



**ANALISIS KINERJA SEISMIC BANGUNAN BERTINGKAT  
DENGAN PENAMBAHAN *BRACING* BERDASARKAN SNI  
1726:2019 (STUDI KASUS: GEDUNG PARKIR UNIVERSITAS  
AIRLANGGA)**

**TUGAS AKHIR**

Oleh

**ACHMAD WAHYU RAMADIYAN**

**NIM 171910301114**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2021**



**ANALISIS KINERJA SEISMIC BANGUNAN BERTINGKAT  
DENGAN PENAMBAHAN *BRACING* BERDASARKAN SNI  
1726:2019 (STUDI KASUS: GEDUNG PARKIR UNIVERSITAS  
AIRLANGGA)**

**TUGAS AKHIR**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**ACHMAD WAHYU RAMADIYAN**

**NIM 171910301114**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2021**

## PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orangtua saya, bapak Untung Margono, ibu Rumiati yang senantiasa memberi motivasi dan memberi dukungan baik moral maupun finansial, serta selalu memberi do'a terbaik bagi saya hingga saya mampu menjadi anak yang mandiri dan bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kakak saya, mbak Wita Wahyu Mardiningrum yang selama ini menjadi kakak yang baik untuk saya, yang membantu saya kuliah serta selalu memotivasi saya untuk menjadi lebih baik.
3. Ibu Muawanah, yang selalu memberikan dukungan serta doa yang terbaik untuk saya.
4. Sahabat-sahabat saya yang tergabung dalam KSK Squad yang selama ini selalu memberi dukungan serta semangat dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
5. Teman-teman saya alumni SMAN 1 Bangil yang hingga saat ini masih tetap menjaga komunikasi dan silaturahmi serta senantiasa memberikan masukan baik dalam perkuliahan maupun dalam pengerjaan tugas akhir ini.

**MOTTO**

*“Bekerjalah untuk akhiratmu seolah-olah kamu akan mati esok hari,  
dan bekerjalah untuk kehidupan duniamu seolah-olah kamu akan hidup  
selamanya.”*

**(Ali bin Abi Thalib)**



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Achmad Wahyu Ramadiyan


NIM : 171910301114

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini yang berjudul: **“ANALISIS KINERJA SEISMIK BANGUNAN BERTINGKAT DENGAN PENAMBAHAN BRACING BERDASARKAN SNI 1726:2019 (STUDI KASUS: GEDUNG PARKIR UNIVERSITAS AIRLANGGA)”** adalah benar-benar hasil karya sendiri. Kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik apabila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Januari 2021

Yang menyatakan,



Achmad Wahyu Ramadiyan  
NIM 171910301114

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KINERJA SEISMIK BANGUNAN BERTINGKAT DENGAN  
PENAMBAHAN *BRACING* BERDASARKAN SNI 1726:2019 (STUDI  
KASUS: GEDUNG PARKIR UNIVERSITAS AIRLANGGA)**



Oleh  
**Achmad Wahyu Ramadiyan**  
**NIM 171910301114**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.  
Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Willy Kriswardhana, S.T., M.T.

**PENGESAHAN**

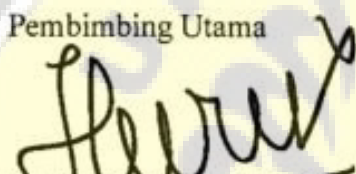
Tugas akhir berjudul “Analisis Kinerja Seismik Bangunan Bertingkat Dengan Penambahan Bracing Berdasarkan SNI 1726:2019 (Studi Kasus: Gedung Parkir Universitas Airlangga)” karya Achmad Wahyu Ramadiyan telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Selasa, 12 Januari 2021

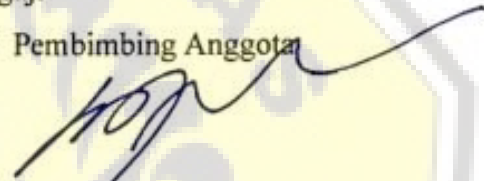
tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

**Tim Penguji**


**Pembimbing Utama**

  
Dr. J. Krisnamurti, M.T.  
NIP. 196612281999031002

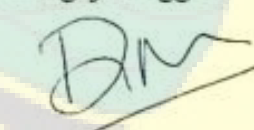
**Pembimbing Anggota**

  
Ir. Willy Kriswardhana, S.T., M.T.  
NIP. 199005232019031013

**Penguji Utama**

  
Ir. Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T.  
NIP. 197103271998031003

**Penguji Anggota**

  
Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T.  
NIP. 197310151998021001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

  
  
Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.  
NIP. 197008261997021001

## RINGKASAN

**Analisis Kinerja Seismik Bangunan Bertingkat Dengan Penambahan *Bracing* Berdasarkan SNI 1726:2019 (Studi Kasus: Gedung Parkir Universitas Airlangga); Achmad Wahyu Ramadiyan; 49 Halaman,** Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Indonesia merupakan salah satu negara kategori rawan gempa, dengan potensi gempa yang tinggi sehingga, faktor gempa merupakan faktor yang penting dan harus dipertimbangkan dalam perencanaan struktur bangunan. Desain suatu struktur harus memperhitungkan gaya lateral agar dapat menahan yang ditimbulkan akibat gempa. Terdapat berbagai macam alternatif untuk meningkatkan kinerja suatu struktur dalam menahan gaya lateral salah satunya yaitu dilakukan penambahan bresing atau pengaku pada elemen struktur portal. Pada penelitian kali ini digunakan gedung parkir Universitas Airlangga sebagai studi kasus. Bangunan yang dianalisis merupakan bangunan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan bresing yang digunakan adalah *Braced Frame* tipe X dan V.

Terdapat dua jenis pembebanan yang dilakukan pada gedung, yakni beban gravitasi dan beban gempa pada zona wilayah gempa Surabaya dengan  $S_s$  0,6665g, dan  $S_1$  0,248g. Jumlah lantai gedung yang dimiliki adalah sebanyak 10 lantai, dengan tinggi lantai tipikal setinggi 3,4 m. Pembebanan gempa dihitung dengan menggunakan metode analisis dinamik respons spektrum. Pemodelan gedung dilakukan dengan menggunakan software bantu, terdapat 3 macam pemodelan yakni model eksisting (tanpa bresing), model dengan bresing tipe X, dan model dengan bresing tipe V.

Dari hasil analisis kinerja struktur yang ditinjau dari kinerja batas layan, kinerja batas ultimit, dan kontrol pengaruh P-delta, ketiga pemodelan yang dilakukan telah memenuhi batas kinerja. Nilai terbesar simpangan antar lantai untuk masing-masing pemodelan adalah sebagai berikut, pada pemodelan eksisting (tanpa bresing) sebesar 16,27 mm untuk gempa arah X dan 15,47 mm untuk gempa arah Y, pemodelan dengan bresing tipe V sebesar 7,89 mm untuk gempa arah X dan 10,71 mm untuk gempa arah Y, dan pemodelan dengan bresing tipe X sebesar 5,89



mm untuk gempa arah X dan 8,16 mm untuk gempa arah Y. hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bresing dapat meningkatkan kekakuan, kekuatan dan stabilitas struktur, dan kinerja bresing paling optimum pada penelitian kali ini yakni bresing dengan tipe X.



## SUMMARY

**Seismic Performance Analysis of Multi-storey Buildings with Addition of Bracing Based on SNI 1726: 2019 (Case Study: Airlangga University Parking Building);** Achmad Wahyu Ramadiyan; 49 Pages, Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Universitas Jember.

Indonesia is one of the countries in the category of earthquake-prone, with a high potential for earthquakes, so the earthquake factor is an important factor and must be considered in the planning of building structures. The design of a structure must take into account the lateral forces to withstand those caused by the earthquake. There are various alternatives to improve the performance of a structure in resisting lateral forces. One of them is the addition of braces or stiffeners to the elements of the portal structure. The analyzed buildings were build with a Special Moment Bearer Frame System and the braces used were Braced Frame types X and V.

There were two types of loading carried out on the building, the gravity load and earthquake load in the Surabaya earthquake zone with  $S_{(s)}$  0.6665g, and  $S_1$  0.248g. This building had a total of 10 floors, with a typical floor height of 3,4 m. Earthquake loading was calculated using the dynamic response spectrum analysis method. Building modeling was done by using software, there were 3 types of modeling, the existing model (without braces), the model with typed x bracing, and the model with typed V.

From the results of structural performance analysis in terms of service limit performance, ultimate limit performance, and P-delta influence control, the three models have met the performance limits. The largest value of deviation between floors for each modeling is as follows, in the existing modeling (without bracing) it is 16.27 mm for an earthquake in the X direction and 15.47 mm for an earthquake in the Y direction, modeling with type V bracing is 7.89 mm for the X direction earthquake and 10.71 mm for the Y direction earthquake, and modeling with type X bracing of 5.89 mm for the X direction earthquake and 8.16 mm for the Y direction earthquake. This shows that the use of bracing on the structure can

increase the stiffness, strength, and stability of the structure, and the optimum bracing performance in this research is bracing with type X.



## PRAKATA

Alhamdulillah Robbil'alamin, Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**ANALISIS KINERJA SEISMIK BANGUNAN BERTINGKAT DENGAN PENAMBAHAN *BRACING* BERDASARKAN SNI 1726:2019 (STUDI KASUS: GEDUNG PARKIR UNIVERSITAS AIRLANGGA)**”.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

