



**ANALISIS KINERJA KOLOM PERSEGI PANJANG  
TERHADAP PERILAKU ELEMEN STRUKTUR BETON  
BERTULANG**

**SKRIPSI**

Oleh

**Celica Amira**

**NIM 151910301026**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2019**



**ANALISIS KINERJA KOLOM PERSEGI PANJANG  
TERHADAP PERILAKU ELEMEN STRUKTUR BETON  
BERTULANG**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Fakultas Teknik Sipil (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Celica Amira**

**NIM 151910301026**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

## PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur dan bahagia atas selesainya skripsi ini, skripsi ini saya persembahkan kepada:

- a. Segala puji hanya milik Allah SWT dan hanya untuk Allah SWT. atas segala rahmat serta karunia-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
- b. Shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW. sosok teladan segala tindakan dan kehidupan.
- c. Ibuku Yuli Agustina, sosok wanita terhebat yang selalu mendoakanku siang dan malam. Wanita pertama yang ingin kupersembahkan tulisan sederhana ini namun memiliki makna, kenangan, dan pengorbanan di setiap kata. Hadiah kecil untuk menempuh mimpi menjadi sarjana ini tidak dapat menggantikan pengorbanan Ibu selama ini.
- d. Bapakku Dedi Sumardi, pahlawan terhebat dan terkuat dan gagah melawan ombak kegigihan dan perjuangan hidup untuk mewujudkan cita-citaku serta mencerdaskanku. Tulisan skripsi ini hanyalah mimpi kecil yang dapat kuberikan untuk membalas jasmu yang begitu besar.
- e. Kedua adikku Alya Ferrari dan Nurul Zafira, semoga skripsi kakakmu ini dapat memotivasi kalian untuk lebih baik lagi dari kakakmu yang banyak kekurangan ini. Terima kasih bantuan motivasi dan doa kalian untuk menyelesaikan skripsi ini.
- f. Keluarga besar Jember dan juga Malang yang tidak bisa saya sebut satu persatu. Terima kasih atas motivasi yang telah kalian berikan, atas doa kalian yang selalu mengiringiku, semoga skripsi ini saya persembahkan sebagai jawaban mimpi dan doa kalian agar saya lulus sebagai sarjana teknik.
- g. Sahabat-sahabatku sejak SMP Bagaskara P.H, Edena Y, Nadia K.F.C, Bonanza N, dan lainnya yang ingin saya sebut. Terima kasih curahan hatinya, tempat aku kembali disaat benar dan salah, menang dan kalah, serta suka dan dukaku

- h. Sahabat-sahabatku semenjak duduk di bangku kuliah A. Laylinda, Boma I. S, dan Kamila W. Terima kasih atas kenangan luar biasa yang membuat hari-hari kuliah ku penuh dengan kebahagiaan, tawa serta canda.
- i. Temanku yang seperti saudaraku di bangku kuliah teman-teman Kupu-Kupu Teknik Sipil angkatan 2015 yang senasib dan seperjuangan. Terima kasih atas solidaritas kalian yang luar biasa sehingga semasa kuliah yang penuh kenangan dapat diceritakan pada masa depanku. Terima kasih dan mohon maaf atas sikap dan salah kataku kepada kalian. Semoga sukses untuk kalian semua.
- j. Seluruh guruku dari Taman Kanak-kanak hingga Perguruan Tinggi. Terima kasih atas kemurahan hati dalam membagikan ilmu untukku. Semoga semangat pengabdian Bapak dan Ibu selalu ada hingga ujung usia.
- k. Seluruh civitas akademika Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTO

Barang siapa yang bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut  
untuk kebaikan dirinya sendiri.  
(terjemahan Surat *Al-Ankabut* ayat 6)

Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus  
asa dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kufur.  
(terjemahan Surat *Yusuf* ayat 87)

Waktu bagaikan pedang. Jika engkau tidak memanfaatkannya dengan baik (untuk  
memotong), maka ia akan memanfaatkanmu (dipotong).  
(HR. Muslim)

*Life is like riding a bicycle. To keep your balance, you must keep moving.*  
(Albert Einstein)

*It does not matter how slowly you go, so long as you do not stop.*  
(Confucius)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Celica Amira

NIM : 151910301026

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Kinerja Kolom Persegi Panjang Terhadap Perilaku Elemen Struktur Beton Bertulang” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 April 2019

Yang menyatakan,

Celica Amira

NIM 151910301026

**SKRIPSI**

**ANALISIS KINERJA KOLOM PERSEGI PANJANG  
TERHADAP PERILAKU ELEMEN STRUKTUR BETON  
BERTULANG**

Oleh

Celica Amira

NIM 151910301026

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dwi Nurtanto, ST., MT

Dosen Pembimbing Anggota : Nanin Meyfa Utami, ST., MT



**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Analisis Kinerja Kolom Persegi Panjang Terhadap Perilaku Elemen Struktur Beton Bertulang” karya Celica Amira telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Senin, 22 April 2019

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji,

Ketua,

Anggota I,

Dwi Nurtanto, ST., MT  
NIP. 19731015 199802 1 001

Nanin Meyfa Utami, ST., MT  
NIP. 760014641

Anggota II,

Anggota II,

Indra Nurtjahjaningtyas., ST., MT  
NIP. 19701024 199803 2 001

Gati Annisa Hayu, ST., MT., M,Sc  
NRP. 760015715

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM  
NIP. 19661215 199503 2 001



## RINGKASAN

**Analisis Kinerja Kolom Persegi Panjang Terhadap Perilaku Elemen Struktur Beton Bertulang;** Celica Amira, 151910301026; 2019; 71 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kolom memiliki berbagai macam bentuk penampang dan memiliki masing-masing perbedaan kapasitas dalam menerima beban. Menurut Ketut Sudarsana dalam penelitiannya mengenai pengaruh bentuk penampang kolom terhadap kinerja struktur beton bertulang, mendapatkan bahwa sistem struktur dengan penampang kolom persegi panjang memiliki kinerja yang paling baik dibanding penampang kolom lainnya, hal ini berdasarkan nilai geser ultimit, perpindahan ultimit, dan simpangan. Oleh karena itu, penelitian ini menganalisis kinerja struktur beton bertulang dengan merubah bentuk kolom persegi sama sisi yang sudah ada di lapangan dirubah menjadi bentuk persegi panjang dengan fungsi bangunan apartemen. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja kolom dengan bentuk persegi panjang terhadap perilaku struktur gedung tinggi.

Penelitian ini dilakukan dengan dua bentuk penampang, yaitu persegi sama sisi dan persegi panjang dengan luas penampang beton dan luas tulangan yang sama untuk mendapatkan hasil yang valid. Tulangan direncanakan tersebar merata. Struktur dengan bentuk penampang kolom yang berbeda akan dimodelkan dengan *software* SAP2000 dengan memasukkan beban gempa kemudian dibandingkan perilaku struktur. Setelah itu menganalisis menggunakan diagram interaksi dengan bantuan PCAColumn untuk mengetahui keruntuhan kolom dengan memasukkan variabel  $P_u-M_u$ . Selain itu, menganalisis kekakuan kolom pada setiap lantainya untuk mengetahui kekuatan kolom.

Hasil analisis menunjukkan gaya aksial dalam bentuk penampang apapun memiliki beban aksial yang kurang lebih sama, selama memiliki luas penampang kolom dan luas tulangan total yang sama. Gaya momen kolom dan gaya geser

kolom dengan penampang persegi panjang menghasilkan gaya yang lebih kecil pada sumbu kuat X, sedangkan pada sumbu lemah Y menghasilkan gaya yang lebih besar. Simpangan struktur antar lantai pada sumbu kuat X dengan penampang kolom persegi sama sisi menghasilkan simpangan yang lebih kecil 10,81%, sedangkan pada sumbu lemahnya menghasilkan simpangan lebih besar 12,05%. Maka dengan menggunakan kolom persegi panjang pada sumbu X akan lebih kuat dalam menerima gaya gempa.



## SUMMARY

**Analysis of Rectangular Column Performance Towards Structural Reinforced Concrete Elements Behavior;** Celica Amira, 151910301026; 2019; 71 pages; Department of Civil Engineering, The Faculty of Engineering, University of Jember.

The column have various cross-sectional shapes and each has a difference of receiving capacity loads. According to Ketut Sudarsana in his research about cross section of column towards the arrangement of reinforced structures, it was found that the structural system with cross section of rectangular column has a better performance compared to the other column cross section, it was based on the value of the shear ultimate, displacement and story drift. Therefore, The research analyzes the performance of reinforced concrete by transforming the square column that already exists into a rectangular column with the function of the building is apartment. The result of this research was to find out the performance of rectangular column on the behavior of high building structure.

This research analyzes two shapes of column rectangular and square with the same area of concrete and reinforcement to get valid result. Reinforcement is designed with all sides equal. Structure with different shapes of columns will be modeled with SAP2000 by adding earthquake loads then compare it to the structural behavior. After that, analyze using interaction diagram with PCAColumn to find out the collapse of the column by adding Pu-Mu variable. This research also analyzes the rigidity of column on each floor to know the strength of the column.

The results of this research indicates that axial load in any cross section has the same axial values, as long as the column has the same cross-sectional area and total of reinforcement area. Moment and shear loads with rectangular column have a smaller force on the strong axis X, while in weak axis Y have a greater force. The displacement on the strong axis X with Square column have a smaller deviations

of 10,81%, while on the weak axis Y have a greater deviations of 12,05%. So, with rectangular column on the strong axis X will be stronger in accepting earthquake Force.



## PRAKATA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT berkat Rahmat serta Hidayah dan Karunia-Nya dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Analisis Kinerja Kolom Persegi Panjang Terhadap Perilaku Elemen Struktur Beton Bertulang”. Penulis menyadari penyusunan tugas akhir ini banyak hambatan yang dilalui penulis berkat bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,
2. Ibu Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil,
3. Bapak Dwi Nurtanto, ST., MT dan Ibu Nanin Meyfa Utami, ST., MT atas bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan selaku Dosen Pembimbing,
4. Ibu Indra Nurtjahjaningtyas., ST., MT dan Ibu Gati Annisa Hayu, ST., MT., M,Sc atas saran dan motivasi yang diberikan selaku Dosen Penguji,
5. Bapak Willy Kriswardhana, ST., MT selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan dukungan pengarahan selama masa perkuliahan,
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmunya dengan sepenuh hati,
7. Seluruh staff Proyek Apartemen Dino yang telah memberi izin serta membantu kelancaran penelitian ini,

Penulis menyadari proposal skripsi ini tidak luput dari kesalahan serta banyak kekurangan. Penulis sangat mengharapkan saran serta kritik demi menyempurnakan tugas akhir ini agar dapat memberi manfaat bagi berbagai pihak.

Jember, 12 Juni 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN/SUMMARY .....</b>	<b>viii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Struktur Bangunan .....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Definisi Struktur .....	5
2.1.2 Bagian Struktur .....	5
2.1.3 Pembebanan .....	6
<b>2.2 Kolom .....</b>	<b>11</b>
2.2.1 Definisi Kolom .....	11
2.2.2 Jenis Kolom .....	11
2.2.3 Jenis Kegagalan pada Kolom .....	14
2.2.4 Faktor Reduksi Kekuatan Kolom .....	15
2.2.5 Kapasitas Beban Aksial Kolom .....	15
2.2.6 Diagram Interaksi .....	16
<b>2.3 Desain Komponen Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) ...</b>	<b>16</b>



2.4	Simpangan Antar Lantai Tingkat .....	17
2.5	Pemodelan Struktur Menggunakan SAP 2000 v14.0.0 .....	18
2.6	Pemodelan Kolom Menggunakan PCA <i>Column</i> .....	28
2.7	Penelitian Terdahulu.....	34
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>36</b>
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	36
3.2	Variabel Penelitian.....	36
3.3	Tahap Analisis Pengumpulan, Pengolahan, dan Penyajian Data.....	37
3.3.1	Pengumpulan Data .....	37
3.3.2	Pengolahan Data .....	39
3.3.3	Penyajian Data .....	40
3.4	Diagram Alir.....	41
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>43</b>
4.1.	Model Gedung .....	43
4.2.	Perencanaan Dimensi.....	43
4.2.1.	Balok.....	43
4.2.2.	Pelat.....	44
4.2.3.	Kolom .....	44
4.3.	Cek Desain Struktur dengan Persyaratan SRPMK.....	45
4.4.	Pembebanan .....	47
4.4.1.	Beban Mati.....	47
4.4.2.	Beban Hidup .....	47
4.4.3.	Beban Gempa Respon Spektrum .....	48
4.5.	Cek Validasi Pembebanan.....	51
4.6.	Hasil Analisis .....	52
4.6.1.	Gaya Dalam .....	52
4.6.2.	Pengecekan Kekuatan Kolom .....	55
4.6.3.	Simpangan Antar Lantai .....	56
4.6.4.	Perbandingan geser <i>ultimate</i> ( $V_u$ ) dengan geser ijin ( $\phi V_n$ ).....	60
4.6.5.	Diagram Pu-Mu.....	62
4.6.6.	Perhitungan Panjang Tekuk Kolom .....	67
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>72</b>
5.1.	Kesimpulan .....	72
5.2.	Saran .....	72



<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>75</b>



## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Klasifikasi Situs .....	8
2.2 Faktor keutamaan gempa .....	10
2.3 Kategori desain seismik berdasarkan $S_{DS}$ .....	10
2.4 Kategori desain seismik berdasarkan $S_{DI}$ .....	10
2.5 Simpangan antar lantai ijin, $\Delta a a, b$ .....	17
4.1 Dimensi Balok .....	44
4.2 Dimensi Kolom.....	45
4.3 Persyaratan Dimensi Kolom Persegi Sama Sisi.....	45
4.4 Persyaratan Dimensi Kolom Persegi Panjang.....	46
4.5 Persyaratan Rasio Tulangan SRPMK .....	46
4.6 Data Gempa Respon Spektrum .....	50
4.7 Periode dan Percepatan Respon Spektra.....	50
4.8 Perbandingan Gaya Aksial.....	52
4.9 Perbandingan Gaya Momen Sumbu Kuat X.....	53
4.10 Perbandingan Gaya Momen Sumbu Lemah Y .....	53
4.11 Perbandingan Gaya Geser Sumbu Kuat X.....	54
4.12 Perbandingan Gaya Geser Sumbu Lemah Y .....	54
4.13 Kapasitas Kolom Persegi Sama Sisi .....	56
4.14 Kapasitas Kolom Persegi Panjang .....	56
4.15 Syarat $\Delta$ Kolom Persegi Sama Sisi .....	57
4.16 Syarat $\Delta$ Kolom Persegi Panjang .....	57
4.17 Perbandingan $\Delta$ Arah X .....	58
4.18 Perbandingan $\Delta$ Arah Y .....	58
4.19 Perhitungan Geser Kolom Persegi Sama Sisi .....	61
4.20 Memeriksa Geser Kolom Persegi Panjang .....	62
4.21 Kapasitas Kolom KX9 Sumbu X.....	63
4.22 Kapasitas Kolom KX9 Sumbu Y.....	63
4.24 Kapasitas Kolom KX10 Sumbu X.....	64
4.25 Kapasitas Kolom KX10 Sumbu Y.....	65
4.27 Kapasitas Kolom KX14 Sumbu X.....	66
4.28 Kapasitas Kolom KX14 Sumbu Y .....	66

4.29 Panjang Tekuk Kolom Persegi Sama Sisi.....	70
4.30 Panjang Tekuk Kolom Persegi Panjang.....	71



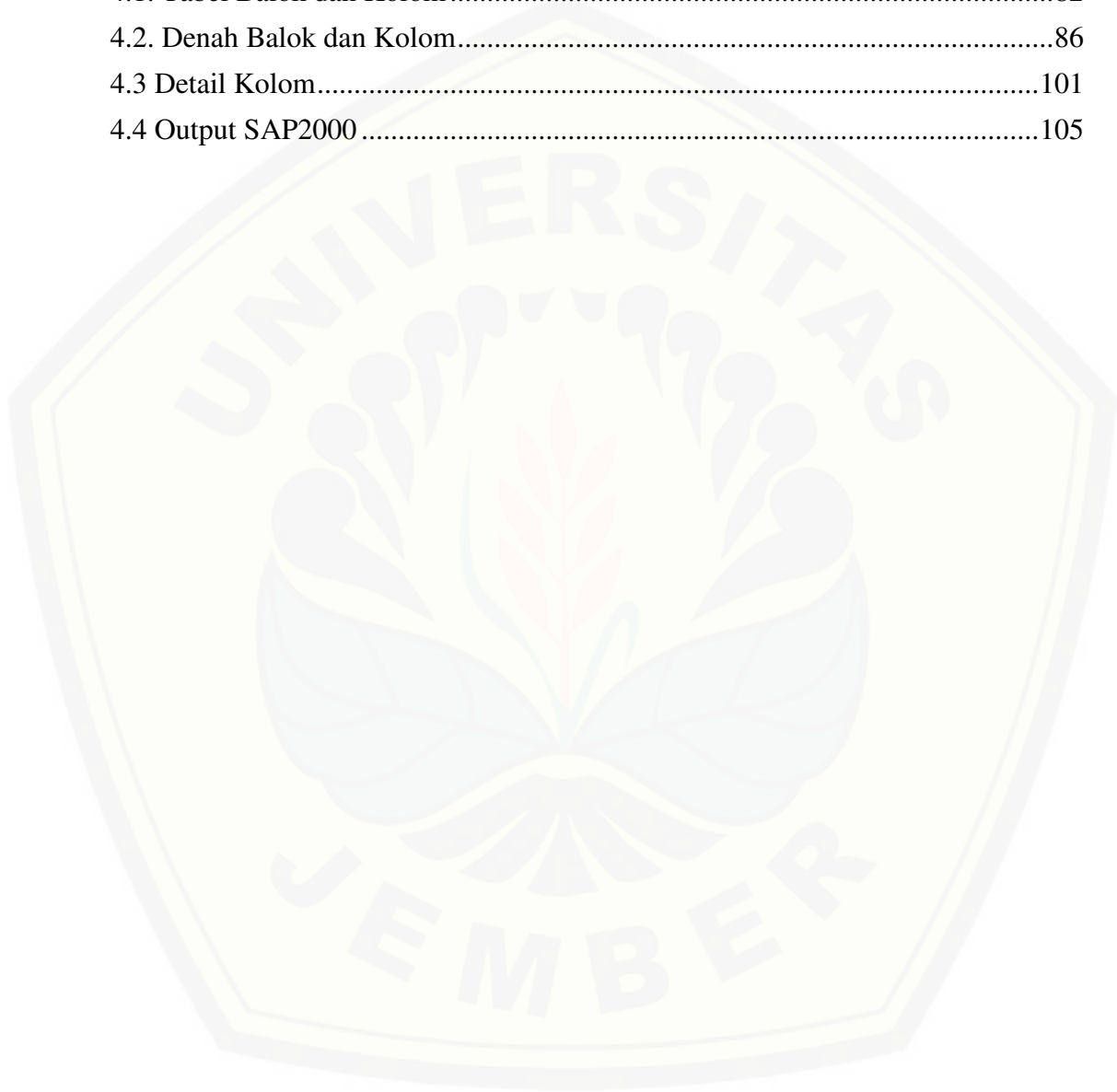
## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Spektrum respons desain.....	9
2.2 Tampilan situs puskim oleh kementerian PU .....	9
2.3 Jenis Kolom Persegi Bersengkang .....	12
2.4 Jenis Kolom Lingkaran Berspiral .....	12
2.5 Jenis Kolom Komposit.....	13
2.6 Jenis Kolom Dengan Beban Sentris.....	13
2.7 Jenis Kolom Ditambah Momen Satu Sumbu.....	14
2.8 Jenis Kolom Ditambah Momen Dari 2 Arah .....	14
2.9 Diagram Interaksi Beban Aksial-Momen (P-M) Kolom .....	16
2.10 Kotak Tampilan <i>New Model</i> .....	18
2.11 Kotak Tampilan <i>Define Grid System Data</i> .....	19
2.12 Tampilan <i>Define Materials</i> .....	19
2.13 Tampilan Memasukkan Data Material.....	20
2.14 Tampilan <i>reinforcement data</i> .....	21
2.15 Tampilan <i>Shell Section Data</i> .....	22
2.16 Tampilan <i>Joint Restrains</i> .....	23
2.17 Tampilan Memasukkan Tipe Pembebanan .....	23
2.18 Tampilan Memasukkan Data Kombinasi Pembebanan .....	24
2.19 Tampilan <i>Area Uniform Loads to Frames</i> .....	25
2.20 Tampilan Menampilkan Pembebanan <i>Area</i> .....	25
2.21 Hasil Tampilan Pembebanan area metode amplop .....	26
2.22 Tampilan Pemilihan <i>Output</i> yang Ingin Ditampilkan.....	27
2.23 Tampilan Hasil Analisis SAP2000 .....	28
2.24 Tampilan Utama <i>PCA Column</i> .....	28
2.25 Tampilan <i>General Information PCA Column</i> .....	29
2.26 Tampilan <i>Material Properties</i> pada <i>PCA Column</i> .....	30
2.27 Memilih Bentuk Penampang Kolom .....	30
2.28 Menentukan Ukuran Kolom .....	31
2.29 Menentukan Jenis Pendistribusian Tulangan.....	31
2.30 Memasukkan Data Tulangan .....	32
2.31 Pilihan Untuk Memasukkan Gaya yang Bekerja Pada Kolom .....	32

2.32 Memasukkan Gaya yang Bekerja pada Kolom .....	33
2.33 Diagram Interaksi Kolom .....	33
3.1. Denah Gedung Lantai Lower Ground.....	38
3.2 Bagan Alir Perencanaan Struktur.....	42
4.1. Denah Kolom Lantai 5.....	43
4.2 Tampilan situs <i>puskim.pu.go.id</i> .....	49
4.3 Tampilan Hasil Perhitungan <i>puskim.pu.go.id</i> .....	49
4.4 Grafik Periode dengan Percepatan Spektra.....	51
4.5 Tampilan <i>Output</i> dari <i>Concrete Frame Design</i> .....	55
4.6 Grafik Perbandingan $\Delta$ Arah X.....	59
4.7 Grafik Perbandingan $\Delta$ Arah Y.....	60
4.8 Diagram Pn-Mn KX9 sumbu X.....	63
4.9 Diagram Pn-Mn KX9 sumbu Y .....	64
4.10 Diagram Pn-Mn KX10 sumbu X .....	65
4.11 Diagram Pn-Mn KX10 sumbu Y .....	65
4.12 Diagram Pn-Mn KX14 sumbu X .....	66
4.13 Diagram Pn-Mn KX14 sumbu Y .....	67
4.14 Faktor Panjang Efektif (k) .....	68
4.15 Faktor Panjang Efektif (k) Rangka Bergoyang.....	70

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
3.1. Data Sondir Dino Park.....	75
4.1. Tabel Balok dan Kolom.....	82
4.2. Denah Balok dan Kolom.....	86
4.3 Detail Kolom.....	101
4.4 Output SAP2000.....	105



## BAB I PENDAHULUAN

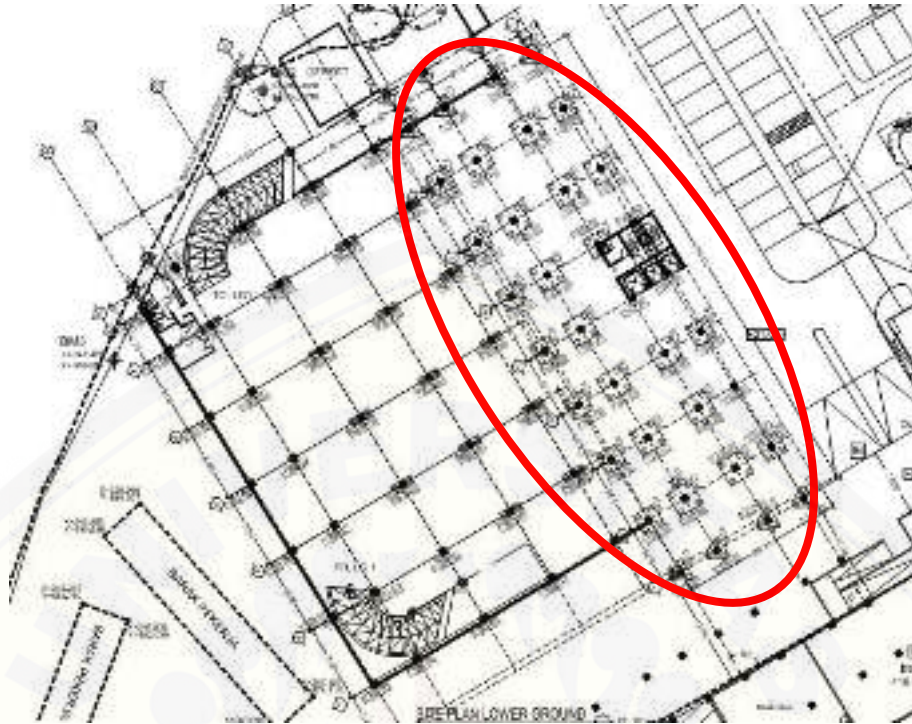
### 1.1 Latar Belakang

Kolom adalah salah satu elemen struktur vertikal yang memiliki kapasitas terbesar dalam menerima beban tekan aksial serta beban momen lentur secara bersamaan. Kolom meneruskan beban-beban dari struktur gedung paling atas hingga ke tanah yang memikul struktur tersebut melalui pondasi. Kolom memiliki berbagai macam bentuk penampang, seperti penampang kolom persegi, lingkaran serta persegi panjang. Setiap bentuk penampang kolom memiliki perbedaan kapasitas dalam menerima beban aksial. Penggunaan penampang kolom yang paling sering digunakan pada desain struktur gedung, adalah kolom berbentuk persegi dan persegi panjang.

Menurut Sudarsana, Ketut dkk (2016) dalam penelitiannya mengenai pengaruh bentuk penampang kolom terhadap kinerja Struktur Beton Bertulang mendapatkan bahwa sistem struktur dengan penampang kolom persegi panjang memiliki kinerja yang paling baik dibanding penampang kolom lainnya, hal ini berdasarkan nilai geser dasar seismik ultimit, perpindahan ultimit dan simpangan.

Pada uraian tersebut, maka timbul gagasan penelitian untuk tugas akhir dengan menganalisis kinerja struktur beton bertulang dengan merubah bentuk kolom yang sudah ada, perencanaan ini akan menggunakan bentuk kolom persegi panjang yang sesuai dengan bentuk denah bangunan seperti Gambar 1.1 dengan fungsi bangunan sebagai Apartemen di Kota Batu dengan ukuran kolom direncanakan kembali dengan luasan yang tidak jauh dengan kolom sebelumnya. Perencanaan kolom persegi panjang akan ditempatkan pada searah sumbu lemah bangunan.





Gambar 1.1. Denah Apartemen Lantai Lower Ground

Perencanaan ini akan dianalisis dengan menggunakan diagram interaksi kolom untuk mempermudah mengetahui keruntuhan kolom dengan memasukkan variabel  $P_u-M_u$ . Penelitian ini juga menganalisis perbandingan kekuatan kolom dengan memasukkan beban gempa. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja kolom dengan bentuk persegi panjang terhadap perilaku struktur gedung tinggi, guna memberi wawasan pembaca tugas akhir ini dalam merencanakan kolom struktur dalam gedung tinggi menggunakan beton bertulang.

Penelitian ini pernah dilakukan oleh Kandpal, Umashankar (2018) dengan judul penelitian "*Comparative Analysis of Rectangular and Square Column for Axial Loading, uniaxial and Biaxial Bending*". Selanjutnya pernah dilakukan penelitian oleh Ertanto, Riskiawan (2015) dengan judul penelitian "Analisis Perbandingan Perilaku Struktur Pada Gedung dengan Variasi Bentuk Penampang Kolom Beton Bertulang". Serta pernah dilakukan oleh Frans, Richard dkk (2013) dengan judul penelitian "Analisis Diagram Interaksi Kolom Pada Perencanaan Kolom Pipih Beton Bertulang". Dalam tugas akhir ini yang berjudul "Analisis Kinerja Kolom Persegi Panjang Terhadap Perilaku Elemen Struktur Beton

Bertulang”, akan meninjau perilaku elemen struktur beton bertulang bertingkat tinggi dengan fungsi bangunan sebagai Apartemen di Kota Batu jika keseluruhannya menggunakan kolom bentuk penampang persegi panjang.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diambil rumusan masalah, yaitu :

- a. Bagaimana kinerja kolom persegi dengan kolom persegi panjang beton bertulang pada gedung bertingkat tinggi?
- b. Bagaimana simpangan horizontal pada gedung menggunakan bentuk penampang kolom persegi panjang dalam menerima beban gempa?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui kinerja kolom persegi dengan kolom persegi panjang beton bertulang pada gedung bertingkat tinggi,
- b. Mengetahui simpangan horizontal pada gedung jika menggunakan bentuk penampang persegi panjang dalam menerima beban gempa.

## 1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai penambah wawasan mengenai penggunaan bentuk penampang kolom persegi panjang pada sebuah struktur bangunan gedung khususnya bertingkat tinggi, dan bagi penulis dapat menambah ilmu pengetahuan dalam perencanaan struktur gedung selanjutnya.

## 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini guna membatasi permasalahan pada penelitian ini agar dapat terfokus dan tidak melebar luas, batasan masalah penelitian ini adalah:

- a. Penelitian ini dilakukan terhadap komponen struktur kolom pada proyek pembangunan Apartemen Dino, Kota Batu,
- b. Melakukan dua analisis kinerja kolom terhadap perilaku struktur gedung Apartemen Dino, Kota Batu, yaitu analisis dengan membandingkan kolom pada diagram interaksi beban aksial-momen (P-M) pada kolom dan analisis dengan membandingkan kinerja struktur dari beban gempa,
- c. Kinerja kolom yang akan ditinjau adalah kolom dengan dua variasi bentuk penampang persegi sama sisi dan penampang persegi panjang luasan ( $A_g$ ) serta luasan tulangan ( $A_{st}$ ) yang sama,
- d. Pemodelan dan analisis simpangan pada setiap lantai dilakukan menggunakan *software* SAP2000,
- e. Analisis diagram interaksi beban aksial-momen (P-M) pada kolom dibantu dengan *software* PCACol,
- f. Analisis dan desain didasarkan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI-1726-2012) dan Standar Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung Beton Bertulang (SNI 03-2847-2013),
- g. Metode analisis menggunakan analisis respons spektrum,
- h. Analisis dan desain menggunakan mutu bahan konstruksi beton K300 dan baja tulangan menggunakan BJ24 sesuai data lapangan,

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Struktur Bangunan

#### 2.1.1 Definisi Struktur

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), struktur adalah sesuatu yang disusun atau dibangun menjadi sebuah bangunan ataupun susunan.

#### 2.1.2 Bagian Struktur

Bagian-bagian bangunan yang disusun dapat dibagi menjadi 2 bagian sesuai letaknya, yaitu :

a. Struktur Bawah

Struktur bangunan bagian bawah ini terletak di bawah permukaan tanah yang memiliki fungsi sebagai penahan struktur yang berada di atasnya. Struktur bawah ini juga berfungsi sebagai penyalur beban dari struktur paling atas ke tanah langsung. Struktur bawah meliputi pondasi serta sloof.

b. Struktur Tengah

Bagian struktur ini berada di atas permukaan tanah dan dapat terlihat oleh mata, bagian struktur ini langsung berhubungan dengan aktifitas pengguna struktur bangunan tersebut. Struktur tengah terdiri dari kolom, balok, dinding, serta plat lantai.

c. Struktur Atas

Bagian struktur ini merupakan bagian yang terdapat pada struktur paling atas. Struktur ini terdiri dari atap dan kuda-kuda.

Bagian bangunan selain menurut tata letaknya, ada juga menurut bahan penyusun struktur bangunan. Bahan penyusun struktur bangunan, ialah Beton, Baja, Kayu, serta bisa gabungan antara lebih dari 1 material. Selain itu, struktur bangunan memiliki 2 elemen, yaitu elemen struktural maupun non struktural. Elemen struktural ialah elemen struktur bangunan yang dapat menahan beban hingga struktur dapat berdiri kokoh dan stabil. Tidak berfungsinya salah satu elemen struktural dapat mengganggu perilaku struktur seluruhnya. Elemen struktural meliputi pondasi, kolom, balok, dan rangka atap. Sementara elemen non-struktural ialah elemen struktur yang bukannya menahan beban struktur, namun menjadi



beban struktur itu sendiri. Kerusakan salah satu elemen non-struktural tidak mengganggu perilaku struktur seluruhnya. Elemen ini meliputi keramik, dinding, tangga, serta penutup lantai.

