

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS HNK
MENGUNAKAN SISTEM DINDING GESER
DI DAERAH SEMARANG**



HAPPY ANGGAR KUSUMA
14.11.00.50

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA|
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Perencanaan Struktur Bangunan Kampus HNK
Menggunakan Sistem Ganda Di Daerah
Semarang

Nama : Happy Anggar Kusuma
NPM : 14.11.0050
Program Studi : Teknik Sipil

Tanggal Pengesahan :

Menyetujui,
Dosen Pembimbing,

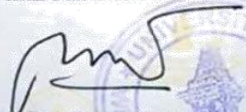


Ir. Soerjandani, PM, MT
NIP/NIK : 94245 - ET

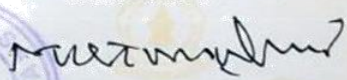
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi,



Johan Paing H.W., ST., MT
NIP/NIK : 196903102005011002



Dr. Ir. H. Miftahul Huda, MM
NIP/NIK : 196012101991031002

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

**Judul : Perencanaan Struktur Bangunan Kampus HNK
Menggunakan Sistem Ganda Di Daerah
Semarang**

**Nama : Happy Anggar Kusuma
NPM : 14.11.00.50
Program Study : Teknik Sipil**

TELAH DIREVISI

Tanggal :

Dosen Penguji I



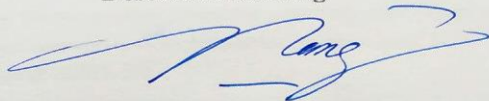
**Ir. Utari Khatulistiani, MT
NIP/NIK : 93190-ET**

Dosen Penguji II



**Andaryati, ST, MT
NIP / NIK : 19741103200512002**

Dosen Pembimbing



**Ir. Soerjandani, PM, MT
NIP/NIK : 94245-ET**

ABSTRAK

Semarang merupakan salah satu wilayah gempa 3 di Indonesia, Seiring berjalannya waktu wilayah gempa terus meningkat, maka dari itu gedung harus dapat menahan gempa. Tugas Akhir ini merencanakan gedung Kampus HNK tahan gempa yang berlokasi di Semarang. Struktur gedung ini terdiri dari 9 lantai dan 1 atap. Ukuran gedung, panjang 42.00 meter, dan lebar 16,50 meter.

Dinding geser digunakan untuk mendistribusikan beban gempa pada gedung Kampus HNK itu mengacu pada peraturan SNI 2847:2013 untuk perencanaan beton bertulang dan SNI 1726:2012 untuk acuan beban gempa. Perhitungan beban gempa yang terjadi pada gedung menggunakan analisa statik ekuivalen. Untuk analisa gaya-gaya dalam yang terjadi pada struktur ini menggunakan program komputer SAP 2000. Mutu beton digunakan $f_c' 30$ MPa dan mutu baja $f_y 420$ MPa

Dari analisa diperoleh kontrol batas simpangan antar lantai tingkat desain pada lantai tertinggi adalah 0,066 m. Letak dinding geser memenuhi persyaratan yaitu untuk SRPMK lebih besar dari 25% dan dinding geser lebih kecil dari 75%. Hasil analisa menunjukkan bahwa gedung sudah memenuhi standar sebagai gedung tahan gempa. Dinding geser direncanakan dengan ketebalan 40 cm menggunakan tulangan longitudinal D36-70 dan tulangan sengkang 2D25-50.

Kata kunci : *gedung, dinding geser, gempa, beton bertulang,*

ABSTRAK

Semarang is one of the 3 earthquake regions in Indonesia, As the earthquake time continues to increase, therefore the building must be able to withstand earthquakes. This final project is to design an earthquake resistant HNK building located in Semarang. The structure of this building consists of 9 floors and 1 roof. The size of the building, length 42.00 meters, and width 16.50 meters.

Shear walls use into distribute the earthquake force in the HNK Campus building it refers to the regulations of SNI 2847: 2013 for reinforced concrete planning and SNI 1726: 2012 for earthquake load reference. Calculation of earthquake loads occurring in buildings using static equivalent analysis. For analysis of inner forces that occur in this structure using SAP 2000 computer program. Concrete quality $f_c' 30$ MPa and $f_y 420$ MPa steel quality

From the analysis obtained the control of deviation limit between floors design level on the highest floor is 0.066 m. The location of the sliding wall meets the requirements of SRPMK greater than 25% and the shear wall is smaller than 75%. The analysis shows that the building has met the standard as earthquake resistant building. The shear wall is planned with a thickness of 40 cm using longitudinal reinforcement D36-70 and reinforcement 2D25-50.