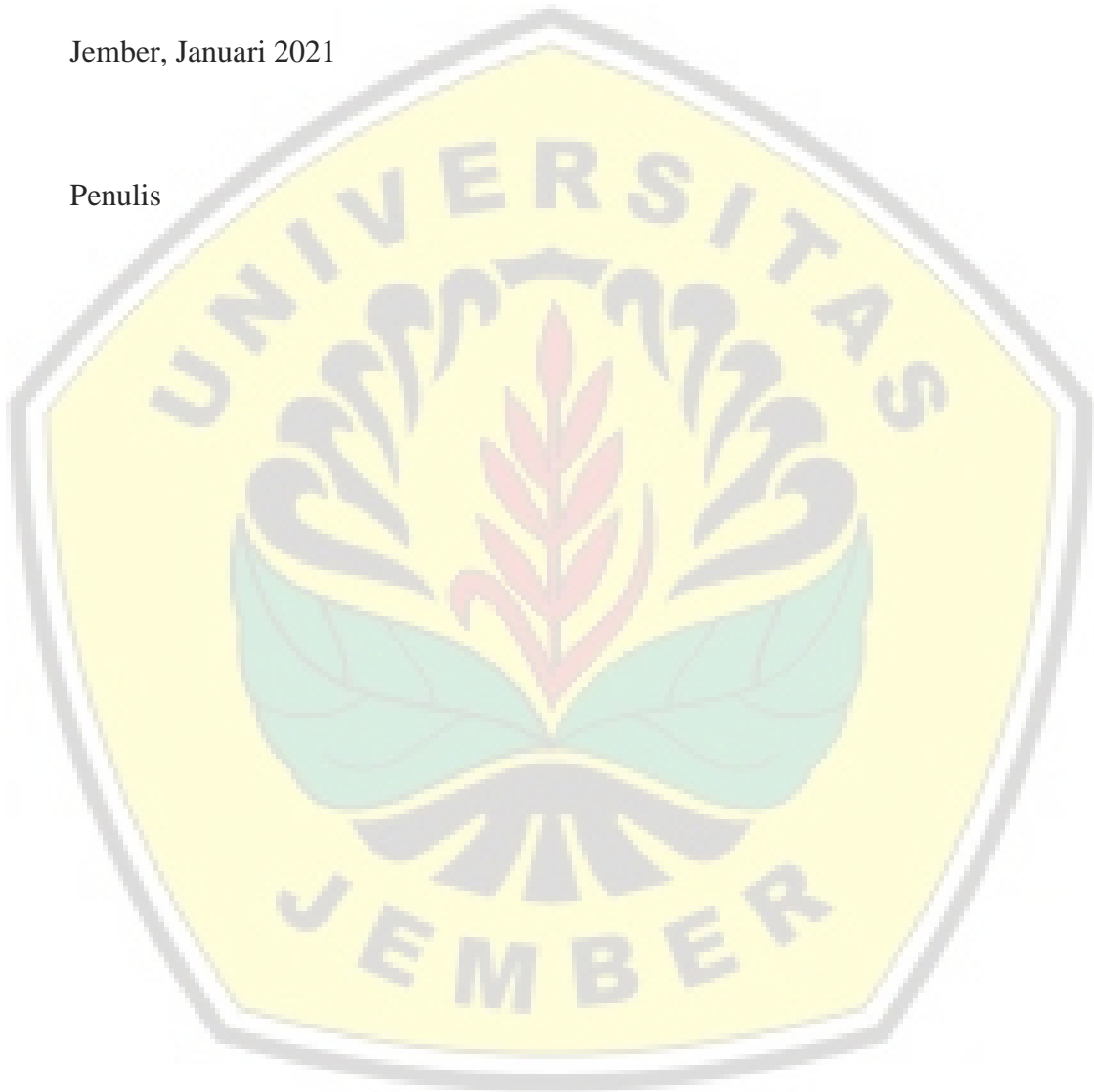
Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Allah SWT atas semua karunia yang telah diberikan
2. Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Dr. Ir. Krisnamurti, M.T, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktunya, selalu bersabar dalam membimbing dan memberikan motivasi penulis selama proses menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Willy Kriswardhana, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing dan memberikan saran serta motivasi kepada penulis selama menempuh masa studi.
5. Bapak Ir. Akhmad Hasanuddin, S.T.,M.T., selaku Dosen Penguji I dan Bapak Ir. Dwi Nurtanto, S.T.,M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan masukan untuk perbaikan tugas akhir ini
6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan yang berguna.
7. Sahabat-sahabat penulis yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang selama ini memberi semangat dan motivasi.
8. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2021

Penulis



**DAFTAR ISI**

<b>PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vi
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>PRAKATA</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>BAB 1</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>BAB II</b> .....	4
<b>DASAR TEORI</b> .....	4
<b>2.1 Konsep Dasar Mekanisme Gempa</b> .....	4
<b>2.2 Resiko gempa di Indonesia</b> .....	4
<b>2.3 Prinsip Beban Gempa Pada Struktur Bangunan</b> .....	6
<b>2.4 Prosedur Analisis Beban Gempa</b> .....	7
<b>2.5 Sistem Rangka B्रेसing Konsentrik (Concentrically <i>Bracing</i> System)</b> ..	11
2.5.1 Penggunaan <i>bracing</i> pada gedung .....	12
<b>BAB III</b> .....	13
<b>METODE PENELITIAN</b> .....	13
<b>3.1 Lokasi dan Deskripsi Gedung</b> .....	13
<b>3.2 Teknik Pengumpulan Data</b> .....	13

<b>3.3 Spesifikasi Bahan dan Data Teknis Bangunan</b> .....	14
<b>3.4 Metode Penelitian</b> .....	16
<b>Bagan Alir (<i>flow chart</i>)</b> .....	18
<b>BAB IV</b> .....	20
<b>ANALISA DAN PEMBAHASAN</b> .....	20
<b>4.1 Desain Perencanaan</b> .....	20
4.1.1 Data-Data Perencanaan .....	20
4.1.2 Data Pembebanan .....	20
4.1.3 Dimensi Perencanaan .....	21
<b>4.2 Pembebanan</b> .....	24
<b>4.3 Beban Gempa</b> .....	25
<b>4.4 Pemodelan Struktur</b> .....	26
4.4.1 Pemodelan Struktur Tanpa Pengekang ( <i>Bracing</i> ) .....	27
4.4.2 Pemodelan Struktur Dengan Pengekang ( <i>Bracing</i> ) tipe X .....	27
4.4.3 Pemodelan Struktur Dengan Pengekang ( <i>Bracing</i> ) tipe V .....	28
<b>4.5 Analisis Kinerja Struktur</b> .....	29
4.5.1 Kinerja Batas Layan .....	29
4.5.2 Kinerja Batas Ultimit .....	34
4.5.2 Pengaruh P-delta .....	40
<b>4.6 Pembahasan</b> .....	45
<b>4.7 Penulangan</b> .....	47
<b>BAB V</b> .....	48
<b>PENUTUP</b> .....	48
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	48
<b>5.2 Saran</b> .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	49
<b>BIOGRAFI PENULIS</b> .....	50

**DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Data Dimensi Kolom.....	15
Tabel 3.2 Data Dimensi Balok.....	15
Tabel 4.1 kinerja batas layan gedung tanpa bresing pada beban gempa arah X Surabaya.....	30
Tabel 4.2 kinerja batas layan gedung tanpa bresing pada beban gempa arah Y Surabaya.....	30
Tabel 4.3 kinerja batas layan gedung dengan bresing tipe-X pada beban gempa arah X Surabaya.....	31
Tabel 4.4 kinerja batas layan gedung dengan bresing tipe-X pada beban gempa arah Y Surabaya.....	31
Tabel 4.5 kinerja batas layan gedung dengan bresing tipe-V pada beban gempa arah X Surabaya.....	32
Tabel 4.6 kinerja batas layan gedung dengan bresing tipe-V pada beban gempa arah Y Surabaya.....	33
Tabel 4.7 kinerja batas ultimit gedung tanpa bresing pada beban gempa arah X Surabaya.....	35
Tabel 4.8 kinerja batas ultimit gedung tanpa bresing pada beban gempa arah Y Surabaya.....	35
Tabel 4.9 kinerja batas ultimit gedung dengan bresing tipe X pada beban gempa arah X Surabaya.....	36
Tabel 4.10 kinerja batas ultimit gedung dengan bresing tipe X pada beban gempa arah Y Surabaya.....	37
Tabel 4.11 Kinerja Batas Ultimit Gedung Dengan Bresing Tipe V Pada Beban Gempa Arah X Surabaya.....	38
Tabel 4.12 Kinerja Batas Ultimit Gedung Dengan Bresing Tipe V Pada Beban Gempa Arah Y Surabaya.....	39
Tabel 4.13 Kontrol Pengaruh P-Delta Gedung Tanpa Bresing Pada Beban Gempa Arah X Surabaya.....	41
Tabel 4.14 Kontrol Pengaruh P-Delta Gedung Tanpa Bresing Pada Beban Gempa Arah Y Surabaya.....	41



Tabel 4.15 Kontrol Pengaruh P-Delta Gedung Dengan Bresing Tipe X Pada Beban Gempa Arah X Surabaya .....	42
Tabel 4.16 Kontrol Pengaruh P-Delta Gedung Dengan Bresing Tipe X Pada Beban Gempa Arah Y Surabaya .....	43
Tabel 4.17 Kontrol Pengaruh P-Delta Gedung Dengan Bresing Tipe V Pada Beban Gempa Arah X Surabaya.....	44
Tabel 4.18 Kontrol Pengaruh P-Delta Gedung Dengan Bresing Tipe V Pada Beban Gempa Arah Y Surabaya.....	44



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema pergeseran tanah.....	4
Gambar 2.2 Beban gempa.....	7
Gambar 2.3 Contoh peta parameter Ss.....	8
Gambar 2.4 Contoh peta parameter S1.....	8
Gambar 2.5 Spektrum respon desain.....	10
Gambar 2.6 Sistem.Rangka.Pemikul.Momen.Biasa.....	10
Gambar 2.7 Sistem.Rangka.Pemikul.Momen.Menengah.....	11
Gambar 2.8 Sistem.Rangka.Pemikul.Momen.Khusus.....	11
Gambar 2.9 Ragam bentuk bresing konsentrik.....	12
Gambar 2.10 Trinity Square, Gateshead.....	12
Gambar 3.1 Lokasi gedung parkir Universitas Airlangga Kampus B.....	13
Gambar 3.2 Denah gedung parkir Universitas Airlangga Kampus B.....	14
Gambar 3.3 Bagan alir .....	18
Gambar 4.1 koordinat titik gedung peneliti.....	25
Gambar 4.2 grafik respon spektrum gempa Unair Surabaya.....	26
Gambar 4.3 pemodelan 3D gedung tanpa bresing.....	27
Gambar 4.4 pemodelan 3D gedung menggunakan bresing tipe X.....	27
Gambar 4.5 Tampak depan perletakan bresing tipe X pada gedung.....	27
Gambar 4.6 Tampak samping perletakan bresing tipe X pada gedung.....	28
Gambar 4.7 pemodelan 3D gedung menggunakan bresing tipe V.....	28
Gambar 4.8 Tampak depan perletakan bresing tipe V pada gedung.....	29
Gambar 4.9 Tampak samping perletakan bresing tipe V pada gedung.....	29
Gambar 4.10 Diagram perbandingan kinerja batas layan beban gempa Surabaya arah X dengan dan tanpa bresing .....	33
Gambar 4.11 Diagram perbandingan kinerja batas layan beban gempa Surabaya arah Y dengan dan tanpa bresing.....	34