### 2.1.3 Pembebanan

Definisi beban menurut SNI 1727:2013 adalah gaya yang didapat dari berat seluruh bahan bangunan, penghuni serta barang-barang yang ada di dalamnya, efek lingkungan sekitar, dan gaya kekangan akibat perubahan dimensi bangunan. Meskipun beban pada suatu struktur bangunan, namun pendistribusian beban dari elemen ke elemen lainnya dibutuhkan pendekatan. Jenis-jenis beban, antara lain :

#### a. Beban mati

Beban ini adalah berat bagian-bagian dari bangunan itu sendiri. Beban ini akan tetap berada di struktur bangunan selama bangunan tersebut masih ada dan arah beban ini searah dengan beban gravitasi bumi. Adapun berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung menurut PPIUG 1983 Tabel 2.1, antara lain :

- |                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| 1) Berat Jenis Beton                 | = 2400 kg/m <sup>3</sup> |
| 2) Adukan, per cm tebal dari semen   | = 21 kg/m <sup>2</sup>   |
| 3) Dinding pasangan batako           |                          |
| Tanpa lubang tebal dinding 10 cm     | = 200 kg/m <sup>2</sup>  |
| 4) Langit-langit dan dinding         |                          |
| Semen asbes (eternit dan sejenisnya) | = 11 kg/m <sup>2</sup>   |
| 5) Penggantung langit-langit         | = 7 kg/m <sup>2</sup>    |
| 6) Penutup lantai dari ubin          | = 24 kg/m <sup>2</sup>   |

#### b. Beban hidup

Beban ini ialah beban yang sesuai dengan fungsi struktur bangunan tersebut. Beban hidup mencakup beban orang, mesin, dan lainnya. Adapun beban hidup pada lantai gedung menurut PPIUG 1983 Tabel 3.1, antara lain :

- |                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| 1) Lantai Hotel/Apartemen | = 250 kg/m <sup>2</sup> |
| 2) Lantai Atap            | = 100 kg/m <sup>2</sup> |

### c. Beban Gempa

Beban ini akibat adanya pergerakan tanah secara horizontal maupun vertikal yang kecepatannya berdasarkan lokasi bangunan tersebut berada. Berikut langkah-langkah analisis beban gempa dinamis:

#### 1) Klasifikasi Situs Tanah

Menurut SNI 1726:2012 Pasal 5, Klasifikasi suatu situs untuk memberikan kriteria desain seismik suatu bangunan di permukaan tanah atau penentuan amplifikasi percepatan gempa puncak dari batuan dasar ke permukaan tanah. Profil tanah di situs diklasifikasikan sesuai Tabel 5.3, berdasarkan penyelidikan tanah di lapangan pada lapisan 30 m paling atas. Tanah diklasifikasikan menjadi kelas situs SA sampai dengan SF.

Tabel 2.1 Klasifikasi Situs

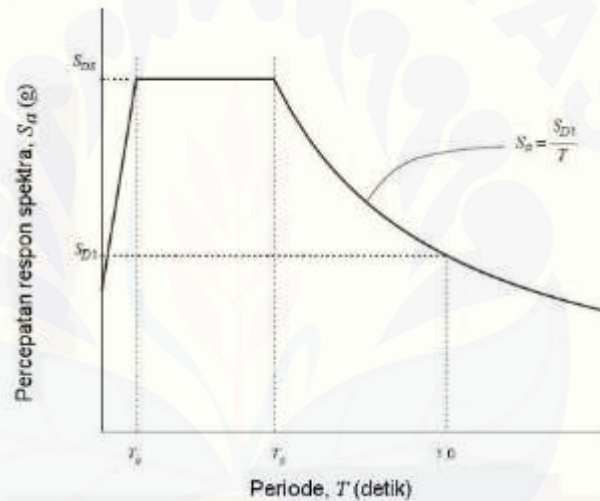
Kelas Situs	$\bar{v}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Indeks plastisitas, <math>PI &gt; 20</math>,</li> <li>2. Kadar air, <math>w \geq 40\%</math></li> <li>3. Kuat geser niralir <math>\bar{s}_u &lt; 25kPa</math></li> </ol>		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuidasi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah</li> <li>– Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan <math>H &gt; 3</math> m)</li> <li>– Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan <math>H &gt; 7,5</math> m dengan Indeks Plastisitas <math>PI &gt; 75</math>)</li> </ul> Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa		

Keterangan: N/A = tidak dapat dipakai

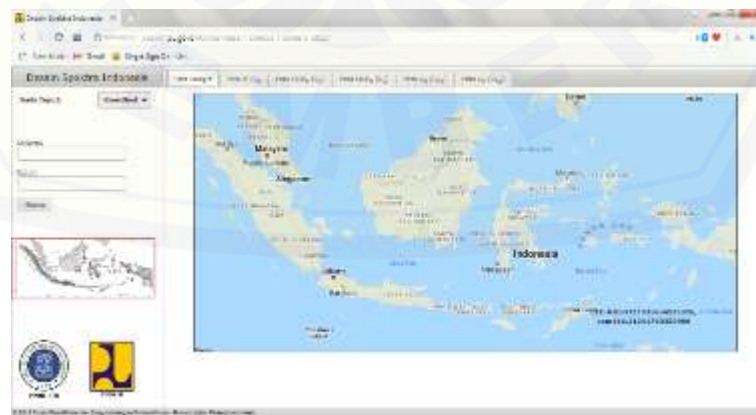
(Sumber SNI 1726:2012 pasal 5.3 Tabel 3)

## 2) Desain Respon Spektrum

Pada SNI 1726:2012, diharuskan membuat diagram respons spektrum sesuai dengan wilayah ataupun koordinat berdasarkan klasifikasi situs tanah. Pembuatan diagram respons spektrum dapat dilakukan menggunakan situs [puskim.pu.go.id](http://puskim.pu.go.id) atau dengan perhitungan manual berdasarkan SNI 1726:2012. Namun dalam Tugas Akhir ini menggunakan data dari situs [puskim.pu.go.id](http://puskim.pu.go.id). Untuk mendapatkan hasil respon spektrum di situs puskim, diperlukan untuk memasukkan koordinat lintang dan bujur detail lokasi yang akan ditinjau, atau dengan memasukkan jenis data pada situs menggunakan nama kota yang akan ditinjau.



Gambar 2.1 Spektrum respons desain (Sumber: SNI 1726:2012)



Gambar 2.2 Tampilan situs puskim oleh kementerian PU



### 3) Faktor keutamaan bangunan dan kategori desain seismik

Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa dapat ditemukan di SNI 1726:2012 Tabel 1 berdasarkan dari jenis pemanfaatan struktur bangunan tersebut.

Dalam analisis beban gempa perlu diketahui keutamaan struktur bangunan. Semakin penting suatu bangunan, maka beban gempa juga semakin diperbesar dengan mengalikan faktor keutamaan bangunan, berdasarkan SNI 1726:2012 pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

(Sumber: SNI 1726:2012 Pasal 4.1.2 Tabel 2)

Selain itu, bangunan juga perlu ditetapkan kategori desain seismik (KDS) berdasarkan SNI 1726:2012 Tabel 6 dilihat dari nilai  $S_{DS}$ . Serta berdasarkan SNI 1726:2012 Tabel 7 pada nilai  $S_{DI}$ .

Tabel 2.3 Kategori desain seismik berdasarkan  $S_{DS}$

Nilai $S_{DS}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

(Sumber: SNI 1726:2012 Pasal 6.5 Tabel 6)

Tabel 2.4 Kategori desain seismik berdasarkan  $S_{DI}$

Nilai $S_{DI}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DI} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DI} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{DI} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{DI}$	D	D

(Sumber: SNI 1726:2012 Pasal 6.5 Tabel 7)

#### d. Kombinasi Pembebanan

Menurut standar perencanaan struktur SNI 1727:2013 diperlukan adanya kombinasi beban serta faktor beban yang diperlukan guna kekuatan desainnya sama atau melebihi efek dari beban terfaktor dalam kombinasi seperti berikut :

- 1)  $U = 1,4D$
- 2)  $U = 1,2D + 1,6L + 0,5 (L, \text{ atau } R)$
- 3)  $U = 1,2D + 1,6 (L, \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
- 4)  $U = 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L, \text{ atau } R)$
- 5)  $U = 1,2D + 1,0Ex + 0,3Ey + 1,0L$
- 6)  $U = 1,2D + 1,0Ey + 0,3Ex + 1,0L$
- 7)  $U = 0,9D + 1,0W$
- 8)  $U = 0,9D + 1,0Ex + 0,3Ey$
- 9)  $U = 0,9D + 1,0Ey + 0,3Ex$

## 2.2 Kolom

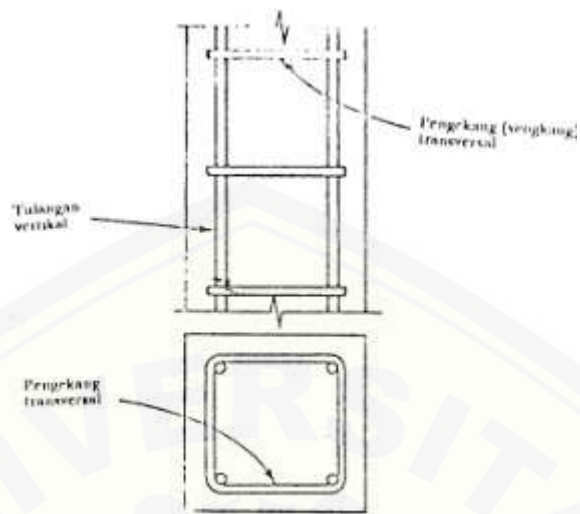
### 2.2.1 Definisi Kolom

Menurut Nawy, E. G (1982), kolom adalah salah satu elemen struktur batang tekan vertikal yang memikul beban langsung dari balok. Cara kerja kolom adalah meneruskan beban dari atas lalu disalurkan ke bawah hingga ke tanah melalui struktur bagian bawah yaitu pondasi. Satu kolom adalah lokasi kritis yang dapat mengakibatkan runtuhnya lantai yang bersangkutan langsung dengan kolom, bahkan dapat menyebabkan keruntuhan total seluruh struktur bangunan.

### 2.2.2 Jenis Kolom

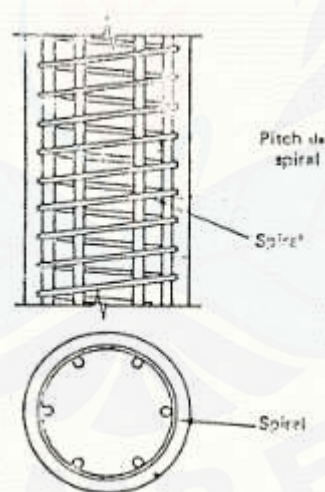
Menurut Nawy, E.G. (1987), bentuk kolom serta tulangnya dapat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu

- a. Kolom persegi empat dengan tulangan memanjang dan tulangan sengkang.



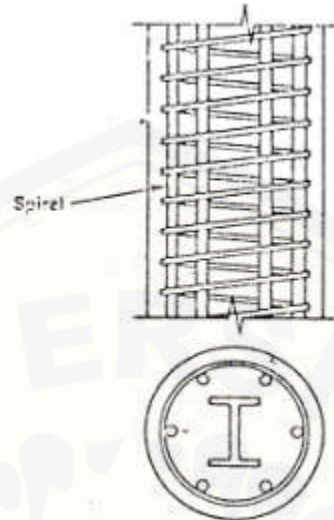
Gambar 2.3 Jenis Kolom Persegi Bersengkang (Sumber: Nawy, 1990)

- b. Kolom lingkaran dengan tulangan yang memanjang dan tulangan sengkang yang berupa spiral.



Gambar 2.4 Jenis Kolom Lingkaran Berspiral (Sumber: Nawy, 1990)

- c. Kolom komposit yang berupa beton dan profil baja di dalam strukturnya. Profil baja biasanya diletakkan di dalam tulangan.



Gambar 2.5 Jenis Kolom Komposit (Sumber: Nawy, 1990)

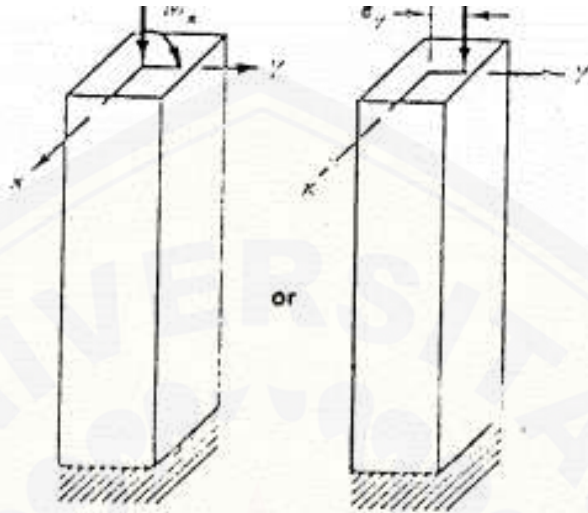
Selain jenis kolom berdasarkan bentuk dan tulangannya, kolom juga bisa dibedakan berdasarkan posisi beban terhadap penampang melintang, seperti :

- a. Kolom dengan beban sentris, kolom ini tidak mengalami momen lentur.

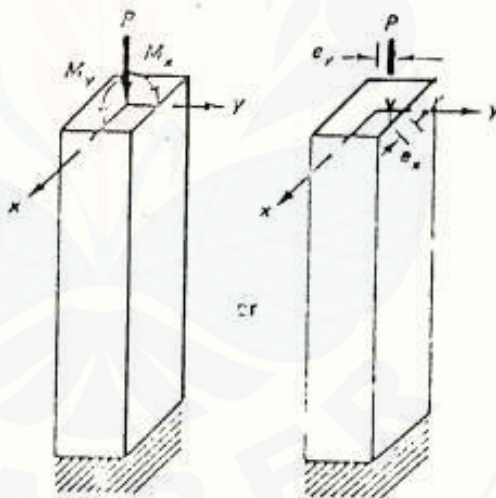


Gambar 2.6 Jenis Kolom Dengan Beban Sentris (Sumber: Nawy, 1990)

- b. Kolom dengan beban eksentris, kolom ini mengalami momen lentur dan gaya aksial. Momen lentur karena beban eksentris dapat bersumbu tunggal (*uniaxial*) maupun bersumbu rangkap (*biaxial*).



Gambar 2.7 Jenis Kolom Ditambah Momen Satu Sumbu (Sumber: Nawy, 1990)



Gambar 2.8 Jenis Kolom Ditambah Momen Dari 2 Arah (Sumber: Nawy, 1990)

### 2.2.3 Jenis Kegagalan pada Kolom

Terdapat 2 kondisi keruntuhan pada penampang kolom yang berdasarkan besar regangan pada tulangan kolom, kondisi tersebut antara lain :

- Keruntuhan Tarik, keruntuhan ini berawal dengan lelehnya tulangan tarik
- Keruntuhan Tekan, keruntuhan yang berawal dengan hancurnya beton tekan

Sedangkan kondisi *balance* adalah kondisi dimana keruntuhan yang berawal dengan lelehnya tulangan tarik serta hancurnya beton tekan sekaligus. Apabila terjadi kondisi sebagai berikut jika  $P_n$  adalah beban aksial, sedangkan  $P_{nb}$  adalah beban aksial *balanced* :

$P_n < P_{nb}$ , maka terjadi keruntuhan tarik

$P_n = P_{nb}$ , maka terjadi keruntuhan *balanced*

$P_n > P_{nb}$ , maka terjadi keruntuhan tekan

Perilaku keruntuhan kolom persegi serta spiral digambarkan pada diagram beban – lendutan akibat beban aksial. Saat beban meningkat sampai dengan maksimum, kolom yang mengalami runtuh secara tiba-tiba ialah kolom persegi. Sedangkan kolom yang mengalami keruntuhan bertahap ialah kolom spiral.

#### 2.2.4 Faktor Reduksi Kekuatan Kolom

Menurut SNI 2847:2013, faktor reduksi  $\beta_1$  untuk  $f_c'$  antara 17-28 Mpa sebesar 0,85. Untuk  $f_c' > 28$  Mpa, maka  $\beta_1$  direduksi sebesar 0,05 setiap kelebihan kekuatan sebesar 7 Mpa.  $\beta_1$  tidak boleh diambil kurang dari 0,65.

#### 2.2.5 Kapasitas Beban Aksial Kolom

Tegangan pada kolom terdiri dari tegangan beton dan baja dimana total beban merupakan jumlah dari gaya yang terjadi pada beton dan baja. Menurut SNI 2847:2013, kekuatan aksial desain  $\phi P_n$  tidak boleh lebih dari 0,85 (untuk tulangan spiral) dan tidak boleh lebih dari 0,80 (untuk tulangan pengikat) dari kekuatan aksial desain pada ekesentrisitas  $\phi P_0$ , rumus  $\phi P_0$  sebagai berikut :

$$\phi P_0 = \{0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}\} \quad (2.1)$$

Desain beban aksial  $\phi P_n$  dari struktur tekan tidak boleh lebih dari  $\phi P_{n(max)}$ , dengan rumus sebagai berikut :

- a. Untuk Tulangan Spiral

$$\phi P_{n(max)} = 0,85 \phi [0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}] \quad (2.2)$$

- b. Untuk Tulangan Pengikat

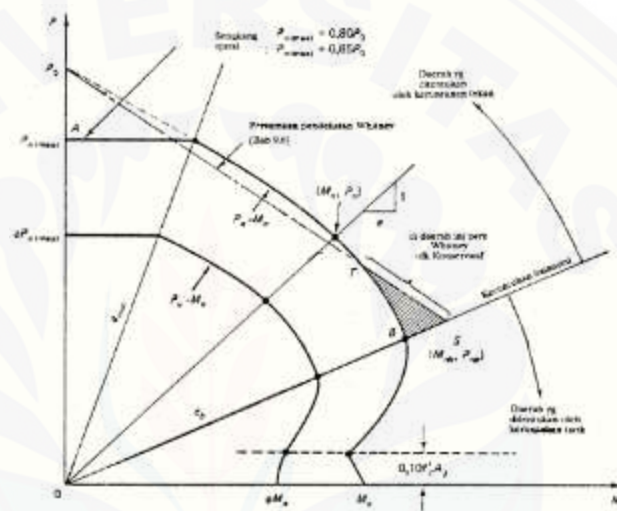
$$\phi P_{n(max)} = 0,80 \phi [0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}] \quad (2.3)$$



Komponen struktur yang dibebani aksial tekan harus didesain terhadap momen maksimum bersama dengan beban aksial.

### 2.2.6 Diagram Interaksi

Kombinasi kekuatan  $P_n$  dan  $M_n$  yang sesuai dengan lokasi sumbu netral ditunjukkan pada setiap titik dalam grafik. Diagram interaksi dibagi 2 daerah, yaitu daerah yang menentukan keruntuhan tarik dan keruntuhan tekan, dengan dibatasi titik *balanced* (titik B).



Gambar 2.9 Diagram Interaksi Beban Aksial-Momen (P-M) Kolom (Sumber: Nawy, 1990)

## 2.3 Desain Komponen Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Desain Komponen SRPMK wajib digunakan untuk wilayah dengan resiko gempa tinggi. Wilayah bisa dikatakan memiliki resiko gempa tinggi, jika wilayah tersebut masuk pada kategori desain seismik D, E, dan F dalam SNI 1726:2012. SRPMK dapat juga di aplikasikan pada kategori desain seismik A, B dan C, namun tidak ekonomis. Persyaratan desain komponen struktur SRPMK ini ditinjau berdasarkan SNI 2847:2013. Desain komponen struktur harus memenuhi syarat ketentuan sesuai SNI 2847:2013 pasal 21.6, sebagai berikut.

- Gaya tekan aksial terfaktor  $P_u$  akibat kombinasi beban tidak boleh melebihi

$$A_g f_c' / 10$$

$$P_u \leq A_g f_c' / 10$$

(2.4)

b. Dimensi penampang terpendek, tidak boleh kurang dari 300 mm.

$$b ; h \geq 300 \text{ mm} \quad (2.5)$$

c. Rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi tegak lurus tidak boleh kurang dari 0,4.

$$b / h \geq 0,4 \quad (2.6)$$

d. Luas tulangan memanjang,  $A_{st}$ , tidak boleh kurang dari 0,01  $A_g$  atau lebih dari 0,06  $A_g$ .

$$0,01A_g \geq A_{st} \geq 0,006A_g \quad (2.7)$$

## 2.4 Simpangan Antar Lantai Tingkat

Simpangan antar lantai tingkat desain ( $\Delta$ ) seperti yang telah ditentukan dalam SNI 1726:2012 pasal 7.12.1 tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat ijin ( $\Delta_a$ ) seperti Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Simpangan antar lantai ijin,  $\Delta_a^{a,b}$

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat.	$0,025h_{xx}^c$	$0,020h_{xx}$	$0,015h_{xx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata <sup>d</sup>	$0,010h_{xx}$	$0,010h_{xx}$	$0,010h_{xx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{xx}$	$0,007h_{xx}$	$0,007h_{xx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{xx}$	$0,015h_{xx}$	$0,010h_{xx}$

Keterangan:

<sup>a</sup>  $h_{xx}$  adalah tinggi tingkat di bawah tingkat x.

<sup>b</sup> Untuk sistem penahan gaya gempa yang terdiri dari hanya rangka momen dalam kategori desain seismik D, E, dan F, simpangan antar lantai tingkat ijin harus sesuai dengan persyaratan 7.12.1.1

<sup>c</sup> Tidak boleh ada batasan simpangan antar lantai untuk struktur satu tingkat dengan dinding interior, partisi, langit-langit, dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat. Persyaratan pemisahan struktur dalam 7.12.3 tidak diabaikan.

<sup>d</sup> Struktur di mana sistem struktur dasar terdiri dari dinding geser batu bata yang didesain sebagai elemen vertikal kantilever dari dasar atau pendukung fondasinya yang dikonstruksikan sedemikian agar penyaluran momen diantara dinding geser (kopel) dapat diabaikan.

(Sumber: SNI 1726:2012 pasal 7.12.1 Tabel 16)

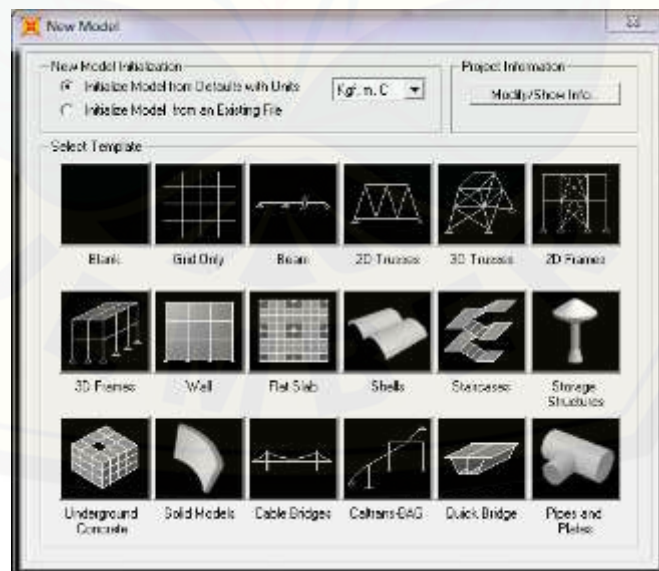
Untuk sistem penahan gaya gempa yang terdiri dari hanya rangka momen dalam kategori desain seismik D, E, dan F, simpangan antar lantai tingkat ijin ( $\Delta$ ) harus sesuai dengan SNI 1726:2012 pasal 7.12.1.1 yaitu tidak boleh melebihi  $\Delta_a / \rho$  untuk semua tingkat.  $\rho$  harus ditentukan sesuai dengan pasal 7.3.4.2, yaitu  $\rho$  harus sama dengan 1,3.

## 2.5 Pemodelan Struktur Menggunakan SAP 2000 v14.0.0

Program SAP merupakan salah satu program analisis dan perencanaan struktur yang sering dipakai pada saat ini, program ini sudah berbasis grafis dan dapat dioperasikan pada sistem *windows*. Program SAP2000 menyediakan beberapa fitur *template* siap pakai dari suatu tipe struktur. SAP2000 dapat melakukan proses pemodelan dan analisis dengan cepat. Langkah-langkah pemodelan struktur sebagai berikut.

- a. Menggambar model yang akan dianalisis/desain

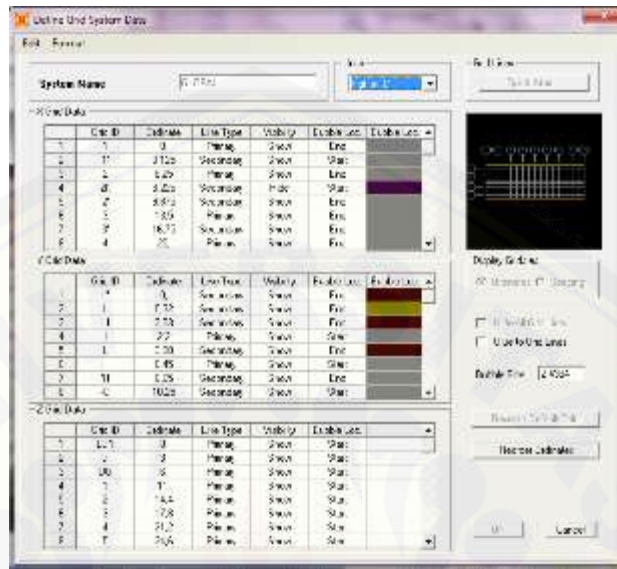
Menggambar model pertama pilih menu file lalu *new model*, maka akan muncul tampilan seperti Gambar 2.10 berikut.



Gambar 2.10 Kotak Tampilan *New Model*

Pertama hal yang dilakukan adalah menetapkan satuan yang akan dipakai saat analisis nanti berlangsung. Lalu, memilih *template* yang sesuai dengan struktur yang akan dianalisis, namun pada tugas akhir ini memilih *grid only*

untuk memudahkan penempatan kolom dan balok struktur gedung. Setelah itu baru memodifikasi *grid* sesuai denah yang ada, dengan membuka *define grid system data* seperti pada Gambar 2.11 berikut.

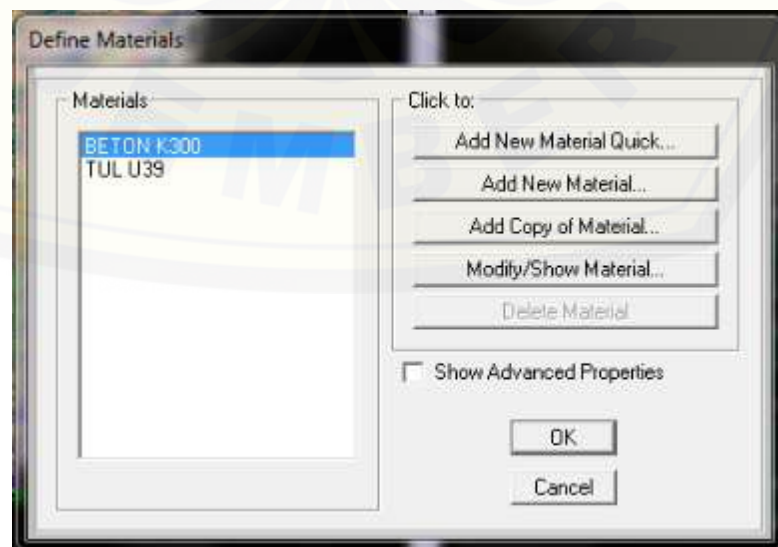


Gambar 2.11 Kotak Tampilan *Define Grid System Data*

Tampilan *grid* memiliki 2 pilihan yaitu menampilkan *grid* dalam ordinat atau jarak, selanjutnya menentukan jarak x, y, dan z untuk jarak dan ketinggian setiap lantainya sesuai dengan struktur gedung yang akan dianalisis.

b. Menetapkan material

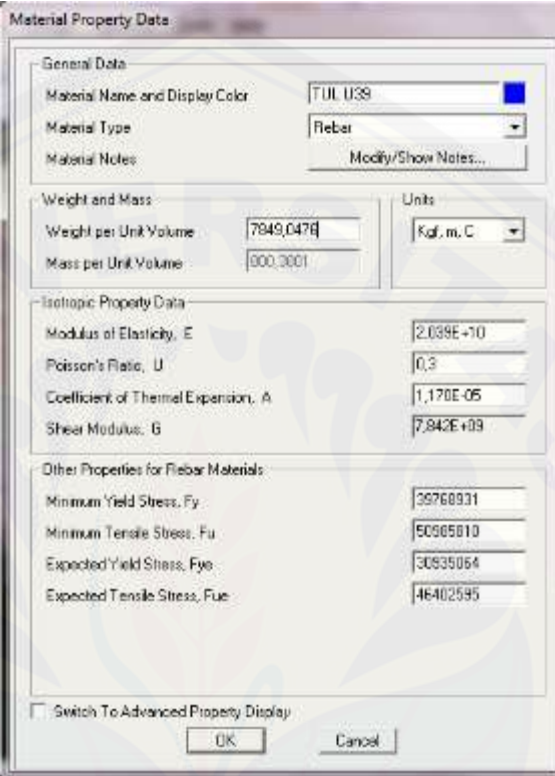
Menetapkan material terdapat pada menu *define* selanjutnya memilih *material*, seperti Gambar 2.12 menampilkan *define materials*.



Gambar 2.12 Tampilan *Define Materials*



Dengan memilih *add new material* maka akan menampilkan tampilan seperti pada Gambar 2.13 untuk memasukkan data material dari struktur yang akan dianalisis. Jika memasukkan data untuk tulangan beton maka perlu memilih *rebar* pada *material type*.

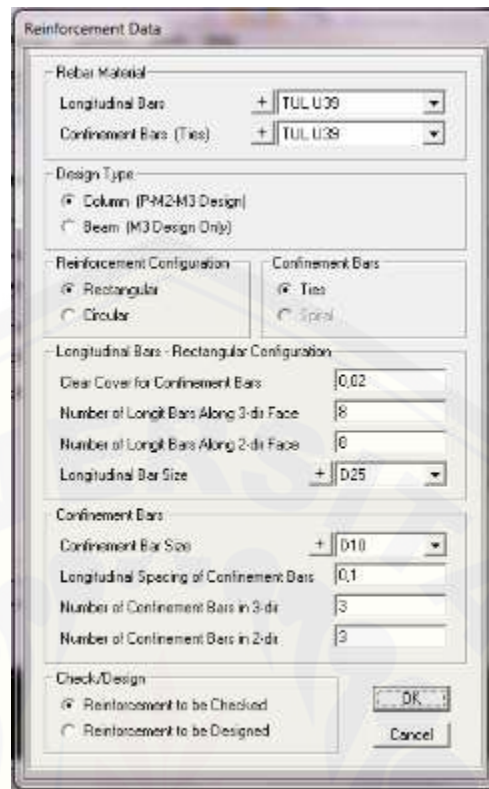


Section	Property	Value
General Data	Material Name and Display Color	TUL U39
	Material Type	Rebar
	Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	Weight per Unit Volume	7849,0478
	Mass per Unit Volume	900,0001
Units	Units	Kgf, m, C
Isotropic Property Data	Modulus of Elasticity, E	2,039E+10
	Poisson's Ratio, U	0,3
	Coefficient of Thermal Expansion, A	1,170E-05
	Shear Modulus, G	7,842E+09
Other Properties for Rebar Materials	Minimum Yield Stress, Fy	39768931
	Minimum Tensile Stress, Fu	50965810
	Expected Yield Stress, Fye	30935064
	Expected Tensile Stress, Fue	46402595

Gambar 2.13 Tampilan Memasukkan Data Material

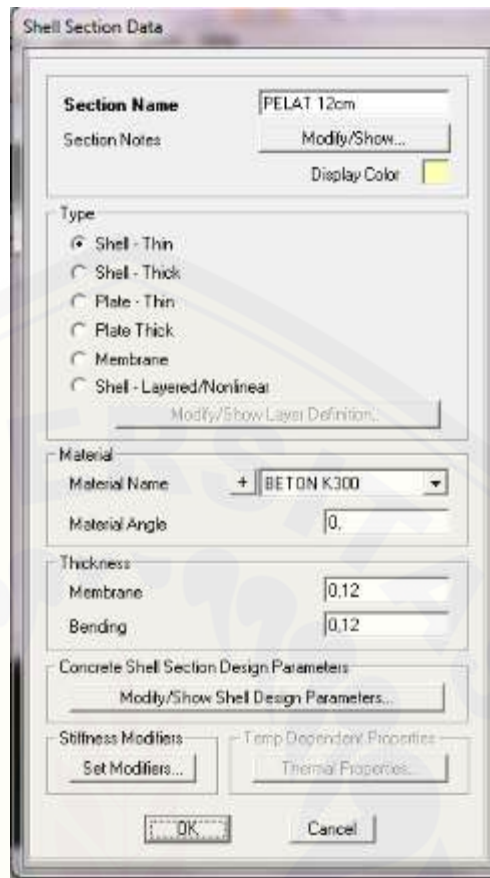
c. Menetapkan penampang

Untuk menetapkan penampang pilih pada menu *define* dan pilih *section property*. Jika menetapkan untuk balok dan kolom maka memilih *frame section*, namun untuk menetapkan pelat maka menggunakan *area section*. Setelah muncul kotak *frame properties*, pilih *add new property*, setelah itu menetapkan material apa yang digunakan untuk *frame*, lalu bentuk penampang seperti apa dan dimensi yang akan diterapkan pada struktur gedung yang akan dianalisis. Langkah selanjutnya pilih *reinforcement data* untuk menentukan tulangan yang akan dianalisis maka perlu memilih *reinforcement to be checked* pada *check/desingn* dipaling bawah sendiri, seperti pada Gambar 2.14 berikut.