Keywords :*building, shear wall, earthquake, reinforced concrete.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, kekuatan, ketabahan, kesabaran dan kasih-Nya yang diberikan kepada penyusun, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Proposal ini sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun telah mendapatkan banyak bantuan, masukan, dan bimbingan baik secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

- 1) Bapak Johan Paing H.W, ST, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- 2) Bapak Dr. Ir. H. Miftahul Huda, MM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- 3) Bapak Ir. H Soerjandani PM, MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penyusun hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tepat waktu.
- 4) Bapak Ir. Siswoyo, MT selaku dosen wali.
- 5) Bapak dan ibu dosen Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- 6) Orang tua tercinta yang selalu memberikan dukungan dan semangat yang sangat membantu penyusun.
- 7) Teman-teman dan kakak senior Universitas Wijaya Kusuma Surabaya yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuan yang telah diberikan kepada penyusun.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari kesalahan maupun kekurangan, mengingat keterbatasan pengetahuan

maupun pengalaman penyusun sebagai mahasiswa. Oleh sebab itu penyusun mengharapkan kritik dan saran kearah perbaikan dengan pikiran terbuka. Penyusun berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi kita semua.

Surabaya, Juli 2018

Happy Anggar kusuma
NPM: 14110050

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NPM : 14110050

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : Perencanaan Struktur Gedung Kampus HNK
Menggunakan Sistem Ganda Di Daerah
Semarang

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis tugas akhir ini benar-benar saya kerjakan sendiri. Karya tulis dalam tugas akhir ini bukan merupakan plagiarism, pemuatan karya orang lain, pengambilan hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena material maupun non-material, disengaja atau tidak, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir secara asli dan otentik.

Bila dikemudian hari terdapat bukti kuat atas dugaan atau fakta adanya ketidaksesuaian pernyataan yang dibuat, maka saya bersedia diproses oleh tim Fakultas atau Program Studi yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau keserjanaan.

Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di instansi ini.

Surabaya, Juli 2018

Dosen Pembimbing


Ir. Soerjandani, PM, MT
NIP/NIK : 94245-ET

Saya yang menyatakan



DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
SURAT PERNYATAAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penulisan	4
1.6 Data Gedung.....	4
1.7 Sistematika Gedung	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Umum.....	6
2.2 Wilaya Gempa	9
2.3 Pengertian Sistem Ganda.....	10
2.4 Elemen Struktur Dinding Geser	12
2.5 Perilaku Struktur Dinding Geser	14
2.5.1 Perilaku Dinding Geser	14
2.5.2 Perilaku Struktur Ranka Dinding Geser..	15
2.6 Penulangan Longitudinal dan Transversal	17
2.7 Pembebanan	20

2.8	Beban Gempa	20
2.8.1	Menentukan Respon Spektral	22
2.8.2	Menentukan Kelas Situs Bangunan	25
2.8.3	Menentukan Kategori Resiko Bangunan	27
2.8.4	Kategori Desain Seismik	31
2.8.5	Pemilihan Sistem Struktur	33
2.8.6	Periode Fundamental Pendekatan	37
2.8.7	Distribusi Gaya Gempa	40
2.8.8	Simpangan Horisontal Struktur	42
2.8.9	Periode Alami Fundamental Struktur	42
2.8.10	Batasan Simpangan Antar lantai	43
2.9	Konsep Desain	44
2.10	Hubungan Balok Kolom	46
2.10.1	Penulangan Memanjang	47
2.10.2	Kuat Geser HBK	47
2.10.3	Tulangan Transversal Dalam HBK	49
2.11	Komponen Struktur Sekunder	49
2.11.1	Pelat	50
2.11.2	Balok Anak	52
2.11.3	Tangga	53
2.12	Komponen Struktur Primer	53
2.12.1	Komponen Balok	53
2.12.2	Komponen Kolom	53
2.13	Perencanaan Pondasi	60
2.13.1	Perencanaan Tiang Pancang	60
2.13.2	Perencanaan Pilecap	63
2.13.3	Perencanaan Sloof	65
BAB 3	METODOLOGI	66
3.1	Diagram Alir Perencanaan	66
3.2	Uraian Metodologi Penelitian	68
3.2.1	Pengumpulan Data	68