Gambar 4.12 Diagram kontrol batas ultimit gedung tanpa bresing, beban gempa arah X Surabaya.....	35
Gambar 4.13 Diagram kontrol batas ultimit gedung tanpa bresing, beban gempa arah Y Surabaya.....	36
Gambar 4.14 Diagram kontrol batas ultimit gedung dengan bresing tipe X, beban gempa arah X Surabaya.....	37
Gambar 4.15 Diagram kontrol batas ultimit gedung dengan bresing tipe X, beban gempa arah Y Surabaya.....	38
Gambar 4.16 Diagram Kontrol Batas Ultimit Gedung Dengan Bresing Tipe V, Beban Gempa Arah X Surabaya.....	39
Gambar 4.17 Diagram Kontrol Batas Ultimit Gedung Dengan Bresing Tipe V, Beban Gempa Arah Y Surabaya.....	40
Gambar 4.18 Diagram kontrol pengaruh P-delta gedung tanpa bresing zona Surabaya.....	42
Gambar 4.19 Diagram kontrol pengaruh P-delta gedung dengan bresing tipe X zona Surabaya.....	43
Gambar 4.20 Diagram kontrol pengaruh P-delta gedung dengan bresing tipe V zona gempa Surabaya.....	45
Gambar 4.21 Diagram perbandingan simpangan total gedung dengan dan tanpa bresing untuk beban gempa arah X zona Surabaya.....	46
Gambar 4.22 Diagram perbandingan simpangan total gedung dengan dan tanpa bresing untuk beban gempa arah Y zona Surabaya.....	46

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi gempa yang tinggi, salah satunya yaitu di provinsi Jawa Timur, terdapat dua sumber gempa pada provinsi Jawa Timur yakni tumbukan lempeng di selatan Jawa Timur dan sesar aktif di Jawa, kedua sumber tersebut mengancam sebagian besar wilayah di Jawa Timur dan berpotensi tsunami. Sesar aktif tersebut melewati beberapa kota salah satunya yaitu Surabaya (Widodo, 2018). Potensi gempa yang besar tentunya berdampak langsung dengan gedung-gedung yang berdiri di kota tersebut, terutama pada gedung tinggi. Gedung yang memiliki ketahanan yang kecil terhadap beban gempa dapat bergoyang bahkan sampai roboh atau runtuh dan membahayakan keselamatan pengguna (Cormak, 1995).

Dengan tingginya potensi gempa di Indonesia, banyak dikembangkan metode mengenai desain dan analisis struktur gedung tahan gempa. Untuk desain dan analisis struktur bangunan gedung tahan gempa di Indonesia sampai saat ini berpedoman pada peraturan terbaru yaitu SNI 1726-2019 tentang “Tata Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung”. Dalam SNI 1726-2019 termuat beberapa metode untuk melakukan analisis ketahanan gempa pada suatu gedung, salah satunya yaitu menggunakan metode analisis dinamis. Menurut Rendra (2015), Ketika membutuhkan analisis atau evaluasi yang lebih akurat suatu struktur bangunan terhadap gempa, maka dapat dilakukan analisis dinamis untuk mengetahui perilaku serta gaya-gaya gempa yang bekerja pada struktur.

Hutahaean (2016) pada penelitiannya yang berjudul “Kajian Pemakaian Shear Wall dan *Bracing* pada Gedung Bertingkat”, dilakukan perbandingan penggunaan *shear wall* dan *bracing* pada gedung yang sama, dan memperoleh kesimpulan dimana kedua struktur memiliki level kinerja yang sama. Dari penelitian tersebut *bracing* dapat digunakan sebagai alternatif lain dari penggunaan *shear wall*.

Gedung Parkir Universitas Airlangga merupakan bangunan 10 lantai dengan luas bangunan  $\pm 36.340 \text{ m}^2$  serta ketinggian 30.800 mm. Bangunan tersebut direncanakan dapat memuat 414 motor pada lantai pertama dan sebanyak 124 mobil untuk lantai 2 hingga lantai 10. Dengan jumlah 10 lantai dan beban luar besar, gedung yang mampu menampung hingga 1000 mobil ini pada perencanaannya tidak menggunakan dinding geser dan masih berpedoman pada peraturan lama yaitu SNI-03-1726-2012. Permasalahan tersebut menjadi dasar pada penelitian ini untuk dilakukan kajian ulang tentang kesesuaian perencanaan terhadap peraturan yang terbaru dan juga direncanakan penambahan *bracing* sebagai pengganti dinding geser atau *shear wal*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Darin (2017) dilakukan perbandingan berbagai bentuk *bracing* pada suatu pemodelan struktur gedung didapatkan bahwa *bracing* bertipe X memiliki kinerja yang paling baik, sedangkan pada penelitian yang dilakukan Andrini (2016) *bracing* bertipe V dapat memperbaiki dan meningkatkan kinerja struktur gedung tanpa *bracing*, sehingga pada penelitian kali ini digunakan *bracing* bertipe X dan V untuk dilakukan perbandingan peningkatan kinerja yang terjadi.

Berdasarkan penjelasan di atas, ruang lingkup penelitian kali ini adalah untuk melakukan analisis kinerja seismik struktur dengan menggunakan metode analisis dinamik respon spektrum pada bangunan Gedung Parkir Universitas Airlangga. Pengamatan pada penelitian ini difokuskan pada kekuatan seismik gedung yang ditinjau dari hubungan antara diafragma dengan sistem rangka pemikul momen.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana perilaku struktur gedung dengan penambahan pengekan (*bracing*) dan tanpa pengekan?
2. Bagaimana kinerja struktur gedung setelah diberi pengekan bresing tipe X dan tipe V?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui bagaimana perilaku struktur gedung dengan penambahan pengekang (*bracing*) dan tanpa pengekang.
2. Mengetahui bagaimana Kinerja struktur gedung setelah diberi pengekang bresing tipe X dan tipe V.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana ketahanan Gedung Parkir Universitas Airlangga terhadap gempa dan bagaimana perilaku gedung setelah dan sebelum diberi pengekang (*bracing*), berdasarkan peraturan terbaru SNI 1726-2019 mengenai “Tata Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung”.

### 1.5 Batasan Masalah

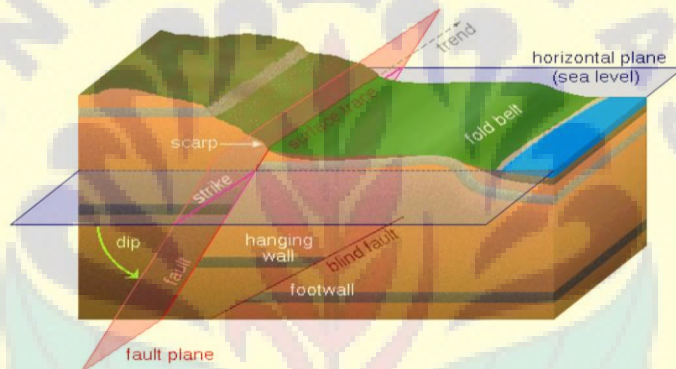
Batasan masalah pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Pemodelan struktur dan analisis gaya dalam dilakukan menggunakan program bantu.
2. Tidak dilakukan perhitungan sambungan dan pondasi.
3. Tidak dilakukan perhitungan RAB untuk gedung.
4. Tidak memperhatikan faktor ekonomis.
5. Analisa penulangan hanya dilakukan pada bresing dengan tipe yang paling optimum.

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1 Konsep Dasar Mekanisme Gempa

Peristiwa bergetarnya bumi yang disebabkan pergeseran atau pergerakan lapisan batuan pada kulit bumi akibat pergeseran lempeng-lempeng tektonik disebut gempa bumi. Gempa bumi dapat berasal dari berbagai sumber, gempa bumi yang terjadi akibat adanya aktivitas vulkanik disebut gempa bumi vulkanik, sedangkan yang diakibatkan oleh adanya pergeseran lempeng tektonik disebut juga gempa bumi tektonik (Sunarjo et al., 2012).



**Gambar 2.1** Skema Pergeseran Tanah  
(Sumber: Aplikasi SNI Gempa 1726:2012 for Dummies)

### 2.2 Resiko gempa di Indonesia

Indarto H. (2013) menyatakan, konsep keamanan atau ketahanan dari struktur bangunan terhadap gempa, harus berkaitan dengan resiko atau kemungkinan terjadi (*incadence risk*) gempa dalam kurun umur waktu rencana (*design life time*) untuk struktur bangunan tinjauan. Gempa adalah peristiwa *probabilistic*, maka dari itu dengan kekuatan tertentu gempa memiliki periode ulang (*return period*) tertentu pula. Oleh karena itu, bila resiko terjadi gempa pada suatu waktu tertentu selama umur rencana, maka untuk periode pengulangan gempa tersebut tertentu pula. Berdasarkan teori probabilitas hubungan antara risiko terjadinya gempa dengan umur rencana bangunan periode ulang gempa dapat dituliskan melalui suatu persamaan matematika:



$$RN = \{1 - (1 - 1/TR)^N\} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana:

RN = Risiko gempa terjadi selama umur rencana (%)

TR = Periode ulang (*year*)

N = Umur rencana (*year*)

Dalam perencanaan desain suatu bangunan yang tahan akan gempa, taraf beban gempa yang ditinjau dapat dibagi menjadi 3 tingkatan, yaitu Gempa ringan, Gempa Sedang dan Gempa Kuat, agar struktur memiliki kinerja yang baik dan efisien pada saat terjadinya gempa. Ketiga taraf beban gempa tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

#### 1. Gempa Ringan

Gempa ringan merupakan gempa yang memiliki peluang sebesar 92% (RN = 92%) dalam periode umur rencana bangunan selama 50 tahun, atau gempa yang periode ulangnya 20 tahun (TR= 20 tahun). gempa ringan mengharuskan struktur gedung atau bangunan tetap bersifat elastis, dimana saat gempa terjadi struktur gedung tidak boleh mengalami keruntuhan atau kerusakan baik non-struktural maupun struktural pada bangunan. Saat gempa ringan terjadi struktur dianggap telah mencapai keadaan *inelastic* bilamana gempa yang lebih kuat terjadi. Gempa ringan memiliki resiko terjadi sebesar 92%, maka dari itu dalam perencanaan dianggap bangunan pasti mengalami gempa ringan, yang artinya resiko terjadinya gempa ringan dianggap 100% (RN=100%)

#### 2. Gempa Sedang

Gempa sedang merupakan gempa yang memiliki peluang terjadi sebesar 50% (RN=50 %) dalam periode umur rencana 50 tahun, dengan kata lain gempa yang memiliki periode ulang 75 tahun (TR = 75 tahun). Kerusakan atau keruntuhan struktural tidak diperbolehkan terjadi pada taraf gempa sedang, yang artinya hanya keruntuhan non-struktural yang diperbolehkan. Pada taraf gempa ini dapat mengakibatkan bangunan mengalami deformasi, dengan tingkat keruntuhan struktural yang tergolong kecil dan memungkinkan untuk dilakukan perbaikan.