Gambar 2.14 Tampilan *reinforcement data*

Namun untuk pelat, terdapat pada pilihan *area section*. Setelah itu memilih tipe *area* yang akan dipilih, semisal pilih *shell*. Tipe *shell* ini adalah gabungan dari sifat *plate* dan *membrane*. *Plate* adalah *area* yang menahan gaya pada arah tegak lurus bidang pelat, sedangkan *membrane* adalah *area* yang menahan gaya searah bidang pelat. Dikarenakan struktur gedung ini akan bergerak ke arah horizontal yaitu dapat menerima gaya searah bidang pelat, maka dipilih tipe *area* dengan *shell*. Setelah menentukan tipe *area*, selanjutnya memilih *add new section* dengan tampilan seperti Gambar 2.15. Setelah muncul, langkah pertama adalah memberi nama penampang. Selanjutnya memilih tipe *shell – thin*, dikarenakan pelat lantai relatif tipis maka hanya perlu memilih tipe *thin*. Tipe *thick* untuk tipe pelat yang relatif tebal seperti perkerasan jalan.





Gambar 2.15 Tampilan *Shell Section Data*

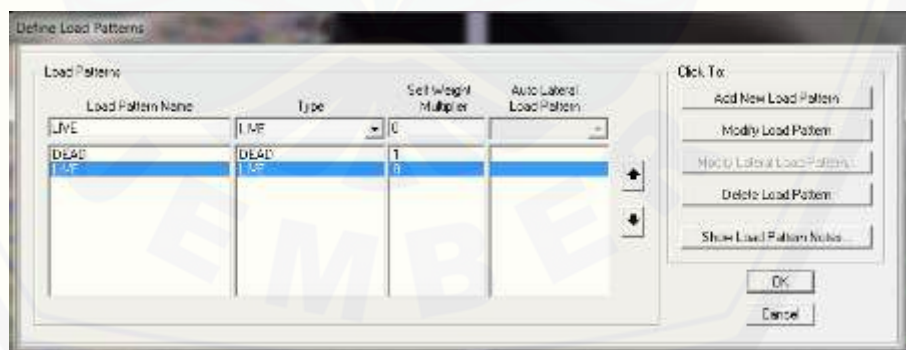
d. Mengganti tumpuan

Mengganti tumpuan pada *joint* yang terdapat pada tumpuan paling bawah dengan memastikan seluruh *joint* terpilih semua. Mengganti *Joint* ini berada pada menu *assign*, lalu pilih *Joint* dan *restrain*. Tampilan seperti pada Gambar 2.16 berikut.

Gambar 2.16 Tampilan *Joint Restraints*

## e. Menetapkan beban

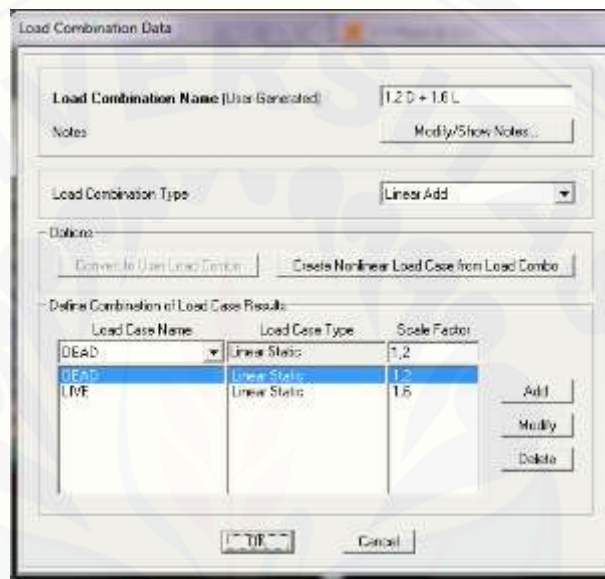
Untuk memasukkan tipe pembebanan berada pada menu *define* lalu *Load patterns*, dengan mengisikan nama beban yang akan dimasukkan pada *load pattern name*, semisal *Live*. Lalu memilih tipe beban tersebut jika beban hidup maka pilih *Live* pada *type*. Langkah terakhir pilih *add new load pattern* dan OK. Untuk beban mati pada SAP2000 faktor *self weight multiplier* sama dengan 1, hal ini bermaksud bahwa berat sendiri elemen struktur seperti balok, kolom dan pelat akan dihitung otomatis oleh SAP2000.



Gambar 2.17 Tampilan Memasukkan Tipe Pembebanan

f. Mendefinisikan kombinasi pembebanan

Kombinasi pembebanan terdapat pada pilihan menu *define*, lalu memilih *load combinations*. Pada pilihan *add new combo*, maka akan muncul tampilan seperti Gambar 2.18. Langkah pertama setelah tampilan tersebut adalah memberi nama kombinasi pembebanan, lalu memasukkan pembebanan apa saja yang ada pada kombinasi ini. Setelah itu, memilih skala faktor pembebanan pada *scale factor* sesuai dengan kombinasi yang diinginkan.



Gambar 2.18 Tampilan Memasukkan Data Kombinasi Pembebanan

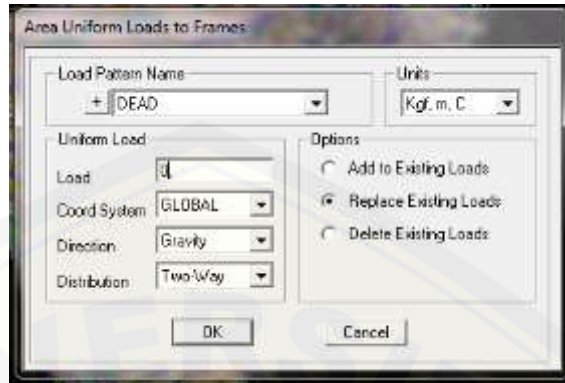
g. Menggambar *Frame* dan *Area*

Menggambar balok dan kolom ada pada pilihan menu *draw*, lalu pilih *draw frame/cabe/tendon*, namun untuk menggambar pelat berada pada pilihan *draw rectangular area*. Gambar balok, kolom, serta pelat pada grid yang sudah ditentukan sebelumnya.

h. Pembebanan pada Pelat

Saat memasukkan pembebanan pada pelat, langkah pertama yaitu memilih semua elemen pelat yang akan diberi pembebanan. Pada pilihan menu *assign*, pilih *area loads* lalu *uniform to frame (shell)* agar pembebanan didistribusikan pada balok seperti metode amplop. Setelah muncul tampilan seperti Gambar 2.19, pilih tipe pembebanan pada *load pattern* yang akan dimasukkan. Lalu

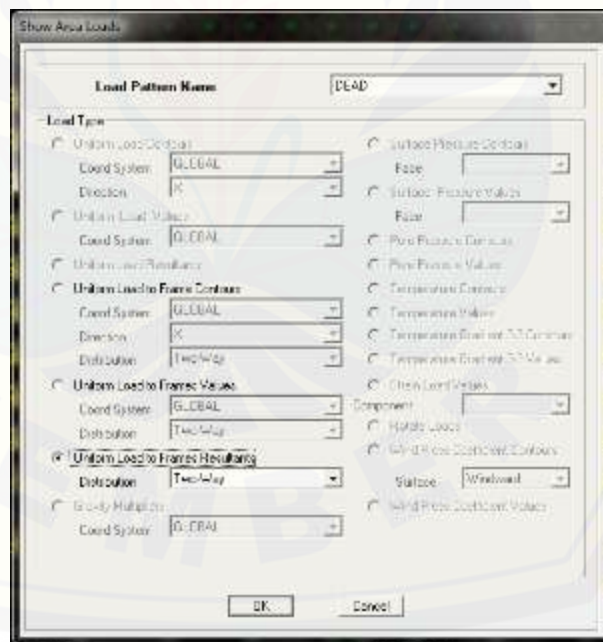
pada pilihan *distribution* untuk memilih *two-way*, distribusi beban dua arah ini dari arah memanjang dan melebar.



Gambar 2.19 Tampilan *Area Uniform Loads to Frames*

i. Menampilkan pembebanan

Menampilkan pembebanan terdapat pada menu *display* lalu *Show load assigns*, kemudian *area*. Maka akan muncul tampilan seperti pada Gambar 2.20 berikut.



Gambar 2.20 Tampilan Menampilkan Pembebanan *Area*



Pada tampilan pembebanan area menyediakan tipe-tipe beban yang ingin ditampilkan. Untuk melihat sesuai dengan metode amplop, maka perlu memilih *uniform load to frames resultants*. Pilihan tersebut akan menampilkan pembebanan dengan bentuk resultan pembagian ke balok di sekitar pelat, dalam bentuk beban merata segitiga/trapesium seperti metode amplop. Terakhir pada *distribution* untuk memilih *Two-way*. Maka pembebanan akan terlihat seperti Gambar 2.21 berikut.



Gambar 2.21 Hasil Tampilan Pembebanan area metode amplop

j. Analisis

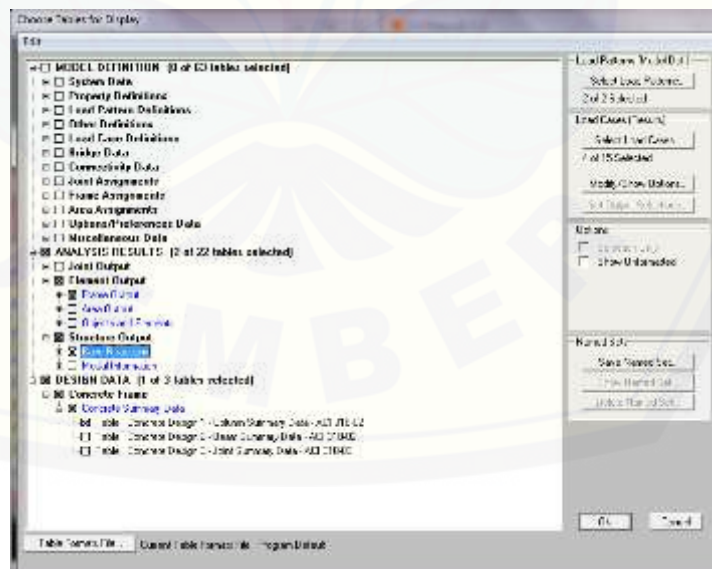
Setelah semua data yang diperlukan dalam analisis sudah dimasukkan pada SAP2000, maka perlu menganalisis saja. Pada pilihan menu *analyze* lalu pilih *run analysis* dan *run now*. Dengan cara cepat cukup menekan F5 pada *keyboard*, maka SAP2000 akan melakukan analisis pada struktur dan tinggal menunggu hingga analisis selesai.

k. *Design check*

Untuk melakukan pengecekan *frame section* pada balok maupun kolom tersebut sudah memenuhi persyaratan ataupun terjadi hal yang lainnya, maka perlu melakukan pengecekan dengan pilihan *concrete frame design* pada pilihan menu *design*. Maka akan muncul frame dengan berbagai tingkatan warna, jika frame berwarna abu-abu, biru, hijau, kuning ataupun oranye, maka frame tersebut dinyatakan sesuai dengan persyaratan dan tidak terjadi *stress ratio* ataupun yang lainnya. Jika frame berwarna merah, maka frame tersebut perlu dicek penyebabnya.

1. Menampilkan hasil analisis

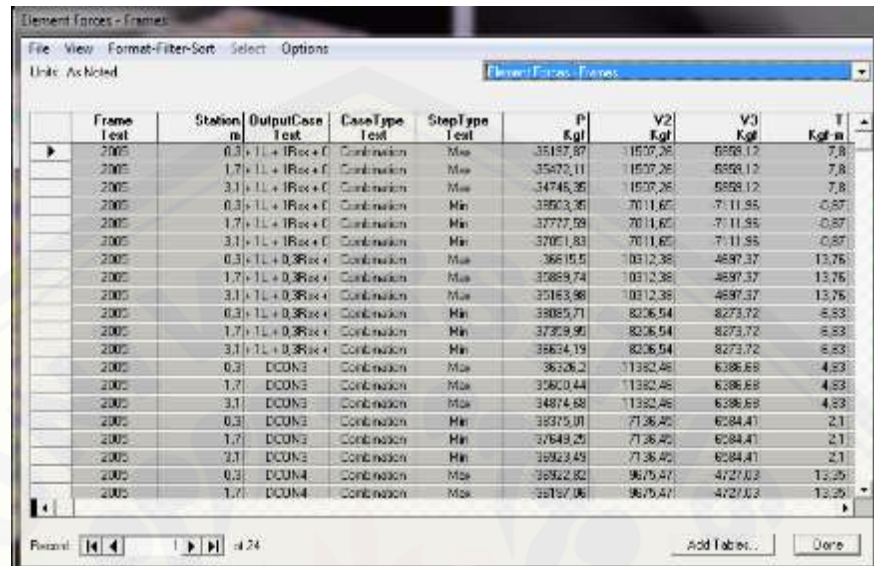
Untuk menampilkan hasil analisis dari SAP2000 seperti deformasi, reaksi tumpuan ataupun batang, *capacity ratio*, dan lainnya ada pada pilihan menu *display* lalu *show tables*. Dengan cara cepat menekan CTRL dan T pada *keyboard*, maka akan menampilkan kotak seperti pada Gambar 2.22 di bawah. setelah itu memilih tipe beban atau kombinasi dengan memilih pada pilihan *select load case*, lalu memilih tipe output apa yang ingin ditampilkan.



Gambar 2.22 Tampilan Pemilihan *Output* yang Ingin Ditampilkan



Setelah menekan OK, maka akan muncul tampilan *output*. Jika ingin menyimpan hasil analisis pada *Microsoft excel*, maka cukup memilih *export all table to excel*.

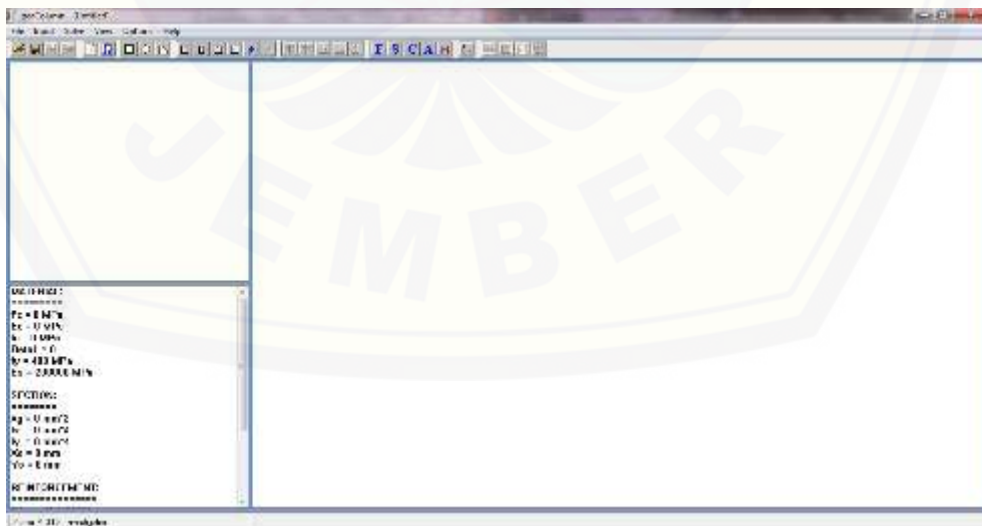


Frame Test	Station m	Output Case Test	Case Type Test	Step Type Test	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-m
2005	0.3	1L + 1Rsc + C	Combination	Max	35157.87	1937.26	6958.12	7.8
2005	1.7	1L + 1Rsc + C	Combination	Max	35470.11	1937.26	6958.12	7.8
2005	3.1	1L + 1Rsc + C	Combination	Max	34745.36	1937.26	6958.12	7.8
2005	0.3	1L + 1Rsc + C	Combination	Min	-35503.36	7011.65	-7111.95	-0.87
2005	1.7	1L + 1Rsc + C	Combination	Min	-37777.59	7011.65	-7111.95	-0.87
2005	3.1	1L + 1Rsc + C	Combination	Min	-37051.83	7011.65	-7111.95	-0.87
2005	0.3	1L + 0.3Rsc + C	Combination	Max	36615.5	10312.36	4697.37	13.76
2005	1.7	1L + 0.3Rsc + C	Combination	Max	33659.74	10312.36	4697.37	13.76
2005	3.1	1L + 0.3Rsc + C	Combination	Max	35163.98	10312.36	4697.37	13.76
2005	0.3	1L + 0.3Rsc + C	Combination	Min	-38085.71	8236.54	8273.72	-8.83
2005	1.7	1L + 0.3Rsc + C	Combination	Min	-37359.95	8236.54	8273.72	-8.83
2005	3.1	1L + 0.3Rsc + C	Combination	Min	-36674.19	8236.54	8273.72	-8.83
2005	0.3	DCON3	Combination	Max	36326.2	11382.46	6386.68	4.83
2005	1.7	DCON3	Combination	Max	35600.44	11382.46	6386.68	4.83
2005	3.1	DCON3	Combination	Max	34874.68	11382.46	6386.68	4.83
2005	0.3	DCON3	Combination	Min	-39375.01	7136.45	6284.41	2.1
2005	1.7	DCON3	Combination	Min	-37648.25	7136.45	6284.41	2.1
2005	3.1	DCON3	Combination	Min	-36923.49	7136.45	6284.41	2.1
2005	0.3	DCON4	Combination	Max	36922.82	9675.47	4727.03	13.25
2005	1.7	DCON4	Combination	Max	36197.06	9675.47	4727.03	13.25

Gambar 2.23 Tampilan Hasil Analisis SAP2000

## 2.6 Pemodelan Kolom Menggunakan PCA Column

Program *PCA Column* merupakan program untuk membantu investigasi dan mendesain struktur kolom, dengan mendesain tulangan pada kolom. Tampilan utama dari *PCA Column* seperti Gambar 2.24 berikut.



Gambar 2.24 Tampilan Utama PCA Column

Langkah-langkah pemodelan dalam mendesain/menginvestigasi kolom sebagai berikut.

a. Menentukan Jenis Satuan dan Tipe Diagram Interaksi

Tahap awal mengoperasikan *Software* PCA Column dengan memasukkan informasi umum seperti pada *Project*, *Column*, dan *Engineer*. Lalu, menentukan satuan dan peraturan yang akan digunakan. Peraturan yang tidak jauh berbeda dengan SNI 2847:2013 ialah ACI 318-02. Dalam menentukan diagram interaksi kolom terdapat dua pilihan yaitu momen yang berkerja dari 1 arah saja (Uniaksial) atau momen yang bekerja dari 2 arah (Biaksial). Selanjutnya menentukan penggunaan *software* ini untuk mendesain tulangan suatu kolom atau menginvestigasi kolom. Terakhir menentukan kelangsingan kolom pada *consider slenderness* dengan memperhitungkan efek kelangsingan kolom.



Gambar 2.25 Tampilan *General Information* PCA Column

b. Memasukkan data material

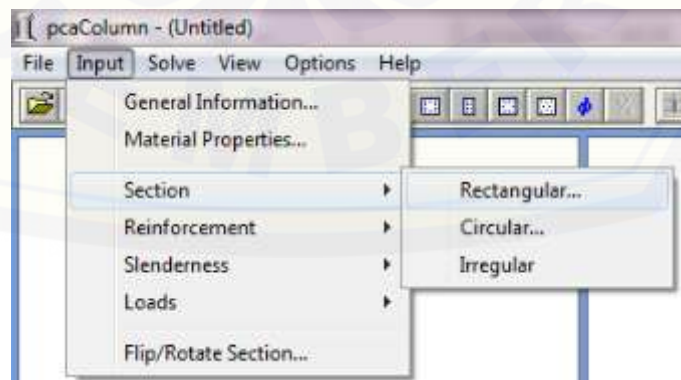
Memasukkan data material yang meliputi mutu beton, modulus elastisitas, faktor reduksi serta tegangan leleh pada kolom yang akan didesain atau diinvestigasi. Seperti pada Gambar 2.26 tampilan dalam memasukkan data material pada *PCA Column*.



Gambar 2.26 Tampilan *Material Properties* pada *PCA Column*

c. Memodelkan ukuran kolom

Memodelkan ukuran kolom terdapat pada pilihan *input* lalu *section*, baru memilih bentuk kolom yang akan diinvestigasi. Setelah memilih bentuk baru memasukkan data lebar/tinggi kolom pada arah X dan Y seperti pada Gambar 2.28 berikut.



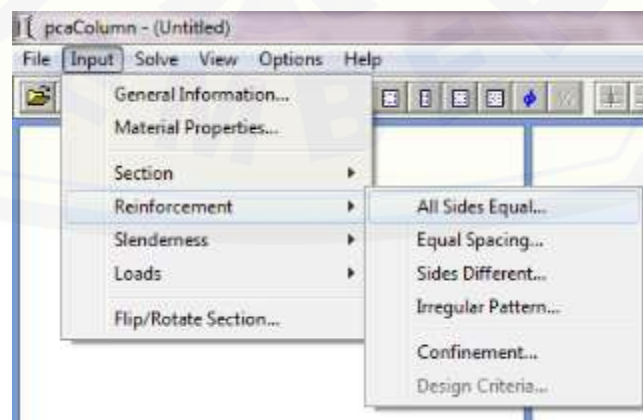
Gambar 2.27 Memilih Bentuk Penampang Kolom



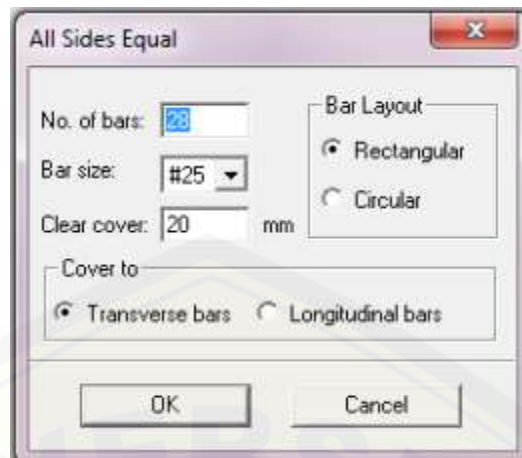
Gambar 2.28 Menentukan Ukuran Kolom

d. Memasukkan data tulangan kolom

Memasukkan data tulangan kolom meliputi jumlah tulangan, ukuran tulangan serta selimut beton. Langkah awal yaitu memilih pilihan menu *input*, lalu *Reinforcement* terakhir menentukan jenis penempatan tulangan yang digunakan, seperti *all side equal* yaitu mendistribusikan tulangan merata keempat sisi kolom. *Side different* yaitu mendistribusikan tulangan dengan arah X dan Y yang berbeda. Adapun jika tulangan yang akan didistribusikan tidak beraturan ada pada pilihan *irregular reinforcement pattern*. Dalam memasukkan jumlah tulangan kolom terdapat pada *No. of Bar*, pada pilihan *bar size* ialah tulangan nomor berapa yang akan digunakan pada kolom. Memasukkan selimut beton pada *clear cover*. Terakhir pilihan *Cover to* ada 2 macam, yaitu *tranverse bars* (menentukan jarak selimut terhadap tulangan geser) dan *longitudinal bars* (menentukan jarak selimut terhadap tulangan pokok).



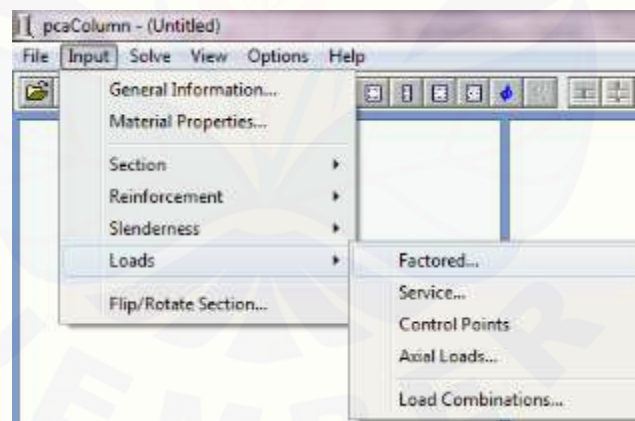
Gambar 2.29 Menentukan Jenis Pendistribusian Tulangan



Gambar 2.30 Memasukkan Data Tulangan

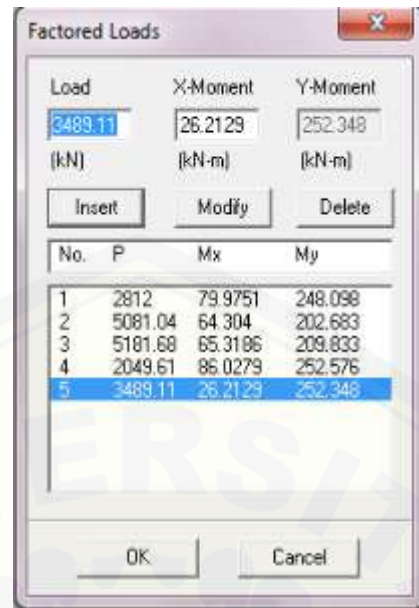
e. Memasukkan gaya yang bekerja

Hal selanjutnya sebelum menganalisis kolom, perlu memasukkan gaya yang bekerja pada kolom ke *software* PCA Column yaitu dengan memasukkan gaya aksial ( $P_u$ ), Momen X serta Momen Y yang didapat dari hasil output *software* SAP2000 dari kombinasi dengan beban maksimum. Memasukkan gaya yang bekerja ini terdapat pada menu *input*, lalu pilih *Loads*.



Gambar 2.31 Pilihan Untuk Memasukkan Gaya yang Bekerja Pada Kolom

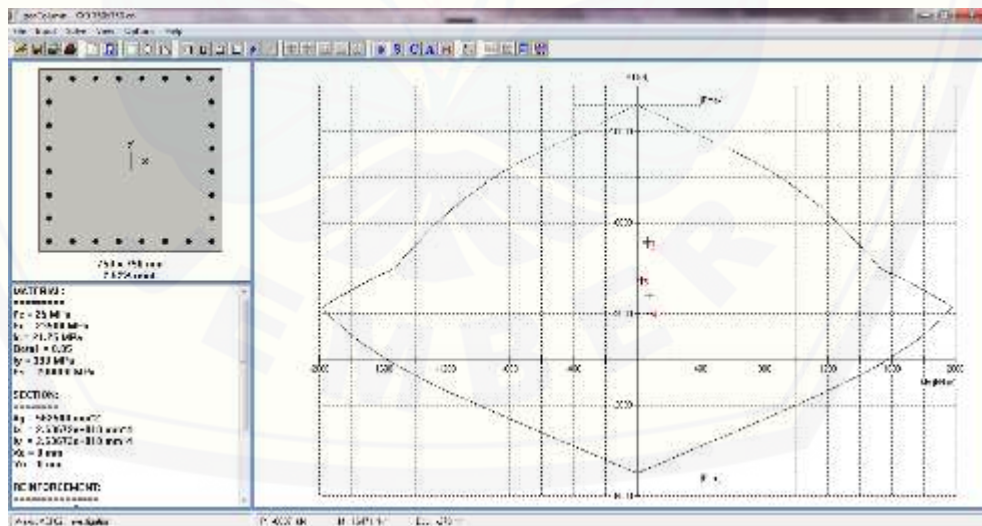




Gambar 2.32 Memasukkan Gaya yang Bekerja pada Kolom

f. Eksekusi hasil akhir

Terakhir pilih menu *solve* lalu *execute* untuk menginvestigasi kolom, atau dengan cara tercepat yaitu dengan menekan F5 pada *keyboard*.



Gambar 2.33 Diagram Interaksi Kolom



## 2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian seperti ini telah dilakukan sebelumnya. Penelitian sebelumnya dapat membantu penelitian yang akan dilakukan saat ini. Beberapa penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini :

- a. *Comparative Analysis of Rectangular and Square Column for Axial loading, Uniaxial & Biaxial Bending* oleh Kandpal, Umashankar (2018)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk kolom yang baik dengan desain yang ekonomis juga memenuhi persyaratan struktur bangunan dengan menahan beban aksial atau tekuk uniaksial dan biaksial. Penelitian ini menggunakan metode dengan menganalisis secara teoritis dengan memperhitungkan defleksi maksimal pada setiap kolom, seberapa kuat kolom tersebut menahan kapasitas lentur, daktilitas dan pola retak yang terjadi pada setiap kolom.

- b. *Analisis Perilaku Bangunan Tidak Beraturan Horizontal dengan Variasi Dimensi Kolom Terhadap Gempa* oleh Pramesti, Nadia R (2018)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perilaku bangunan terhadap beban gempa dengan menggunakan variasi perubahan dimensi kolom menjadi lebih kecil pada bangunan tidak beraturan secara horizontal sistem non paralel. Penelitian ini menggunakan metode analisis dinamis respons spektrum berdasarkan SNI 1726:2012 dengan bantuan *software* ETABS versi 9.7.4.

- c. *Analisis Struktur Beton Bertulang Kolom Pipih pada Gedung Bertingkat* oleh Limbongan, Steven (2016)

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan kolom pipih dalam menerima beban gempa dinamis serta simpangan antar lantai setiap tingkat. Penelitian ini menggunakan metode dengan memperhitungkan kemampuan kolom dalam menerima beban gempa maupun pengaruh respon spektrum.

- d. Analisis Perbandingan Perilaku Struktur Pada Gedung dengan Variasi Bentuk Penampang Kolom Beton Bertulang oleh Ertanto, Riskiawan (2015)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan perilaku struktur (simpangan horizontal dan gaya-gaya dalam) pada gedung dengan variasi bentuk penampang kolom beton bertulang. Penelitian ini menggunakan pengecekan desain struktur menggunakan *capacity ratio* yang tidak melebihi dari satu dan pengecekan pada simpangan horizontal.

- e. Analisis Diagram Interaksi Kolom Pada Perencanaan Kolom Pipih Beton Bertulang oleh Frans, Richard dkk (2013)

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah tulangan yang digunakan serta tipe daerah keruntuhan kolom dengan menggunakan diagram interaksi dengan ukuran penampang dan jenis penampang tertentu. Penelitian ini menggunakan metode dengan menghitung momen lentur nominal (M) dan gaya aksial nominal (P) lalu dibandingkan dengan menggunakan diagram interaksi.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Peneliti akan melaksanakan penelitian di Fakultas Teknik Universitas Jember. Waktu penelitian dilaksanakan selama akhir semester 7 sampai awal semester 8 tahun ajaran 2018/2019. Peneliti akan menggunakan waktu untuk penelitian diantara bulan September s/d Maret.

### 3.2 Variabel Penelitian

Menurut Arikunto (2010), variabel penelitian adalah beberapa objek penelitian atau sesuatu yang menjadi perhatian pada suatu penelitian. Variabel menjadi faktor penting pada penelitian yang dapat berbentuk apa saja sehingga memperoleh informasi yang nanti akan ditarik kesimpulan. Variabel dapat dikelompokkan dengan berbagai cara. Akan tetapi pada penelitian ini terdapat 2 jenis pengelompokan yang sangat penting dan mendapatkan penekanan antara lain : variabel bebas dan variabel terikat.

a. Variabel bebas (*independent variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang menjadi penyebab perubahannya atau variabel yang mempengaruhi variabel terikat. Variabel bebas ini menjadi variabel penyebab pada penelitian ini. Yang menjadi variabel bebas pada penelitian ini adalah penampang kolom persegi panjang dengan luas penampang dan luas tulangan yang sama. Tulangan untuk kedua variasi kolom direncanakan tersebar merata.

b. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat adalah suatu kondisi yang hendak dijelaskan pada penelitian ini. Variabel ini berperan sebagai sebagai akibat. Yang menjadi variabel terikat penelitian ini adalah kinerja struktur kolom.

