Poer.....	78
Tabel 22 : Hasil Perencanaan Tiang Pancang.....	79
Tabel 23 : Hasil Perencanaan Poer.....	82
Tabel 24 : Hasil Perencanaan Sloof.....	85
Tabel 25: Pekerjaan Beton pada HSPK 2018 Surabaya.....	88
Tabel 26: Preliminary Design Struktur Modifikasi 1.....	89
Tabel 27: Penulangan Pelat Kantilever.....	90
Tabel 28: Penulangan Balok Struktur Modifikasi 1.....	91
Tabel 29: Penulangan Kolom Struktur Modifikasi 1.....	92
Tabel 30: Pemancangan Tiang Pancang.....	93
Tabel 31: Perencanaan Dimensi dan Tulangan Poer.....	94
Tabel 32: Hasil Dimensi dan Penulangan Sloof.....	95
Tabel 33: Hasil Perhitungan Volume Bahan Material Struktur...	96
Tabel 34: Pekerjaan Beton pada HSPK 2018 Surabaya.....	97

Tabel 35: Preliminary Design Struktur Modifikasi 2 .....	98
Tabel 36: Penulangan Pelat Kantilever .....	99
Tabel 37: Penulangan Balok Struktur Modifikasi 2 .....	99
Tabel 38: Penulangan Kolom Struktur Modifikasi 2.....	100
Tabel 39: Pemancangan Tiang Pancang.....	102
Tabel 40: Perencanaan Dimensi dan Tulangan Poer .....	102
Tabel 41: Hasil Dimensi dan Penulangan Sloof .....	103
Tabel 42: Hasil Perhitungan Volume Bahan Material Struktur.	105
Tabel 43: Pekerjaan Beton pada HSPK 2018 Surabaya .....	105
Tabel 44: Perbandingan Dimensi dan Biaya Struktur .....	107
Tabel 45: Rekapitulasi Perbandingan Dimensi dan Biaya Struktur .....	111
Tabel 46 : Volume Beton, Volume Bekisting, dan Tiang Pancang Struktur Eksisting .....	117
Tabel 47: Volume Tulangan Longitudinal Struktur Eksisting ..	121
Tabel 48: Volume Tulangan Transversal Struktur Eksisting ....	125
Tabel 49 : Volume Tulangan Pengekang Struktur Eksisting.....	127
Tabel 50: Perhitungan Biaya Material Struktur Eksisting .....	129
Tabel 51: Volume Beton, Volume Bekisting, Tiang Pancang, dan .....	131

Tabel 52: Volume Tulangan Longitudinal Struktur Modifikasi 1 .....	135
Tabel 53: Volume Tulangan Transversal Struktur Modifikasi 1 .....	139
Tabel 54: Volume Tulangan Pengekang Struktur Modifikasi 1	141
Tabel 55: Perhitungan Biaya Material Struktur Modifikasi 1 ...	143
Tabel 56: Volume Beton, Volume Bekisting, Tiang Pancang dan .....	145
Tabel 57: Volume Tulangan Longitudinal Struktur Modifikasi 2 .....	149
Tabel 58: Volume Tulangan Transversal Struktur Modifikasi 2 .....	153
Tabel 59: Volume Tulangan Pengekang Struktur Modifikasi 2	155
Tabel 60: Perhitungan Biaya Material Struktur Modifikasi 2 ...	157



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pembangunan infrastruktur di Indonesia pada beberapa tahun ini sangat digencarkan oleh pemerintah untuk kemudahan akses, tempat tinggal dan untuk kebutuhan masyarakat lainnya. Pada kota-kota besar sempitnya lahan yang ada harus dimanfaatkan dengan sebaik – baiknya untuk memenuhi kebutuhan masyarakat seperti tempat tinggal permanen bagi yang menetap, ataupun tempat tinggal sementara bagi para pendatang dengan urusannya yang bermacam-macam. Cara yang paling efektif dan efisien untuk permasalahan tersebut adalah membangun bangunan bertingkat yang juga secara langsung membutuhkan teknologi yang bisa mencapai tujuan dengan efisien dan efektif .

Perkembangan teknologi dalam pembangunan bangunan bertingkat dapat mempermudah untuk tercapainya pemanfaatan lahan yang terbatas dengan sebaik-baiknya. Perkembangan teknologi ini bisa berupa material-material inovatif, hingga metode pelaksanaan yang lebih efektif dan efisien.

Beberapa contoh material-material inovatif yang digunakan untuk bangunan diantaranya adalah *timbercrete* yaitu beton yang menggunakan serbuk kayu sebagai agregat halus dan menghasilkan beton yang ringan, *ashcrete* yaitu beton yang menggunakan abu terbang sebagai pengganti semen yang berasal dari hasil pembakaran batu bara, *hempcrete* yaitu beton yang terbuat dari serat tanaman hemp yang dicampur dengan kapur sehingga menghasilkan bahan mirip beton namun kuat dan ringan, dan *aeration lightweight concrete* atau beton aerasi yaitu beton yang ditambahkan gelembung udara ke dalam mortar akan mengurangi berat beton yang dihasilkan secara drastis dan masih banyak

material-material inovatif lainnya yang juga berasal dari proses daur ulang dan bersifat ramah lingkungan.

Dampak dari penggunaan material material inovatif ini pada bangunan bertingkat secara umum adalah dapat mengurangi jumlah sampah, sifatnya berkelanjutan karena berasal dari tumbuhan, ramah lingkungan. Dari segi konstruksi, dampak dari penggunaan material-material yang inovatif adalah metode pelaksanaan lebih mudah, beban yang diterima struktur dari material bangunan juga lebih ringan, waktu pelaksanaan dan beberapa kelebihan lainnya.

Tugas Akhir ini bertujuan untuk membandingkan biaya material pada modifikasi struktur bangunan yang menggunakan material yang inovatif yang ringan yaitu pelat lantai pracetak ringan dan bata ringan dengan struktur eksisting bangunan yang menggunakan pelat lantai beton biasa dan bata merah, dengan harapan dimensi struktur akan berubah jika menggunakan material yang inovatif dan membandingkan perubahannya terhadap biaya material terpasang.

Pada Tugas Akhir ini, proyek yang digunakan sebagai studi kasus adalah proyek Gedung Asrama Berlantai 5 LPMP Sumatera Barat. Lokasi proyek berada di kawasan kampus Universitas Negeri Padang, kota Padang. Fungsi bangunannya adalah sebagai gedung asrama dan ruang kuliah yang diperuntukkan bagi mahasiswa yang berdomisili di luar kota Padang. Diharapkan pada proyek ini, dengan menggunakan material inovatif yang ringan akan dapat mengurangi biaya material dari struktur bangunan tersebut.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Seperti yang telah dijabarkan pada latar belakang sebelumnya, maka yang menjadi masalah yang akan dibahas pada penulisan Tugas Akhir ini adalah bagaimana perbandingan biaya material antara struktur eksisting, struktur

modifikasi 1, dan struktur modifikasi 2 menggunakan beton aerasi?

### **1.3 Batasan Masalah**

Pada Tugas Akhir ini, masalah masalah dibatasi pada:

- a. Melakukan perbandingan hanya pada biaya langsung yaitu biaya material terpasang.
- b. Bagian struktur yang ditinjau adalah plat lantai, balok, kolom dan pondasi tiang pancang.
- c. Bagian arsitektur yang ditinjau adalah dinding dan hanya sebagai beban.
- d. Bagian bangunan yang akan diganti materialnya adalah pelat lantai dan dinding
- e. Perbandingan biaya material dilakukan dengan menggunakan HSPK 2018 Surabaya.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah membandingkan biaya material antara struktur eksisting, struktur modifikasi 1, dan struktur modifikasi 2 menggunakan beton aerasi.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dalam Tugas Akhir ini, penggunaan material inovatif yang ringan diharapkan menjadi salah satu cara untuk mengurangi biaya material pada proyek ini.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Material Inovatif**

Material inovatif adalah material material konstruksi yang dapat dijadikan pilihan atau pertimbangan dalam penggunaannya pada konstruksi dan telah memenuhi fungsi dari penggunaannya pada konstruksi. Material-material tersebut didapat dari hasil penelitian yang lama dan harus memenuhi fungsi dari material yang digantikan dengan beberapa keunggulan lainnya kemudian melakukan pengujian sebelum boleh digunakan pada konstruksi. Penggunaan material-material inovatif ini pada konstruksi juga mengubah metode pelaksanaan konstruksi tersebut. Pemilihan jenis material yang terpilih didasari oleh pemroduksian massalnya dan berat jenis material itu sendiri yang lebih ringan dari material yang digunakan pada eksisting beton. Material inovatif terpilih adalah beton ringan aerasi.

Menurut Prabowo, Beton ringan AAC adalah beton yang pembuatannya menggunakan mesin *Autoclaved Aerated Concrete (AAC)* dimana didalam campuran beton tersebut telah terdapat lapisan pembesian 2 lapis yang telah didesain mampu menahan beban kerja. (Prabowo.2016)

Menurut Limanto, dkk, karakteristik beton ringan adalah sebagai berikut:

- a. presisi, karena dibuat oleh pabrik dan menggunakan mesin, maka ukuran dan bentuk dari beton ringan ini lebih presisi dari pada bata konvensional yang dibuat dengan menggunakan tenaga manusia,
- b. sudut siku, sudut yang dimiliki beton ringan benar-benar tegak lurus membentuk  $90^0$ ,
- c. permukaan halus dan pori pori lebih rapat, permukaan pada beton ringan umumnya rata dan halus, serta memiliki pori yang lebih rapat, hal ini yang menyebabkan beton ringan lebih kedap air,

- d. ringan dan kuat, beton ringan sesuai namanya memiliki berat yang lebih ringan dari bata konvensional, hampir 1/3 berat dari bata konvensional. Tetapi walaupun memiliki berat yang ringan beton ringan tetap kuat. (Toreh, 2012)

Bata dan beton ringan AAC terbuat dari bahan pasir silika, semen portland, kapur, gypsum dan bahan pengembang berupa aluminium pasta yang dicampur menjadi sebuah beton dan dilakukan proses *curing* menggunakan mesin *autoclaved* yang membutuhkan waktu sekitar 11 jam. Adapun bata dan beton ringan yang telah mengalami *curing* menggunakan *autoclaved* selama 11 jam dapat langsung dipergunakan tanpa menunggu umur beton normal (28 hari). Untuk beton ringan AAC, material pembentuk ditambah pembersihan dan memiliki berat jenis material beton yang lebih berat dari pada bata ringan AAC, hal ini dikarenakan beton ringan difungsikan sebagai struktur bangunan. Bata dan beton ringan AAC pertama kali dikembangkan di Swedia pada tahun 1923 sebagai alternatif material bangunan. Pada tahun 1943 bata ringan dikembangkan lagi oleh Joseph Hebel di Jerman. Di Indonesia, bata dan beton ringan AAC dikenal pada tahun 1995 saat didirikan PT Hebel Indonesia di Karawang Timur, Jawa Barat. (Prabowo, 2016)

Berikut adalah keunggulan dan kekurangan dari beton ringan :

Keunggulan dari beton ringan aerasi

- berukuran seragam sehingga pemasangan dapat dilakukan lebih tepat dan teliti dapat menghasilkan dinding yang rapi
- bersifat kedap air
- mampu meredam suara
- menghemat pemakaian perekat
- bobot lebih ringan.
- durasi pengerjaan lebih singkat
- mereduksi biaya konstruksi

- kontinuitas proses pengerjaan terjaga
- diproduksi massal
- kualitas beton lebih baik
- mengurangi kebisingan
- mengurangi biaya pengawasan
- pelaksanaan hampir tidak terpengaruh cuaca,

Kekurangan beton ringan aerasi

- ukuran lebih besar , untuk ukuran tanggung membuat beton dipotong dengan sisa yang biasanya lebih banyak.
- membutuhkan perekat khusus seperti semen instan yang harganya lebih mahal dari semen biasa
- beton ringan itu sendiri harganya juga lebih mahal
- biaya transportasi dari pabrik ke lokasi
- biaya bantu *erection* (penyatuan elemen)
- biaya *connection* (penyambung elemen)

## 2.2 Perencanaan Struktur

Struktur bangunan mempunyai 2 tipe yaitu struktur berbentuk *regular* yaitu struktur yang mempunyai bentuk yang *typical* pada setiap lantainya dan struktur yang berbentuk *irregular* yaitu struktur yang berbentuk tidak *typical* pada lantainya. Pada gedung LPMP Sumatera Barat termasuk struktur bangunan yang *typical* sehingga termasuk struktur yang berbentuk *regular*.

### 2.2.1 Pembebanan Struktur

Pembebanan adalah segala berat yang bekerja pada sebuah bangunan dan yang mempengaruhi struktur dari sebuah bangunan. Pembebanan pada struktur terbagi 2, yaitu:

#### 1. Beban Gravitasi

##### a. Beban Mati (D)

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 3.10, beban mati adalah berat semua bagian dari struktur gedung

yang bersifat tetap, termasuk segala beban tambahan, *finishing*, mesin mesin, serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut. (SNI 03-2847-2002). Beban dinding bata merah adalah  $250 \text{ kg/m}^2$  dan untuk dinding bata ringan adalah  $89.25 \text{ kg/m}^2$ .

Berikut adalah data-data perencanaan dari bata ringan beton aerasi :

Dimensi =  $0.15 \times 0.6 \times 0.4 \text{ m}$

Kuat Tekan =  $4 \text{ N/mm}^2$

Berat Jenis Nominal =  $495 \text{ Kg/m}^3$

Berat Perencanaan =  $595 \text{ Kg/m}^3$

Daya Hantar Panas =  $0.195 \text{ w/mK}$

Ketahanan Api (SNI 1741 2008) =  $> 3 \text{ jam}$

Isulasi Suara (ASTM E90) – STC =  $41 \text{ dB}$

Detail-detail dari bata ringan beton aerasi dapat dilihat di Lampiran.

b. Beban Hidup (L)

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 3.8, beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu gedung, termasuk beban beban pada lantai yang dari barang barang yang dapat berpindah dan/atau beban akibat air hujan pada atap. (SNI 03-2847-2002)

Pada tabel 1 dan 2 ditampilkan beban hidup dan koefisien reduksinya berdasarkan fungsi bangunannya:



Tabel 1 : Beban Hidup Pada beberapa Fungsi Gedung  
(sumber : PPIURG 1987)

a.	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200 kg/m <sup>2</sup>
b.	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	125 kg/m <sup>2</sup>
c.	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250 kg/m <sup>2</sup>
d.	Lantai ruang olah raga.	400 kg/m <sup>2</sup>
e.	Lantai ruang dansa	500 kg/m <sup>2</sup>
f.	Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain daripada yang disebut dalam a s/d e, seperti mesjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 kg/m <sup>2</sup>
g.	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500 kg/m <sup>2</sup>
h.	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c	300 kg/m <sup>2</sup>
i.	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g	500 kg/m <sup>2</sup>
j.	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c, d, e, f dan g	250 kg/m <sup>2</sup>
k.	Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400 kg/m <sup>2</sup>
l.	Lantai gedung parkir bertingkat: - untuk lantai bawah - untuk lantai tingkat lainnya	800 kg/m <sup>2</sup> 400 kg/m <sup>2</sup>
m.	Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300 kg/m <sup>2</sup>

Tabel 2 : Koefisien Beban Hidup Pada Beberapa Fungsi Gedung  
(sumber : PPIURG 1987)

Penggunaan gedung	Koefisien reduksi beban hidup	
	Untuk perencanaan balok induk dan portal	Untuk peninjauan gempa
<b>PERUMAHAN/PENGHUNIAN:</b> Rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit	0,75	0,30
<b>PENDIDIKAN:</b> Sekolah, ruang kuliah	0,90	0,50
<b>PERTEMUAN UMUM:</b> Mesjid, gereja, bioskop, restoran, ruang dansa, ruang pagelaran	0,90	0,50
<b>KANTOR:</b> Kantor, bank	0,60	0,30
<b>PERDAGANGAN:</b> Toko, toserba, pasar	0,80	0,80
<b>PENYIMPANAN:</b> Gudang, perpustakaan, ruang arsip	0,80	0,80
<b>INDUSTRI:</b> Pabrik, bengkel	1,00	0,90
<b>TEMPAT KENDARAAN:</b> Garasi, gedung parkir	0,90	0,50
<b>GANG DAN TANGGA:</b>		
- perumahan/penghunan	0,75	0,30
- pendidikan, kantor	0,75	0,50
- pertemuan umum, perdagangan penyimpanan, industri, tempat kendaraan	0,90	0,50

Pada Tugas Akhir ini, fungsi bangunan LPMP adalah sebagai ruang kuliah dan asrama dengan beban hidup sebesar  $250 \text{ kg/m}^2$  dan beban atap secara terpusat sebesar  $100 \text{ kg}$ .(Departemen Pekerjaan Umum 1987)

c. Beban Hujan (R)

Beban hujan adalah beban yang terjadi akibat air hujan yang jatuh dan mengalir diatap.pada PPIURG 1987, beban hujan sebesar  $(40 - 0.8 \alpha) \text{ kg/m}^2$  dimana  $\alpha$  adalah sudut kemiringan atap dan tidak lebih besar

dari  $20 \text{ kg/m}^2$  dan tidak perlu ditinjau jika  $\alpha$  lebih besar dari 50 derajat.

## 2. Beban Lateral

### a. Beban Angin (W)

Beban angin adalah beban yang bekerja akibat angin yang berhembus mengenai suatu bangunan. Beban angin yang dipikul struktur adalah sebesar minimum  $40 \text{ kg/m}^2$  untuk daerah tepi laut dengan jarak maksimum 5 km dan  $25 \text{ kg/m}^2$  untuk selain itu.

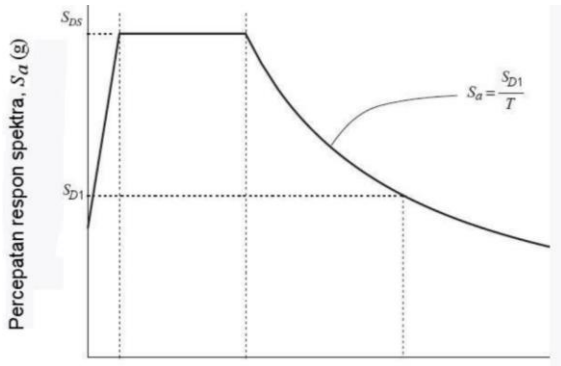
Pada Tugas Akhir ini, posisi bangunan terletak di tepi laut dengan beban angin sebesar  $40 \text{ kg/m}^2$ .

### b. Beban Gempa (E)

Beban gempa adalah beban yang terjadi akibat terjadinya gempa dan mempengaruhi struktur dari suatu bangunan. Menurut SNI 1726 2012, perhitungan pengaruh beban gempa terhadap bangunan dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, yaitu:

- Analisa beban gempa statis ekuivalen
- Analisa ragam spectrum respons
- Analisa respons dinamika riwayat waktu

Pada Tugas Akhir ini, perhitungan pengaruh beban gempa menggunakan analisa ragam spektrum respons. Pada gambar 1 dibawah ini ditampilkan grafik ragam spektrum respons:



Gambar 1 : Grafik Ragam Spektrum Respons  
(sumber : SNI 1726 2012)

### 2.2.2 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan menurut SNI 2847 2013 pasal 9.2.1, yaitu:

- $U = 1.4D$
- $U = 1.2D + 1.6L + 0.5(Lr \text{ atau } R)$
- $U = 1.2D + 1.6(Lr \text{ atau } R) + (1L \text{ atau } 0.5W)$
- $U = 1.2D + 1W + 1L + 0.5(Lr \text{ atau } R)$
- $U = 1.2D + 1E + 1L$
- $U = 0.9D + 1W$
- $U = 0.9D + 1E$

### 2.2.3 Struktur

Menurut SNI 7833:2012 beton pracetak atau *precast concrete* adalah elemen atau komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi bangunan.(SNI 7833:2012)

Pada proyek yang ditinjau, pelaksanaan pembangunan pelat menggunakan pelat konvensional dan pekerjaan dinding menggunakan bata merah. Perencanaan proyek tersebut dimodifikasi dengan menggunakan pelat lantai pracetak ringan dan dinding dengan memakai bata ringan.

Pelat lantai pracerak dan dinding termasuk kedalam beban mati yang bebannya menetap untuk mempengaruhi struktur. Penggunaan beton ringan pada konstruksi bangunan

akan lebih meringankan jumlah berat beban yang dipikul oleh struktur sehingga diharapkan dapat mengubah dimensi struktur menjadi lebih kecil dan menghemat biaya material.

Dari spesifikasi diatas, direncanakan perencanaan modifikasi struktur dari bangunan tersebut dari mulai pelat pracetak, balok cor ditempat, dan kolom cor ditempat.

### 2.2.3.1 Perhitungan Pelat Lantai Konvensional

Pelat lantai adalah bagian dari elemen gedung yang berfungsi sebagai tempat berpijak. Perencanaan elemen pelat lantai tidak kalah pentingnya dengan perencanaan balok, kolom, dan pondasi. Pelat lantai yang tidak direncanakan dengan baik bisa menyebabkan lendutan dan getaran saat ada beban yang bekerja pada pelat tersebut.

#### a. Preliminary Design

Pada gambar 2 ditampilkan perencanaan pelat lantai berdasarkan SNI 2847:2013 pada tabel 9.5 c:

Tegangan leleh, $f_y$ MPa <sup>1</sup>	Tanpa penebalan <sup>2</sup>			Dengan penebalan <sup>2</sup>		
	Panel eksterior		Panel interior	Panel eksterior		Panel interior
	Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir <sup>3</sup>		Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir <sup>3</sup>	
280	$\ell_n / 33$	$\ell_n / 36$	$\ell_n / 36$	$\ell_n / 36$	$\ell_n / 40$	$\ell_n / 40$
420	$\ell_n / 30$	$\ell_n / 33$	$\ell_n / 33$	$\ell_n / 33$	$\ell_n / 36$	$\ell_n / 36$
520	$\ell_n / 28$	$\ell_n / 31$	$\ell_n / 31$	$\ell_n / 31$	$\ell_n / 34$	$\ell_n / 34$

<sup>1</sup>Untuk konstruksi dua arah,  $\ell_n$  adalah panjang bentang bersih dalam arah panjang, diukur muka ke muka tumpuan pada pelat tanpa balok dan muka ke muka balok atau tumpuan lainnya pada kasus yang lain.  
<sup>2</sup>Untuk  $f_y$  antara nilai yang diberikan dalam tabel, tebal minimum harus ditentukan dengan interpolasi linier.  
<sup>3</sup>Panel drop didefinisikan dalam 13.2.5.  
<sup>4</sup>Pelat dengan balok di antara kolom kolomnya di sepanjang tepi eksterior. Nilai  $\alpha$  untuk balok tepi tidak boleh kurang dari 0,8.

Gambar 2 : Tebal Minimum Pelat

(sumber: SNI 2847:2013)

Pada SNI 2847:2013 pasal 9.5.3.3 menerangkan, untuk pelat dengan balok yang membentang diantara tumpuan pada semua sisinya, tebal minimumnya  $h$ , harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

4.1. Untuk  $\alpha_m$  yang sama atau lebih kecil dari 0,2, harus menggunakan 9.5.3.2

4.2. Untuk  $\alpha m$  yang lebih besar dari 0.2 tapi tidak lebih dari 2,  $h$  tidak boleh kurang dari

$$h = \frac{\ln(0.8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 5\beta(\alpha m - 0.2)}$$

dan tidak boleh kurang dari 125 mm.

4.3. Untuk  $\alpha m$  yang lebih besar dari 2, ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari

$$h = \frac{\ln(0.8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9\beta}$$

dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

4.4. Pada tepi yang tidak menerus, balok tepi harus mempunyai rasio kekakuan tidak kurang dari 0.8 atau sebagai alternatif ketebalan minimum yang ditentukan aturan 2 dan 3 harus dinaikkan paling tidak 10% pada panel dengan tepi tidak menerus.

keterangan  $l_n$  : panjang bentang bersih dalam arah panjang diukur muka ke muka balok

$\beta$  : rasio bentang bersih dalam arah panjang terhadap pendek pelat

#### b. Penulangan Pelat

Sistem pelat lantai konvensional merupakan suatu sistem struktur tak tentu. Beberapa cara yang bisa ditempuh untuk menghitung gaya-gaya dalamnya yaitu:

1. Analisis elastik yaitu menggunakan metode matriks dengan memakai PBI 1971 dengan memperhitungkan kombinasi pembebanan seperti yang ada pada SNI 2847:2013
2. Analisis plastik
3. Analisis pendekatan seperti metode koefisien momen berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 8.3.3

Selanjutnya dilakukan pengontrolan  $\rho$  (rasio tulangan) dengan ketentuan:

- Jika  $\rho_{perlu} < \rho_{min}$  maka dipakai  $\rho_{min}$
- Jika  $\rho_{min} < \rho_{perlu} < \rho_{max}$  maka dipakai  $\rho_{perlu}$
- Jika  $\rho_{max} < \rho_{perlu}$  maka dipakai  $\rho_{max}$

### 2.2.3.2 Pelat Lantai Pracetak Ringan

Pelat lantai pracetak yang digunakan pada modifikasi struktur adalah pelat pracetak dari beton ringan dan perencanaanpun telah dilakukan oleh pabrik untuk menguji ketahanan dari pelat itu sendiri. Pelat pracetak dari beton ringan mampu menahan beban guna bangunan industri, bangunan komersial seperti perkantoran, apartemen/condominium, sekolah, universitas, rumah sakit, rusunawa, rusunami. Berikut adalah data-data perencanaan pelat lantai pracetak ringan beton aerasi:

Dimensi	= 2.97 x 0.6 x 0.125 m
Kuat Tekan	= 6.5 N/mm <sup>2</sup>
Berat Jenis Nominal	= 650 Kg/m <sup>3</sup>
Berat Perencanaan	= 750 Kg/m <sup>3</sup>
Beban Imposed	= 405 Kg/m <sup>2</sup>

Menurut N. Narayanan dan K. Ramamurthy, Modulus elastisitas beton aerasi untuk perencanaan adalah:

$$E = 1550 \times S^{0.7}$$

dengan

E = Modulus Elastisitas Beton Aerasi

S = Kuat Tekan Beton (Kg/m<sup>2</sup>)

Detail-detail dari pelat lantai pracetak ringan beton aerasi dapat dilihat di Lampiran.

### 2.2.3.3 Perhitungan Balok

Balok juga merupakan salah satu pekerjaan beton bertulang yang merupakan bagian struktur yang digunakan sebagai dudukan lantai dan pengikat kolom lantai atas.

Fungsinya adalah sebagai rangka penguat horizontal bangunan akan beban-beban.

Apabila suatu gelagar balok bentangan sederhana menahan beban yang mengakibatkan timbulnya momen lentur akan terjadi deformasi (regangan) lentur di dalam balok tersebut. Regangan-regangan balok tersebut mengakibatkan timbulnya tegangan yang harus ditahan oleh balok, tegangan tekan di sebelah atas dan tegangan tarik dibagian bawah. Agar stabilitas terjamin, batang balok sebagai bagian dari sistem yang menahan lentur harus kuat untuk menahan tegangan tekan dan tarik tersebut karena tegangan baja dipasang di daerah tegangan tarik bekerja, di dekat serat terbawah, maka secara teoritis balok disebut sebagai bertulangan baja tarik saja. Pada gambar 3 ditampilkan bentuk balok biasa:



Gambar 3: Bentuk Balok Bertulang Biasa  
(sumber: <http://www.bumibajasakti.com/baja-vs-beton/>)

a. *Preliminary Design*

Menurut SNI 2847:2013, inilah beberapa perencanaan awal dari balok untuk beberapa kondisi yang ditampilkan pada gambar 4:



Komponen struktur	Tebal minimum, <i>h</i>			
	Tertumpu sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar			
Pelat masif satu-arah	ℓ/ 20	ℓ/ 24	ℓ/ 28	ℓ/ 10
Balok atau pelat rusuk satu-arah	ℓ/ 16	ℓ/ 18,5	ℓ/ 21	ℓ/ 8

**CATATAN:**  
 Panjang bentang dalam mm.  
 Nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan beton normal dan tulangan tulangan Mutu 420 MPa. Untuk kondisi lain, nilai di atas harus dimodifikasikan sebagai berikut:  
 (a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis (*equilibrium density*), *w<sub>c</sub>*, di antara 1440 sampai 1840 kg/m<sup>3</sup>, nilai tadi harus dikalikan dengan (1,65 – 0,0003*w<sub>c</sub>*) tetapi tidak kurang dari 1,09.  
 (b) Untuk *f<sub>y</sub>* selain 420 MPa, nilainya harus dikalikan dengan (0,4 + *f<sub>y</sub>*/700).

Gambar 4 : Tebal Minimum Balok Non-Prategang Atau Pelat Satu Arah Bila Lendutan Tidak Dihitung (sumber : SNI 2847:2013)

b. Penulangan Balok

- Penulangan Lentur dan Tekan (Rangkap)

Penulangan lentur balok dimaksudkan untuk menahan gaya tarik pada setengah penampang balok kebawah yang diakibatkan oleh beban beban yang bekerja dari atas balok.

Penulangan tekan dimaksudkan untuk menahan defleksi (perubahan bentuk pada balok) pada beton akibat pembebanan vertikal, meningkatkan daktilitas penampang, mengubah keruntuhan tekan menjadi keruntuhan tarik, dan mempermudah pelaksanaan (Iswandi Imran & Ediansjah zulkifli, 2014).

Pada penulangan lentur balok, harus selalu memenuhi:

$$\begin{aligned} \emptyset Mn &> Mu \\ Mn &= Mn1 + Mn2 \\ Mn &= As'x fy x (d - d') + (As - As') x fy x (d - 0.5a) \end{aligned}$$

- dimana :
- $\emptyset Mn$  = Kuat lentur rencana
  - $Mu$  = Kuat lentur perlu (Momen ultimit)
  - $As$  = Luas tulangan tarik
  - $As'$  = Luas tulangan tekan
  - $fy$  = Tegangan leleh tulangan

- $d$  = Tinggi efektif penampang tarik
- $d'$  = Tinggi efektif penampang tekan
- $a$  = Zona tekan ekuivalen

Pengontrolan penulangan rangkap harus memenuhi cek syarat tulangan perlu menurut SNI 2847:2013 pasal 21.5.2.1, tidak boleh kurang dari  $\frac{1.4bw d}{f_y}$ , rasio tulangan tidak boleh melebihi 0.025, paling sedikit 2 batang dan harus disediakan menerus pada kedua sisi atas dan bawah (SNI 2847:2013) dan memenuhi kontrol jarak spasi tulangan tidak boleh kurang dari 25 mm untuk lewatnya agregat kasar.

- Penulangan Geser

Penulangan geser dimaksudkan untuk menahan gaya geser dan harus memadai untuk menjamin kapasitas geser tidak lebih kuat dari kapasitas lenturnya (Iswandi Imran & Ediansjah zulkifli, 2014). Penulangan geser terdiri dari dua bagian yaitu penulangan sendi plastis (tumpuan) sejarak  $2h$  dari muka kolom dan lapangan dengan jarak lebih besar dari  $2h$  dari muka kolom.

Penulangan geser balok harus selalu memenuhi (SNI 2847:2013 pasal 11.1.1):

$$\begin{aligned} \emptyset V_n &> V_u \\ V_n &= V_c + V_s \end{aligned}$$

Untuk kuat geser beton (SNI 2847:2013 pasal 11.2.1.1)

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b w d$$

Untuk kuat geser tulangan zonasi 1 tidak perlu tulangan geser

$$V_u < 0.5V_c$$

Untuk kuat geser tulangan zonasi 2 tulangan geser minimum

$$0.5V_c < V_u < \emptyset V_c$$

dengan

$$s \leq \frac{3A_v x f_y}{b w} \text{ atau } \frac{1200}{75} x \frac{A_v x f_y}{\sqrt{f_c x b w}}$$

$$s \leq 0.5 d$$

$$s \leq 600 \text{ mm}$$

Untuk kuat geser tulangan zonasi 3 tulangan geser direncanakan

$$\emptyset V_c < V_u < \emptyset(V_c + V_s \text{ min})$$

dengan

$$s \leq \frac{A_v x f_y x d}{\frac{V_u}{\emptyset} - V_c} \text{ atau } \frac{A_v x f_y x (\sin \alpha + \cos \alpha) x d}{\frac{V_u}{\emptyset} - V_c}$$

$$s \leq 0.5 d$$

$$s \leq 600 \text{ mm}$$

Untuk kuat geser tulangan zonasi 4 tulangan geser direncanakan

$$\emptyset(V_c + V_s \text{ min}) < V_u < \emptyset(V_c + V_s \text{ max})$$

dengan

$$s \leq \frac{A_v x f_y x d}{\frac{V_u}{\emptyset} - V_c} \text{ atau } \frac{A_v x f_y x (\sin \alpha + \cos \alpha) x d}{\frac{V_u}{\emptyset} - V_c}$$

$$s \leq 0.5 d$$

$$s \leq 600 \text{ mm}$$

Untuk kuat geser tulangan zonasi 5

$$\emptyset(V_c + V_s \text{ max}) < V_u < 2 * \emptyset(V_c + V_s \text{ max})$$

dengan

$$s \leq \frac{A_v x f_y x d}{\frac{V_u}{\emptyset} - V_c} \text{ atau } \frac{A_v x f_y x (\sin \alpha + \cos \alpha) x d}{\frac{V_u}{\emptyset} - V_c}$$

$$s \leq 0.5 d$$

$$s \leq 600 \text{ mm}$$

Keterangan:  $V_n$  = Kuat geser nominal

$V_u$  = Kuat geser ultimit

$V_c$  = Kuat geser beton

$V_s$  = Kuat geser tulangan

$f_c$  = Kuat tekan beton

$b w$  = Lebar penampang efektif

$d$  = Tinggi penampang efektif

$A_v$  = Luas tulangan geser berspasi

$f_y$  = Tegangan leleh tulangan

- Penulangan Torsi

Momen torsi adalah momen yang memutar terhadap sumbu longitudinal elemen struktur. Pada balok biasanya diakibatkan oleh beban eksentrik terhadap sumbu balok

Penulangan torsi balok harus memenuhi SNI 2847:2013 pasal 11.5.3.5, yaitu:

$$\phi T_n > T_u$$

dengan

$$T_n = \frac{2 \times A_o \times A_t \times f_y}{s} \cot \theta$$

Beban torsi juga harus diperhitungkan jika  $T_u$  melebihi  $0.25T_{cr}$ , yaitu:

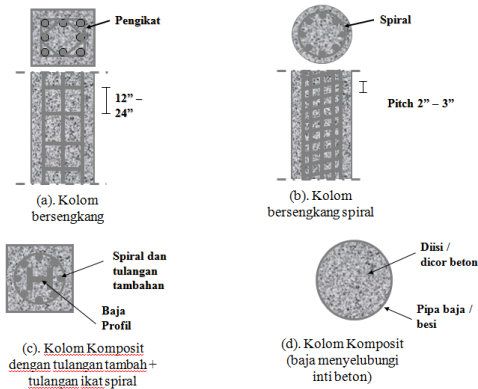
$$T_u \geq \frac{1}{12} \phi \times \sqrt{f_c} \times \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

#### 2.2.3.4 Perhitungan Kolom

Kolom adalah batang 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 bangunan secara keseluruhan.

SNI 2847:2013 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 terkecil. (SNI 2847:2013)

Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang barang), serta beban hembusan angin. Pada gambar 5 ditampilkan bentuk bentuk kolom:



Gambar 5 : Bentuk Bentuk Kolom

(sumber : <http://www.arsigraf.com/2017/10/pengertian-kolom-dan-jenis-jenis-kolom.html>)

a. Preliminary Design

Perencanaan awal pada kolom didapat dari merencanakan sebuah kolom yang memikul beban terberat pada suatu bangunan dan kemudian dihitung dimensinya.

$$A = \frac{1.5W}{\phi f_c}$$

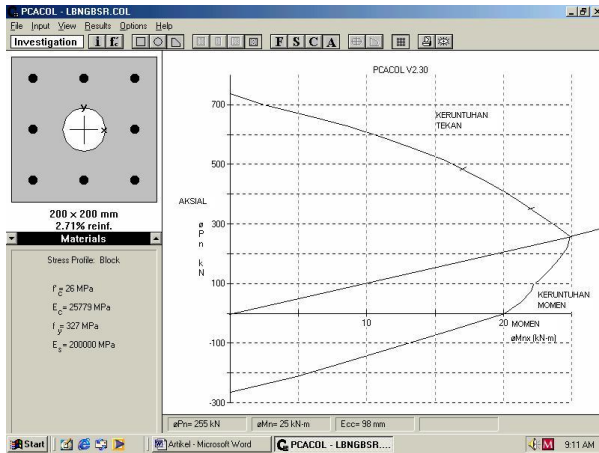
- dimana  $A$  : Luas perlu kolom  
 $W$  : Total beban yang menumpu ke kolom  
 $\phi$  : faktor reduksi (0.65)

b. Penulangan Kolom

- Penulangan Utama

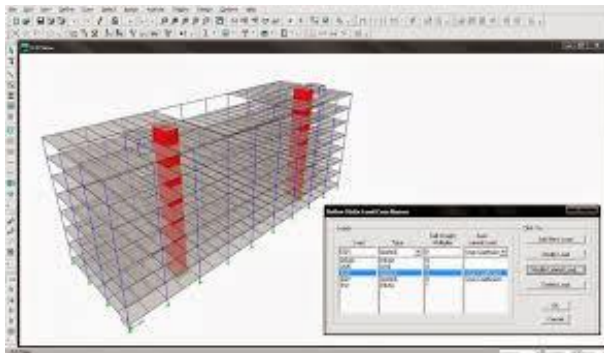
Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 10.9.2 jumlah tulangan utama pada kolom berbentuk persegi adalah 4 buah dan untuk kolom bundar adalah 6 buah. Perencanaan penulangan kolom juga dibantu dengan aplikasi SP Coloumn dengan memasukan beban P,  $M_x$ , dan  $M_y$  dari hasil perencanaan struktur pada

program Sap 2000. Pada gambar 6 dan 7 ditampilkan gambar SP coloumn dan Sap 2000:



Gambar 6 :Gambar SP Coloumn

(sumber : <http://bayungr.blogspot.co.id/2011/10/analisa-kolom-dengan-pca-col.html>)



Gambar 7 : Gambar Sap 2000

(sumber : <http://www.perencanaanstruktur.com/2013/03/tutorial-belajar-sap-2000-dan-etabs.html>)

Untuk penulangan lentur rangka momen khusus,

$$\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$$

dimana  $\Sigma M_{nc}$  : Jumlah Mn kolom yang merangka pada hubungan balok - kolom. Mn harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, yang sesuai dengan arah gaya gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan nilai Mn terkecil

$\Sigma M_{nb}$  : Jumlah Mn balok yang merangkap pada hubungan balok - kolom.

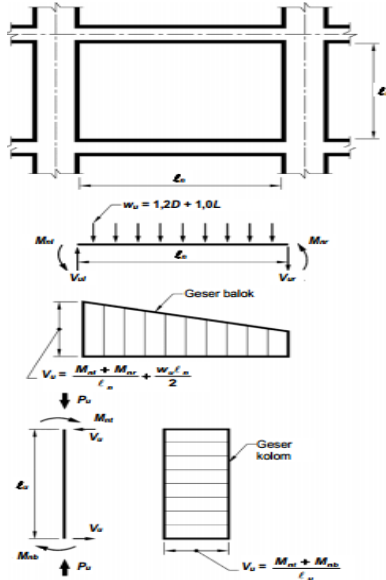
dengan syarat luas tulangan tidak melewati 1%-6% luas penampang kolom, dan jumlah tulangan utama minimum adalah 6 buah.

- Penulangan Geser

Untuk rangka momen biasa penulangan geser kolom harus memenuhi SNI 2847:2013 pasal 21.2.3 dan dirujuk ke pasal 21.3.3.2 yaitu  $\phi V_n$  kolom yang menahan beban gempa, tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari

- a. Geser yang terkait dengan pengembangan kekuatan momen nominal kolom pada setiap ujung terkekang dari panjang yang tak tertumpu akibat lentur kurvatur balik. Kekuatan lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kekuatan lentur tinggi.
- b. Geser maksimum yang diperoleh dari kombinasi beban desain yang melibatkan beban gempa, dengan beban gempa ditingkatkan dengan  $\Omega(\text{omega})$

Untuk rangka momen menengah ditampilkan pada gambar 8:



Gambar 8 : Geser Desain Untuk Rangka Momen Menengah  
(sumber : SNI 2847:2013)

Spasi pada ujung kolom pada SNI 2847:2013 pasal 21.3.5.2 yaitu tidak melebihi:

- a. 8 kali diameter batang tulangan terkecil
- b. 24 kali diameter tulangan geser
- c. Setengah dimensi kolom terkecil
- d. 300 mm

dan panjang  $l_o$  tidak boleh kurang dari

- a.  $1/6$  bentang bersih kolom
- b. Dimensi maksimum kolom
- c. 450 mm



dan harus memenuhi pasal 21.3.5.3 yaitu sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari jarak tulangan sengkang pada ujung kolom.

Untuk rangka momen khusus, luas tulangan sengkang menurut SNI 2847:2013 pasal 21.6.4.4 adalah

$$A_{sh} = 0.3 \frac{s b_c f_c}{f_{yt}} \times \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right)$$

$$A_{sh} = 0.09 \frac{s b_c f_c}{f_{yt}}$$

dengan  $A_{sh}$  = Luas penampang total tulangan transversal

$s$  = Spasi tulangan transversal

$b_c$  = Dimensi penampang inti kolom diukur dari sumbu ke sumbu tulangan transversal terluar

$A_g$  = Luas bruto penampang kolom

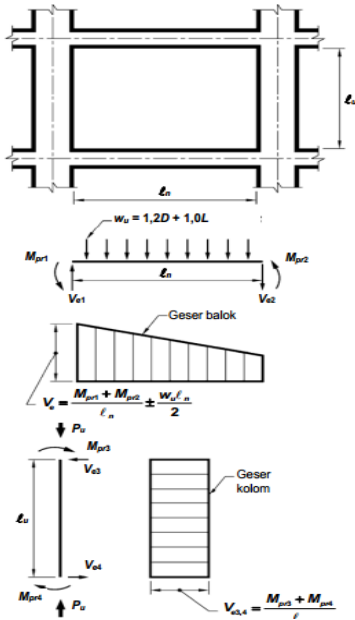
$A_{ch}$  = Luas penampang kolom dari sisi luar ke sisi luar tulangan sengkang tertutup

$f_{yt}$  = kuat leleh tulangan

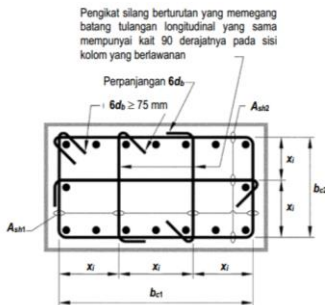
Spasi tulangan sengkang menurut SNI 2847:2013 pasal 21.6.4.3 adalah

- a. ¼ komponen struktur minimum
- b. 6 kali diameter tulangan utama
- c.  $S_o = 100 + \frac{350 - h_x}{3}$  dan tidak melebihi 150 mm dan tidak kurang dari 100 mm

Untuk rangka momen khusus ditampilkan pada gambar 9 dan 10:



Gambar 9 : Geser Desain Untuk Rangka momen Khusus  
(sumber : SNI 2847:2013)



Dimensi  $x_i$  dari garis pusat ke garis pusat kaki-kaki pengikat tidak melebihi 350 mm. Rumus  $h_v$  yang digunakan dalam persamaan 21-2 diambil sebagai nilai terbesar dari  $x_i$ .

Gambar 10 : Contoh Tulangan Sengkok Pada Kolom  
(sumber : SNI 2847:2013)

### 2.2.3.5 Perhitungan Pondasi Tiang Pancang

Desain Pondasi dilakukan dengan cara mengambil output gaya-gaya dalam dari hasil proses analisis struktur primer dengan menggunakan program bantu analisis struktur. Gaya-gaya dalam tersebut menjadi acuan untuk desain pondasi.

Tahapan yang akan dilakukan untuk merencanakan pondasi dengan langkah-langkah antara lain :

1. Menentukan data desain yang meliputi :

- Data tanah
- Dimensi tiang pancang
- Jarak antara tiang pancang
- Output analisis struktur

Pada penentuan jarak antar tiang pancang terdapat beberapa ketentuan yang harus memenuhi  $3D < S < 6D$ .

2. Menghitung daya dukung satu tiang pancang berdasarkan data SPT dengan menggunakan :

$$P \text{ ujung} = 40 \times N \text{ rata2} \times D \text{ tiang pancang}$$

dimana N rata-rata adalah nilai N lapangan yang telah dikoreksi dengan koreksi muka air tanah, koreksi *overburden pressure*, dan lainnya.

3. Menghitung gaya maksimum yang dipikul satu tiang dalam kelompok menggunakan :

$$P_i = (\Sigma P/n) + ((M_x \times y_{\max})/\Sigma y^2) + ((M_y \times x_{\max})/\Sigma x^2)$$

dimana P = Beban Aksial yang akan diterima tiang

n = Jumlah tiang pancang

$M_{x,y}$  = Momen arah x atau y

$x,y_{\max}$  = Jarak tiang ke pusat poer arah x atau y

Dari gaya aksial  $P_i$  yang maksimum dan minimum harus dikontrol terhadap daya dukungnya menggunakan :

$$P_{\max} < P_{\text{ijin}} = P_u/SF$$

dimana  $P_{max}$  = P maks yang diterima tiang  
 $P_{ijin}$  = P yang diijinkan dikedalaman tertentu  
 $P_u$  = P ultimit dikedalaman tertentu  
SF = faktor aman = 3

## 2.3 Biaya

### 2.3.1 Konsep Biaya

Biaya adalah pengeluaran pelaksanaan proyek, operasi, serta pemeliharaan instalasi hasil proyek. Contohnya adalah biaya untuk membangun jalan raya, mengoperasikannya, dan memeliharanya (Soeharto 1997). Selanjutnya biaya dibagi menjadi biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*). Perinciannya sebagai berikut:

a. Biaya langsung (*direct cost*)

Biaya langsung (*direct cost*) adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Contohnya adalah biaya penyiapan lahan, biaya pengadaan peralatan, dan biaya pengecoran (Soeharto 1997).

b. Biaya tidak langsung (*indirect cost*)

Biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah pengeluaran untuk manajemen, supervisor, pembayaran material serta jasa untuk pengadaan bagian proyek yang tidak akan menjadi instalasi atau produk permanen, tapi diperlukan dalam proses pembangunan proyek. Contohnya adalah gaji tetap dan tunjangan pegawai, pengeluaran umum, dan pembangunan fasilitas sementara (Soeharto 1997).

### 2.3.2 Biaya Material

Biaya material adalah biaya bahan material yang dikeluarkan untuk untuk melakukan suatu pekerjaan. Biaya material yang dimaksud pada Tugas Akhir ini termasuk biaya langsung (*direct cost*) pada sebuah proyek. Pada Tugas Akhir ini, perencanaan biaya material menggunakan HSPK kota

Surabaya. HSPK (Harga Satuan Pokok Kegiatan) adalah harga satuan pokok dari sebuah pekerjaan konstruksi dalam suatu wilayah. Pada HSPK, ada beberapa istilah yang perlu dijabarkan, yaitu:

- Indeks adalah faktor pengali atau koefisien sebagai dasar perhitungan biaya bahan dan upah kerja.(SNI 2835:2008)
- Indeks bahan adalah indeks kuantum yang menunjukkan kebutuhan bahan bangunan untuk setiap satuan jenis pekerjaan.(SNI 2835-2008)
- Harga satuan pekerjaan adalah harga yang dihitung berdasarkan analisis harga satuan dan upah.(SNI 2835 - 2008)

Perencanaan biaya dilakukan dengan menghitung item item pekerjaan yang akan dilaksanakan, lalu mengalikan dengan indeks, lalu dikalikan dengan harga satuan sebuah barang. Setelah setiap item item yang ditotal secara keseluruhan dan didapat. Pada gambar 11 ditampilkan HSPK Surabaya 2018.