### 3. Gempa Kuat

Gempa kuat merupakan gempa yang memiliki resiko terjadi sebesar 2% (RN = 2%) dalam periode umur rencana 50 tahun, gempa taraf ini memiliki periode ulang sebesar 75 tahun (TR=75 tahun). Gempa kuat menyebabkan gedung mengalami deformasi struktural yang tergolong berat, akan tetapi pada saat terjadinya gempa berat struktur bangunan yang direncanakan haruslah tetap dapat berdiri dan tidak boleh runtuh atau roboh sehingga dapat mengurangi resiko terjadinya korban jiwa. Gempa kuat menyebabkan gedung berperilaku inelastis, dengan kerusakan struktural yang tergolong berat namun masih dapat berdiri dan masih memungkinkan untuk dilakukan perbaikan.

#### 2.3 Prinsip Beban Gempa Pada Struktur Bangunan

Perencanaan dan analisis struktur tahan gempa pada umumnya hanya memperhitungkan pengaruh gaya horizontal saja, sedangkan untuk pengaruh gaya vertikal tidak diperhitungkan, karena akibat atau pengaruh dari gerakan vertikal gempa masih sedikit diketahui (Indarto H., Andiyarto, H.T.C., Putra, 2013).

Prinsip beban gempa dapat diuraikan berdasarkan persamaan hukum gerak newton berikut:

$$V = m \times a = (W/g) \times a \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan:

a = Percepatan gerakan tanah yang diakibatkan oleh gempa (m/dt<sup>2</sup>)

m = Massa bangunan (KN.dt<sup>2</sup>/m)

W = Gaya berat struktur bangunan (KN)

Gaya gempa horizontal merupakan perkalian antara percepatan gravitasi (g) dengan percepatan gerak (a), bila dikembangkan lagi maka koefisien tersebut dikategorikan respon seismik (Cs). Maka persamaan gaya gempa horizontal dapat dituliskan:

$$V = C_s \times W \dots\dots\dots (2.3)$$

$$V = ((S_a \times I_e)/R) \times W \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan:

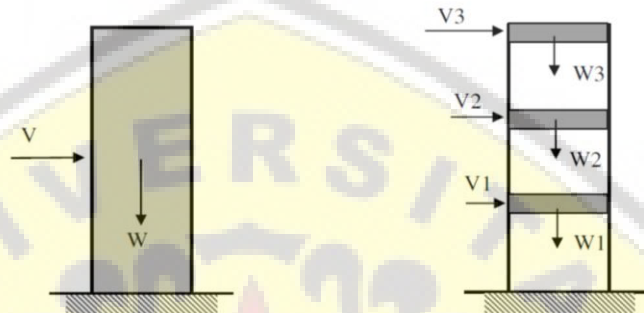
$C_s$  = Koefisien respon seismik

$W$  = Gaya berat struktur bangunan (KN)

$S_a$  = Desain percepatan respon spektrum (g)

$I_e$  = faktor keutamaan gempa

$W$  = Kombinasi beban hidup dan beban mati yang telah direduksi (KN)



**Gambar 2.2** Beban Gempa  
(Sumber: Aplikasi SNI Gempa 1726:2012 for Dummies)

#### 2.4 Prosedur Analisis Beban Gempa

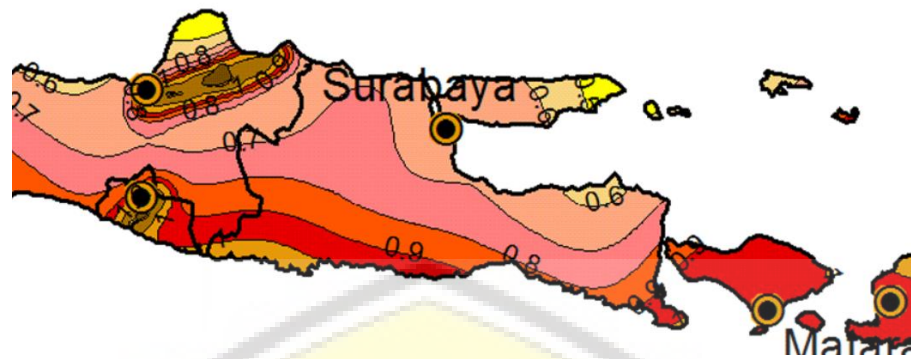
Berikut merupakan tahap analisis beban gempa berdasarkan SNI 1726:2019 untuk bangunan gedung.

1. Menentukan kategori resiko struktur bangunan (I-IV) dan faktor keutamaan ( $I_e$ )

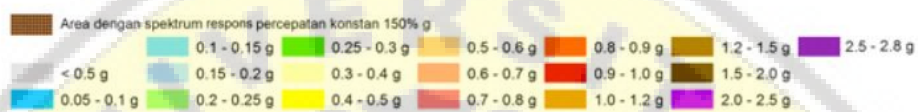
Penentuan kategori resiko gempa bangunan mengacu pada SNI 1726-2019 pasal 4.1.2. Kategori resiko struktur bangunan diambil berdasarkan pada Tabel 3 SNI 1726-2019, sedangkan untuk penentuan nilai faktor keutamaan ( $I_e$ ) berdasarkan kategori resiko struktur terdapat pada Tabel 4 SNI 1726-2019

2. Menentukan parameter percepatan gempa terpetakan (SS, S1)

Penentuan parameter SS (percepatan batuan dasar pada perioda pendek) dan S1 (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik) didapatkan berdasarkan peta gempa yang dinyatakan dalam bentuk desimal terhadap gravitasi, untuk gambar peta parameter SS dan S1 dapat dilihat pada gambar 2.4 dan 2.5.

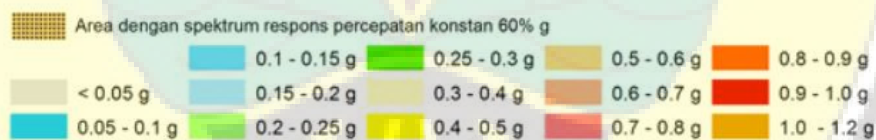
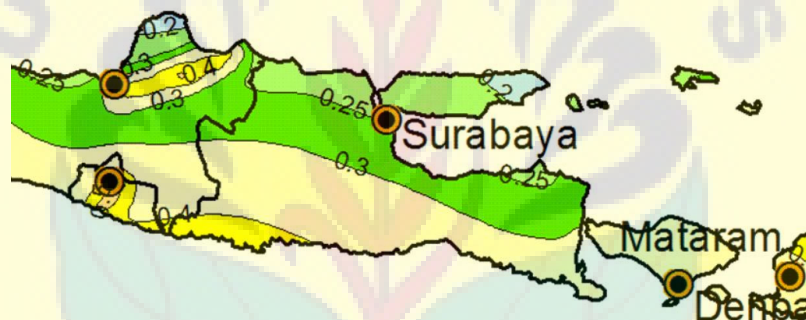


KETERANGAN ( $S_S$ ,  $MCE_R$ ):



**Gambar 2.3** Contoh Peta Parameter  $S_S$

(Sumber <http://puskim.pu.go.id/>)



**Gambar 2.4** Contoh Peta Parameter  $S_1$

(Sumber [http://puskim.pu.go.id](http://puskim.pu.go.id/))

3. Menentukan kelas situs ( $S_A - S_F$ )

Penentuan kelas situs dilakukan berdasarkan penyelidikan tanah untuk profil lapisan 30m paling atas tanah. Dari penentuan kelas situs maka akan didapatkan parameter-parameter perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 5 SNI 176-2019.

4. Penentuan Koefisien-koefisien situs dan parameter-parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ )

Dalam penentuan parameter-parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) mengacu pada SNI 1726:2019 Pasal 6.2 , dengan perumusan sebagai berikut:

$$S_{MS}=F_a \times S_s \dots\dots\dots (2.5)$$

$$S_{M1}=F_v \times S_1 \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana:

$F_a$  = Faktor amplifikasi getaran perioda pendek

$F_v$  = Faktor amplifikasi getaran perioda 1 detik

$S_s$  = Parameter respons spektral untuk perioda pendek.

$S_1$  = Parameter respons spektral untuk perioda 1,0 detik.

Untuk koefisien  $F_a$  dan  $F_v$  dapat termuat dalam SNI 1726-2019 pada tabel 6 dan 7.

#### 5. Menentukan parameter percepatan spektral desain

Penentuan parameter percepatan spektral desain mengacu pada SNI 1726:2019 Pasal 6.3:

$$S_{DS}=2/3 \times S_{MS} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$S_{D1}=2/3 \times S_{M1} \dots\dots\dots (2.8)$$

dimana:

$S_{DS}$  =Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek

$S_{D1}$  =Parameter respons spektral untuk perioda 1,0 detik.

#### 6. Menentukan spektrum respons desain

Penentuan desain respon spektrum mengacu pada SNI 1726:2019 pasal 6.4, dengan persamaan dan ketentuan sebagai berikut,

a) Nilai  $S_a$  untuk periode kurang dari  $T_0$  :

$$S_a=S_{DS}(0,4+0,6(T/T_0)) \dots\dots\dots (2.9)$$

b) Nilai  $S_a$  untuk perioda  $\geq T_0$  dan perioda  $\leq T_s$  adalah sama dengan  $S_{DS}$ ;

c) Nilai  $S_a$  untuk perioda  $> T_s$ :

$$S_a=S_{D1}/T \dots\dots\dots (2.10)$$

d) Nilai  $S_a$  untuk periode  $> T_L$ :

$$S_a=(S_{D1} \times T_L)/T^2 \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan:

$S_{DS}$  = Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek

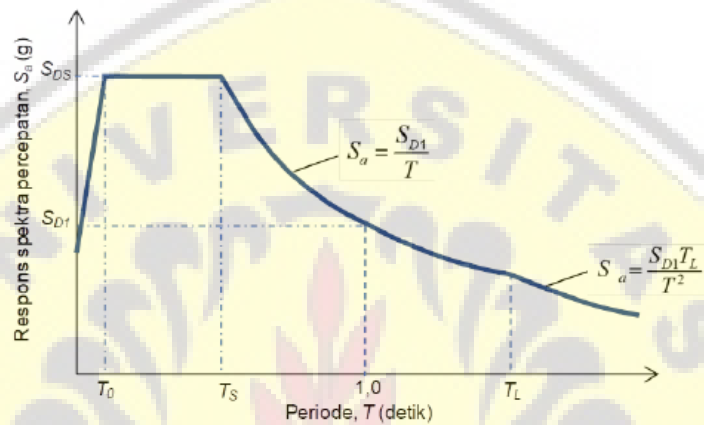
$S_{D1}$  = Parameter respons spektral untuk perioda 1,0 detik.