3.2.2	Preliminary Desain	68
3.2.3	Perencanaan Struktur Sekunder	68
3.2.4	Pembebanan	69
3.2.5	Kombinasi Pembebanan	69
3.2.6	Analisa Struktur SAP 2000	70
3.2.7	Perencanaan Struktur Primer	70
3.2.8	Pendetailan	71
3.2.9	Dinding Struktur	71
3.2.10	Pondasi	73
3.2.11	Penggambaran	73
BAB 4	PRELIMINARY DESIGN	75
4.1	Preliminary Design	75
4.2	Desain Dimensi Balok Induk	75
4.3	Desain Dimensi Balok Anak	76
4.4	Desain Dimensi Kolom	77
4.5	Desain Dimensi Pelat	80
4.5.1	Perencanaan Ketebalan Plat Atap	84
4.5.2	Perencanaan Ketebalan Plat Lantai	87
4.6	Dimensi Dinding Geser	91
BAB 5	PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER	92
5.1	Struktur Sekunder	92
5.2	Perencanaan Struktur Plat	92
5.2.1	Perencanaan Plat Atap	93
5.2.2	Perencanaan Plat Lantai	105
5.3	Perencanaan Tangga	114
5.3.1	Data Perencanaan	114
5.3.2	Beban Plat Tangga	116
5.3.3	Beban Plat Bordes	116
5.3.4	Analisa Statistika Tangga Dan Bordes	117
5.3.5	Perhitungan Penulangan	120
5.4	Perencanaan Balok Anak	129

5.4.1	Perencanaan Balok Anak Atap	131
5.4.2	Perencanaan Balok Anak Lantai	139
5.5	Perhitungan Balok Penggantung Lift	149
5.5.1	Data Perencanaan	149
5.5.2	Koefisien Kejut Beban Hidup Oleh Keran	150
5.5.3	Perencanaan Pada Balok Penggantung Lift 30/50	151
BAB 6 PERENCANAAN STRUKTUR PRIMER		158
6.1	Struktur Primer	158
6.1.1	Data Perencanaan Struktur Primer	158
6.1.2	Perhitungan Beban Vertikal Pada Struktur	159
6.1.3	Menghitung Beban Gravitasi	160
6.1.4	Menghitung Beban Gempa	161
6.1.5	Periode Fundamental Struktur	163
6.1.6	Distribusi Beban Gempa	163
6.1.7	Kombinasi Beban	165
6.1.8	Batasan Simpangan Antar Lantai	166
6.1.9	Perencanaan Balok Induk	170
6.2	Penulangan Lentur Balok Induk	172
6.2.1	Syarat Batas Penulangan Balok Induk	172
6.2.2	Penulangan Lentur Daerah Ujung Kiri Positif	173
6.2.3	Penulangan Lentur Daerah Ujung Tengah Positif	175
6.2.4	Penulangan Lentur Daerah Ujung Kanan Positif	177
6.3	Penulangan Tulangan Geser	189
6.4	Syarat Pendetailan	185
6.5	Penulangan Torsi Balok Induk	189
6.6	Pemutusan Tulangan Balok Induk	192
6.7	Perencanaan Kolom	194

6.7.1	Desain Tulangan Memanjang Kolom	195
6.7.2	Syarat Pendetailan	200
6.7.3	Persyaratan Strong Coloumn Weak Beam .	201
6.7.4	Kebutuhan Pengkangan Pada Kolom	205
6.7.5	Periksa Kebutuhan Pengekangan yang Terpasang Untuk Beban Geser.....	207
6.7.6	Sambungan Lewatan Tulangan pada Kolom	213
6.8	Desain Hubungan Balok Kolom	216
6.8.1	Desain HBK Terkekang 4 Balok	216
6.8.2	Desain HBK Terkekang 3 atau 2 Balok	219
6.9	Perencanaan Dinding Geser	221
6.9.1	Analisa Sistem Ganda	221
6.9.2	Dimensi Dinding Geser	227
6.9.3	Kontrol Kekuatan Aksial Dinding Geser ...	228
6.9.4	Desain Elemen Pembatan Dinding Struktur Khusus	229
6.9.5	Penulangan Dinding Geser	233
6.9.6	Penulangan Elemen Pembatas	236
BAB 7 PERENCANAAN PONDASI		241
7.1	Umum	241
7.2	Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang	242
7.2.1	Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Bahan	242
7.2.2	Daya Dukung Pondasi Terhadap Kekuatan Tanah	242
7.3	Perencanaan Pondasi Kolom	244
7.3.1	Perencanaan Kelompok Tiang Pancang	244
7.3.2	Perhitungan Efisiensi Tiang Pancang Dalam Kelompok	245
7.3.3	Kontrol Tegangan Maksimum Pada Pancang Kelompok	246