24.03.01.08	Pekerjaan Beton K-250		m3	SNI 7394:2008 (6.8)	
	<b>Upah:</b>				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0,0830	Orang Hari	163.000	13.529
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang	0,0280	Orang Hari	153.000	4.284
23.02.04.01.03.F	Tukang	0,2750	Orang Hari	126.000	34.650
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	1,6500	Orang Hari	115.000	189.750
				<b>Jumlah:</b>	<b>242.213</b>
	<b>Bahan:</b>				
20.01.01.02.01.F	Semen PC 40 Kg	9,6000	Zak	61.300	588.480
20.01.01.04.04.F	Pasir Cor	0,4325	M3	260.000	112.450
20.01.01.05.04.01.F	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0,5468	M3	395.200	216.112
23.02.02.02.01.F	Biaya Air	215,0000	Liter	6	1.290
				<b>Jumlah:</b>	<b>918.332</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>1.160.545</b>

Gambar 11 : HSPK Surabaya 2018  
(sumber : Dinas Pekerjaan Umum Surabaya)

Menurut Peraturan Kementerian PUPR nomor 28/PRT/M/2016 dijabarkan jika perhitungan pada HSPK sudah termasuk pada biaya tidak langsung sebuah pekerjaan dengan nilai maksimum 15%, sehingga perhitungan biaya

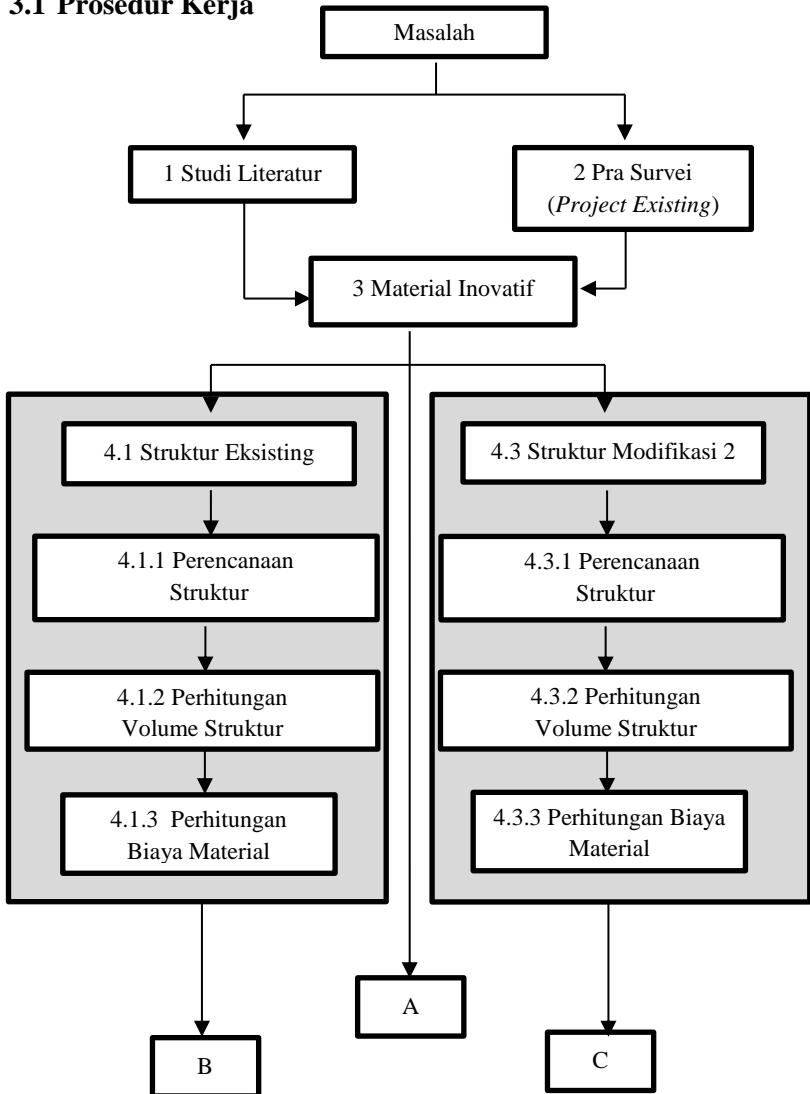
juga harus direduksi sebanyak maksimal 15% dari harga HSPK yang ada.

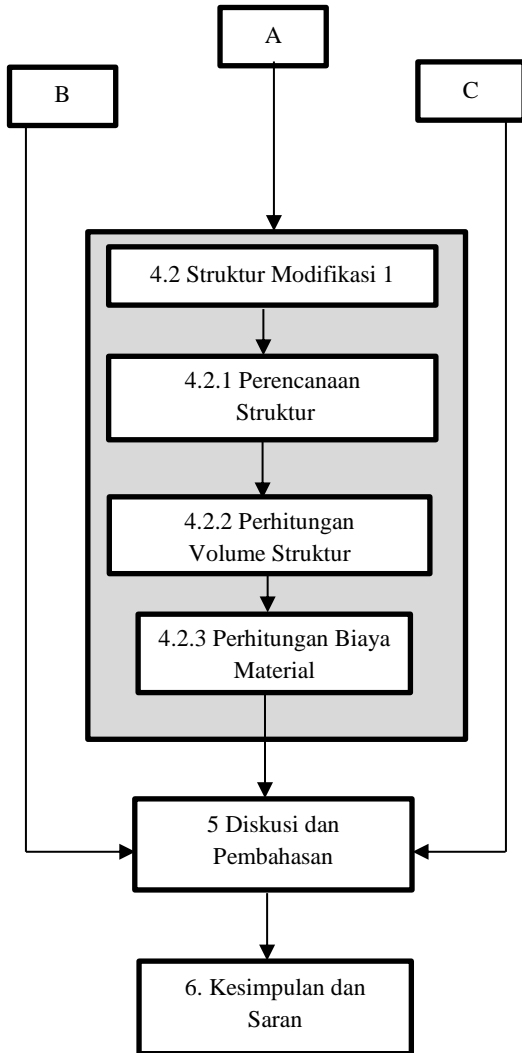
Pada pekerjaan beton, yang menjadi biaya materialnya adalah biaya pengadaan bahan dan pengadukan beton tersebut, pada pekerjaan tulangan yang menjadi biaya materialnya adalah biaya pengadaan bahan dan biaya dan pembengkokan tulangan.

Pada pekerjaan pelat lantai pracetak ringan, yang menjadi biaya material adalah biaya pengadaan bahan dan pengaturan ketika tiba ditempat, pada pekerjaan bekisting yang menjadi biaya materialnya adalah biaya pengadaan bahan dan pemotongan bekisting, pada pekerjaan tiang pancang, yang menjadi biaya material adalah biaya pengadaan bahan.

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Prosedur Kerja





Gambar 13 : Bagan Alir Penelitian



### **3.2 Studi Literatur**

Material-material inovatif merupakan material material konstruksi yang dapat dijadikan pilihan atau pertimbangan lain dalam penggunaannya pada konstruksi dan telah memenuhi fungsi dari penggunaannya pada konstruksi dengan beberapa keunggulan dari material yang konvensional. Pemilihan dari material inovatif ini didasari atas berat jenis material itu sendiri dan pemroduksian massal dari material tersebut, maka dipilahlah material beton aerasi. Hal itu yang mendasari penulisan Tugas Akhir ini dengan tujuan membandingkan biaya material pada modifikasi struktur bangunan yang menggunakan material yang inovatif yang ringan yaitu pelat lantai pracetak ringan dan bata ringan dengan struktur eksisting bangunan yang menggunakan pelat lantai beton biasa dan bata merah, dengan harapan dimensi struktur akan berubah jika menggunakan material yang inovatif dan membandingkan perubahannya terhadap biaya material terpasang.

Peraturan-peraturan perencanaan yang dilakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia dengan asumsi-asumsi yang sama antara struktur eksisting dengan struktur modifikasi.

### **3.3 Prasurevei**

Sebelum melakukan studi kasus, dilakukan pengumpulan data-data dari konsultan perencana. Data-data yang dikumpulkan berupa data-data primer dan data-data sekunder. Sumber data-data primer bangunan yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya yang berupa wawancara kepada konsultan perencana. Sedangkan sumber data-data sekunder bangunan yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung yang berupa dokumen-dokumen atau arsip perencanaan baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan secara umum.

Pada Tugas Akhir ini, proyek yang digunakan adalah Gedung Asrama Berlantai 5 LPMP Sumatera Barat yang digunakan sebagai gedung asrama dan ruang kuliah bagi para mahasiswa. Pada lantai 1, 3, 4, dan 5 digunakan untuk asrama mahasiswa dan dilantai 2 digunakan untuk ruang kuliah. Material struktur yang digunakan pada proyek ini adalah beton bertulang mulai dari pelat lantai, balok, kolom. Sedangkan material dinding yang digunakan adalah bata merah.

### **3.4 Material Inovatif**

Material-material inovatif yang ringan digunakan untuk mengurangi beban yang dipikul oleh struktur bangunan. Beberapa contoh material-material inovatif yang digunakan untuk bangunan diantaranya adalah *timbercrete*, *ashcrete*, *hempcrete*, *aeration lightweight concrete*. Pemilihan material beton ringan aerasi sebagai material yang digunakan didasari oleh akses untuk mendapatkan material tersebut lebih mudah, sudah diproduksi massal dan beton ringan aerasi juga sudah teruji.

Material beton ringan aerasi ini diharapkan mampu menjadi solusi dari pengurangan beban-beban yang dipikul struktur sehingga dapat mengurangi dimensi dari struktur. Material inovatif yang dipilih untuk digunakan pada proyek ini adalah beton ringan aerasi (Hebel) atau *aerated lightweight concrete*. Detail informasi mengenai beton aerasi dapat dilihat pada lampiran.

### **3.5 Struktur Bangunan**

Pada struktur bangunan, asumsi-asumsi yang digunakan pada perencanaan struktur baik untuk material beton biasa maupun beton ringan adalah sama. Hal itu dilakukan untuk menjamin ke-*valid*-an data antara struktur beton biasa dengan struktur beton ringan dari segi penggunaan bangunan,

perencanaan, dan hasil yang didapatkan sehingga perbandingan dapat dilakukan.

Penjelasan tentang modifikasi struktur yang akan dilakukan pada Tugas Akhir ditabelkan pada tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3 : Penggantian Material pada Struktur

	Pelat Lantai	Dinding
Struktur Eksisting	Beton Biasa	Bata Merah
Struktur Modifikasi 1	Pracetak Ringan	Bata Merah
Struktur Modifikasi 2	Pracetak Ringan	Bata Ringan

Dampak dari penggunaan pelat pracetak ringan dan bata ringan dari beton aerasi adalah berukuran seragam sehingga pemasangan dapat dilakukan lebih tepat dan teliti dapat menghasilkan dinding yang rapi, bersifat kedap air, mampu meredam suara, menghemat pemakaian perekat, bobot lebih ringan, durasi pengerjaan lebih singkat, mereduksi biaya konstruksi, kontinuitas proses pengerjaan terjaga, diproduksi massal, kualitas beton lebih baik, mengurangi kebisingan, mengurangi biaya pengawasan, pelaksanaan hampir tidak terpengaruh cuaca.

Setelah itu, dilakukan penghitungan biaya material dari pekerjaan tersebut menggunakan HSPK Surabaya 2018 yang didapat dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Surabaya.

### 3.5.1. Dimensi Komponen Struktur

#### a. Pelat Lantai Konvensional

Pada pelat lantai konvensional, penentuan dimensi pelat lantai menggunakan *preliminary design* menurut SNI 2847:2013 seperti yang telah dijelaskan pada bab 2.

#### b. Pelat Lantai Pracetak

Pada pelat lantai yang menggunakan pelat lantai pracetak ringan aerasi (Hebel) atau *aerated*

*lightweight concrete* yang mempunyai berat sebesar  $750 \text{ kg/m}^3$  dan dimensi  $2.97 \times 0.6 \times 0.125 \text{ m}$  didesain oleh pabrik yang mampu menahan beban guna bangunan seperti bangunan industri, bangunan komersial seperti perkantoran, apartemen/condominium, sekolah, universitas, rumah sakit, rusunawa, rusunami.

c. Balok

Pada balok, penentuan dimensi balok juga menggunakan *preliminary design* menurut SNI 2847:2013 seperti yang telah dijelaskan pada bab 2.

d. Kolom

Pada Kolom, metode penentuan dimensi dengan merencanakan sebuah kolom yang memikul beban terberat pada suatu bangunan dan kemudian dilakukan penghitungan dimensinya.

### 3.5.2. Penulangan Komponen Struktur

a. Pelat Lantai Konvensional

Pada pelat lantai konvensional, langkah langkah yang harus dilakukan adalah:

- Menghitung beban yang bekerja pada pelat dengan memakai aplikasi Sap 2000 sehingga didapat gaya gaya yang bekerja pada pelat
- Mengontrol rasio tulangan  $\rho$
- Menentukan luas tulangan yang dibutuhkan untuk menahan gaya gaya yang bekerja pada balok yang ditinjau.
- Menentukan luas tulangan yang dipasang dilapangan dengan minimal sama dengan tulangan yang dibutuhkan.
- Mengatur jumlah tulangan sehingga mudah dalam pelaksanaan dilapangan.

- Melakukan pengontrolan terhadap tulangan yang dipasang terhadap peraturan-peraturan penulangan pelat
- b. Pelat Lantai Pracetak
- Pada pelat lantai pracetak ringan, penulangan yang dilakukan hanya sebagai pengikat dari beton pracetak yang digunakan untuk memosisikan pelat pracetak dengan sedemikian rupa sehingga tidak bergeser. Tulangan pengikat juga akan disambungkan ke besi angkur yang ditanamkan ke balok sehingga didapatkan kekakuannya.
- c. Balok
- Pada penulangan balok, langkah langkah yang harus dilakukan adalah:
- Menghitung beban yang bekerja pada balok dengan memakai aplikasi Sap 2000 sehingga didapat gaya gaya yang bekerja pada balok yang ditinjau.
  - Menentukan luas tulangan yang dibutuhkan untuk menahan gaya gaya yang bekerja pada balok yang ditinjau.
  - Menentukan luas tulangan yang dipasang dilapangan dengan minimal sama dengan tulangan yang dibutuhkan.
  - Mengatur jumlah tulangan sehingga mudah dalam pelaksanaan dilapangan.
  - Melakukan pengontrolan terhadap tulangan yang dipasang terhadap peraturan-peraturan penulangan balok.
- d. Kolom
- Pada penulangan kolom, langkah langkah yang harus dilakukan adalah:
- Menghitung beban yang bekerja pada kolom dengan memakai aplikasi Sap 2000 sehingga

didapat gaya-gaya yang bekerja pada kolom yang ditinjau.

- Memasukkan gaya-gaya yang bekerja pada kolom yang ditinjau ke aplikasi SP Coloumn.
- Melakukan pengontrolan terhadap tulangan utama yang dihasilkan oleh aplikasi SP Coloumn terhadap peraturan-peraturan penulangan kolom utama.
- Melakukan penulangan geser sesuai dengan sistem rangka pemikul momen yang berlaku pada bangunan tersebut.
- Melakukan pengontrolan terhadap tulangan geser sesuai peraturan-peraturan penulangan geser yang berlaku.

e. Pondasi tiang pancang

Desain pondasi dilakukan dengan cara mengambil output gaya-gaya dalam dari hasil proses analisis struktur primer dengan menggunakan program bantu analisis struktur. Gaya-gaya dalam tersebut menjadi acuan untuk desain pondasi

### **3.5.3. Perhitungan Biaya Material**

Setelah dilakukan perhitungan dimensi-dimensi struktur, penulangan struktur, kemudian melakukan penghitungan volume pekerjaan struktur secara manual dan berdasarkan hasil perhitungan dimensi-dimensi dan penulangan-penulangan sesuai peraturan-peraturan yang berlaku.

Setelah itu, dilakukan penghitungan biaya bahan material dari pekerjaan tersebut menggunakan HSPK Surabaya 2018 yang didapat dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Surabaya. Cara perhitungan biaya material mengacu pada subbab 2.3.2.

### **3.6 Diskusi dan Pembahasan**

Setelah perhitungan biaya material secara keseluruhan dari struktur eksisting dan struktur modifikasi, kemudian

dilakukan perbandingan antara biaya material dari struktur eksisting dengan struktur modifikasi tersebut untuk mengetahui seberapa besar perubahan biaya material yang terjadi jika struktur pelat lantai dan dinding menggunakan beton aerasi.

Perbandingan biaya material disusun seperti tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4 : Contoh Tabel Perbandingan Biaya Material

	Struktur Eksisting			Struktur Modifikasi		
	Dimensi	Volume	Biaya	Dimensi	Volume	Biaya
Pelat Lantai			Rp -			Rp -
Balok			Rp -			Rp -
Kolom			Rp -			Rp -
Pondasi			Rp -			Rp -
Total Keseluruhan Biaya			Rp -			Rp -

Setelah melakukan perbandingan biaya material, kemudian dilakukan pembahasan tentang analisa dari hasil perbandingan tersebut.





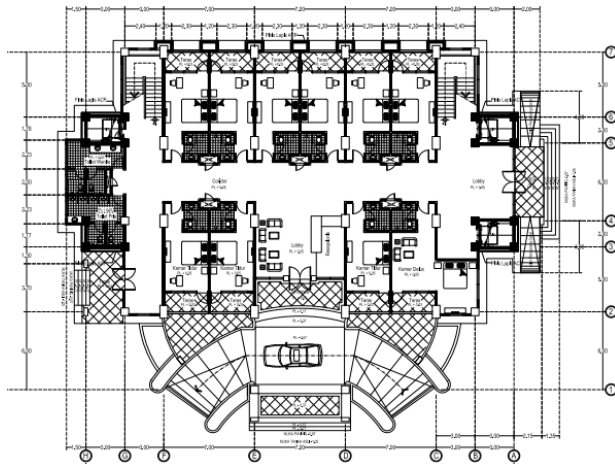
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Struktur Eksisting

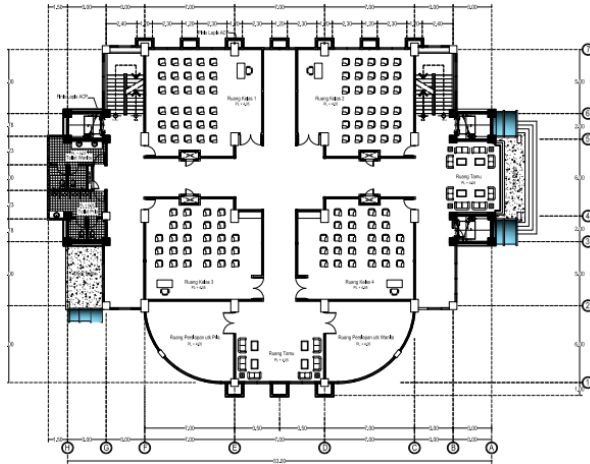
#### 4.1.1 Gambaran Struktur Eksisting

Proyek Gedung Asrama Berlantai 5 LPMP Sumatera Barat yang digunakan sebagai gedung asrama dan ruang kuliah bagi para mahasiswa. Pada lantai 1, 3, 4, dan 5 digunakan untuk asrama mahasiswa dan dilantai 2 digunakan untuk ruang kuliah. Material struktur yang digunakan pada proyek ini adalah beton bertulang mulai dari pelat lantai, balok, kolom. Sedangkan material dinding yang digunakan adalah bata merah.

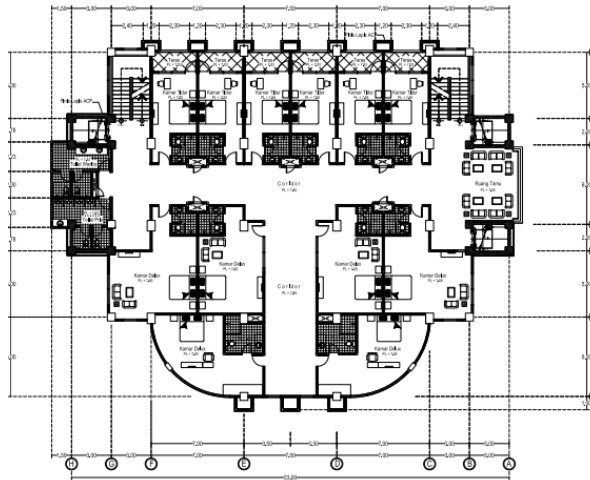
Pada gambar 14 – 18 ditampilkan denah lantai 1 – 5 pada proyek tersebut:



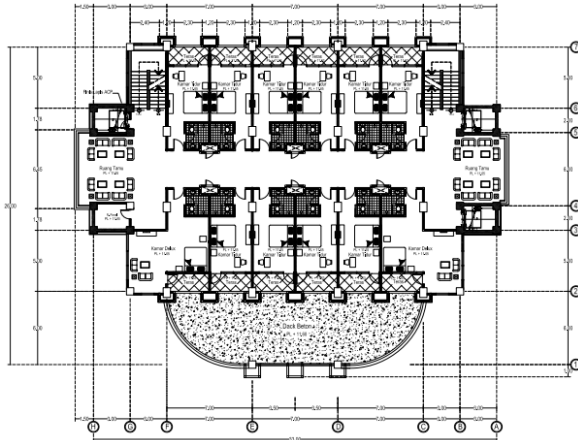
Gambar 14 :Denah Lantai 1



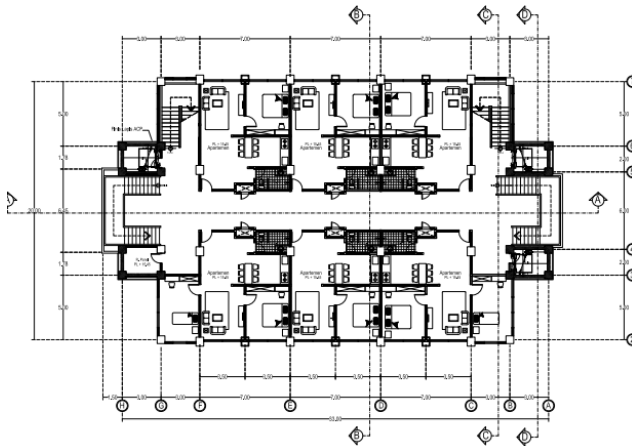
Gambar 15: Denah Lantai 2



Gambar 16: Denah Lantai 3

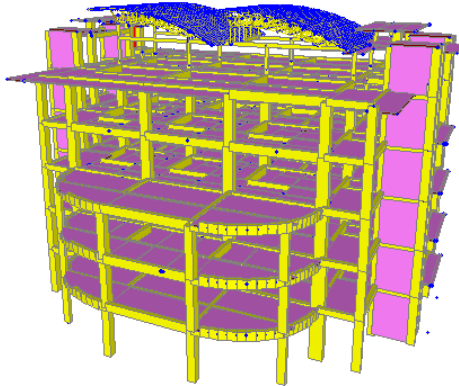


Gambar 17: Denah Lantai 4



Gambar 18: Denah Lantai 5

Pada gambar 19 ditampilkan permodelan struktur dengan menggunakan Sap 2000 pada proyek tersebut:



Gambar 19: Permodelan Sap 2000

#### 4.1.2 *Preliminary Design*

a. Balok

Menurut SNI 2847:2013, bila lendutan balok tidak dihitung, maka ketebalan minimum balok harus memenuhi Tabel 9.5.(a) SNI 2847:2013, sehingga untuk penentuan dimensi awal balok dapat dihitung sebagai berikut:

Balok Induk 1  $L_{max} = 7 \text{ m}$

$$h = l/16 = 700 \text{ cm}/16 = 43.75 \text{ cm}$$

$$b = \frac{2}{3} \times h = \frac{2}{3} \times 43.75 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

Jadi dimensi balok induk yang dipakai adalah 30/70 cm.

Balok Induk 2  $L_{max} = 7 \text{ m}$

$$h = l/16 = 700 \text{ cm}/16 = 43.75 \text{ cm}$$

$$b = \frac{2}{3} \times h = \frac{2}{3} \times 43.75 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

Jadi dimensi balok induk yang dipakai adalah 30/50 cm.

Balok Anak 1  $L_{max} = 7 \text{ m}$

$$h = l/21 = 700 \text{ cm}/21 = 32.38 \text{ cm}$$

$$b = \frac{2}{3} \times h = \frac{2}{3} \times 32.38 \text{ cm} = 23.34 \text{ cm}$$

Jadi dimensi balok induk yang dipakai adalah 25/40 cm.

Balok Anak 2 L max = 3 m

$$h = l/21 = 300 \text{ cm}/21 = 14 \text{ cm}$$

$$b = \frac{2}{3} \times h = \frac{2}{3} \times 14 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$$

Jadi dimensi balok induk yang dipakai adalah 20/30 cm.

b. Kolom

Menurut SNI 2847:2013 pasal 8.10.1 bahwa kolom harus dirancang menahan gaya aksial dari beban terfaktor pada semua lantai atau atap dan momen maksimum dari beban terfaktor pada suatu bentang lantai atau atap bersebelahan yang ditinjau. Gaya aksial yang bekerja pada kolom berupa beban mati hidup yang diatur dalam SNI 1727:2013.

Kolom K1-12

$$P_{\max} = 304310.02 \text{ kg (dari Sap 2000)}$$

$$A_{\min} = P/(0.3 \times f_c)$$

$$= 304310.02 \text{ kg} / (0.3 \times 26.4 \text{ Mpa}) = 3842.3 \text{ cm}^2$$

$$\text{Apakai} = b \times h = 100 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} = 6000 \text{ cm}^2$$

Kolom K1-34

$$P_{\max} = 180724.1 \text{ kg (dari Sap 2000)}$$

$$A_{\min} = P/(0.3 \times f_c)$$

$$= 180724.1 \text{ kg} / (0.3 \times 26.4 \text{ Mpa}) = 2281.87 \text{ cm}^2$$

$$\text{Apakai} = b \times h = 80 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} = 4800 \text{ cm}^2$$

Kolom K1-5

$$P_{\max} = 57182.45 \text{ kg (dari Sap 2000)}$$

$$A_{\min} = P/(0.3 \times f_c)$$

$$= 57182.45 \text{ kg} / (0.3 \times 26.4 \text{ Mpa}) = 722 \text{ cm}^2$$

$$\text{Apakai} = b \times h = 70 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} = 4200 \text{ cm}^2$$

Kolom K2

$$P_{\max} = 208949.6 \text{ kg (dari Sap 2000)}$$

$$A_{\min} = P/(0.3 \times f_c)$$

$$= 208949.6 \text{ kg} / (0.3 \times 26.4 \text{ Mpa}) = 2638.35 \text{ cm}^2$$

$$\text{Apakai} = b \times h = 60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} = 3600 \text{ cm}^2$$

Kolom K3

$$P_{\max} = 41206.15 \text{ kg (dari Sap 2000)}$$

$$A_{\min} = P / (0.3 \times f_c)$$

$$= 41206.15 \text{ kg} / (0.3 \times 26.4 \text{ Mpa}) = 520.28 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{pakai}} = b \times h = 60 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 1800 \text{ cm}^2$$

c. Pelat lantai konvensional

Penentuan tebal pelat minimum berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 9.5.3.2 tabel 9.5(c) dan pasal 9.5.3.3. Pelat konvensional direncanakan menerima beban mati dan beban hidup berdasarkan PPIURG 1987 dengan fungsi lantai sebagai ruang kuliah sebesar  $250 \text{ kg/m}^2$ . Adapun kombinasi pembebanan yang digunakan menurut SNI 2847:2013 pasal 13.5.1 adalah  $U = 1.2D + 1.6L$  dan dipakai pelat lantai dengan ukuran  $7 \text{ m} \times 4 \text{ m}$  dengan asumsi tebal  $12 \text{ cm}$ .

$$L_x = 7000 \text{ mm}$$

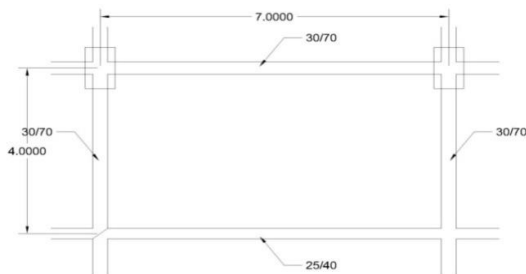
$$L_y = 4000 \text{ mm}$$

$$L_n = 7000 - (300 / 2 + 300 / 2) = 6700 \text{ mm}$$

$$S_n = 4000 - (250 / 2 + 250 / 2) = 3750 \text{ mm}$$

$$\beta = \frac{L_n}{S_n} = 6700 / 3750 = 1.7867 < 2 \text{ (Plat 2 arah)}$$

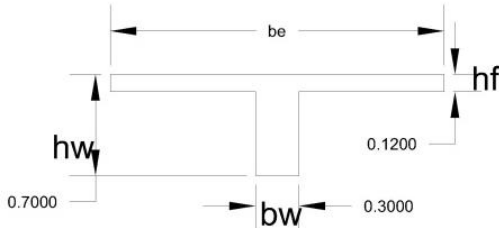
Detail area pelat lantai yang ditinjau dapat dilihat pada gambar 20:



Gambar 20 : Pelat Lantai

## Balok Tepi Atas

Pada gambar 21 ditampilkan balok T tepi atas:



Gambar 21 : Balok T Tepi Atas

- Menentukan lebar efektif flens (pasal 13.2.4 SNI 2847:2013)
 
$$be = bw + 2hw < bw + 8hf$$

$$be = 300 + 2(700) < 300 + 8(120)$$

$$be = 1700 \text{ mm} < 1260 \text{ mm}$$
 diambil  $be$  terkecil = 1260 mm.

- Faktor modifikasi penampang bersayap

$$K = \frac{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \times \left(\frac{hf}{hw}\right) \times \left(4 - \left(6 \times \frac{hf}{hw}\right) + \left(4 \times \left(\frac{hf}{hw}\right)^2\right)\right) + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \times \left(\frac{hf}{hw}\right)^2}{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \times \left(\frac{hf}{hw}\right)}$$

$$K = \frac{1 + \left(\frac{1260}{300} - 1\right) \times \left(\frac{120}{700}\right) \times \left(4 - \left(6 \times \frac{120}{700}\right) + \left(4 \times \left(\frac{120}{700}\right)^2\right)\right) + \left(\frac{1260}{300} - 1\right) \times \left(\frac{120}{700}\right)^2}{1 + \left(\frac{1260}{300} - 1\right) \times \left(\frac{120}{700}\right)}$$

$$K = 1,77$$

- Momen Inersia Penampang

$$I_b = (1/12) \times bw \times hw^3 \times k$$

$$= (1/12) \times 30 \times 70^3 \times 1,77 = 1520622 \text{ cm}^4$$

- Momen Inersia Lajur Pelat

$$I_p = (1/12) \times L \times hf^3$$

$$= (1/12) \times 700 \times 12^3 = 100800 \text{ cm}^4$$

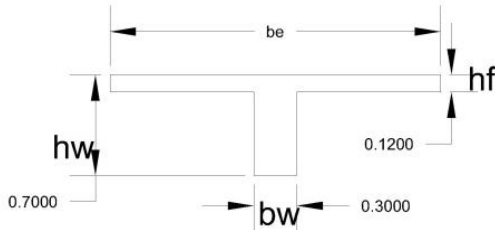
- Rasio Kekakuan Balok Terhadap Plat

$$\alpha_1 = I_{\text{balok}} / I_{\text{pelat}}$$

$$= 1520622 / 100800 = 15.08$$

## Balok Tepi Kiri dan Kanan

Pada gambar 22 ditampilkan balok T tepi kiri dan kanan:



Gambar 22 : Balok T Tepi Kiri dan Kanan

- Menentukan lebar efektif flens (pasal 13.2.4 SNI 2847:2013)

$$be = bw + 2hw < bw + 8hf$$

$$be = 300 + 2(700) < 300 + 8(120)$$

$$be = 1700 \text{ mm} < 1260 \text{ mm}$$

diambil  $be$  terkecil = 1260 mm.

- Faktor modifikasi penampang bersayap

$$K = \frac{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \times \left(\frac{hf}{hw}\right) \times \left(4 - \left(6 \times \frac{hf}{hw}\right) + \left(4 \times \left(\frac{hf}{hw}\right)^2\right)\right) + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \times \left(\frac{hf}{hw}\right)^2}{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \times \left(\frac{hf}{hw}\right)}$$

$$K = \frac{1 + \left(\frac{1260}{300} - 1\right) \times \left(\frac{120}{700}\right) \times \left(4 - \left(6 \times \frac{120}{700}\right) + \left(4 \times \left(\frac{120}{700}\right)^2\right)\right) + \left(\frac{1260}{300} - 1\right) \times \left(\frac{120}{700}\right)^2}{1 + \left(\frac{1260}{300} - 1\right) \times \left(\frac{120}{700}\right)}$$

$$K = 1,77$$

- Momen Inersia Penampang

$$\begin{aligned} I_b &= (1/12) \times bw \times hw^3 \times k \\ &= (1/12) \times 300 \times 70^3 \times 1,77 = 1520622 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

- Momen Inersia Lajur Pelat

$$\begin{aligned} I_p &= (1/12) \times L \times hf^3 \\ &= (1/12) \times 400 \times 12^3 = 57600 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

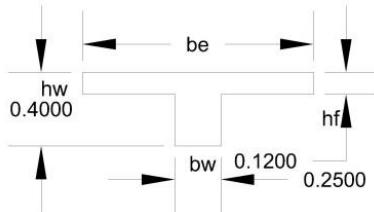
- Rasio Kekakuan Balok Terhadap Plat

$$\begin{aligned} a_2 &= I_{\text{balok}} / I_{\text{pelat}} \\ &= 1520622 / 57600 = 26.40 \end{aligned}$$



## Balok Tepi Bawah

Pada gambar 23 ditampilkan balok T tepi bawah:



Gambar 23 : Balok T Tepi Bawah

- Menentukan lebar efektif flens (pasal 13.2.4 SNI 2847:2013)  
 $be = bw + 2hw < bw + 8hf$   
 $be = 250 + 2(400) < 250 + 8(120)$   
 $be = 1050 \text{ mm} < 1210 \text{ mm}$   
 diambil  $be$  terkecil = 1050 mm.

- Faktor modifikasi penampang bersayap

$$K = \frac{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \times \left(\frac{hf}{hw}\right) \times \left(4 - \left(6 \times \frac{hf}{hw}\right) + \left(4 \times \left(\frac{hf}{hw}\right)^2\right)\right) + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \times \left(\frac{hf}{hw}\right)^2}{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \times \left(\frac{hf}{hw}\right)}$$

$$K = \frac{1 + \left(\frac{1050}{250} - 1\right) \times \left(\frac{120}{400}\right) \times \left(4 - \left(6 \times \frac{120}{400}\right) + \left(4 \times \left(\frac{120}{400}\right)^2\right)\right) + \left(\frac{1050}{250} - 1\right) \times \left(\frac{120}{400}\right)^2}{1 + \left(\frac{1260}{250} - 1\right) \times \left(\frac{120}{400}\right)}$$

$$K = 1,905$$

- Momen Inersia Penampang

$$I_b = (1/12) \times bw \times hw^3 \times k$$

$$= (1/12) \times 25 \times 40^3 \times 1,905 = 254019.05 \text{ cm}^4$$

- Momen Inersia Lajur Pelat

$$I_p = (1/12) \times L \times hf^3$$

$$= (1/12) \times 700 \times 12^3 = 100800 \text{ cm}^4$$

- Rasio Kekakuan Balok Terhadap Plat

$$a_3 = I_{\text{balok}} / I_{\text{pelat}}$$

$$= 254019.05 / 100800 = 2.52$$

- Dari perhitungan di atas didapatkan nilai  $\alpha_m$  sebagai

berikut :

$$\alpha_{fm} = (15.08+26.40+26.40+2.52)/4 = 17.06$$

Karena  $2 < \alpha_{fm}$  dipakai persamaan (3.8), SNI 2847:2013 pasal 9.5.3.3 dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 9\beta} \geq 90 \text{ mm}$$

$$h = (6700 \times (0,8 + (240/1400))) / (36 + (9 \times 1.7867)) \geq 90 \text{ mm}$$

$$h = 124.97 \geq 90 \text{ mm} \dots \text{oke}$$

$$h \text{ pakai} = 125 \text{ mm}$$

#### 4.1.3 Pembebanan Struktur Utama

##### a. Beban Gravitasi

Beban mati

$$\text{Beton} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Plafond + penggantung} = 18 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Keramik} = 24 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Spesi keramik} = 21 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Instalasi dan plumbing} = 65 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Bata merah} = 250 \text{ kg/m}^2$$

Beban hidup

$$\text{Beban guna bangunan} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban hujan} = 20 \text{ kg/m}^2$$

##### b. Beban Lateral

$$\text{Beban angin} = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban gempa} = (\text{dijelaskan dibawah})$$

Data-data pembebanan gempa

Lokasi : Padang

Fungsi bangunan : fasilitas pendidikan

Kategori resiko : IV

(SNI 1726:2012 tabel 1)

Faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ) : 1.5

(SNI 1726:2012 tabel 2)

Percpt. batuan dasar perioda 2,0 dt ( $S_s$ ) : 1.354

(puskim.pu.go.id/Aplikasi)

Percpt. batuan dasar perioda 1,0 dt ( $S_I$ ) : 0.599

(puskim.pu.go.id/Aplikasi)

Klasifikasi situs : SC

Fak. Koefisien situs perioda 2,0 dt ( $F_a$ ) : 1

(SNI 1726:2012 tabel 4)

Fak. Koefisien situs perioda 1,0 dt ( $F_v$ ) : 1.3

(SNI 1726:2012 tabel 5)

Sistem Struktur (SNI 1726:2012 tabel 9) : SRPMK

$R = 8 \quad \Omega^0 = 3 \quad C_d = 5.5$

1. Parameter respons percepatan pada periode 2,0 dt ( $S_{MS}$ )  
(SNI 1726:2012 hal 22)

$$S_{MS} = F_a \times S_S = 1 \times 1.354 = 1.354 \text{ g}$$

2. Parameter respons percepatan pada periode 1,0 dt ( $S_{MI}$ )  
(SNI 1726:2012 hal 22)

$$S_{MI} = F_v \times S_I = 1.3 \times 0.599 = 0.778 \text{ g}$$

3. Parameter spektral percepatan pada periode 2,0 dt ( $S_{DS}$ )  
(SNI 1726:2012 hal 22)

$$S_{DS} = 2/3 S_{MS} = 2/3 \times 1.354 = 0.903 \text{ g}$$

4. Parameter spektral percepatan pada periode 1 dt ( $S_{D1}$ )  
(SNI 1726:2012 hal 22)

$$S_{D1} = 2/3 S_{MI} = 2/3 \times 0.778 = 0.519 \text{ g}$$

5. Periode getar Fundamental Struktur (SNI 1726:2012 ps 6.4)

$$T_0 = 0.2 \times (S_{ds}/S_{d1}) = 0.2 \times (0.903 / 0.519) = 0.115 \text{ detik}$$

$$T_s = (S_{ds}/S_{d1}) = (0.903 / 0.519) = 0.575 \text{ detik}$$

6. Spektrum respons percepatan desain ( $S_a$ )

$$\text{Untuk } T < T_0 \quad \text{maka, } S_a = S_{DS} \left( 0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right)$$

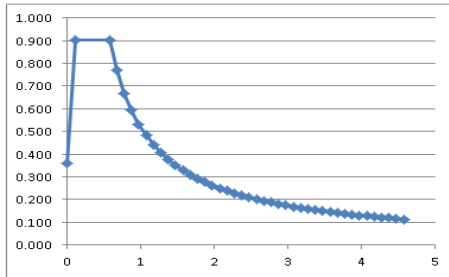
$$\text{Untuk } T_0 \leq T \leq T_s \quad \text{maka, } S_a = S_{DS}$$

$$\text{Untuk } T \geq T_s \quad \text{maka, } S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

Selanjutnya perhitungan spektrum respon desain dan grafikanya dapat dilihat pada tabel 5 dan gambar 24:

Tabel 5 : Perhitungan Respos Spektrum

T (detik)	T (detik)	Sa (g)	T (detik)	T (detik)	Sa (g)	T (detik)	T (detik)	Sa (g)	T (detik)	T (detik)	Sa (g)
0	0	0.36107	Ts + 0.9	1.47511	0.35193	Ts + 2.0	2.57511	0.20160	Ts + 3.1	3.67511	0.14126
T0	0.11502	0.90267	Ts + 1.0	1.57511	0.32959	Ts + 2.1	2.67511	0.19406	Ts + 3.2	3.77511	0.13751
Ts	0.57511	0.90267	Ts + 1.1	1.67511	0.30991	Ts + 2.2	2.77511	0.18707	Ts + 3.3	3.87511	0.13397
Ts + 0.1	0.67511	0.76896	Ts + 1.2	1.77511	0.29245	Ts + 2.3	2.87511	0.18056	Ts + 3.4	3.97511	0.13060
Ts + 0.2	0.77511	0.66975	Ts + 1.3	1.87511	0.27685	Ts + 2.4	2.97511	0.17449	Ts + 3.5	4.07511	0.12739
Ts + 0.3	0.87511	0.59322	Ts + 1.4	1.97511	0.26284	Ts + 2.5	3.07511	0.16882	Ts + 3.6	4.17511	0.12434
Ts + 0.4	0.97511	0.53238	Ts + 1.5	2.07511	0.25017	Ts + 2.6	3.17511	0.16350	Ts + 3.7	4.27511	0.12143
Ts + 0.5	1.07511	0.48286	Ts + 1.6	2.17511	0.23867	Ts + 2.7	3.27511	0.15851	Ts + 3.8	4.37511	0.11866
Ts + 0.6	1.17511	0.44177	Ts + 1.7	2.27511	0.22818	Ts + 2.8	3.37511	0.15381	Ts + 3.9	4.47511	0.11600
Ts + 0.7	1.27511	0.40713	Ts + 1.8	2.37511	0.21857	Ts + 2.9	3.47511	0.14939	Ts + 4.0	4.57511	0.11347
Ts + 0.8	1.37511	0.37752	Ts + 1.9	2.47511	0.20974	Ts + 3.0	3.57511	0.14521			



Gambar 24 : Garfik Respon Spektrum

7. Kontrol waktu getar alami

Periode pendekatan fundamental ( $T_a$ ) ditentukan dengan persamaan :

$$T_a = C_t \times h_n^x$$

dimana  $C_t$  dan  $x$  ditentukan pada tabel 15 dan  $h_n$  adalah tinggi bangunan.

$$\begin{aligned} T_a &= C_t \times h_n^x \\ &= 0.0466 \times 19^{0.9} \\ &= 0.6658 \end{aligned}$$

Jika  $T_c > C_u \times T_a$ , maka gunakan  $T = C_u \times T_a$ , jika  $T_a < T_c < C_u \times T_a$ , maka gunakan  $T = T_c$ , jika  $T_c < T_a$ , maka gunakan  $T = T_a$ , dimana  $T_c = T$  pada Sap 2000 dan  $C_u$  adalah batas atas perioda yang dihitung (SNI 1728:2012 tabel 14)

$$C_u \times T_a = 1.4 \times 0.6658 = 0.932$$

$$T_c = 0.508 \text{ (Sap 2000)}$$

$$T_c < T_a, \text{ maka gunakan } T = T_a$$

8. Koefisien Respon Seismik ( $C_s$ )

Koefisien respon seismik ( $C_s$ ) ditentukan pada SNI 1726:2012 pasal 7.8.1.1 :

$$C_s = S_d s / (R / I_e) = 0.903 / (8 / 1.5) = 0.169$$

tidak lebih dari:

$$C_s = S_d 1 / T (R / I_e) = 0.519 / 0.6658 ((8 / 1.5)) = 0.146$$

jika lebih, maka pakai yang terkecil, dan tidak kurang dari:

$$C_s = 0,044 \times SDS \times I_e \geq 0,01$$

$$C_s = 0,044 \times 0.903 \times 1.5 \geq 0,01$$

$$C_s = 0.059 \geq 0,01$$

9. Gaya Geser Dasar

Gaya geser akan didistribusikan secara vertikal ke masing masing lantai sesuai dengan SNI 1726:2012

$$V = C_s \times W$$

dimana  $W$  adalah berat seismic efektif struktur.

Menurut SNI 1726:2012 pasal 7.9.4.1 jika kombinasi respons untuk geser dasar ragam ( $V_t$ ) lebih kecil 85 persen dari geser dasar yang dihitung ( $V$ ) menggunakan prosedur gaya lateral ekuivalen, maka gaya harus dikalikan dengan  $0,85V/V_t$ .

Hasil perhitungan Sap 2000 didapat  $W = 5347145.94$  kg, maka:

$$V = 0.146 \times 5347145.94 = 781709 \text{ kg}$$

$$0,85V = 0.85 \times 781709 = 664453 \text{ kg}$$

sedangkan  $V_{tx}$  dari Sap 2000 = 191790.54 kg dan  $V_{ty}$  dari Sap 2000 = 200909.78 kg, maka :

$$0.85V < V_{tx} = 664453 \text{ kg} < 191790.54 \text{ kg} \text{ (tidak oke)}$$

$$0.85V < V_{ty} = 664453 \text{ kg} < 200909.78 \text{ kg} \text{ (tidak oke)}$$

Untuk memenuhi persyaratan SNI 1726:2012 pasal 7.9.4.1, maka gaya geser tingkat nominal akibat gempa

rencana struktur gedung harus dikalikan dengan faktor skala  $0,85V/V_t$ .

$$\text{Arah } x = 0,85 \times 664453/191790.54 = 3.46$$

$$\text{Arah } y = 0,85 \times 664453/200909.78 = 3.3$$

sehingga hasil  $V_t$  berubah menjadi  $V_{tx} = 665845.11$  kg dan  $V_{ty} = 697414.32$  kg, maka :

$$0.85V < V_{tx} = 664453 \text{ kg} < 665845.11 \text{ kg (oke)}$$

$$0.85V < V_{ty} = 664453 \text{ kg} < 697414.32 \text{ kg (oke)}$$

## 10. Kontrol Drift

Untuk kontrol drift pada SNI 1726:2012 pasal 7.8.6 tentang penentuan simpangan antar lantai, dirumuskan sebagai berikut :

$$\delta x = (C_d \times \delta x_e)/I$$

dimana  $C_d$  adalah faktor pembesaran defleksi (tabel 9 SNI 1726:2012),  $\delta x$  adalah defleksi pada lantai ke-n, dan  $I$  adalah factor keutamaan gedung. Simpangan ijin antar lantai untuk struktur sistem ganda (*Dual System*), dibatasi seperti pada tabel 6.8 SNI 1726:2012 pasal 7.12.1 berikut :

$$\Delta a = h_n \times 0.01$$

Pada tabel 6 dan 7 ditampilkan kontrol simpangan (*drift*) struktur tiap tingkat lantai:

Tabel 6 : Simpangan Antar Lantai Arah X

Defleksi Lantai ( $\delta x_e$ ) Arah X	h	Defleksi akibat pembesaran ( $\delta x$ )	Drift (m)	Drift ijin (m)
0.0033	4.0	0.0120	0.0126	0.0400
0.0087	3.8	0.0318	0.0198	0.0380
0.0149	3.8	0.0545	0.0227	0.0380
0.0211	3.8	0.0775	0.0231	0.0380
0.0271	3.8	0.0994	0.0219	0.0380
Rata -Rata Drift			0.0200	

Tabel 7 : Simpangan Antar Lantai Arah Y

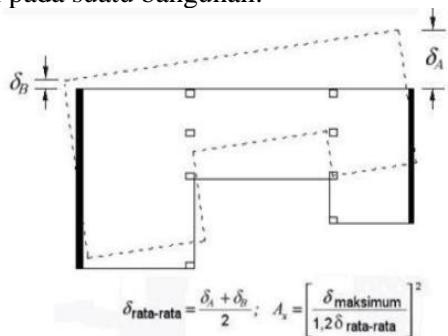
Defleksi Lantai ( $\delta_{xe}$ ) Arah Y	h	Defleksi akibat pembesaran ( $\delta_x$ )	Drift (m)	Drift ijin (m)
0.0034	4.0	0.0126	0.0126	0.0400
0.0091	3.8	0.0332	0.0207	0.0380
0.0155	3.8	0.0570	0.0237	0.0380
0.0221	3.8	0.0811	0.0241	0.0380
0.0284	3.8	0.1040	0.0228	0.0380
Rata -Rata Drift			0.0208	

### 11. Kontrol Ketidakberaturan Torsi

Klasifikasi keberaturan dan ketidakberaturan struktur berdasarkan konfigurasi horizontal dan vertikal dari struktur bangunan gedung. Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 7.3.2.1, simpangan antar lantai tingkat maksimum di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu dibatasi sesuai yang dicantumkan dalam tabel 10.

$$\delta_{avg} = (\delta_a + \delta_b)/2$$

dimana  $\delta_a$  dan  $\delta_b$  adalah simpangan antar lantai di setiap lantai yang diambil di setiap sudut bangunan pada lantai tertinggi. Pada gambar 25 ditampilkan simpangan antar lantai pada suatu bangunan:



Gambar 25 : Simpangan Antar Lantai

Maka :

$$\delta_{avg} x = 0.0200 \text{ dan } \delta_{avg} y = 0.0208$$

$$\delta_{max} x = 0.0231 \text{ m dan } \delta_{max} y = 0.0241 \text{ m}$$

ketidakberaturan torsi poin 1a pada tabel 10

$$\begin{aligned} \text{arah x} &= \delta_{max} x \leq 1.2 \times \delta_{avg} \\ &= 0.0231 \text{ m} \leq 1.2 \times 0.0200 \\ &= 0.0231 \text{ m} \leq 0.02399 \quad \text{oke} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{arah y} &= \delta_{max} y \leq 1.2 \times \delta_{avg} \\ &= 0.0241 \text{ m} \leq 1.2 \times 0.0208 \\ &= 0.0241 \text{ m} \leq 0.02495 \quad \text{oke} \end{aligned}$$

ketidakberaturan torsi poin 1b pada tabel 10

$$\begin{aligned} \text{arah x} &= \delta_{max} x \leq 1.4 \times \delta_{avg} \\ &= 0.0231 \text{ m} \leq 1.4 \times 0.0200 \\ &= 0.0231 \text{ m} \leq 0.02799 \quad \text{oke} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{arah y} &= \delta_{max} y \leq 1.4 \times \delta_{avg} \\ &= 0.0241 \text{ m} \leq 1.4 \times 0.0208 \\ &= 0.0241 \text{ m} \leq 0.02911 \quad \text{oke} \end{aligned}$$

## 12. Kontrol Partisipasi Massa

Menurut dengan SNI 1726:2012 pasal 7.9.1 jumlah ragam yang ditinjau dalam penjumlahan respons ragam harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa (Modal participating mass ratios) menghasilkan respons total harus mencapai sekurang – kurangnya 90 %. Pada tabel 8 ditampilkan partisipasi massa struktur yang di-*import* dari Sap 2000:

Tabel 8 : Partisipasi Massa

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.508138	0.001922	0.725	8.412E-07	0.001922	0.725
MODAL	Mode	2	0.391003	0.088	0.002682	9.432E-07	0.09	0.727



MODAL	Mode	3	0.376517	0.61	0.0007299	0.000006284	0.7	0.728
MODAL	Mode	4	0.190992	1.907E-08	0.001161	0.00007854	0.7	0.729
MODAL	Mode	5	0.180582	0.00007912	0.0002222	0.000694	0.7	0.73
MODAL	Mode	6	0.166747	0.000009883	0.047	0.000002692	0.7	0.776
MODAL	Mode	7	0.148419	0.0003558	0.127	0.00002359	0.701	0.903
MODAL	Mode	8	0.13183	0.005223	0.0004613	0.004208	0.706	0.903
MODAL	Mode	9	0.100856	0.192	0.0002345	0.00006813	0.898	0.903
MODAL	Mode	10	0.084665	0.000005565	0.052	0.000001829	0.898	0.956
<b>MODAL</b>	<b>Mode</b>	<b>11</b>	0.050285	0.023	0.021	0.0001148	<b>0.921</b>	<b>0.977</b>
<b>MODAL</b>	<b>Mode</b>	<b>12</b>	0.048463	0.057	0.008514	0.00001662	<b>0.978</b>	<b>0.985</b>

Dari tabel diatas, didapatkan bahwa dalam penjumlahan respons ragam menghasilkan respons total telah mencapai 90% untuk arah X dan arah Y pada mode ke 11 .