### 3.3 Tahap Analisis Pengumpulan, Pengolahan, dan Penyajian Data

#### 3.3.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan studi kasus suatu bangunan Apartemen Dino Kota Batu. Pengumpulan data tentang studi kasus penelitian ini, dari data Primer dan Sekunder.

a. Data Primer

Menurut Umar, Husein (2002). Data primer merupakan data yang didapatkan dari pihak pertama. Data primer yang didapat adalah hasil data perhitungan manual menggunakan *Ms. Excel* serta dengan bantuan *software* SAP2000 dan *PCAColumn*.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan oleh peneliti dari sumber-sumber yang telah ada. Data sekunder yang didapat adalah *Shop Drawing*.

Dari cara pengumpulan data tersebut, didapatkan data yang akan digunakan pada penelitian ini antara lain :

a. Data desain gambar struktur dari kontraktor pembangunan gedung Apartemen Dino Kota Batu :

a. Data teknis

Nama Bangunan : Apartemen Dino Jawa Timur Park 3 Kota Batu

Lokasi : Jalan Ir. Soekarno No. 112, Beji, Junrejo, Kota Batu

Pemilik Gedung : Jawa Timur Park Group

Fungsi Bangunan : Apartemen

Jumlah Lantai : 12 lantai

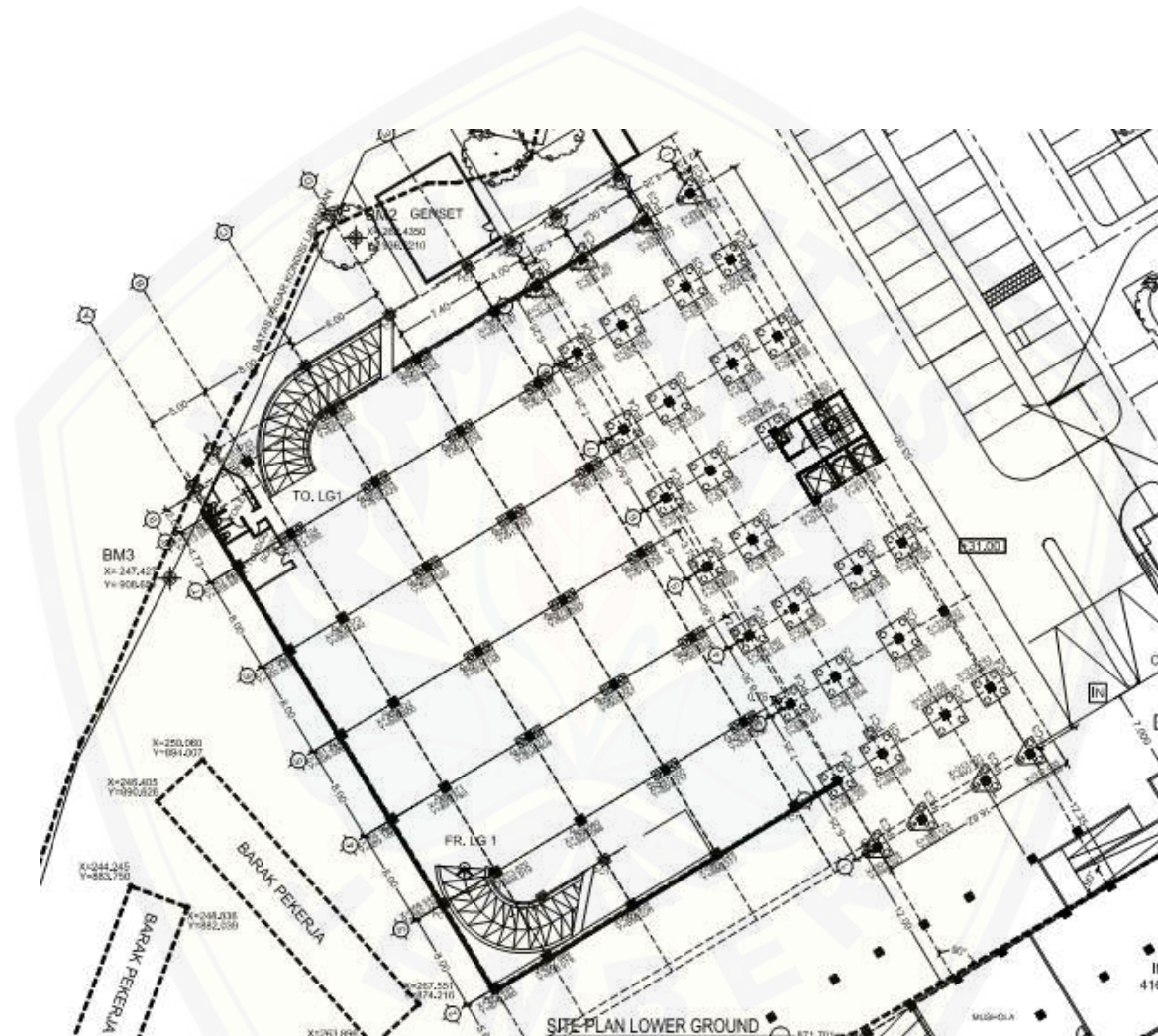
b. Mutu Besi dan Beton

Mutu Beton : K-300

Mutu Baja Tulangan : BJ39, untuk tulangan longitudinal  
BJ24, untuk tulangan transversal



c. Denah Gedung



Gambar 3.1. Denah Gedung Lantai Lower Ground



- b. Mencari peraturan di Indonesia yang berlaku pada saat ini untuk merencanakan bangunan struktur gedung,
- c. Mencari literatur dan ketentuan yang sesuai.

### 3.3.2 Pengolahan Data

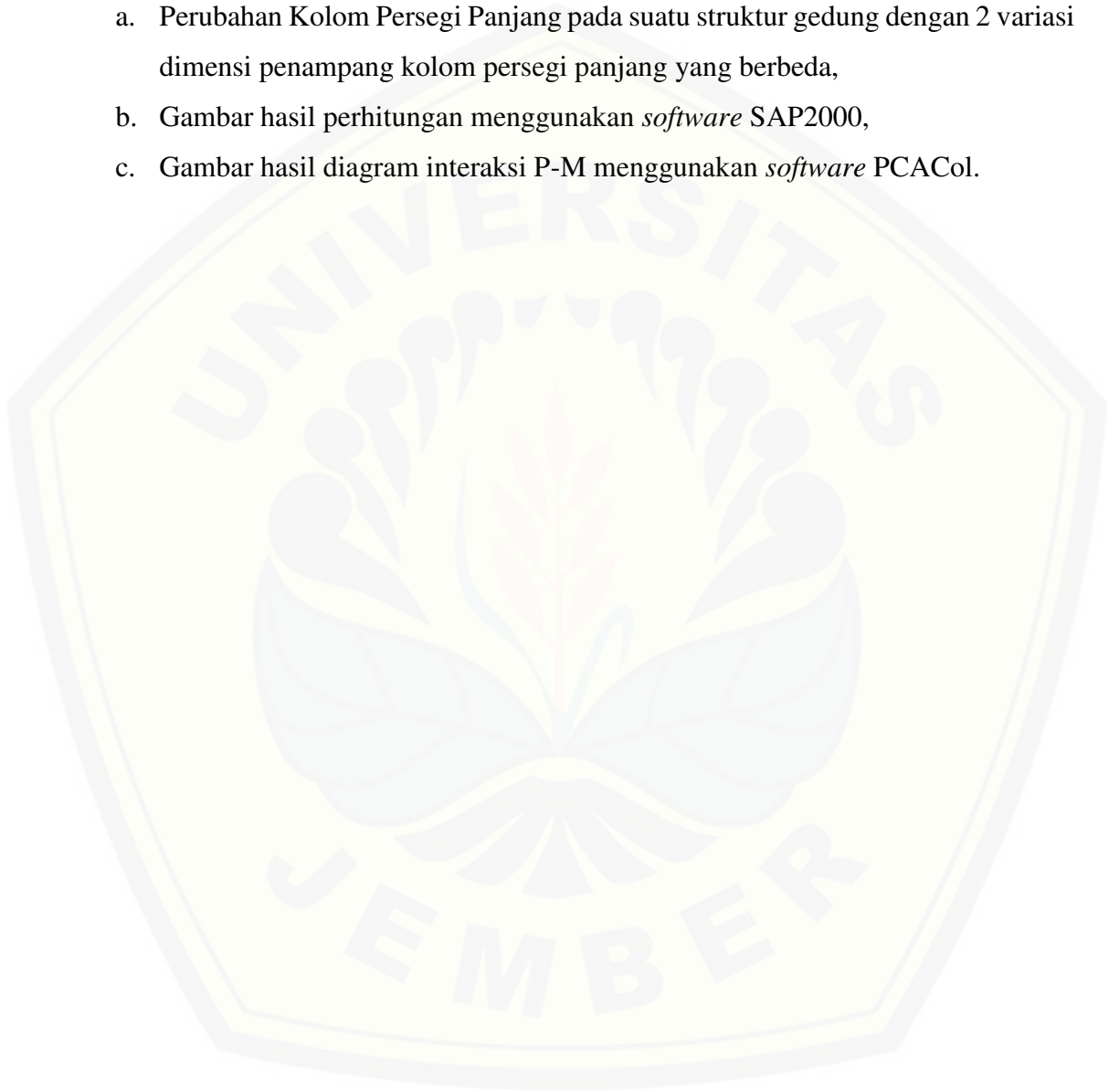
Setelah semua data yang diperlukan terkumpul, maka peneliti mengolah data tersebut. Tahapan pengolahan data, sebagai berikut :

- a. Membuat pemodelan Struktur Bangunan  
Pembuatan pemodelan dengan bentuk 3D sesuai denah dan *shop drawing* dari gedung tempat studi kasus dengan dibantu *software* SAP2000.
- b. Perhitungan Beban dan Kombinasi Beban  
Peneliti menghitung pembebanan, antara lain beban mati, beban hidup, beban gempa serta kombinasi beban lainnya berdasarkan PPIUG 1983, SNI 1726:2012, serta SNI 1727:2013 sesuai fungsi dan jenis pada data yang sudah ada. Perhitungan pembebanan dibantu dengan *software* *Microsoft Excel*.
- c. Memasukkan beban serta kombinasinya ke dalam *software* SAP2000.
- d. Menganalisis struktur dengan menggunakan *software* SAP2000. Analisis ini nantinya akan menghasilkan gaya dalam berupa gaya aksial, gaya geser serta gaya momen.
- e. Melakukan analisis untuk menghitung desain kapasitas gedung pada struktur gedung dengan cara melakukan pergantian keseluruhan kolom dengan variasi kolom yang ditentukan,
- f. Melakukan validasi antara hasil dari *software* SAP2000 dan hasil dari *software* PCACol dengan hasil perhitungan manual,
- g. Merekap data-data hasil dari *software* SAP2000 dan *software* PCACol menggunakan *software* *Microsoft Excel*.
- h. Mengambil kesimpulan dari hasil analisis data dan pembahasan yang sesuai berdasarkan tujuan penelitian.

### 3.3.3 Penyajian Data

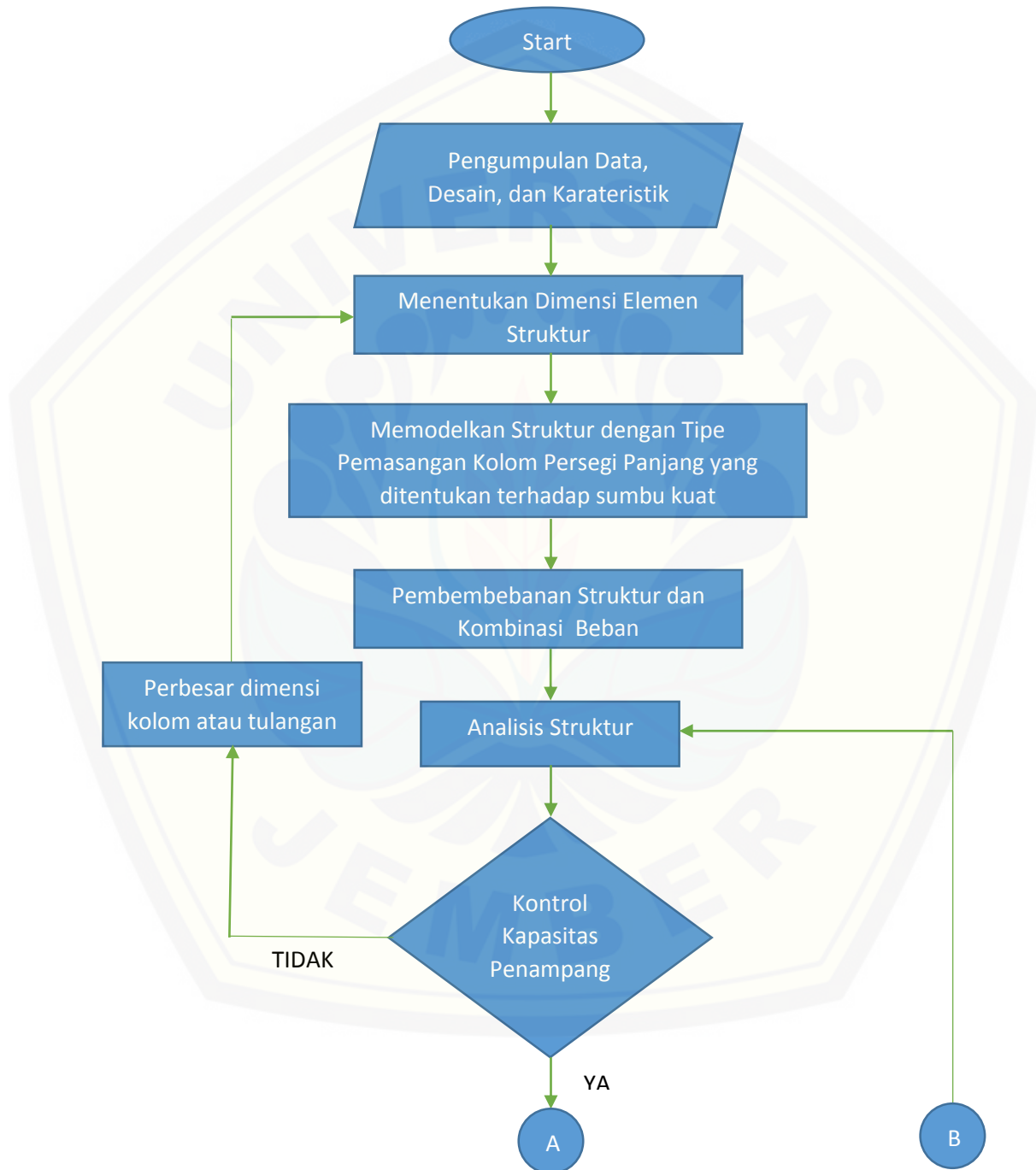
Pada penelitian ini dilakukan analisis dan pembahasan hasil optimasi tata letak Kolom Persegi Panjang. Dalam hal ini Penelitian Tugas Akhir menyampaikan hasil analisis :

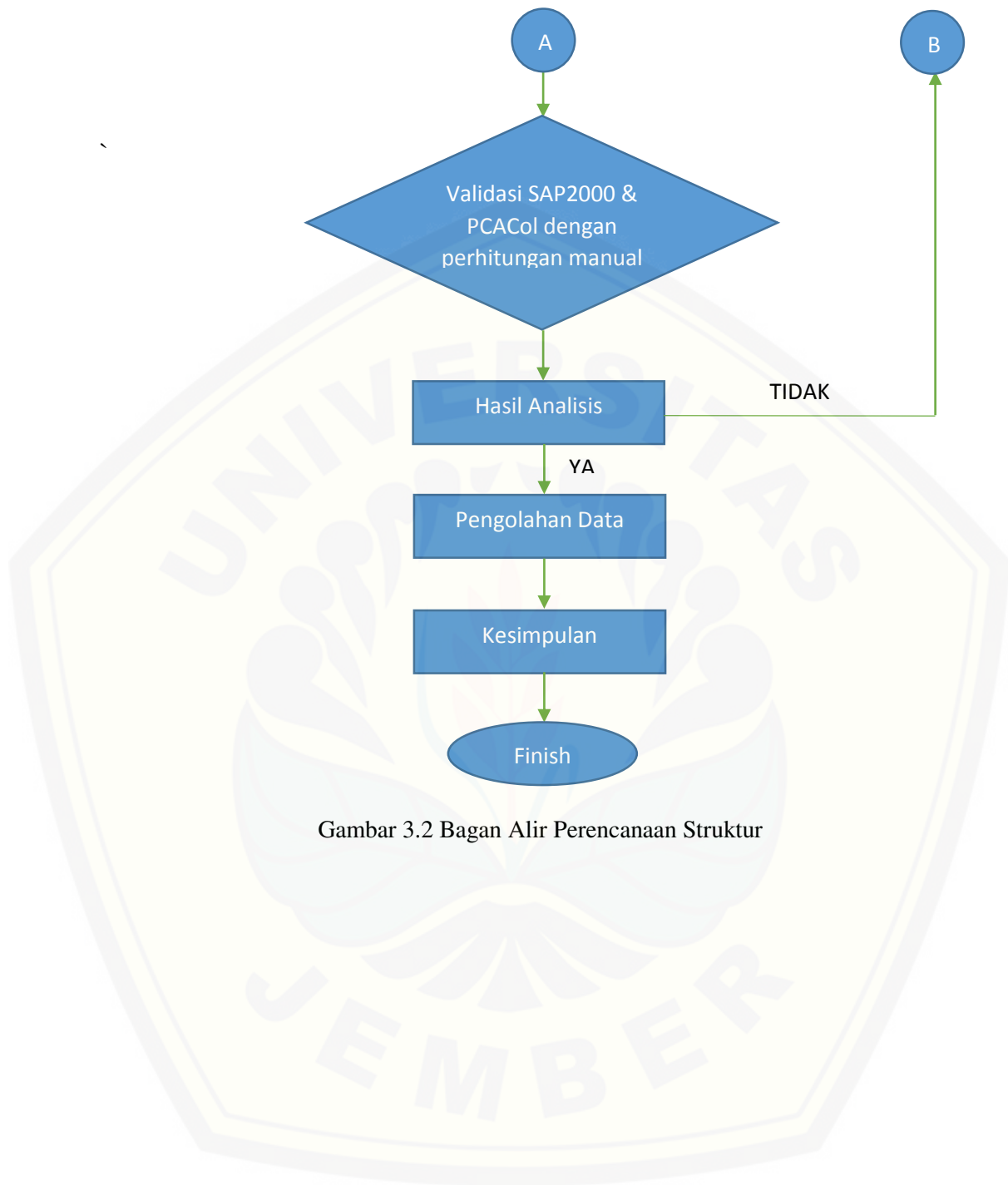
- a. Perubahan Kolom Persegi Panjang pada suatu struktur gedung dengan 2 variasi dimensi penampang kolom persegi panjang yang berbeda,
- b. Gambar hasil perhitungan menggunakan *software* SAP2000,
- c. Gambar hasil diagram interaksi P-M menggunakan *software* PCACol.



### 3.4 Diagram Alir

Untuk lebih jelasnya, tahapan penelitian disajikan kedalam diagram alir pada gambar berikut ini :





Gambar 3.2 Bagan Alir Perencanaan Struktur

## BAB V PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- a. Hasil analisis Gaya aksial untuk bentuk apapun memiliki nilai yang sama ataupun mendekati, selama luas penampang kolom dan luas tulangan total tidak ada perbedaan. Gaya momen dan gaya geser kolom persegi panjang menghasilkan nilai yang lebih kecil pada sumbu kuat X, sedangkan pada sumbu lemah Y menghasilkan nilai yang lebih besar.
- b. Simpangan struktur sumbu kuat X dengan kolom persegi panjang lebih besar 10,81%, sedangkan pada sumbu lemah Y lebih kecil 12,05% dari pada kolom persegi panjang. Maka dari itu struktur gedung dari arah Y lebih kuat dalam menerima gaya gempa dibanding dari arah X.

### 5.2. Saran

Dalam penelitian ini terdapat beberapa saran yang perlu diperhatikan seperti berikut.

- a. Perlu diperhatikan tata letak sumbu kolom dalam mendesain gedung menggunakan kolom persegi panjang, bahwa untuk tidak menempatkan sumbu kuat kolom searah dengan sumbu kuat gedung.
- b. Dalam mendesain tulangan geser pada kolom sebaiknya memperhatikan kapasitas gesernya untuk memberikan kestabilan struktur dalam hal menahan gaya geser akibat gempa.
- c. Dalam menganalisis atau mendesain struktur perlu mengikuti persyaratan kekakuan yang diijinkan pada struktur setiap lantainya sesuai persyaratan SNI terbaru.
- d. Dalam mendesain dan menganalisis penampang sebaiknya diperhatikan jenis letak keruntuhannya pada diagram kapasitas, perlu diketahui bahwa struktur kolom waktu runtuhnya terletak pada keruntuhan tekan maka lebih baik jika keruntuhan kolom pada diagram kapasitas berada pada keruntuhan tekan.



## DAFTAR PUSTAKA

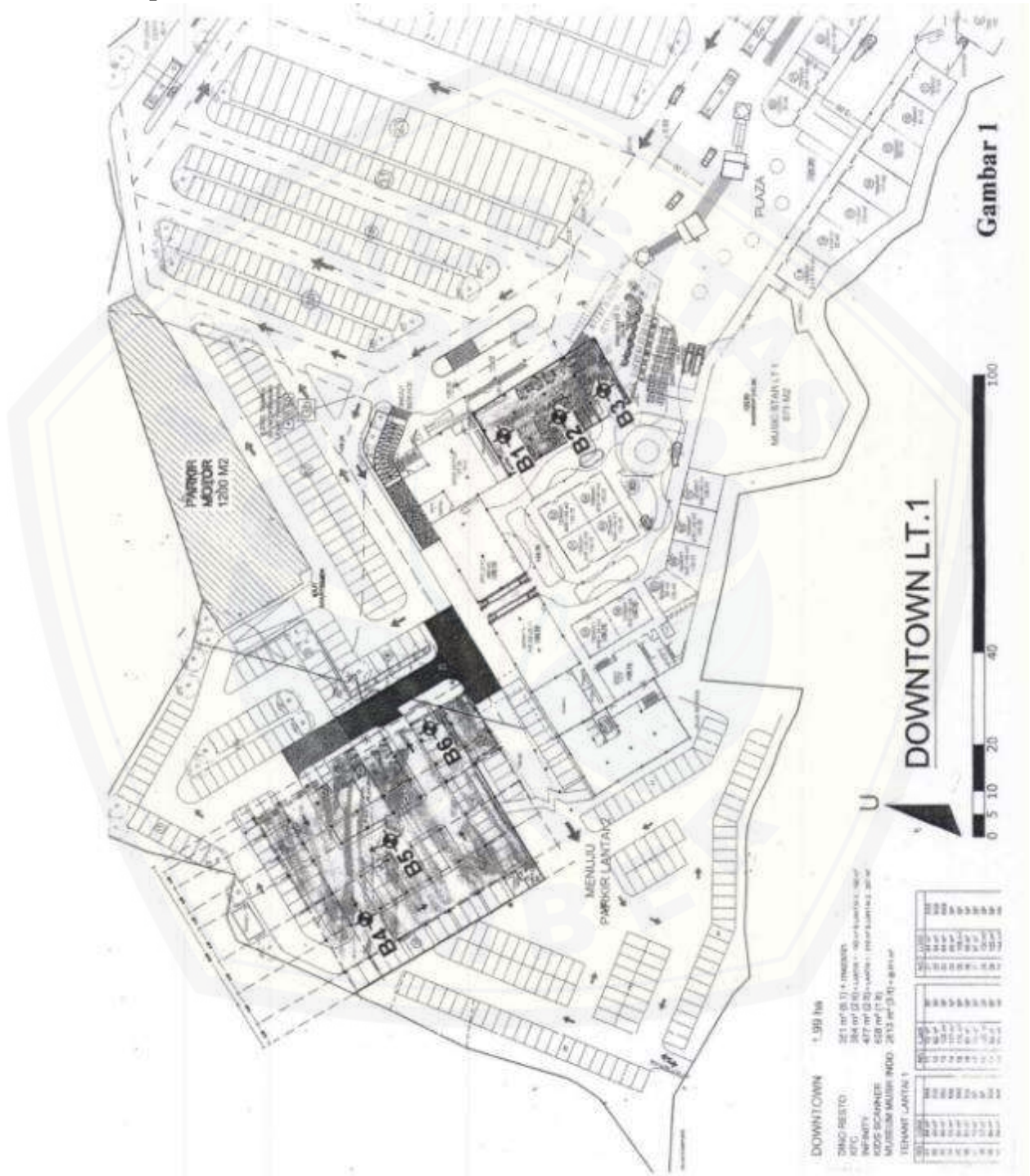
- Asroni, Ali. 2010. *Kolom, Fondasi dan Balok T Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. SNI-1726-2012. Bandung: Badan Standarisasi.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. SNI-2847-2013. Bandung: Badan Standarisasi.
- Busthamy, Imam. 2011. Pengujian Serta Analisis Berbagai Bentuk Kolom Beton Bertulang Terhadap Kapasitas Lentur dan Daktilitas Menahan Beban Lateral. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Ertanto, Riskiawan. 2015. Analisis Perbandingan Perilaku Struktur Pada Gedung Dengan Variasi Bentuk Penampang Kolom Beton Bertulang. *Skripsi*. Denpasar: Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Frans, R., F. Thioriks., J. Tanijaya, dan H. T. Kalangi. 2013. Analisis Diagram Interaksi Kolom Pada Perencanaan Kolom Pipih Beton Bertulang. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7. 042S: 53-60.
- Kandpal, Umashankar. 2018. *Comparative Analysis of Rectangular and Square Column for Axial Loading, Uniaxial and Biaxial Bending*. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 5(2): 465-468.
- Kementerian PU. 2011. Desain Spektra Indonesia. [http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011/](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/). [Diakses pada tanggal 15 Januari 2019]
- Krisnamurti, K., K. A. Wisramitra, dan W. Kriswardhana. 2013. Pengaruh Variasi Bentuk Penampang Kolom Terhadap Perilaku Elemen Struktur Akibat Beban Gempa. *Jurnal Rekayasa Sipil*. 7(1): 13-27.
- Limbongan, S., S. O. Dapas, dan S. E. Wallah. 2016. Analisis Struktur Beton Bertulang Kolom Pipih Pada Gedung Bertingkat. *Jurnal Sipil Statik*. 4(8): 499-508.
- Nawy, E.G. 1990. *Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: Refika Aditama
- Pramesti, N.R. 2018. Analisis Perilaku Bangunan Tidak Beraturan Horizontal dengan Variasi Dimensi Kolom Terhadap Gempa. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

Sudarsana, I.K., D. Putra, dan A.A.A.I. Laksemana Dewi. 2016. Pengaruh Bentuk Penampang Kolom Terhadap Kinerja Struktur Beton Bertulang. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. 20(1): 58-65

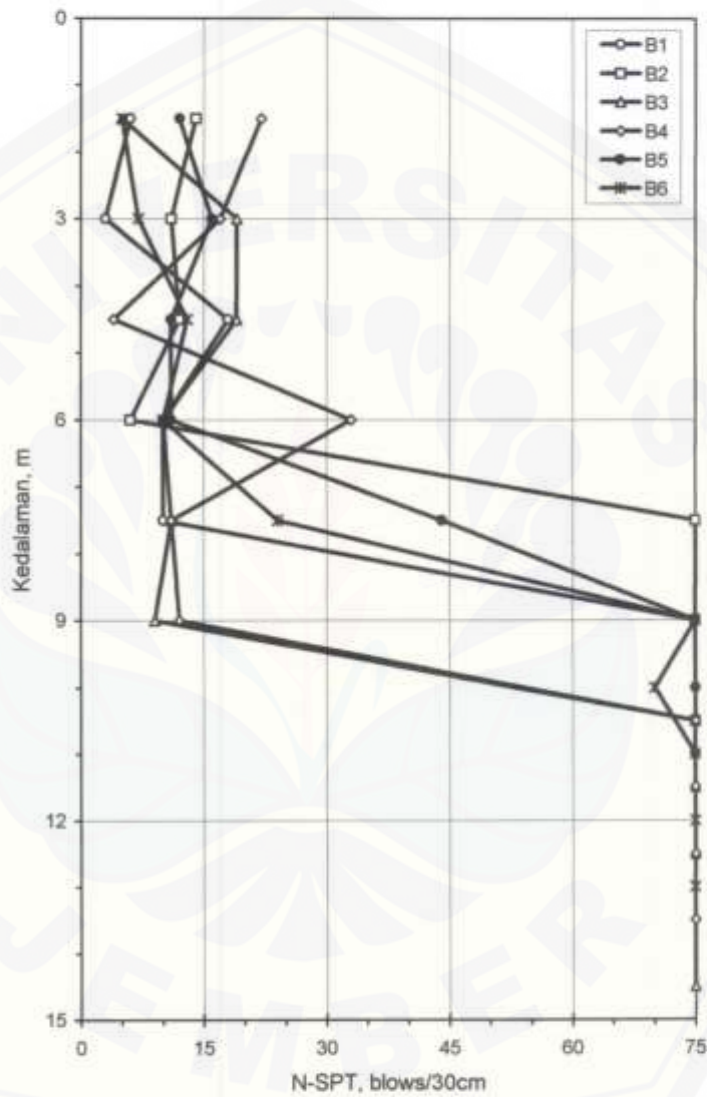


LAMPIRAN

Lampiran 3.1. Data Sondir Dino Park



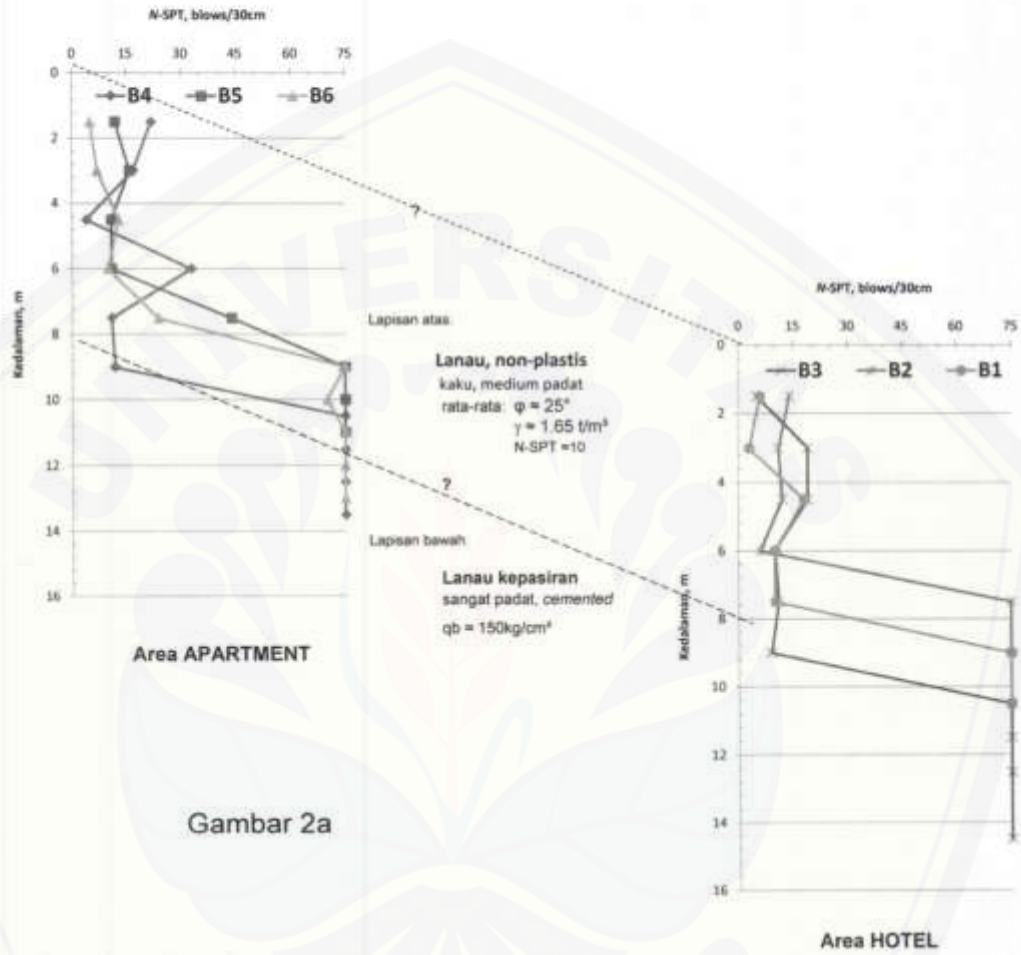
N versus Kedalaman  
HOTEL & APARTMENT  
Batu, Malang



D:\Project\Batu, Malang.xls

Gambar 2







**SAND**

Relative Density according to Standard Penetration Test	
N-value (blows/300mm of penetration)	Relative Density
0 - 4	Very loose
4 - 10	Loose
10 - 30	Medium dense
30 - 50	Dense
> 50	Very dense