7.4 Syarat Batas penulangan Pile Cap	248
7.4.1 Penulangan Pile Cap	248
7.4.2 Perhitungan Kontrol geser Pons	252
7.5 Perencanaan Sloof	254
7.5.1 Penulangan Lentur Sloof.....	256
7.5.2 Penulangan Geser Sloof	257
7.6 Perencanaan Pondasi Dinding Geser Untuk 7m ..	259
7.6.1 Kebuthan Tiang Pancang	259
7.6.2 Perencanaan Kelompok Tiang	260
7.6.3 Perhitungan Efisiensi Tiang Pancang Dalam Kelompok	261
7.6.4 Kontrol Tegangan Maksimum Pada Pancang Kelompok	262
7.6.5 Syarat Batas Penulangan Pile Cap	264
7.6.6 Penulangan Pile Cap	265
7.6.7 Perhitungan Kontrol Geser Pondasi	268
7.6.8 Perencanaan Pondasi Dinding Geser Untuk 4,5 Meter	270
7.6.9 Kebutuhan Tiang Pancang	270
7.6.10 Perencanaan Kelompok Tiang	270
7.6.11 Perhitungan Efisiensi Tiang Pancang Dalam Kelompok	271
7.6.12 Kontrol Tegangan Maksimum Pada Pancang Kelompok	272
7.6.13 Syarat Batas Penulangan Pile Cap	274
7.6.14 Penulangan Pile Cap	275
7.6.15 Perhitungan Kontrol Geser Pondasi	278
7.6.16 Perencanaan Pondasi Dinding Geser	280
7.6.17 Kebutuhan Tiang Pancang	280
7.6.18 Perencanaan Kelompok Tiang	280
7.6.19 Perhitungan Efisiensi Tiang Pancang	

Dinding Struktur	281
7.6.20 Kontrol Tegangan Maksimum Pada Pancang Kelompok	282
7.6.21 Syarat Batas Penulangan Pile Cap	284
7.6.22 Penulangan Pile Cap	285
7.6.23 Perhitungan Geser Pondasi	288
BAB 8 KESIMPULAN DAN SARAN	290
8.1 Kesimpulan	290
8.2 Saran	290
DAFTAR PUSTAKA	292
LAMPIRAN	294

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1.1 Bangunan Hancur Karna Gempa	2
Gambar 2.1 Peta Wilayah Gempa Indonesia	10
Gambar 2.2 Struktur Gabungan Frame Dengan Dinding Geser	16
Gambar 2.3 Spektrum Respon Desain	25
Gambar 2.4 Luas Efektif Hubungan Balok-Kolom	48
Gambar 2.5 Momen yang Terjadi Pada balok Akibat Pembebanan	54
Gambar 2.6 Penampang Kritis Pada Pondasi	64
Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan	66
Gambar 4.1 Perencanaan Ketebalan Pelat Atap (ht)	83
Gambar 4.2 Perencanaan Ketebalan Pelat Lantai (ht)	86
Gambar 5.1 Perencanaan Plat Atap	93
Gambar 5.2 Momen Yang Timbul Pada Pelat Atap	96
Gambar 5.3 Pembagian Segmen Plat Lantai VOID	105
Gambar 5.4 Pelat Lantai Type D	107
Gambar 5.5 Denah Tangga Lantai	114
Gambar 5.6 Bidang Geser Dan Momen tangga	120

Gambar 5.7	Tributary Area	130
Gambar 5.8	Pembebanan Segitiga Balok Anak Atap.....	132
Gambar 5.9	Tributary Area Pembebanan Balok Anak.....	140
Gambar 5.10	Pembebanan Segitiga Balok Anak Lantai.....	142
Gambar 5.11	Pembebanan Pada Balok Penggantung Lift.....	151
Gambar 5.12	Detail Penulangan Balok Lift.....	157
Gambar 6.1	Grafik Spektral Percepatan Kota Semarang.....	161
Gambar 6.2	Desain Gaya Geser Balok Induk.....	182
Gambar 6.3	Penulangan Torsi Balok Induk.....	189
Gambar 6.4	Sketsa Posisi Tulangan Pada Balok Induk.....	191
Gambar 6.5	Pemutusan Tulangan Pada Balok Induk	192
Gambar 6.6	Pemutusan Tulangan Pada Balok B48	193
Gambar 6.7	Diagram Interaksi Kuat Rencana Kolom.....	199
Gambar 6.8	Diagram Interaksi PCACOL	204
Gambar 6.9	Letak Tulangan Utama dan Sengkang Pada Kolom Tumpuan dan Lapangan	212
Gambar 6.10	Tekukan Sengkang Pada Kolom.....	212
Gambar 6.11	Tulangan Geser pada Sambungan Lewatan Kolom	214
Gambar 6.12	Sambungan Lewatan Pada Kolom	215