#### 4.1.4 Penulangan Pelat

Data – data desain yang dibutuhkan dan digunakan dalam perhitungan lantai adalah sebagai berikut :

$$\text{Mutu beton } (f'c) = 26.4 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

$$\text{Tebal Pelat } (t) = 125 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut Beton} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Kuat Tarik } (f_y) = 240 \text{ MPa}$$

Beban Mati ( $D$ )

Pada tabel 9 ditampilkan perhitungan pembebanan mati pelat lantai:

Tabel 9 : Pembebanan Mati Pelat Lantai

Uraian	Dimensi		Koefisien		Total	
Berat Sendiri	0.125	m	2400	Kg/m <sup>3</sup>	300	Kg/m <sup>2</sup>
Spesi			21	Kg/m <sup>2</sup>	21	Kg/m <sup>2</sup>
Keramik			24	Kg/m <sup>2</sup>	24	Kg/m <sup>2</sup>

Plafon + Penggantung			18	Kg/m <sup>2</sup>	18	Kg/m <sup>2</sup>
Instalasi + AC + Plumbing			65	Kg/m <sup>2</sup>	65	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>					428	Kg/m <sup>2</sup>

Beban Hidup (*L*)

Pada tabel 10 ditampilkan perhitungan pembebanan hidup pelat lantai:

Tabel 10 : Pembebanan Hidup Pelat Lantai

Uraian	Dimensi		Koefisien		Total	
Ruang Kuliah	1	m	250	Kg/m <sup>2</sup>	250	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>					250	Kg/m <sup>2</sup>

Beban ultimate pelat

$$\begin{aligned}
 Q_u &= 1.2 D + 1.6 L \\
 &= 1.2 (428 \text{ kg/m}^2) + 1.6 (250 \text{ kg/m}^2) \\
 &= 913.60 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Dimensi pelat dengan bentang terpanjang

$$\begin{aligned}
 L_x &= 4 \text{ m} \\
 L_y &= 7 \text{ m}
 \end{aligned}$$

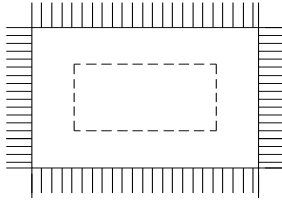
Tulangan pelat lantai direncanakan menggunakan :

$$\begin{aligned}
 \emptyset &= 13 \text{ mm} \\
 \beta &= L_x/L_y < 2 \\
 &= 7/4 < 2 = 1.8 < 2 \text{ (oke)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 dx &= t \text{ pelat} - \text{decking} - 0.5 \times \emptyset \\
 &= 125 - 20 - 0.5 \times 13 = 98.5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 dy &= t \text{ pelat} - \text{decking} - 1.5 \times \emptyset \\
 &= 125 - 20 - 0.5 \times 13 = 85.5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Pelat di asumsikan dengan ke empat tumpuannya terjepit penuh dengan  $L_x/L_y = 1.8$  sehingga nilai  $X_1, X_2, X_3, X_4$  sesuai (PBI 1971 pasal 13.3 tabel 13.3.2 hal 202).



Dari pembacaan tabel didapatkan hasil yaitu  $x_1 = 40$ ,  $x_2 = 13$ ,  $x_3 = 82$ , dan  $x_4 = 57$ . Nilai  $x$  digunakan untuk menghitung momen yang terjadi pada pelat dengan rumus :

$$M = 0.001 \times Qu \times Lx^2 \times X$$

Maka,

$$\begin{aligned} MLx &= 0.001 \times Qu \times Lx^2 \times x_1 \\ &= 0.001 \times 913.60 \text{ kg/m}^2 \times 4^2 \times 40 = 585 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MLy &= 0.001 \times Qu \times Lx^2 \times x_2 \\ &= 0.001 \times 913.60 \text{ kg/m}^2 \times 4^2 \times 13 = 190 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MTx &= 0.001 \times Qu \times Lx^2 \times x_3 \\ &= 0.001 \times 913.60 \text{ kg/m}^2 \times 4^2 \times 82 = 1199 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MTy &= 0.001 \times Qu \times Lx^2 \times x_4 \\ &= 0.001 \times 913.60 \text{ kg/m}^2 \times 4^2 \times 57 = 833 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

Sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 13.3.1 tentang penulangan pelat menyebutkan bahwa luasan tulangan pelat dalam masing-masing arah untuk sistem pelat dua arah harus ditentukan dari momen-momen penampang kritis, tetapi tidak boleh kurang dari yang diisyaratkan pada pasal 7.12.2.1 yaitu rasio tulangan tidak kurang dari 0,0014 serta rasio perlu sebesar ( $\rho$  min) 0,0020 untuk pelat yang menggunakan batang tulangan ulir 280 -350.

$$\rho \text{ min} = 0,0020$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ max} &= 0.75 \times \rho \text{ balance} \\ &= 0.75 \times ((0.85 \times \beta_1 \times fc)/fy) \\ &= 0.75 \times ((0.85 \times 0.85 \times 26.4)/240) = 0.0596 \end{aligned}$$

$$m = fy/(0.85 \times fc) = 240/(0.85 \times 26.4) = 10.7$$

Penulangan Arah X (Lapangan)

$$M_{Lx} = 585 \text{ Kgm} = 5847040 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 5847040/0.9 = 6496117 \text{ Nmm}$$

$$R_n = M_n/(b \times dx^2) = 6496117/(1000 \times 98.5) = 0.67 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho \text{ perlu} = (1/m) \times (1 - (1 - ((2m \times R_n)/f_y))^{0.5}) = (1/10.7) \times (1 - (1 - ((2 \times 10.7 \times 0.67)/240))^{0.5}) = 0.00283$$

$$\text{Syarat} = \rho \text{ min} \leq \rho \text{ perlu} \leq \rho \text{ max} = 0,0020 \leq 0.00283 \leq 0.0596 \text{ (pakai } \rho \text{ perlu)}$$

$$A_s = \rho \times b \times dx = 0.00283 \times 1000 \times 98.5 = 279.046 \text{ mm}^2$$

$$\text{Syarat max spasi tulangan (SNI 2847:2013 Ps. 13.3.2)} = 2 \times t \text{ pelat} = 2 \times 125 = 250 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Spasi tulangan pakai} &= (0.25 \times \pi \times \emptyset^2 \times b)/A_s \\ &= (0.25 \times \pi \times 13^2 \times 1000)/279.046 \\ &= 475.66 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Kontrol} = S \text{ pakai} \leq S \text{ max} = 475.66 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm (pakai } S_{\text{max}})$$

Maka tulangan lapangan arah x adalah D13-200

Pada tabel 11 ditampilkan penulangan pelat lantai pada arah X dan Y pada bagian tumpuan dan lapangan:

Tabel 11 : Tabel Penulangan Pelat Lantai

No	Arah Penulangan		d	Momen	Tulangan			
			mm	Nmm	mm			
1	Lapangan	X	98.5	5847040	D	13	-	200
2	Lapangan	Y	85.5	1900288	D	13	-	200
3	Tumpuan	X	98.5	11986432	D	13	-	200

4	Tumpuan	Y	85.5	8332032	D	13	-	200
---	---------	---	------	---------	---	----	---	-----

#### 4.1.4. Penulangan Balok

- a. Data-data Perencanaan
- Kuat tekan beton ( $f_c'$ ) = 26,4 Mpa  
Kuat leleh tulangan lentur,torsi( $f_y$ ) = 400 Mpa  
Kuat leleh tulangan geser ( $f_{yv}$ ) = 240 Mpa  
Diameter tulangan lentur (D lentur) = 22 & 13 mm  
Diameter tulangan torsi (D torsi) = 16 mm  
Diameter tulangan geser ( $\emptyset$  geser) = 10 mm  
Tebal selimut beton (t decking) = 40 mm  
[SNI 2847:2013 pasal 10.2.7.(1)]  
Faktor  $\beta_1$  = 0.85  
[SNI 2847:2013 pasal 10.2.7.(1)]  
Faktor reduksi lentur ( $\phi$ ) = 0.9  
[SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.(1)]  
Faktor reduksi geser dan torsi ( $\phi$ ) = 0.75  
[SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.(3)]

- b. Penulangan Balok Induk 1
- Lebar balok (b) = 300 mm  
Tinggi balok (h) = 700 mm  
d = h – decking –  $\emptyset$  geser – 0.5 D lentur  
= 700 – 40 – 10 – 0.5 x 22 = 639 mm

• Penulangan Torsi

Pengaruh torsi diabaikan jika gaya torsi yang dihasilkan kurang dari yang disyaratkan oleh SNI 2847:2013 Ps. 11.5.1.a untuk beton non-prategang.

Kontrol penampang terhadap gaya torsi

Gaya Torsi ( $T_u$ ) (Sap 2000)

$$T_u = 4841.16 \text{ kgm} = 48411600 \text{ Nmm}$$

Luas Penampang Beton ( $A_{cp}$ )

$$A_{cp} = b \times h = 300 \times 700 = 210000 \text{ mm}^2$$

Keliling penampang beton ( $P_{cp}$ )

$$P_{cp} = 2 \times (b + h) = 2 \times (300 + 700) = 2000 \text{ mm}$$

Luas dibatasi tulangan sengkang (Aoh)

$$\begin{aligned} A_{oh} &= (b - (2 \times \text{selimut beton}) - \phi \text{ tul geser}) \times \\ &\quad (h - (2 \times \text{selimut beton}) - \phi \text{ tul geser}) \\ &= (300 - (2 \times 40) - 10) \times (700 - (2 \times 40) - 10) \\ &= 128100 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Keliling pada garis pusat terluar tulangan torsi (Ph)

$$\begin{aligned} P_h &= 2 \times ((b - (2 \times \text{selimut beton}) - \phi \text{ tul geser}) \times \\ &\quad (h - (2 \times \text{selimut beton}) - \phi \text{ tul geser})) \\ &= 2 \times ((300 - (2 \times 40) - 10) \times (700 - (2 \times 40) - 10)) \\ &= 1640 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\min} &= \phi \times 0.083 \times \lambda \times f_c^{0.5} \times (A_{cp}^2/P_{cp}) \\ &\text{(SNI 2847:2013 Ps. 11.5.1.a)} \\ &= 0.75 \times 0.083 \times 1 \times 26.4^{0.5} \times (210000^2/2000) \\ &= 7052611 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Maka  $T_u > T_{\min}$ , sehingga diperlukan tulangan torsi.

Perhitungan tulangan torsi

Tulangan torsi nominal disyaratkan SNI 2847:2013 Ps. 11.5.3.6 dengan  $A_o = 0.85 \times A_{oh}$  sesuai disyaratkan SNI 2847:2013 Gbr S11.5.3.6(b) dan  $\Phi$  adalah  $30 < \Phi < 60$ , maka diambil  $\Phi = 45$  sesuai SNI 2847:2013 Gbr S11.5.3.6(a).

$$\begin{aligned} T_n &= T_u/0.75 = 48411600/0.75 \\ &= 64548800 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$T_n = (2 \times A_o \times A_t \times F_{yt} \times \text{Cot } \Phi)/S$$

$$\begin{aligned} A_t/s &= T_n/(2 \times A_o \times F_{yt} \times \text{Cot } \Phi) \\ &= 64548800/(2 \times (0.85 \times 128100) \times 400 \times \text{Cot } 45) \\ &= 0.741 \end{aligned}$$

Luas tulangan longitudinal penahan torsi (Al)

(SNI 2847:2013 Ps. 11.5.3.7)

$$\begin{aligned} A_l &= (A_t/s) \times P_h \times (F_{yt}/F_y) \times \cot^2 \Phi \\ &= 0.741 \times 1640 \times (400/400) \times \cot^2 45 \\ &= 1215.27 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol nilai  $A_t/s$  (SNI 2847:2013 Ps. 11.5.5.3)

$$\begin{aligned} A_t/s &\geq (0.175 \times b)/F_{yt} \\ 0.741 &\geq (0.175 \times 300)/400 \\ 0.741 &\geq 0.1312 \text{ (oke)} \end{aligned}$$

Luas tulangan longitudinal torsi minimal (Al min)

(SNI 2847:2013 Ps. 11.5.5.3)

$$\begin{aligned} A_l \text{ min} &= ((0.42 \times f_c^{0.5} \times A_{cp})/F_y) - (A_t/s) \times Ph \times \\ &\quad (F_y/F_y) \\ &= ((0.42 \times 26.4^{0.5} \times 210000)/400) \\ &\quad - 0.741 \times 1640 \times (400/400) \\ &= -82.324 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Karena  $A_l$  lebih besar dari  $A_l \text{ min}$ , maka dipakai  $A_l$  untuk perencanaan penulangan torsi. Setengah dari pengaruh tulangan torsi dibagi pada 4 sisi balok maka :

$$A_t = A_l/4 = 1215.27/4 = 303.8 \text{ mm}^2$$

dan jumlah tulangan torsi ditengah balok adalah :

$$\begin{aligned} n &= 0.5 \times A_l/\text{Luas Tulangan} \\ &= (0.5 \times 1215.271)/(0.25 \times \pi \times 16^2) \\ &= 3.02, \text{ dibulatkan menjadi 4 buah.} \end{aligned}$$

- Penulangan Lentur

Rasio penulangan minimal

$$\rho \text{ min} = 1.4/f_y = 1.4/400 = 0.0035$$

Rasio penulangan maksimal

$$\begin{aligned} \rho \text{ max} &= (0.75 \times 0.85 \times \beta_1 \times f_c)/f_y \\ &= (0.75 \times 0.85 \times 0.85 \times 26.4)/400 \\ &= 0.036 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } m &= f_y/(0.85 \times f_c) \\ &= 400/0.85 \times 26.4 = 17.83 \end{aligned}$$

Penulangan Tumpuan

Momen max (Mu)

$$\begin{aligned} Mu &= 46831.07 \text{ kgm} = 468310700 \text{ Nmm} \\ &\quad (\text{SAP 2000}) \end{aligned}$$

Momen Nominal (Mn)

$$Mn = 468310700/0.9 = 520345222.2 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } R_n &= Mn/(b \times d^2) \\ &= 520345222.2/(300 \times 639^2) \\ &= 4.248 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Rasio Tulangan Perlu ( $\rho$  perlu)

$$\begin{aligned} (\rho \text{ perlu}) &= (1/m) \times (1 - ((1 - ((2m \times R_n)/f_y))^{0.5})) \\ &= (1/17.83) \times (1 - ((1 - ((2 \times 17.83 \times 4.248)/400))^{0.5})) \end{aligned}$$

$$= 0.0118$$

Syarat  $= \rho \text{ min} < \rho \text{ perlu} < \rho \text{ max}$  (oke)

Luas tulangan tarik perlu ( $A_s \text{ perlu}$ )

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \times b \times d = 0.0118 \times 300 \times 639 \\ &= 2276.79 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan tarik perlu ( $n$ )

$$\begin{aligned} n &= (A_s \text{ perlu} + A_t) / 0.25 \times \Pi \times D^2 \\ &= (2276.79 + 303.8) / 0.25 \times \Pi \times 22^2 \\ &= 6.7 \text{ dibulatkan menjadi } 7 \text{ buah} \end{aligned}$$

Luas tulangan pakai ( $A_s \text{ pakai}$ )

$$A_s \text{ pakai} = 0.25 \times \Pi \times 22^2 \times 7 = 2660.93 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan tekan perlu ( $A_s' \text{ perlu}$ )

(SNI 2847:2013 Ps. 21.5.2.2 untuk SRPMK)

$$\begin{aligned} A_s' \text{ perlu} &= 0.5 \times A_s \text{ perlu} = 0.5 \times 2660.93 \\ &= 1330.46 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan tekan perlu ( $n$ )

$$\begin{aligned} n &= A_s' \text{ perlu} / 0.25 \times \Pi \times D^2 \\ &= 1330.46 / 0.25 \times \Pi \times 22^2 \\ &= 3.5 \text{ dibulatkan menjadi } 4 \text{ buah} \end{aligned}$$

Cek kapasitas penampang

$$\begin{aligned} a &= (A_s \times f_y) / (0.85 \times b \times f_c) \\ &= (2660.93 \times 400) / (0.85 \times 300 \times 26.4) \\ &= 158.11 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_r &= \phi M_n = \phi (A_s \times f_y \times (d - 0.5a)) \\ &= 0.9 (2660.93 \times 400 \times (639 - 0.5 \times 158.11)) \\ &= 536392369.13 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_r \geq M_u \text{ (oke)}$$

Kontrol spasi tulangan

Tulangan diatur dengan 2 lapisan pada tarik sehingga dengan susunan 4 dan 3 buah

$$\begin{aligned} S &= b - 2 \times \text{Selimut} - 2 \times \phi \text{senggang} - n \cdot D \text{ tul Utama.} \\ &= 300 - 2 \times 40 - 2 \times 10 - 4 \cdot 22 \\ &= 55 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm ( Jarak antar tulangan terkecil)} \end{aligned}$$

Penulangan Lapangan

Momen max ( $M_u$ )

$$M_u = 25585.94 \text{ kgm} = 255859400 \text{ Nmm}$$



(Sap 2000)

Momen Nominal (Mn)

$$Mn = 255859400/0.9 = 284288222.2 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } Rn &= Mn/(b \times d^2) \\ &= 284288222.2 / (300 \times 639^2) \\ &= 2.321 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Rasio Tulangan Perlu ( $\rho$  perlu)

$$\begin{aligned} (\rho \text{ perlu}) &= (1/m) \times (1 - ((1 - ((2m \times Rn)/fy))^{0.5})) \\ &= (1/17.83) \times (1 - ((1 - ((2 \times 17.83 \times 2.321)/400))^{0.5})) \\ &= 0.0061 \end{aligned}$$

$$\text{Syarat } = \rho \text{ min} < \rho \text{ perlu} < \rho \text{ max (oke)}$$

Luas tulangan tarik perlu (As perlu)

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \times b \times d = 0.0061 \times 300 \times 639 \\ &= 1176.6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan tarik perlu (n)

$$\begin{aligned} n &= (\text{As perlu} + A_t) / 0.25 \times \Pi \times D^2 \\ &= (1176.6 + 303.8) / 0.25 \times \Pi \times 22^2 \\ &= 3.89 \text{ dibulatkan menjadi 4 buah} \end{aligned}$$

Luas tulangan pakai (As pakai)

$$\text{As pakai} = 0.25 \times \Pi \times 22^2 \times 4 = 1520.53 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan tekan perlu (As' perlu)

(SNI 2847:2013 Ps. 21.5.2.2 untuk SRPMK)

$$\begin{aligned} \text{As' perlu} &= 0.5 \times \text{As perlu} = 0.5 \times 1520.53 \\ &= 760.265 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan tekan perlu (n)

$$\begin{aligned} n &= \text{As' perlu} / 0.25 \times \Pi \times D^2 \\ &= 760.265 / 0.25 \times \Pi \times 22^2 \\ &= 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

Cek kapasitas penampang

$$\begin{aligned} a &= (\text{As} \times fy) / (0.85 \times b \times fc) \\ &= (1520.53 \times 400) / (0.85 \times 300 \times 26.4) \\ &= 90.35 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_r &= \phi M_n = \phi (\text{As} \times fy \times (d - 0.5a)) \\ &= 0.9 (1520.53 \times 400 \times (639 - 0.5 \times 90.35)) \\ &= 325055492.45 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_r \geq M_u \text{ (oke)}$$

Kontrol spasi tulangan

$$\begin{aligned} S &= b-2 \times \text{Selimut}-2\phi\text{senggang} - n.D \text{ tul Utama} \\ &= 300-2 \times 40-2 \times 10 - 4.22 \\ &= 55 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm ( Jarak antar tulangan terkecil)} \end{aligned}$$

- Penulangan Geser

Geser max ( $V_u$ )

$$V_u = 23788.27 \text{ kg} = 237882.7 \text{ N (Sap 2000)}$$

Geser nominal ( $V_n$ ) (SNI 2847:2013 ps 11.1.1)

$$\begin{aligned} V_n &= V_u/\phi = 237882.7/0.75 \\ &= 317177 \text{ N} \end{aligned}$$

Geser beton ( $V_c$ ) (SNI 2847:2013 ps 11.2.2.1)

$$\begin{aligned} V_c &= 0.16 \times f_c^{0.5} \times b \times d \\ &= 0.16 \times 26.4 \times 300 \times 639 \\ &= 164162.07 \text{ N} \end{aligned}$$

Geser minimum ( $V_{min}$ ) (SNI 2847:2013 ps 11.4.5.3)

$$\begin{aligned} V_{min} &= (1/3) \times f_c^{0.5} \times b \times d \\ &= (1/3) \times 26.4^{0.5} \times 300 \times 639 \\ &= 328324.145 \text{ N} \end{aligned}$$

Geser maksimum ( $V_{max}$ ) (SNI 2847:2013 ps 11.4.7.9)

$$\begin{aligned} V_{max} &= (2/3) \times f_c^{0.5} \times b \times d \\ &= (2/3) \times 26.4^{0.5} \times 300 \times 639 \\ &= 656648.29 \text{ N} \end{aligned}$$

Pada kondisi ini, gaya geser yang terjadi termasuk dalam kondisi 3 ( $\phi V_c < V_u < \phi(V_c + v_s \text{ min})$ ) dan perencanaan tulangan geser menggunakan geser minimum, maka direncanakan sengkang dengan  $n = 2$  kaki.

Luas tulangan geser ( $A_v$ )

$$\begin{aligned} A_v &= 0.25 \times \Pi \times \phi^2 \times n \\ &= 0.25 \times \Pi \times 10^2 \times 2 \\ &= 157.08 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak tulangan geser ( $S$  pakai)

$$\begin{aligned} S \text{ pakai} &= (A_v \times f_y \times d)/V_s \text{ pakai} \\ &= (157.08 \times 400 \times 639)/328324.145 \\ &= 73.3 \text{ mm dibulatkan menjadi } 70 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol jarak tulangan ( $S_{max}$ )

$$S_{max} = d/2 = 639/2 = 320 \text{ mm}$$

$$S_{pakai} \leq S_{max}$$

$$70 \text{ mm} \leq 320 \text{ mm (oke)}$$

Pada tabel 12 ditampilkan rekapitulasi penulangan balok induk BI1:

Tabel 12 : Penulangan Balok BI1

Jenis Gaya Dalam			Tulangan					
			Atas			Bawah		
Torsi	4841	kgm	4	D		16		
M Tumpuan	46831.070	kgm	7	D	22	4	D	22
M Lapangan	25585.940	kgm	2	D	22	4	D	22
Gaya Geser	23788.27	Kg	∅	10	-	70	∅	10 - 70

#### c. Penulangan Balok Induk 2

Perhitungan penulangan Balok Induk 2 yang dilakukan sama seperti pada perhitungan Balok Induk 1. Pada tabel 13 ditampilkan rekapitulasi penulangan balok induk BI2:

Tabel 13 : Penulangan Balok BI2

Jenis Gaya Dalam			Tulangan					
			Atas			Bawah		
Gaya Torsi	2538	kgm	2	D		16		
M Tumpuan	23120.920	kgm	5	D	22	3	D	22
M Lapangan	17848.480	kgm	2	D	22	4	D	22
Gaya Geser	17848.1	kg	∅	10	-	70	∅	10 - 70

#### d. Penulangan Balok Anak 1

Perhitungan penulangan Balok Anak 1 yang dilakukan sama seperti pada perhitungan Balok Induk 1. Pada tabel 14 ditampilkan rekapitulasi penulangan balok anak BA1:

Tabel 14 : Penulangan Balok BA1

Jenis Gaya Dalam			Tulangan					
			Atas			Bawah		
M Tumpuan	11725.150	kgm	4	D	22	3	D	22
M Lapangan	7943.650	kgm	3	D	22	3	D	22
Gaya Geser	11242.38	kg	∅	10	-	80	∅	10 - 80

e. Penulangan Balok Anak 2

Perhitungan penulangan Balok Anak 2 yang dilakukan sama seperti pada perhitungan Balok Induk 1. Pada tabel 15 ditampilkan rekapitulasi penulangan balok anak BA2:

Tabel 15 : Penulangan Balok BA2

Jenis Gaya Dalam			Tulangan					
			Atas			Bawah		
M Tumpuan	2265.990	kgm	3	D	13	2	D	13
M Lapangan	1007.190	kgm	2	D	13	2	D	13
Gaya Geser	2027.07	kg	∅	10	-	120	∅	10 - 120

**4.1.5 Penulangan kolom**

a. Data-data Perencanaan

- Kuat tekan beton ( $f_c'$ ) = 26,4 Mpa
- Kuat leleh tulangan lentur( $f_y$ ) = 400 Mpa
- Kuat leleh tulangan geser ( $f_{yv}$ ) = 240 Mpa
- Diameter tulangan lentur (D lentur) = 22 mm
- Diameter tulangan geser ( $\emptyset$  geser) = 13 mm
- Tebal selimut beton (t decking) = 40 mm
- [SNI 2847:2013 pasal 10.2.7.(1)]
- Faktor reduksi tekan ( $\phi$ ) = 0.65
- [SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.(2)]
- Faktor reduksi geser ( $\phi$ ) = 0.75
- [SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.(3)]

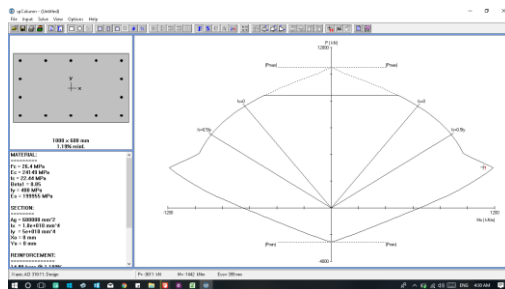
b. Penulangan kolom K1-12

- Data-data kolom
- Lebar balok (b) = 600 mm

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi balok (h)} &= 1000 \text{ mm} \\
 d &= h - \text{decking} - \text{Ø geser} - 0.5 D \text{ lentur} \\
 &= 1000 - 40 - 13 - 0.5 \times 22 = 934.5 \text{ mm} \\
 \text{Gaya aksial (Pu)} &= 304310.02 \text{ kg} = 3043100.2 \text{ N} \\
 (\text{Sap 2000}) &= 3043.1002 \text{ kN} \\
 \text{Momen X (Mux)} &= 111627.12 \text{ kg} = 1116271.2 \text{ N} \\
 (\text{Sap 2000}) &= 1116.2712 \text{ kN} \\
 \text{Momen Y (Muy)} &= 56864.38 \text{ kg} = 568643.8 \text{ N} \\
 (\text{Sap 2000}) &= 568.6438 \text{ kN} \\
 \text{Gaya geser (Vu)} &= 53226.56 \text{ kg} = 532265.6 \text{ N} \\
 (\text{Sap 2000}) &= 532.2656 \text{ kN} \\
 \text{Persyaratan dimensi kolom (SNI 2847 2013 ps 21.6.1)} \\
 Pu &\geq (Ag \times Fc)/10 \\
 3043100.2 \text{ N} &\geq ((1000 \times 600) \times 26.4)/10 \\
 3043100.2 \text{ N} &\geq 1584000 \text{ N (oke)} \\
 \text{Ukuran panjang terkecil, lebih dari 300 mm} \\
 600 \text{ mm} &\geq 300 \text{ mm (oke)} \\
 \text{Rasio b/h} &> 0.4 \\
 600/1000 &\geq 0.4 \\
 0.6 &\geq 0.4 \text{ (oke)}
 \end{aligned}$$

- Penulangan lentur

Perencanaan tulangan lentur kolom menggunakan aplikasi SP Columnn. Pada gambar 26 ditampilkan hasil penulangan dengan menggunakan SP Columnn:



Gambar 26 : Penulangan Kolom dengan SP Columnn

Dari gambar diatas, didapat tulangan longitudinal kolom 14 D25 dengan perbandingan Ast dengan Ag adalah 1.19%. Menurut kolom SNI 2847:2013 Pasal 21.6.3.1 harus lebih dari 1% dan kurang dari 6%, maka tulangan dapat dipakai.

Kontrol kapasitas beban aksial kolom terhadap beban aksial terfaktor menurut SNI 2847:2013 Pasal 10.3.6.2 menyatakan kapasitas beban aksial kolom tidak boleh kurang dari beban aksial terfaktor hasil analisa struktur

$$\begin{aligned} \phi P_n \text{ Max} &= 0.8 \times \phi \times (0.85 \times F_c \times (A_g - A_{st}) + F_y \times A_{st}) \\ &= 0.8 \times 0.65 \times (0.85 \times 26.4 \times ((1000 \times 600) - \\ &\quad (1.19\% \times (1000 \times 600)))) + 400 \times \\ &\quad (1.19\% \times (1000 \times 600))) \\ &= 8403084.768 \text{ N (oke)} \end{aligned}$$

Persyaratan “Strong Coloumn Weak Beams”

SNI 2847:2013 pasal 21.6.2 tentang kekuatan lentur minimum kolom menyatakan persamaan :

$$\Sigma M_n \text{ kolom} > 1.2 \times \Sigma M_n \text{ Balok}$$

$$\begin{aligned} a \text{ tekan} &= (A_s \times F_y) / (0.85 \times f_c \times b) \\ &= (1520.53 \times 400) / (0.85 \times 26.4 \times 300) \\ &= 90.35 \text{ mm} \end{aligned}$$

Momen nominal tulangan tekan balok (Mn1)

$$\begin{aligned} M_{n1} &= 0.8 \times A_s \times f_y \times (d - (a/2)) \\ &= 0.8 \times 1520.53 \times 400 \times (934.5 - (90.35 / 2)) \\ &= 288938215.5 \text{ Nmm} = 288.93 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a \text{ tarik} &= (A_s \times F_y) / (0.85 \times f_c \times b) \\ &= (2660.93 \times 400) / (0.85 \times 26.4 \times 300) \\ &= 158.11 \text{ mm} \end{aligned}$$

Momen nominal tulangan tekan balok (Mn1)

$$\begin{aligned} M_{n2} &= 0.8 \times A_s \times f_y \times (d - (a/2)) \\ &= 0.8 \times 2660.93 \times 400 \times (934.5 - (158.11/2)) \\ &= 476793217 \text{ Nmm} = 476.79 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_n \text{ Balok} &= M_{n1} + M_{n2} \\ &= 288.93 + 476.79 = 765.73 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned}\Sigma M_n \text{ kolom} &> 1.2 \times \Sigma M_n \text{ Balok} \\ 1179.87+1989.38 &> 1.2 \times 765.73 \\ 3169.25 &> 918.87 \text{ kNm (oke)}\end{aligned}$$

- Penulangan geser

Menurut SNI 2847:2013 Pasal 21.6.2.2 gaya geser rencana  $V_e$  untuk kolom harus ditentukan menggunakan gaya-gaya pada muka hubungan pelat kolom, yaitu momen maksimum  $M_{pr}$ . Hasil ini tidak boleh kurang dari  $V_u$  hasil dari analisa struktur. Secara konservatif  $M_{pr}$  ditentukan sebesar momen *balance* dari diagram interaksi pada program SP Column.

$$\Sigma M_n \text{ kolom} = 1179.87+1989.38 = 3169.25 \text{ kN}$$

Geser rencana ( $V_e$ ) (SNI 2847:2013 Pasal 21.6.2.2)

$$\begin{aligned}V_e &= (M_{pr1} + M_{pr2})/l_n \\ &= 3169.25/4 = 792.3 \text{ kN}\end{aligned}$$

Gaya geser ultimit ( $V_u$ ) (Sap 2000)

$$V_u = 53226.6 \text{ kg} = 532.26 \text{ kN}$$

Maka dipakai  $V_e$  sebagai gaya geser rencana.

Pada tumpuan

Gaya geser beton ( $V_c$ )

$$\begin{aligned}V_c &= (1+(P_u/(14 \times A_g)) \times ((F_c^{0.5})/6) \times b_w \times d \\ &= (1+(3043100.2/(14 \times (1000 \times 600))) \\ &\quad \times ((26.4^{0.5})/6) \times 600 \times 934.5 \\ &= 289913.53 \text{ N}\end{aligned}$$

Gaya geser tulangan ( $V_s$ )

$$\begin{aligned}V_s &= ((V_e)/\Phi_{\text{geser}}) - V_c \\ &= ((792.3)/0.75) - 289913.53 \\ &= 766503.13 \text{ N} = 766.5 \text{ kN}\end{aligned}$$

Kontrol  $V_c+V_s > V_e$ , maka kontrol geser oke.

Direncanakan tulangan geser dengan diameter 13 dan kaki sebanyak 4 buah. Sehingga  $A_v = 530.9 \text{ mm}^2$ .

Jarak spasi tulangan (s)

$$S = (A_v \times F_y \times d)/V_s$$

$$= (530.9 \times 240 \times 934.5) / 766.5$$

$$= 155.35 \text{ dibulatkan menjadi } 150 \text{ mm}$$

S adalah spasi tulangan transversal pada arah longitudinal dan s harus sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2013 pasal 21.6.4.3, nilai s diambil nilai terkecil dari:

$$0.25 \times b \text{ kolom} = 0.25 \times 600 = 150 \text{ mm (oke)}$$

$$6 \times D \text{ lentur kolom} = 6 \times 25 = 150 \text{ mm (oke)}$$

$$100 \text{ mm} < s < 150 \text{ mm} = 100 < 150 < 150 \text{ (oke)}$$

Sementara untuk sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari  $s/2 = 75 \text{ mm}$  dari muka komponen struktur penumpu. Sehingga dipasang sengkang  $\emptyset 13 - 150 \text{ mm}$  sepanjang lo dari muka kolom, tulangan geser pertama dipasang  $75 \text{ mm}$  dari muka kolom. Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 21.6.4.1, panjang lo atau daerah sendi plastis yang diukur dari muka joint tidak boleh kurang dari yang terbesar dari berikut :

$$Lo > \text{penampang leleh kolom} = 1000 \text{ mm}$$

$$Lo > 1/6 \times l_n = 1/6 \times 4 = 666.67 \text{ mm}$$

$$Lo > 450 \text{ mm} = 450 \text{ mm}$$

Maka lo pakai adalah  $1000 \text{ mm}$ .

Pada lapangan

Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 7.10.5.2 dan pasal 11.4.5.1, spasi sengkang pada daerah lapangan tidak boleh melebihi :

$$S \leq 16 D \text{ lentur} = 16 \times 25 = 400 \text{ mm}$$

$$S \leq 48 d \text{ geser} = 48 \times 13 = 624 \text{ mm}$$

$$S \leq \text{dimensi penampang minimum} = 600 \text{ mm}$$

Maka dipakai  $s = 400 \text{ mm}$ .

- Tulangan pengekang

Luas total penampang sengkang tertutup persegi sesuai SNI 2847:2013 pasal 21.6.4.4 tidak boleh kurang dari yang diisyaratkan :

$$Ash = 0.3 \times ((s \times bc \times fc) / (fyh)) \times ((Ag / Ach) - 1)$$

$$Ash = 0.09 \times ((s \times bc \times fc) / (fyh))$$

dengan :



bc = dimensi penampang inti struktur diukur ketepi luar tulangan transversal yang membentuk Ash  
 $= 1000 - 40 = 960 \text{ mm}$

Ach = luas penampang dikurang selimut  
 $= (1000-40) \times (600-40) = 537600 \text{ mm}^2$

maka :

Ash/s  $= 0.3 \times ((bc \times fc)/(fyh)) \times ((Ag/Ach)-1)$   
 $= 0.3 \times ((960 \times 26.4)/(400)) \times (((1000 \times 600) / 537600)-1)$   
 $= 3.67$

Ash/s  $= 0.09 \times ((bc \times fc)/(fyh))$   
 $= 0.09 \times ((960 \times 26.4)/(400))$   
 $= 9.5 \text{ (dipakai)}$

Luas tulangan diperlukan (Ash) dengan S = 150 mm dengan kaki 4 buah

Ash = S x (Ash/s)  
 $= 150 \times 9.5 = 1426 \text{ mm}^2$

Luas tulangan pasang (Av)

Av  $= 0.25 \times \Pi \times (d^2) \times \text{jmh kaki} \times (Lo \times s)$   
 $= 0.25 \times \Pi \times (13^2) \times 4 \times (1000 \times 150)$   
 $= 3540 \text{ mm}^2$

Kontrol  $Av > Ash$ , maka kontrol tulangan pengekang oke.  
 Pada tabel 16 dibawah ditampilkan rekapitulasi penulangan kolom K1-12:

Tabel 16 : Penulangan Kolom K1-12

Tul Utama	=	14	D		25
Tul Pengekang	=	Φ	13	-	150
Tul Sengkang Tumpuan	=	Φ	13	-	150
Tul Sengkang Lapangan	=	Φ	13	-	400

c. Penulangan kolom K1-34

Perhitungan penulangan Kolom K1-34 yang dilakukan sama seperti pada perhitungan Kolom K1-12. Pada tabel 17 dibawah ditampilkan rekapitulasi penulangan kolom K1-34:

Tabel 17 : Penulangan Kolom K1-34

Tul Utama	=	12	D		25
Tul Pengekang	=	$\Phi$	13	-	150
Tul Sengkang Tumpuan	=	$\Phi$	13	-	150
Tul Sengkang Lapangan	=	$\Phi$	13	-	400

d. Penulangan kolom K1-5

Perhitungan penulangan Kolom K1-5 yang dilakukan sama seperti pada perhitungan Kolom K1-12. Pada tabel 18 dibawah ditampilkan rekapitulasi penulangan kolom K1-5:

Tabel 18 : Penulangan Kolom K1-5

Tul Utama	=	10	D		25
Tul Pengekang	=	$\Phi$	13	-	150
Tul Sengkang Tumpuan	=	$\Phi$	13	-	150
Tul Sengkang Lapangan	=	$\Phi$	13	-	400

e. Penulangan kolom K2

Perhitungan penulangan Kolom K2 yang dilakukan sama seperti pada perhitungan Kolom K1-12. Pada tabel 19 dibawah ditampilkan rekapitulasi penulangan kolom K2:

Tabel 19 : Penulangan Kolom K2

Tul Utama	=	12	D		25
Tul Pengekang	=	$\Phi$	13	-	150
Tul Sengkang Tumpuan	=	$\Phi$	13	-	50

Tul Sengkang Lapangan	=	Φ	13	-	400
-----------------------	---	---	----	---	-----

f. Penulangan kolom K3

Perhitungan penulangan Kolom K3 yang dilakukan sama seperti pada perhitungan Kolom K1-12. Pada tabel 20 dibawah ditampilkan rekapitulasi penulangan kolom K3:

Tabel 20 : Penulangan Kolom K3

Tul Utama	=	20	D		25
Tul Pengekang	=	Φ	13	-	150
Tul Sengkang Tumpuan	=	Φ	13	-	75
Tul Sengkang Lapangan	=	Φ	13	-	300

#### 4.1.6 Pondasi Tiang Pancang

a. Spesifikasi Tiang Pancang

Pondasi direncanakan menggunakan pondasi tiang pancang jenis *pencil pile shoe* beton pracetak dengan bentuk penampang bulat berongga produk. Berikut spesifikasi tiang pancang yang direncanakan.

Data data tiang pancang adalah sebagai berikut:

Diameter luar	=	600 mm
Ketebalan	=	100 mm
Kelas	=	A1
<i>Bending momen crack</i>	=	17 tm
<i>Bending momen ultimate</i>	=	25.5 tm
<i>Allowable axial load</i>	=	252.7 ton
<i>Unit weight</i>	=	393 kg/m

b. Penentuan P ijin Tiang Pancang

1. Pengolahan Data Tanah

N SPT didapat dari data tanah yang ada, dan diperkirakan nilai N SPT pada setiap 0.5 m kedalaman sesuai nilai N SPT pada titik titik yang ada di data tanah.

2. Koreksi Terhadap Muka Air Tanah

Khusus untuk tanah pasir halus, pasir berlanau, dan pasir berlempung yang berada dibawah muka air dan hanya bila nilai  $N > 15$ . Pada koreksi ini, tidak ada yang dikoreksi karena nilai  $N_1 < 15$ .

### 3. Koreksi Terhadap Tekanan Overburden

Hasil koreksi dikoreksi lagi untuk pengaruh tekanan efektif vertikal (*Overburden Pressure*) dikedalaman yang sama. Nilai  $P$  adalah tekanan efektif vertikal pada kedalaman yang ditinjau.

Contoh perhitungan pada kedalaman 5 m:

$$N_1 = 8.33$$

$$2 \times N_1 = 16.66$$

$$\gamma_{sat} = 1.62 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma' = 0.63 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Center of depth layer} = 0.25 \text{ m}$$

$$\text{Nilai } P = (\text{kedalaman sebelumnya} \times \gamma_{sat}) +$$

$$(\text{Center of depth layer} \times \gamma_{sat})$$

$$= (4.5 \times 1.62) + (0.25 \times 1.62)$$

$$= 3.01 \text{ t/m}^2 < 7.5 \text{ t/m}^2$$

$$N_2 = (4 \times N_1) / (1 + 0.4 \times P)$$

$$= (4 \times 8.33) / (1 + 0.4 \times 3.01) = 15.2$$

Kontrol  $N_2 < 2 \times N_1$ , maka  $N_2$  dapat dipakai.

### 4. Nilai $P$ ijin Tekan dan Tarik

$N$  rata-rata adalah rata-rata dari 4D dibawah titik yang ditinjau dan 8D diatas titik yang ditinjau

$$= 4 \times 0.6 = 2.4 \text{ m}$$

$$= 8 \times 0.6 = 4.6 \text{ m}$$

$$N \text{ rata-rata} = 11.27$$

$$f_{si} = \text{hambatan geser selimut tiang}$$

$$= N_2/2 \text{ (karena tanah lempung)}$$

$$= 15.2/2 = 7.56$$

$$\text{Asi} = \text{luas selimut tiang}$$

$$= f_{si} \times 3.14 \times \text{diameter tiang} \times \text{jarak tinjauan kedalaman}$$

$$= 7.56 \times 3.14 \times 0.6 \times 0.5 = 7.13 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{Asi} &= \Sigma \text{Asi kedalaman sebelumnya} + \text{Asi} \\ &= 34.59 + 7.13 = 41.71 \text{ ton} \\ \text{P ujung 1 tiang} &= 40 \times N \text{ rata-rata} \times \text{luas tiang pancang} \\ &= 40 \times 11.27 \times 0.25 \times 3.14 \times 0.6^2 \\ &= 127.50 \text{ ton} \\ \text{P ultimit} &= \text{P ujung 1 tiang} + \Sigma \text{Asi} \\ &= 127.50 + 41.71 = 169.21 \text{ ton} \\ \text{P ijin tekan} &= \text{P ultimit}/\text{SF} \\ &= 169.21/3 = 56.40 \text{ ton} \\ \text{P ijin tarik} &= \Sigma \text{Asi}/\text{SF} \\ &= 41.71/3 = 13.90 \text{ ton} \end{aligned}$$

c. Daya dukung tiang pancang kelompok

Perhitungan tiang pancang dicontohkan pada kolom K1-12 dengan data sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P &= 304.31 \text{ ton} \\ M_x &= 111.63 \text{ ton meter} \\ M_y &= 56.86 \text{ ton meter} \\ \text{Jumlah tiang pancang} &= 4 \text{ buah} \\ \text{Kedalaman rancana} &= 34 \text{ m} \\ \text{P ijin kedalaman 34 m} &= 185.36 \text{ m} \\ \text{Jumlah baris tiang (m)} &= 2 \text{ baris} \\ \text{Jumlah kolom tiang (n)} &= 2 \text{ kolom} \\ \text{Jarak antar tiang} &= 3D < S < 6D = 180 \text{ cm} \\ \text{Jarak tiang ke tepi poer} &= 1.5D < S < 3D = 90 \text{ cm} \end{aligned}$$

Koefisien Efisiensi ( $\eta$ )

$$\begin{aligned} \eta &= 1 - ((\arctan(D/S)/90) \times 2 - (1/m) - (1/n)) \\ &= 1 - ((\arctan(60/180)/90) \times 2 - (1/2) - (1/2)) \\ &= 0.795 \end{aligned}$$

Daya dukung tiang pancang kelompok (P kelompok)

$$\begin{aligned} P \text{ kelompok} &= \eta \times P \text{ ijin 1 tiang} \times \text{jumlah tiang} \\ &= 0.795 \times 185.36 \times 4 = 589.6 \text{ ton} \end{aligned}$$

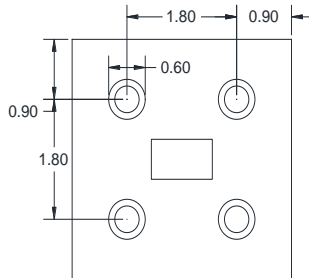
Dimensi poer rencana adalah 3.6 x 3.6 x 0.6 m dengan berat poer adalah 186.6 ton, maka berat total yang diterima tiang pancang adalah:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{total}} &= \text{beban } P \text{ (Sap 2000)} + \text{berat poer} \\
 &= 304.31 + 186.6 = 490.9 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Kontrol beban aksial yang diterima tiang

$$P_{\text{kelompok}} > P_{\text{total}} = 589.6 > 490.9 \text{ ton (oke)}$$

Kontrol beban maksimal yang diterima 1 tiang. Pada gambar 27 ditampilkan posisi tiang pancang pada poer:



Gambar 27 : Posisi Tiang Pancang

Pada tabel 21 dibawah ditampilkan jarak titik pusat tiang pancang ke titik pusat poer:

Tabel 21 : Jarak Titik Pusat Tiang Pancang Ke Pusat Poer

Tiang	Jarak pusat tiang ke pusat poer			
	X	X <sup>2</sup>	Y	Y <sup>2</sup>
1	-0.9	0.81	0.9	0.81
2	-0.9	0.81	-0.9	0.81
3	0.9	0.81	0.9	0.81
4	0.9	0.81	-0.9	0.81
Σ		3.24		3.24

$$P_{\text{1 tiang}} = \left( \frac{\Sigma P}{n} \right) + \left( \frac{M X_{y \max}}{\Sigma y^2} \right) + \left( \frac{M y x_{\max}}{\Sigma x^2} \right)$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{max}} &= (589./4) + ((111.63 \times 0.9) / 3.24) + \\
 &((56.86 \times 0.9) / 3.24) = 194.2 \text{ ton (maksimum)}
 \end{aligned}$$

$$P_{\min} = (589./4) - ((111.63 \times 0.9)/3.24) - ((56.86 \times 0.9)/3.24) = 100.6 \text{ ton}$$

$$\text{Kontrol Allowable axial load (brosur)} > \text{beban max 1 tiang} \\ = 252.7 > 194.2 \text{ ton (oke)}$$

Perhitungan jumlah titik dan kedalaman pemancangan tiang pancang pada kolom K1-12 yang dilakukan sama seperti pada perhitungan kolom-kolom selanjutnya. Pada tabel 22 dibawah ditampilkan hasil perencanaan jumlah titik dan kedalaman pemancangan tiang pancang pada semua tipe kolom:

Tabel 22 : Hasil Perencanaan Tiang Pancang

Kolom	Tiang pancang	
	Titik	Kedalaman
K1-12	4	34 m
K2-1K	2	34 m
K2-2K	3	35 m
K3	1	16 m

d. Desain Poer

$$\text{Dimensi Poer} = 3.6 \times 3.6 \times 0.6 \text{ m}$$

$$\text{Posisi} = \text{pada kolom K1-12}$$

$$\text{Selimut beton} = 70 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu beton} = 26.4 \text{ Mpa}$$

$$\text{D tiang pancang} = 600 \text{ mm}$$

$$\text{D tulangan} = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu tulangan} = 400 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tinggi efektif (dx)} = 600 - 70 - 0.5 \times 25 = 518 \text{ mm}$$

$$\beta = P/L = 3.6/3.6 = 1$$

$$\beta_1 = 0.85$$

Keliling penampang kritis

$$b_o = 2(P+d) + 2(L+d)$$

$$= 2(3600+518)+2(3600+518)=16470 \text{ mm}$$

### Kontrol geser pons

Perencanaan poer harus memenuhi persyaratan kekuatan gaya geser nominal beton yang harus lebih besar dari geser pons yang terjadi. Hal ini sesuai yang disyaratkan pada SNI 2847:2013 pasal 11.11.2.1. Kuat geser yang disumbangkan beton diambil yang terkecil dari :

$$\begin{aligned} V_c &= 0.17 \times (1+(2/\beta)) \times \lambda \times (f_c^{0.5}) \times b_o \times d \\ &= 0.17 \times (1+(2/1)) \times 1 \times (26.4^{0.5}) \times 16470 \times 518 \\ &= 22334 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0.083 \times ((a_s \times d)/b_o) \times (f_c^{0.5}) \times b_o \times d \\ &= 0.083 \times ((40 \times 518)/16470) \times (26.4^{0.5}) \times 16470 \times 518 = 4568.4 \text{ KN (terkecil)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0.33 \times (f_c^{0.5}) \times b_o \times d \\ &= 0.33 \times (26.4^{0.5}) \times 16470 \times 518 = 14452 \text{ KN} \end{aligned}$$