NOTE: EXTRACTED FROM BS 5930

**CLAY AND SILT**

Approximate Relation of Consistency to Standard Penetration Test	
N-value (blows/300mm of penetration)	CONSISTENCY
< 2	Very soft
2 - 4	Soft
4 - 8	Firm
8 - 15	Stiff
15 - 30	Very stiff
> 30	Hard

NOTE: EXTRACTED FROM TERZAGHI AND PECK

**ROCK WEATHERING CLASSIFICATION**

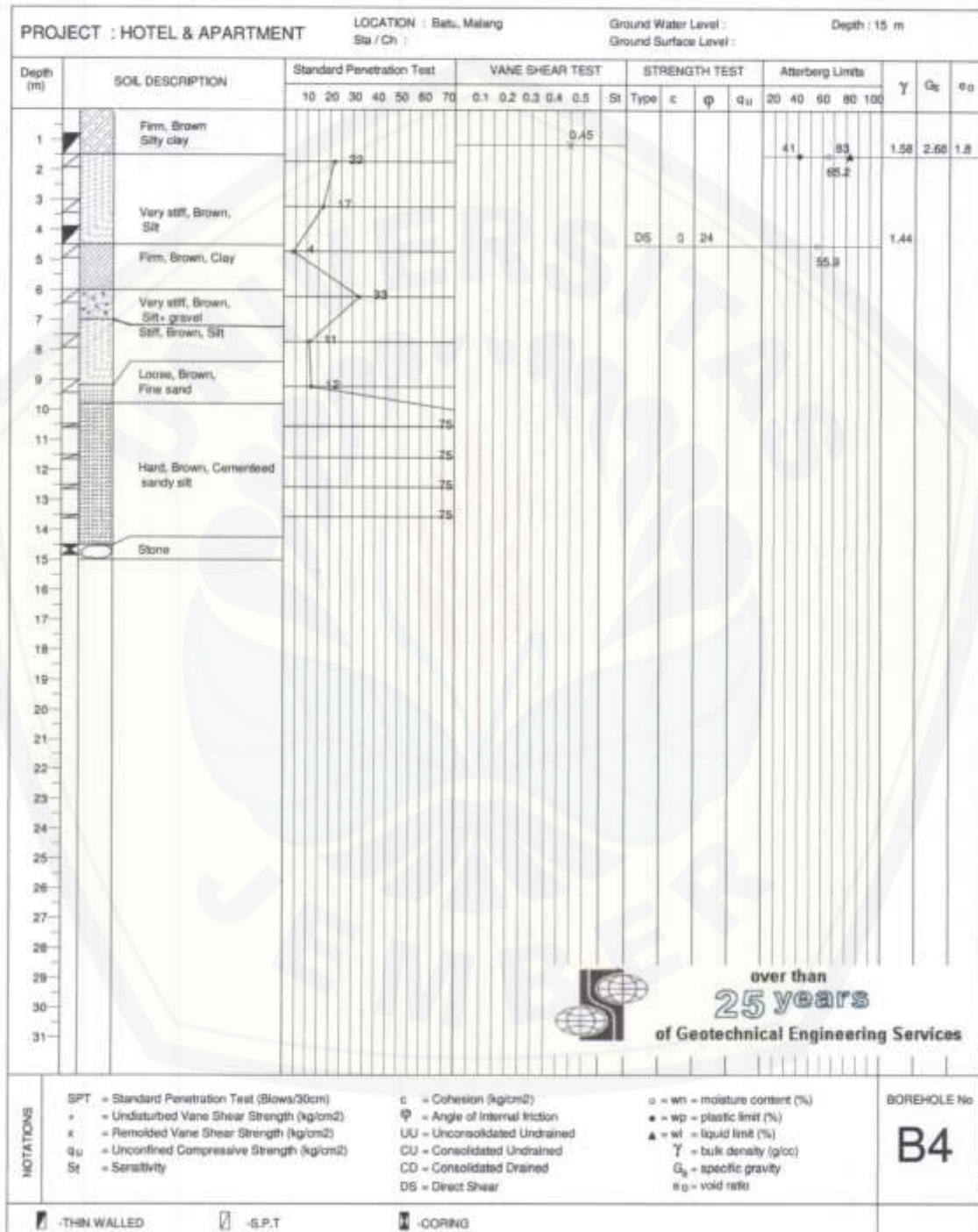
Term	Description	Grade
Fresh	No visible sign of rock material weathering; perhaps slight discoloration on major discontinuity surfaces.	I
Slightly weathered	Discoloration indicates weathering of rock material and discontinuity surfaces. All the rock material may be discoloured by weathering.	II
Moderately weathered	Less than half of the rock material is decomposed or disintegrated to a soil. Fresh or discoloured rock is present either as a continuous framework or as corestones.	III
Highly weathered	More than half of the rock material is decomposed or disintegrated to a soil. Fresh or discoloured rock is present either as a continuous framework or as corestones.	IV
Completely weathered	All rock material is decomposed and/or disintegrated to soil. The original mass structure is still largely intact.	V
Residual soil	All rock material is converted to soil. The mass structure and material fabric are destroyed. There is a large change in volume, but the soil has not been significantly transported.	VI

**C-TCR** Total Core Recovery The length of the total amount of core sample recovered, expressed as a percentage of the length of core run.


**R-RQD** Rock Quality Description The collective length of all core pieces which are 100mm or more, expressed as a percentage of total core length drilled.

**CLASSIFICATION OF ROCK QUALITY IN RELATION TO THE DISCONTINUITIES**




Quality classification	RQD %	Fracture frequency per metre
Very poor	0 - 25	Over 15
Poor	25 - 50	15 - 8
Fair	50 - 75	8 - 5
Good	75 - 90	5 - 1
Excellent	90 - 100	Less than 1




PROJECT : HOTEL & APARTMENT		LOCATION : Batu, Malang Sta / Ch :		Ground Water Level : Ground Surface Level :		Depth : 15 m																					
Depth (m)	SOIL DESCRIPTION	Standard Penetration Test					VANE SHEAR TEST					STRENGTH TEST			Atterberg Limits					$\gamma$	$G_s$	$e_0$					
		10	20	30	40	50	60	70	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	St	Type	c	$\phi$	$q_u$	20				40	60	80	100	
1	Soft, Brown, Silty														DS	0	23								1.65		
2		12																		66.2							
3		16																									
4		41															0	27							1.38		
5		21																									
6	Hard, Brown, Sandy silt	21																									
7		44																									
8		75																									
9	Hard, Brown, Cemented sandy silt	75																									
10		75																									
11	Stone	75																									
12																											
13																											
14																											
15																											
16																											
17																											
18																											
19																											
20																											
21																											
22																											
23																											
24																											
25																											
26																											
27																											
28																											
29																											
30																											
31																											






over than  
**25 years**  
of Geotechnical Engineering Services

<b>NOTATIONS</b> SPT = Standard Penetration Test (Blows/30cm) + = Undisturbed Vane Shear Strength (kg/cm <sup>2</sup> ) x = Remolded Vane Shear Strength (kg/cm <sup>2</sup> ) q <sub>u</sub> = Unconfined Compressive Strength (kg/cm <sup>2</sup> ) St = Sensitivity	c = Cohesion (kg/cm <sup>2</sup> ) $\phi$ = Angle of internal friction UU = Unconsolidated Undrained CU = Consolidated Undrained CD = Consolidated Drained DS = Direct Shear	o = w <sub>n</sub> = moisture content (%) ● = w <sub>p</sub> = plastic limit (%) ▲ = w <sub>L</sub> = liquid limit (%) $\gamma$ = bulk density (g/cc) G <sub>s</sub> = specific gravity e <sub>0</sub> = void ratio	BOREHOLE No  <b>B5</b>
 -THIN WALLED	 -G.P.T	 -CORING	

PROJECT : HOTEL & APARTMENT		LOCATION : Batu, Malang		Ground Water Level :		Depth : 15 m																							
		Sta / Ch :		Ground Surface Level :																									
Depth (m)	SOIL DESCRIPTION	Standard Penetration Test					VANE SHEAR TEST					STRENGTH TEST			Atterberg Limits					$\gamma$	$G_s$	$e_0$							
		10	20	30	40	50	60	70	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	St	Type	c	$\phi$	$q_u$	20				40	60	80	100			
1																													
2																													
3																													
4	Silt, Brown, Silt																												
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10	Very dense, Brown, Fine sand + gravel																												
11																													
12	Hard, Brown, Cemented sandy silt																												
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																													
23																													
24																													
25																													
26																													
27																													
28																													
29																													
30																													
31																													



over than  
**25 years**  
of Geotechnical Engineering Services

<b>NOTATIONS</b>	SPT = Standard Penetration Test (Blows/30cm) * = Undisturbed Vane Shear Strength (kg/cm <sup>2</sup> ) x = Remolded Vane Shear Strength (kg/cm <sup>2</sup> ) q <sub>u</sub> = Unconfined Compressive Strength (kg/cm <sup>2</sup> ) St = Sensitivity	c = Cohesion (kg/cm <sup>2</sup> ) $\phi$ = Angle of internal friction UU = Unconsolidated Undrained CU = Consolidated Undrained CD = Consolidated Drained DS = Direct Shear	w = w <sub>n</sub> = moisture content (%) w <sub>p</sub> = plastic limit (%) w <sub>L</sub> = liquid limit (%) $\gamma$ = bulk density (g/cc) G <sub>s</sub> = specific gravity e <sub>0</sub> = void ratio	BOREHOLE No  <b>B6</b>
	 - THIN WALLED  - S.P.T  - CORING			



Lampiran 4.1. Tabel Balok dan Kolom

APARTEMEN		TULANGAN LAPANGAN		KODE	DIMENSI	TULANGAN LAPANGAN		DIMENSI	TULANGAN LAPANGAN	
KODE	DIMENSI	TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN			KODE	DIMENSI		TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN
KX1	200x300	TUL. UTAMA 6 D13 SENGKANG D10 - 100/200		B1-1	150 x 300	TUL. ATAS 2 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 2 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	
KX2	200x400	TUL. UTAMA 10 D13 SENGKANG D10 - 100/200		B1-2	150 x 300	TUL. ATAS 3 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-100			TUL. ATAS 3 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-100	
KX3	250x500	TUL. UTAMA 12 D16 SENGKANG D10 - 100/200		B1-3	150 x 300	TUL. ATAS 4 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 4 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	
KX4	250x600	TUL. UTAMA 14 D16 SENGKANG D10 - 100/200		B2-1	150 x 400	TUL. ATAS 2 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 2 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	
KX5	500x500	TUL. UTAMA 20 D16 SENGKANG D10 - 100/200		B2-2	150 x 400	TUL. ATAS 3 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-100			TUL. ATAS 3 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-100	
KX6	500x500	TUL. UTAMA 20 D19 SENGKANG D10 - 100/200		B2-3	150 x 400	TUL. ATAS 4 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 4 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	
KX7	600x600	TUL. UTAMA 24 D22 SENGKANG D10 - 100/200				TUL. ATAS 2 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 2 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	
KX8	700x700	TUL. UTAMA 24 D25 SENGKANG D10 - 100/200				TUL. ATAS 2 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 2 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	
KX9	750x750	TUL. UTAMA 28 D23 SENGKANG D10 - 100/200				TUL. ATAS 2 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 2 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	
KX10	300x600	TUL. UTAMA 18 D18 SENGKANG D10 - 100/200				TUL. ATAS 3 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 3 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	
KX11	300x600	TUL. UTAMA 16 D18 SENGKANG D10 - 100/200				TUL. ATAS 3 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 3 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	
KX12	300x800	TUL. UTAMA 20 D19 SENGKANG D10 - 100/200				TUL. ATAS 3 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 3 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	
KX13	300x1000	TUL. UTAMA 24 D22 SENGKANG D10 - 100/200				TUL. ATAS 4 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 4 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	
KX14	400x400	TUL. UTAMA 12 D16 SENGKANG D10 - 100/200				TUL. ATAS 4 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 4 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	
KX15	500x1500	TUL. UTAMA 38 D13 SENGKANG D10 - 100/200				TUL. ATAS 4 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 4 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	
KP	130x130	TUL. UTAMA 4 D 10 SENGKANG #6 - 200				TUL. ATAS 4 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200			TUL. ATAS 4 D13 TUL. SAMPING - TUL. BAWAH 2 D13 SENGKANG #8-200	



## APARTEMEN

KODE	DIMENSI	TULANGAN LAPANGAN		KODE	DIMENSI	TULANGAN LAPANGAN	
		TUMPUAN	LAPANGAN			TUMPUAN	LAPANGAN
B3-1	150 x 500	TUL. ATAS	2 D13	B4-2	250 x 300	TUL. ATAS	3 D13
		TUL. SAMPIING	-			TUL. SAMPIING	-
		TUL. BAWAH	2 D13			TUL. BAWAH	2 D13
		SENGKANG	#8-200			SENGKANG	#8-200
B3-2	150 x 500	TUL. ATAS	3 D13	B4-2A	250 x 300	TUL. ATAS	3 D13
		TUL. SAMPIING	-			TUL. SAMPIING	-
		TUL. BAWAH	2 D13			TUL. BAWAH	2 D13
		SENGKANG	#8-100			SENGKANG	D10-100
B3-3	150 x 500	TUL. ATAS	4 D13	B4-2B	250 x 300	TUL. ATAS	3 D13
		TUL. SAMPIING	-			TUL. SAMPIING	-
		TUL. BAWAH	2 D13			TUL. BAWAH	2 D13
		SENGKANG	#8-100			SENGKANG	D10-80
B4-1	200 x 300	TUL. ATAS	2 D13	B4-3	250 x 300	TUL. ATAS	3 D13
		TUL. SAMPIING	-			TUL. SAMPIING	-
		TUL. BAWAH	2 D13			TUL. BAWAH	2 D13
		SENGKANG	#8-200			SENGKANG	#8-100
B3-3	150 x 500	TUL. ATAS	4 D13	B4-3A	250 x 300	TUL. ATAS	3 D13
		TUL. SAMPIING	-			TUL. SAMPIING	-
		TUL. BAWAH	2 D13			TUL. BAWAH	2 D13
		SENGKANG	#8-100			SENGKANG	D10-100
B4-1	250 x 300	TUL. ATAS	2 D13	B5-1	250 x 400	TUL. ATAS	2 D13
		TUL. SAMPIING	-			TUL. SAMPIING	-
		TUL. BAWAH	2 D13			TUL. BAWAH	2 D13
		SENGKANG	#8-200			SENGKANG	#8-200
B4-1A	250 x 300	TUL. ATAS	2 D13	B5-2	250 x 400	TUL. ATAS	3 D13
		TUL. SAMPIING	-			TUL. SAMPIING	-
		TUL. BAWAH	2 D13			TUL. BAWAH	2 D13
		SENGKANG	#8-100			SENGKANG	#8-100
B4-1B	250 x 300	TUL. ATAS	2 D13	B5-2A	250 x 400	TUL. ATAS	3 D13
		TUL. SAMPIING	-			TUL. SAMPIING	-
		TUL. BAWAH	2 D13			TUL. BAWAH	2 D13
		SENGKANG	D10-125			SENGKANG	D10-100

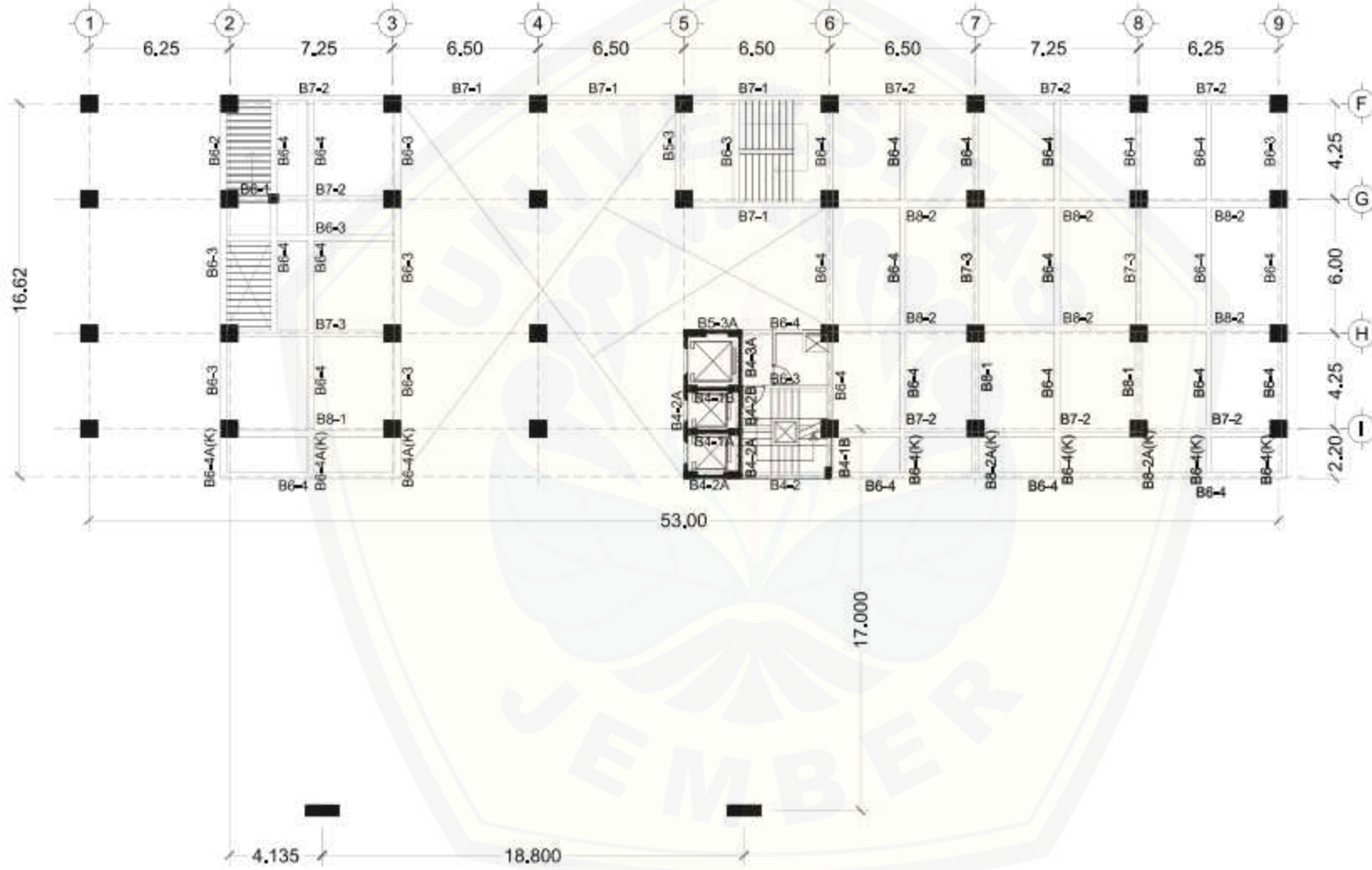
APARTEMEN

KODE	DIMENSI	TULANGAN LAPANGAN		KODE	DIMENSI	TULANGAN LAPANGAN	
		TUMPUAN	LAPANGAN			TUMPUAN	LAPANGAN
B5-3	250 x 400	TUL. ATAS	4 D13	B6-5	250 x 500	TUL. ATAS	6 D16
		TUL. SAMPING	-			TUL. SAMPING	-
		TUL. BAWAH	2 D13			TUL. BAWAH	3 D16
		SENGKANG	#8-200			SENGKANG	D10-200
B5-3A	250 x 400	TUL. ATAS	4 D13	B6-6	250 x 500	TUL. ATAS	5 D19
		TUL. SAMPING	-			TUL. SAMPING	-
		TUL. BAWAH	2 D13			TUL. BAWAH	3 D19
		SENGKANG	D10-100			SENGKANG	D10-100
B5-4	250 x 400	TUL. ATAS	5 D13	B6-7	250 x 500	TUL. ATAS	8 D19
		TUL. SAMPING	-			TUL. SAMPING	-
		TUL. BAWAH	2 D13			TUL. BAWAH	3 D19
		SENGKANG	#8-200			SENGKANG	D10-200
B6-1	250 x 500	TUL. ATAS	3 D13	B7-1	250 x 600	TUL. ATAS	4 D16
		TUL. SAMPING	-			TUL. SAMPING	2 D10
		TUL. BAWAH	3 D13			TUL. BAWAH	3 D16
		SENGKANG	#8-200			SENGKANG	D10-200
B6-2	250 x 500	TUL. ATAS	4 D13	B7-2	250 x 600	TUL. ATAS	5 D16
		TUL. SAMPING	-			TUL. SAMPING	2 D10
		TUL. BAWAH	3 D13			TUL. BAWAH	3 D16
		SENGKANG	D10-150			SENGKANG	D10-100
B6-3	250 x 500	TUL. ATAS	5 D13	B7-2A	250 x 600	TUL. ATAS	5 D16
		TUL. SAMPING	-			TUL. SAMPING	2 D10
		TUL. BAWAH	3 D13			TUL. BAWAH	3 D16
		SENGKANG	D10-150			SENGKANG	D10-100
B6-4	250 x 500	TUL. ATAS	5 D16	B7-3	250 x 600	TUL. ATAS	6 D16
		TUL. SAMPING	-			TUL. SAMPING	2 D10
		TUL. BAWAH	3 D16			TUL. BAWAH	3 D16
		SENGKANG	D10-100			SENGKANG	D10-100
B6-4A	250 x 500	TUL. ATAS	5 D18	B7-4	250 x 600	TUL. ATAS	7 D16
		TUL. SAMPING	-			TUL. SAMPING	2 D10
		TUL. BAWAH	3 D16			TUL. BAWAH	3 D16
		SENGKANG	D10-80			SENGKANG	D10-100

APARTEMEN

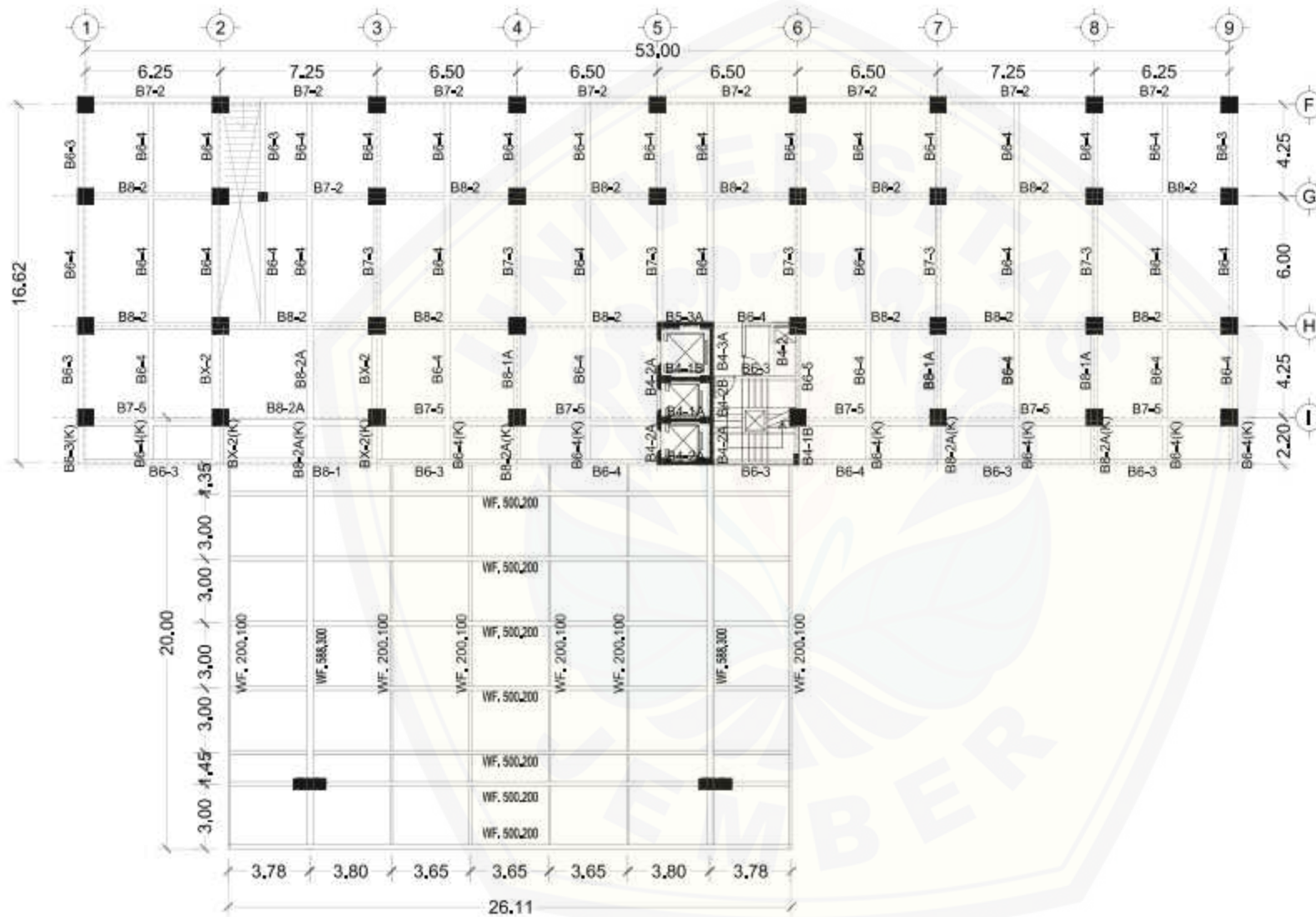
KODE	DIMENSI	TULANGAN LAPANGAN		KODE	DIMENSI	TULANGAN LAPANGAN	
		TUMPUAN	LAPANGAN			TUMPUAN	LAPANGAN
B7-4A	250 x 600	TUL. ATAS	7 D16	B8-4A	300 x 600	TUL. ATAS	10 D16
		TUL. SAMPING	2 D10			TUL. SAMPING	2 D10
		TUL. BAWAH	3 D16			TUL. BAWAH	3 D16
		SENGKANG	2D10-100			SENGKANG	2D10-100
B7-5	250 x 600	TUL. ATAS	8 D16	BX-1(K)	400 x 600	TUL. ATAS	10 D16
		TUL. SAMPING	2 D10			TUL. SAMPING	2 D10
		TUL. BAWAH	3 D16			TUL. BAWAH	6 D16
		SENGKANG	D10-100			SENGKANG	2D13-100
B8-1	300 x 600	TUL. ATAS	7 D16	BX-2	500 x 600	TUL. ATAS	9 D19
		TUL. SAMPING	2 D10			TUL. SAMPING	2 D10
		TUL. BAWAH	3 D16			TUL. BAWAH	6 D19
		SENGKANG	D10-100			SENGKANG	2D13-100
B8-1A	300 x 600	TUL. ATAS	7 D16	BX-2(K)	500 x 600	TUL. ATAS	9 D19
		TUL. SAMPING	2 D10			TUL. SAMPING	2 D10
		TUL. BAWAH	3 D16			TUL. BAWAH	6 D19
		SENGKANG	2D10-100			SENGKANG	2D13-90
B8-2	300 x 600	TUL. ATAS	8 D16	S1-1	300 x 500	TUL. ATAS	4 D22
		TUL. SAMPING	2 D10			TUL. SAMPING	2 D13
		TUL. BAWAH	3 D16			TUL. BAWAH	4 D22
		SENGKANG	D10-100			SENGKANG	D10-125
B8-2A	300 x 600	TUL. ATAS	10 D16	S1-2	300 x 500	TUL. ATAS	3 D19
		TUL. SAMPING	2 D10			TUL. SAMPING	2 D13
		TUL. BAWAH	3 D16			TUL. BAWAH	3 D19
		SENGKANG	2D10-90			SENGKANG	D10-125
B8-3	300 x 600	TUL. ATAS	9 D16	B7-3A	250 x 600	TUL. ATAS	6 D16
		TUL. SAMPING	2 D10			TUL. SAMPING	2 D10
		TUL. BAWAH	3 D16			TUL. BAWAH	3 D16
		SENGKANG	D10-90			SENGKANG	D13-100
B8-4	300 x 600	TUL. ATAS	10 D16	BLX	200 x 400	TUL. ATAS	3 D16
		TUL. SAMPING	2 D10			TUL. SAMPING	-
		TUL. BAWAH	3 D16			TUL. BAWAH	3 D16
		SENGKANG	D10-90			SENGKANG	#B-100



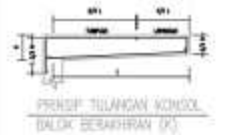


**DENAH BALOK APARTEMEN LT. LG 1**  
 SKALA 1 : 200

NAMA PROJEK <b>APARTEMEN DINO                  JATIM PARK 3- BATU</b> <small>JALAN POKOK P. GOSWARDO NO. 112                  RT. 12/12 SURABAYA BATU ANTA</small>	
DESAINERS  	
NO.	R.E.C. (1)
NO.	NO.
NO.	NO.
TITIK RESOLUSI <b>STRUKTUR &amp; ARSITEKTUR</b>	
dpavilion	
& DINO PERKIN ELAKA 1/18 BANGUN FONE : 08113421811 (00) TRIMS	
KONTRAKTOR PELAKSANA CONSTRUCTION <b>SBPI</b> GENERAL CONSTRUCTION PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH	
<b>SHOP DRAWING</b> PERSETUJUAN APPROVAL OWNER APARTEMEN DINO ( JTP - 3 )	
PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH	
DENAH PLAT APARTEMEN LT. LG 1	
APARTEMEN DINO	
SKALA : SCALE	1:200
TITIKSAL : DATE	19 December 2019 1:11
TITIKSAL : DATE	19 December 2019 1:11
TITIKSAL : DATE	19 December 2019 1:11
TITIKSAL : DATE	19 December 2019 1:11



- CATATAN
- MUTU BETON : K-300
  - BAJA TULANGAN :
    - S/BTP US4  $\phi \leq 12mm$
    - S/BTP US8  $\phi > 13mm ; D=10mm$
  - SEKAM DEBAR HARUS SESAMA DENGAN DIMENSI DOKUMEN, DAN
  - SEKAM DEBAR BESI HARUS SESAMA DENGAN INDUSTRI INDONESIA
  - KOLON PRANGSI (P) & RIBI BALOK (RB) HARUS MENURUT DIMENSI KOLON & RIBI
  - PADA SLOAF PERKERASAN DIBAGI, POKOKANRIBI DIBAGI, HARUS SAMA DENGAN PRANGSI, KECUALI BILA ADA KOLON STRUKTUR



JUDUL PROYEK  
project title

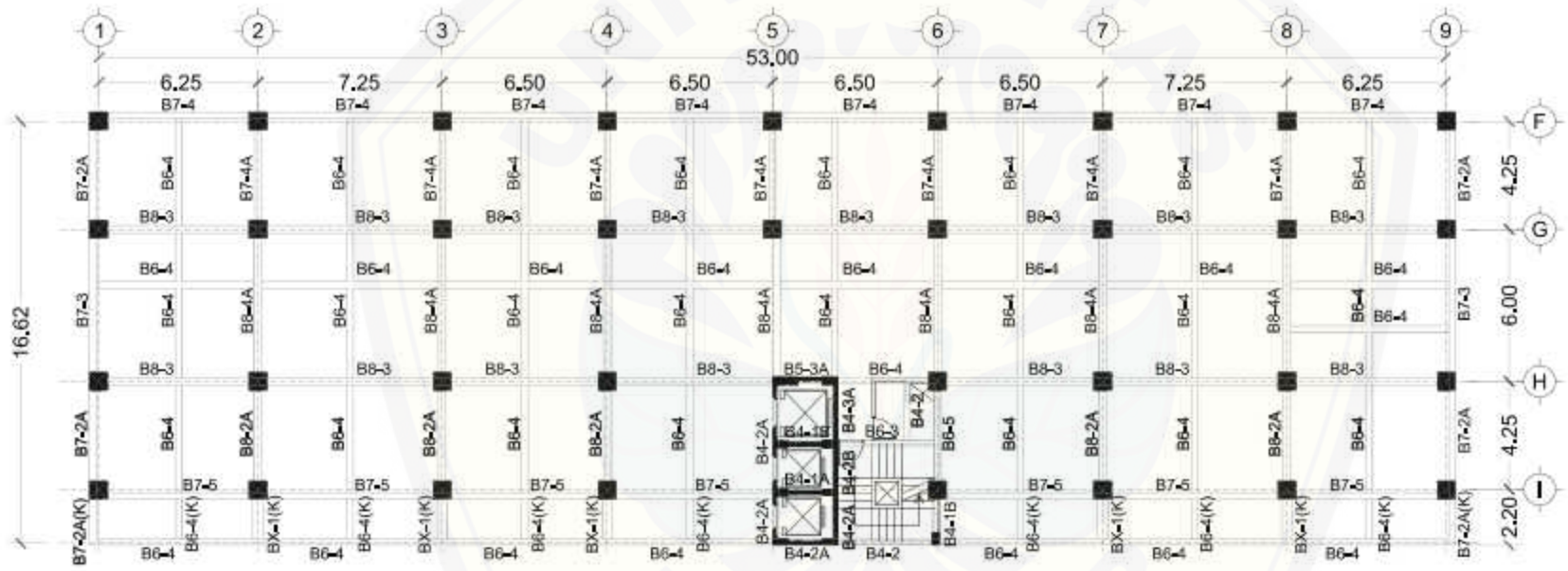
**GEDUNG PARKIR  
HOTEL DINO**

JUDUL GAMBAR  
drawing title

LAYOUT BALOK LT.G & KOLON LT.G1-LT.G

SKALA scale 1 : 20	DIBUANG drawn by AD-AS	NO. PROYEK project no. -
TANGGAL date	DIREVISI checked by Dr. ANTON	NO. GAMBAR drawing no. 03
86-86-2017	DITETAPKAN approved by	