$T$  = Periode getar fundamental struktur.

Untuk parameter periode respon ditentukan melalui persamaan berikut:

$$T_0 = (0,2 S_{D1}) / S_{DS} \dots \dots \dots (2.12)$$

$$T_S = S_{D1} / S_{DS} \dots \dots \dots (2.13)$$



**Gambar 2.5** Spektrum Respon Desain  
(Sumber: SNI 1726-2019)

7. Menentukan kategori desain seismik (A-D)

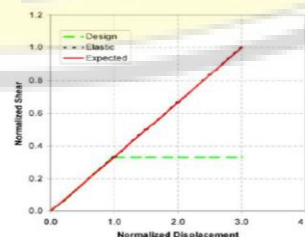
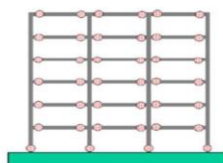
Dalam penentuan kategori desain seismik mengacu pada SNI 1726-2019 yang termuat dalam tabel 8 dan 9.

8. Pemilihan sistem struktur dan parameter sistem ( $R$ ,  $C_d$ ,  $\Omega_0$ )

Untuk pemilihan sistem struktur dan parameter sistem ( $R$ ,  $C_d$ ,  $\Omega_0$ ) mengacu pada SNI 1726-2019 pasal 7.2.2 , pada tabel 12.

**Ordinary Concrete Moment Frame**

No special detailing required



**Advantages:**  
Architectural simplicity, low detailing cost  
**Disadvantages:**  
Higher base shear, highly restricted use

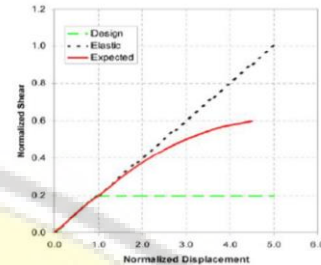
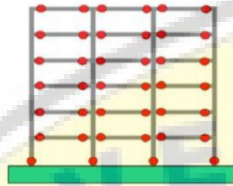
**Gambar 2.6** Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa

(Sumber: Aplikasi SNI Gempa (1726-2012) for Dummies)

### Intermediate Concrete Moment Frame

**DETAILING REQUIREMENTS:**

- Continuous top and bottom reinforcement
- Special requirements for shear strength
- Special detailing in critical regions



**Advantages:**  
Architectural simplicity, relatively low base shear, less congested reinforcement

**Disadvantages:**  
Restricted use

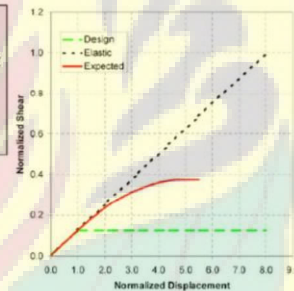
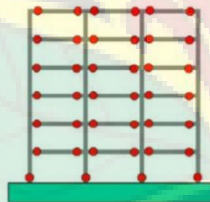
**Gambar 2.7** Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah

(Sumber: Aplikasi SNI Gempa (1726-2012) for Dummies)

### Special Concrete Moment Frame

**DETAILING REQUIREMENTS**

- Restrictions on steel grades
- Continuous top & bottom reinforcement
- Joint shear strength requirements
- Strong column - weak beam
- Use of maximum probable strength
- Closely spaced ties in critical regions



**Advantages:**  
Architectural simplicity, relatively low base shear

**Disadvantages:**  
Drift control, congested reinforcement

**Gambar 2.8** Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

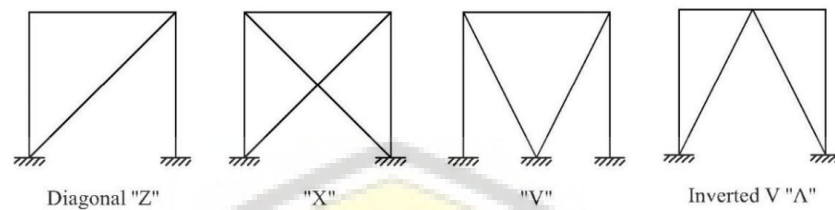
(Sumber: Aplikasi SNI Gempa (1726-2012) for Dummies)

## 2.5 Sistem Rangka Bresing Konsentrik (Concentrically *Bracing* System)

Terdapat beberapa sistem struktur yang dapat digunakan sebagai penahan gempa salah satunya yaitu bresing atau pengekang. Pada umumnya bresing diletakkan menyilang (diagonal) yang menggunakan konfigurasi bervariasi pada bagian dalam portal struktur. Kekakuan suatu dapat ditambah secara efisien menggunakan bresing, dikarenakan bresing yang dipasang secara diagonal hanya dapat menahan gaya aksial sewaktu menerima gaya geser horizontal (Aryandi & Herbudiman, 2017).



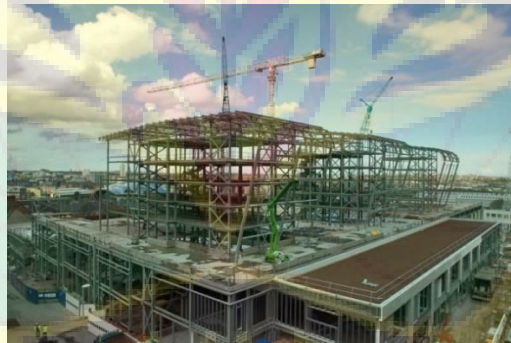
Pada umumnya bresing konsentrik mempunyai bentuk Z (diagonal), X, V dan inverted V ( $\Lambda$ ) yang dapat dilihat pada Gambar 2.9



**Gambar 2.9** Ragam Bentuk Bresing Konsentrik

#### 2.5.1 Penggunaan *bracing* pada gedung

Terdapat banyak gedung di dunia yang menggunakan *bracing* salah satunya yaitu Trinity Square, Gateshead yang terletak di Inggris Raya, gedung ini merupakan struktur dengan rangka baja dan terdapat campuran beton, untuk *bracing* pada bangunan ini digunakan *bracing* baja sebagai pengaku atau penahan gaya lateran sebagai pengganti dinding geser atau shear wall.



**Gambar 2.10** Trinity Square, Gateshead

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi dan Deskripsi Gedung

Penelitian ini dilakukan pada gedung Parkir Universitas Airlangga yang terletak di Jalan Airlangga No. 4-6 Surabaya Jawa Timur, bangunan ini terdiri dari 10 lantai dengan struktur bangunan yang dirancang menggunakan konstruksi beton. Bangunan Parkir Universitas Airlangga ini berada di daerah Surabaya yang merupakan wilayah gempa IV, sesuai dengan peta gempa Indonesia wilayah tersebut termasuk dalam kategori seismik D (Surabaya), dimana  $SDS = 0,607$  dan  $SD1 = 0,632$ .



**Gambar 3.1** Lokasi Gedung Parkir Universitas Airlangga Kampus B

(Sumber: <https://www.google.com/maps>)

### 3.2 Teknik Pengumpulan Data

Berdasarkan teknik pengumpulan data, jenis penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif. Dimana tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui ketahanan suatu struktur setelah diberi beban gempa. Sehingga hasil yang diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan dalam merencanakan struktur suatu bangunan tahan gempa. Untuk teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur. Adapun literatur yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:



penelitian ini adalah studi literatur. Adapun literatur yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Buku karangan T. Paulay dan M. J. N. Priestley dengan judul *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*.
- b. SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung.

Dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian.

### 3.3 Spesifikasi Bahan dan Data Teknis Bangunan

Berikut merupakan data proyek Gedung Parkir Universitas Airlangga:

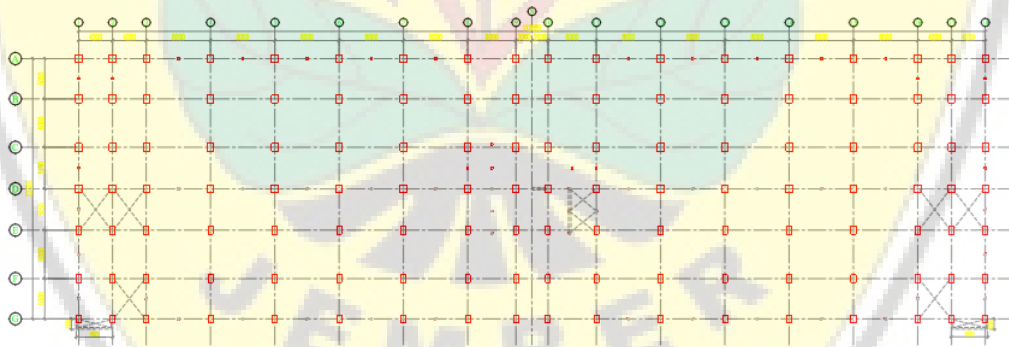
#### 1. Spesifikasi Bahan

Mutu Bahan yang Digunakan

- Mutu baja ulir ( $f_y$ ) : 4000 kg/cm<sup>2</sup>
- Mutu baja polos ( $f_y$ ) : 2400 kg/cm<sup>2</sup>
- Mutu beton ( $f'_c$ ) : K-300

#### 2. Denah dan Data Teknis Bangunan

##### a) Denah Gedung Parkir Universitas Airlangga Kampus B



**Gambar 3.2** Denah gedung parkir Universitas Airlangga Kampus B

## b) Data Eksisting Teknis Bangunan

- Nama gedung : Gedung parkir bertingkat (10 lantai)
- Fungsi gedung : Gedung parkir
- Lokasi gedung : Surabaya, Jawa Timur
- Jumlah lantai : 10
- Bahan konstruksi : Beton
- Tebal plat lantai : 15 cm
- Bentang memanjang : 112800 mm
- Bentang melintang : 32300 mm
- Tinggi bangunan : 30.8 m
- Kolom

Tabel 3.1 Data Dimensi Kolom

No	Type	Dimensi (mm)
1	KP (Kolom Pedestal)	800 x 1000
2	KT (Kolom Tengah)	700 x 1000
3	K1	600 x 1000
4	K2	500 x 1000
5	K5	300 x 300
6	K6 t = 1 m	250 x 250
7	KR (Kolom Ramp)	500 x 1000

- Balok

Tabel 3.2 Data Dimensi Balok

No	Type	Dimensi (mm)
1	Balok B1	350 x 700
2	Balok B2	300 x 600
3	Balok B3	200 x 400
4	Balok Lift BL	150 x 250

### 3.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis dinamik respon spektrum. Analisis dilakukan dengan program bantu komputasi. Berikut merupakan langkah-langkah analisis yang akan dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan,

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan membaca jurnal atau buku yang berkaitan dengan analisis dan mempelajari hal yang berhubungan dengan analisis dinamik respon spektrum. Contoh buku yang digunakan sebagai acuan adalah SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung,

#### 2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data bangunan Parkir Universitas Airlangga, data tersebut termasuk data primer dan data sekunder, seperti:

- Lokasi Gedung
- Jumlah dan tinggi lantai
- Luas Gedung
- Sistem struktur

Data tersebut akan digunakan sebagai pedoman dalam pemodelan struktur dan tahapan analisis berikutnya.