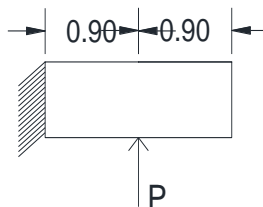
### Kontrol geser pons

$$P_{\text{Sap 2000}} < 0.75 V_c \text{ terkecil}$$

$$304.31 < 0.75 \times 465.84 \text{ ton (oke)}$$

### Penulangan poer

Desain penulangan lentur poer dianalisis sebagai balok kantilever dengan perletakan jepit pada kolom. Beban yang bekerja adalah beban terpusat dari tiang pancang sebesar P dan berat sendiri poer sebesar q. Pada gambar 28 dibawah ditampilkan posisi tiang pancang pada poer:



Gambar 28 Posisi Tiang Pancang



$$\text{Berat poer} = (0.9+0.9) \times 0.6 \times 2400 = 2592 \text{ kg/m}$$

Jumlah tiang= 2 buah

$$\text{Beban P pakai} = \text{jumlah tiang} \times \text{P max 1 tiang}$$

$$= 2 \times 194.1 \text{ ton} = 388394.3 \text{ Kg}$$

Momen pada poer arah X dan Y

$$M_{xy} = (P \times (L/2)) - (0.5 \times \text{berat poer} \times (L^2))$$

$$= (388394.3 \times ((0.9+0.9)/2)) - (0.5 \times 2592$$

$$\times ((0.9+0.9)^2))$$

$$= 345355.8 \text{ kgm}$$

Rasio penulangan minimal

$$\rho_{\text{min}} = 1.4/f_y = 1.4/400 = 0.0035$$

Rasio penulangan maksimal

$$\rho_{\text{max}} = (0.75 \times 0.85 \times \beta_1 \times f_c)/f_y$$

$$= (0.75 \times 0.85 \times 0.85 \times 26.4)/400$$

$$= 0.036$$

$$\text{Nilai m} = f_y/(0.85 \times f_c)$$

$$= 400/0.85 \times 26.4 = 17.83$$

$$\text{Nilai Rn} = M_u/(b \times d^2)$$

$$= 345355.8 \times 1000 / (((0.9+0.9) \times 1000) \times 518^2)$$

$$= 0.896 \text{ N/mm}^2$$

Rasio Tulangan Perlu ( $\rho$  perlu)

$$(\rho \text{ perlu}) = (1/m) \times (1 - ((1 - ((2m \times R_n)/f_y))^{0.5}))$$

$$= (1/17.83) \times (1 - ((1 - ((2 \times 17.83 \times 0.896)/400))^{0.5}))$$

$$= 0.00228$$

$$\text{Syarat} = \rho_{\text{min}} < \rho \text{ perlu} < \rho_{\text{max}} \text{ (pakai } \rho_{\text{min}})$$

Luas tulangan tarik perlu ( $A_s$  perlu)

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d = 0.035 \times ((0.9+0.9) \times 1000) \times 518$$

$$= 3260.25 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan tarik perlu (n)

$$n = (A_s \text{ perlu})/0.25 \times \Pi \times D^2$$

$$= 3260.25/0.25 \times \Pi \times 25^2$$

$$= 6.64 = 7 \text{ buah untuk } 1800 \text{ mm}$$

$$= 7 \times 2 = 14 \text{ buah untuk } 3600 \text{ mm}$$

Jadi dipasang 14D 25

Perhitungan dimensi dan penulangan poer pada kolom K1-12 yang dilakukan sama seperti pada perhitungan dimensi dan penulangan poer pada kolom-kolom selanjutnya. Pada tabel 23 dibawah ditampilkan hasil desain penulangan poer pada semua tipe kolom:

Tabel 23 : Hasil Perencanaan Poer

Dimensi Poer				Jumlah tulangan					
				X			Y		
				Bawah			Bawah		
K1-12	P	3.6	m	14	D	25	14	D	25
	L	3.6	m	Atas			Atas		
	T	0.6	m	14	D	25	14	D	25
Dimensi Poer				Jumlah tulangan					
				X			Y		
				Bawah			Bawah		
K2-1K	P	3.6	m	6	D	25	12	D	25
	L	1.8	m	Atas			Atas		
	T	0.5	m	6	D	25	12	D	25
Dimensi Poer				Jumlah tulangan					
				X			Y		
				Bawah			Bawah		
K2-2K	P	5.4	m	18	D	25	6	D	25
	L	1.8	m	Atas			Atas		
	T	0.5	m	18	D	25	6	D	25
Dimensi Poer				Jumlah tulangan					
				X			Y		
				Bawah			Bawah		
K3	P	1.8	m	6	D	25	6	D	25
	L	1.8	m	Atas			Atas		
	T	0.5	m	6	D	25	6	D	25

e. Desain Sloof

Struktur sloof digunakan dengan tujuan agar terjadi penurunan secara bersamaan dan mempunyai fungsi sebagai

pengaku yang menghubungkan antar pondasi yang satu dengan yang lainnya. Adapun beban-beban yang ditimpakan ke sloof meliputi berat sendiri sloof, berat dinding pada lantai paling bawah,

Data data sloof

Jarak antar kolom terpanjang pada kolom K1-12	
Jarak antar kolom	= 7 m
Panjang sloof	= $7 - ((3.6/2) \times 2) = 3.4$ m
Mutu beton	= 26.4 Mpa
Mutu baja tul utama	= 400 Mpa
Mutu baja sengkang	= 240 Mpa
Selimut beton	= 70 mm
D tul utama	= 25 mm
D tul sengkang	= 13 mm
Berat dinding	= 250 kg/m <sup>2</sup>
Tinggi dinding	= 4 m
B sloof	= 300 mm
H sloof	= 500 mm
Tinggi efektif (d)	= 334.5 mm
$\beta_1$	= 0.85

Pembebanan sloof

Berat sendiri	= $b \times h \times 2400$
	= $0.3 \times 0.5 \times 2400 = 360$ Kgm
Berat dinding	= $250 \times 4 = 1000$ Kgm
Qu	= $1000 + 360 = 1360$ kgm
Momen Max	= $(1/8) \times (q \times L^2)$
	= $(1/8) \times (1360 \times 3.4^2) = 1956.2$ Kgm

Penulangan lentur sloof

Rasio penulangan minimal

$$\rho_{\min} = 1.4/f_y = 1.4/400 = 0.0035$$

Rasio penulangan maksimal

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= (0.75 \times 0.85 \times \beta_1 \times f_c)/f_y \\ &= (0.75 \times 0.85 \times 0.85 \times 26.4)/400 \\ &= 0.036 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai } m = f_y/(0.85 \times f_c)$$

$$= 400/0.85 \times 26.4 = 17.83$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } R_n &= \mu / (b \times d^2) \\ &= 1956.2 \times 1000 / (300 \times 334.5^2) \\ &= 0.0000732 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Rasio Tulangan Perlu ( $\rho$  perlu)

$$\begin{aligned} (\rho \text{ perlu}) &= (1/m) \times (1 - ((1 - ((2m \times R_n)/f_y))^{0.5})) \\ &= (1/17.83) \times (1 - ((1 - \\ &\quad ((2 \times 17.83 \times 0.0000732)/400))^{0.5})) \\ &= 0.00000018 \end{aligned}$$

$$\text{Syarat } = \rho \text{ min} < \rho \text{ perlu} < \rho \text{ max (pakai } \rho \text{ min)}$$

Luas tulangan tarik perlu ( $A_s$  perlu)

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \times b \times d = 0.035 \times 300 \times 334.5 \\ &= 351.225 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan tarik perlu (n)

$$\begin{aligned} n &= (A_s \text{ perlu}) / 0.25 \times \Pi \times D^2 \\ &= 351.225 / 0.25 \times \Pi \times 25^2 \\ &= 0.71 = 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

Luas tulangan tekan perlu ( $A_s'$  perlu)

$$\begin{aligned} A_s' \text{ perlu} &= 0.5 \times n \text{ perlu tul tarik} \\ &= 0.5 \times 2 \text{ buah} = 1 \text{ buah dipakai 2 buah} \end{aligned}$$

Penulangan geser sloof

$$\begin{aligned} V_u &= \frac{1}{2} \times q \times L \\ &= \frac{1}{2} \times 1360 \times 3.4 = 2312 \text{ Kg} \\ V_c &= \frac{1}{6} \times (f_c^{0.5}) \times b \times d \\ &= \frac{1}{6} \times 26.4^{0.5} \times 300 \times 334.5 = 8593.46 \text{ Kg} \\ \phi V_c &= 0.75 \times V_c \\ &= 0.75 \times 8593.46 = 6445.1 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kontrol =  $V_u < \phi V_c$  (oke) maka dipakai tulangan geser minimum

$$\begin{aligned} V_s \text{ min} &= \frac{1}{3} \times (f_c^{0.5}) \times b \times d \\ &= \frac{1}{3} \times (26.4^{0.5}) \times 300 \times 334.5 = 171869.2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_v &= \frac{1}{4} \times \Pi \times D^2 \times n \\ &= \frac{1}{4} \times \Pi \times 13^2 \times 2 = 265.5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S \text{ perlu} &= (A_v \times f_y \times d) / V_s \text{ min} \\ &= (265.5 \times 240 \times 334.5) / 171869.2 = 124 \text{ mm} \end{aligned}$$

= dipakai 120 mm

Perhitungan dimensi dan penulangan sloof pada kolom K1-12 yang dilakukan sama seperti pada perhitungan dimensi dan penulangan sloof pada kolom-kolom selanjutnya. Pada tabel 24 dibawah ditampilkan hasil dari desain sloof :

Tabel 24 : Hasil Perencanaan Sloof

Dimensi Sloof K1-12			Jumlah tulangan					
			Utama			Sengkang		
			Tarik			Tumpuan		
			P	L	T	2	D	25
3.40	m		Tekan			Lapangan		
0.3	m		Tekan			Lapangan		
0.5	m		2	D	25	13	-	120
Dimensi Sloof K2-1K			Jumlah tulangan					
			Utama			Sengkang		
			Tarik			Tumpuan		
			P	L	T	2	D	25
3.20	m		Tekan			Lapangan		
0.3	m		Tekan			Lapangan		
0.5	m		2	D	25	13	-	120
Dimensi Sloof K2-2K			Jumlah tulangan					
			Utama			Sengkang		
			Tarik			Tumpuan		
			P	L	T	2	D	25
1.20	m		Tekan			Lapangan		
0.3	m		Tekan			Lapangan		
0.5	m		2	D	25	13	-	120
Dimensi Sloof K3			Jumlah tulangan					
			Utama			Sengkang		
			Tarik			Tumpuan		
			P	L	T	2	D	25
3.30	m		Tekan			Lapangan		
0.3	m		Tekan			Lapangan		
0.5	m		2	D	25	13	-	120

#### 4.1.7 Perhitungan Volume Struktur

Pada perhitungan volume struktur, volume dihitung berdasarkan dimensi, jumlah, dan panjang sebuah item. Berikut adalah perhitungan volume beton dan tulangan pada struktur eksisting sesuai perencanaan.

##### a. Volume Beton

Pada perhitungan volume beton struktur eksisting, ditampilkan contoh perhitungan volume beton pada balok induk BI 1:

Balok BI 1

Lebar (b) = 0.3 m

Tinggi (h) = 0.7 m

Panjang (L) = 7 m

Jumlah balok dengan panjang yang sama = 105 bh

Volume beton =  $b \times h \times L \times \text{jumlah}$   
=  $0.3 \times 0.7 \times 7 \times 105 = 154.4 \text{ m}^3$

Pada perhitungan volume beton untuk balok, kolom, pelat, sloof, poer, dan tiang pancang yang lengkap, dapat dilihat pada lampiran. Total seluruh beton pada struktur eksisting adalah  $1279.4 \text{ m}^3$ .

##### b. Volume tulangan

Pada perhitungan volume tulangan struktur eksisting, ditampilkan contoh perhitungan volume tulangan pada balok induk BI 1:

Balok BI 1

Jumlah tulangan utama pada tumpuan = 11 D 22

Jumlah tulangan utama pada lapangan = 6 D 22

Jumlah tulangan utama pada torsi = 4 D 16

Tulangan sengkang =  $\emptyset$  10-110

Selimit beton = 40 mm

Lebar (b) = 0.3 m

Tinggi (h) = 0.7 m

Panjang tumpuan (L1) = 1.75 m

Panjang lapangan (L2) = 3.5 m

Jumlah balok dengan panjang yang sama = 105 bh

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan D 22} &= 0.25 \times \Pi \times 22^2 = 380 \text{ mm}^2 \\ &= 0.000000380 \text{ m}^2 \\ \text{Luas tulangan D 16} &= 0.25 \times \Pi \times 16^2 = 201 \text{ mm}^2 \\ &= 0.000000201 \text{ m}^2 \\ \text{Luas tulangan D 10} &= 0.25 \times \Pi \times 10^2 = 78.54 \text{ mm}^2 \\ &= 0.00000007854 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tulangan utama} &= ((0.000000380 \times ((2 \times 1.75 \times 11) + (3.5 \times 6))) + \\ &\quad (0.000000201 \times 7 \times 4) \times 7850 \times 105 \\ &= 23283.11 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tulangan sengkang} &= 0.00000007854 \times ((2 \times (0.3 - 0.04)) + \\ &\quad (2 \times (0.7 - 0.04))) \times (7 / 0.11) \times 7850 \times 115 \\ &= 6920.91 \text{ kg} \end{aligned}$$

Pada perhitungan volume tulangan untuk balok, kolom, pelat, sloof, poer, dan tiang pancang yang lengkap, dapat dilihat pada lampiran. Total seluruh volume tulangan pada struktur eksisting adalah 212743.35 Kg.

c. Volume tiang pancang

Pada perhitungan volume tiang pancang kedalaman tiang pancang pada 1 poer dikalikan dengan jumlah titik pemancangan pada 1 poer dan dikalikan dengan jumlah poer dengan tipe yang sama. Setelah dihitung, total volume tiang pancang pada struktur eksisting adalah 3592 m dengan 106 titik.

d. Volume bekisting

Pada perhitungan volume bekisting struktur eksisting, ditampilkan contoh perhitungan volume tulangan pada balok induk BI 1:

$$\begin{aligned} \text{Lebar (b)} &= 0.3 \text{ m} \\ \text{Tinggi (h)} &= 0.7 \text{ m} \\ \text{Panjang (L)} &= 7 \text{ m} \\ \text{Jumlah balok dengan panjang yang sama} &= 105 \text{ bh} \\ \text{Volume bekisting} &= (2 \times h \times L) + (b \times L) \times \text{jumlah} \\ &= (2 \times 0.7 \times 7) + (0.3 \times 7) \times 105 \\ &= 154.4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Pada perhitungan volume bekisting untuk balok, kolom, pelat, sloof, dan poer, yang lengkap, dapat dilihat pada lampiran. Total seluruh bekisting pada struktur eksisting adalah 8483.02 m<sup>2</sup>.

#### 4.1.8 Perhitungan Biaya Material

Perhitungan biaya material pada struktur eksisting, berdasarkan HSPK 2018 kota Surabaya. Berikut ini ditampilkan perhitungan biaya material pada material beton dengan menggunakan HSPK 2018 Surabaya. Pada tabel 25 dibawah ditampilkan pekerjaan kolom pada HSPK 2018 Surabaya:

Tabel 25: Pekerjaan Beton pada HSPK 2018 Surabaya

24.03.01.08	Pekerjaan Beton		m3	SNI 7394:2008 (6.8)	
	<b>Upah:</b>				
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang / Mandor	0.0282286	Orang Hari	171,000	4,827
23.02.04.01.03.F	Tukang	0.2774609	Orang Hari	156,000	43,284
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	1.6658855	Orang Hari	145,000	241,553
	<b>Bahan:</b>			<b>Jumlah:</b>	<b>289,664</b>
20.01.01.02.01.F	Semen PC 40 Kg	9.6	Zak	58,500	561,600
20.01.01.04.04.F	Pasir Cor	0.4325	M3	272,500	117,856
20.01.01.05.04.01.F	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.5468421	M3	278,000	152,022
23.02.02.02.01.F	Biaya Air	215	Liter	6	1,290
				<b>Jumlah:</b>	<b>832,768</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>1,122,433</b>

Volume beton pada struktur eksisting adalah 1279.4 m<sup>3</sup>, sedangkan biaya bahan material beton pada HSPK 2018 Surabaya adalah Rp 832,768.00.

$$\text{Volume beton} = 1279.4 \text{ m}^3$$



$$\begin{aligned} \text{Nilai HSPK} &= \text{Rp } 832,768.00 \\ \text{Biaya} &= 1279.4 \times 832768 \\ &= \text{Rp } 1,065,454,704.84 \end{aligned}$$

Pada perhitungan biaya untuk beton, tulangan, bekisting, dan tiang pancang yang lengkap, dapat dilihat pada lampiran. Total secara keseluruhan biaya material dari struktur eksisting sesuai data-data dari perencanaan adalah sebesar Rp 7,671,709,839.62

## 4.2 Struktur Modifikasi 1

### 4.2.1. Gambaran Struktur Modifikasi 1

Pada proyek Gedung Asrama Berlantai 5 LPMP Sumatera Barat, dimodifikasi pelat lantai yang semula adalah pelat lantai beton biasa, dan dimodifikasi menjadi pelat lantai pracetak ringan dengan bahan beton aerasi yang mempunyai dimensi 2.97 x 0.6 x 0.125 m yang mampu menahan beban bangunan seperti seperti bangunan industri, bangunan komersial seperti perkantoran, apartemen/ condominium, sekolah, universitas, rumah sakit, rusunawa, rusunami. Sedangkan material dinding yang digunakan adalah bata merah. Perencanaan struktur modifikasi 1 dilakukan seperti yang pada perencanaan struktur eksisting.

### 4.2.2. Preliminary Design

Perencanaan *preliminary design* struktur modifikasi 1 yang dilakukan sama seperti yang dilakukan pada *preliminary design* struktur eksisting. Pada tabel 26 dibawah ditampilkan hasil perhitungan dari *preliminary design* struktur modifikasi 1:

Tabel 26: Preliminary Design Struktur Modifikasi 1

	Dimensi		
Balok Induk 1	30	60	cm
Balok Induk 2	30	40	cm

Balok Anak 1	25	35	cm
Balok Anak 2	15	25	cm
Kolom K1-12	80	40	cm
Kolom K1-345	60	40	cm
Kolom K2-12	85	85	cm
Kolom K2-345	60	60	cm
Kolom K3	50	50	cm
Pelat lantai kantilever	12		cm

#### 4.2.3. Penulangan Struktur Modifikasi 1

Perencanaan penulangan struktur modifikasi 1 yang dilakukan berdasarkan peraturan-peraturan SNI yang berlaku di Indonesia. Tahapan-tahapan pelaksanaan perencanaan penulangan struktur modifikasi 1 ini sama seperti yang dilakukan pada perencanaan tulangan struktur eksisting.

Berikut ini ditampilkan hasil-hasil perencanaan struktur modifikasi 1 :

a. Penulangan pelat lantai kantilever

Pada tabel 27 dibawah ditampilkan hasil penulangan pelat lantai kantilever pada struktur modifikasi 1:

Tabel 27: Penulangan Pelat Kantilever

No	Arah Penulangan		d	Momen	Tulangan			
			mm	Nmm	mm			
1	Lapangan	X	93.5	1587237	D	13	-	240
2	Lapangan	Y	80.5	327525	D	13	-	240
3	Tumpuan	X	93.5	3149280	D	13	-	240

b. Penulangan balok

Pada tabel 28 dibawah ditampilkan hasil penulangan beberapa tipe balok-balok pada struktur modifikasi 1:

Tabel 28: Penulangan Balok Struktur Modifikasi 1

Jenis Gaya Dalam Balok BI 1			Tulangan							
			Atas			Bawah				
Gaya Torsi	5518	kgm	2	D	22					
M Tumpuan	30424	kgm	6	D	22	3	D	22		
M Lapangan	19655	kgm	2	D	22	4	D	22		
GayacGeser	19560	Kg	∅	10	-	140	∅	10	-	140
Jenis Gaya Dalam Balok BI 2			Tulangan							
			Atas			Bawah				
Gaya Torsi	1957	kgm	2	D	16					
M Tumpuan	14753	kgm	5	D	22	3	D	22		
M Lapangan	12110	kgm	2	D	22	4	D	22		
Gaya Geser	14286	kg	∅	10	-	140	∅	10	-	140
Jenis Gaya Dalam Balok BA 1			Tulangan							
			Atas			Bawah				
M Tumpuan	10017.210	kgm	4	D	22	2	D	22		
M Lapangan	7655.060	kgm	2	D	22	3	D	22		
Gaya Geser	8506.890	kg	∅	10	-	130	∅	10	-	130
Jenis Gaya Dalam Balok BA 2			Tulangan							
			Atas			Bawah				
M Tumpuan	2300.770	kgm	4	D	12	2	D	12		
M Lapangan	938.480	kgm	2	D	12	2	D	12		
Gaya Geser	2738.820	kg	∅	10	-	90	∅	10	-	90

Pada penulangan balok-balok diatas merupakan hal yang mendasari perhitungan volume tulangan balok pada struktur modifikasi 1.

- c. Penulangan kolom  
 Pada tabel 29 dibawah ditampilkan hasil penulangan beberapa tipe kolom-kolom pada struktur modifikasi 1:

Tabel 29: Penulangan Kolom Struktur Modifikasi 1

K1-12					
Tul Utama	=	12	D		25
Tul Pengekang	=	Φ	13	-	200
Tul Sengkang Tumpuan	=	Φ	13	-	100
Tul Sengkang Lapangan	=	Φ	13	-	400
K1-345					
Tul Utama	=	12	D		25
Tul Pengekang	=	Φ	13	-	200
Tul Sengkang Tumpuan	=	Φ	13	-	100
Tul Sengkang Lapangan	=	Φ	13	-	400
K2-12					
Tul Utama	=	16	D		25
Tul Pengekang	=	Φ	13	-	100
Tul Sengkang Tumpuan	=	Φ	13	-	100
Tul Sengkang Lapangan	=	Φ	13	-	400
K2.345					
Tul Utama	=	8	D		25
Tul Pengekang	=	Φ	13	-	150
Tul Sengkang Tumpuan	=	Φ	13	-	150
Tul Sengkang Lapangan	=	Φ	13	-	400
K3					

Tul Utama	=	8	D		25
Tul Pengekang	=	$\Phi$	13	-	125
Tul Sengkang Tumpuan	=	$\Phi$	13	-	125
Tul Sengkang Lapangan	=	$\Phi$	13	-	400

Pada penulangan kolom-kolom diatas merupakan hal yang mendasari perhitungan volume tulangan kolom pada struktur modifikasi 1.

d. Pondasi tiang pancang

Pada tabel 30 dibawah ditampilkan hasil jumlah titik dan kedalaman pemancangan tiang pancang pada struktur modifikasi 1. Notasi 1K dan 2K pada kolom K2 bermaksud untuk menjelaskan bahwa kolom K2 pada perencanaan tersebut ada 2 buah yang menumpu pada 1 poer dan sejumlah titik pemancangan kolom sesuai yang ditabelkan dibawah.

Tabel 30: Pemancangan Tiang Pancang

K1-12	Tiang pancang	
	Titik	Kedalaman
	2	35
K2-1K	Tiang pancang	
	Titik	Kedalaman
	2	34
K2-2K	Tiang pancang	
	Titik	Kedalaman
	3	36
K3	Tiang pancang	
	Titik	Kedalaman
	1	13

Perencanaan pondasi tiang pancang secara otomatis juga merencanakan poer tiang pancang sebagai pembagi beban yang diterima kolom secara merata ke tiang pancang. Pada tabel 31 dibawah ditampilkan hasil perencanaan dimensi poer sesuai tipe-tipe kolom yang dinotasikan pada tabel diatas:

Tabel 31: Perencanaan Dimensi dan Tulangan Poer

Dimensi Poer K1-12			Jumlah tulangan					
			X			Y		
			Bawah			Bawah		
P	3.6	m	8	D	25	14	D	25
L	1.8	m	Atas			Atas		
T	0.6	m	8	D	25	14	D	25
Dimensi Poer K2-1K			Jumlah tulangan					
			X			Y		
			Bawah			Bawah		
P	3.6	m	8	D	25	14	D	25
L	1.8	m	Atas			Atas		
T	0.6	m	8	D	25	14	D	25
Dimensi Poer K2-2K			Jumlah tulangan					
			X			Y		
			Bawah			Bawah		
P	5.4	m	22	D	25	8	D	25
L	1.8	m	Atas			Atas		
T	0.6	m	22	D	25	8	D	25
Dimensi Poer K3			Jumlah tulangan					

			X			Y		
			Bawah			Bawah		
P	1.8	m	6	D	25	6	D	25
L	1.8	m	Atas			Atas		
T	0.4	m	6	D	25	6	D	25

Pada perencanaan dimensi dan penulangan poer diatas merupakan hal yang mendasari perhitungan volume pada struktur modifikasi 1.

Selain perencanaan poer, pada perencanaan pondasi tiang pancang juga selalu ada perencanaan sloof yang berguna untuk mencegah pondasi tiang pancang mengalami penurunan yang tidak serentak antara kolom dengan kolom lain. Pada tabel 32 dibawah ditampilkan hasil perencanaan dimensi dan penulangan sloof :

Tabel 32: Hasil Dimensi dan Penulangan Sloof

Dimensi Sloof K1-12			Jumlah tulangan					
			Utama			Senggang		
			Tarik			Tumpuan		
			P		m	2	D	25
L	0.3	m	Tekan			Lapangan		
T	0.5	m	2	D	25	13	-	120
Dimensi Sloof K2-1K			Jumlah tulangan					
			Utama			Senggang		
			Tarik			Tumpuan		
			P	3.20	m	2	D	25
L	0.3	m	Tekan			Lapangan		
T	0.5	m	2	D	25	13	-	120
Dimensi Sloof K2-2K			Jumlah tulangan					
			Utama			Senggang		
			Tarik			Tumpuan		
			P	1.20	m	2	D	25

L	0.3	m	Tekan			Lapangan		
T	0.5	m	2	D	25	13	-	120
Dimensi Sloof K3			Jumlah tulangan					
			Utama			Senggang		
			Tarik			Tumpuan		
P	3.30	m	2	D	25	13	-	120
L	0.3	m	Tekan			Lapangan		
T	0.5	m	2	D	25	13	-	120

Pada perencanaan dimensi dan penulangan sloof diatas merupakan hal yang mendasari perhitungan volume pada struktur modifikasi 1.

#### 4.2.4. Perhitungan Volume Struktur

Pada perhitungan volume struktur, volume dihitung berdasarkan dimensi, jumlah, dan panjang sebuah item. Berikut adalah perhitungan volume beton dan tulangan pada struktur eksisting sesuai perencanaan. Pada tabel 33 dibawah ditampilkan hasil perhitungan volume bahan material pada struktur modifikasi 1:

Tabel 33: Hasil Perhitungan Volume Bahan Material Struktur Modifikasi 1

	Volume	Satuan
Beton	980.5	m <sup>3</sup>
Tulangan	198302.95	Kg
Tiang Pancang	70 titik	2422
Pelat lantai pracetak ringan	2199	bh
Bekisting	6540.82	m <sup>2</sup>

Perhitungan volume struktur modifikasi 1 yang lengkap dilampirkan pada lampiran.

#### 4.2.5. Perhitungan Biaya Material

Perhitungan biaya material pada struktur modifikasi 1, berdasarkan HSPK 2018 kota Surabaya. Pada tabel 34 dibawah



ditampilkan perhitungan biaya material pada material beton dengan menggunakan HSPK 2018 Surabaya:

Tabel 34: Pekerjaan Beton pada HSPK 2018 Surabaya

24.03.01.08	Pekerjaan Beton		m3	SNI 7394:2008 (6.8)	
	<u>Upah:</u>				
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang / Mandor	0.0282286	Orang Hari	171,000	4,827
23.02.04.01.03.F	Tukang	0.2774609	Orang Hari	156,000	43,284
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	1.6658855	Orang Hari	145,000	241,553
	<u>Bahan:</u>			<b>Jumlah:</b>	<b>289,664</b>
20.01.01.02.01.F	Semen PC 40 Kg	9.6	Zak	58,500	561,600
20.01.01.04.04.F	Pasir Cor	0.4325	M3	272,500	117,856
20.01.01.05.04.01.F	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.5468421	M3	278,000	152,022
23.02.02.02.01.F	Biaya Air	215	Liter	6	1,290
				<b>Jumlah:</b>	<b>832,768</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>1,122,433</b>

Volume beton pada struktur eksisting adalah  $980.5 \text{ m}^3$ , sedangkan biaya bahan material beton pada HSPK 2018 Surabaya adalah Rp 832,768.00.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume beton} &= 980.5 \text{ m}^3 \\
 \text{Nilai HSPK} &= \text{Rp } 832,768.00 \\
 \text{Biaya} &= 980.5 \times 832768 \\
 &= \text{Rp } 779,960,723.78
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan biaya untuk beton, tulangan, bekisting, dan tiang pancang yang lengkap, dapat dilihat pada lampiran. Total secara keseluruhan biaya material dari struktur modifikasi 1 sesuai data-data dari perencanaan adalah sebesar Rp 6,782,945,216.60.

## 4.3 Struktur Modifikasi 2

### 4.3.1. Gambaran Struktur Modifikasi 2

Pada proyek Gedung Asrama Berlantai 5 LPMP Sumatera Barat, dimodifikasi pelat lantai yang semula adalah pelat lantai beton biasa, dan dimodifikasi menjadi pelat lantai pracetak ringan dengan bahan beton aerasi yang mempunyai dimensi 2.97 x 0.6 x 0.125 m yang mampu menahan beban bangunan seperti seperti bangunan industri, bangunan komersial seperti perkantoran, apartemen/ condominium, sekolah, universitas, rumah sakit, rusunawa, rusunami. Struktur modifikasi 2 ini juga memodifikasi dinding bata merah menjadi dinding bata ringan yang berbahan beton aerasi. Perencanaan struktur modifikasi 2 dilakukan seperti yang pada perencanaan struktur eksisting dan struktur modifikasi 1

### 4.3.2. Preliminary Design

Perencanaan *preliminary design* struktur modifikasi 2 yang dilakukan sama seperti yang dilakukan padan *preliminary design* struktur eksisting dan struktur modifikasi. Pada tabel 35 dibawah ditampilkan hasil perhitungan dari *preliminary design* struktur modifikasi 2 :

Tabel 35: Preliminary Design Struktur Modifikasi 2

	Dimensi		
Balok Induk 1	30	60	cm
Balok Induk 2	30	45	cm
Balok Anak 1	25	35	cm
Balok Anak 2	15	25	cm
Kolom K1-12	80	40	cm
Kolom K1-345	60	40	cm
Kolom K2-12	80	80	cm
Kolom K2-345	50	50	cm

Kolom K3	50	50	cm
Pelat lantai kantilever	12		cm

### 4.3.3. Penulangan Struktur Modifikasi 2

Perencanaan penulangan struktur modifikasi 2 yang dilakukan berdasarkan peraturan-peraturan SNI yang berlaku di Indonesia. Tahapan-tahapan pelaksanaan perencanaan penulangan struktur modifikasi 1 ini sama seperti yang dilakukan pada perencanaan tulangan struktur eksisting dan struktur modifikasi 1.

Berikut ini ditampilkan hasil-hasil perencanaan struktur modifikasi 2 :

a. Penulangan pelat lantai kantilever

Pada tabel 36 dibawah ditampilkan hasil penulangan pelat lantai kantilever pada struktur modifikasi 2:

Tabel 36: Penulangan Pelat Kantilever

No	Arah Penulangan		d	Momen	Tulangan			
			mm	Nmm	mm			
1	Lapangan	X	93.5	1587237	D	13	-	240
2	Lapangan	Y	80.5	327525	D	13	-	240
3	Tumpuan	X	93.5	3149280	D	13	-	240

b. Penulangan balok

Pada tabel 37 dibawah ditampilkan hasil penulangan beberapa tipe balok-balok pada struktur modifikasi 2:

Tabel 37: Penulangan Balok Struktur Modifikasi 2

Jenis Gaya Dalam			Tulangan					
			Atas			Bawah		
Gaya Torsi	5499	kgm	2		D	22		
M Tumpuan	29551	kgm	6	D	22	3	D	22
M Lapangan	18996	kgm	2	D	22	4	D	22

Gaya Geser	19585	Kg	∅	10	-	140	∅	10	-	140
Jenis Gaya Dalam			Tulangan							
			Atas				Bawah			
Gaya Torsi	2080	kgm	2	D	16					
M Tumpuan	18558	kgm	5	D	22	3	D	22		
M Lapangan	13959	kgm	2	D	22	4	D	22		
Gaya Geser	15203	kg	∅	10	-	140	∅	10	-	140
Jenis Gaya Dalam			Tulangan							
			Atas				Bawah			
M Tumpuan	9618.360	kgm	4	D	22	2	D	22		
M Lapangan	7275.540	kgm	2	D	22	3	D	22		
Gaya Geser	8394.660	kg	∅	10	-	130	∅	10	-	130
Jenis Gaya Dalam			Tulangan							
			Atas				Bawah			
M Tumpuan	2185.430	kgm	4	D	12	2	D	12		
M Lapangan	920.460	kgm	2	D	12	2	D	12		
Gaya Geser	2600.130	kg	∅	10	-	90	∅	10	-	90

Pada penulangan balok-balok diatas merupakan hal yang mendasari perhitungan volume tulangan balok pada struktur modifikasi 2.

c. Penulangan kolom

Pada tabel 38 dibawah ditampilkan hasil penulangan beberapa tipe kolom-kolom pada struktur modifikasi 2:

Tabel 38: Penulangan Kolom Struktur Modifikasi 2

K1-12					
Tul Utama	=	8	D	25	
Tul Pengekang	=	∅	13	-	200
Tul Sengkang Tumpuan	=	∅	13	-	100

Tul Sengkang Lapangan	=	Φ	13	-	400
K1-345					
Tul Utama	=	8	D		25
Tul Pengekang	=	Φ	13	-	200
Tul Sengkang Tumpuan	=	Φ	13	-	100
Tul Sengkang Lapangan	=	Φ	13	-	400
K2-12					
Tul Utama	=	16	D		25
Tul Pengekang	=	Φ	13	-	100
Tul Sengkang Tumpuan	=	Φ	13	-	100
Tul Sengkang Lapangan	=	Φ	13	-	400
K2.345					
Tul Utama	=	8	D		25
Tul Pengekang	=	Φ	13	-	125
Tul Sengkang Tumpuan	=	Φ	13	-	125
Tul Sengkang Lapangan	=	Φ	13	-	400
K3					
Tul Utama	=	8	D		25
Tul Pengekang	=	Φ	13	-	125
Tul Sengkang Tumpuan	=	Φ	13	-	125
Tul Sengkang Lapangan	=	Φ	13	-	400

Pada penulisan kolom-kolom diatas merupakan hal yang mendasari perhitungan volume tulangan kolom pada struktur modifikasi 2.

d. Pondasi tiang pancang

Pada tabel 39 dibawah ditampilkan hasil jumlah titik dan kedalaman pemancangan tiang pancang pada struktur modifikasi 2. Notasi 1K dan 2K pada kolom K2

bermaksud untuk menjelaskan bahwa kolom K2 pada perencanaan tersebut ada 2 buah yang menumpu pada 1 poer dan sejumlah titik pemancangan kolom sesuai yang ditabelkan dibawah.

Tabel 39: Pemancangan Tiang Pancang

K1-12	Tiang pancang	
	Titik	Kedalaman
	2	34.5
K2-1K	Tiang pancang	
	Titik	Kedalaman
	2	32
K2-2K	Tiang pancang	
	Titik	Kedalaman
	3	34
K3	Tiang pancang	
	Titik	Kedalaman
	1	10

Perencanaan pondasi tiang pancang secara otomatis juga merencanakan poer tiang pancang sebagai pembagi beban yang diterima kolom secara merata ke tiang pancang. Pada tabel 40 dibawah ditampilkan hasil perencanaan dimensi poer sesuai tipe-tipe kolom yang dinotasikan pada tabel diatas:

Tabel 40: Perencanaan Dimensi dan Tulangan Poer

Dimensi Poer K1-12			Jumlah tulangan					
			X			Y		
			Bawah			Bawah		
P	3.6	m	8	D	25	14	D	25
L	1.8	m	Atas			Atas		
T	0.6	m	8	D	25	14	D	25
Dimensi Poer K2-1K			Jumlah tulangan					

			X			Y		
			Bawah			Bawah		
P	3.6	m	6	D	25	12	D	25
L	1.8	m	Atas			Atas		
T	0.5	m	6	D	25	12	D	25
Dimensi Poer K2-2K			Jumlah tulangan					
			X			Y		
			Bawah			Bawah		
P	5.4	m	18	D	25	6	D	25
L	1.8	m	Atas			Atas		
T	0.5	m	18	D	25	6	D	25
Dimensi Poer K3			Jumlah tulangan					
			X			Y		
			Bawah			Bawah		
P	1.8	m	4	D	25	4	D	25
L	1.8	m	Atas			Atas		
T	0.3	m	4	D	25	4	D	25

Pada perencanaan dimensi dan penulangan poer diatas merupakan hal yang mendasari perhitungan volume pada struktur modifikasi 2.

Selain perencanaan poer, pada perencanaan pondasi tiang pancang juga selalu ada perencanaan sloof yang berguna untuk mencegah pondasi tiang pancang mengalami penurunan yang tidak serentak antara kolom dengan kolom lain. Pada tabel 41 dibawah ditampilkan hasil perencanaan dimensi dan penulangan sloof :

Tabel 41: Hasil Dimensi dan Penulangan Sloof

Dimensi Sloof K1-12		Jumlah tulangan	
		Utama	Senggang
		Tarik	Tumpuan

P	5.20	m	2	D	25	13	-	120
L	0.3	m	Tekan			Lapangan		
T	0.5	m	2	D	25	13	-	120
Dimensi Sloof K2-1K			Jumlah tulangan					
			Utama			Senggang		
			Tarik			Tumpuan		
P	3.20	m	2	D	25	13	-	120
L	0.3	m	Tekan			Lapangan		
T	0.5	m	2	D	25	13	-	120
Dimensi Sloof K2-2K			Jumlah tulangan					
			Utama			Senggang		
			Tarik			Tumpuan		
P	1.20	m	2	D	25	13	-	120
L	0.3	m	Tekan			Lapangan		
T	0.5	m	2	D	25	13	-	120
Dimensi Sloof K3			Jumlah tulangan					
			Utama			Senggang		
			Tarik			Tumpuan		
P	3.30	m	2	D	25	13	-	120
L	0.3	m	Tekan			Lapangan		
T	0.5	m	2	D	25	13	-	120

Pada perencanaan dimensi dan penulangan sloof diatas merupakan hal yang mendasari perhitungan volume pada struktur modifikasi 2.

#### 4.3.4. Perhitungan Volume Struktur

Pada perhitungan volume struktur, volume dihitung berdasarkan dimensi, jumlah, dan panjang sebuah item. Berikut adalah perhitungan volume beton dan tulangan pada struktur eksisting sesuai perencanaan. Pada tabel 42 dibawah ditampilkan



hasil perhitungan volume bahan material pada struktur modifikasi 2:

Tabel 42: Hasil Perhitungan Volume Bahan Material Struktur Modifikasi 2

	Volume	Satuan
Beton	864.3	m <sup>3</sup>
Tulangan	187439.9	Kg
Tiang Pancang	70 titik	2334
Pelat lantai pracetak ringan	2199	bh
Bekisting	6199.94	m <sup>2</sup>

Perhitungan volume struktur modifikasi 2 yang lengkap dilampirkan pada lampiran.

#### 4.3.5. Perhitungan Biaya Material

Perhitungan biaya material pada struktur modifikasi 2, berdasarkan HSPK 2018 kota Surabaya. Pada tabel 43 dibawah ditampilkan perhitungan biaya material pada material beton dengan menggunakan HSPK 2018 Surabaya:

Tabel 43: Pekerjaan Beton pada HSPK 2018 Surabaya

24.03.01.08	Pekerjaan Beton		m3	SNI 7394:2008 (6.8)	
	<b>Upah:</b>				
23.02.04.01.02.F	Kepala Tukang / Mandor	0.0282286	Orang Hari	171,000	4,827
23.02.04.01.03.F	Tukang	0.2774609	Orang Hari	156,000	43,284
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	1.6658855	Orang Hari	145,000	241,553
	<b>Bahan:</b>			<b>Jumlah:</b>	<b>289,664</b>
20.01.01.02.01.F	Semen PC 40 Kg	9.6	Zak	58,500	561,600
20.01.01.04.04.F	Pasir Cor	0.4325	M3	272,500	117,856
20.01.01.05.04.01.F	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.5468421	M3	278,000	152,022
23.02.02.02.01.F	Biaya Air	215	Liter	6	1,290

				<b>Jumlah:</b>	<b>832,768</b>
				<b>Nilai HSPK :</b>	<b>1,122,433</b>

Volume beton pada struktur eksisting adalah 864.3 m<sup>3</sup>, sedangkan biaya bahan material beton pada HSPK 2018 Surabaya adalah Rp 832,768.00.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume beton} &= 864.3 \text{ m}^3 \\
 \text{Nilai HSPK} &= \text{Rp } 832,768.00 \\
 \text{Biaya} &= 864.3 \times 832768 \\
 &= \text{Rp } 682,350,320.96
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan biaya untuk beton, tulangan, bekisting, dan tiang pancang yang lengkap, dapat dilihat pada lampiran. Total secara keseluruhan biaya material dari struktur modifikasi 2 sesuai data-data dari perencanaan adalah sebesar Rp 6,367,505,825.81.

## **4.4 Diskusi dan Pembahasan**

### **4.4.1 Perbandingan Biaya Material**

Setelah dilakukan perhitungan sampai ke biaya material pada semua struktur dengan peninjauan pelat, balok dan kolom, dan pondasi maka dilakukan perbandingan biaya pada semua struktur. Berikut ditabelkan perbandingan dimensi struktur, volume, dan biaya dari struktur eksisting, struktur modifikasi 1, dan struktur modifikasi 2. Pada tabel 44 dan 45 dibawah ditampilkan perbandingan dimensi dan biaya material struktur antara struktur eksisting, struktur modifikasi 1, dan struktur modifikasi 2:

Tabel 44: Perbandingan Dimensi dan Biaya Struktur

Perbandingan Dimensi Struktur									
Uraian	Struktur Modifikasi 2			Struktur Modifikasi 1			Struktur Eksisting		
	Dimensi			Dimensi			Dimensi		
Pelat Lantai	12		cm	12		cm	12.5		cm
Balok Induk 1	30	60	cm	30	60	cm	30	70	cm
Balok Induk 2	30	45	cm	30	40	cm	30	50	cm
Balok Anak 1	25	35	cm	25	35	cm	25	40	cm
Balok Anak 2	15	25	cm	15	25	cm	20	30	cm
Sloof	30	50	cm	30	50	cm	30	50	cm
Poer K1	360	180	cm	360	180	cm	360	360	cm
Poer K2-1K	360	180	cm	360	180	cm	360	180	cm
Poer K2-2K	540	180	cm	540	180	cm	540	180	cm
Poer K3	180	180	cm	180	180	cm	180	180	cm
Kolom K1-12	80	40	cm	80	40	cm	100	60	cm
Kolom K1-345	60	40	cm	60	40	cm	80	60	cm
Kolom K2-12	80	80	cm	85	85	cm	70	60	cm
Kolom K2-345	50	50	cm	60	60	cm	60	60	cm

Kolom K3	50	50	cm	50	50	cm	60	30	cm			
Tiang pancang	D 60		cm	D 60		cm	D 60		cm			
	<b>Volume</b>		<b>Biaya</b>		<b>Volume</b>		<b>Biaya</b>		<b>Volume</b>		<b>Biaya</b>	
Pelat Lantai Pracetak	2120.00	bh	Rp	756,840,000.00	2120.00	bh	Rp	756,840,000.00				
Pelat Lantai	24.74	m3	Rp	24,399,958.77	24.74	m3	Rp	24,399,958.77	392.63	m3	Rp	387,241,051.16
Balok Induk 1	175.83	m3	Rp	173,423,630.14	175.83	m3	Rp	173,423,630.14	205.14	m3	Rp	202,327,568.49
Balok Induk 2	79.38	m3	Rp	78,291,485.87	70.56	m3	Rp	69,592,431.89	88.20	m3	Rp	86,990,539.86
Balok Anak 1	36.06	m3	Rp	35,567,739.18	36.06	m3	Rp	35,567,739.18	41.21	m3	Rp	40,648,844.78
Balok Anak 2	5.40	m3	Rp	5,325,951.42	5.40	m3	Rp	5,325,951.42	8.64	m3	Rp	8,521,522.27
Sloof	23.28	m3	Rp	22,960,768.34	23.28	m3	Rp	22,960,768.34	18.69	m3	Rp	18,433,709.64
Poer K1	69.98	m3	Rp	69,024,330.40	69.98	m3	Rp	69,024,330.40	139.97	m3	Rp	138,048,660.81
Poer K2-1K	12.96	m3	Rp	12,782,283.41	15.55	m3	Rp	15,338,740.09	12.96	m3	Rp	12,782,283.41
Poer K2-2K	38.88	m3	Rp	38,346,850.22	46.66	m3	Rp	46,016,220.27	38.88	m3	Rp	38,346,850.22
Poer K3	1.94	m3	Rp	1,917,342.51	2.59	m3	Rp	2,556,456.68	3.24	m3	Rp	3,195,570.85
Kolom K1-12	39.94	m3	Rp	39,388,369.61	39.94	m3	Rp	39,388,369.61	74.88	m3	Rp	73,853,193.02
Kolom K1-345	43.78	m3	Rp	43,175,712.84	43.78	m3	Rp	43,175,712.84	58.37	m3	Rp	57,567,617.13
Kolom K2-12	22.00	m3	Rp	21,698,320.60	31.68	m3	Rp	31,245,581.66	25.54	m3	Rp	25,185,832.49
Kolom K2-345	239.40	m3	Rp	236,117,179.62	344.74	m3	Rp	340,008,738.65	166.90	m3	Rp	164,607,405.22

Kolom K3	5.80	m3	Rp 5,720,466.34	5.80	m3	Rp 5,720,466.34	4.18	m3	Rp 4,118,735.76
Tiang Pancang	2334.00	m	Rp 312,728,108.70	2422.00	m	Rp 324,519,057.10	3592.00	m	Rp 481,285,075.60
Pelat Lantai Pracetak	9627.04	Kg	Rp 137,686,856.54	9627.04	Kg	Rp 137,686,856.54			
Pelat Lantai	1790.07	Kg	Rp 25,601,724.07	1790.07	Kg	Rp 25,601,724.07	81176.36	Kg	Rp 1,160,992,360.51
Balok Induk 1	35958.60	Kg	Rp 514,283,544.30	35958.60	Kg	Rp 514,283,544.30	40143.00	Kg	Rp 574,129,152.44
Balok Induk 2	18333.36	Kg	Rp 262,205,559.96	18074.42	Kg	Rp 258,502,091.60	18356.90	Kg	Rp 262,542,238.91
Balok Anak 1	8816.48	Kg	Rp 126,094,190.65	8816.48	Kg	Rp 126,094,190.65	8679.66	Kg	Rp 124,137,334.94
Balok Anak 2	1181.78	Kg	Rp 16,901,924.18	707.05	Kg	Rp 10,112,232.18	1253.30	Kg	Rp 17,924,786.87
Sloof	3093.27	Kg	Rp 44,240,285.68	3093.27	Kg	Rp 44,240,285.68	1920.51	Kg	Rp 27,467,390.34
Poer K1	16938.26	Kg	Rp 242,252,687.77	16935.05	Kg	Rp 242,206,830.81	30452.02	Kg	Rp 435,527,879.26
Poer K2-1K	2908.89	Kg	Rp 41,603,274.09	3763.35	Kg	Rp 53,823,740.18	4402.08	Kg	Rp 62,958,962.14
Poer K2-2K	13977.36	Kg	Rp 199,905,633.22	17608.31	Kg	Rp 251,835,848.55	12847.41	Kg	Rp 183,744,937.40
Poer K3	449.27	Kg	Rp 6,425,478.29	710.25	Kg	Rp 10,158,084.65	747.24	Kg	Rp 10,687,151.56
Kolom K1-12	6386.78	Kg	Rp 91,344,383.74	8310.38	Kg	Rp 118,855,862.99	10268.75	Kg	Rp 146,864,639.75
Kolom K1-345	8388.07	Kg	Rp 119,967,022.01	11199.48	Kg	Rp 160,176,107.08	8128.43	Kg	Rp 116,253,669.27
Kolom K2-12	13828.55	Kg	Rp 197,777,272.36	14143.80	Kg	Rp 202,286,107.53	3618.65	Kg	Rp 51,754,357.75
Kolom K2-345	48180.45	Kg	Rp 689,081,590.86	53930.19	Kg	Rp 771,314,971.34	35774.36	Kg	Rp 511,648,525.66
Kolom K3	991.53	Kg	Rp 14,181,008.55	1111.21	Kg	Rp 15,892,682.00	1538.13	Kg	Rp 21,998,433.23

Balok	2656.02	m2	Rp 603,942,578.68	2597.22	m2	Rp 590,572,278.94	2973.01	m2	Rp 676,020,773.12
Kolom	3044.48	m2	Rp 655,696,203.23	3426.88	m2	Rp 738,054,513.39	2052.32	m2	Rp 442,012,570.89
Pelat Lantai	206.16	m2	Rp 44,401,122.44	206.16	m2	Rp 44,401,122.44	3141.00	m2	Rp 676,483,923.15
Sloof	93.12	m2	Rp 12,523,271.14	93.12	m2	Rp 12,523,271.14	74.76	m2	Rp 10,054,121.03
Poer	200.16	m2	Rp 26,918,577.65	217.44	m2	Rp 29,242,483.63	241.92	m2	Rp 32,534,683.78
<b>Total Keseluruhan Biaya</b>			<b>Rp 5,950,742,687.42</b>			<b>Rp 6,362,968,983.11</b>			<b>Rp 7,288,892,352.72</b>

Tabel 45: Rekapitulasi Perbandingan Dimensi dan Biaya Struktur

Volume Beton						
Eksisting		Modifikasi 1		Modifikasi 2		Sat
1279.41	Rp1,261,869,385.13	936.59	Rp 923,745,096.30	819.38	Rp 808,140,389.30	M3
Volume Tulangan						
Eksisting		Modifikasi 1		Modifikasi 2		Sat
259306.80	Rp3,708,631,820.03	205778.95	Rp2,943,071,160.16	190849.77	Rp2,729,552,436.28	Kg
Volume Tiang Pancang						
Eksisting		Modifikasi 1		Modifikasi 2		Sat
3592.00	Rp 481,285,075.60	2422.00	Rp 324,519,057.10	2334.00	Rp 312,728,108.70	M
Volume Pelat Pracetak						
Eksisting		Modifikasi 1		Modifikasi 2		Sat
0.00	Rp -	2120.00	Rp 756,840,000.00	2120.00	Rp 756,840,000.00	Bh
Volume Bekisting						
Eksisting		Modifikasi 1		Modifikasi 2		Sat
8483.01	Rp1,837,106,071.97	6540.82	Rp1,414,793,669.54	6199.94	Rp1,343,481,753.14	M2
Total	Rp7,288,892,352.72	Total	Rp6,362,968,983.11	Total	Rp5,950,742,687.42	
Selisih Biaya Terhadap Eksisting		Rp 925,923,369.61		Rp 1,338,149,665.30		
Persentase Selisih Biaya		12.70		18.36		

#### **4.4.2 Pembahasan**

Dilihat dari tabel 44 diatas, perbandingan biaya, semua struktur mempunyai biaya yang jauh berbeda. Penggantian pelat lantai beton dengan pelat lantai pracetak ringan dan bata merah dengan bata ringan jelas mempunyai pengaruh terhadap struktur terutama pada dimensi, volume beton, volume tulangan dan pondasi tiang pancang dari sebuah bangunan. Struktur eksisting, struktur modifikasi 1, struktur modifikasi 2 mempunyai selisih biaya yang cukup besar.