## DENAH BALOK APARTEMEN LT. UG

SKALA 1 : 200

REVISI

No	Uraian	By	Cek	Isi	Tanggal

PROJEK: APARTEMEN DINDO  
JATI PARK 3- BATU  
JALAN PERUM HIKUMBERNO NO. 112  
KEL. JEMBER KOTA BATU JAWA TIMUR

STRUKTUR & ARSITEKTUR

dpavilion

KONTRAKTOR PELAKSANA STRUKTUR: SBPI GENERAL CONTRACTOR PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH

SHOP DRAWING

PERSETUJUAN APPROVAL

OWNER APARTEMEN DINDO (JTP-3)

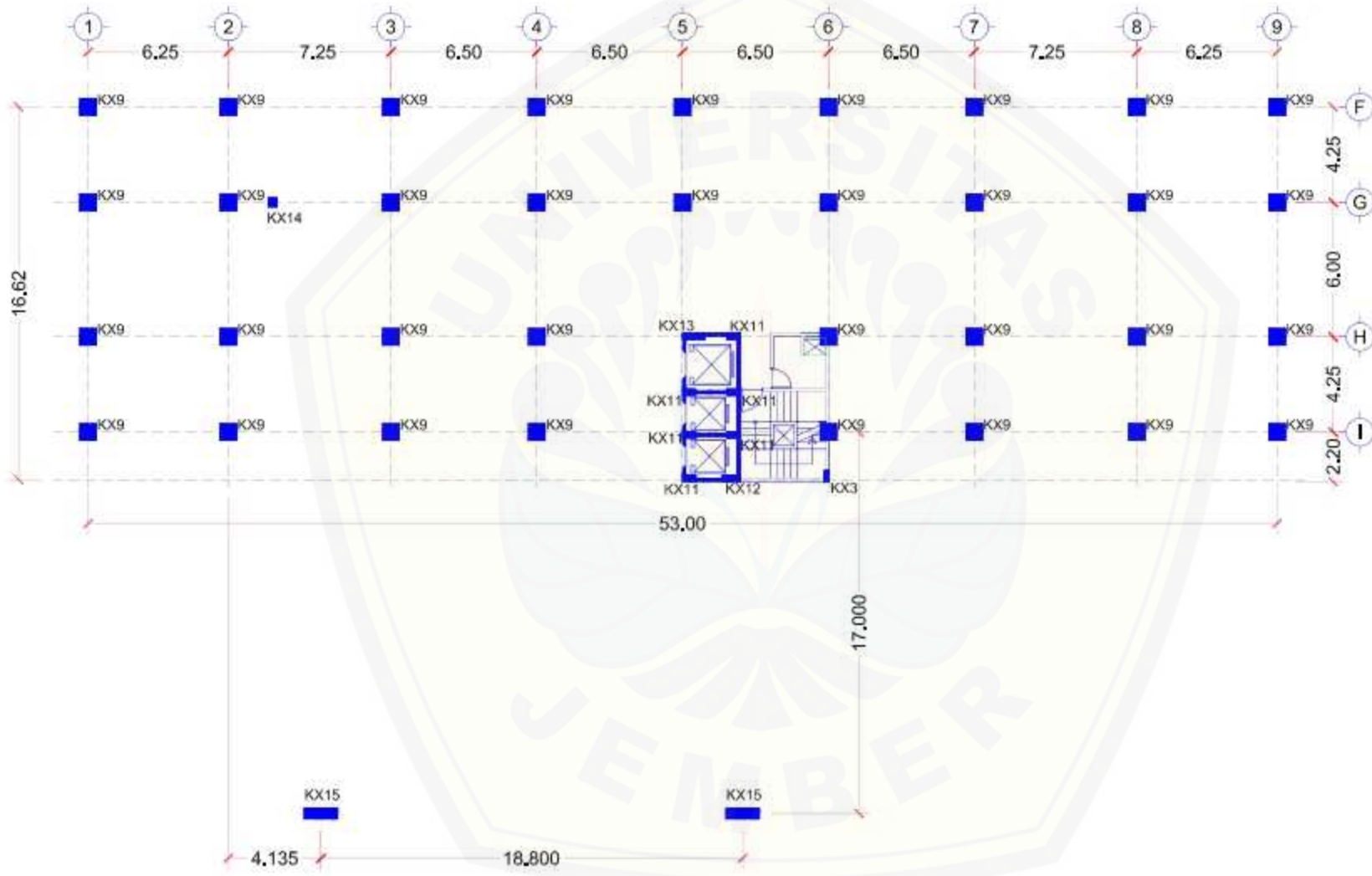
PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH

SKALA: 1:200

TANGGAL: 15 Desember 2019

DISUSUN OLEH: (Nama Teknis)

PERIKSA OLEH: (Nama Teknis)



DENAH KOLOM APARTEMEN LT. LG 1  
SKALA 1 : 200

APARTEMEN DINO  
JATIM PARK 3- BATU  
JALAN RAKA KUSUMAHARJO KEL. 10  
BLK. 33 JOMBANG KOTA BATU, JAWA TIMUR

STRUKTUR & ARSITEKTUR

dpavilion

SBPI  
GENERAL CONTRACTOR

SHOP DRAWING  
PERSETUJUAN  
APPROVAL

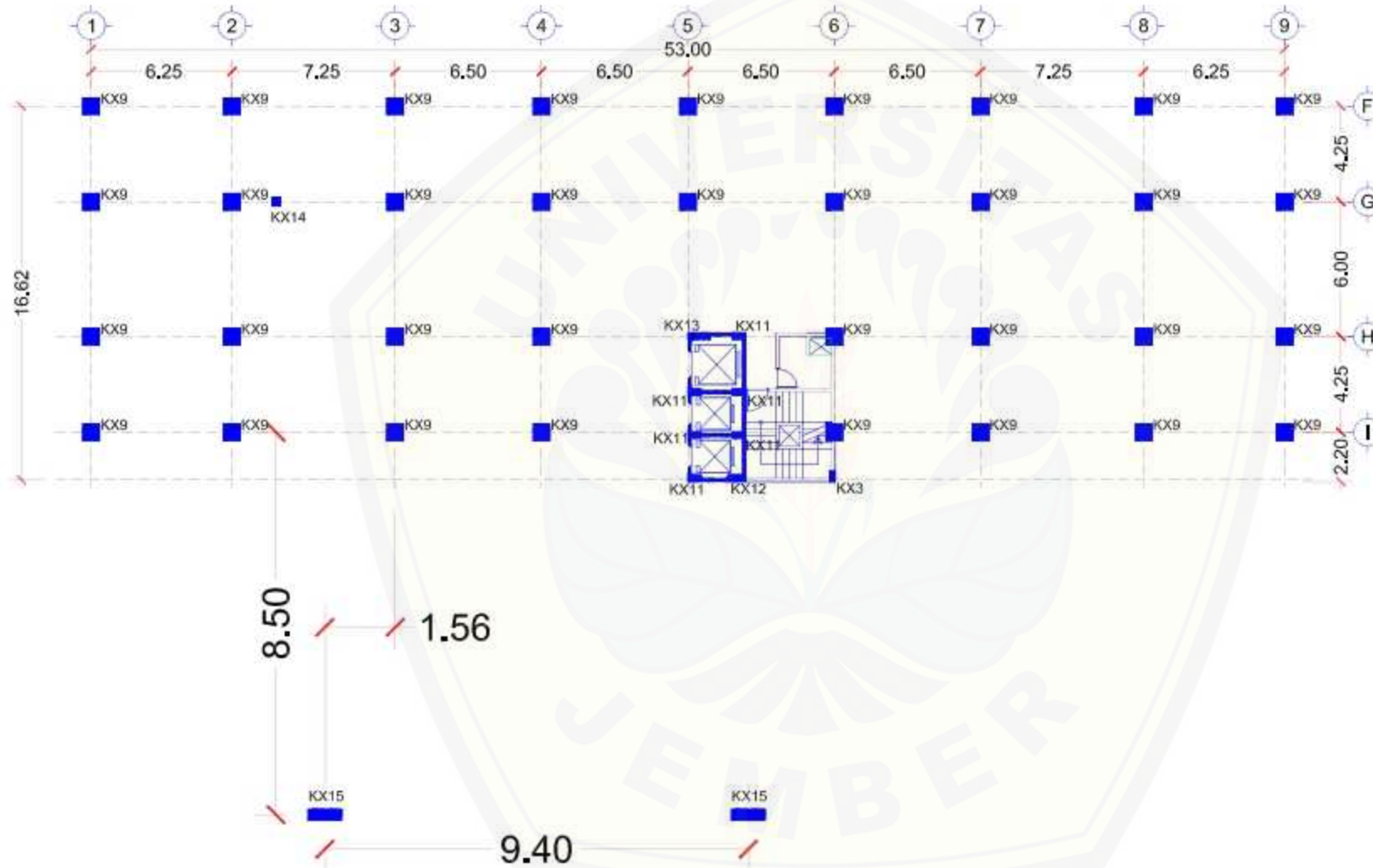
OWNER APARTEMEN DINO ( JTP 3 )

PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH

DENAH KOLOM  
APARTEMEN LT. LG 1

APARTEMEN DINO

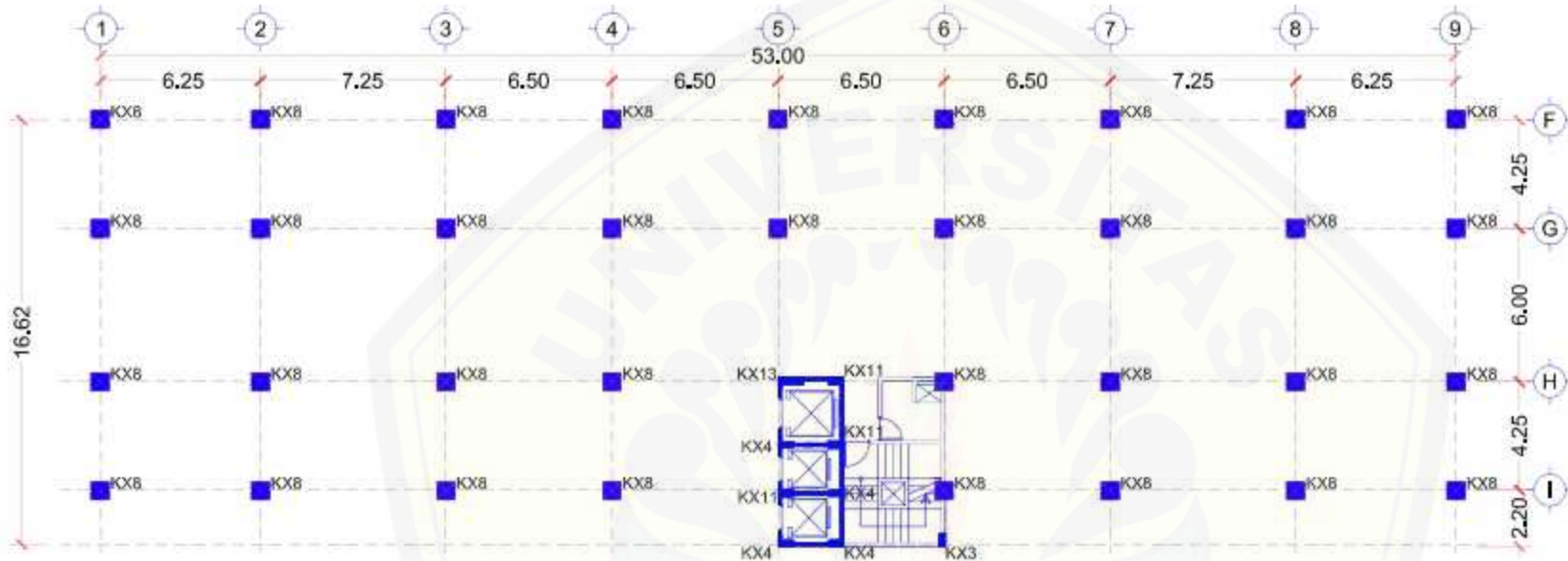
04 October 2019 22:28:29



DENAH KOLOM APARTEMEN LT. G  
SKALA 1 : 200

PERMITS APARTEMEN DINO JATIM PARK 3- BATU ALAM KAKA KUSUMAHARJO KEL. 112 BLOK 33 JALAN KOTA BATU, JAWA TIMUR																													
REVISIONS <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>REVISI</th> <th>REVISI</th> <th>LOKASI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		No.	REVISI	REVISI	LOKASI																								
No.	REVISI	REVISI	LOKASI																										
PROJECT INFORMATION <b>STRUKTUR &amp; ARSITEKTUR</b> d.pavilion PT. SURIYA BANGUN PERSADA INDAH ARSITEK DAN PERENCANAAN J. SURIYA BANGUN PERSADA INDAH PHONE : 08123456789010 (031) 7345678																													
APPROVALS SBPI GENERAL CONTRACTOR PT. SURIYA BANGUN PERSADA INDAH J. SURIYA BANGUN PERSADA INDAH PHONE : 08123456789010 (031) 7345678																													
SHOP DRAWING PERSETUJUAN APPROVAL OWNER APARTEMEN DINO ( JTP -3 )																													
PT. SURIYA BANGUN PERSADA INDAH																													
DENAH KOLOM APARTEMEN LT. LG 1																													
APARTEMEN DINO																													
QUANTITY SCALE MODEL CODE DINA	THE DATE 04 October 2018 22:45:04																												
DRAWING BY : REZOVANING CHECKED BY : APPROVED BY :	SHEET NO. TOTAL SHEETS :																												





DENAH KOLOM APARTEMEN LT. UG

SKALA 1 : 200

REVISI

NO. REVISI

APARTEMEN DINO  
JATIM PARK 3- BATU  
JALAN KEMALUJOGORAHAN NO. 112  
KEL. JATIMULYO BATU, JAWA TIMUR

NO. LEMBAR

NO.	REVISI	REVISI	LOKASI

DISKUSI

STRUKTUR & ARSITEKTUR



SHOP DRAWING

PERSETUJUAN

APPROVAL

OWNER APARTEMEN DINO ( JTP -3 )

PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH

DISKUSI

DISKUSI

DISKUSI

DISKUSI

DISKUSI

DISKUSI

DISKUSI

DISKUSI

DISKUSI

DISKUSI

APARTEMEN DINO  
JATIM PARK 3- BATU  
JALAN RAKA KUSUMAHARJO KEL. 10  
BLK. 32 JODONATA BATU, JAWA TIMUR

STRUKTUR & ARSITEKTUR

dpavilion

SBPI  
GENERAL CONTRACTOR

SHOP DRAWING  
PERSETUJUAN  
APPROVAL

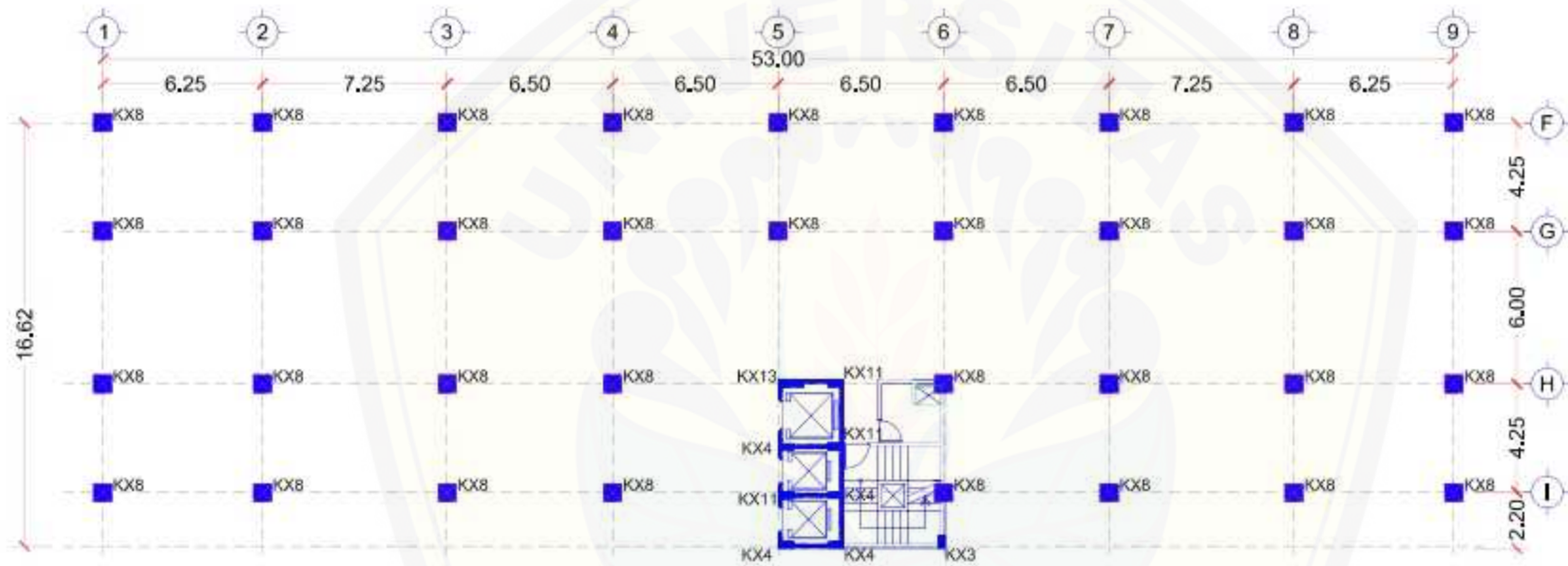
OWNER APARTEMEN DINO ( JTP -3 )

PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH

DENAH KOLOM  
APARTEMEN LT. 1

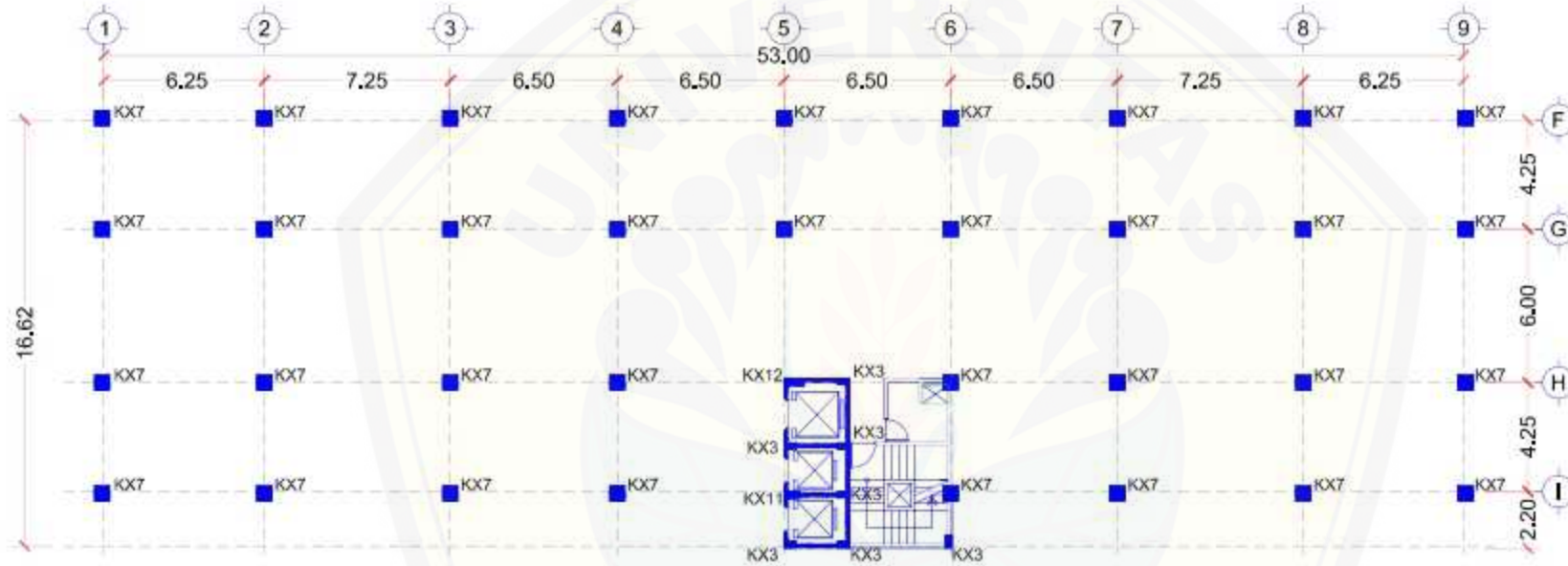
APARTEMEN DINO

REVISI / SCALE: 1:200  
 NOOK / CODE: 000000000000  
 THE DATE / DATE: 04 October 2019 200909  
 CLASSIFICATION / REVISION:  
 EQUIPMENT / SHEET NO.:  
 AMOUNT / TOTAL:



DENAH KOLOM APARTEMEN LT. 1  
SKALA 1 : 200

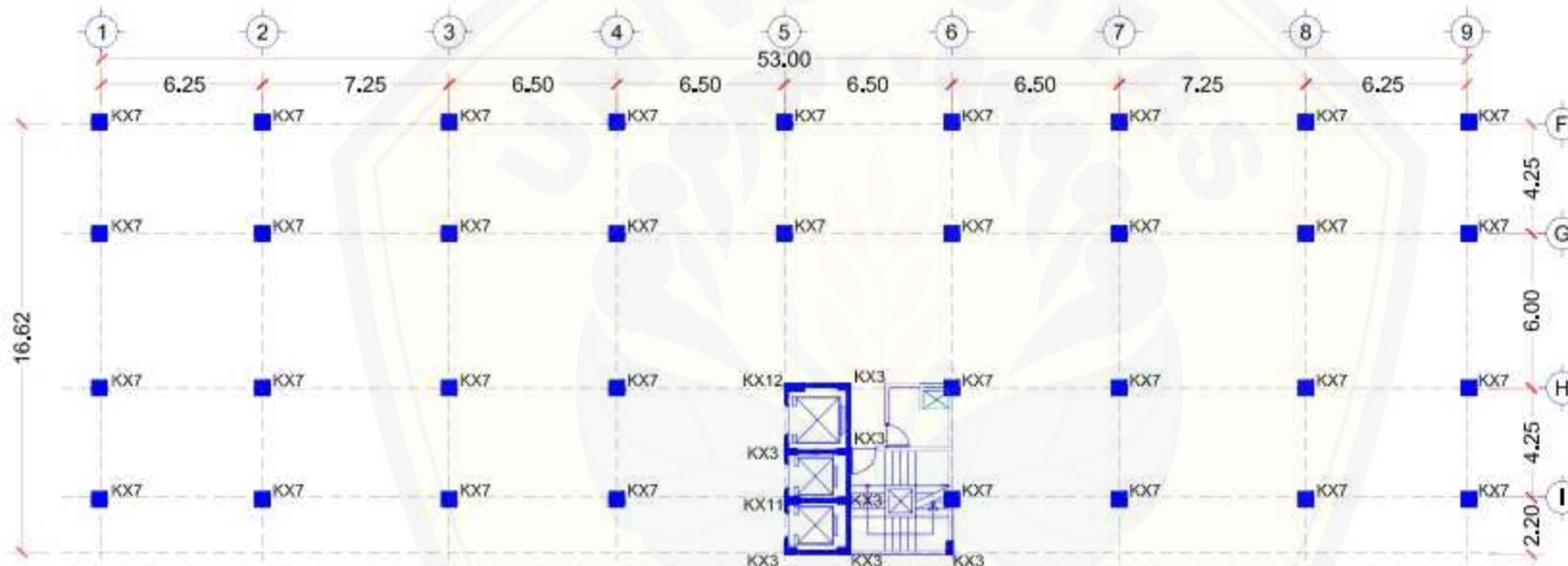




DENAH KOLOM APARTEMEN LT. 2

SKALA 1 : 200

<b>APARTEMEN DINO</b> JATIM PARK 3- BATU JALAN RAKA KUSUMAHARJO KEL. 12 NO. 120 KOTA BATU, JAWA TIMUR	
<b>STRUKTUR &amp; ARSITEKTUR</b>	
<b>SHOP DRAWING</b> PERSETUJUAN APPROVAL	
OWNER APARTEMEN DINO ( JTP -3 )	
PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH	
<b>DENAH KOLOM APARTEMEN LT. 2</b>	
APARTEMEN DINO	
RUMAH / SUDAH	1/200
WAKTU / GIBRAN	04 Oktober 2019 22:21:19
GILASARI / HIZWAH	04 Oktober 2019 22:21:19
ALUMAH / SHERIF	04 Oktober 2019 22:21:19
ALUMAH / SHERIF	04 Oktober 2019 22:21:19



DENAH KOLOM APARTEMEN LT. 3

SKALA 1 : 200

PROJECT TITLE

APARTEMEN DINO  
JATIM PARK 3- BATU  
JALAN RAKA KUSUMAHARJO KEL. 10  
BLK. 30 KEC. KOTA BATU, JAWA TIMUR

PERMITTING

No.	U.S. & C.I.	REG.	LOKASI

PROF. DISCIPLIN

**STRUKTUR & ARSITEKTUR**

**dpavilion**

PT. SURIYA BANGUN PERSADA INDAH

GENERAL CONTRACTOR

**SBPI**  
GENERAL CONTRACTOR

**SHOP DRAWING**

PERSETUJUAN  
APPROVAL

OWNER APARTEMEN DINO ( JTP -3 )

( \_\_\_\_\_ )

PT. SURIYA BANGUN PERSADA INDAH

DATE: \_\_\_\_\_

BY: \_\_\_\_\_

FOR: \_\_\_\_\_

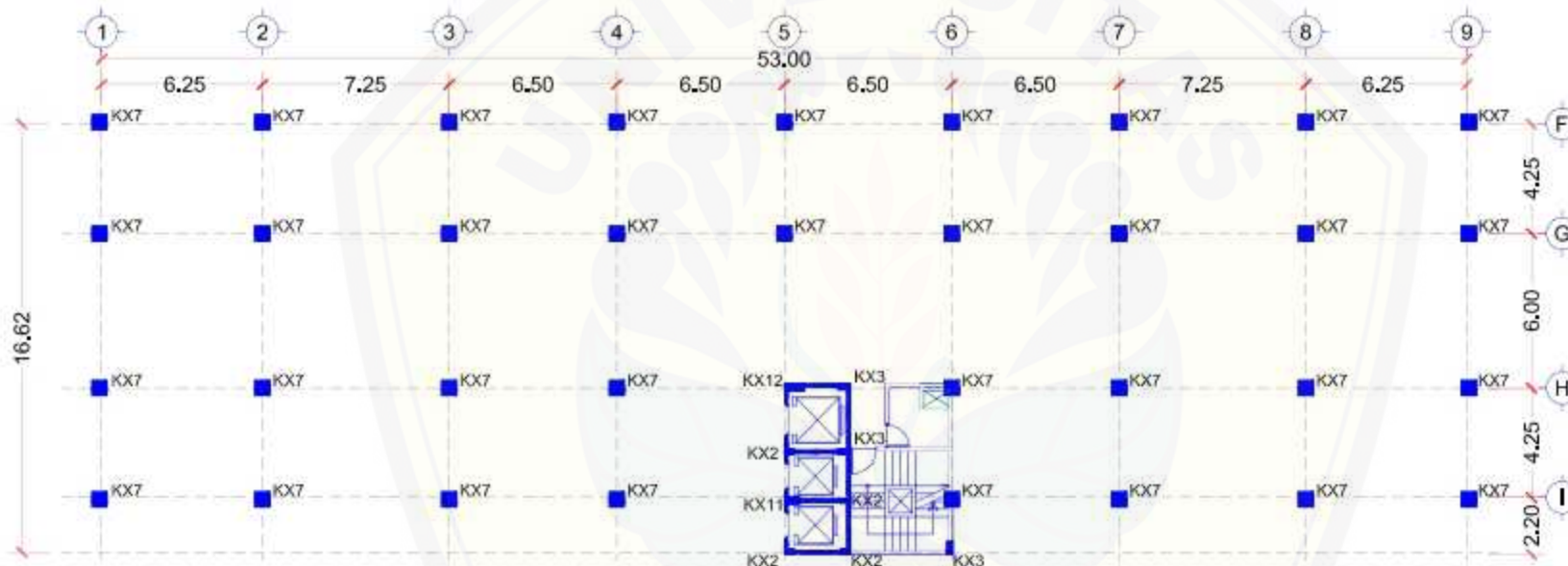
**DENAH KOLOM APARTEMEN LT. 3**

PROJECT

APARTEMEN DINO

REVISI / URAIAN	NO.