#### 3. Preliminary desain

Sebelum dilakukan pemodelan struktur, dilakukan preliminary desain untuk menentukan dimensi-dimensi struktur antara lain, dimensi pelat, balok, kolom, dan bresing.

#### 4. Perencanaan *bracing*

Pada penelitian kali ini direncanakan *bracing* konsentrik tipe X dan tipe V, dengan penempatan *bracing* pada kedua sumbu gedung yaitu sumbu x dan sumbu y.

#### 5. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan program bantu. Pembuatan model 3D dari struktur gedung disesuaikan dengan data dan

informasi yang didapat. Pada penelitian ini dibuat 3 model struktur yaitu, struktur tanpa pengekang (bresing), struktur dengan bresing tipe X, dan struktur dengan bresing tipe v.

#### 6. Perhitungan dan Analisis Pembebanan

Melakukan perhitungan beban-beban yang bekerja pada struktur berupa beban hidup, beban mati, beban angin, beban hujan, dan beban gempa. Beban-beban tersebut diinput ke dalam model struktur yang telah dibuat di program bantu. Selanjutnya dilakukan kombinasi pembebanan sesuai dengan kombinasi yang telah ditetapkan pada peraturan SNI 1726-2019.

#### 7. Analisis Dinamik *Respon Spectrum*

Menganalisis Model struktur dengan *respon spectrum* untuk mendapat kurva *respon spectrum* sesuai wilayah gempa yang dianalisis dengan bantuan dari program bantu.

#### 8. Analisis Perilaku Struktur

Menganalisis perilaku struktur (*displacement*, *drift*, dan gaya dalam) dengan menggunakan program bantu.

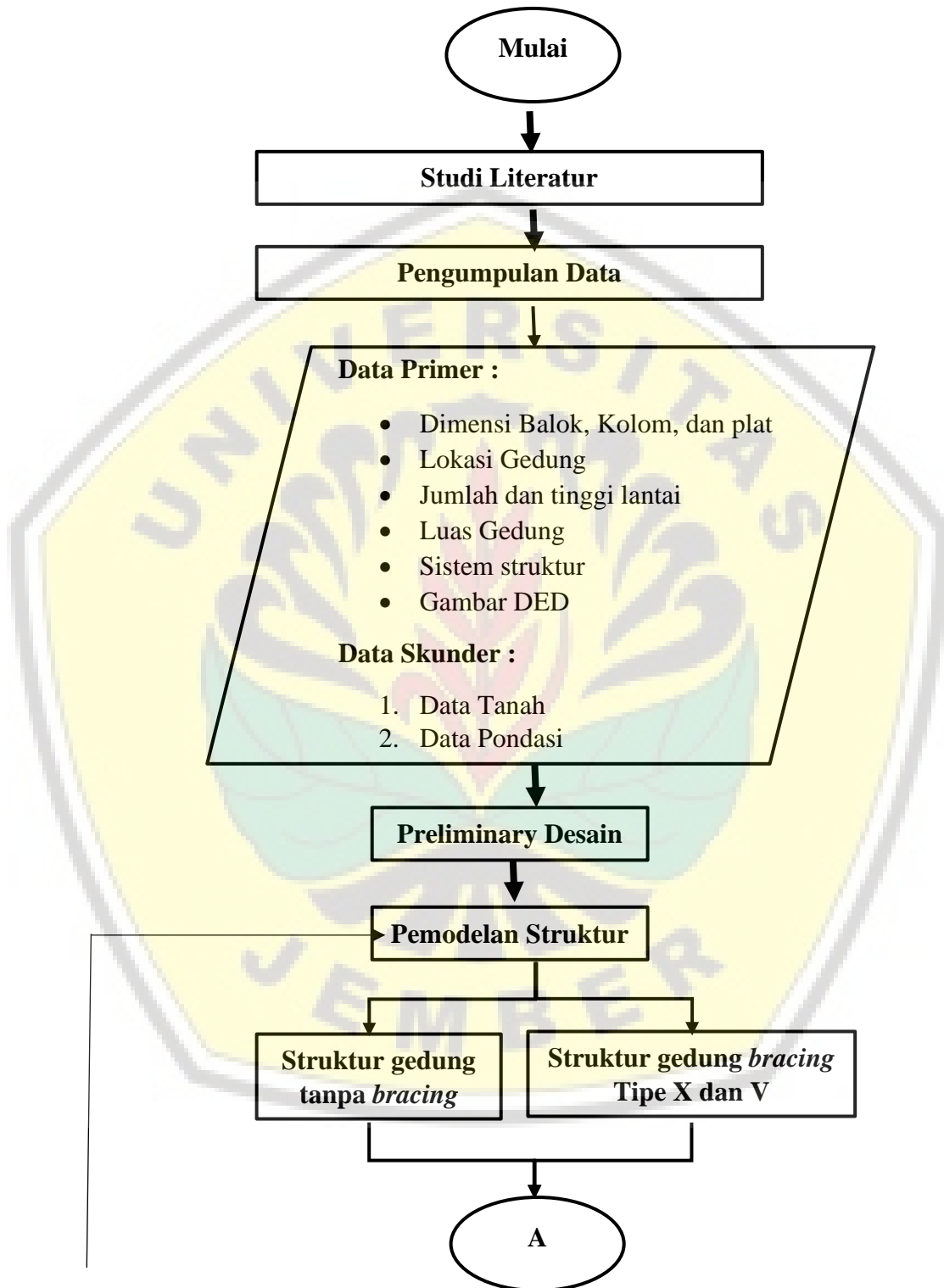
#### 9. Analisis Kinerja Struktur

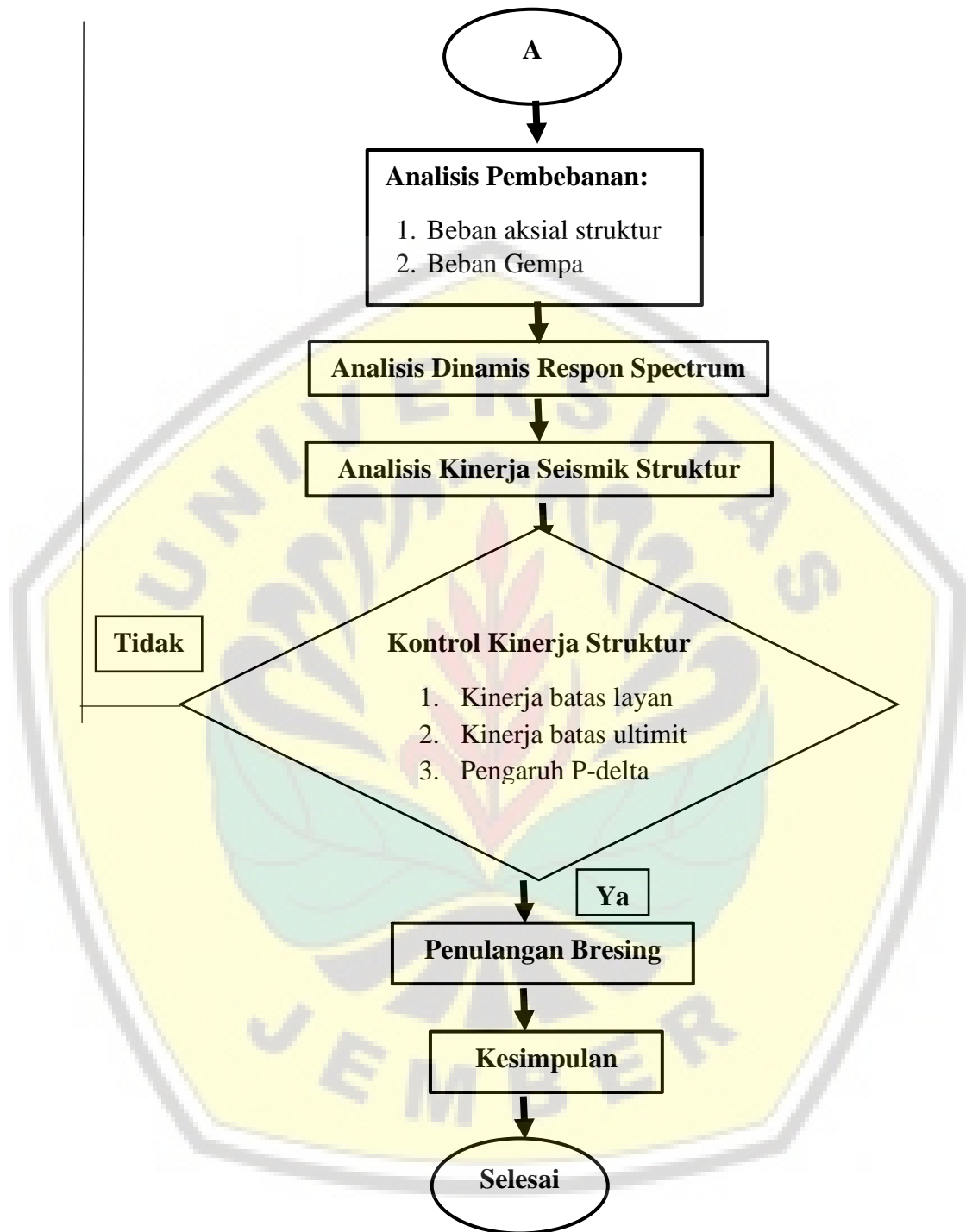
Setelah dilakukannya analisis perilaku struktur maka dapat diketahui kinerja struktur yang telah dimodelkan, kinerja struktur yang ditinjau antara lain kinerja batas layan, kinerja batas ultimit, dan pengaruh P-delta.

#### 10. Parameter Kontrol Hasil Analisa Terhadap Batasan Peraturan

Dari hasil analisis diperoleh parameter-parameter yang harus dilakukan pengecekan terhadap batasan peraturan yang berlaku sesuai dengan SNI 1726-2019. Parameter-parameter tersebut antara lain *base shear*, *displacement*, dan *drift*. Dari keseluruhan parameter pengukur yang ada, maka dapat dibuat kesimpulan berdasarkan tujuan yang ingin dicapai dari hasil penelitian.