Selisih biaya antara struktur eksisting dengan struktur modifikasi 1, adalah sebesar 12.70 % yaitu Rp 925,923,369.61 dan selisih biaya antara struktur eksisting dengan struktur modifikasi 2 adalah sebesar 18.36 % yaitu Rp 1,338,149,665.30. Selisih biaya tersebut bisa direduksi dengan penggunaan pelat lantai pracetak ringan dengan beton aerasi dan bata ringan dengan beton aerasi.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Alternatif penggunaan pelat lantai pracetak ringan dan bata ringan sangat mempengaruhi struktur terutama pada beban yang diterima struktur yang secara langsung mempengaruhi volume sebuah struktur dan dapat dilihat dari perbandingan biaya yang sangat signifikan antara struktur eksisting, struktur modifikasi 1, dan struktur modifikasi 2.
2. Penurunan biaya antara struktur eksisting dengan struktur modifikasi 1, adalah sebesar 12.70 % yaitu Rp 925,923,369.61 dan penurunan biaya antara struktur eksisting dengan struktur modifikasi 2 adalah sebesar 18.36 % yaitu Rp 1,338,149,665.30.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan kesimpulan diatas, perbandingan biaya material dilakukan pada bentuk gedung yang regular, disarankan untuk penelitian selanjutnya dilakukan pada bentuk gedung yang irregular dan juga menambahkan perbandingan waktu sehingga dapat diketahui perbandingan waktu dan biayanya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 1987. **Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung.**
- Imran, Iswandi & Ediansjah Zulkifli. 2014. **Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang.** Bandung: ITB
- SNI 03-2847-2002, 2002. **Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version).** Bandung: *Badan Standardisasi Indonesia*, p.251.
- SNI 2847:2013, 2013. **Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.** Bandung: *Badan Standardisasi Indonesia*, pp.1–265.
- SNI 2835 2008, 2008. **Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan.** Bandung: *Badan Standardisasi Indonesia*.
- SNI 7833 2012, 2012. **Tata cara perancangan beton pracetak dan beton prategang untuk bangunan gedung.** Bandung: *Badan Standardisasi Indonesia*.
- Soeharto, I., 1997. **Manajemen Proyek (dari konseptual sampai Operasional)** 2nd ed., Erlangga.
- Narayanan, N & K. Ramamurthy. 2000. **Structure and properties of aerated concrete.** India: *Indian Institute of Technology Madras*
- Prabowo, Pramono Setiabudi. 2016. **Analisis Hambatan dan Peluang Penggunaan Bata dan Beton Ringan AAC pada Proyek Gedung dan Perumahan di Surabaya.** Surabaya: *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.

Toreh, Rien Yolanda Rudangta. 2012. **Perbandingan Penggunaan Material Konvensional dengan Beton Ringan pada Proyek Gedung Teknik Elektro ITS.** *Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.*

## LAMPIRAN 1

### Hasil Perhitungan Volume Struktur

Tabel 46 : Volume Beton, Volume Bekisting, dan Tiang Pancang Struktur Eksisting

Uraian	Tinggi		Panjang		Lebar		Luas/Jumlah		Volume Beton		Volume Bekisting	
Balok BI 1	0.7	m	7	m	0.3	m	105	bh	154.4	m <sup>3</sup>	1249.5	m <sup>2</sup>
Balok BI 1	0.7	m	6	m	0.3	m	30	bh	37.8	m <sup>3</sup>	306.0	m <sup>2</sup>
Balok BI 1	0.7	m	7.17	m	0.3	m	6	bh	9.0	m <sup>3</sup>	73.1	m <sup>2</sup>
Balok BI 1	0.7	m	3.14	m	0.3	m	6	bh	4.0	m <sup>3</sup>	32.0	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.5	m	5	m	0.3	m	20	bh	15.0	m <sup>3</sup>	130.0	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.5	m	6	m	0.3	m	16	bh	14.4	m <sup>3</sup>	124.8	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.5	m	3	m	0.3	m	100	bh	45.0	m <sup>3</sup>	390.0	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.5	m	2	m	0.3	m	40	bh	12.0	m <sup>3</sup>	104.0	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.5	m	1.5	m	0.3	m	8	bh	1.8	m <sup>3</sup>	15.6	m <sup>2</sup>
Balok BA 1	0.4	m	7	m	0.25	m	48	bh	33.6	m <sup>3</sup>	352.8	m <sup>2</sup>
Balok BA 1	0.4	m	6.19	m	0.25	m	6	bh	3.7	m <sup>3</sup>	39.0	m <sup>2</sup>

Balok BA 1	0.4	m	6	m	0.25	m	4	bh	2.4	m <sup>3</sup>	25.2	m <sup>2</sup>
Balok BA 1	0.4	m	2	m	0.25	m	3	bh	0.6	m <sup>3</sup>	6.3	m <sup>2</sup>
Balok BA 1	0.4	m	1.5	m	0.25	m	6	bh	0.9	m <sup>3</sup>	9.5	m <sup>2</sup>
Balok BA 2	0.3	m	3	m	0.2	m	48	bh	8.6	m <sup>3</sup>	115.2	m <sup>2</sup>
Sloof	0.3	m	124.6	m	0.5	m	1	bh	18.7	m <sup>3</sup>	74.8	m <sup>2</sup>
<b>Total</b>									<b>361.9</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>3047.8</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Kolom K1-12	4	m	1	m	0.6	m	16	bh	38.4	m <sup>3</sup>	204.8	m <sup>2</sup>
Kolom K1-12	3.8	m	1	m	0.6	m	16	bh	36.5	m <sup>3</sup>	194.6	m <sup>2</sup>
Kolom K1-34	7.6	m	0.8	m	0.6	m	16	bh	58.4	m <sup>3</sup>	340.5	m <sup>2</sup>
Kolom K1-5	3.8	m	0.7	m	0.6	m	16	bh	25.5	m <sup>3</sup>	158.1	m <sup>2</sup>
Kolom K2	4	m	0.6	m	0.6	m	22	bh	31.7	m <sup>3</sup>	211.2	m <sup>2</sup>
Kolom K2	3.8	m	0.6	m	0.6	m	84	bh	114.9	m <sup>3</sup>	766.1	m <sup>2</sup>
Kolom K2	3.3	m	0.6	m	0.6	m	12	bh	14.3	m <sup>3</sup>	95.0	m <sup>2</sup>
Kolom K2	4.2	m	0.6	m	0.6	m	4	bh	6.0	m <sup>3</sup>	40.3	m <sup>2</sup>
Kolom K3	4	m	0.6	m	0.3	m	2	bh	1.4	m <sup>3</sup>	14.4	m <sup>2</sup>
Kolom K3	3.8	m	0.6	m	0.3	m	4	bh	2.7	m <sup>3</sup>	27.4	m <sup>2</sup>

Pancang	3592					m	106	ttk				
<b>Total</b>									<b>329.9</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>2052.3</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Pelat Lantai	0.125	m	-	m	-	m	3141	m2	392.6	m <sup>3</sup>	3141.0	m <sup>2</sup>
Poer K1	3.6	m	3.6	m	0.6	m	18	bh	140.0	m <sup>3</sup>	155.5	m <sup>2</sup>
Poer K2-1K	3.6	m	1.8	m	0.5	m	4	bh	13.0	m <sup>3</sup>	21.6	m <sup>2</sup>
Poer K2-2K	5.4	m	1.8	m	0.5	m	8	bh	38.9	m <sup>3</sup>	57.6	m <sup>2</sup>
Poer K3	1.8	m	1.8	m	0.5	m	2	bh	3.2	m <sup>3</sup>	7.2	m <sup>2</sup>
<b>Total</b>									<b>587.7</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>3382.9</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>Total Keseluruhan</b>									<b>1279.4</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>8483.0</b>	<b>m<sup>2</sup></b>





Tabel 47: Volume Tulangan Longitudinal Struktur Eksisting

Uraian	Longitudinal								Luas Tulangan			Koefisien		Volume	
	Jumlah Balok	Jumlah Tulangan			D torsi	D lentur	Panjang (mm)		D torsi	D lentur	Sat				
		Tumpuan	Torsi	Lapangan			Tumpuan	Lapangan							
Balok BI 1	105	11	4	6	16	22	3500	3500	201	380	mm2	7850	kg/m3	23283.11	kg
Balok BI 1	30	11	4	6	16	22	3000	3000	201	380	mm2	7850	kg/m3	5701.99	kg
Balok BI 1	6	11	4	6	16	22	3585	3585	201	380	mm2	7850	kg/m3	1362.77	kg
Balok BI 1	6	11	4	6	16	22	1570	1570	201	380	mm2	7850	kg/m3	596.81	kg
Balok BI 2	20	8	2	6	16	22	2500	2500	201	380	mm2	7850	kg/m3	2404.50	kg
Balok BI 2	16	8	2	6	16	22	3000	3000	201	380	mm2	7850	kg/m3	2308.32	kg
Balok BI 2	100	8	2	6	16	22	1500	1500	201	380	mm2	7850	kg/m3	7213.49	kg
Balok BI 2	40	8	2	6	16	22	1000	1000	201	380	mm2	7850	kg/m3	1923.60	kg
Balok BI 2	8	8	2	6	16	22	750	750	201	380	mm2	7850	kg/m3	288.54	kg
Balok BA 1	48	6	-	5	-	22	3500	3500	-	380	mm2	7850	kg/m3	5514.51	kg
Balok BA 1	6	6	-	5	-	22	3095	3095	-	380	mm2	7850	kg/m3	609.55	kg
Balok BA 1	4	6	-	5	-	22	3000	3000	-	380	mm2	7850	kg/m3	393.89	kg
Balok BA 1	3	6	-	5	-	22	1000	1000	-	380	mm2	7850	kg/m3	98.47	kg

Balok BA 1	6	6	-	5	-	22	750	750	-	380	mm2	7850	kg/m3	147.71	kg
Balok BA 2	48	6	-	4	-	13	1500	1500	-	133	mm2	7850	kg/m3	750.20	kg
Sloof	1	2		-	25	124600		-	491	mm2	7850	kg/m3	1920.51	kg	
<b>Total</b>														<b>54517.97</b>	<b>kg</b>
Kolom K1-12	16	14		-	25	2000	2000	491	mm2	7850	kg/m3	3452.61	kg		
Kolom K1-12	16	14		-	25	2000	1800	491	mm2	7850	kg/m3	3279.98	kg		
Kolom K1-34	16	12		-	25	1600	6000	491	mm2	7850	kg/m3	5622.82	kg		
Kolom K1-5	16	10		-	25	1400	2400	491	mm2	7850	kg/m3	2342.84	kg		
Kolom K2	22	12		-	25	1333	2667	491	mm2	7850	kg/m3	4069.15	kg		
Kolom K2	84	12		-	25	1333	2467	491	mm2	7850	kg/m3	14759.91	kg		
Kolom K2	12	12		-	25	1333	1967	491	mm2	7850	kg/m3	1831.12	kg		
Kolom K2	4	12		-	25	1333	2867	491	mm2	7850	kg/m3	776.84	kg		
Kolom K3	2	20		-	25	1333	2667	491	mm2	7850	kg/m3	616.54	kg		
Kolom K3	4	20		-	25	1333	2467	491	mm2	7850	kg/m3	1171.42	kg		
<b>Total</b>														<b>37923.23</b>	<b>kg</b>
Pelat Lantai	-	2		-	13	200	200	3141	mm2	7850	kg/m3	32727.60	kg		
Poer K1-1X	18	28		-	25	7840		491	mm2	7850	kg/m3	15226.01	kg		
Poer K1-1 Y	18	28		-	25	7840		491	mm2	7850	kg/m3	15226.01	kg		
Poer K2-1X	4	12		-	25	7640		491	mm2	7850	kg/m3	1413.10	kg		

Poer K2-1 Y	8	24	-	25	4040	491	mm2	7850	kg/m3	2988.97	kg
Poer K1-2X	8	36	-	25	11240	491	mm2	7850	kg/m3	12473.79	kg
Poer K1-2 Y	2	12	-	25	4040	491	mm2	7850	kg/m3	373.62	kg
Poer K3 X	2	12	-	25	4040	491	mm2	7850	kg/m3	373.62	kg
Poer K3 Y	2	12	-	25	4040	491	mm2	7850	kg/m3	373.62	kg
<b>Total</b>										<b>81176.36</b>	<b>kg</b>



Tabel 48: Volume Tulangan Transversal Struktur Eksisting

Uraian	Transversal					Luas Tulangan	Koefisien		Volume	
	Panjang Tumpuan	Panjang Lapangan	Ø	Jarak Tumpuan	Jarak Lapangan					
Balok BI 1	7000		10	110		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	6920.91	kg
Balok BI 1	6000		10	110		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	1694.92	kg
Balok BI 1	7170		10	110		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	405.09	kg
Balok BI 1	3140		10	110		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	177.40	kg
Balok BI 2	5000		10	110		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	717.43	kg
Balok BI 2	6000		10	110		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	688.73	kg
Balok BI 2	3000		10	110		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	2152.28	kg
Balok BI 2	2000		10	110		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	573.94	kg
Balok BI 2	1500		10	110		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	86.09	kg
Balok BA 1	7000		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	1561.64	kg
Balok BA 1	6190		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	172.62	kg
Balok BA 1	6000		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	111.55	kg
Balok BA 1	2000		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	27.89	kg

Balok BA 1	1500		10	130		79	7850	kg/m3	41.83	kg
Balok BA 2	3000		10	120		79	7850	kg/m3	503.09	kg
Sloof	124600		13	120		133	7850	kg/m3	1125.89	kg
<b>Total</b>									<b>16961.28</b>	<b>kg</b>
Kolom K1-12	2000	2000	13	150	400	133	7850	kg/m3	975.60	kg
Kolom K1-12	2000	1800	13	150	400	133	7850	kg/m3	1041.75	kg
Kolom K1-34	1600	6000	13	150	400	133	7850	kg/m3	1194.68	kg
Kolom K1-5	1400	2400	13	150	400	133	7850	kg/m3	662.58	kg
Kolom K2	1333	2667	13	50	400	133	7850	kg/m3	1827.72	kg
Kolom K2	1333	2467	13	50	400	133	7850	kg/m3	6873.88	kg
Kolom K2	1333	1967	13	50	400	133	7850	kg/m3	944.60	kg
Kolom K2	1333	2867	13	50	400	133	7850	kg/m3	337.30	kg
Kolom K3	1333	2667	13	75	300	133	7850	kg/m3	95.25	kg
Kolom K3	1333	2467	13	75	300	133	7850	kg/m3	185.73	kg
<b>Total</b>									<b>14139.07</b>	<b>kg</b>

Tabel 49 : Volume Tulangan Pengekang Struktur Eksisting

Uraian	Confinement			Luas Tulangan	Koefisien		Volume	
	Panjang	Ø	Jarak					
Balok BI 1	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Balok BI 1	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Balok BI 1	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Balok BI 1	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg

Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Balok BA 2	-	-	-	-	7850	kg/m <sup>3</sup>	-	kg
Sloof								
<b>Total</b>							<b>0.00</b>	<b>kg</b>
Kolom K1-12	4000	13	150	133	7850	kg/m <sup>3</sup>	778.88	kg
Kolom K1-12	3800	13	150	133	7850	kg/m <sup>3</sup>	739.93	kg
Kolom K1-34	7600	13	150	133	7850	kg/m <sup>3</sup>	1310.93	kg
Kolom K1-5	3800	13	150	133	7850	kg/m <sup>3</sup>	613.23	kg
Kolom K2	4000	13	150	133	7850	kg/m <sup>3</sup>	826.45	kg
Kolom K2	3800	13	150	133	7850	kg/m <sup>3</sup>	2997.74	kg
Kolom K2	3300	13	150	133	7850	kg/m <sup>3</sup>	371.90	kg
Kolom K2	4200	13	150	133	7850	kg/m <sup>3</sup>	157.78	kg
Kolom K3	4000	13	150	133	7850	kg/m <sup>3</sup>	47.62	kg
Kolom K3	3800	13	75	133	7850	kg/m <sup>3</sup>	180.97	kg
<b>Total</b>							<b>8025.44</b>	<b>kg</b>
<b>Total Keseluruhan Tulangan</b>							<b>212743.35</b>	<b>kg</b>



Tabel 50: Perhitungan Biaya Material Struktur Eksisting

Uraian		Struktur Eksisting			
		Volume		Biaya	
Beton	Pelat Lantai	392.63	m3	Rp	387,241,051.16
	Balok Induk 1	205.14	m3	Rp	202,327,568.49
	Balok Induk 2	88.20	m3	Rp	86,990,539.86
	Balok Anak 1	41.21	m3	Rp	40,648,844.78
	Balok Anak 2	8.64	m3	Rp	8,521,522.27
	Sloof	18.69	m3	Rp	18,433,709.64
	Poer K1	139.97	m3	Rp	138,048,660.81
	Poer K2-1K	12.96	m3	Rp	12,782,283.41
	Poer K2-2K	38.88	m3	Rp	38,346,850.22
	Poer K3	3.24	m3	Rp	3,195,570.85
	Kolom K1-12	74.88	m3	Rp	73,853,193.02
	Kolom K1-34	58.37	m3	Rp	57,567,617.13
	Kolom K1-5	25.54	m3	Rp	25,185,832.49
	Kolom K2	166.90	m3	Rp	164,607,405.22
Kolom K3	4.18	m3	Rp	4,118,735.76	
Tiang Pancang		3592	m	Rp	481,285,075.60
Tulangan	Pelat Lantai	81176.36	Kg	Rp	1,160,992,360.51
	Balok Induk 1	40143.00	Kg	Rp	574,129,152.44
	Balok Induk 2	18356.90	Kg	Rp	262,542,238.91
	Balok Anak 1	8679.66	Kg	Rp	124,137,334.94
	Balok Anak 2	1253.30	Kg	Rp	17,924,786.87
	Sloof	1920.51	Kg	Rp	27,467,390.34
	Poer K1	30452.02	Kg	Rp	435,527,879.26
	Poer K2-1K	4402.08	Kg	Rp	62,958,962.14
	Poer K2-2K	12847.41	Kg	Rp	183,744,937.40
	Poer K3	747.24	Kg	Rp	10,687,151.56

	Kolom K1-12	10268.75	Kg	Rp	146,864,639.75
	Kolom K1-34	8128.43	Kg	Rp	116,253,669.27
	Kolom K1-5	3618.65	Kg	Rp	51,754,357.75
	Kolom K2	35774.36	Kg	Rp	511,648,525.66
	Kolom K3	1538.13	Kg	Rp	21,998,433.23
Bekisting	Balok	2973.01	m2	Rp	676,020,773.12
	Kolom	2052.32	m2	Rp	442,012,570.89
	Pelat Lantai	3141.00	m2	Rp	676,483,923.15
	Sloof	74.76	m2	Rp	10,054,121.03
	Poer	241.92	m2	Rp	32,534,683.78
<b>Total Keseluruhan Biaya Struktur Eksisting</b>				<b>Rp</b>	<b>7,288,892,352.72</b>

Tabel 51: Volume Beton, Volume Bekisting, Tiang Pancang, dan Pelat Lantai Pracetak Ringan Struktur Modifikasi 1

Uraian	Tinggi		Panjang		Lebar		Luas/Jumlah		Volume Beton		Volume Bekisting	
Balok BI 1	0.6	m	7	m	0.3	m	105	bh	132.3	m <sup>3</sup>	1102.5	m <sup>2</sup>
Balok BI 1	0.6	m	6	m	0.3	m	30	bh	32.4	m <sup>3</sup>	270.0	m <sup>2</sup>
Balok BI 1	0.6	m	7.17	m	0.3	m	6	bh	7.7	m <sup>3</sup>	64.5	m <sup>2</sup>
Balok BI 1	0.6	m	3.14	m	0.3	m	6	bh	3.4	m <sup>3</sup>	28.3	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.4	m	5	m	0.3	m	20	bh	12.0	m <sup>3</sup>	110.0	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.4	m	6	m	0.3	m	16	bh	11.5	m <sup>3</sup>	105.6	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.4	m	3	m	0.3	m	100	bh	36.0	m <sup>3</sup>	330.0	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.4	m	2	m	0.3	m	40	bh	9.6	m <sup>3</sup>	88.0	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.4	m	1.5	m	0.3	m	8	bh	1.4	m <sup>3</sup>	13.2	m <sup>2</sup>
Balok BA 1	0.35	m	7	m	0.25	m	48	bh	29.4	m <sup>3</sup>	319.2	m <sup>2</sup>
Balok BA 1	0.35	m	6.19	m	0.25	m	6	bh	3.2	m <sup>3</sup>	35.3	m <sup>2</sup>
Balok BA 1	0.35	m	6	m	0.25	m	4	bh	2.1	m <sup>3</sup>	22.8	m <sup>2</sup>

Balok BA 1	0.35	m	2	m	0.25	m	3	bh	0.5	m <sup>3</sup>	5.7	m <sup>2</sup>
Balok BA 1	0.35	m	1.5	m	0.25	m	6	bh	0.8	m <sup>3</sup>	8.6	m <sup>2</sup>
Balok BA 2	0.25	m	3	m	0.15	m	48	bh	5.4	m <sup>3</sup>	93.6	m <sup>2</sup>
Sloof	0.3	m	155	m	0.5	m	1	bh	23.3	m <sup>3</sup>	93.1	m <sup>2</sup>
<b>Total</b>									<b>311.1</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>2690.3</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Kolom K1-12	4	m	0.8	m	0.4	m	16	bh	20.5	m <sup>3</sup>	153.6	m <sup>2</sup>
Kolom K1-12	3.8	m	0.8	m	0.4	m	16	bh	19.5	m <sup>3</sup>	145.9	m <sup>2</sup>
Kolom K1-345	11.4	m	0.6	m	0.4	m	16	bh	43.8	m <sup>3</sup>	364.8	m <sup>2</sup>
Kolom K2-12	3.8	m	0.85	m	0.85	m	16	bh	43.9	m <sup>3</sup>	206.7	m <sup>2</sup>
Kolom K2-12	4	m	0.6	m	0.6	m	22	bh	31.7	m <sup>3</sup>	211.2	m <sup>2</sup>
Kolom K2-345	11.4	m	0.6	m	0.6	m	84	bh	344.7	m <sup>3</sup>	2298.2	m <sup>2</sup>
Kolom K3	4	m	0.5	m	0.5	m	2	bh	2.0	m <sup>3</sup>	16.0	m <sup>2</sup>
Kolom K3	3.8	m	0.5	m	0.5	m	4	bh	3.8	m <sup>3</sup>	30.4	m <sup>2</sup>
Pancang	2422					m	70	ttk				m <sup>2</sup>
<b>Total</b>									<b>509.9</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>3426.9</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Pelat Lantai	0.12	m	-	m	-	m	206.16	$\frac{m}{2}$	24.7	m <sup>3</sup>	206.2	m <sup>2</sup>

Pelat Lantai Pracetak	-	m	-	m	-	m	3140.7	$\frac{m}{2}$	3140.7	m <sup>2</sup>	-	m <sup>2</sup>
Poer K1	3.6	m	1.8	m	0.6	m	18	bh	70.0	m <sup>3</sup>	116.6	m <sup>2</sup>
Poer K2-1K	3.6	m	1.8	m	0.6	m	4	bh	15.6	m <sup>3</sup>	25.9	m <sup>2</sup>
Poer K2-2K	5.4	m	1.8	m	0.6	m	8	bh	46.7	m <sup>3</sup>	69.1	m <sup>2</sup>
Poer K3	1.8	m	1.8	m	0.4	m	2	bh	2.6	m <sup>3</sup>	5.8	m <sup>2</sup>
<b>Total</b>									<b>159.5</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>423.6</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>Total Beton Biasa Keseluruhan</b>									<b>980.5</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>6236.0</b>	<b>m<sup>2</sup></b>



Tabel 52: Volume Tulangan Longitudinal Struktur Modifikasi 1

Uraian	Longitudinal								Luas Tulangan			Koefisien		Volume	
	Jumlah	Jumlah Tulangan			D torsi	D lentur	Panjang (mm)		D torsi	D lentur	Sat				
		Tumpuan	Torsi	Lapangan			Tumpuan	Lapangan							
Balok BI 1	105	9	2	6	22	22	3500	3500	380	380	mm2	7850	kg/m3	20836.07	kg
Balok BI 1	30	9	2	6	22	22	3000	3000	380	380	mm2	7850	kg/m3	5102.71	kg
Balok BI 1	6	9	2	6	22	22	3585	3585	380	380	mm2	7850	kg/m3	1219.55	kg
Balok BI 1	6	9	2	6	22	22	1570	1570	380	380	mm2	7850	kg/m3	534.08	kg
Balok BI 2	20	8	2	6	16	22	2500	2500	201	380	mm2	7850	kg/m3	2404.50	kg
Balok BI 2	16	8	2	6	16	22	3000	3000	201	380	mm2	7850	kg/m3	2308.32	kg
Balok BI 2	100	8	2	6	16	22	1500	1500	201	380	mm2	7850	kg/m3	7213.49	kg
Balok BI 2	40	8	2	6	16	22	1000	1000	201	380	mm2	7850	kg/m3	1923.60	kg
Balok BI 2	8	8	2	6	16	22	750	750	201	380	mm2	7850	kg/m3	288.54	kg
Balok BA 1	48	6	-	5	-	22	3500	3500	-	380	mm2	7850	kg/m3	5514.51	kg
Balok BA 1	6	6	-	5	-	22	3095	3095	-	380	mm2	7850	kg/m3	609.55	kg
Balok BA 1	4	6	-	5	-	22	3000	3000	-	380	mm2	7850	kg/m3	393.89	kg
Balok BA 1	3	6	-	5	-	22	1000	1000	-	380	mm2	7850	kg/m3	98.47	kg
Balok BA 1	6	6	-	5	-	22	750	750	-	380	mm2	7850	kg/m3	147.71	kg

Balok BA 2	48	6	-	4	-	12	1500	1500	-	113	mm2	7850	kg/m3	639.23	kg
Sloof	1	2			-	25	155200		-	491	mm2	7850	kg/m3	2392.17	kg
<b>Total</b>														<b>51626.38</b>	<b>kg</b>
Kolom K1-12	16	12			-	25	1600	2400	491		mm2	7850	kg/m3	2959.38	kg
Kolom K1-12	16	12			-	25	1600	2200	491		mm2	7850	kg/m3	2811.41	kg
Kolom K1-345	16	12			-	25	3800	7600	491		mm2	7850	kg/m3	8434.23	kg
Kolom K2-12	16	16			-	25	1700	2100	491		mm2	7850	kg/m3	3748.55	kg
Kolom K2-12	22	16			-	25	1700	2300	491		mm2	7850	kg/m3	5425.53	kg
Kolom K2-345	84	8			-	25	3800	7600	491		mm2	7850	kg/m3	29519.82	kg
Kolom K3	2	8			-	25	1333	2667	491		mm2	7850	kg/m3	246.62	kg
Kolom K3	4	8			-	25	1333	2467	491		mm2	7850	kg/m3	468.57	kg
<b>Total</b>														<b>53614.11</b>	<b>kg</b>
Pelat Lantai	-	2			-	13	240	240	206.16		mm2	7850	kg/m3	1790.07	kg
Pelat Lantai Pracetak	2119.3				-	10			79		mm2	7850	kg/m3	9627.04	kg
Poer K1-1X	18	16			-	25	7840		491		mm2	7850	kg/m3	8700.58	kg
Poer K1-1 Y	18	28			-	25	4240		491		mm2	7850	kg/m3	8234.48	kg
Poer K2-1X	4	16			-	25	7840		491		mm2	7850	kg/m3	1933.46	kg
Poer K2-1 Y	4	28			-	25	4240		491		mm2	7850	kg/m3	1829.88	kg



Poer K1-2X	8	44		25	11440	491	mm2	7850	kg/m3	15517.02	kg
Poer K1-2 Y	8	16		25	4240	491	mm2	7850	kg/m3	2091.30	kg
Poer K3 X	2	12		25	3840	491	mm2	7850	kg/m3	355.13	kg
Poer K3 Y	2	12		25	3840	491	mm2	7850	kg/m3	355.13	kg
<b>Total</b>										<b>50434.07</b>	<b>kg</b>



Tabel 53: Volume Tulangan Transversal Struktur Modifikasi 1

Uraian	Transversal					Luas Tulangan	Koefisien		Volume	
	Panjang Tumpuan	Panjang Lapangan	Ø	Jarak Tumpuan	Jarak Lapangan					
Balok BI 1	7000		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	6221.17	kg
Balok BI 1	6000		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	1521.97	kg
Balok BI 1	7170		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	363.75	kg
Balok BI 1	3140		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	159.30	kg
Balok BI 2	5000		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	669.38	kg
Balok BI 2	6000		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	642.61	kg
Balok BI 2	3000		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	2008.15	kg
Balok BI 2	2000		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	535.51	kg
Balok BI 2	1500		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	80.33	kg
Balok BA 1	7000		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	1673.19	kg
Balok BA 1	6190		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	184.95	kg
Balok BA 1	6000		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	119.51	kg
Balok BA 1	2000		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	29.88	kg
Balok BA 1	1500		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	44.82	kg

Balok BA 2	3000	10	90	79	7850	kg/m3	67.82	kg		
Sloof	155200	13	120	133	7850	kg/m3	701.11	kg		
<b>Total</b>							<b>15023.43</b>	<b>kg</b>		
Kolom K1-12	1600	2400	13	100	400	133	7850	kg/m3	848.70	kg
Kolom K1-12	1600	2200	13	100	400	133	7850	kg/m3	913.28	kg
Kolom K1-345	3800	7600	13	100	400	133	7850	kg/m3	1818.79	kg
Kolom K2-12	1700	2100	13	100	400	133	7850	kg/m3	1258.21	kg
Kolom K2-12	1700	2300	13	150	400	133	7850	kg/m3	906.16	kg
Kolom K2-345	3800	7600	13	150	400	133	7850	kg/m3	8978.82	kg
Kolom K3	1333	2667	13	125	400	133	7850	kg/m3	69.14	kg
Kolom K3	1333	2467	13	125	400	133	7850	kg/m3	134.28	kg
<b>Total</b>							<b>14927.37</b>	<b>kg</b>		

Tabel 54: Volume Tulangan Pengekang Struktur Modifikasi 1

Uraian	Confinement			Luas Tulangan	Koefisien		Volume	
	Panjang	Ø	Jarak					
Balok BI 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg

Balok BA 2	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Sloof								
<b>Total</b>							<b>0.00</b>	<b>kg</b>
Kolom K1-12	4000	13	200	133	7850	kg/m3	398.77	kg
Kolom K1-12	3800	13	200	133	7850	kg/m3	378.84	kg
Kolom K1-345	11400	13	200	133	7850	kg/m3	946.46	kg
Kolom K2-12	3800	13	100	133	7850	kg/m3	1661.05	kg
Kolom K2-12	4000	13	150	133	7850	kg/m3	1144.31	kg
Kolom K2-345	11400	13	150	133	7850	kg/m3	7955.55	kg
Kolom K3	4000	13	125	133	7850	kg/m3	66.42	kg
Kolom K3	3800	13	125	133	7850	kg/m3	126.19	kg
<b>Total</b>							<b>12677.59</b>	<b>kg</b>
<b>Total Keseluruhan</b>							<b>198302.95</b>	<b>kg</b>

Tabel 55: Perhitungan Biaya Material Struktur Modifikasi 1

Uraian		Struktur Modifikasi 1			
		Volume		Biaya	
Pelat Lantai Pracetak		2120.00	bh	Rp	756,840,000.00
Beton	Pelat Lantai	24.74	m3	Rp	24,399,958.77
	Balok Induk 1	175.83	m3	Rp	173,423,630.14
	Balok Induk 2	70.56	m3	Rp	69,592,431.89
	Balok Anak 1	36.06	m3	Rp	35,567,739.18
	Balok Anak 2	5.40	m3	Rp	5,325,951.42
	Sloof	23.28	m3	Rp	22,960,768.34
	Poer K1	69.98	m3	Rp	69,024,330.40
	Poer K2-1K	15.55	m3	Rp	15,338,740.09
	Poer K2-2K	46.66	m3	Rp	46,016,220.27
	Poer K3	2.59	m3	Rp	2,556,456.68
	Kolom K1-12	39.94	m3	Rp	39,388,369.61
	Kolom K1-345	43.78	m3	Rp	43,175,712.84
	Kolom K2-12	31.68	m3	Rp	31,245,581.66
	Kolom K2-345	344.74	m3	Rp	340,008,738.65
Kolom K3	5.80	m3	Rp	5,720,466.34	
Tiang pancang		2422.00	m	Rp	324,519,057.10
	Pelat Lantai Pracetak	9627.04	Kg	Rp	137,686,856.54
Tulangan	Pelat Lantai	1790.07	Kg	Rp	25,601,724.07
	Balok Induk 1	35958.60	Kg	Rp	514,283,544.30
	Balok Induk 2	18074.42	Kg	Rp	258,502,091.60
	Balok Anak 1	8816.48	Kg	Rp	126,094,190.65
	Balok Anak 2	707.05	Kg	Rp	10,112,232.18
	Sloof	3093.27	Kg	Rp	44,240,285.68
	Poer K1	16935.05	Kg	Rp	242,206,830.81
	Poer K2-1K	3763.35	Kg	Rp	53,823,740.18

	Poer K2-2K	17608.31	Kg	Rp	251,835,848.55
	Poer K3	710.25	Kg	Rp	10,158,084.65
	Kolom K1-12	8310.38	Kg	Rp	118,855,862.99
	Kolom K1-345	11199.48	Kg	Rp	160,176,107.08
	Kolom K2-12	14143.80	Kg	Rp	202,286,107.53
	Kolom K2-345	53930.19	Kg	Rp	771,314,971.34
	Kolom K3	1111.21	Kg	Rp	15,892,682.00
Bekisting	Balok	2597.22	m2	Rp	590,572,278.94
	Kolom	3426.88	m2	Rp	738,054,513.39
	Pelat Lantai	206.16	m2	Rp	44,401,122.44
	Sloof	93.12	m2	Rp	12,523,271.14
	Poer	217.44	m2	Rp	29,242,483.63
<b>Total Keseluruhan Biaya Struktur Modifikasi 1</b>				<b>Rp</b>	<b>6,362,968,983.11</b>



Tabel 56: Volume Beton, Volume Bekisting, Tiang Pancang dan Pelat Lantai Pracetak Ringan Struktur Modifikasi 2

Uraian	Tinggi		Panjang		Lebar		Luas/Jumlah		Volume Beton		Volume Bekisting	
Balok BI 1	0.6	m	7	m	0.3	m	105	bh	132.3	m <sup>3</sup>	1102.5	m <sup>2</sup>
Balok BI 1	0.6	m	6	m	0.3	m	30	bh	32.4	m <sup>3</sup>	270.0	m <sup>2</sup>
Balok BI 1	0.6	m	7.17	m	0.3	m	6	bh	7.7	m <sup>3</sup>	64.5	m <sup>2</sup>
Balok BI 1	0.6	m	3.14	m	0.3	m	6	bh	3.4	m <sup>3</sup>	28.3	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.45	m	5	m	0.3	m	20	bh	13.5	m <sup>3</sup>	120.0	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.45	m	6	m	0.3	m	16	bh	13.0	m <sup>3</sup>	115.2	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.45	m	3	m	0.3	m	100	bh	40.5	m <sup>3</sup>	360.0	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.45	m	2	m	0.3	m	40	bh	10.8	m <sup>3</sup>	96.0	m <sup>2</sup>
Balok BI 2	0.45	m	1.5	m	0.3	m	8	bh	1.6	m <sup>3</sup>	14.4	m <sup>2</sup>
Balok BA 1	0.35	m	7	m	0.25	m	48	bh	29.4	m <sup>3</sup>	319.2	m <sup>2</sup>
Balok BA 1	0.35	m	6.19	m	0.25	m	6	bh	3.2	m <sup>3</sup>	35.3	m <sup>2</sup>
Balok BA 1	0.35	m	6	m	0.25	m	4	bh	2.1	m <sup>3</sup>	22.8	m <sup>2</sup>

Balok BA 1	0.35	m	2	m	0.25	m	3	bh	0.5	m <sup>3</sup>	5.7	m <sup>2</sup>
Balok BA 1	0.35	m	1.5	m	0.25	m	6	bh	0.8	m <sup>3</sup>	8.6	m <sup>2</sup>
Balok BA 2	0.25	m	3	m	0.15	m	48	bh	5.4	m <sup>3</sup>	93.6	m <sup>2</sup>
Sloof	0.3	m	155	m	0.5	m	1	bh	23.3	m <sup>3</sup>	93.1	m <sup>2</sup>
<b>Total</b>									<b>320.0</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>2749.1</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Kolom K1-12	4	m	0.8	m	0.4	m	16	bh	20.5	m <sup>3</sup>	153.6	m <sup>2</sup>
Kolom K1-12	3.8	m	0.8	m	0.4	m	16	bh	19.5	m <sup>3</sup>	145.9	m <sup>2</sup>
Kolom K1-345	11.4	m	0.6	m	0.4	m	16	bh	43.8	m <sup>3</sup>	364.8	m <sup>2</sup>
Kolom K2-12	3.8	m	0.8	m	0.8	m	16	bh	38.9	m <sup>3</sup>	194.6	m <sup>2</sup>
Kolom K2-12	4	m	0.5	m	0.5	m	22	bh	22.0	m <sup>3</sup>	176.0	m <sup>2</sup>
Kolom K2-345	11.4	m	0.5	m	0.5	m	84	bh	239.4	m <sup>3</sup>	1915.2	m <sup>2</sup>
Kolom K3	4	m	0.5	m	0.5	m	2	bh	2.0	m <sup>3</sup>	16.0	m <sup>2</sup>
Kolom K3	3.8	m	0.5	m	0.5	m	4	bh	3.8	m <sup>3</sup>	30.4	m <sup>2</sup>
Kolom K4	4.8	m	0.5	m	0.5	m	5	bh	6.0	m <sup>3</sup>	48.0	m <sup>2</sup>
Pancang	2334					m	70	ttk				m <sup>2</sup>
<b>Total</b>									<b>395.8</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>3426.9</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Pelat Lantai	0.120	m	-	m	-	m	206.16	m2	24.7	m <sup>3</sup>	206.2	m <sup>2</sup>
Pelat Lantai Pracetak	-	m	-	m	-	m	3140.7	m2	3140.7	m <sup>2</sup>	-	m <sup>2</sup>
Poer K1	3.6	m	1.8	m	0.6	m	18	m3	69.98	m <sup>3</sup>	116.6	m <sup>2</sup>
Poer K2-1K	3.6	m	1.8	m	0.5	m	4	m3	12.96	m <sup>3</sup>	21.6	m <sup>2</sup>
Poer K2-2K	5.4	m	1.8	m	0.5	m	8	m3	38.88	m <sup>3</sup>	57.6	m <sup>2</sup>
Poer K3	1.8	m	1.8	m	0.3	m	2	m3	1.94	m <sup>3</sup>	4.3	m <sup>2</sup>
<b>Total</b>									<b>148.5</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>406.3</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>Total Beton Biasa Keseluruhan</b>									<b>864.3</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>606.5</b>	<b>m<sup>2</sup></b>



Tabel 57: Volume Tulangan Longitudinal Struktur Modifikasi 2

Uraian	Longitudinal								Luas Tulangan			Koefisien		Volume	
	Jumlah	Jumlah Tulangan			D torsi	D lentur	Panjang (mm)		D torsi	D lentur	Sat				
		Tumpuan	Torsi	Lapangan			Tumpuan	Lapangan							
Balok BI 1	105	9	2	6	22	22	3500	3500	380	380	mm2	7850	kg/m3	20836.07	kg
Balok BI 1	30	9	2	6	22	22	3000	3000	380	380	mm2	7850	kg/m3	5102.71	kg
Balok BI 1	6	9	2	6	22	22	3585	3585	380	380	mm2	7850	kg/m3	1219.55	kg
Balok BI 1	6	9	2	6	22	22	1570	1570	380	380	mm2	7850	kg/m3	534.08	kg
Balok BI 2	20	8	2	6	16	22	2500	2500	201	380	mm2	7850	kg/m3	2404.50	kg
Balok BI 2	16	8	2	6	16	22	3000	3000	201	380	mm2	7850	kg/m3	2308.32	kg
Balok BI 2	100	8	2	6	16	22	1500	1500	201	380	mm2	7850	kg/m3	7213.49	kg
Balok BI 2	40	8	2	6	16	22	1000	1000	201	380	mm2	7850	kg/m3	1923.60	kg
Balok BI 2	8	8	2	6	16	22	750	750	201	380	mm2	7850	kg/m3	288.54	kg
Balok BA 1	48	6	-	5	-	22	3500	3500	-	380	mm2	7850	kg/m3	5514.51	kg
Balok BA 1	6	6	-	5	-	22	3095	3095	-	380	mm2	7850	kg/m3	609.55	kg
Balok BA 1	4	6	-	5	-	22	3000	3000	-	380	mm2	7850	kg/m3	393.89	kg
Balok BA 1	3	6	-	5	-	22	1000	1000	-	380	mm2	7850	kg/m3	98.47	kg
Balok BA 1	6	6	-	5	-	22	750	750	-	380	mm2	7850	kg/m3	147.71	kg

Balok BA 2	48	6	-	4	-	12	1500	1500	-	113	mm2	7850	kg/m3	639.23	kg
Sloof	1	2			-	25	155200		-	491	mm2	7850	kg/m3	2392.17	kg
<b>Total</b>														<b>51626.38</b>	<b>kg</b>
Kolom K1-12	16	8			-	25	1600	2400	491		mm2	7850	kg/m3	1972.92	kg
Kolom K1-12	16	8			-	25	1600	2200	491		mm2	7850	kg/m3	1874.27	kg
Kolom K1-345	16	8			-	25	3800	7600	491		mm2	7850	kg/m3	5622.82	kg
Kolom K2-12	16	16			-	25	1600	2200	491		mm2	7850	kg/m3	3748.55	kg
Kolom K2-12	22	16			-	25	1600	2400	491		mm2	7850	kg/m3	5425.53	kg
Kolom K2-345	84	8			-	25	3800	7600	491		mm2	7850	kg/m3	29519.82	kg
Kolom K3	2	8			-	25	1333	2667	491		mm2	7850	kg/m3	246.62	kg
Kolom K3	4	8			-	25	1333	2467	491		mm2	7850	kg/m3	468.57	kg
<b>Total</b>														<b>48879.10</b>	<b>kg</b>
Pelat Lantai	-	2			-	13	240	240	206.16		mm2	7850	kg/m3	1790.07	kg
Pelat Lantai Pracetak	2119.3					10			79		mm2	7850	kg/m3	9627.04	kg
Poer K1-1X	18	16				25	7840		491		mm2	7851	kg/m3	8701.69	kg
Poer K1-1 Y	18	28				25	4240		491		mm2	7852	kg/m3	8236.57	kg
Poer K2-1X	4	12				25	7640		491		mm2	7853	kg/m3	1413.64	kg
Poer K2-1 Y	4	24				25	4040		491		mm2	7854	kg/m3	1495.25	kg

Poer K1-2X	8	36		25	11240	491	mm2	7855	kg/m3	12481.73	kg
Poer K1-2 Y	8	12		25	4040	491	mm2	7856	kg/m3	1495.63	kg
Poer K3 X	2	8		25	3640	491	mm2	7857	kg/m3	224.62	kg
Poer K3 Y	2	8		25	3640	491	mm2	7858	kg/m3	224.65	kg
<b>Total</b>										<b>45690.89</b>	<b>kg</b>





Tabel 58: Volume Tulangan Transversal Struktur Modifikasi 2

Uraian	Transversal					Luas Tulangan	Koefisien		Volume	
	Panjang Tumpuan	Panjang Lapangan	Ø	Jarak Tumpuan	Jarak Lapangan					
Balok BI 1	7000		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	6221.17	kg
Balok BI 1	6000		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	1521.97	kg
Balok BI 1	7170		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	363.75	kg
Balok BI 1	3140		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	159.30	kg
Balok BI 2	5000		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	713.42	kg
Balok BI 2	6000		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	684.89	kg
Balok BI 2	3000		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	2140.27	kg
Balok BI 2	2000		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	570.74	kg
Balok BI 2	1500		10	140		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	85.61	kg
Balok BA 1	7000		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	1673.19	kg
Balok BA 1	6190		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	184.95	kg
Balok BA 1	6000		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	119.51	kg
Balok BA 1	2000		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	29.88	kg
Balok BA 1	1500		10	130		79	7850	kg/m <sup>3</sup>	44.82	kg

Balok BA 2	3000	10	90	79	7850	kg/m3	542.55	kg		
Sloof	155200	13	120	133	7850	kg/m3	701.11	kg		
<b>Total</b>							<b>15757.11</b>	<b>kg</b>		
Kolom K1-12	1600	2400	13	100	400	133	7850	kg/m3	848.70	kg
Kolom K1-12	1600	2200	13	100	400	133	7850	kg/m3	913.28	kg
Kolom K1-345	3800	7600	13	100	400	133	7850	kg/m3	1818.79	kg
Kolom K2-12	1600	2200	13	100	400	133	7850	kg/m3	1144.11	kg
Kolom K2-12	1600	2400	13	125	400	133	7850	kg/m3	791.22	kg
Kolom K2-345	3800	7600	13	125	400	133	7850	kg/m3	7938.26	kg
Kolom K3	1333	2667	13	125	400	133	7850	kg/m3	66.32	kg
Kolom K3	1333	2467	13	125	400	133	7850	kg/m3	128.81	kg
<b>Total</b>							<b>13649.49</b>	<b>kg</b>		

Tabel 59: Volume Tulangan Pengekang Struktur Modifikasi 2

Uraian	Confinement			Luas Tulangan	Koefisien		Volume	
	Panjang	Ø	Jarak					
Balok BI 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BI 2	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Balok BA 1	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg

Balok BA 2	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
Sloof	-	-	-	-	7850	kg/m3	-	kg
<b>Total</b>							<b>0.00</b>	<b>kg</b>
Kolom K1-12	4000	13	200	133	7850	kg/m3	398.77	kg
Kolom K1-12	3800	13	200	133	7850	kg/m3	378.84	kg
Kolom K1-345	11400	13	200	133	7850	kg/m3	946.46	kg
Kolom K2-12	3800	13	100	133	7850	kg/m3	1566.02	kg
Kolom K2-12	4000	13	125	133	7850	kg/m3	1153.11	kg
Kolom K2-345	11400	13	125	133	7850	kg/m3	3352.51	kg
Kolom K3	4000	13	125	133	7850	kg/m3	28.01	kg
Kolom K3	3800	13	125	133	7850	kg/m3	53.21	kg
<b>Total</b>							<b>7876.93</b>	<b>kg</b>
<b>Total</b>							<b>183479.90</b>	<b>kg</b>

Tabel 60: Perhitungan Biaya Material Struktur Modifikasi 2

Uraian		Struktur Modifikasi 2			
		Volume		Biaya	
Pelat Lantai Pracetak		2120.00	bh	Rp	756,840,000.00
Beton	Pelat Lantai	24.74	m3	Rp	24,399,958.77
	Balok Induk 1	175.83	m3	Rp	173,423,630.14
	Balok Induk 2	79.38	m3	Rp	78,291,485.87
	Balok Anak 1	36.06	m3	Rp	35,567,739.18
	Balok Anak 2	5.40	m3	Rp	5,325,951.42
	Sloof	23.28	m3	Rp	22,960,768.34
	Poer K1	69.98	m3	Rp	69,024,330.40
	Poer K2-1K	12.96	m3	Rp	12,782,283.41
	Poer K2-2K	38.88	m3	Rp	38,346,850.22
	Poer K3	1.94	m3	Rp	1,917,342.51
	Kolom K1-12	39.94	m3	Rp	39,388,369.61
	Kolom K1-345	43.78	m3	Rp	43,175,712.84
	Kolom K2-12	22.00	m3	Rp	21,698,320.60
	Kolom K2-345	239.40	m3	Rp	236,117,179.62
Kolom K3	5.80	m3	Rp	5,720,466.34	
Tiang Pancang		2334.00	m	Rp	312,728,108.70
	Pelat Lantai Pracetak	9627.04	Kg	Rp	137,686,856.54
Tulangan	Pelat Lantai	1790.07	Kg	Rp	25,601,724.07
	Balok Induk 1	35958.60	Kg	Rp	514,283,544.30
	Balok Induk 2	18333.36	Kg	Rp	262,205,559.96
	Balok Anak 1	8816.48	Kg	Rp	126,094,190.65
	Balok Anak 2	1181.78	Kg	Rp	16,901,924.18
	Sloof	3093.27	Kg	Rp	44,240,285.68
	Poer K1	16938.26	Kg	Rp	242,252,687.77
	Poer K2-1K	2908.89	Kg	Rp	41,603,274.09

	Poer K2-2K	13977.36	Kg	Rp	199,905,633.22
	Poer K3	449.27	Kg	Rp	6,425,478.29
	Kolom K1-12	6386.78	Kg	Rp	91,344,383.74
	Kolom K1-345	8388.07	Kg	Rp	119,967,022.01
	Kolom K2-12	13828.55	Kg	Rp	197,777,272.36
	Kolom K2-345	48180.45	Kg	Rp	689,081,590.86
	Kolom K3	991.53	Kg	Rp	14,181,008.55
Bekisting	Balok	2656.02	m2	Rp	603,942,578.68
	Kolom	3044.48	m2	Rp	655,696,203.23
	Pelat Lantai	206.16	m2	Rp	44,401,122.44
	Sloof	93.12	m2	Rp	12,523,271.14
	Poer	200.16	m2	Rp	26,918,577.65
<b>Total Keseluruhan Biaya Struktur Modifikasi 2</b>				<b>Rp</b>	<b>5,950,742,687.42</b>

**LAMPIRAN 2**  
**Brosur Beton Aerasi**







# BETON RINGAN AAC GRAND ELEPHANT

## SPESIFIKASI FISIK

	Kategori kekuatan	
	GE AAC-4	GE AAC-6
Kuat Tekan (N/mm <sup>2</sup> )	4	7.5
Berat Jenis Nominal (kg/m <sup>3</sup> )	495	680
Berat Perencanaan (kg/m <sup>3</sup> )	595	820
Daya Hantar Panas (w/mK)	0.195	0.234
Ketahanan Api ( SNI 1741 - 2008 )	>3 Jam	
Insulasi Suara (ASTM E90) - STC	41 dB	

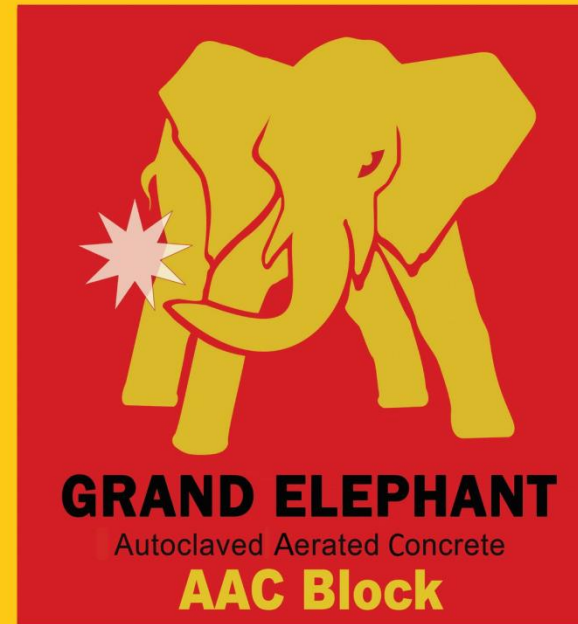
### Dimensi blok GE

Produk	Ukuran			Kuat tekan		Berat jenis perencanaan	
	Tebal (cm)	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	GE AAC-4 (N/mm <sup>2</sup> )	GE AAC-6 (N/mm <sup>2</sup> )	GE AAC-4 (kg/m <sup>3</sup> )	GE AAC-6 (kg/m <sup>3</sup> )
Blok standar	7.5 - 20	60	20	4	7.5	595	820
Blok semi jumbo	7.5 - 20	60	40	4	7.5	595	820
Blok jumbo	12.5 - 20	100	60	-	7.5	-	820
Blok 'U'	10 - 20	60	20	4	7.5	595	820
Blok 'O'	10 - 20	60	20	4	7.5	595	820
Lintel	10 - 20	130 - 200	30	6.5*		750*	

### Volume blok GE per palet

Blok standar ( 60 x 20 cm )										Blok semi jumbo ( 60 x 40 cm )					Blok jumbo ( 60 x 100 cm )																		
Palet	Berat Perencanaan	Tebal	Blok standar ( 60 x 20 cm )						Berat Perencanaan	Tebal	Blok semi jumbo ( 60 x 40 cm )				Berat Perencanaan	Tebal	Blok jumbo ( 60 x 100 cm )																
			GE AAC-4	GE AAC-6	kg/m <sup>2</sup>	kg/bh	kg/m <sup>2</sup>	kg/bh			kg/m <sup>2</sup>	kg/bh	kg/m <sup>2</sup>	kg/bh			kg/m <sup>2</sup>	kg/bh															
m <sup>2</sup>	44.63	7.5	61.50	7.38	82.00	9.84	102.50	12.30	14.76	17.22	19.68	44.63	7.5	61.50	7.38	82.00	9.84	102.50	12.30	14.76	17.22	19.68	44.63	7.5	61.50	7.38	82.00	9.84	102.50	12.30	14.76	17.22	19.68
m <sup>3</sup>	24.00	18.00	14.40	12.00	9.60	8.40	11.00	8.80	7.04	5.60	4.80	11.00	8.80	7.04	5.60	4.80	11.00	8.80	7.04	5.60	4.80	11.00	8.80	7.04	5.60	4.80	11.00	8.80	7.04	5.60	4.80		
m <sup>3</sup>	1.80	1.80	1.80	1.80	1.68	1.68	1.34	1.44	1.44	1.44	1.34	1.44	1.44	1.44	1.34	1.44	1.44	1.44	1.34	1.44	1.44	1.34	1.44	1.44	1.34	1.44	1.44	1.34	1.44	1.44	1.34		

\* GE AAC-5



Main Distributor :  
PT. SURYA INDOGREEN PERKASA  
Hotline Service : 031 - 565 1818  
031 - 8398 8888

[www.grand-elephant.co.id](http://www.grand-elephant.co.id)

grand elephant aac

@grand\_elephant

**GREAT** CHOICE  
DECISION  
VALUE





## GE memiliki visi untuk menjadi beton ringan AAC terbaik di Indonesia.

**AUTOCLAVED AERATED CONCRETE (AAC)**  
Beton ringan yang dikeringkan ("curing") dengan autoclave

GRAND ELEPHANT (GE) memproduksi beragam beton ringan untuk dinding pengisi maupun struktur dinding pemikul. Komponen-komponen ini menjawab kebutuhan khusus masa kini, yaitu peningkatan efisiensi energi, ketahanan terhadap kebakaran, dan kekuatan konstruksi.