DATE: 04 October 2019 22:02:28



DENAH KOLOM APARTEMEN LT. 4

SKALA 1 : 200

APARTEMEN DINO  
JATIM PARK 3- BATU  
JALAN RAKA KUSUMAHARJO KEL. 12  
KEL. JODOKURU KOTA BATU, JAWA TIMUR

STRUKTUR & ARSITEKTUR

dpavilion

SBPI  
GENERAL CONTRACTOR

SHOP DRAWING  
PERSETUJUAN  
APPROVAL

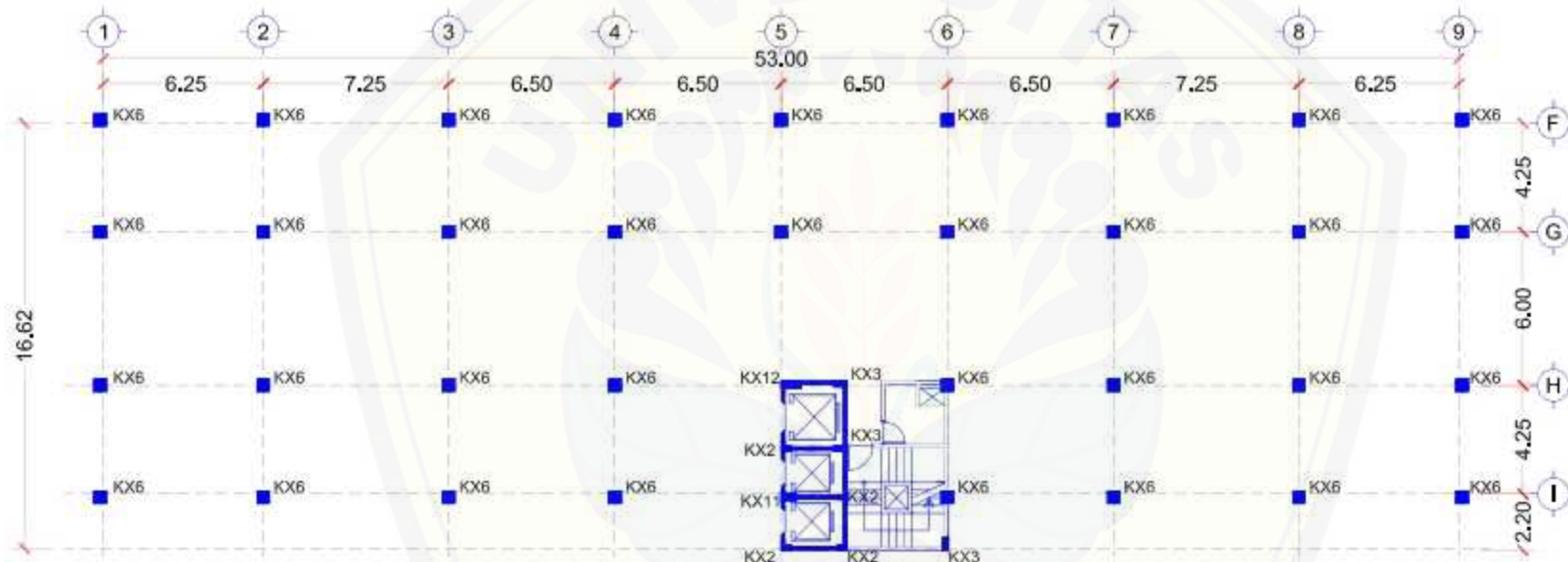
OWNER APARTEMEN DINO ( JTP -3 )

PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH

DENAH KOLOM  
APARTEMEN LT. 4

APARTEMEN DINO

04 October 2019 22:42:29



DENAH KOLOM APARTEMEN LT. 5

SKALA 1 : 200

PROJECT TITLE

APARTEMEN DINO  
JATIM PARK 3- BATU  
JALAN RAKA KUSUMAHARJO KEL. 10  
BLK. 33 KEC. KOTA BATU, JAWA TIMUR

PERMITS

No.	U.S. & D.	REV.	DATE

PROJECT DESCRIPTION

STRUKTUR & ARSITEKTUR

dpavilion

SBPI  
GENERAL CONTRACTOR

SHOP DRAWING

PERSETUJUAN  
APPROVAL

OWNER APARTEMEN DINO ( JTP -3 )

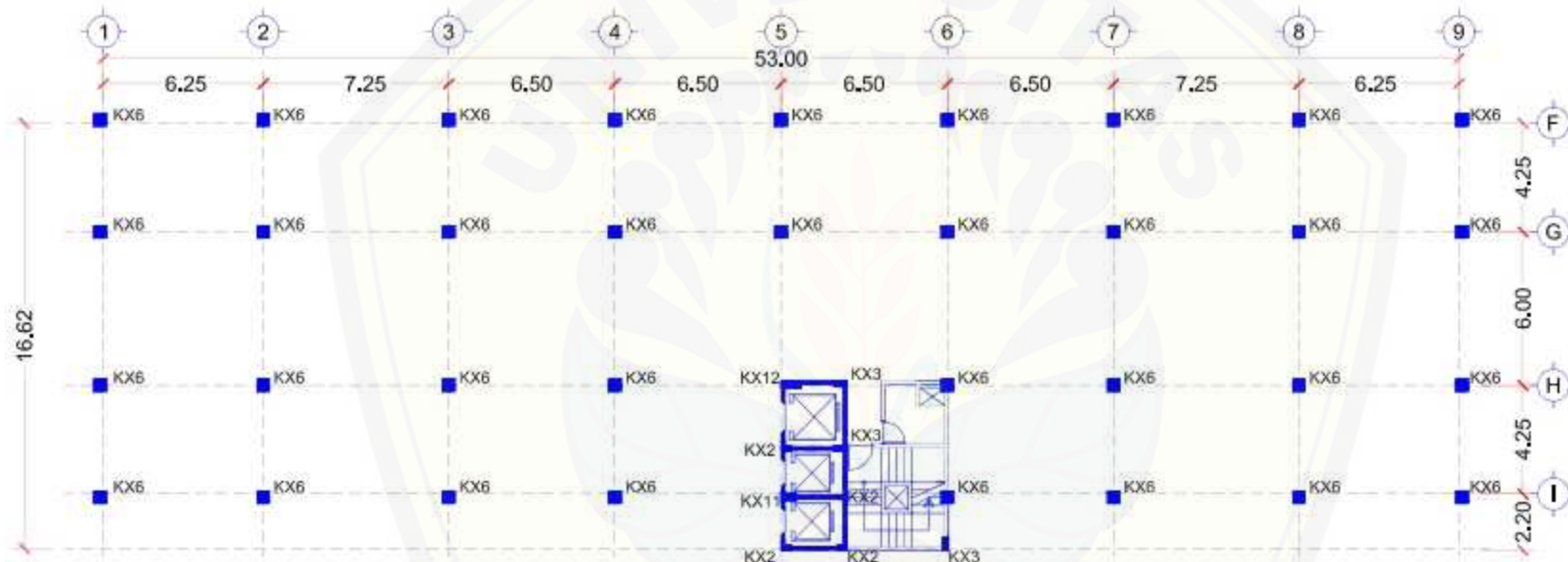
PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH

DENAH KOLOM  
APARTEMEN LT. 5

APARTEMEN DINO

REVISI / SCALE	1:200
WORK CODE / DRAWING	
THROW IN DATE	04 October 2019 22:55:29
CLASSIFICATION / REVISION	
APPROVAL / SHEET NO.	
AMOUNT / SHEET TOTAL	





DENAH KOLOM APARTEMEN LT. 6

SKALA 1 : 200

PROJECT TITLE  
**APARTEMEN DINO**  
 JATIM PARK 3- BATU  
 JALAN RAKA KUSUMAHARJO KEL. 10  
 NO. 100 KOTA BATU, JAWA TIMUR

PERMISSION

NO.	REVISI	REVISI	REVISI

PROJECT DESCRIPTION  
**STRUKTUR & ARSITEKTUR**

CONTRACTOR  
**dpavilion**  
 PT. SURYA BANGUN PERSADA

OWNER  
 PT. SURYA BANGUN PERSADA  
 JALAN RAKA KUSUMAHARJO KEL. 10  
 NO. 100 KOTA BATU, JAWA TIMUR

GENERAL CONTRACTOR  
**SBPI**  
 GENERAL CONTRACTOR

**SHOP DRAWING**  
 PERSETUJUAN  
 APPROVAL  
 OWNER APARTEMEN DINO ( JTP -3 )

( \_\_\_\_\_ )  
 PT. SURYA BANGUN PERSADA

DATE  
 04 October 2019 22:05:29

**DENAH KOLOM APARTEMEN LT. 6**

PROJECT TITLE  
**APARTEMEN DINO**

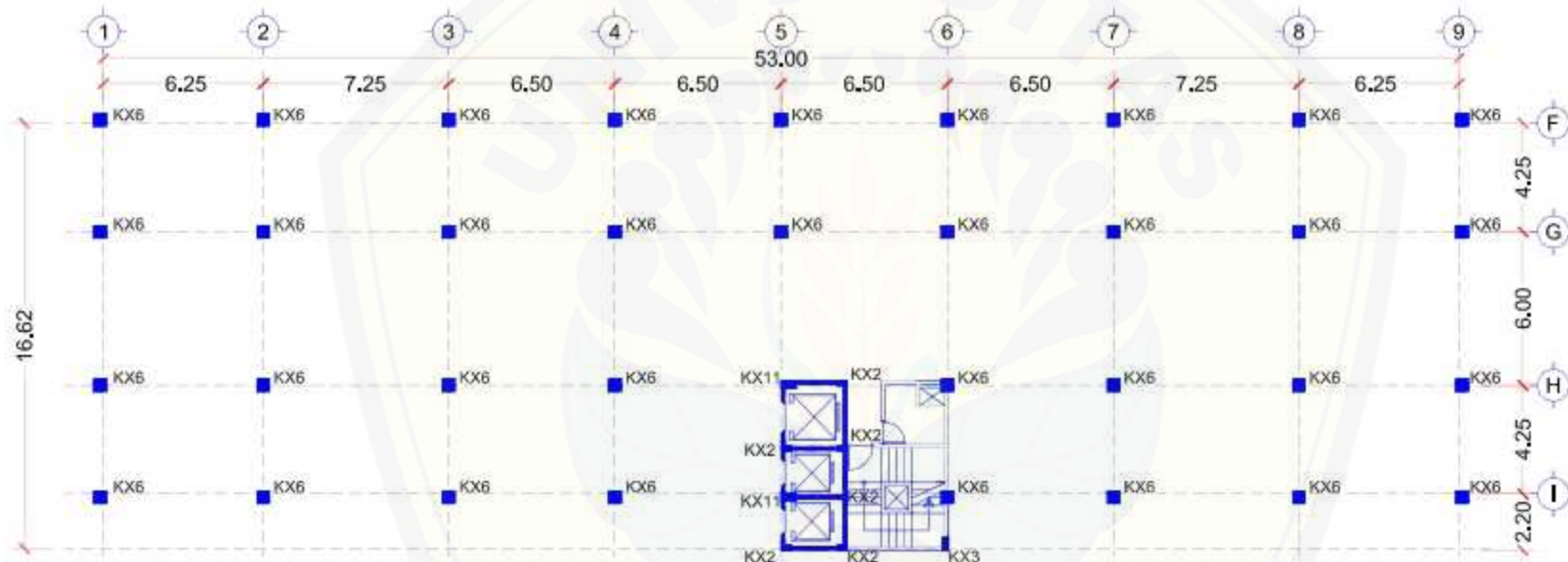
SCALE / SIZE  
 1:200

DATE / TIME  
 04 October 2019 22:05:29

CLASSIFICATION / CATEGORY  
 STRUCTURE / ARCHITECTURE

PROJECT SHEET NO.  
 01





DENAH KOLOM APARTEMEN LT. 7

SKALA 1 : 200

APARTEMEN DINO  
JATIM PARK 3- BATU  
JALAN RAKA KUSUMAHARJO KEL. 10  
BLK. 33 BUKITI KOTA BATU, JAWA TIMUR

STRUKTUR & ARSITEKTUR

dpavilion

SBPI  
GENERAL CONTRACTOR

SHOP DRAWING  
PERSETUJUAN  
APPROVAL

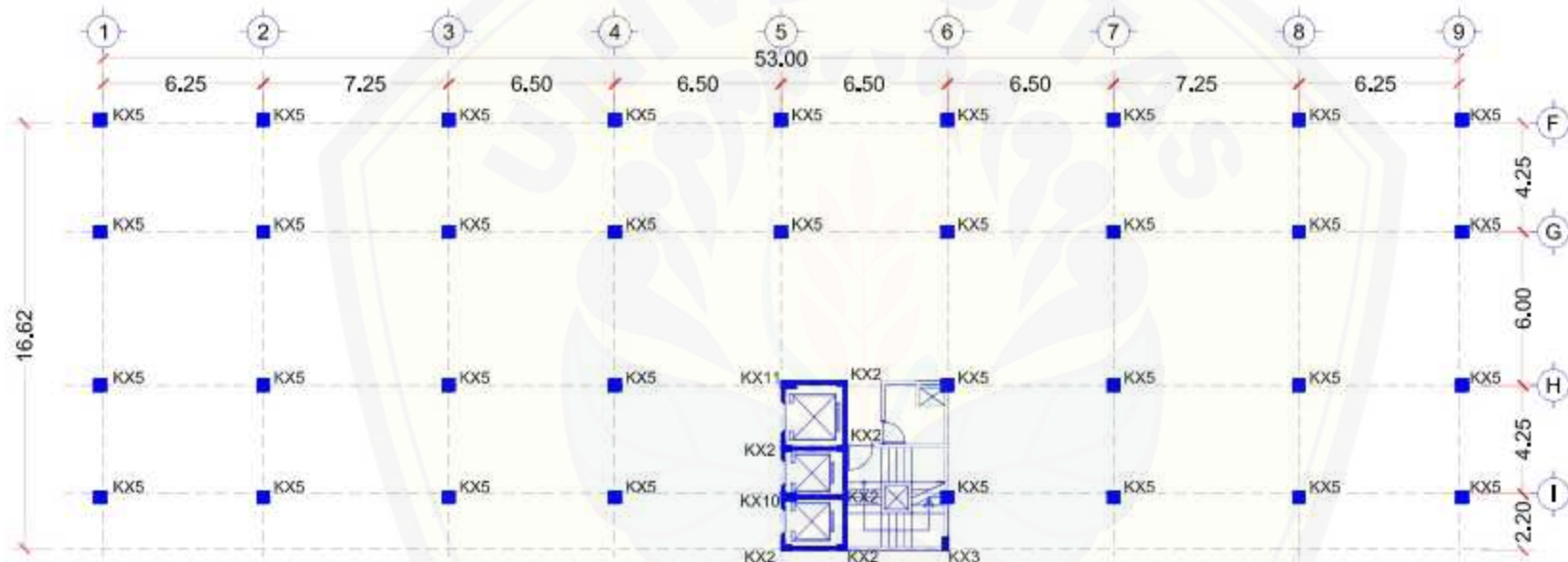
OWNER APARTEMEN DINO ( JTP -3 )

PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH

DENAH KOLOM  
APARTEMEN LT. 7

APARTEMEN DINO

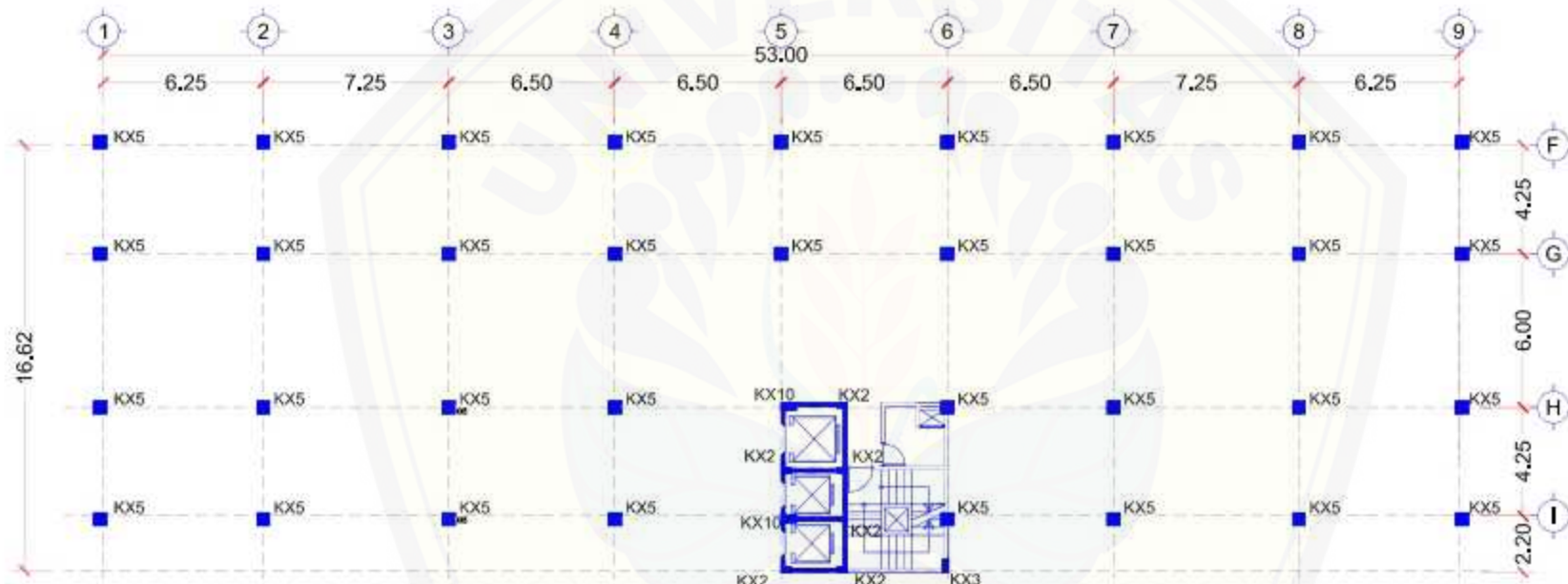
REVISI / UBAH	NO
NO	REVISI
THREE IN DATE	04 October 2019 22:56:29
CLASSIFIED BY	REVISI
APPROVED BY	
DATE	



DENAH KOLOM APARTEMEN LT. 8

SKALA 1 : 200

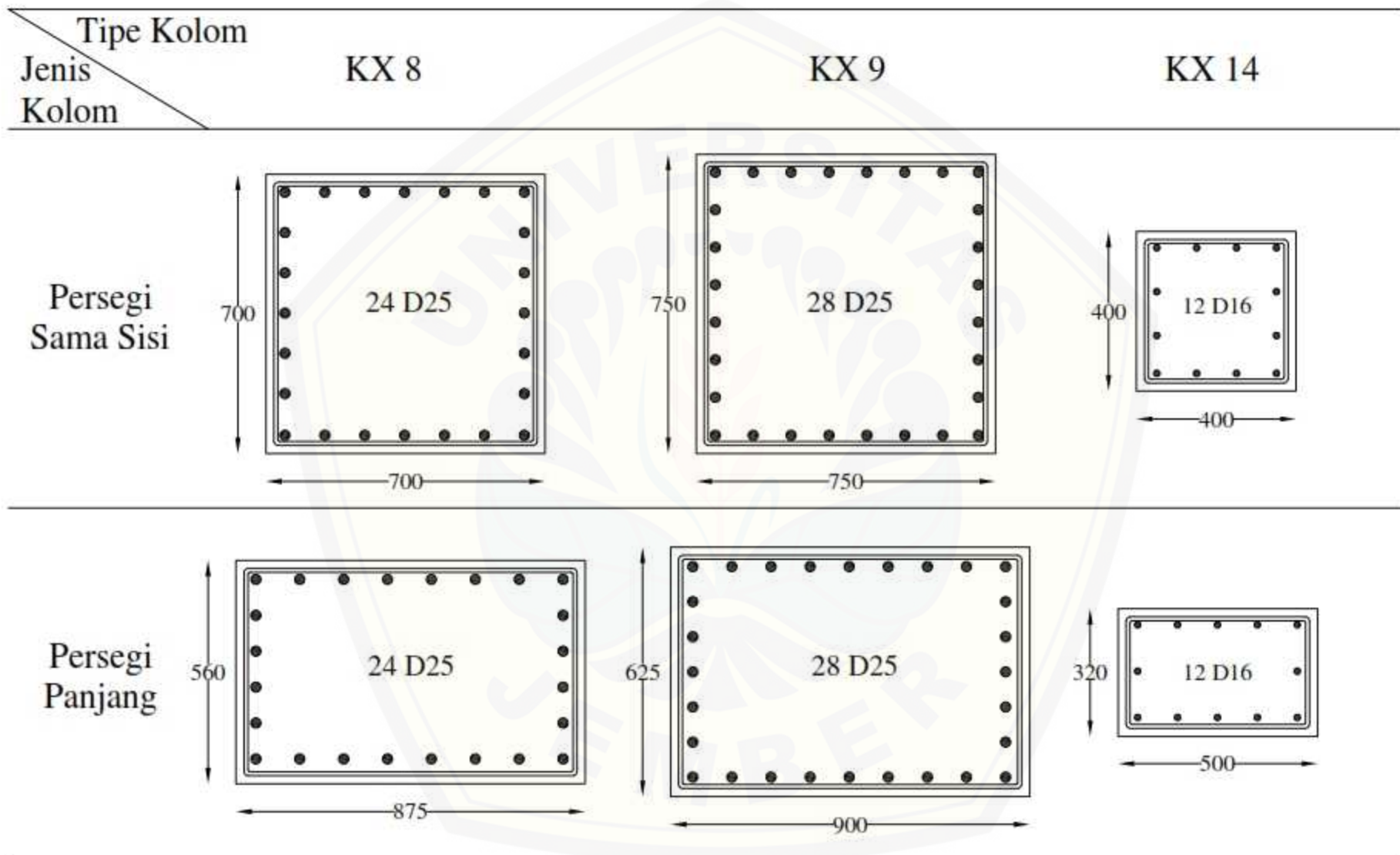
<b>APARTEMEN DINO</b> JATIM PARK 3- BATU ALAM BUKA KUSUMAHARJO KEL. 10 BLK. 33 KEC. KOTA BATU, JAWA TIMUR	
<b>STRUKTUR &amp; ARSITEKTUR</b>	
<b>SHOP DRAWING</b> PERSETUJUAN APPROVAL OWNER APARTEMEN DINO ( JTP -3 )	
PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH	
<b>DENAH KOLOM</b> APARTEMEN LT. 8	
APARTEMEN DINO	
NO. / SKALA 1200	NO. / SKALA 1200
TANGGAL / DATE 04 Oktober 2019 22:09:04	TANGGAL / DATE 04 Oktober 2019 22:09:04



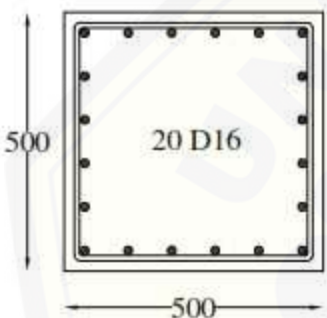
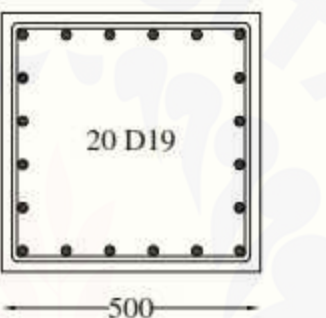
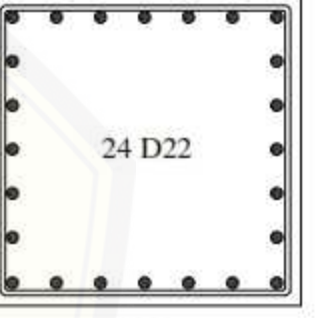
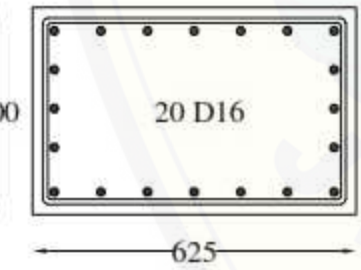
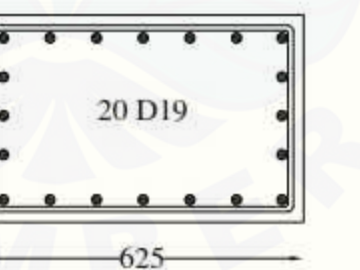
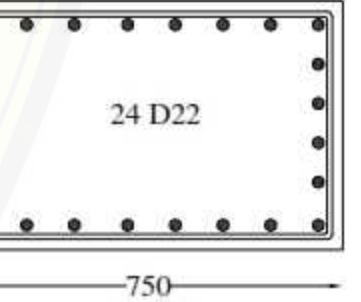
DENAH KOLOM APARTEMEN LT. 9

SKALA 1 : 200

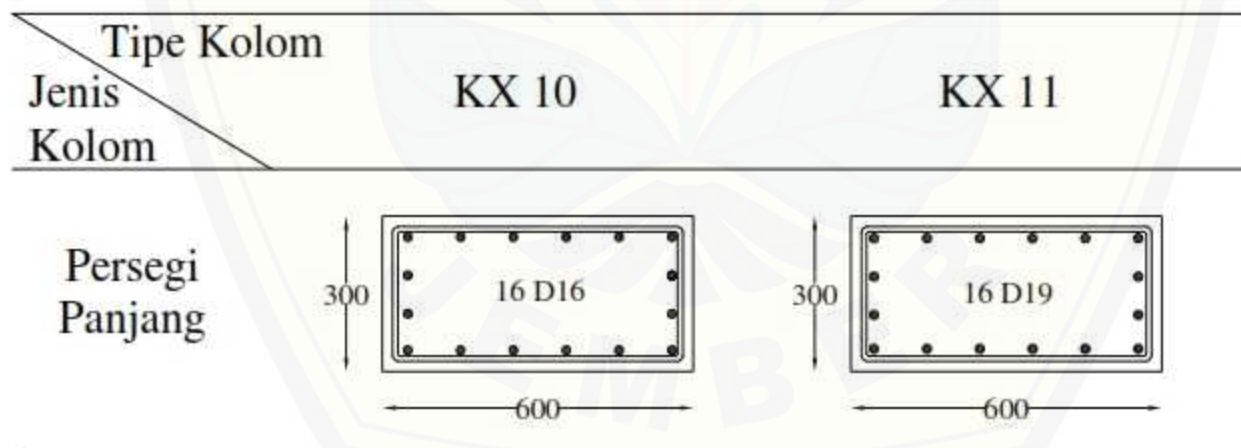
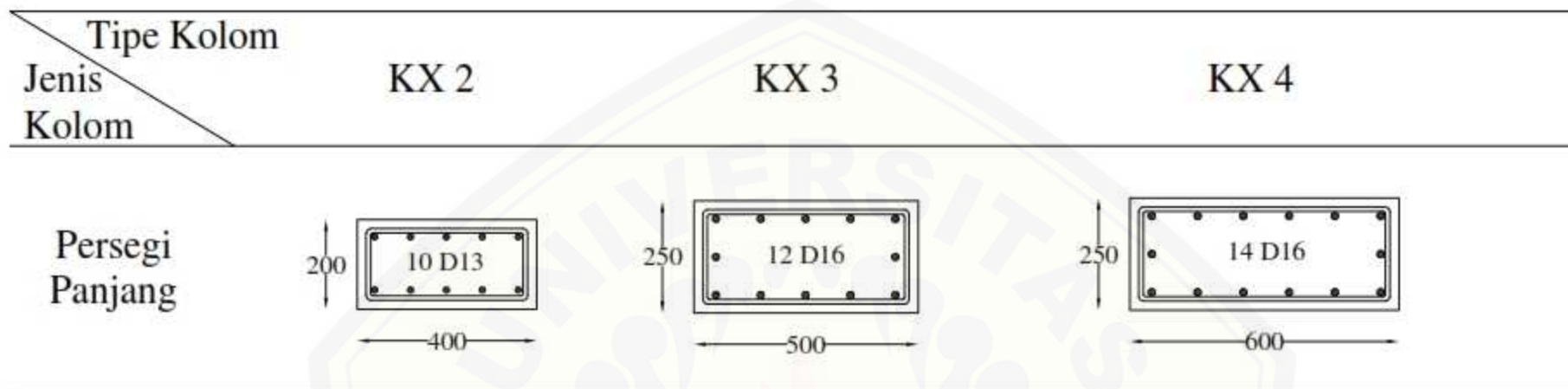
<b>APARTEMEN DINO</b> JATIM PARK 3- BATU ALAM BUKA KUSUMAHARJO KEL. 10 AL. JALAN KOTA BATU, JAWA TIMUR	
<b>STRUKTUR &amp; ARSITEKTUR</b>	
<b>SHOP DRAWING</b> PERSETUJUAN APPROVAL OWNER APARTEMEN DINO ( JTP -3 )	
PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH	
<b>DENAH KOLOM</b> APARTEMEN LT. 9	
APARTEMEN DINO	
REV. / NO. / DATE	1 / 200
CHECKED / DATE	04 October 2019 / 2021
DRAWN / DATE	04 October 2019 / 2021
APPROVED / DATE	04 October 2019 / 2021

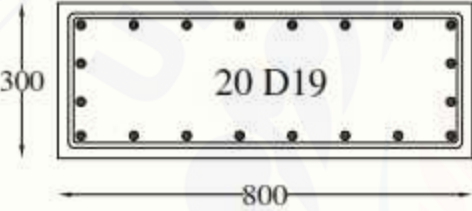
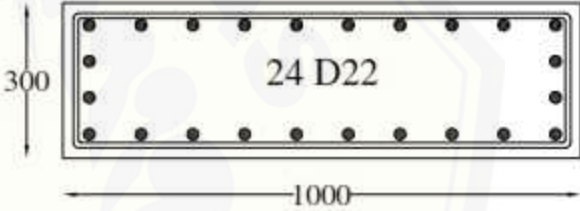
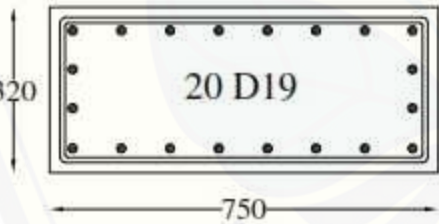
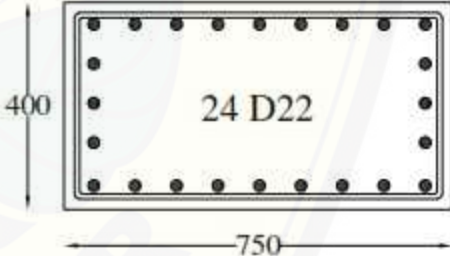




Tipe Kolom Jenis Kolom	KX 5	KX 6	KX 7
Persegi Sama Sisi	 <p>500</p> <p>20 D16</p> <p>500</p>	 <p>500</p> <p>20 D19</p> <p>500</p>	 <p>600</p> <p>24 D22</p> <p>600</p>
Persegi Panjang	 <p>400</p> <p>20 D16</p> <p>625</p>	 <p>400</p> <p>20 D19</p> <p>625</p>	 <p>480</p> <p>24 D22</p> <p>750</p>





Tipe Kolom Jenis Kolom	KX 12	KX 13
Persegi Panjang	 <p>300</p> <p>800</p> <p>20 D19</p>	 <p>300</p> <p>1000</p> <p>24 D22</p>
Persegi Panjang	 <p>320</p> <p>750</p> <p>20 D19</p>	 <p>400</p> <p>750</p> <p>24 D22</p>

## SAP2000 Concrete Design

Project \_\_\_\_\_  
 Job Number \_\_\_\_\_  
 Engineer \_\_\_\_\_

ACI 318-02 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN, m, C (Shear Details)

L=3,400  
 Element : 2005 B=0,300 D=0,600 dc=0,037  
 Station Loc : 3,100 E=23452952,9 fc=24900,000 Lt.W. Fac.=1,000  
 Section ID : KX10 300 x 600 fy=390000,000 fys=390000,000  
 Combo ID : DCON4 RLLF=1,000

Phi (Compression-Spiral) : 0,700 Overstrength Factor : 1,25  
 Phi (Compression-Tied) : 0,650  
 Phi (Tension Controlled) : 0,850  
 Phi (Shear) : 0,750  
 Phi (Seismic Shear) : 0,600  
 Phi (Joint Shear) : 0,850

### SHEAR DESIGN FOR V2, V3

	Design Rebar	Design Vu	Design Pu	Design Mu	Shear Phi * Vc	Shear Phi * Vs	Shear Phi * Vn
Major Shear (V2)	2,652E-04	161,379	356,245	-152,550	119,938	43,632	163,570
Minor Shear (V3)	5,304E-04	96,450	356,245	69,372	111,946	40,725	152,672

### Design Forces

	Factored Vu	Factored Pu	Factored Mu	Capacity Vp
Major Shear (V2)	94,884	347,855	-138,645	161,379
Minor Shear (V3)	80,847	347,855	121,686	96,450

### Capacity Shear

	Shear Vp	Long. Rebar As (Bot)	Long. Rebar As (Top)	Cap. Moment MposBot	Cap. Moment MnegTop	Cap. Moment MnegBot	Cap. Moment MposTop
Major Shear (V2)	161,379	1,765	1,765	430,825	430,825	430,825	430,825
Minor Shear (V3)	96,450	1,765	1,765	208,767	208,767	208,767	208,767

### Design Basis

Shr Reduc Factor	Strength Fys	Strength Fcs	Area Ag
1,000	390000,000	24900,000	0,180

### Concrete Shear Capacity

	Design Vu	Conc. Area Ac	Tensn. Rein Area Ast
Major Shear (V2)	161,379	0,169	0,002
Minor Shear (V3)	96,450	0,158	0,002

### Shear Rebar Design

	Stress v	Conc. Cpcty vc	Uppr. Limit vmax	Rebar Area Av
Major Shear (V2)	956,284	710,716	4262,359	2,652E-04
Minor Shear (V3)	612,336	710,716	4262,359	5,304E-04

## SAP2000 Concrete Design

Project \_\_\_\_\_  
 Job Number \_\_\_\_\_  
 Engineer \_\_\_\_\_

ACI 318-02 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN, m C (Shear Details)

L=3,000  
 Element : 2198 B=0,750 D=0,750 dc=0,042  
 Station Loc : 0,000 E=23452952,9 fc=24900,000 Lt.W. Fac.=1,000  
 Section ID : KX9 750 x 750 fy=390000,000 fys=390000,000  
 Combo ID : DCON3 RLLF=1,000

Phi (Compression-Spiral) : 0,700 Overstrength Factor: 1,25  
 Phi (Compression-Tied) : 0,650  
 Phi (Tension Controlled) : 0,850  
 Phi (Shear) : 0,750  
 Phi (Seismic Shear) : 0,600  
 Phi (Joint Shear) : 0,850

### SHEAR DESIGN FOR V2, V3

	Design Rebar	Design Vu	Design Pu	Design Mu	Shear Phi * Vc	Shear Phi * Vs	Shear Phi * Vn
Major Shear (V2)	0,000	79,819	3500,721	-230,299	478,815	0,000	478,815
Minor Shear (V3)	O/S #3	1905,857	3500,721	-20,796	478,815	0,000	478,815

### Design Forces

	Factored Vu	Factored Pu	Factored Mu	Capacity Vp
Major Shear (V2)	73,330	3494,074	223,989	79,819
Minor Shear (V3)	7,307	3494,074	-18,212	1905,857

### Capacity Shear

	Shear Vp	Long. Rebar As (Bot)	Long. Rebar As (Top)	Cap. Moment MposBot	Cap. Moment MnegTop	Cap. Moment MnegBot	Cap. Moment MposTop
Major Shear (V2)	79,819	2,522	2,522	2572,907	2572,907	2572,907	2572,907
Minor Shear (V3)	1905,857	2,522	2,522	2572,907	2572,907	2572,907	2572,907

### Design Basis

Shr Reduc Factor	Strength Fys	Strength Fcs	Area Ag
1,000	390000,000	24900,000	0,563

### Concrete Shear Capacity

	Design Vu	Conc. Area Ac	Tensn. Rein Area Ast
Major Shear (V2)	79,819	0,531	0,007
Minor Shear (V3)	1905,857	0,531	0,007