Bagan Alir (*flow chart*)





Gambar 3.3 Bagan Alir

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis yang dilakukan pada penelitian kali ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Simpangan antar lantai gedung universitas airlangga mengalami penurunan yang cukup signifikan setelah diberi pengekang atau bresing. Dimana simpangan terbesar gedung sebelum diberi bresing yaitu sebesar 16,269 mm, namun setelah digunakan pengekang turun menjadi 10,714 mm untuk bresing bertipe V dan sebesar 8,156 mm untuk bresing bertipe X.
2. Kinerja struktur gedung parkir Universitas Airlangga dengan dan tanpa bresing telah memenuhi bila ditinjau dari kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit. penggunaan bresing paling optimum untuk gedung Universitas Airlangga ini yaitu bresing tipe X bila ditinjau dari kinerja struktur, dimana untuk bresing tipe X mengalami peningkatan kinerja hingga 68,6% untuk kinerja batas layan dan 73,6% untuk kinerja batas ultimit, sedangkan pada bresing tipe V mengalami peningkatan 62,11% untuk kinerja batas layan dan 67,3% untuk kinerja batas ultimit.

### 5.2 Saran

1. Perlu diperhatikan dan perhitungan lebih mendetail tentang hubungan bresing terhadap kolom dan balok.
2. Konfigurasi perletakan bresing perlu ditambah agar analisis yang dilakukan lebih akurat untuk mendapatkan kinerja struktur yang optimum.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. (2019). SNI 03-2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia 2847 : 2013. *Badan Standarisasi Nasional*, 8, 1–695.
- Aryandi, D., & Herbudiman, B. (2017). Pengaruh Bentuk Bracing terhadap Kinerja Seismik Struktur Beton Bertulang. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 3(1), 1–11.
- Hutahaean, S. G. (2016). Kajian Pemakaian Shear Wall dan Bracing pada Gedung Bertingkat. *Reka Racana Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2(4), 100–111.
- Indarto H., Andiyarto, H.T.C., Putra, K. C. A. (2013). A. S. G. 1726:2012 for D. (2013). “Aplikasi SNI Gempa 1726:2012 for Dummies”. Universitas Negeri Semarang. *Universitas Negeri Semarang*.
- Rendra, R., Kurniawandy, A., & Djauhari, Z. (2015). Kinerja Struktur Akibat Beban Gempa Dengan Metode Respon Spektrum dan Time History (Studi Kasus : Hotel SKA Pekanbaru). *Jom FTEKNIK*, 2(2), 1–15.
- Sunarjo, Gunawan, M. T., & Pribadi, S. (2012). *Gempabumi Edisi Populer*.



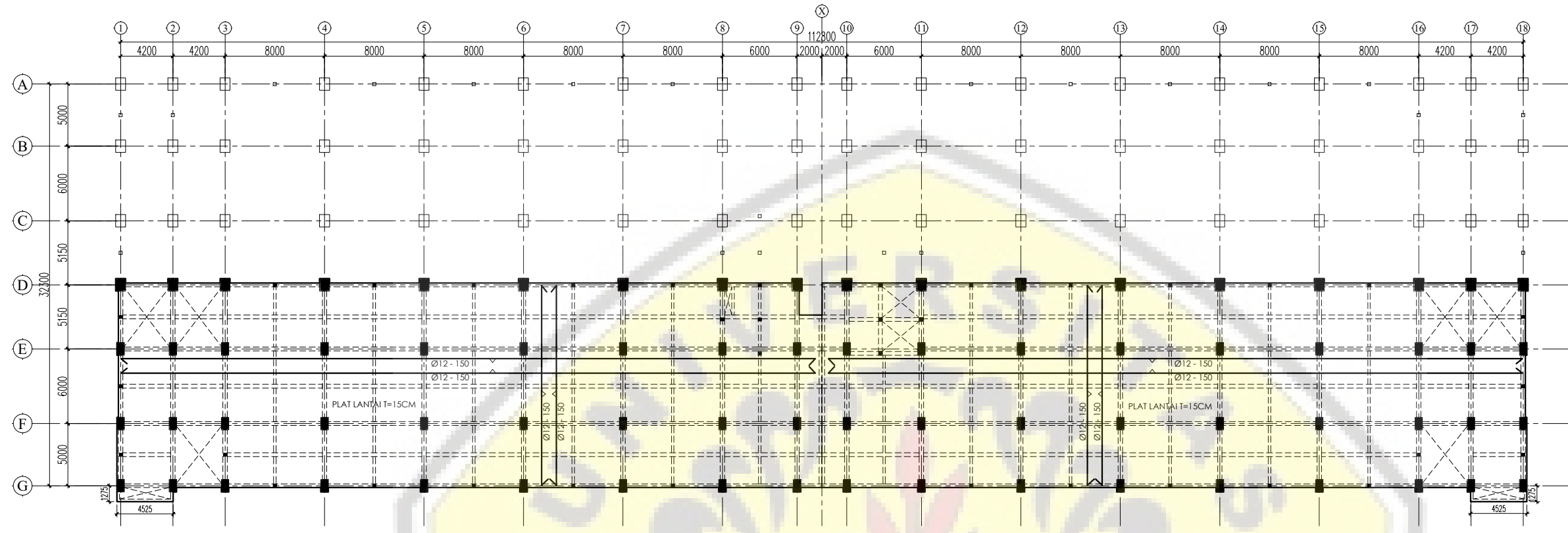
**BIOGRAFI PENULIS**

Nama : Achmad Wahyu Ramadiyan  
Email : [wramadiyan@gmail.com](mailto:wramadiyan@gmail.com)  
No.Hp : 083854163718

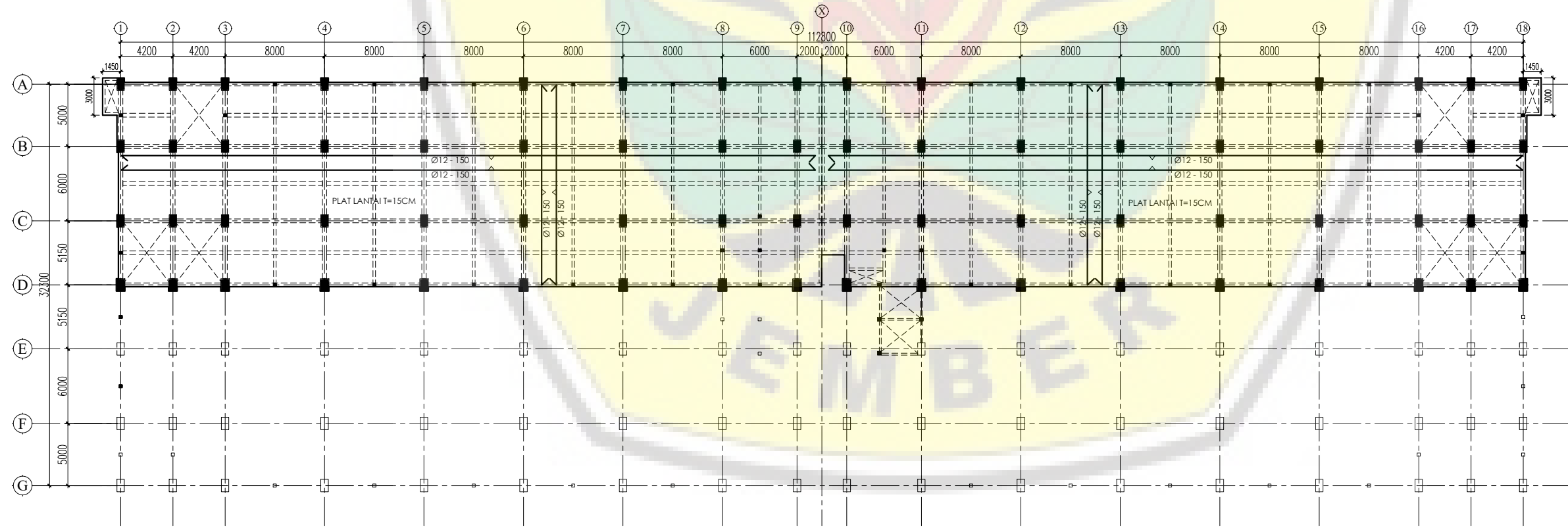
*Achmad Wahyu Ramadiyan, dilahirkan di Mojokerto pada tanggal 27 Januari 1999. Lulus dari sekolah dasar tahun 2011 dan melanjutkan sekolah menengah pertama di SMPN 1 Bangil hingga tahun 2014. Setelah lulus dari sekolah menengah pertama, melanjutkan ke SMAN 1 Bangil sampai tahun 2017 dan diterima di Fakultas Teknis Universitas Jember melalui jalur*

*Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).*





**DENAH PLAT LANTAI 1 ELV. +1.40**  
SKALA 1 : 400



**DENAH PLAT LANTAI 1A ELV. +2.90**  
SKALA 1 : 400

**KEYPLAN :**

u

**CATATAN**

SEMUA DIMENSI MENGGUNAKAN SATUAN (mm) KEUALI DI TENTUKAN LAIN  
ELEVASI -10.00 HAK-10cm DARI JALAN ASPAL-EGSISTING

SEBELUM DILAKSANAKAN, SEMUA GAMBAR STRUKTUR HARUS DIPERIKSA ULANG DENGAN GAMBAR ARSITEKTUR DAN GAMBAR MEK. STRUKTUR LAIN YANG TERKAIT. APABILA TERDAPAT KETIDAKSESUJUAN, HARUS DILAKUKAN KONFIRMASI TERLEBIH DAHULU.

DILARANG MELAKUKAN PENGUKURAN BERDASARKAN SKALA, SEMUA UKURAN HARUS BERDASARKAN ANGIK YANG TERTULIS. APABILA ADA KEKURANGAN DAN/ATAU KETIDAKJELASAN, HARUS DIKONFIRMASIKAN TERLEBIH DAHULU.

**LEGEND :**

KETERANGAN :

BOS = BOTTOM OF STRUCTURE  
TOS = TOP OF STRUCTURE

**SPESIFIKASI :**

Mutu beton (f'c) = k300  
Mutu besi ulir = U39 untuk Ø > 13mm  
Mutu besi polos = U24 untuk Ø < 13mm

NO. REV	TANGGAL	KETERANGAN

**NAMA PROYEK**

**PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR BERTINGKAT UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA**

**SHOP DRAWING**

**DI KETAHUI**

**PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN**

ANGGA EKA WICAKSANA, ST. M. Med. Kom  
Team Leader

**DI SETUJUI**

**MANAGEMENT KONSTRUKSI**

**PT. BINA KARYA**  
Consulting & Development Partner

NUR HOLIS SETIAWAN, ST. Dipl. Eng  
Team Leader

**DI BUAT :**

**KONTRAKTOR PELAKSANA**

**PT. SASMITO**

	NAMA	PARAF
DI GAMBAR	RIZKI S.P	
DI PERIKSA	YANAN LISTYANTO, ST.	
DI SETUJUI	ARIEF HERMAWAN, ST.	