Komponen-komponen GE menawarkan sebuah penghematan biaya dalam membangun karena pemakaian material tunggal untuk pekerjaan finishing.

Blok dan komponen dinding tembok GE tersedia dalam berbagai variasi :

- Blok standar
- Blok semi jumbo
- Blok jumbo
- Blok U
- Blok O
- Lintel

Aplikasi beton ringan GE antara lain :

- Bangunan komersial; Ruko, Rukan, Mall, Plaza
- Hotel, Condotel
- Rumah tinggal, Apartemen
- Sekolah, Universitas
- Asrama, perkantoran
- Pabrik, gudang, dll

Beton ringan GE mempunyai ragam produk terlengkap, diproduksi dengan standar mutu internasional, menggunakan teknologi terbaik dan SDM yang profesional dengan track record yang sangat baik.

Pabrik GE yang berlokasi di Krian, Jawa Timur, merupakan pabrik beton ringan yang paling canggih di Indonesia, dengan kapasitas produksi hingga 350.000 m<sup>3</sup>/tahun (1100 m<sup>3</sup>/hari), GE menjadi produsen beton ringan AAC terbesar di Indonesia. Hal ini menjamin kepastian supply material beton ringan bagi pelanggan, kontraktor dan pemilik proyek.

### RINGAN DAN KUAT

Menggunakan beton ringan GE menjamin konstruksi bangunan lebih cepat, lebih tahan gempa, lebih efisien dalam membangun dan berstruktur kuat, beton ringan GE dapat digunakan untuk menjadi pengganti dinding pengisi dan dinding pemikul beban.

### CEPAT, EFISIEN, RAPI DAN PREKISI

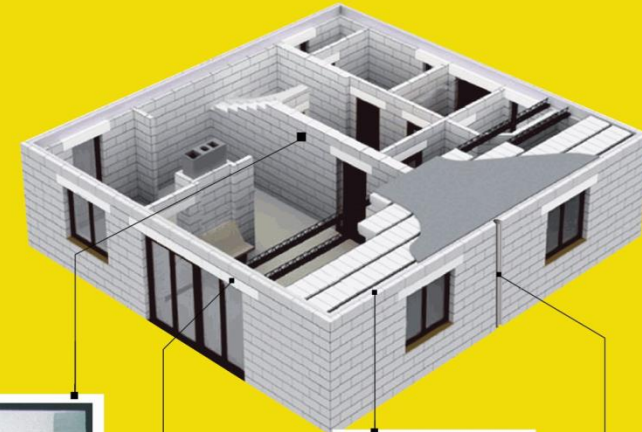
Pemakaian produk beton ringan GE menjamin penghematan biaya energi dan semen dan lebih cepat pemasangan karena karakteristik beton ringan GE lebih presisi.

### INSULASI PANAS DAN SUARA YANG BAIK

Kenyamanan pemakaian produk GE dapat dijamin karena insulasi panas dan suara yang telah diuji di laboratorium. Membuat hasil bangunan anda menjadi lebih sejuk, lebih tenang dan mampu melindungi terhadap kebakaran hingga >3 jam.

### RAMAH LINGKUNGAN

Produk Beton ringan GE tidak mengandung bahan-bahan beracun dan sangat ramah lingkungan dan aman untuk tempat tinggal.



Ragam produk blok paling lengkap, memberikan keleluasaan desain struktur dan arsitektur. Dalam hal dimensi, GE paling akurat, memastikan konsumsi thin bed mortar dan plasteran lebih hemat.



Lintel tersedia dalam berbagai ukuran yang diperkuat dengan rangkaian pembesian untuk struktur dinding pemikul.



Blok U digunakan sebagai bekisting balok keliling dan angkur kuda-kuda. Bebas bekisting dan tidak perlu menunggu proses pengeringan balok, sehingga waktu konstruksi lebih singkat.



Blok O memperkuat dinding dengan kolom konvensional. desain struktur kolom pengaku atau kolom praktis ini dibutuhkan untuk daerah beresiko gempa.

Blok pengganti bekisting ring balok

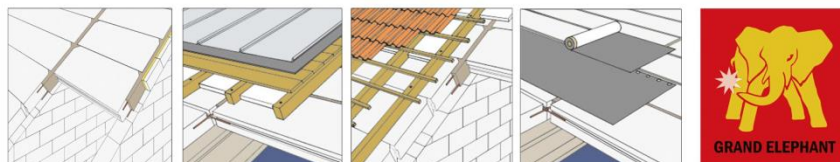
Blok pengganti bekisting kolom praktis

### Kalkulasi isi dan dinding blok GE AAC-4

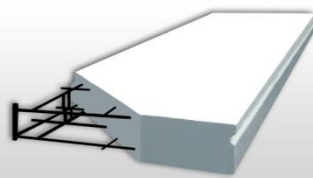
Ketebalan	isi / m <sup>3</sup>	Luas dinding / m <sup>2</sup>
cm	pieces	m <sup>2</sup>
7,5	111	13,3
10	83	10
12,5	66	8
15	55	6,67
17,5	47	5,71
20	41	5

### Konsumsi 'thin bed mortar'

blok standar ( 60 x 20 cm )			blok semi jumbo ( 60 x 40 cm )			blok jumbo ( 60 x 100 cm )		
Ketebalan (cm)	kg / m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	Ketebalan (cm)	kg / m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	Ketebalan (cm)	kg / m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>
7,5	2,70	36	7,5	1,80	24	12,5	1,60	12,8
10	3,60	36	10	2,40	24	15	1,92	12,8
12,5	4,50	36	12,5	3,00	24	17,5	2,24	12,8
15	5,40	36	15	3,60	24	20	2,56	12,8
17,5	6,30	36	17,5	4,20	24			
20	7,20	36	20	4,80	24			



# BETON RINGAN AAC PANEL LANTAI DAN ATAP **GRAND ELEPHANT**

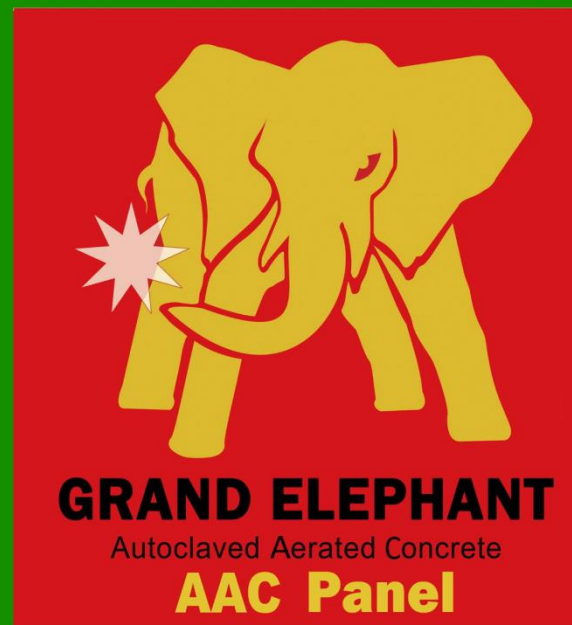


## SPESIFIKASI PANEL LANTAI

Kuat Tekan (N/mm<sup>2</sup>) : 6.5  
 Berat Jenis Nominal (kg/m<sup>3</sup>) : 650  
 Berat Perencanaan (kg/m<sup>3</sup>) : 750  
 Beban Imposed\* (kg/m<sup>2</sup>) : 405

\*Beban hidup + beban material 'finishing'

KODE PANEL	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Berat (kg)	Panjang Maks (mm)	Kalkulasi per m <sup>3</sup>	
						Luas m <sup>2</sup>	pcs
GE F. 150 A	1470	600	125	82.69	1500	8	9.07
GE F. 175 A	1720	600	125	96.75	1750	8	7.75
GE F. 200 A	1970	600	125	110.78	2000	8	6.77
GE F. 225 A	2220	600	125	124.88	2250	8	6.01
GE F. 250 A	2470	600	125	138.94	2500	8	5.40
GE F. 275 A	2720	600	125	153.00	2750	8	4.90
GE F. 300 A	2970	600	125	167.06	3000	8	4.49
GE F. 325 A	3220	600	125	181.13	3250	8	4.14
GE F. 350 B	3470	600	150	234.23	3500	6.67	3.20
GE F. 375 B	3720	600	150	251.10	3750	6.67	2.99
GE F. 400 C	3970	600	175	312.64	4000	5.71	2.40
GE F. 425 C	4220	600	175	332.33	4250	5.71	2.25
GE F. 450 C	4470	600	175	352.01	4500	5.71	2.13
GE F. 475 D	4720	600	200	424.80	4750	5	1.76
GE F. 500 D	4970	600	200	447.30	5000	5	1.67
GE F. 525 D	5220	600	200	469.80	5250	5	1.59
GE F. 550 E	5470	600	225	553.84	5500	4.44	1.35
GE F. 575 E	5720	600	225	579.15	5750	4.44	1.29
GE F. 600 E	5970	600	225	604.46	6000	4.44	1.24



Main Distributor :  
 PT. SURYA INDOGREEN PERKASA  
 Hotline Service : 031 - 565 1818  
 031 - 8398 8888



[www.grand-elephant.co.id](http://www.grand-elephant.co.id)

grand elephant aac @grand\_elephant

**GREAT** CHOICE  
 DECISION  
 VALUE

# GE Floor



Panel Lantai beton ringan AAC GRAND ELEPHANT (GE Floor) dirancang untuk memenuhi kebutuhan konstruksi modern, dimana kecepatan, biaya, dan kekuatan yang memenuhi standar normatif, menjadi tuntutan yang tidak terhindarkan

Pembesian panel lantai GE Floor direncanakan untuk menanggung beban struktur, beban hidup, dan beban transport serta diproteksi anti karat untuk memastikan umur bangunan yang panjang.

Panel lantai GE Floor dapat dicetak hingga panjang 6m, namun GE menyediakan jenis panel 'fast moving' untuk menjamin ketersediaan sehingga memenuhi kebutuhan pasar. Panel lantai GE Floor dapat diletakkan pada dinding tembok AAC sebagai 'struktur dinding pemikul', maupun diatas balok beton atau balok baja dengan mortar perekat yang sesuai.

Ragam aplikasi GE Floor diantaranya; untuk peninggian lantai di daerah banjir maupun diatas tanah yang berkontur, bangunan industri, bangunan komersial, hingga bangunan bertingkat banyak seperti:

- Gedung perkantoran
- Apartemen/condominium
- Sekolah, universitas, rumah sakit
- Rusunawa dan rusunami, dll

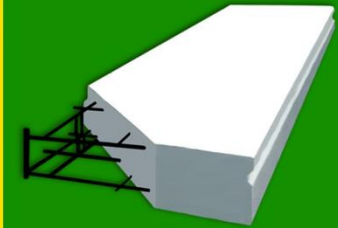
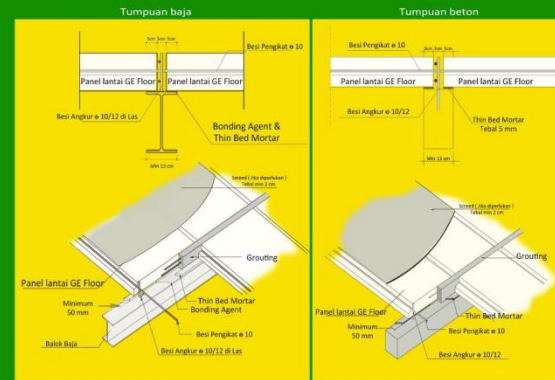
## Keunggulan properti fisik panel lantai dan atap GE Floor:

- Ringan, berat jenis 750 kg/m<sup>3</sup>.
- Tidak memerlukan peralatan berat (crane).
- *Steady*, permukaan rata dan tidak mengalami penyusutan sehingga mengurangi resiko kebocoran pada sambungan.
- Tidak mengalami deformasi yang berarti akibat beban sendiri.
- Konduktivitas panas yang sangat rendah.
- Karena dicetak di pabrik, bukan dilapangan, maka mutu konsisten dan terkendali.

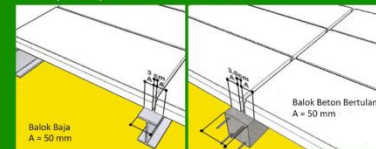
## Keunggulan produk panel lantai dan atap GE Floor :

- Cepat dan mudah dikerjakan.
- Akurasi dimensi ± 2mm.
- Material pelengkap lebih sedikit dibanding 'cast in situ'.
- Rangka pembesian diproteksi anti karat.
- Insulasi panas dan suara yang baik.
- Ketahanan terhadap kebakaran yang baik selama >3 jam
- Permukaan sudah rata dan kering sempurna sehingga keramik bisa langsung dipasang.
- Mudah dipotong sesuai kebutuhan.
- Mudah dimobilisasi di ruang terbatas.
- Diatasnya bisa langsung dibebani untuk konstruksi.
- Kuat tekan yang tinggi namun ringan.
- Harga sangat rasional.
- Teruji, memenuhi standar mutu Internasional.

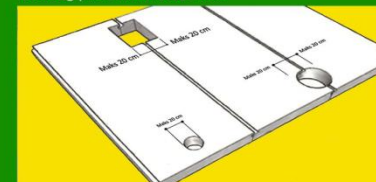
## Detail pemasangan panel lantai GE Floor



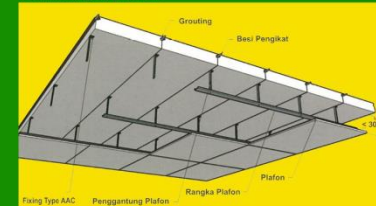
## Tumpuan panel lantai GE Floor



## Lubang panel lantai GE Floor



## Pemasangan plafon



## KOMPARASI PEKERJAAN

		Cast in situ	HCS	Structural decking	Panel lantai GE Floor
MATERIAL & ALAT	Semen	✓	✓	✓	
	Pasir	✓	✓	✓	
	Batu split	✓	✓	✓	
	Mortar	✓	✓	✓	
	Besi tulangan / 'mesh'	✓	✓	✓	✓
	Kawat bendrad	✓	✓	✓	✓
	Paku	✓	✓	✓	✓
	Papan bekisting atau 'stopper'	✓	✓	✓	✓
	Bantal tahu	✓	✓	✓	✓
	Kayu usuk penopang bekisting / steger	✓	✓	✓	✓
Mobile crane		✓			
PEKERJAAN	Pekerjaan bekisting menakar dan mencampur adukan beton/ perata lantai	✓	✓	✓	
	Memadatkan beton	✓	✓	✓	
	Merawat beton saat proses pengeringan	✓	✓	✓	
	Membongkar cetakan	✓	✓	✓	
	Penempatan panel unit	✓	✓	✓	✓
	Mengikat sambungan besi	✓	✓	✓	✓
	Grouting, mengisi celah sambungan	✓	✓	✓	✓
Sampah material	✓	✓	✓	✓	
Meratakan permukaan plat beton	✓	✓	✓	✓	
Proses pengeringan perata beton	✓	✓	✓	✓	

Untuk hasil yang maksimal gunakan "thin bed mortar" dan "grouting mortar" yang direkomendasikan GE untuk grouting dan meletakkan panel lantai GE Floor.



**LAMPIRAN 3**  
**Data Tanah**



SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULTS

Sheet 3

Depth (m)	Sieve & Hydrometer (%)			Grading Passing Sieve No. (%)			Atterberg- Limits (%)			Soil Classi- fication	Natural state					Uncon- fined	Triaxial				Consolidation				Direct Shear		Vane Test	
	G	S	S+C	10	40	200	LL	PL	PI		G <sub>s</sub>	Y <sub>t</sub>	w <sub>c</sub>	Y <sub>d</sub>	e		n	qu	C	φ	C	φ	P <sub>p</sub>	C <sub>c</sub>	m <sub>v</sub>	c <sub>v</sub>		C
8.00-8.50	7	19	74	8	14	74	41,37	24,56	18,91	CL	2,787	1,615	36,99	1,17	1,36	57,66	*	0,02	3	0,104	7	1,25	0,567	0,03	1,728E-03	*	*	0,08
14.5-15.0	9	25	66	11	18	66	45,73	25,28	20,45	CL	2,675	1,719	51,56	1,13	1,35	57,59	*	0	3	0,074	8	2,74	1,253	0,04	0,912E-03	*	*	0,075
16.45-17.	8	12	80	10	12	80	53,14	27,94	25,2	CH	2,626	1,797	54,97	1,16	1,26	55,81	*	0	2	0,113	6 34	**	0,617	**	4,104E-03	*	*	0,045
21.0-21.5	5	19	76	8	13	76	54,46	26,37	28,09	CH	2,717	1,625	59,44	1,01	1,66	62,48	*	*	*	*	*	**	0,633	**	2,345E-03	*	*	0,04
25.-25.75	12	11	77	14	17	77	53,94	27,64	26,2	CH	2,691	1,706	40,79	1,21	1,22	54,97	*	0	3	0,064	9 15	**	0,535	**	2,189E-03	*	*	0,088
30.-30.75	4	15	81	5	9	81	52,63	26,72	25,91	CH	2,59	1,648	29,77	1,26	1,03	50,96	*	*	*	*	*	**	0,503	**	1,931E-03	*	*	0,055

REMARKS :

- G = GRAVEL
- S = SAND
- G+C = SILT + CLAY
- LL = LIQUID LIMIT
- PL = PLASTIC LIMIT
- PI = PLASTICITY INDEX
- G<sub>s</sub> = SPECIFIC GRAVITY

- Y<sub>t</sub> = WET DENSITY (gr/cc)
- w<sub>c</sub> = WATER CONTENT (%)
- Y<sub>d</sub> = DRY DENSITY (gr/cc)
- e = VOID RATIO
- n = POROSITY (%)
- qu = ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH (kg/cm<sup>2</sup>)
- C = COHESION (kg/cm<sup>2</sup>)
- φ = ANGLE OF INTERNAL FRICTION (degree, minutes)
- P<sub>p</sub> = PRECONSOLIDATION PRESSURE (kg/cm<sup>2</sup>)
- C<sub>c</sub> = COMPRESSION INDEX
- m<sub>v</sub> = COEFFICIENT OF VOLUME COMPRESSIBILITY (cm<sup>2</sup>/kg)
- c<sub>v</sub> = COEFFICIENT OF CONSOLIDATION (cm<sup>2</sup>/sec)

- CH = CLAY WITH HIGH PLASTICITY
- CL = CLAY WITH LOW PLASTICITY
- \* = NOT TESTED
- \*\* = VIRGIN CURVE
- T = TORQUE (kg/cm<sup>2</sup>)

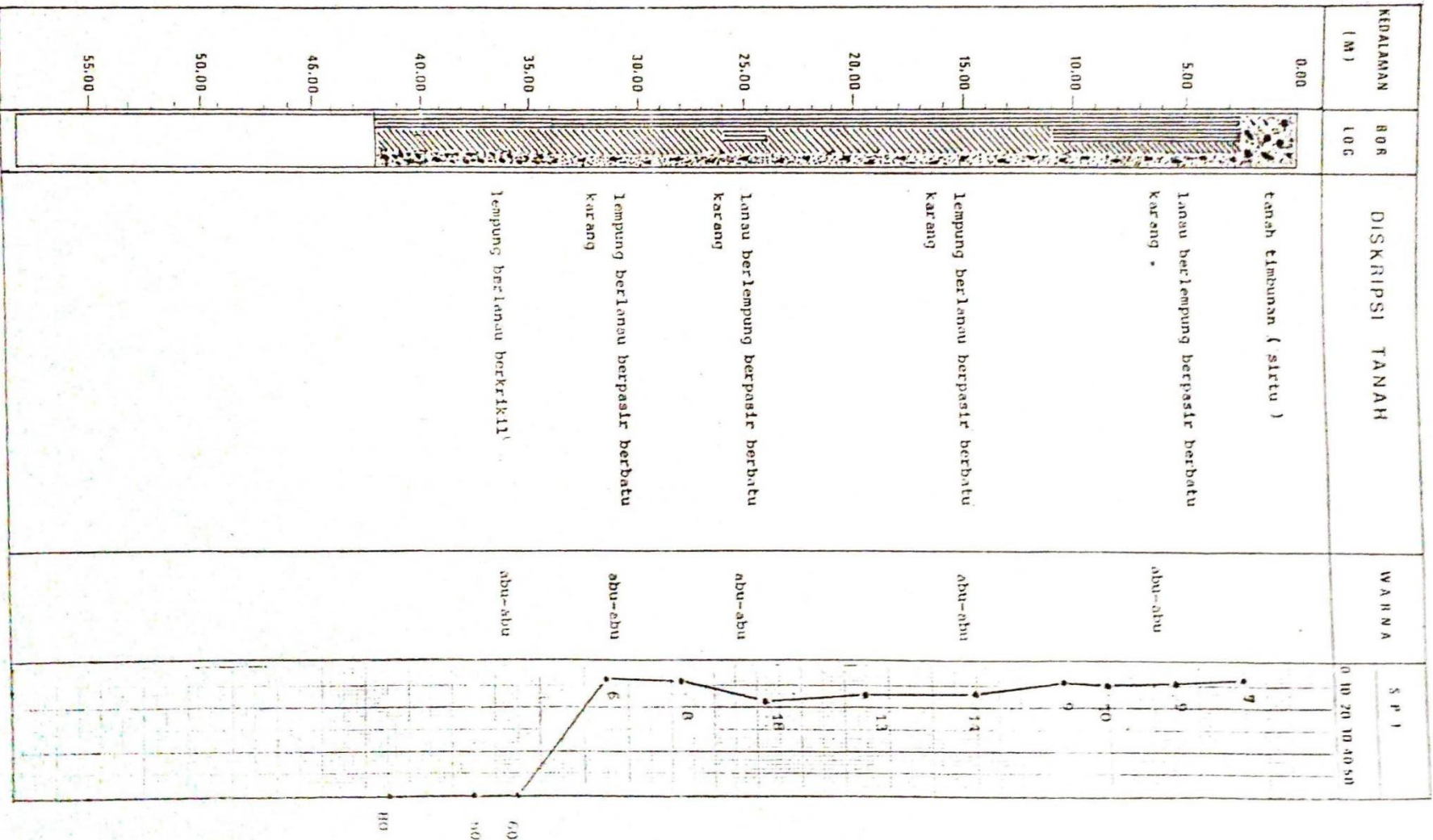
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP ITS  
KAMPUS ITS SUKOLILLO SURABAYA



Dur Log Borongan Understamped (cm) / m

**GAMB. PROFIL BORING**

LOKASI : TELUK BAYUR - KARANG  
 TITIK BOR : 0 - III





**LAMPIRAN 4**  
**Gambar Eksisting Proyek**

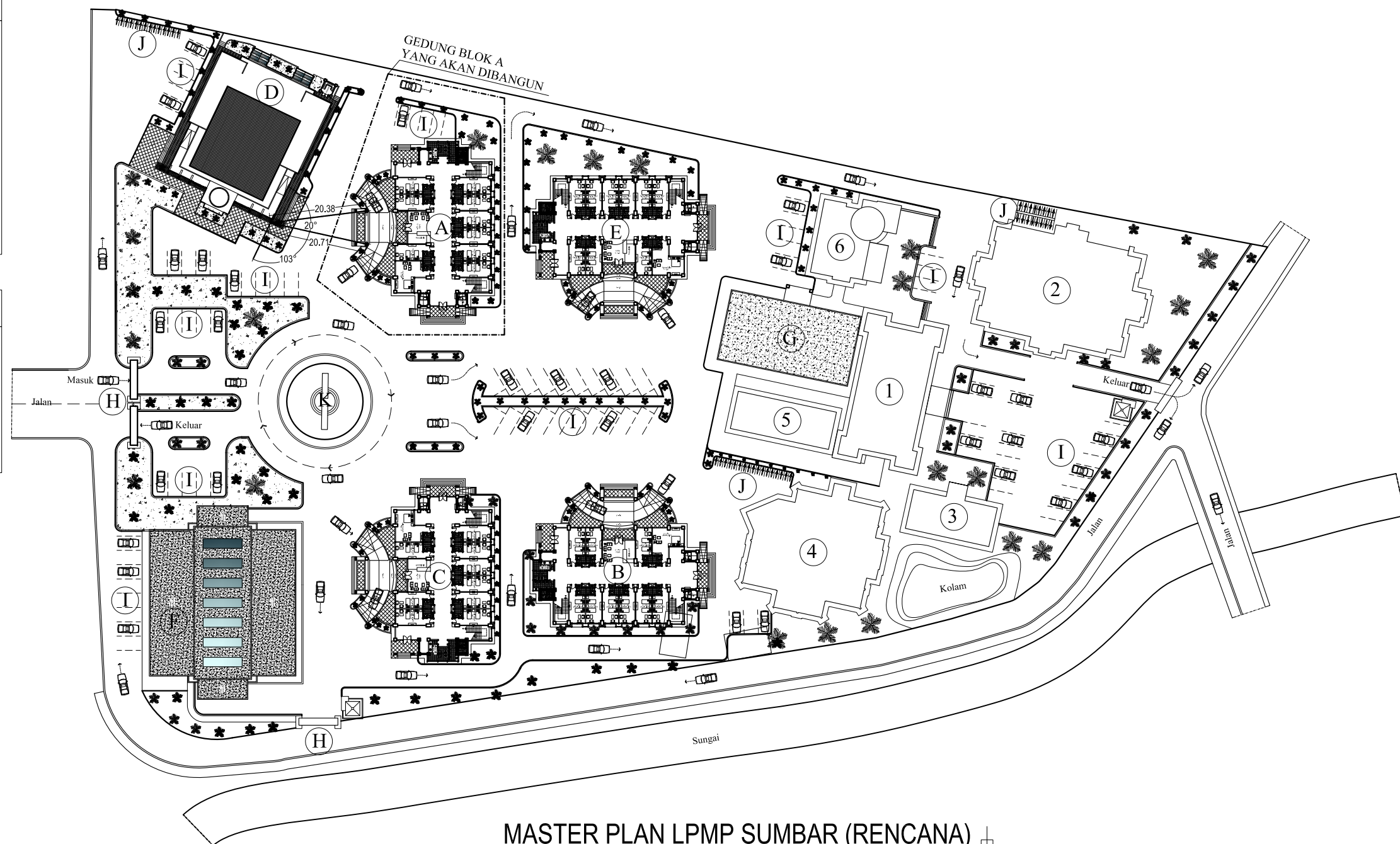


**RENCANA PENGEMBANGAN**

- D : GEDUNG FASILITAS PERKANTORAN
- F : BISNIS CENTER & SARANA OLAH RAGA
- C : MELATI
- A : ANGGREK
- E : CEMARA
- B : FLAMBOYAN
- G : RUANG MEDIA & LABOR 3 LANTAI
- H : GERBANG
- I : AREA PARKIR RODA 4
- J : AREA PARKIR RODA 2
- J : TAMAN & TUGU

**BANGUNAN LAMA**

- 1 : GEDUNG KANTOR 1
- 2 : GEDUNG SERBAGUNA
- 3 : GEDUNG KANTOR 2
- 4 : RUANG KELAS
- 5 : GEDUNG AULA
- 6 : MESS PIMPINAN



**MASTER PLAN LPMP SUMBAR (RENCANA)**

Skala

1 : 1000



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN**  
**PROVINSI SUMATERA BARAT**  
 Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
 LPMP SUMBAR

PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
 BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)

LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

**DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,**

Kepala  
 Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan  
 Sumatera Barat

Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd  
 NIP. 19621010 198602 1 002

Pejabat Pembuat  
 Komitmen

HERRY HERLAMBAANG  
 NIP. 19770924 200112 1 003

Pengelola Teknis Proyek  
 DPU Prov. Sumbar

Ir. APRIMENSYAH, MM, SP  
 NIP. 19620420 199203 1 006



**PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT**  
**CONSULTANT ENGINEERING**  
 Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190

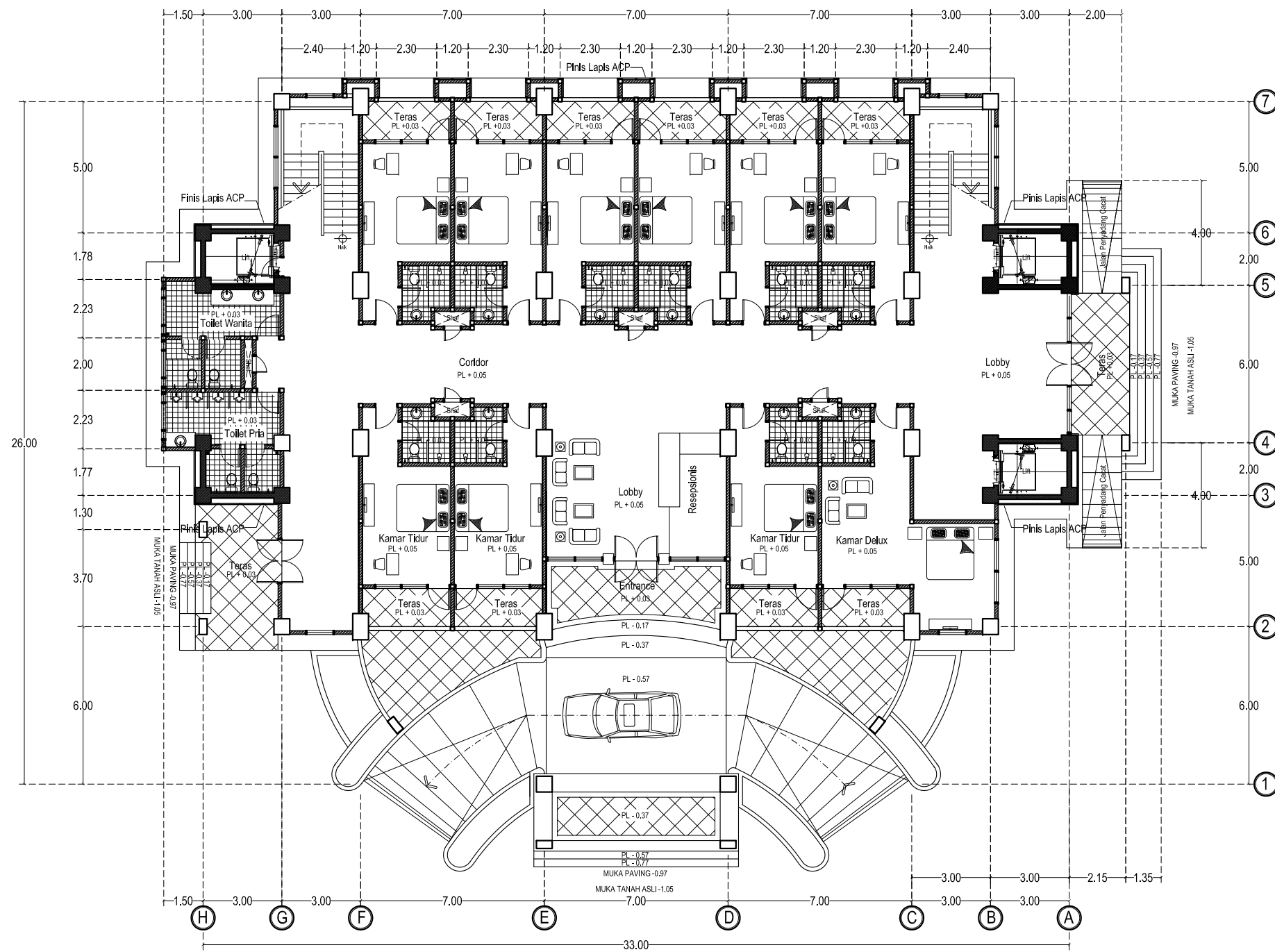
Team Leader Agus, Msc

Arsitek Eldin, ST

Konstruktur Ir. Mhd. Ridwan, MT

Digambar Budi Rahman, ST

NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	Keterangan :	Kode. gbr
02	MASTER PLAN LPMP SUMBAR RENCANA	1 : 1000		Ars
				No Lembar
				02
				Jlm. Lembar
			2015	15



**DENAH LANTAI - 1**

Skala 1 : 200



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN**  
**PROVINSI SUMATERA BARAT**  
 Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
 LPMP SUMBAR

PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
 BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)

LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,

Kepala  
 Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan  
 Sumatera Barat

Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd  
 NIP. 19621010 198602 1 002

Pejabat Pembuat  
 Komitmen

HERRY HERLAMBAANG  
 NIP. 19770924 200112 1 003

Pengelola Teknis Proyek  
 DPU Prov. Sumbar

Ir. APRIMENSYAH, MM. SP  
 NIP. 19620420 199203 1 006



**PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT**  
**CONSULTANT ENGINEERING**  
 Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190

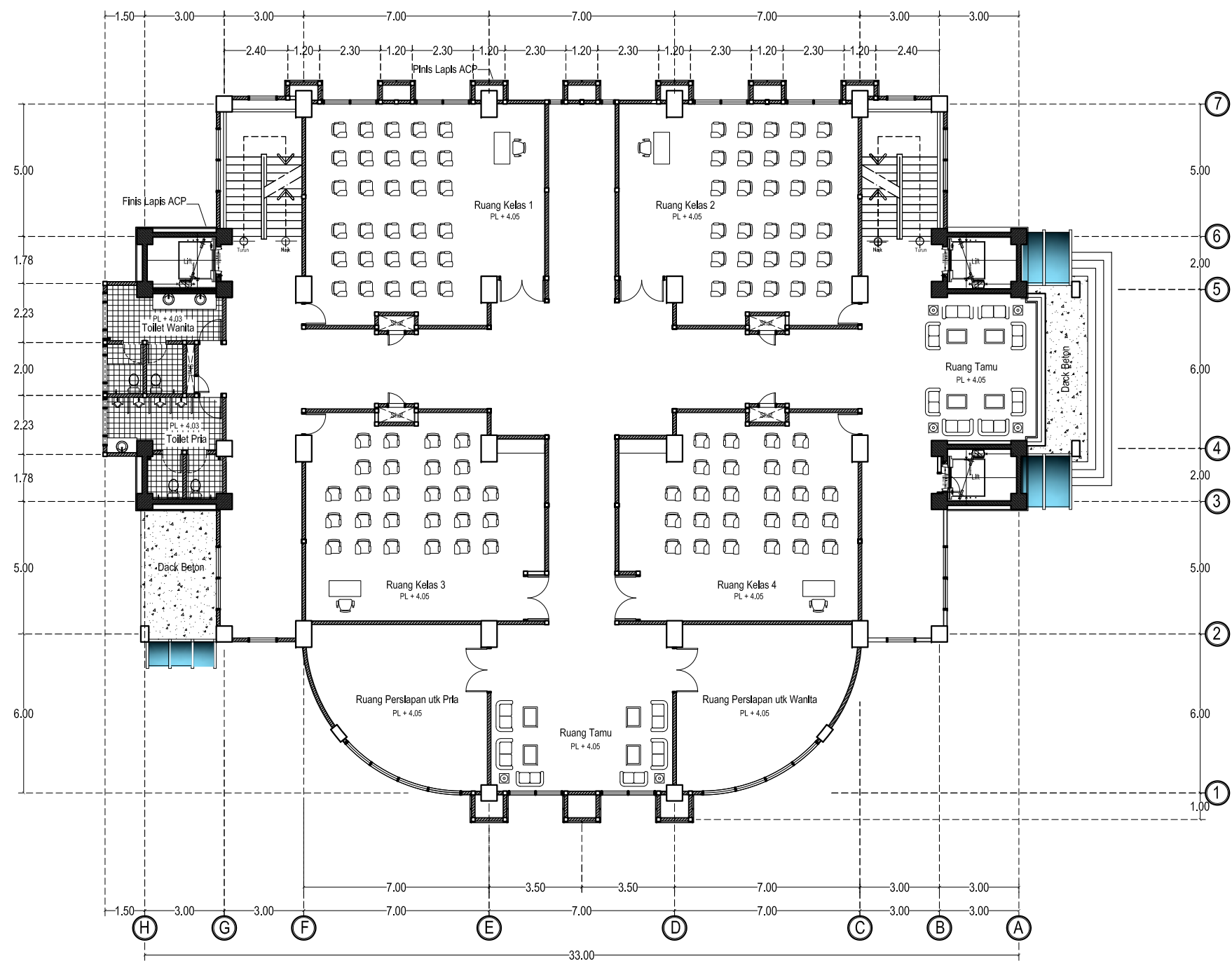
Team Leader Agus, Msc

Arsitek Eldin, ST

Konstruktur Ir. Mhd. Ridwan, MT

Digambar Budi Rahman, ST

NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	Keterangan :	Kode. gbr
05	DENAH LT.1	1 : 200		Ars
				No Lembar
				05
				Jlm. Lembar
			2015	15



DENAH LANTAI - 2

Skala 1 : 200



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN  
PROVINSI SUMATERA BARAT  
Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
LPMP SUMBAR

PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)

LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,

Kepala  
Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan  
Sumatera Barat

Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd  
NIP. 19621010 198602 1 002

Pejabat Pembuat  
Komitmen

HERRY HERLAMBAANG  
NIP. 19770924 200112 1 003

Pengelola Teknis Proyek  
DPU Prov. Sumbar

Ir. APRIMENSYAH, MM, SP  
NIP. 19620420 199203 1 006



PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT  
CONSULTANT ENGINEERING  
Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190

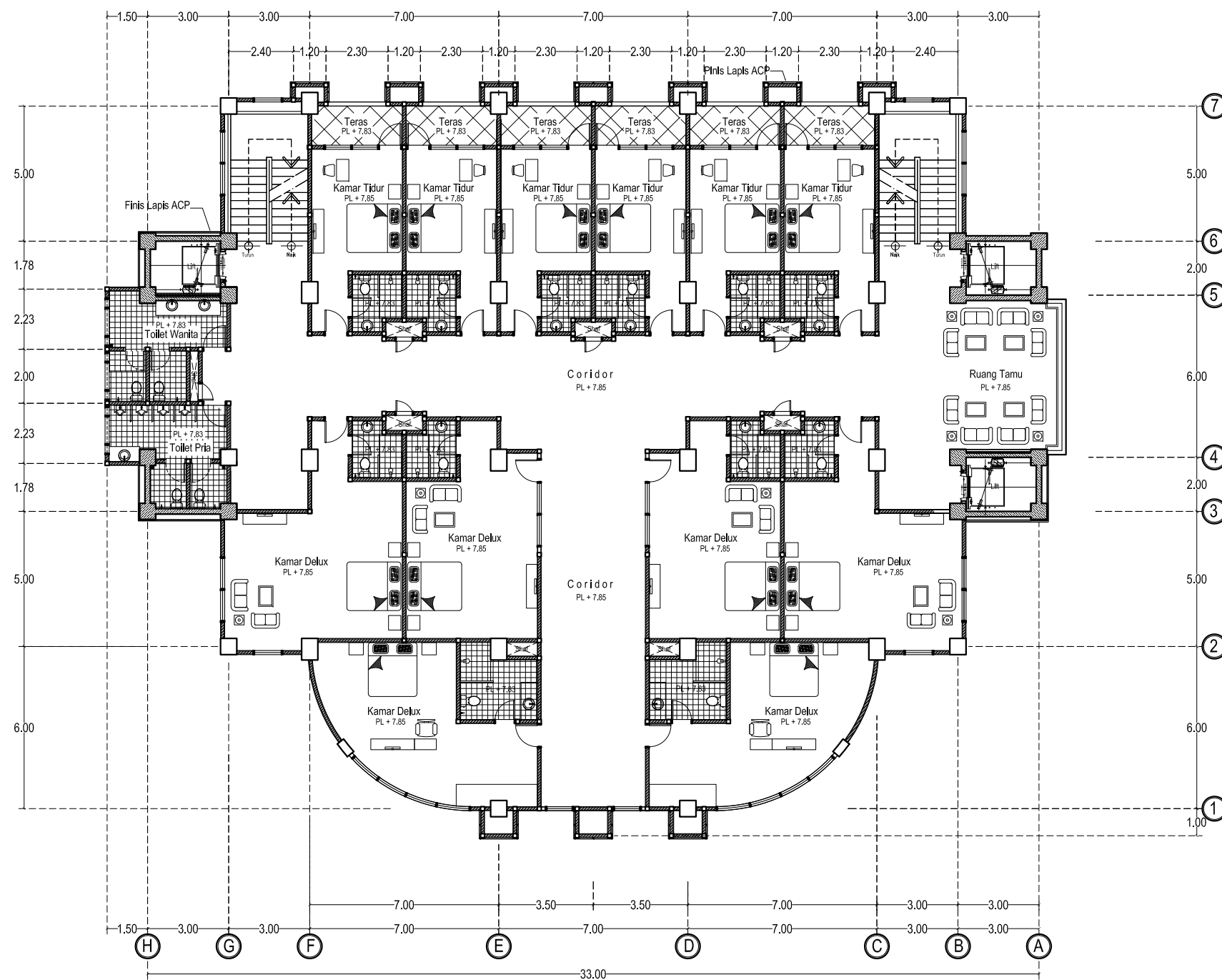
Team Leader Agus, Msc

Arsitek Eldin, ST

Konstruktur Ir. Mhd. Ridwan, MT

Digambar Budi Rahman, ST

NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	Keterangan :	Kode. gbr
06	DENAH LT. 2	1 : 200		Ars
				No Lembar
				06
				Jlm. Lembar
			2015	15



**DENAH LANTAI - 3**

Skala 1 : 200



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN**  
**PROVINSI SUMATERA BARAT**  
 Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
 LPMP SUMBAR

PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
 BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)

LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,

Kepala  
 Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan  
 Sumatera Barat

Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd  
 NIP. 19621010 198602 1 002

Pejabat Pembuat  
 Komitmen

HERRY HERLAMBAANG  
 NIP. 19770924 200112 1 003

Pengelola Teknis Proyek  
 DPU Prov. Sumbar

Ir. APRIMENSYAH, MM. SP  
 NIP. 19620420 199203 1 006



**PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT**  
**CONSULTANT ENGINEERING**  
 Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190