### Shear Rebar Design

	Stress v	Conc. Cpcty vc	Uppr. Limit vmax	Rebar Area Av
Major Shear (V2)	150,367	902,016	4517,425	0,000
Minor Shear (V3)	3590,351	902,016	4517,425	0,000

O/S #3 Shear stress exceeds maximum allowed

## SAP2000 Concrete Design

Project \_\_\_\_\_  
 Job Number \_\_\_\_\_  
 Engineer \_\_\_\_\_

ACI 318-02 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN, m, C (Shear Details)

L=3,000  
 Element : 2311 B=0,400 D=0,400 dc=0,037  
 Station Loc : 0,300 E=23452952,9 fc=24900,000 Lt.W. Fac.=1,000  
 Section ID : KX14 400 x 400 fy=390000,000 fys=390000,000  
 Combo ID : DCON3 RLLF=1,000

Phi (Compression-Spiral) : 0,700 Overstrength Factor: 1,25  
 Phi (Compression-Tied) : 0,650  
 Phi (Tension Controlled) : 0,850  
 Phi (Shear) : 0,750  
 Phi (Seismic Shear) : 0,600  
 Phi (Joint Shear) : 0,850

### SHEAR DESIGN FOR V2, V3

	Design Rebar	Design Vu	Design Pu	Design Mu	Shear Phi * Vc	Shear Phi * Vs	Shear Phi * Vn
Major Shear (V2)	0,001	140,413	188,211	18,257	0,000	140,413	140,413
Minor Shear (V3)	0,001	142,722	188,211	15,815	0,000	142,722	142,722

### Design Forces

	Factored Vu	Factored Pu	Factored Mu	Capacity Vp
Major Shear (V2)	112,198	188,211	153,123	140,413
Minor Shear (V3)	18,035	188,211	19,377	142,722

### Capacity Shear

	Shear Vp	Long. Rebar As (Bot)	Long. Rebar As (Top)	Cap. Moment MposBot	Cap. Moment MnegTop	Cap. Moment MnegBot	Cap. Moment MposTop
Major Shear (V2)	140,413	1,490	1,490	213,216	213,216	213,216	213,216
Minor Shear (V3)	142,722	1,490	1,490	213,216	213,216	213,216	213,216

### Design Basis

Shr Reduc Factor	Strength Fys	Strength Fcs	Area Ag
1,000	390000,000	24900,000	0,160

### Concrete Shear Capacity

	Design Vu	Conc. Area Ac	Tensn. Rein Area Ast
Major Shear (V2)	140,413	0,145	0,001
Minor Shear (V3)	142,722	0,145	0,001

### Shear Rebar Design

	Stress v	Conc. Cpcty vc	Uppr. Limit vmax	Rebar Area Av
Major Shear (V2)	968,314	674,532	3314,738	0,001
Minor Shear (V3)	984,238	674,532	3314,738	0,001



## SAP2000 Concrete Design

Project \_\_\_\_\_  
 Job Number \_\_\_\_\_  
 Engineer \_\_\_\_\_

ACI 318-02 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN, m, C (Shear Details)

L=3,000  
 Element : 1826 B=0,900 D=0,625 dc=0,042  
 Station Loc : 0,000 E=23452952,9 fc=24900,000 Lt.W. Fac.=1,000  
 Section ID : KB9 900 x 625 fy=390000,000 fys=390000,000  
 Combo ID : DCON3 RLLF=1,000

Phi (Compression-Spiral) : 0,700 Overstrength Factor : 1,25  
 Phi (Compression-Tied) : 0,650  
 Phi (Tension Controlled) : 0,850  
 Phi (Shear) : 0,750  
 Phi (Seismic Shear) : 0,600  
 Phi (Joint Shear) : 0,850

### SHEAR DESIGN FOR V2, V3

	Design Rebar	Design Vu	Design Pu	Design Mu	Shear Phi * Vc	Shear Phi * Vs	Shear Phi * Vn
Major Shear (V2)	0,006	1469,744	4537,914	-167,404	516,690	953,054	1469,744
Minor Shear (V3)	O/S #3	2030,090	4537,914	-23,700	528,130	0,000	528,130

### Design Forces

	Factored Vu	Factored Pu	Factored Mu	Capacity Vp
Major Shear (V2)	40,915	4537,914	165,040	1469,744
Minor Shear (V3)	7,244	4537,914	-17,418	2030,090

### Capacity Shear

	Shear Vp	Long. Rebar As (Bot)	Long. Rebar As (Top)	Cap. Moment MposBot	Cap. Moment MnegTop	Cap. Moment MnegBot	Cap. Moment MposTop
Major Shear (V2)	1469,744	2,522	2,522	2204,616	2204,616	2204,616	2204,616
Minor Shear (V3)	2030,090	2,522	2,522	3045,135	3045,135	3045,135	3045,135

### Design Basis

Shr Reduc Factor	Strength Fys	Strength Fcs	Area Ag
1,000	390000,000	24900,000	0,563

### Concrete Shear Capacity

	Design Vu	Conc. Area Ac	Tensn. Rein Area Ast
Major Shear (V2)	1469,744	0,524	0,007
Minor Shear (V3)	2030,090	0,536	0,007

### Shear Rebar Design

	Stress v	Conc. Cpcty vc	Uppr. Limit vmax	Rebar Area Av
Major Shear (V2)	2802,218	985,123	4628,235	0,006
Minor Shear (V3)	3786,731	985,123	4628,235	0,000

O/S #3 Shear stress exceeds maximum allowed

## SAP2000 Concrete Design

Project \_\_\_\_\_  
 Job Number \_\_\_\_\_  
 Engineer \_\_\_\_\_

ACI 318-02 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN, m, C (Shear Details)

L=3,000  
 Element : 1982 B=0,900 D=0,625 dc=0,042  
 Station Loc : 0,000 E=23452952,9 fc=24900,000 Lt.W.Fac.=1,000  
 Section ID : KB9 900 x 625 fy=390000,000 fys=390000,000  
 Combo ID : DCON3 RLLF=1,000

Phi (Compression-Spiral) : 0,700 Over strength Factor : 1,25  
 Phi (Compression-Tied) : 0,650  
 Phi (Tension Controlled) : 0,850  
 Phi (Shear) : 0,750  
 Phi (Seismic Shear) : 0,600  
 Phi (Joint Shear) : 0,850

**SHEAR DESIGN FOR V2, V3**

	Design Rebar	Design Vu	Design Pu	Design Mu	Shear Phi * Vc	Shear Phi * Vs	Shear Phi * Vn
Major Shear (V2)	0,005	1448,985	5197,739	-165,026	544,420	904,565	1448,985
Minor Shear (V3)	O/S #3	2000,437	5197,739	-14,430	556,474	0,000	556,474

**Design Forces**

	Factored Vu	Factored Pu	Factored Mu	Capacity Vp
Major Shear (V2)	38,829	5197,739	162,613	1448,985
Minor Shear (V3)	5,359	5197,739	-7,790	2000,437

**Capacity Shear**

	Shear Vp	Long. Rebar As (Bot)	Long. Rebar As (Top)	Cap. Moment MposBot	Cap. Moment MnegTop	Cap. Moment MnegBot	Cap. Moment MposTop
Major Shear (V2)	1448,985	2,522	2,522	2173,478	2173,478	2173,478	2173,478
Minor Shear (V3)	2000,437	2,522	2,522	3000,655	3000,655	3000,655	3000,655

**Design Basis**

	Shr Reduc Factor	Strength Fys	Strength Fcs	Area Ag
	1,000	390000,000	24900,000	0,563

**Concrete Shear Capacity**

	Design Vu	Conc. Area Ac	Tensn. Rebar Area Ast
Major Shear (V2)	1448,985	0,524	0,007
Minor Shear (V3)	2000,437	0,536	0,007

**Shear Rebar Design**

	Stress v	Conc. Pcty vc	Uppr. Limit vmax	Rebar Area Av
Major Shear (V2)	2762,640	1037,993	4698,728	0,005
Minor Shear (V3)	3731,419	1037,993	4698,728	0,000

O/S #3 Shear stress exceeds maximum allowed

## SAP2000 Concrete Design

Project \_\_\_\_\_  
 Job Number \_\_\_\_\_  
 Engineer \_\_\_\_\_

ACI 318-02 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN, m, C (Shear Details)

L=3,400  
 Element : 2005 B=0,600 D=0,300 dc=0,037  
 Station Loc : 3,100 E=23452952,9 fc=24900,000 Lt.W. Fac.=1,000  
 Section ID : KX10 600 x 300 fy=390000,000 fys=390000,000  
 Combo ID : DCON3 RLLF=1,000

Phi (Compression-Spiral) : 0,700 Overstrength Factor : 1,25  
 Phi (Compression-Tied) : 0,650  
 Phi (Tension Controlled) : 0,850  
 Phi (Shear) : 0,750  
 Phi (Seismic Shear) : 0,600  
 Phi (Joint Shear) : 0,850

### SHEAR DESIGN FOR V2, V3

	Design Rebar	Design Vu	Design Pu	Design Mu	Shear Phi * Vc	Shear Phi * Vs	Shear Phi * Vn
Major Shear (V2)	5,304E-04	117,781	348,597	-90,777	111,645	40,725	152,370
Minor Shear (V3)	2,683E-04	163,648	345,886	193,607	119,500	44,149	163,648

### Design Forces

	Factored Vu	Factored Pu	Factored Mu	Capacity Vp
Major Shear (V2)	61,440	345,886	-49,180	117,781
Minor Shear (V3)	120,265	345,886	199,205	163,648

### Capacity Shear

	Shear Vp	Long. Rebar As (Bot)	Long. Rebar As (Top)	Cap. Moment MposBot	Cap. Moment MnegTop	Cap. Moment MnegBot	Cap. Moment MposTop
Major Shear (V2)	117,781	1,765	1,765	208,162	208,162	208,162	208,162
Minor Shear (V3)	163,648	1,765	1,765	429,449	429,449	429,449	429,449

### Design Basis

Shr Reduc Factor	Strength Fys	Strength Fcs	Area Ag
1,000	390000,000	24900,000	0,180

### Concrete Shear Capacity

	Design Vu	Conc. Area Ac	Tensn. Rein Area Ast
Major Shear (V2)	117,781	0,158	0,002
Minor Shear (V3)	163,648	0,169	0,002

### Shear Rebar Design

	Stress v	Conc. Cpcty vc	Uppr. Limit vmax	Rebar Area Av
Major Shear (V2)	747,756	708,801	4259,806	5,304E-04
Minor Shear (V3)	969,734	708,122	4258,901	2,683E-04

## SAP2000 Concrete Design

Project \_\_\_\_\_  
 Job Number \_\_\_\_\_  
 Engineer \_\_\_\_\_

ACI 318-02 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN, m C (Shear Details)

L=3,000  
 Element : 2090 B=0,900 D=0,625 dc=0,042  
 Station Loc : 0,000 E=23452952,9 fc=24900,000 Lt.W. Fac.=1,000  
 Section ID : KB9 900 x 625 fy=390000,000 fys=390000,000  
 Combo ID : DCON3 RLLF=1,000

Phi (Compression-Spiral) : 0,700 Overstrength Factor : 1,25  
 Phi (Compression-Tied) : 0,650  
 Phi (Tension Controlled) : 0,850  
 Phi (Shear) : 0,750  
 Phi (Seismic Shear) : 0,600  
 Phi (Joint Shear) : 0,850

### SHEAR DESIGN FOR V2, V3

	Design Rebar	Design Vu	Design Pu	Design Mu	Shear Phi * Vc	Shear Phi * Vs	Shear Phi * Vn
Major Shear (V2)	0,005	1454,477	5023,187	-164,979	537,084	917,393	1454,477
Minor Shear (V3)	O/S #3	2008,281	5023,187	-24,288	548,976	0,000	548,976

### Design Forces

	Factored Vu	Factored Pu	Factored Mu	Capacity Vp
Major Shear (V2)	38,573	5023,187	158,774	1454,477
Minor Shear (V3)	7,929	5023,187	-17,700	2008,281

### Capacity Shear

	Shear Vp	Long. Rebar As (Bot)	Long. Rebar As (Top)	Cap. Moment MposBot	Cap. Moment MnegTop	Cap. Moment MnegBot	Cap. Moment MposTop
Major Shear (V2)	1454,477	2,522	2,522	2181,715	2181,715	2181,715	2181,715
Minor Shear (V3)	2008,281	2,522	2,522	3012,422	3012,422	3012,422	3012,422

### Design Basis

Shr Reduc Factor	Strength Fys	Strength Fcs	Area Ag
1,000	390000,000	24900,000	0,563

### Concrete Shear Capacity

	Design Vu	Conc. Area Ac	Tensn. Rein Area Ast
Major Shear (V2)	1454,477	0,524	0,007
Minor Shear (V3)	2008,281	0,536	0,007

### Shear Rebar Design

	Stress v	Conc. Cpcty vc	Uppr. Limit vmax	Rebar Area Av
Major Shear (V2)	2773,110	1024,006	4680,079	0,005
Minor Shear (V3)	3746,051	1024,006	4680,079	0,000

O/S #3 Shear stress exceeds maximum allowed

## SAP2000 Concrete Design

Project \_\_\_\_\_  
 Job Number \_\_\_\_\_  
 Engineer \_\_\_\_\_

ACI 318-02 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN, m, C (Shear Details)

L=3,000  
 Element : 2198 B=0,900 D=0,625 dc=0,042  
 Station Loc : 0,000 E=23452952,9 f c=24900,000 Lt. W. Fac. =1,000  
 Section ID : KB9 900 x 625 f y=390000,000 f ys=390000,000  
 Combo ID : DCCN3 RLLF=1,000

Phi (Compression-Spiral) : 0,700 Over strength Factor : 1,25  
 Phi (Compression-Tied) : 0,650  
 Phi (Tension Controlled) : 0,850  
 Phi (Shear) : 0,750  
 Phi (Seismic Shear) : 0,600  
 Phi (Joint Shear) : 0,850

### SHEAR DESIGN FOR V2, V3

	Design Rebar	Design Vu	Design Pu	Design Mu	Shear Phi * Vc	Shear Phi * Vs	Shear Phi * Vn
Major Shear (V2)	0,000	81,690	3563,061	-195,939	475,721	0,000	475,721
Minor Shear (V3)	O/S #3	2236,550	3563,061	-24,086	486,254	0,000	486,254

### Design Forces

	Factored Vu	Factored Pu	Factored Mu	Capacity Vp
Major Shear (V2)	71,624	3551,355	189,649	81,690
Minor Shear (V3)	7,559	3551,355	-17,514	2236,550

### Capacity Shear

	Shear Vp	Long. Rebar As (Bot)	Long. Rebar As (Top)	Cap. Moment MposBot	Cap. Moment MnegTop	Cap. Moment MnegBot	Cap. Moment MposTop
Major Shear (V2)	81,690	2,522	2,522	2188,255	2188,255	2188,255	2188,255
Minor Shear (V3)	2236,550	2,522	2,522	3019,343	3019,343	3019,343	3019,343

### Design Basis

Shr Factor	Reduced	Strength Fys	Strength Fcs	Area Ag
1,000		390000,000	24900,000	0,563

### Concrete Shear Capacity

	Design Vu	Conc. Area Ac	Tensn. Rein Area Ast
Major Shear (V2)	81,690	0,524	0,007
Minor Shear (V3)	2236,550	0,536	0,007

### Shear Rebar Design

	Stress v	Conc. Cptcy vc	Uppr. Limit vmax	Rebar Area Av
Major Shear (V2)	155,750	907,011	4524,085	0,000
Minor Shear (V3)	4171,841	907,011	4524,085	0,000

O/S #3 Shear stress exceeds maximum allowed



## SAP2000 Concrete Design

Project \_\_\_\_\_  
 Job Number \_\_\_\_\_  
 Engineer \_\_\_\_\_

ACI 318-02 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN, m, C (Shear Details)

L=3,000

Element : 2311 B=0,500 D=0,320 dc=0,037  
 Station Loc : 0,300 E=23452952,9 fc=24900,000 Lt.W. Fac.=1,000  
 Section ID : KB14 500 x 320 fy=390000,000 fys=390000,000  
 Combo ID : DCON3 RLLF=1,000

Phi (Compression-Spiral) : 0,700 Overstrength Factor : 1,25  
 Phi (Compression-Tied) : 0,650  
 Phi (Tension Controlled) : 0,850  
 Phi (Shear) : 0,750  
 Phi (Seismic Shear) : 0,600  
 Phi (Joint Shear) : 0,850

### SHEAR DESIGN FOR V2, V3

	Design Rebar	Design Vu	Design Pu	Design Mu	Shear Phi * Vc	Shear Phi * Vs	Shear Phi * Vn
Major Shear (V2)	0,001	92,931	187,099	9,283	0,000	92,931	92,931
Minor Shear (V3)	0,001	146,349	187,099	17,259	0,000	146,349	146,349

### Design Forces

	Factored Vu	Factored Pu	Factored Mu	Capacity Vp
Major Shear (V2)	92,931	187,099	125,956	113,633
Minor Shear (V3)	21,883	187,099	23,455	146,349

### Capacity Shear

	Shear Vp	Long. Rebar As (Bot)	Long. Rebar As (Top)	Cap. Moment MposBot	Cap. Moment MnegTop	Cap. Moment MnegBot	Cap. Moment MposTop
Major Shear (V2)	113,633	1,490	1,490	170,421	170,421	170,421	170,421
Minor Shear (V3)	146,349	1,490	1,490	260,603	260,603	260,603	260,603

### Design Basis

Shr Reduc Factor	Strength Fys	Strength Fcs	Area Ag
1,000	390000,000	24900,000	0,160

### Concrete Shear Capacity

	Design Vu	Conc. Area Ac	Tensn. Rein Area Ast
Major Shear (V2)	92,931	0,141	0,001
Minor Shear (V3)	146,349	0,148	0,001

### Shear Rebar Design

	Stress v	Conc. Cpcty vc	Uppr. Limit vmax	Rebar Area Av
Major Shear (V2)	657,873	539,375	3314,738	0,001
Minor Shear (V3)	988,799	674,218	3314,738	0,001

7,48E-04 8488E-04 8629E-04 4,86E-04 8429E-04 8180E-04	9,39E-04 8498E-04 8586E-04 4,86E-04 8486E-04 862E-04	6,35E-04 8489E-04 8438E-04 4,14E-04 8482E-04 862E-04	8,87E-04 8482E-04 848E-04 4,86E-04 8482E-04 843E-04	6,41E-04 8483E-04 849E-04 4,17E-04 8482E-04 862E-04	8,16E-04 8488E-04 848E-04 4,86E-04 8482E-04 843E-04	7,65E-04 8488E-04 848E-04 4,86E-04 8482E-04 843E-04	6,15E-04 8483E-04 848E-04 4,81E-04 8488E-04 848E-04
8,8813,321E-04 8488E-04 5,87E-04 8439E-04 8621E-04	8,8813,318E-04 848E-04 4,86E-04 8488E-04 862E-04	6,34E-04 8489E-04 848E-04 4,51E-04 8473E-04 862E-04	8,87E-04 8482E-04 848E-04 4,86E-04 8482E-04 843E-04	7,17E-04 8483E-04 848E-04 4,66E-04 8477E-04 862E-04	8,16E-04 8488E-04 848E-04 4,86E-04 8482E-04 843E-04	8,34E-04 8488E-04 848E-04 4,86E-04 8482E-04 843E-04	4,86E-04 8488E-04 848E-04 3,26E-04 8419E-04 862E-04
8,8813,266E-04 848E-04 4,98E-04 8487E-04 848E-04	8,8813,351E-04 848E-04 5,11E-04 8482E-04 862E-04	7,74E-04 8483E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,8813,245E-04 848E-04 4,95E-04 8487E-04 862E-04	7,89E-04 8484E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,8813,318E-04 848E-04 5,86E-04 8488E-04 862E-04	8,18E-04 8483E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	6,21E-04 8481E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04
8,8813,467E-04 848E-04 5,29E-04 8452E-04 848E-04	8,8813,453E-04 848E-04 5,27E-04 8487E-04 862E-04	8,36E-04 8488E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,8813,371E-04 848E-04 5,14E-04 8487E-04 862E-04	8,51E-04 8484E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,8813,448E-04 848E-04 5,25E-04 8487E-04 862E-04	8,71E-04 8488E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	6,88E-04 8487E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04
8,8813,588E-04 848E-04 5,34E-04 8452E-04 848E-04	8,8813,509E-04 848E-04 5,33E-04 848E-04 862E-04	8,18E-04 8488E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,8813,438E-04 848E-04 5,25E-04 848E-04 862E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,8813,508E-04 848E-04 5,34E-04 8487E-04 862E-04	8,8813,474E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	7,56E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04
8,8813,628E-04 848E-04 5,53E-04 8431E-04 848E-04	8,8813,549E-04 848E-04 5,43E-04 848E-04 848E-04	8,234E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,8813,473E-04 848E-04 5,28E-04 848E-04 862E-04	8,37E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,8813,547E-04 848E-04 5,42E-04 848E-04 862E-04	8,8813,533E-04 848E-04 5,86E-04 848E-04 848E-04	7,78E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04
8,8813,715E-04 848E-04 5,66E-04 8426E-04 848E-04	8,8813,598E-04 848E-04 5,49E-04 848E-04 848E-04	8,66E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,8813,516E-04 848E-04 5,39E-04 848E-04 862E-04	8,82E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,8813,591E-04 848E-04 5,49E-04 848E-04 862E-04	8,8813,582E-04 848E-04 5,23E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04
8,8813,739E-04 848E-04 5,72E-04 8421E-04 848E-04	8,8813,597E-04 848E-04 5,58E-04 848E-04 848E-04	8,8813,548E-04 848E-04 4,71E-04 848E-04 848E-04	8,8813,557E-04 848E-04 5,43E-04 848E-04 862E-04	8,8813,553E-04 848E-04 4,76E-04 848E-04 848E-04	8,8813,618E-04 848E-04 5,53E-04 848E-04 862E-04	8,8813,584E-04 848E-04 5,49E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04
8,8813,817E-04 848E-04 5,84E-04 8419E-04 848E-04	8,8813,658E-04 848E-04 5,59E-04 848E-04 848E-04	8,8813,676E-04 848E-04 5,19E-04 848E-04 848E-04	8,8813,623E-04 848E-04 5,54E-04 848E-04 862E-04	8,8813,637E-04 848E-04 5,29E-04 848E-04 848E-04	8,8813,684E-04 848E-04 5,63E-04 848E-04 862E-04	8,8813,702E-04 848E-04 5,65E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04
8,8813,268E-04 848E-04 4,78E-04 8421E-04 848E-04	8,8813,372E-04 848E-04 5,13E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,8813,197E-04 848E-04 4,87E-04 848E-04 862E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,8813,253E-04 848E-04 4,76E-04 848E-04 862E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04
8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04
8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04
8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04
8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 848E-04	8,88E-04 848E-04 848E-04 4,86E-04 848E-04 862E-04



0.0013.472E-04 5.834E-04834E-04811E-04	0.0013.915E-04 0.001 5.975E-04.987E-04.834E-04	9.600E-04324E-040.001 5.834E-0451E-04834E-04	0.0013.297E-04542E-04 5.834E-04834E-04834E-04	9.204E-0428E-040.001 5.834E-04687E-04834E-04	0.0013.369E-04430E-04 5.834E-04562E-04834E-04	0.0013.886E-04 0.001 5.834E-04.819E-04.931E-04	6.641E-04666E-040.001 4.478E-04834E-04834E-04
0.0014.972E-04294E-04 7.627E-04189E-04218E-04	0.0014.159E-04 0.001 6.350E-04.827E-04.834E-04	9.865E-04466E-040.001 5.834E-04624E-04834E-04	0.0013.278E-04746E-04 5.834E-04758E-04834E-04	9.438E-0432E-040.001 5.834E-04737E-04834E-04	0.0013.486E-04716E-04 5.834E-04546E-04662E-04	0.0014.127E-04 0.001 5.834E-04.841E-04.386E-04	4.975E-04975E-040.002 5.263E-04811E-04834E-04
0.0014.778E-04928E-04 7.318E-04421E-04979E-04	0.0014.376E-04 0.001 6.695E-04.928E-04.891E-04	0.0013.657E-040.001 5.834E-0469E-04834E-04	0.0013.551E-040.001 5.834E-0484E-04834E-04	0.0013.597E-040.001 5.834E-04837E-04834E-04	0.0013.717E-04833E-04 5.834E-04613E-04834E-04	0.0014.345E-04 0.001 6.124E-04.933E-04.645E-04	5.834E-04724E-040.002 4.665E-04846E-04229E-04
0.0014.978E-04973E-04 7.638E-04368E-04979E-04	0.0014.548E-04 0.001 6.963E-04.719E-04.287E-04	0.0013.821E-040.001 5.834E-04674E-04834E-04	0.0013.741E-040.001 5.834E-04862E-04834E-04	0.0013.746E-040.001 5.834E-04846E-04834E-04	0.0013.892E-040.001 5.948E-04679E-04834E-04	0.0014.505E-04 0.001 6.434E-04.926E-04.895E-04	4.484E-04928E-040.002 5.878E-04999E-04834E-04
0.0014.928E-04881E-04 7.559E-04425E-04133E-04	0.0014.671E-04 0.001 7.155E-04.958E-04.588E-04	0.0013.929E-040.001 5.834E-04738E-04997E-04	0.0013.888E-040.001 5.938E-04924E-04834E-04	0.0013.895E-040.001 5.834E-04913E-04944E-04	0.0014.008E-040.001 6.121E-04891E-04834E-04	0.0014.612E-04 0.001 6.653E-04.942E-04.863E-04	7.568E-04852E-040.002 4.973E-04843E-04846E-04
0.0015.118E-04954E-04 7.845E-04277E-04364E-04	0.0024.834E-04 0.001 7.411E-04.788E-04.812E-04	0.0014.872E-040.001 6.834E-04687E-04228E-04	0.0014.813E-040.001 6.129E-04834E-04789E-04	0.0014.834E-040.001 6.834E-04834E-04165E-04	0.0014.128E-040.001 6.287E-04862E-04834E-04	0.0014.793E-04 0.002 6.868E-04.781E-04.397E-04	7.835E-04861E-040.002 5.331E-04841E-04974E-04
0.0015.229E-04979E-04 8.813E-04189E-04871E-04	0.0024.988E-04 0.001 7.653E-04.721E-04.814E-04	0.0014.196E-040.001 5.879E-04884E-04412E-04	0.0014.144E-040.001 6.332E-0484E-04139E-04	0.0014.167E-040.001 6.874E-04838E-04367E-04	0.0014.243E-040.001 6.487E-04543E-04834E-04	0.0014.749E-04 0.002 7.868E-04.717E-04.591E-04	8.345E-04187E-040.002 5.551E-04999E-04964E-04
0.0015.125E-04801.001 7.869E-04243E-04834E-04	0.0025.863E-04 0.002 7.771E-04.799E-04.211E-04	0.0014.289E-040.001 6.177E-04675E-04539E-04	0.0014.272E-040.001 6.531E-04922E-04353E-04	0.0014.283E-040.001 6.317E-04843E-04553E-04	0.0014.338E-040.001 6.626E-04644E-04863E-04	0.0025.822E-04 0.002 7.269E-04.785E-04.786E-04	9.749E-04897E-040.002 5.834E-04854E-048764E-04
0.0015.245E-04801.001 8.857E-04213E-04834E-04	0.0025.294E-04 0.002 8.135E-04.735E-04.567E-04	0.0014.588E-040.001 6.482E-04688E-04888E-04	0.0014.473E-040.001 6.846E-04982E-0478E-04	0.0014.492E-040.001 6.822E-04928E-04875E-04	0.0014.535E-040.001 6.942E-04833E-04431E-04	0.0025.233E-04 0.002 7.594E-04.725E-04.839E-04	0.0015.228E-0480.002 5.834E-04881E-04881E-04
0.0015.252E-04801.001 8.228E-04261E-04818E-04	0.0025.316E-04 0.002 8.178E-04.304E-04.927E-04	0.0024.837E-040.002 7.239E-04163E-04447E-04	0.0024.839E-040.002 7.458E-04393E-04378E-04	0.0024.897E-040.001 7.518E-04299E-04842E-04	0.0024.873E-040.001 7.472E-04163E-04383E-04	0.0025.368E-04 0.002 7.789E-04.262E-04.258E-04	0.0015.419E-0480.002 6.229E-04297E-048331E-04
0.0015.273E-04801.001 8.182E-04664E-04864E-04	0.454E88887E-04 0.001 4.86258812838897E-04	0.0025.854E-040.002 7.327E-04181E-04748E-04	0.0025.816E-040.002 7.671E-04818E-04464E-04	0.0014.429E-040.001 6.776E-04834E-04838E-04	0.0025.898E-040.002 7.624E-04751E-04638E-04	0.0025.418E-04 0.002 8.557E-04 0.001 8.428E-04	0.0015.237E-0480.002 7.815E-04971E-048844E-04
0.0015.274E-04 0.001 7.753E-04 0.00114.788E-04.862E-04	0.0014.788E-04.862E-04			6.984E-04957E-04781E-04 2.952E-0432E-04817E-04	0.0014.515E-040.001 6.846E-04928E-04918E-04	0.0025.875E-04 0.002 7.787E-04 0.001 7.789E-04	0.0014.453E-0480.001 6.414E-04297E-048814E-04

0,0013,800E-04 5,834E-04	0,0013,835E-04 5,838E-04	0,0013,237E-04 5,834E-04	0,567E-04 5,834E-04	0,0013,225E-04 5,834E-04	0,0013,901E-04 5,834E-04	6,824E-04 4,459E-04
0,0014,992E-04 7,658E-04	0,0014,103E-04 6,268E-04	0,676E-04 5,834E-04	0,0014,103E-04 5,834E-04	0,0013,820E-04 5,834E-04	0,0014,133E-04 5,834E-04	4,953E-04 5,388E-04
0,0024,798E-04 7,343E-04	0,0014,320E-04 6,016E-04	0,0013,520E-04 5,834E-04	0,0014,103E-04 5,834E-04	0,0013,947E-04 6,829E-04	0,0014,349E-04 6,138E-04	5,834E-04 4,982E-04
0,0025,002E-04 7,674E-04	0,0014,499E-04 6,050E-04	0,0013,680E-04 5,834E-04	0,0014,591E-04 5,834E-04	0,0014,103E-04 6,268E-04	0,0014,512E-04 6,444E-04	6,392E-04 5,118E-04
0,0024,954E-04 7,599E-04	0,0014,427E-04 7,057E-04	0,0013,842E-04 5,834E-04	0,0014,794E-04 5,834E-04	0,0014,169E-04 6,291E-04	0,0014,621E-04 6,074E-04	7,568E-04 4,997E-04
0,0025,746E-04 7,892E-04	0,0024,792E-04 7,345E-04	0,0013,917E-04 5,878E-04	0,0014,591E-04 6,169E-04	0,0014,373E-04 6,698E-04	0,0024,820E-04 6,883E-04	7,834E-04 5,353E-04
0,0025,263E-04 7,882E-04	0,0024,947E-04 7,582E-04	0,0014,124E-04 6,863E-04	0,0014,583E-04 6,386E-04	0,0014,515E-04 6,911E-04	0,0024,958E-04 7,892E-04	8,253E-04 5,562E-04
0,0025,163E-04 7,929E-04	0,0025,832E-04 7,722E-04	0,0014,237E-04 6,208E-04	0,0014,658E-04 6,718E-04	0,0014,539E-04 6,948E-04	0,0025,832E-04 7,381E-04	9,787E-04 5,834E-04
0,0025,267E-04 8,091E-04	0,0025,233E-04 8,838E-04	0,0014,456E-04 6,884E-04	0,0014,851E-04 7,862E-04	0,0024,724E-04 7,239E-04	0,0025,243E-04 7,615E-04	8,8815,228E-04 5,834E-04
0,0025,362E-04 8,242E-04	0,0025,357E-04 8,235E-04	0,0024,843E-04 7,399E-04	0,0025,167E-04 7,662E-04	0,0025,078E-04 7,794E-04	0,0025,398E-04 8,854E-04	8,8815,342E-04 6,112E-04
0,0025,820E-04 7,783E-04	0,0025,148E-04 7,981E-04	0,0024,873E-04 7,239E-04	0,0025,837E-04 7,729E-04	0,0025,078E-04 7,782E-04	0,0025,468E-04 8,378E-04	8,8815,182E-04 6,788E-04
0,0014,379E-04 6,272E-04	0,0014,379E-04 6,272E-04	0,0014,379E-04 6,272E-04	0,0014,379E-04 6,272E-04	0,0014,379E-04 6,272E-04	0,0024,932E-04 7,565E-04	8,8814,308E-04 6,192E-04