Gambar 6.13 HBK Terkekang 4 Balok	218
Gambar 6.14 HBK Terkekang 3 Atau 2 Balok	220
Gambar 6.15 Desain Penempatan Perletakan Dinding	
	Geser 1 223
Gambar 6.16 Desain Penempatan Perletakan Dinding	
	Geser 2 224
Gambar 6.17 Desain Penempatan Perletakan Dinding	
	Geser 3 225
Gambar 6.18 Diagram Interaksi Desain Kekuatan Dinding	
	Struktur 231
Gambar 6.19 Tulangan Pada Dinding Struktur	240
Gambar 7.1 Denah Kelompok Tiang Pancang	245
Gambar 7.2 Statika pile cap	250
Gambar 7.3 Penampang Kritis Pada Pondasi	253
Gambar 7.4 Diagram Interaksi Kuota Rencana Sloof	257
Gambar 7.5 Penulangan Untuk Sloof	258
Gambar 7.6 Denah Kelompok Tiang Pancang Dinding	
	Geser 260
Gambar 7.7 Denah Kelompok Tiang Pancang Dinding	
	Geser 271

Gambar 7.8 Denah Kelompok tiang Pancang Dinding Geser 281

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Peraturan yang digunakan.....	8
Tabel 2.2 Koefisien Situs Fa	22
Tabel 2.3 Koefisien Situs Fv.....	23
Tabel 2.4 Klasifikasi Situs.....	26
Tabel 2.5 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa	27
Tabel 2.6 Faktor Keutamaan Gempa	31
Tabel 2.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode Pendek	32
Tabel 2.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode 1 detik.....	32
Tabel 2.9 Factor R, C & Ω system penahan gaya gempa	34
Tabel 2.10 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung.....	39
Tabel 2.11 Nilai parameter periode pendekatan Ct dan x.....	39
Tabel 2.12 Simpangan antar lantai ijin.....	44
Tabel 2.13 Intensitas gaya geser dinding tiang pancang.....	61
Tabel 5.1 Momen Pelat Lantai.....	103

Tabel 5.2	Momen Pelat Atap	112
Tabel 6.1	Massa Lantai	160
Tabel 6.2	Nilai Respon Spektrum untuk Tanah Sedang di Semarang	162
Tabel 6.3	Beban Gempa Tiap Lantai	164
Tabel 6.4	Kombinasi Pembebanan.....	165
Tabel 6.5	Nilai Simpangan Tiap Lantai.....	167
Tabel 6.6	T-rayleigh.....	168
Tabel 6.7	T-rayleigh Arah Y.....	169
Tabel 6.8	T-rayleigh Arah X.....	170
Tabel 6.9	Momen Maksimal Pada Balok B48 Dari 18 Kombinasi	171
Tabel 6.10	Resume Balok Induk Lantai	171
Tabel 6.11	Resume Penulangan Balok	179
Tabel 6.12	Gaya Aksial Tekan Terfaktor yang Bekerja Pada Kolom	196
Tabel 6.13	Gaya-gaya Dalam Kolom	198
Tabel 6.14	Nilai Presentase Antara SRMPK dan Dinding Geser Desain	223
Tabel 6.15	Nilai Presentase Antara SRMPK dan Dinding	

	Geser Desain	224
Tabel 6.16 Nilai Presentase Antara SRMPK dan Dinding		
	Geser Desain	225
Tabel 6.17 Resume Gaya Pada Dinding Geser P3 Lantai 1 ..		227

Daftar Lampiran

Gambar Tampak Depan

Gambar Tampak Belakang

Gambar Tampak Kiri

Gambar Tampak Kanan

Gambar Denah Lantai 1

Gambar Denah Lantai 2

Gambar Denah Lantai 3-10

Potongan AA

Potongan BB

Potongan DD

Denah Sloof

Denah Kolom

Denah Pondasi

Denah Balok Induk Dan Anak Atap

Denah Balok Induk Dan Anak Lantai

Detail Penulangan Pelat Atap Dan Pelat Lantai

Detail Penulangan Tangga

Detail Penulangan Balok

Detail Penulangan Kolom

Detail Penulangan HBK

Detail Penulangan Pondasi

Detail Penulangan Dinding Geser

Detail Penempatan Pile Cup

Detail Penulangan Pile Cup