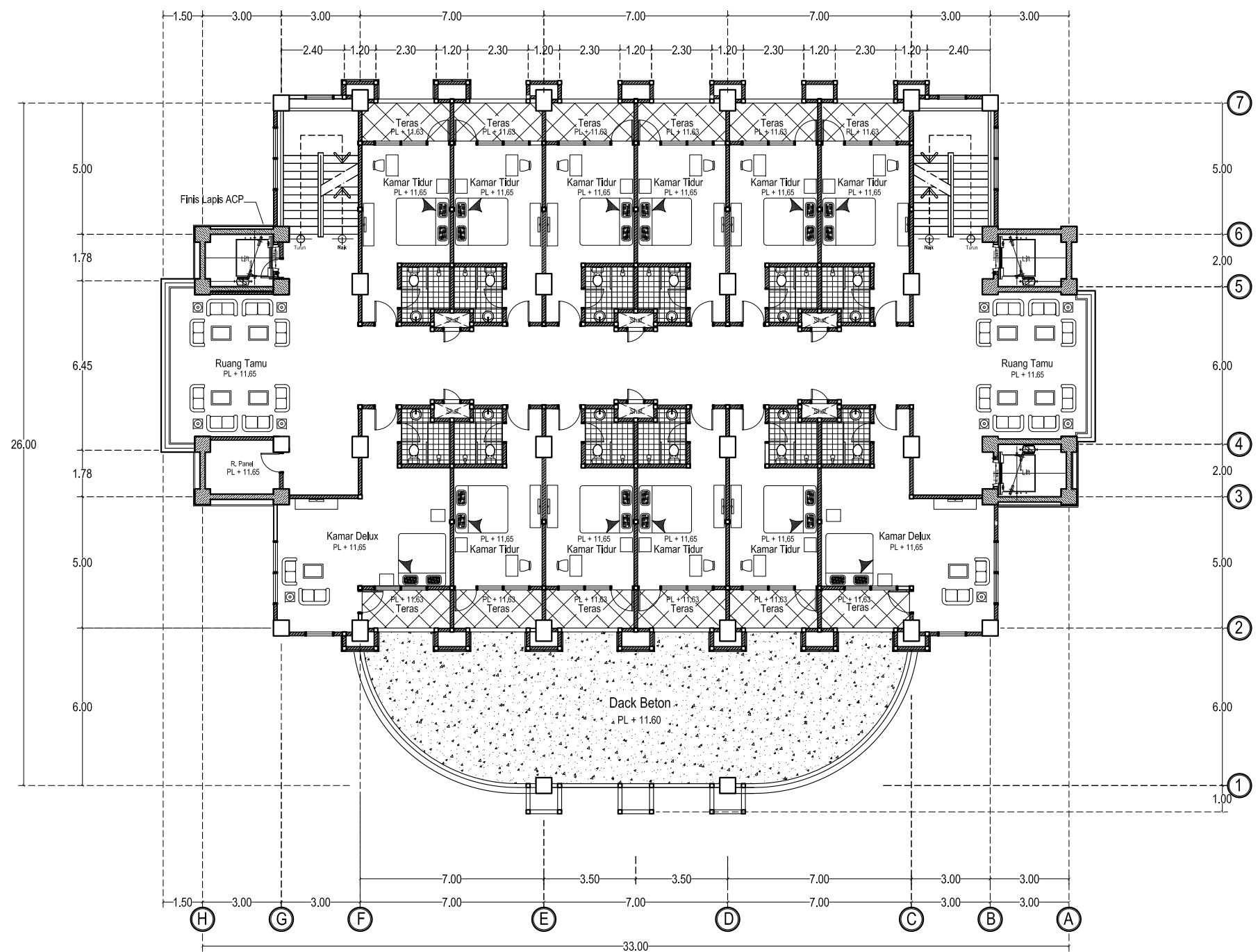
Team Leader Agus, Msc

Arsitek Eldin, ST

Konstruktur Ir. Mhd. Ridwan, MT


Digambar Budi Rahman, ST

NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	Keterangan :	Kode. gbr
07	DENAH LT. 3	1 : 200		Ars
				No Lembar
				07
				Jlm. Lembar
			2015	15




**DENAH LANTAI - 4**

Skala 1 : 200

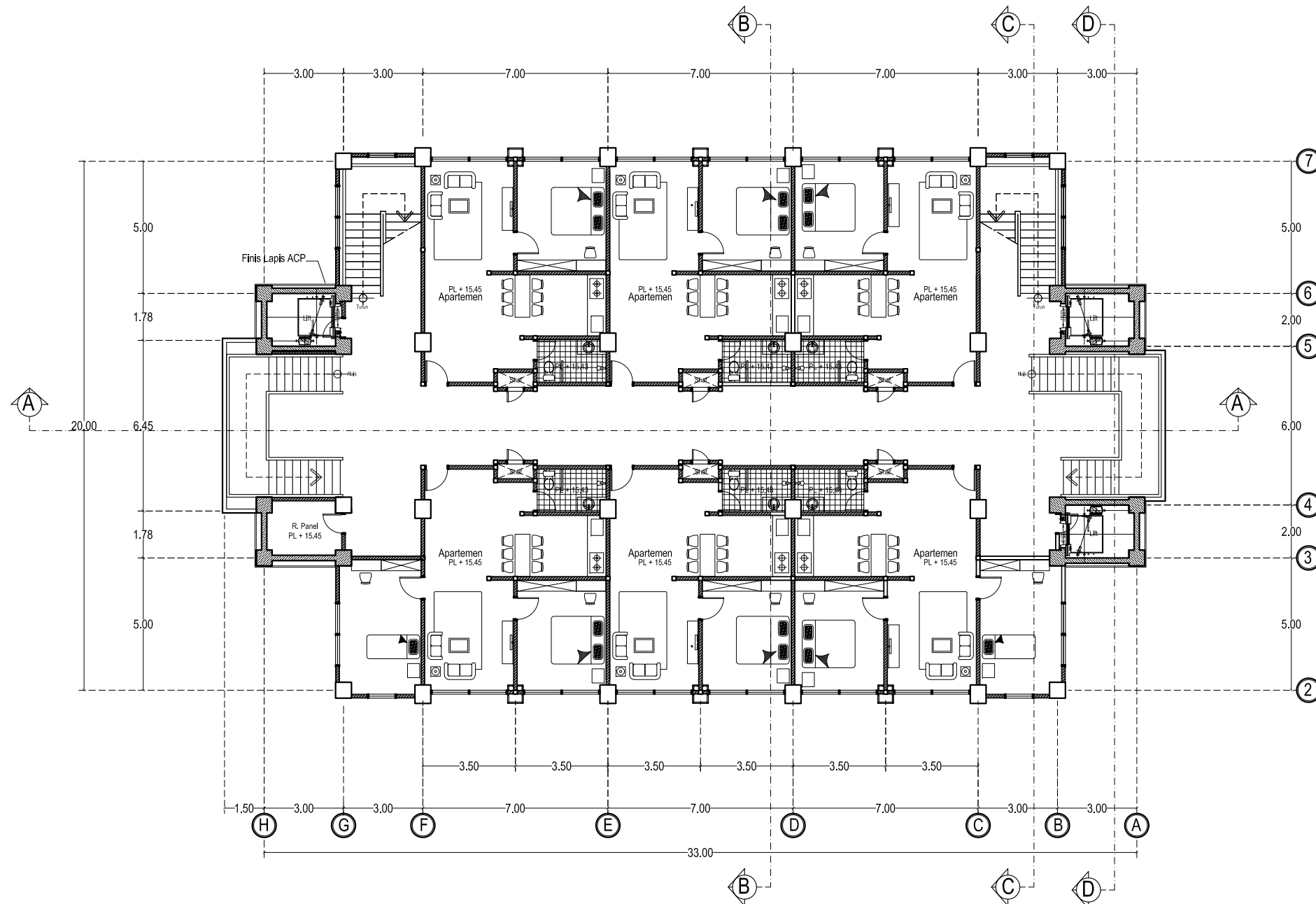

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN**  
**PROVINSI SUMATERA BARAT**  
 Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302  
 KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
 LPMP SUMBAR  
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
 BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)  
 LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,

Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat  Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	Pejabat Pembuat Komitmen  HERRY HERLAMBAANG NIP. 19770924 200112 1 003	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar  Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006
--	--	--


**PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT**  
**CONSULTANT ENGINEERING**  
 Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190  
 Team Leader Agus, Msc  
 Arsitek Eldin, ST  
 Konstruktor Ir. Mhd. Ridwan, MT  
 Digambar Budi Rahman, ST

NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	Keterangan :	Kode. gbr
	08			DENAH LT. 4
				No Lembar
				08
				Jlm. Lembar
			2015	15



**DENAH LANTAI - 5**

Skala 1 : 200



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN  
PROVINSI SUMATERA BARAT**  
Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
LPMP SUMBAR

PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)

LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,

Kepala  
Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan  
Sumatera Barat

Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd  
NIP. 19621010 198602 1 002

Pejabat Pembuat  
Komitmen

HERRY HERLABANG  
NIP. 19770924 200112 1 003

Pengelola Teknis Proyek  
DPU Prov. Sumbar

Ir. APRIMENSYAH, MM. SP  
NIP. 19620420 199203 1 006



**PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT  
CONSULTANT ENGINEERING**  
Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190

Team Leader Agus, Msc

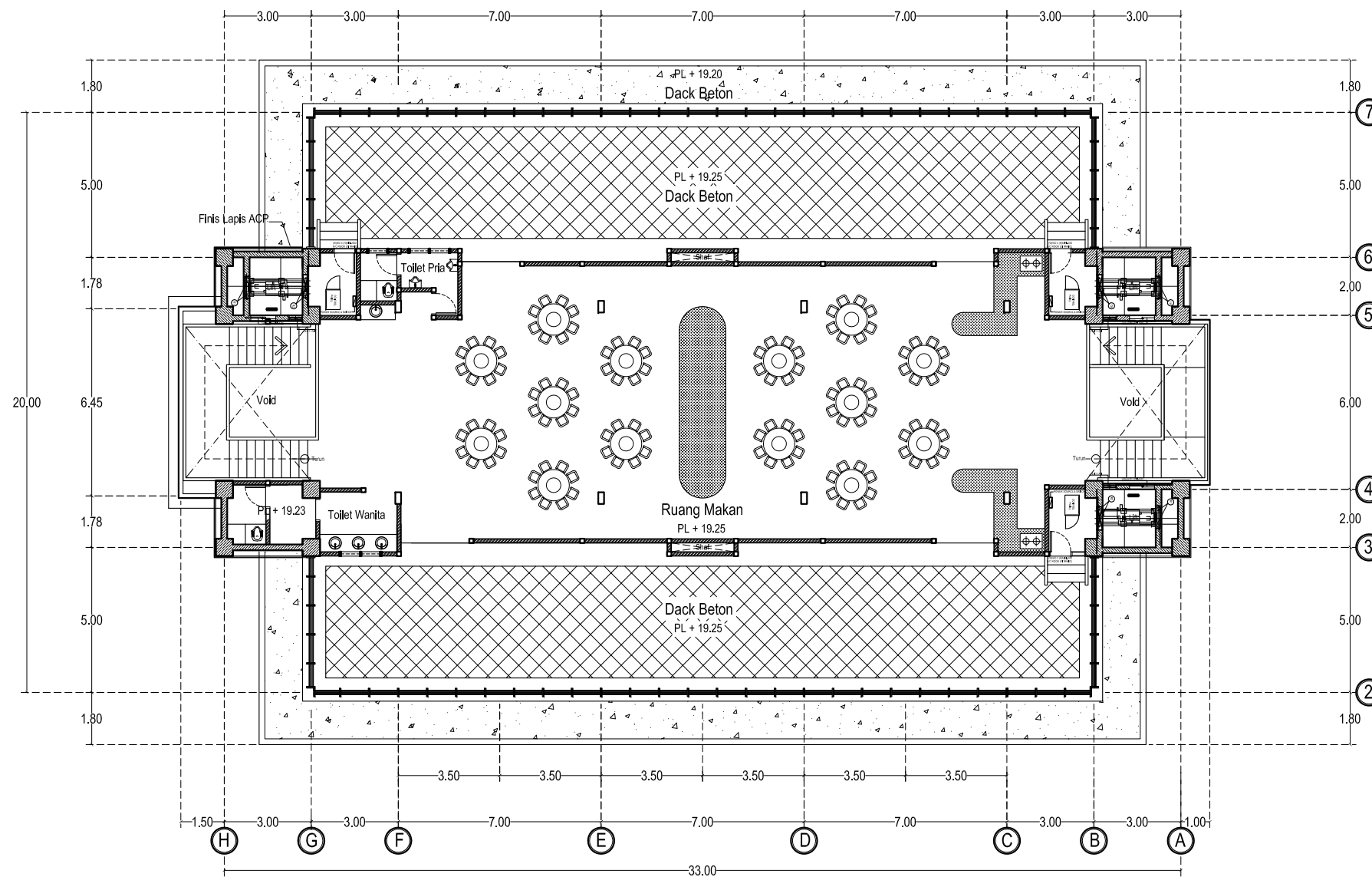
Arsitek Eldin, ST

Konstruktur Ir. Mhd. Ridwan, MT

Digambar Budi Rahman, ST


NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	Keterangan :	Kode. gbr
09	DENAH ASRAMA LT. 5	1 : 200		Ars
				No Lembar
				10
				Jlm. Lembar
			2015	15






**DENAH LANTAI DACK**

Skala 1 : 200

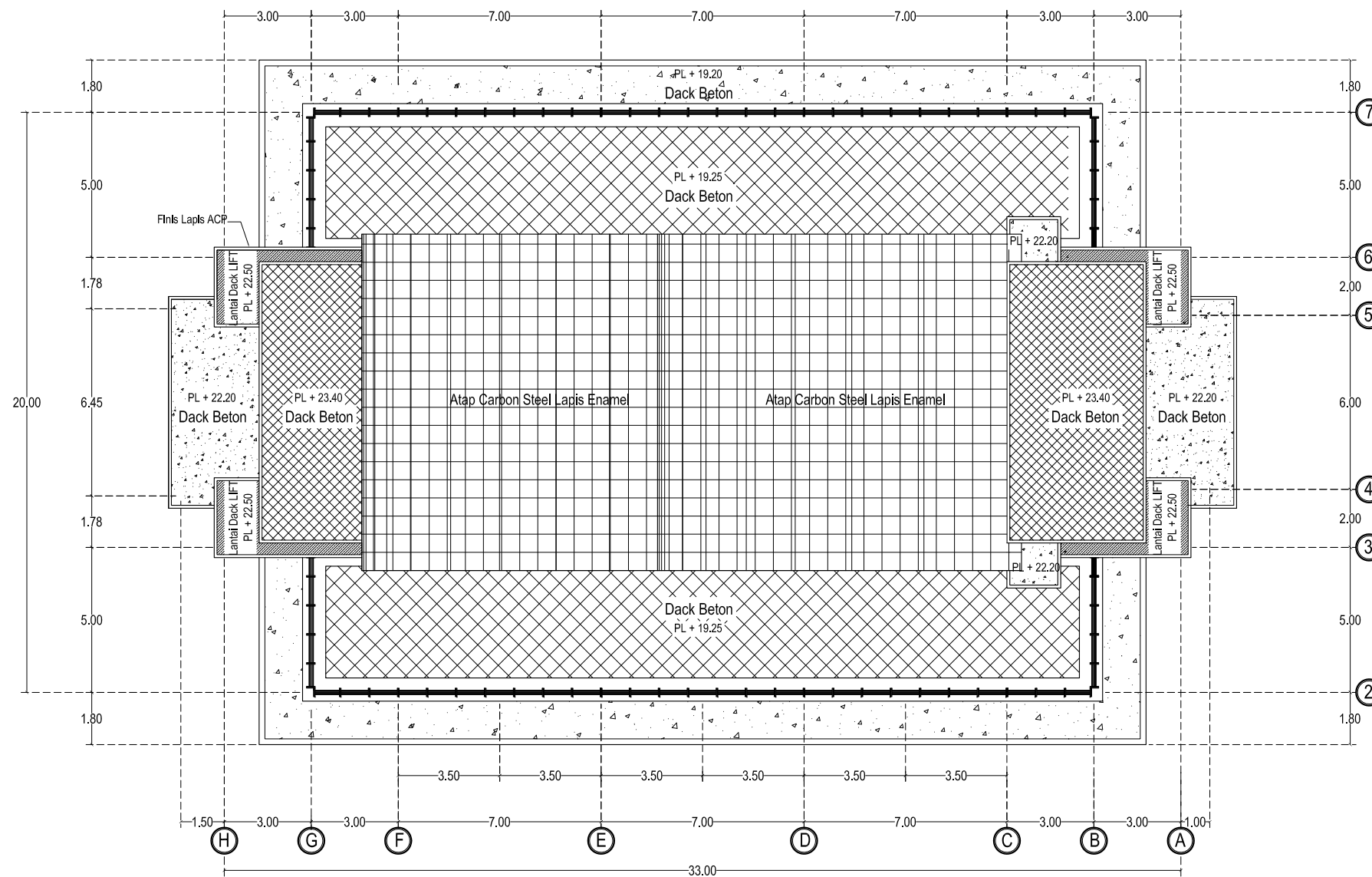

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN**  
**PROVINSI SUMATERA BARAT**  
 Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302  
 KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
 LPMP SUMBAR  
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
 BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)  
 LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,

Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat  Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	Pejabat Pembuat Komitmen  HERRY HERLABANG NIP. 19770924 200112 1 003	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar  Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006
--	--	--



**PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT**  
**CONSULTANT ENGINEERING**  
 Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190  
 Team Leader : Agus, Msc  
 Arsitek : Eldin, ST  
 Konstruktor : Ir. Mhd. Ridwan, MT  
 Digambar : Budi Rahman, ST

NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	Keterangan :	Kode. gbr
	10			DENAH LT. CACK
				No Lembar
				10
				Jlm. Lembar
				15
			2015	




**DENAH DACK BETON & ATAP**

Skala 1 : 200

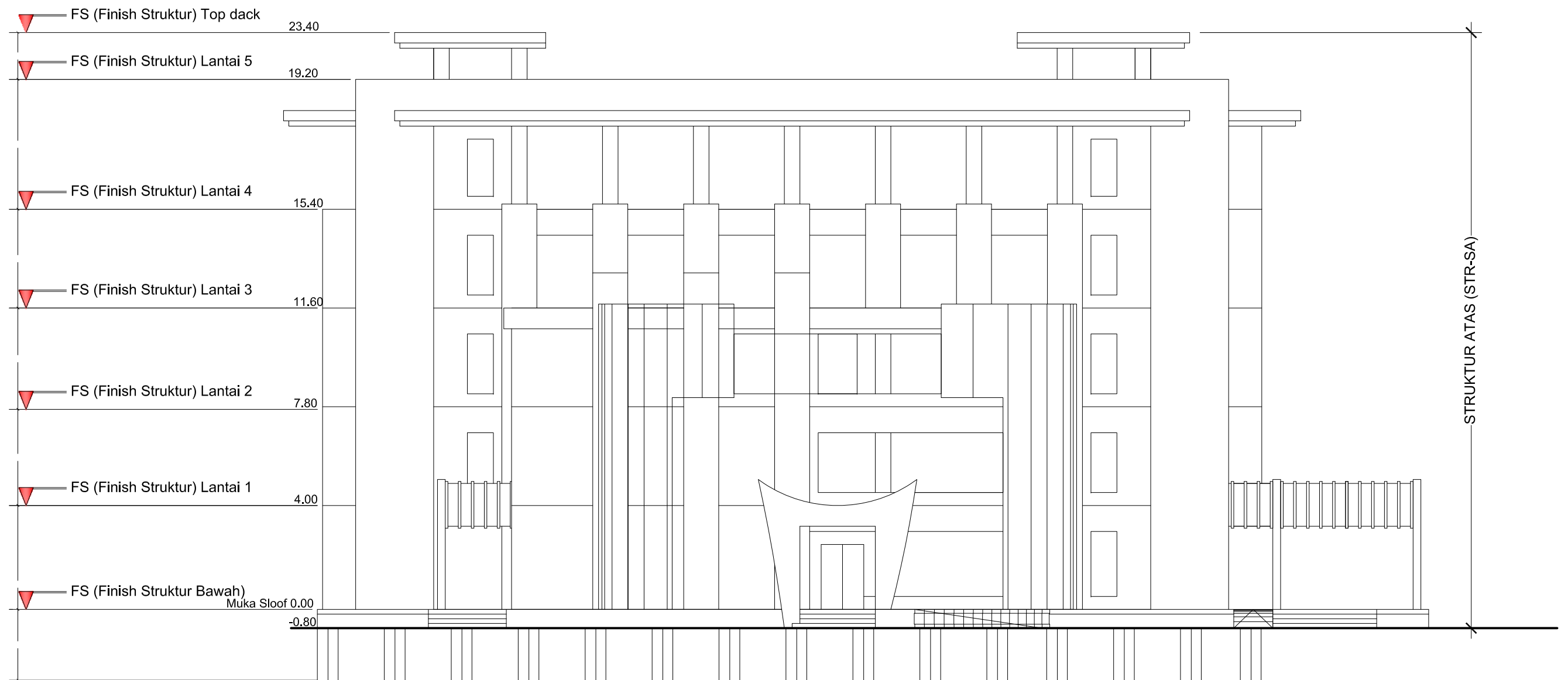

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN**  
**PROVINSI SUMATERA BARAT**  
 Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302  
 KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
 LPMP SUMBAR  
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
 BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)  
 LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,

Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat  Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	Pejabat Pembuat Komitmen  HERRY HERLAMBAANG NIP. 19770924 200112 1 003	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar  Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006
--	--	--

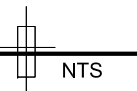

**PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT**  
**CONSULTANT ENGINEERING**  
 Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190  
 Team Leader : Agus, Msc  
 Arsitek : Eldin, ST  
 Konstruktor : Ir. Mhd. Ridwan, MT  
 Digambar : Budi Rahman, ST


NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	Keterangan :	Kode. gbr
	11			DENAH LT. DACK BETON & ATAP
No Lembar				
Jlm. Lembar				
			2015	15



### Sistim Penggambaran Struktur Secara Umum

SKALA

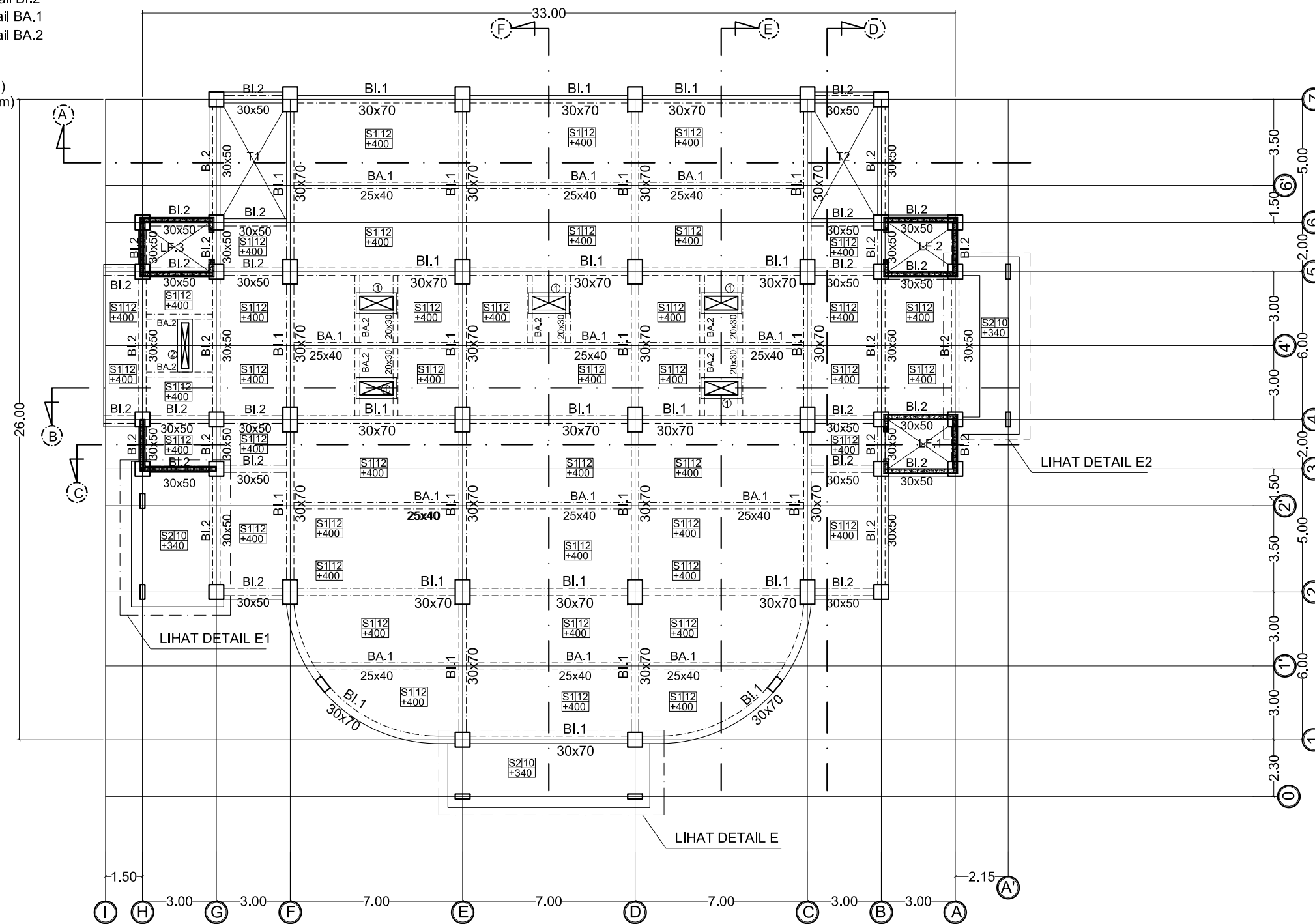


 <p><b>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN</b>  <b>LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN</b>  <b>PROVINSI SUMATERA BARAT</b>          Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131          Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302</p>	DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,			 <p><b>PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT</b>  <b>CONSULTANT ENGINEERING</b>          Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190</p>	NO 07	JUDUL GAMBAR SISTIM PENGAMBARAN STRUKTUR SECARA UMUM	SKALA 1 : 250	Keterangan : Mutu Beton Fc' 26,4 MPa Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	Kode. gbr <b>STR-SA</b> No Lembar <b>01</b> Jlm. Lembar <b>142</b>
	Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat  <u>Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd</u> NIP. 19621010 198602 1 002	Pejabat Pembuat Komitmen  <b>HERRY HERLAMBAANG</b> NIP. 19770924 200112 1 003	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar  <b>Ir. APRIMENSYAH, MM. SP</b> NIP. 19620420 199203 1 006						

**Keterangan:**



- BI.1 = Balok Induk Type 1, Lihat Detail BI.1
- BI.2 = Balok Induk Type 2, Lihat Detail BI.2
- BA.1 = Balok Anak Type 1, Lihat Detail BA.1
- BA.2 = Balok Anak Type 2, Lihat Detail BA.2

- Kode Struktur Plat Lantai
- S1112 / +400 Tebal Struktur Plat Lantai (cm)
- +400 Elevasi Struktur Plat Lantai (cm)
- ① = Shaft 1 (Lihat Detail)
- ② = Shaft 2 (Lihat Detail)
- ⑤ = Shaft 5 (Lihat Detail)



**DENAH STRUKTUR BALOK DAN PLAT LANTAI 1**

Skala 1 : 200

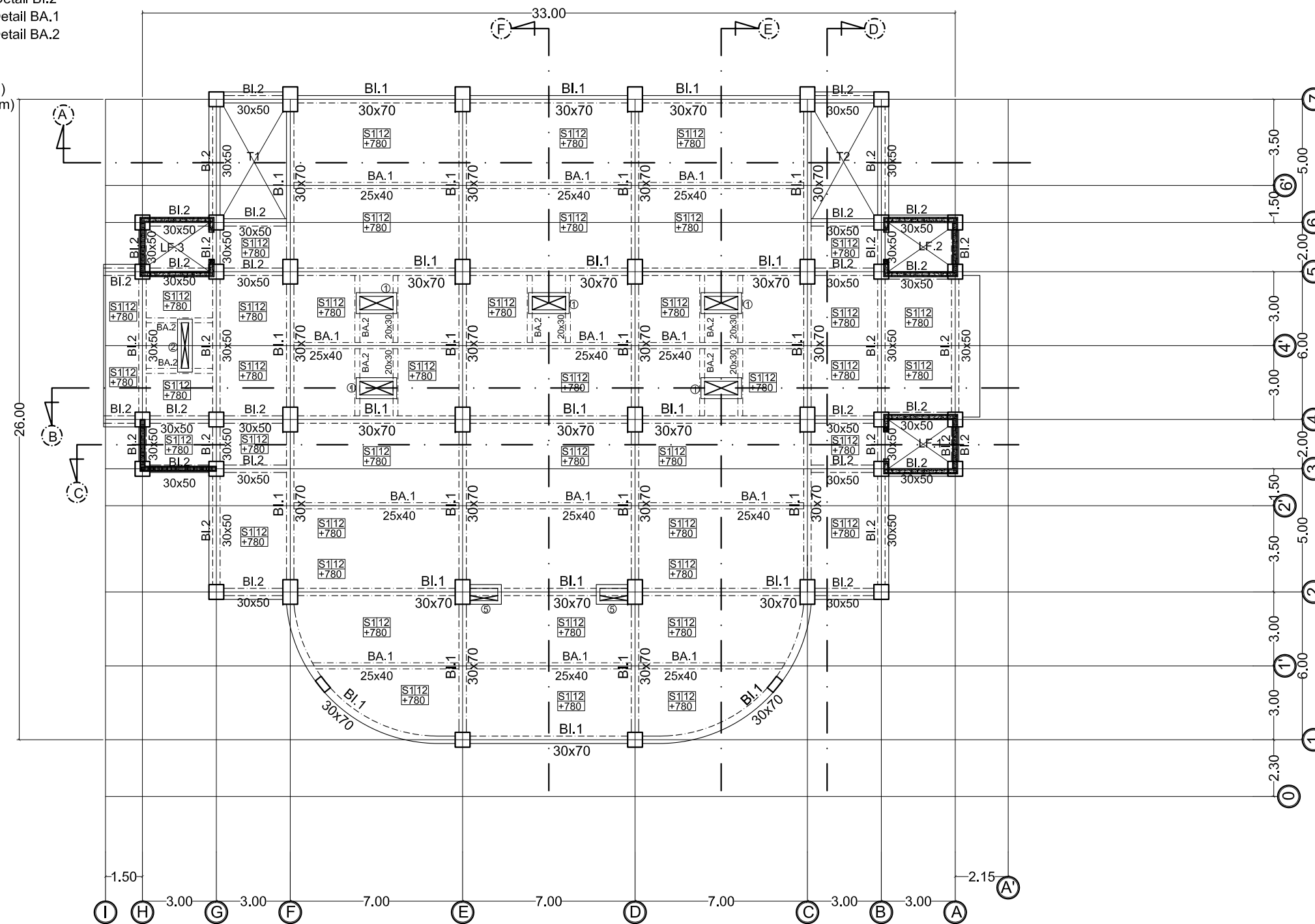
 <p><b>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN</b>  <b>LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN</b>  <b>PROVINSI SUMATERA BARAT</b>          Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131          Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302</p>	DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,			 <p><b>PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT</b>  <b>CONSULTANT ENGINEERING</b>          Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190</p>	NO <b>33</b>	JUDUL GAMBAR <b>DENAH STRUKTUR BALOK DAN PLAT LANTAI 1</b>	SKALA <b>1 : 200</b>	Keterangan : Mutu Beton Fc' 26,4 MPa Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	Kode. gbr <b>STR-SA</b>
	Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat  Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	Pejabat Pembuat Komitmen  HERRY HERLAMBAANG NIP. 19770924 200112 1 003	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar  Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006						Team Leader Agus, Msc Arsitek Eldin, ST Konstruktur Ir. Mhd. Ridwan, MT Digambar Budi Rahman, ST
KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LPMP SUMBAR PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA BLOK A TAHAP I (STRUKTUR) LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG								MARET 2015	

**Keterangan:**

- Bl.1 = Balok Induk Type 1, Lihat Detail Bl.1
- Bl.2 = Balok Induk Type 2, Lihat Detail Bl.2
- BA.1 = Balok Anak Type 1, Lihat Detail BA.1
- BA.2 = Balok Anak Type 2, Lihat Detail BA.2

- Kode Struktur Plat Lantai
- S1112 +780 Tebal Struktur Plat Lantai (cm)
- Elevasi Struktur Plat Lantai (cm)

- ① = Shaft 1 (Lihat Detail)
- ② = Shaft 2 (Lihat Detail)
- ⑤ = Shaft 5 (Lihat Detail)



**DENAH STRUKTUR BALOK DAN PLAT LANTAI 2**

Skala 1 : 200

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN**  
**PROVINSI SUMATERA BARAT**  
 Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
 LMPM SUMBAR  
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
 BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)  
 LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,

Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat	Pejabat Pembuat Komitmen	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar
Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	HERRY HERLAMBAANG NIP. 19770924 200112 1 003	Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006

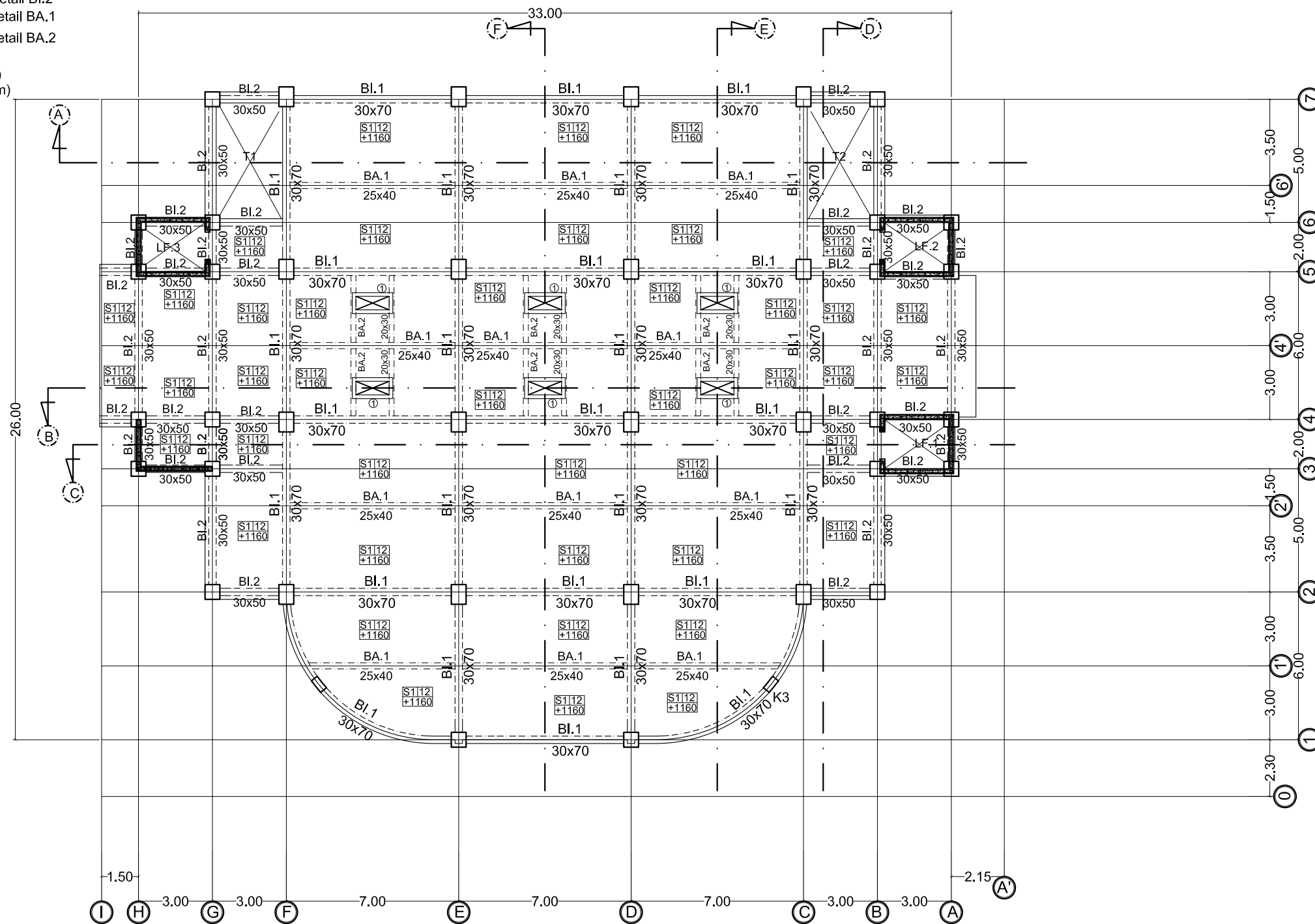
**PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT**  
**CONSULTANT ENGINEERING**  
 Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190

Team Leader	Agus, Msc	<i>Agus</i>
Arsitek	Eldin, ST	<i>Eldin</i>
Konstruktur	Ir. Mhd. Ridwan, MT	<i>MR</i>
Digambar	Budi Rahman, ST	<i>Budi</i>

NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	Keterangan :	Kode. gbr
34	DENAH STRUKTUR BALOK DAN PLAT LANTAI 2	1 : 200	Mutu Beton Fc' 26,4 MPa Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	STR-SA
				No Lembar
				28
				Jlm. Lembar
			MARET 2015	142

**Keterangan:**

- Bl.1 = Balok Induk Type 1, Lihat Detail Bl.1
- Bl.2 = Balok Induk Type 2, Lihat Detail Bl.2
- BA.1 = Balok Anak Type 1, Lihat Detail BA.1
- BA.2 = Balok Anak Type 2, Lihat Detail BA.2
- Kode Struktur Plat Lantai
- S1112 +1160 Tebal Struktur Plat Lantai (cm)
- Elevasi Struktur Plat Lantai (cm)
- ① = Shaft 1 (Lihat Detail)



**DENAH STRUKTUR BALOK DAN PLAT LANTAI 3**

Skala 1 : 200

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN**  
**PROVINSI SUMATERA BARAT**  
 Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
 LPM SUMBAR  
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
 BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)  
 LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

**DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,**

Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat	Pejabat Pembuat Komitmen	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar
Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	HERRY HERLAMBAANG NIP. 19770924 200112 1 003	Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006

**PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT**  
**CONSULTANT ENGINEERING**  
 Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190

Team Leader	Agus, Msc	<i>Agus</i>
Arsitek	Eldin, ST	<i>Eldin</i>
Konstruktur	Ir. Mhd. Ridwan, MT	<i>MR</i>
Digambar	Budi Rahman, ST	<i>Budi</i>

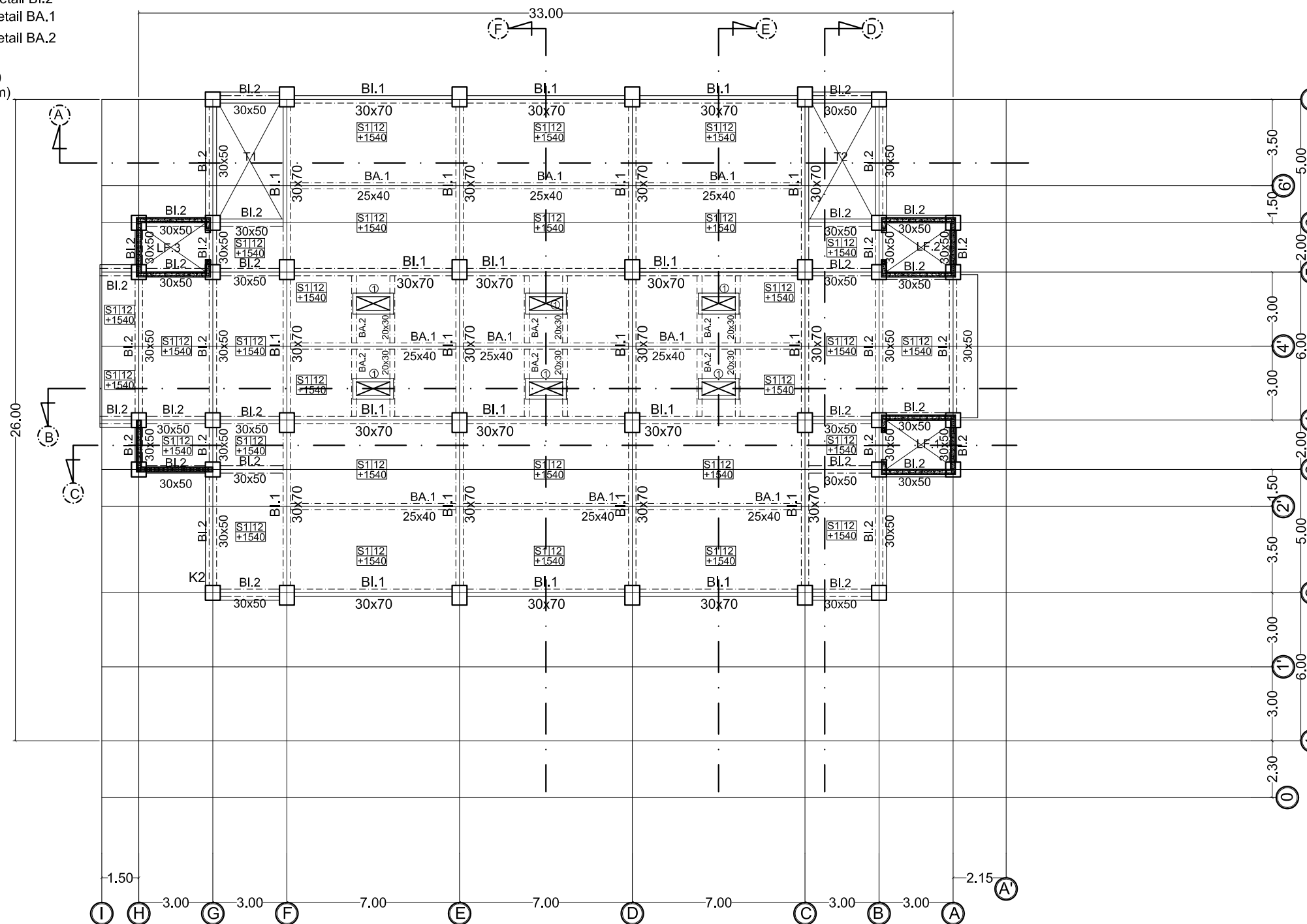
NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	Keterangan :	Kode. gbr
35	DENAH STRUKTUR BALOK DAN PLAT LANTAI 3	1 : 200	Mutu Beton Fc' 26,4 MPa Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	<b>STR-SA</b>
				No Lembar
				<b>29</b>
				Jlm. Lembar
			<b>MARET 2015</b>	<b>142</b>

**Keterangan:**

- Bl.1 = Balok Induk Type 1, Lihat Detail Bl.1
- Bl.2 = Balok Induk Type 2, Lihat Detail Bl.2
- BA.1 = Balok Anak Type 1, Lihat Detail BA.1
- BA.2 = Balok Anak Type 2, Lihat Detail BA.2

- Kode Struktur Plat Lantai
- S1112 Tebal Struktur Plat Lantai (cm)
- +1540 Elevasi Struktur Plat Lantai (cm)

① = Shaft 1 (Lihat Detail)



**DENAH STRUKTUR BALOK DAN PLAT LANTAI 4**

Skala 1 : 200

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN**  
**PROVINSI SUMATERA BARAT**  
 Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
 LMP SUMBAR  
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
 BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)  
 LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,

Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat	Pejabat Pembuat Komitmen	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar
Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	HERRY HERLAMBAANG NIP. 19770924 200112 1 003	Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006

**PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT**  
**CONSULTANT ENGINEERING**  
 Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190

Team Leader	Agus, Msc	<i>Agus</i>
Arsitek	Eldin, ST	<i>Eldin</i>
Konstruktur	Ir. Mhd. Ridwan, MT	<i>MR</i>
Digambar	Budi Rahman, ST	<i>Budi</i>

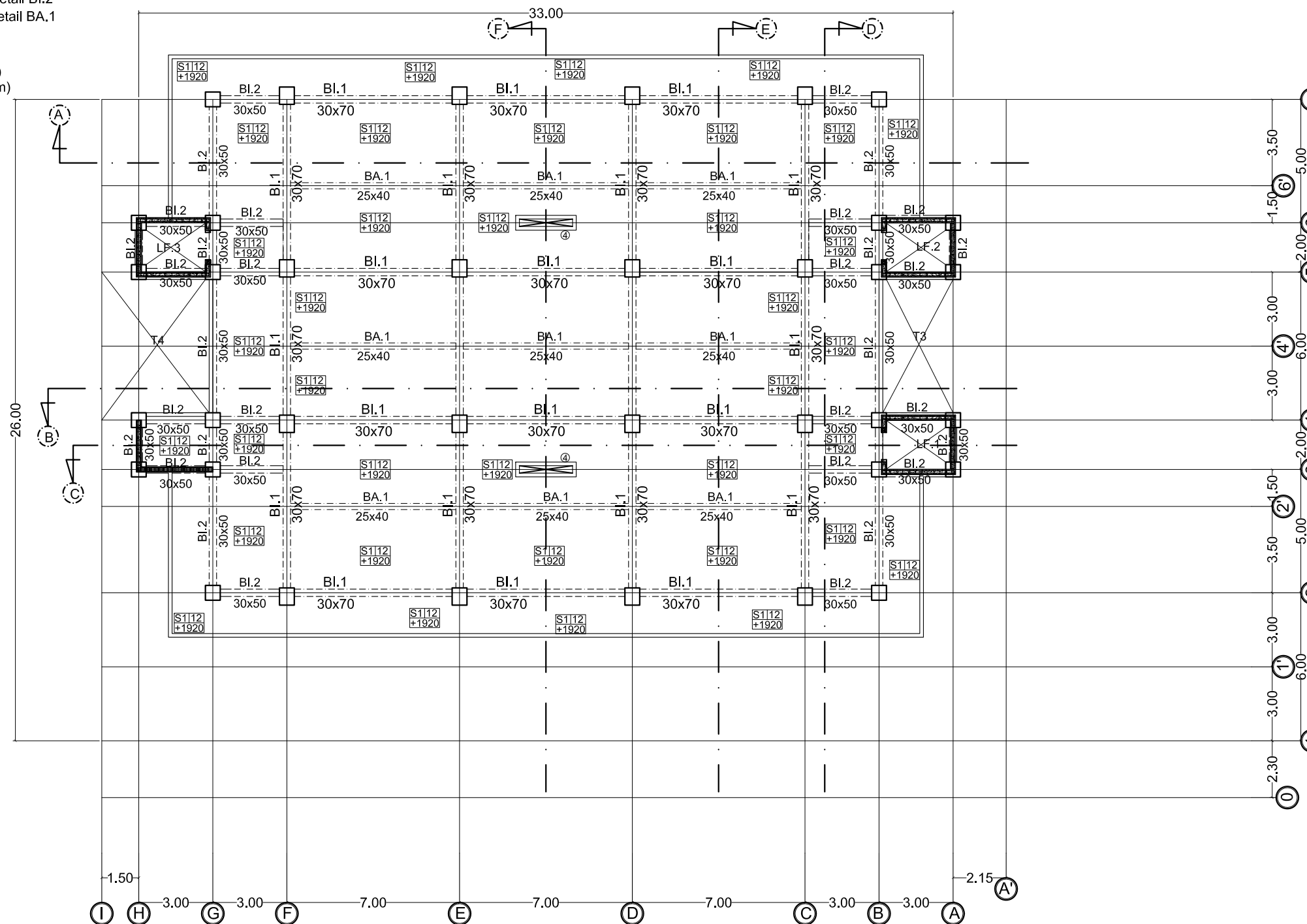
NO <b>36</b>	JUDUL GAMBAR <b>DENAH STRUKTUR BALOK DAN PLAT LANTAI 4</b>	SKALA <b>1 : 200</b>	Keterangan :	Kode. gbr
			Mutu Beton Fc' 26,4 MPa	<b>STR-SA</b>
			Bekisting Kualitas Beton Ekspose	No Lembar
			Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa	<b>30</b>
Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	Jlm. Lembar	<b>142</b>	<b>MARET 2015</b>	

**Keterangan:**

- Bl.1 = Balok Induk Type 1, Lihat Detail Bl.1
- Bl.2 = Balok Induk Type 2, Lihat Detail Bl.2
- BA.1 = Balok Anak Type 1, Lihat Detail BA.1

- Kode Struktur Plat Lantai
- Tebal Struktur Plat Lantai (cm)
- Elevasi Struktur Plat Lantai (cm)

④ = Shaft 5 (Lihat Detail)



**DENAH STRUKTUR BALOK DAN PLAT LANTAI 5**

Skala 1 : 200

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN**  
**PROVINSI SUMATERA BARAT**  
 Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
 LMP SUMBAR  
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
 BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)  
 LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,

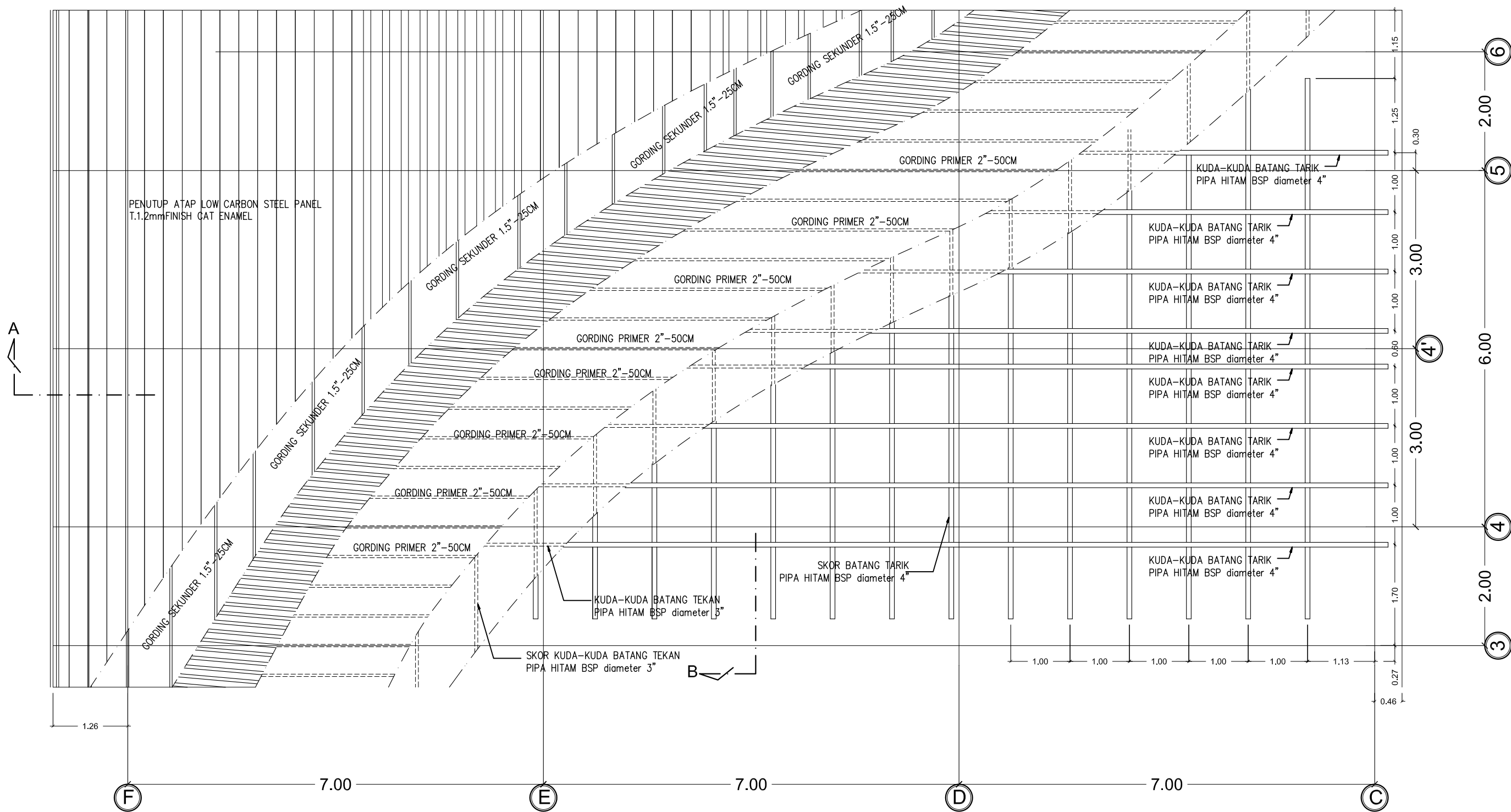
Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat	Pejabat Pembuat Komitmen	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar
Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	HERRY HERLAMBAANG NIP. 19770924 200112 1 003	Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006

**PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT**  
**CONSULTANT ENGINEERING**  
 Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190

Team Leader	Agus, Msc	<i>Agus</i>
Arsitek	Eldin, ST	<i>Eldin</i>
Konstruktur	Ir. Mhd. Ridwan, MT	<i>MR</i>
Digambar	Budi Rahman, ST	<i>Budi</i>

NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	Keterangan :	Kode. gbr
37	DENAH STRUKTUR BALOK DAN PLAT LANTAI 5	1 : 200	Mutu Beton Fc' 26,4 MPa Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	STR-SA
				No Lembar
				31
				Jlm. Lembar
			MARET 2015	142

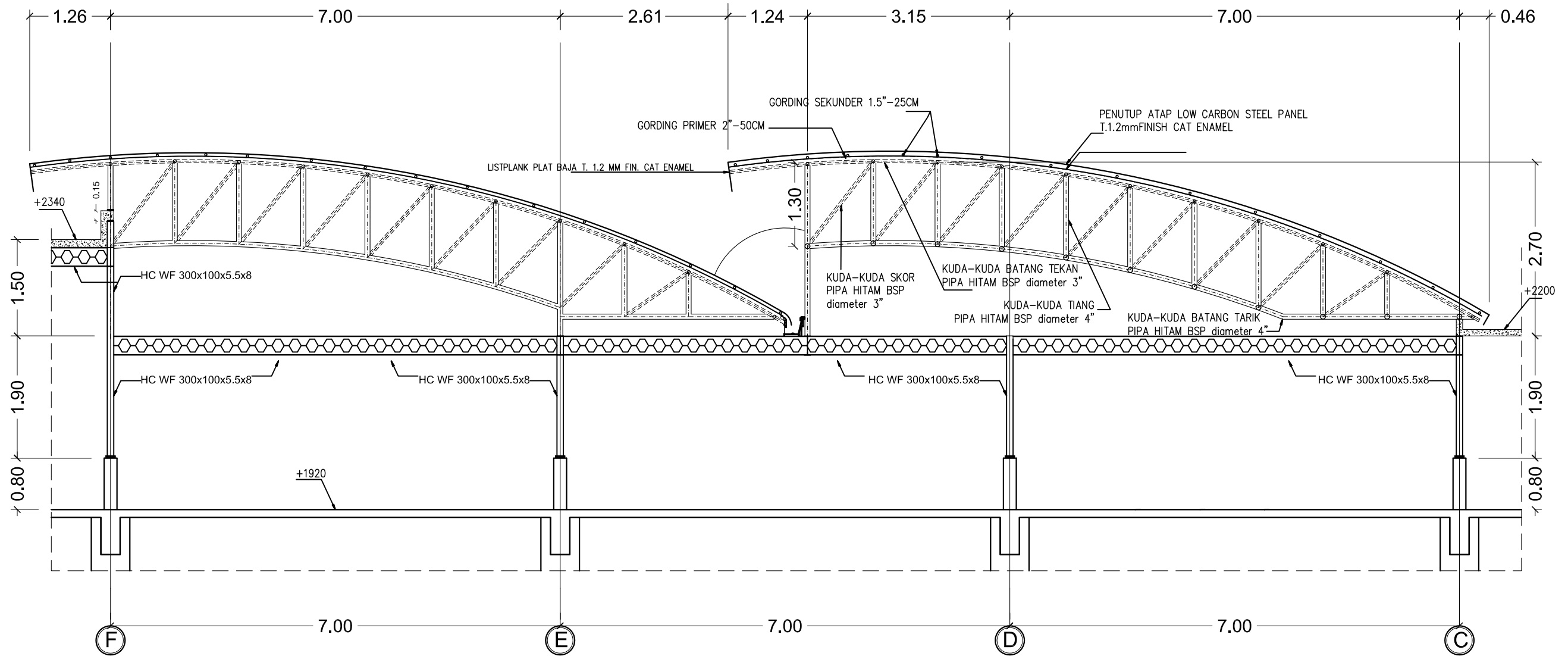




**DETAIL DENAH ATAP**

SKALA 1 : 70



<p><b>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN</b>  <b>LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN</b>  <b>PROVINSI SUMATERA BARAT</b>          Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131          Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302</p>	DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,			<p><b>PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT ENGINEERING</b>          Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190</p>	NO <b>44</b>	JUDUL GAMBAR <b>DETAIL DENAH ATAP</b>	SKALA <b>1 : 70</b>	Keterangan : Mutu Beton Fc' 26,4 MPa Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	Kode. gbr <b>STR-SA</b>
	Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat  Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	Pejabat Pembuat Komitmen  HERRY HERLAMANG NIP. 19770924 200112 1 003	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar  Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006						Team Leader Agus, Msc
KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LMPM SUMBAR PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA BLOK A TAHAP I (STRUKTUR) LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG	<b>MARET 2015</b>								

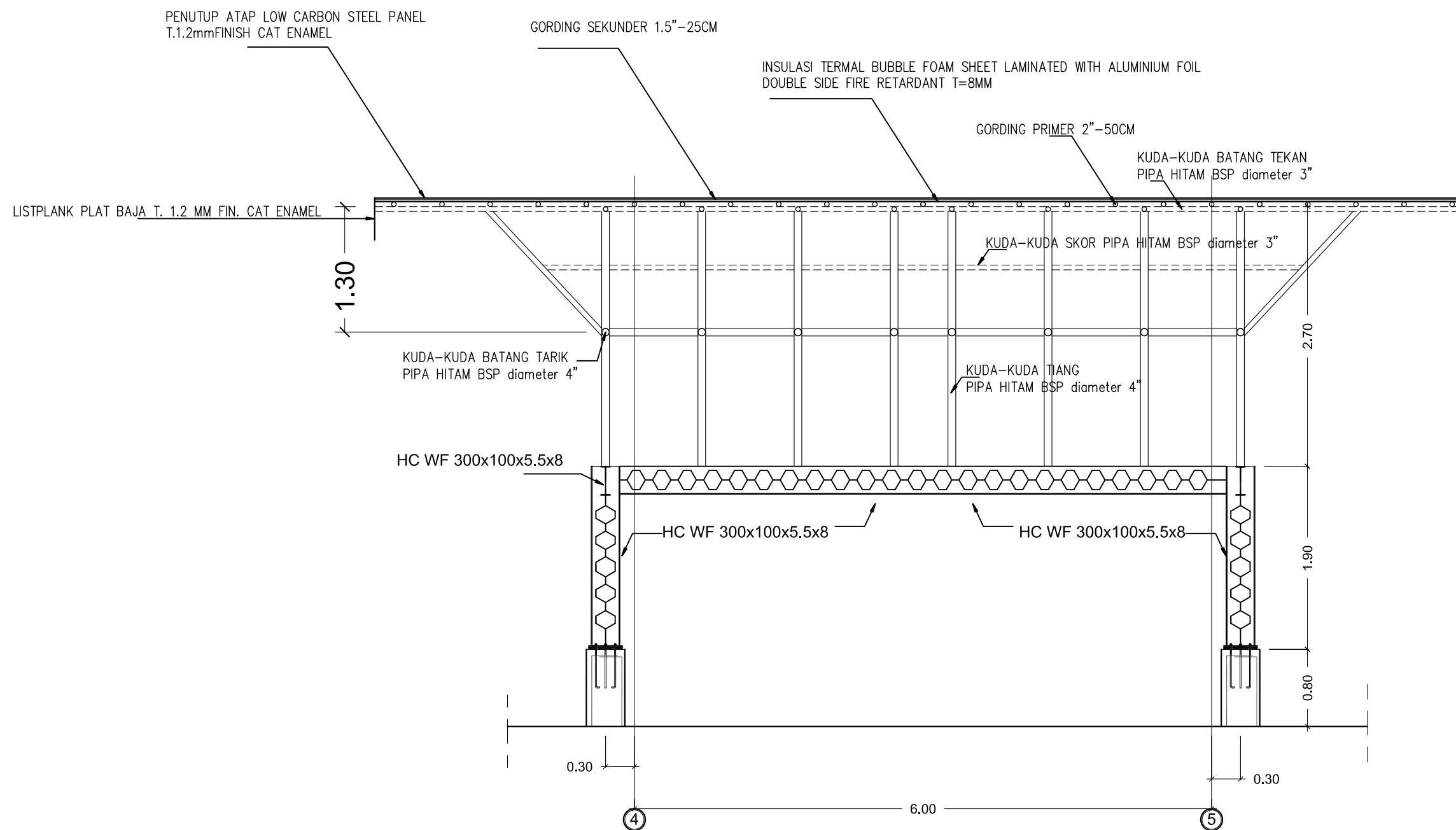


POTONGAN ATAP (A)

SKALA

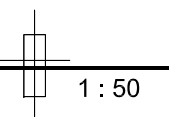
1 : 70



 <p><b>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN</b> <b>LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN</b> <b>PROVINSI SUMATERA BARAT</b> Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302</p>	DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,			 <p><b>PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT</b> <b>CONSULTANT ENGINEERING</b> Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190</p>	NO <b>45</b>	JUDUL GAMBAR <b>POTONGAN ATAP (A)</b>	SKALA <b>1 : 70</b>	Keterangan : Mutu Beton Fc' 26,4 MPa Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	Kode. gbr <b>STR-SA</b>
	Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat  Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	Pejabat Pembuat Komitmen  HERRY HERLAMBAH NIP. 19770924 200112 1 003	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar  Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006						Team Leader Agus, Msc <i>Agus</i>
KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LMP SUMBAR PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA BLOK A TAHAP I (STRUKTUR) LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG	<b>MARET 2015</b>								

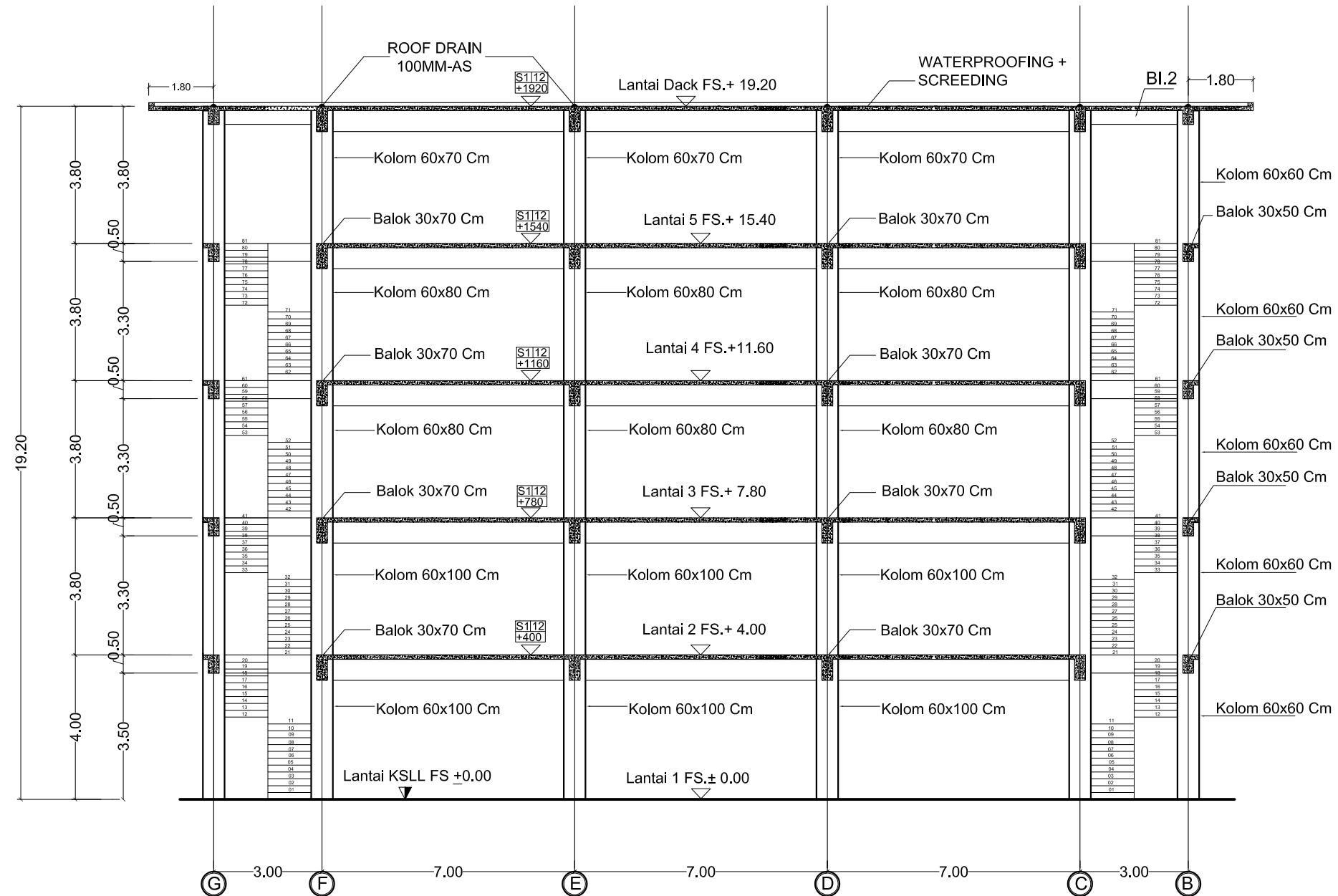


POTONGAN ATAP (B)

SKALA

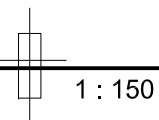


 <p> <b>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN</b>  <b>LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN</b>  <b>PROVINSI SUMATERA BARAT</b>          Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131          Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302       </p>	DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,			 <p> <b>PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT</b>  <b>CONSULTANT ENGINEERING</b>          Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190       </p>	NO <b>46</b>	JUDUL GAMBAR <b>POTONGAN ATAP (B)</b>	SKALA <b>1 : 50</b>	Keterangan : Mutu Beton Fc' 26,4 MPa Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	Kode. gbr <b>STR-SA</b>
	Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat  Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	Pejabat Pembuat Komitmen  HERRY HERLAMBAANG NIP. 19770924 200112 1 003	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar  Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006						Team Leader Agus, Msc Arsitek Eldin, ST Konstruktor Ir. Mhd. Ridwan, MT Digambar Budi Rahman, ST
KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LPMP SUMBAR PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA BLOK A TAHAP I (STRUKTUR) LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG								<b>MARET 2015</b>	

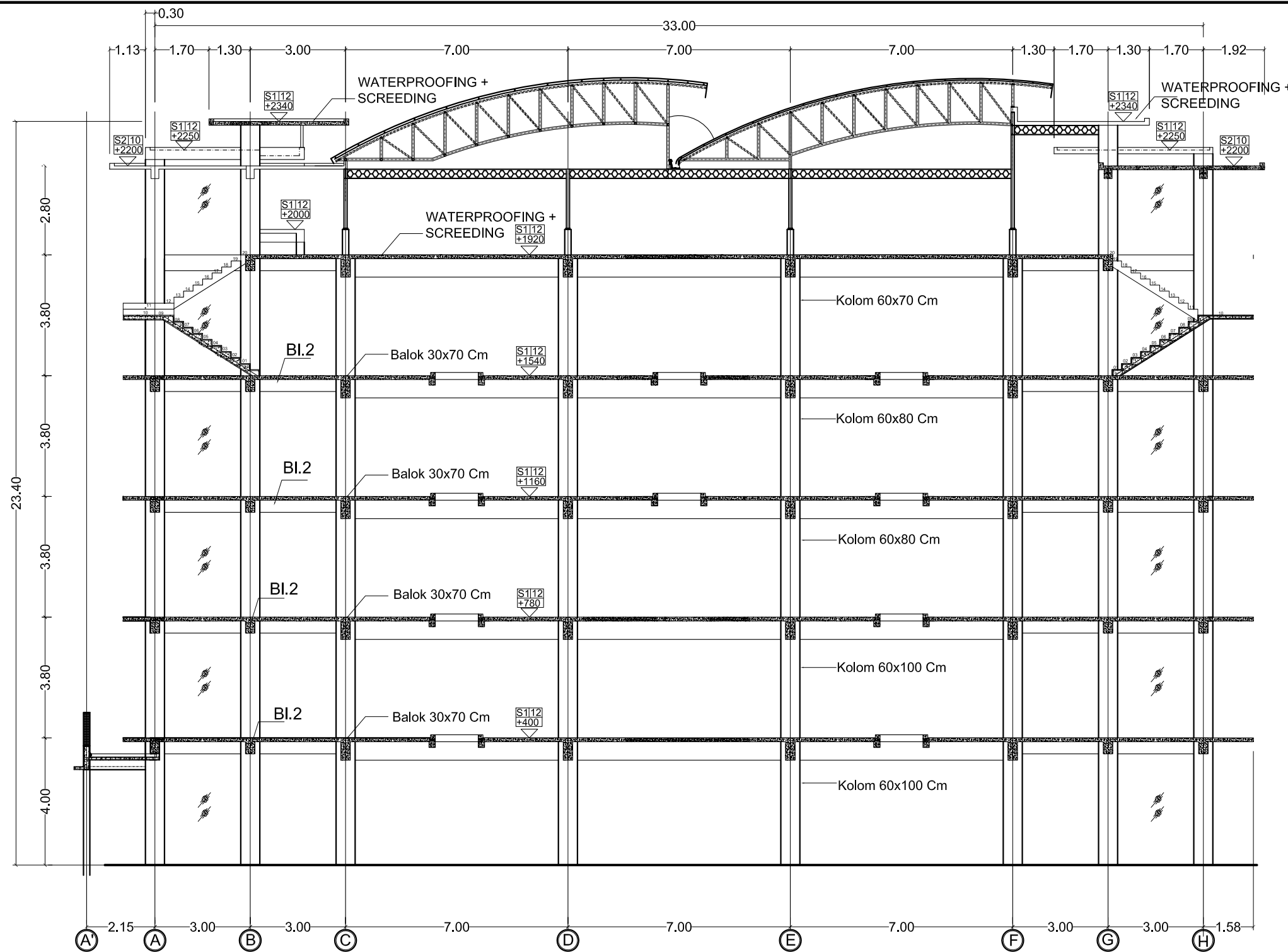


POTONGAN STRUKTUR A - A

Skala




<p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN PROVINSI SUMATERA BARAT Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302</p>	DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,			<p>PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT CONSULTANT ENGINEERING Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190</p>	NO <b>48</b>	JUDUL GAMBAR <b>POTONGAN STRUKTUR A-A</b>	SKALA <b>1 : 150</b>	Keterangan : Mutu Beton Fc' 26,4 MPa Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	Kode. gbr <b>STR-SA</b>
	<p>Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat</p> <p>Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002</p>	<p>Pejabat Pembuat Komitmen</p> <p>HERRY HERLAMBARANG NIP. 19770924 200112 1 003</p>	<p>Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar</p> <p>Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006</p>						<p>Team Leader</p> <p>Agus, Msc</p>
<p>KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LMP SUMBAR</p> <p>PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)</p> <p>LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG</p>								<p>MARET 2015</p>	



POTONGAN STRUKTUR B - B





Skala

1 : 150

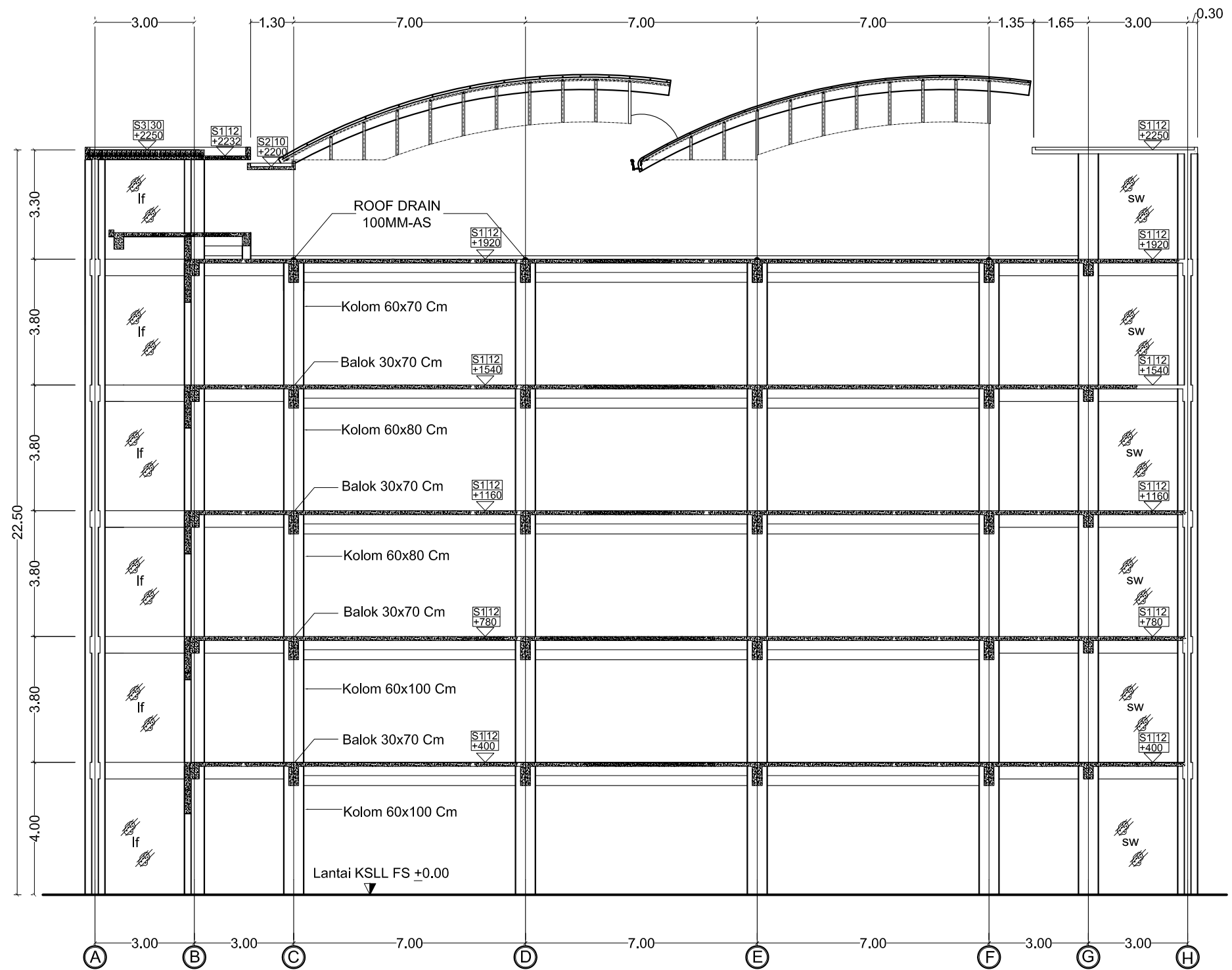

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN**  
**PROVINSI SUMATERA BARAT**  
 Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
 LMP SUMBAR  
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
 BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)  
 LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,		
Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat	Pejabat Pembuat Komitmen	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar
Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	HERRY HERLAMBAANG NIP. 19770924 200112 1 003	Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006

PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT CONSULTANT ENGINEERING		
Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190		
Team Leader	Agus, Msc	
Arsitek	Eldin, ST	
Konstruktur	Ir. Mhd. Ridwan, MT	
Digambar	Budi Rahman, ST	

NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	Keterangan :	Kode. gbr
49	POTONGAN STRUKTUR B-B	1 : 150	Mutu Beton $F_c' 26,4 \text{ MPa}$ Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan $\geq D10$ BJTD $F_y 400 \text{ MPa}$ Tulangan $< D10$ BJTP $F_y 240 \text{ MPa}$	STR-SA
				No Lembar
				43
				Jlm. Lembar
			MARET 2015	142



POTONGAN STRUKTUR C - C

Skala 1 : 150

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN**  
**PROVINSI SUMATERA BARAT**  
 Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131  
 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302

KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5  
 LMP SUMBAR  
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA  
 BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)  
 LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG

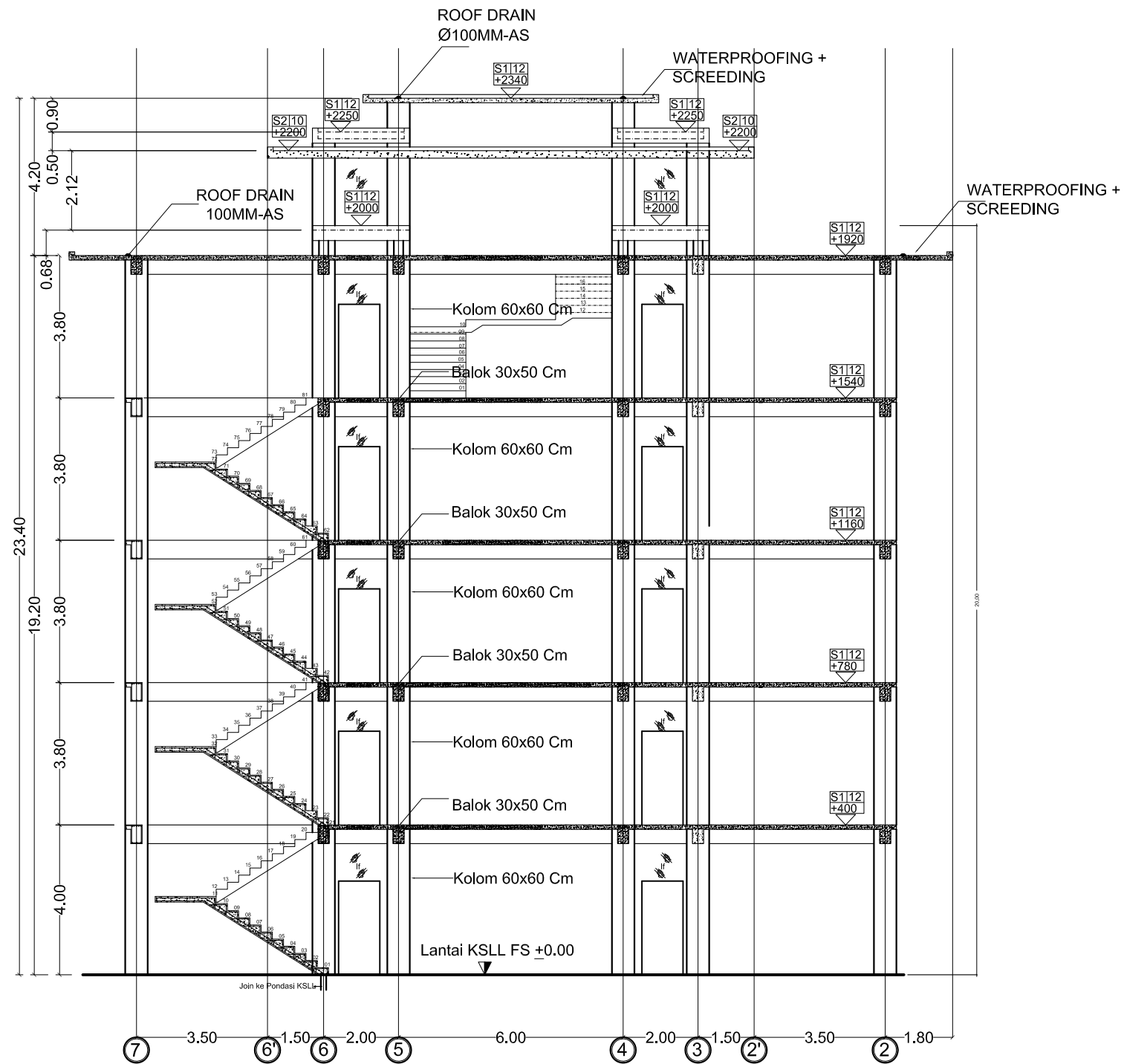
DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,

Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat	Pejabat Pembuat Komitmen	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar
Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	HERRY HERLAMBAANG NIP. 19770924 200112 1 003	Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006

**PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT**  
**CONSULTANT ENGINEERING**  
 Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190

Team Leader	Agus, Msc	<i>Agus</i>
Arsitek	Eldin, ST	<i>Eldin</i>
Konstruktur	Ir. Mhd. Ridwan, MT	<i>MR</i>
Digambar	Budi Rahman, ST	<i>Budi</i>



NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	Keterangan :	Kode. gbr
50	POTONGAN STRUKTUR C-C	1 : 150	Mutu Beton Fc' 26,4 MPa Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	STR-SA
				No Lembar
				44
				Jlm. Lembar
			MARET 2015	142

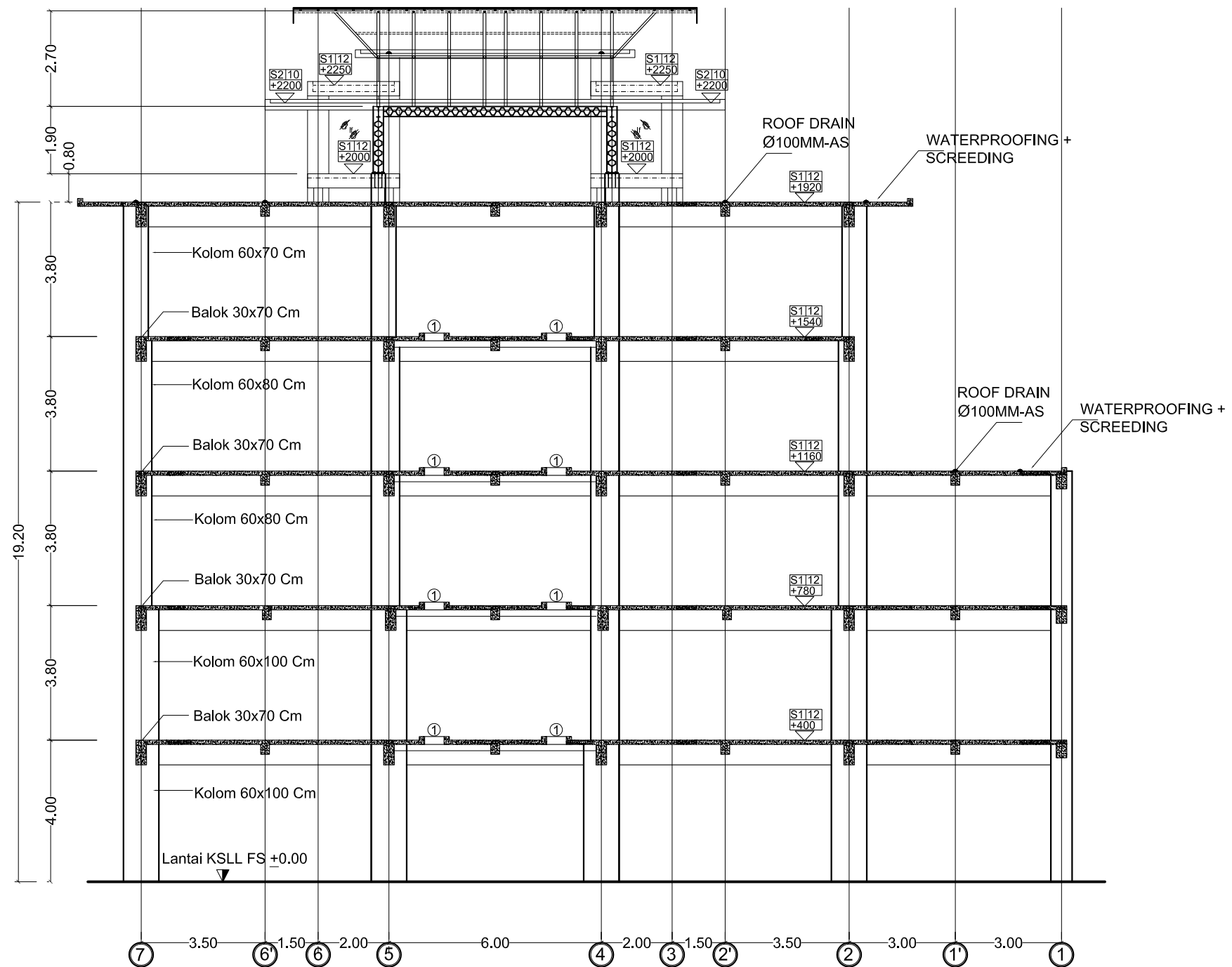


POTONGAN STRUKTUR D - D

Skala

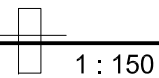
1 : 150


 <p><b>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN</b> <b>LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN</b> <b>PROVINSI SUMATERA BARAT</b> Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302</p>	DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,			 <p><b>PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT</b> <b>CONSULTANT ENGINEERING</b> Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190</p>	NO <b>51</b>	JUDUL GAMBAR <b>POTONGAN STRUKTUR D-D</b>	SKALA <b>1 : 150</b>	Keterangan : Mutu Beton Fc' 26,4 MPa Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	Kode. gbr <b>STR-SA</b>
	Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat  Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	Pejabat Pembuat Komitmen  HERRY HERLAMBAANG NIP. 19770924 200112 1 003	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar  Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006						Team Leader Agus, Msc Arsitek Eldin, ST Konstruktor Ir. Mhd. Ridwan, MT Digambar Budi Rahman, ST
KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LPMP SUMBAR PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA BLOK A TAHAP I (STRUKTUR) LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG								<b>MARET 2015</b>	



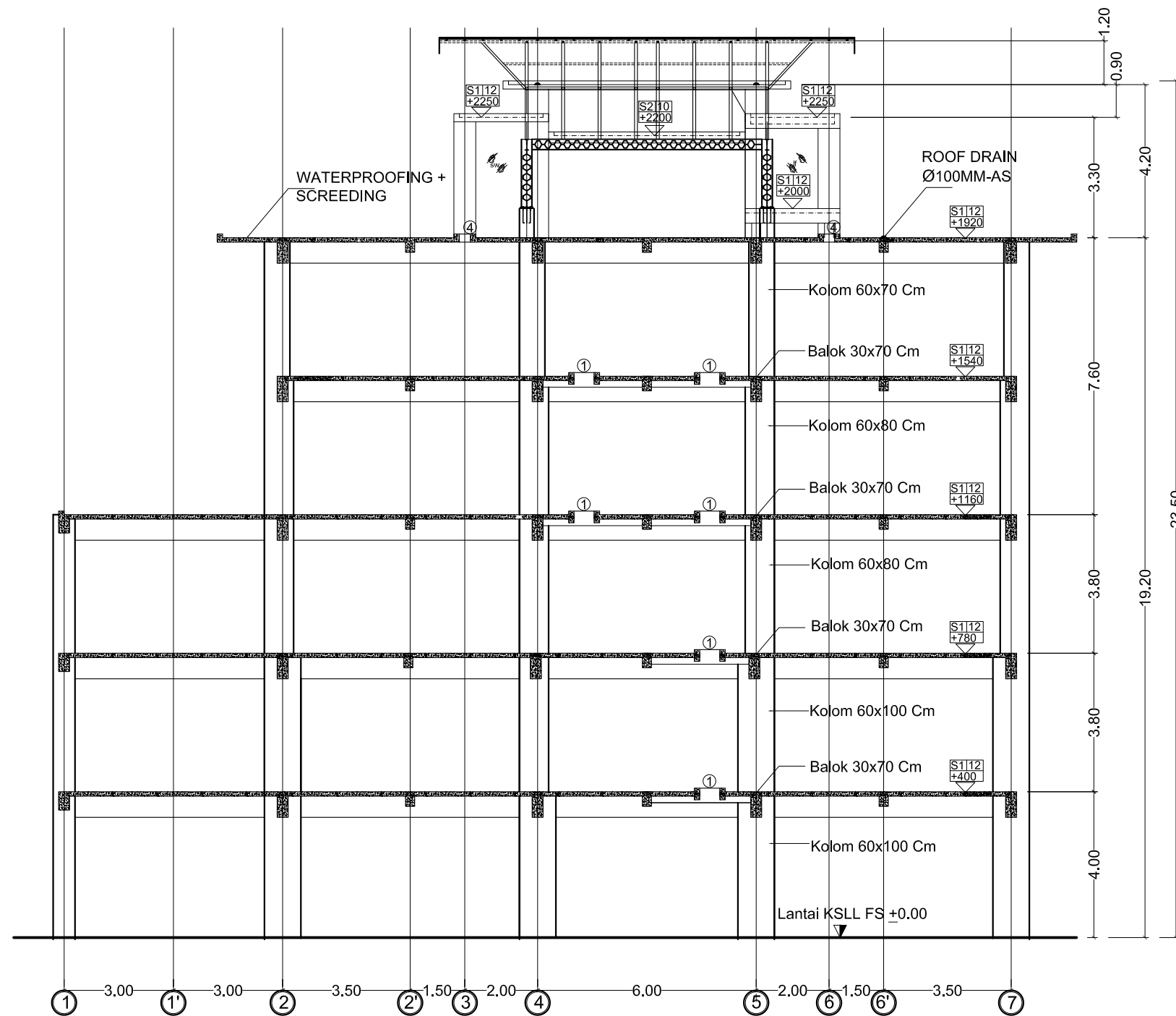
POTONGAN STRUKTUR E - E

Skala



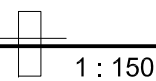
 <p><b>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN</b> <b>LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN</b> <b>PROVINSI SUMATERA BARAT</b> Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302</p>	DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,			<p><b>PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT ENGINEERING</b> Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190</p>	NO <b>52</b>	JUDUL GAMBAR <b>POTONGAN STRUKTUR E-E</b>	SKALA <b>1 : 150</b>	Keterangan : Mutu Beton Fc' 26,4 MPa Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	Kode. gbr											
	<p>Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat</p>	<p>Pejabat Pembuat Komitmen</p>	<p>Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar</p>						<b>STR-SA</b>											
<p>KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LPMP SUMBAR</p> <p>PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA BLOK A TAHAP I (STRUKTUR)</p> <p>LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG</p>	<p>Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002</p>	<p>HERRY HERLAMBAANG NIP. 19770924 200112 1 003</p>	<p>Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006</p>	<table border="1"> <tr> <td>Team Leader</td> <td>Agus, Msc</td> <td><i>Agus</i></td> </tr> <tr> <td>Arsitek</td> <td>Eldin, ST</td> <td><i>Eldin</i></td> </tr> <tr> <td>Konstruktur</td> <td>Ir. Mhd. Ridwan, MT</td> <td><i>MR</i></td> </tr> <tr> <td>Digambar</td> <td>Budi Rahman, ST</td> <td><i>Budi</i></td> </tr> </table>	Team Leader	Agus, Msc	<i>Agus</i>	Arsitek	Eldin, ST	<i>Eldin</i>	Konstruktur	Ir. Mhd. Ridwan, MT	<i>MR</i>	Digambar	Budi Rahman, ST	<i>Budi</i>				No Lembar <b>46</b>
Team Leader	Agus, Msc	<i>Agus</i>																		
Arsitek	Eldin, ST	<i>Eldin</i>																		
Konstruktur	Ir. Mhd. Ridwan, MT	<i>MR</i>																		
Digambar	Budi Rahman, ST	<i>Budi</i>																		
								Jlm. Lembar <b>142</b>												
							<b>MARET 2015</b>													







POTONGAN STRUKTUR F - F

Skala



1 : 150

 <p><b>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN</b> <b>LEMBAGA PENJAMINAN MUTU PENDIDIKAN</b> <b>PROVINSI SUMATERA BARAT</b> Komplek Perguruan Tinggi Air Tawar Padang 25131 Telepon 0751-7053302(Fax), 7054302</p>	DIKETAHUI/ DISETUJUI OLEH,			 <p><b>PT. NATURAL SUMATERA CONSULTANT</b> <b>CONSULTANT ENGINEERING</b> Jl. Bandar Damar No.1 Padang Telp. (0751) 497190</p>	NO <b>53</b>	JUDUL GAMBAR <b>POTONGAN STRUKTUR F-F</b>	SKALA <b>1 : 150</b>	Keterangan : Mutu Beton Fc' 26,4 MPa Bekisting Kualitas Beton Ekspose Tulangan ≥ D10 BJTD Fy 400 MPa Tulangan < D10 BJTP Fy 240 MPa	Kode. gbr
	Kepala Lembaga Penjaminan Mutu Pendidikan Sumatera Barat  Prof.Dr. JAMARIS JAMNA, M.Pd NIP. 19621010 198602 1 002	Pejabat Pembuat Komitmen  HERRY HERLAMBAANG NIP. 19770924 200112 1 003	Pengelola Teknis Proyek DPU Prov. Sumbar  Ir. APRIMENSYAH, MM. SP NIP. 19620420 199203 1 006						STR-SA No Lembar <b>47</b> Jlm. Lembar <b>142</b>
KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LPMP SUMBAR PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KELAS dan ASRAMA BLOK A TAHAP I (STRUKTUR) LOKASI : KOMPLEK PERGURUAN TINGGI AIR TAWAR PADANG								MARET 2015	



## **BIODATA PENULIS**

Kharista hadya Nata Putra lahir di Padang, 17 Maret 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal sekolah dasar di SD Negeri 25 Pegambiran, Padang pada periode tahun 2000 - 2006, sekolah menengah pertama di Mts Negeri Model Padang pada periode tahun 2006 - 2009, sekolah menengah atas di Man 2 Padang pada periode tahun 2009 - 2012, dan menempuh perkuliahan D3 di Politeknik Negeri Padang jurusan Teknik Sipil pada periode tahun 2012 - 2015.

Pendidikan selanjutnya di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya jurusan Teknik Sipil, program studi S1 Lintas Jalur yang terdaftar dengan NRP 311 6 105 034 dari periode tahun 2016 – 2018. Penulis sempat aktif berorganisasi diluar kampus dengan jabaran sebagai ketua di Forum Mahasiswa Minang. Penulis adalah mahasiswa dengan kosentrasi manajemen konstruksi dengan gelar sarjana teknik yang diperoleh tahun 2018 dengan judul tugas akhir “*PERBANDINGAN BIAYA MATERIAL DENGAN MEMODIFIKASI STRUKTUR BANGUNAN MENGGUNAKAN BETON RINGAN PADA PROYEK GEDUNG ASRAMA BERLANTAI 5 LPMP SUMATERA BARAT*”.

### **Contact Person**

Email : kharistahadya@gmail.com  
Hp : 085363695956

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN**  
**PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR**  
**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FTSLK - ITS**

**BERITA ACARA PENYELENGGARAAN UJIAN**  
**LISAN**  
**TUGAS AKHIR**

Pada hari ini **Rabu** tanggal **25 Juli 2018** jam **11.00 WIB** telah diselenggarakan **UJIAN LISAN TUGAS AKHIR** Program Sarjana Lintas Jalur Departemen Teknik Sipil FTSLK-ITS bagi mahasiswa:

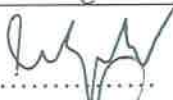
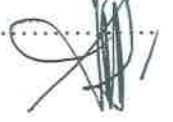
NRP	Nama	Judul Tugas Akhir
03111645000034	Kharista Hadya Nata Putra	Perbandingan Biaya Material dengan Memodifikasi Struktur Bangunan Menggunakan Beton Ringan pada Proyek Gedung Asrama Berlantai 5 LPMP Sumatera Barat

Dengan Hasil :

<input type="checkbox"/> Lulus Tanpa Perbaikan	<input type="checkbox"/> Mengulang Ujian Seminar dan Lisan
<input checked="" type="checkbox"/> Lulus Dengan Perbaikan	<input type="checkbox"/> Mengulang Ujian Lisan

Dengan perbaikan/penyempurnaan yang harus dilakukan adalah :

1. Batasan : Yang dipakai hanya biaya langsung.
2. Cek harga beton cte sloof / kolom / balok →  
Perhitungan di breakdown
3. Tabel 35 → ditambah penjelasan dampak terhadap struktur
4. Harga HSPK harus direduksi dgn besaran penatahan → Perbandingan dgn bata ringan (density).
5. Manukan → struktur regular / irregular.

Tim Penguji (Anggota)	Tanda Tangan
Cahyono Bintang Nurcahyo, ST. MT	
Yusroniya Eka Putri R. W., ST. MT	

Surabaya, 25 Juli 2018

Dosen Pembimbing I

(Ketua)

Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. PhD

Dosen Pembimbing 2

(Sekretaris)

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN**  
**PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR**  
**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FTSLK – ITS**

**BERITA ACARA PENYELENGGARAAN UJIAN**  
**SEMINAR DAN LISAN**  
**TUGAS AKHIR**

Pada hari ini **Senin** tanggal **9 Juli 2018** jam **08.00 WIB** telah diselenggarakan **UJIAN SEMINAR DAN LISAN TUGAS AKHIR** Program Sarjana Lintas Jalur Departemen Teknik Sipil FTSLK-ITS bagi mahasiswa:

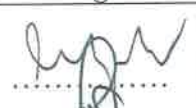


NRP	Nama	Judul Tugas Akhir
03111645000034	Kharista Hadya Nata Putra	Perbandingan Biaya Material dengan Memodifikasi Struktur Bangunan Menggunakan Beton Ringan pada Proyek Gedung Asrama Berlantai 5 LPMP Sumatera Barat

Dengan Hasil :

<input type="checkbox"/> Lulus Tanpa Perbaikan	<input type="checkbox"/> Mengulang Ujian Seminar dan Lisan
<input type="checkbox"/> Lulus Dengan Perbaikan	<input checked="" type="checkbox"/> Mengulang Ujian Lisan

Dengan perbaikan/penyempurnaan yang harus dilakukan adalah :

1. Perbaiki dan sesuaikan antara permasalahan dan metode ! ✓
2. Tambahkan analisis dan pembahasan pada Bab IV, sehingga bukan hanya kumpulan tabel.
3. Abstrak diperbaiki !
4. Perbaiki penulisan tabel dan halaman !  
format
5. Buatlah narasi (analisa), tabel, gambar, dll yang saling terkait dan melengkapi !
6. Buatlah summary pada Bab IV !
7. Jelaskan cara menghitung biaya ! ✓
8. Jelaskan, definisikan, konsistensikan biaya yang dihitung ! Biaya material saja atau plus upah dan alat ?

Tim Penguji (Anggota)	Tanda Tangan
Cahyono Bintang Nurcahyo, ST. MT	
Yusroniya Eka Putri R. W., ST. MT	
Farida Rachmawati, ST. MT	

Surabaya, 9 Juli 2018

Dosen Pembimbing I

(Ketua)

Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. PhD

Dosen Pembimbing 2  
(Sekretaris)

=

Dosen Pembimbing 3  
(Sekretaris)

FORM TAMBAHAN PERBAIKAN/PENYEMPURNAAN  
SEMINAR & LISAN TUGAS AKHIR  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FTSLK - ITS

Nama Mahasiswa : KHARISTA

NRP :

Saran/Masukan :

1. Perwasakan penelitian :

- alternatif apa saja → diganti dengan dengan beton Aeron.

2. Perlu penjelasan detail pada tabel tabel 25 di tampilkan.

3. Dasar pemilihan penempatan beton

4. Perlu perbaikan Abstrak

5. Perlu gambar detail pelaksanaan → Dlm pelat / Galva / duct.

6.

Surabaya, .....

  
(Tri Joko Wati)



PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukotilo, Surabaya 601111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04  
rev01

NAMA PEMBIMBING	: TRI JOKO WAHYU ADI, ST. MT. PhD
NAMA MAHASISWA	: KHARISTA HADYA NATA PUTRA
NRP	: 03111645000034
JUDUL TUGAS AKHIR	: PERBANDINGAN BIAYA MATERIAL DENGAN MEMODIFIKASI STRUKTUR BANGUNAN MENGGUNAKAN BETON RINGAN PADA PROYEK GEDUNG ASRAMA BERLAMPAU 5 LAMP SUMATERA BARAT
TANGGAL PROPOSAL	: 24 JANUARI 2018
NO. SP-MMTA	: 025 254 / IT 2 . VI.A.1 / PP.05.02.00 / 2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	26/2/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Gedung Asli ✓                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kolom, balok pelat (Dimensi)</li> <li>- Asumsi pembebanan yang digunakan</li> </ul> </li> <li>* Modifikasi ✓                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asumsi pembebanan</li> <li>- Preliminary Design</li> </ul> </li> <li>* Skema Modifikasi ✓</li> </ul>		
2	15/2/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Tampak ke dosen struktur tentang sap,</li> <li>* skenario pembebanan</li> <li>* Sampai perulangan Minggu ini ✓</li> </ul>		
3	26/3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minggu ini harus selesai :</li> <li>1. model exsisi</li> <li>2. perhit Dimensi B/k/p.</li> <li>3. pelat Brga mel/beton.</li> </ul>		

ASRAMA BERLAMPAU 5 LAMP SUMATERA BARAT

26/2

19/3

26/3