**JUDUL GAMBAR**

DENAH RENC. PLAT LANTAI 1 ELV. +1.40  
DENAH RENC. PLAT LANTAI 1 ELV. +2.90

SKALA GAMBAR 1:400  
TANGGAL 12 JULI 2019  
REFERENSI : STR-401/402

NOMOR GAMBAR	LEMBAR
PGP-SD-SAS-STR-04-0001	04 0001

KEYPLAN :



CATATAN  
 SEMUA DIMENSI MENGGUNAKAN SATUAN (mm) KECUALI DI TENTUKAN LAIN  
 SEBELUM DILAKUKANNYA. SEMUA GAMBAR STRUKTUR  
 HARUS DIPERIKSA ULANG DENGAN GAMBAR ARSITEKTUR DAN  
 GAMBAR MEK. SEKITA GAMBAR LAIN YANG TERKAIT.  
 APADIA TERDAPAT KETIDAKSESUAIAN, HARUS DILAKUKAN  
 KONFIRMASI TERLEBIH DAHULU.  
 DILARANG MELAKUKAN PENGUKURAN BERDASARKAN SKALA.  
 APADIA TERDAPAT KURANG SEMPURNA, HARUS DITUTUS.  
 APADIA ADA KEKURANGAN DAN/ATAU KETIDAKJELASAN,  
 HARUS DIKONFIRMASIKAN TERLEBIH DAHULU.

LEGEND :  
 KETERANGAN :  
 TOS = TOP OF STRUCTURE  
 BOS = BOTTOM OF STRUCTURE  
 SL = STRUCTURE LEVEL

SPESIFIKASI :  
 Mutu beton ( $f_c$ ) = k300  
 Mutu besi ulir = U39 untuk  $D > 13mm$   
 Mutu besi polos = U24 untuk  $\phi < 13mm$

NO. REV	TANGGAL	KETERANGAN

NAMA PROYEK  
 PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR BERTINGKAT  
 UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA

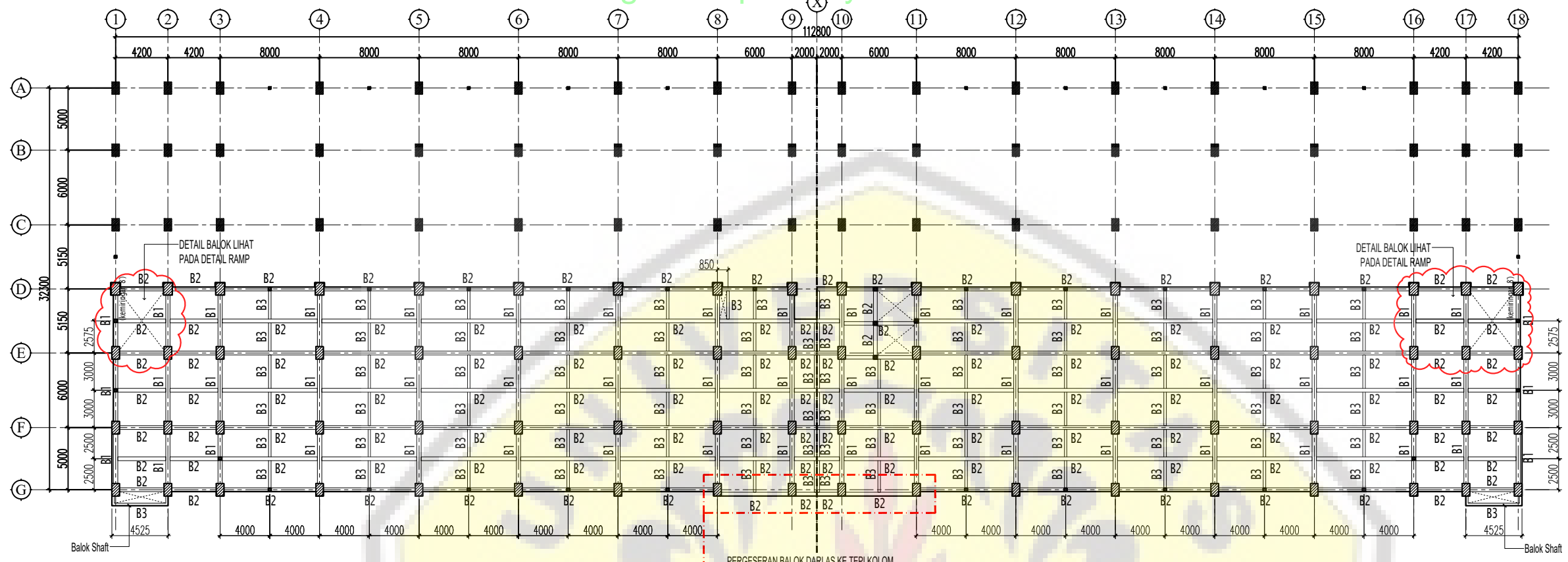
SHOP DRAWING  
 DIKETAHUI  
 MANAGEMENT KONSTRUKSI  
 PT. BINA KARYA  
 NUR HOLIS SETIAWAN, ST.Digi.Eng  
 Team Leader

DI BUAT :  
 KONTRAKTOR PELAKSANA  
 PT. SASMITO

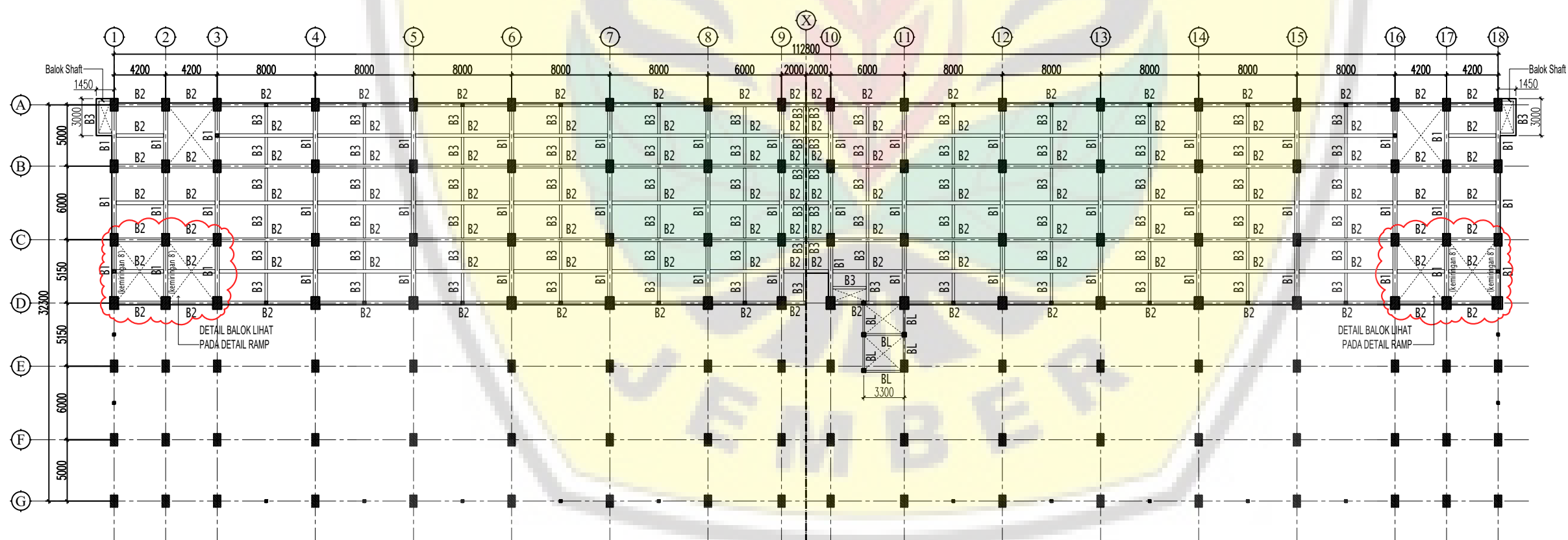
	NAMA	TTD
DI GAMBAR	RIZKI S.P	
DI PERIKSA	YANAN LISTYANTO, ST.	
DI SETUJUI	ARIEF HERMAWAN, ST.	

JUDUL GAMBAR  
 DENAH RENC. BALOK LANTAI 1 – LANTAI 1A

SKALA GAMBAR	1:400
TANGGAL	20 JULI 2019
REFERENSI :	DED – STR – 301/302
NOMOR GAMBAR	LEMBAR
PGP – SD – SAS – STR – 03 – 0001	03   0001



DENAH BALOK LANTAI 1 ELV. +1.40  
 SKALA 1 : 400



DENAH BALOK LANTAI 1A ELV. +2.90  
 SKALA 1 : 400

TABEL BALOK LANTAI 1

NO.	TYPE	DIMENSI (mm)	KETERANGAN
1.	BALOK B1	350 x 700	BETON BERTULANG
2.	BALOK B2	300 x 600	BETON BERTULANG
3.	BALOK B3	200 x 400	BETON BERTULANG
4.	BALOK LIFT BL	150 x 250	BETON BERTULANG

KODE	BALOK B1 ( 350 X 700 )		BALOK B2 ( 300 X 600 )		BALOK B3 ( 200 X 400 )	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
DIMENSI	350 X 700	350 X 700	300 X 600	300 X 600	200 X 400	200 X 400
TUL.ATAS	6 D 22	4 D 22	6 D 19	4 D 19	3 D 16	2 D 16
TUL.BADAN	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	-	-
TUL.BAWAH	4 D 22	6 D 22	4 D 19	6 D 19	2 D 16	3 D 16
SENGKANG	Ø12 - 150	Ø12 - 200	Ø12 - 150	Ø12 - 200	Ø12 - 150	Ø12 - 200

KODE	TIE BEAM (250X500)	BALOK LIFT (150X250)
DIMENSI	250 X 500	150 X 200
TUL.ATAS	3 D 19	2 D 12
TUL.BADAN	2 D 13	-
TUL.BAWAH	3 D 19	2 D 12
SENGKANG	Ø12 - 150	Ø8 - 150

TABEL PENULANGAN BALOK  
SKALA NTS

KEYPLAN:

CATATAN:  
SEMUA DIMENSI MENGGUNAKAN SATUAN (mm) KECUALI DI TUNTUKAN LAIN  
SEBELUM DILAKUKANNY. SEMUA GAMBAR STRUKTUR  
MUS DI PERIKSA ULANGI DENGAN GAMBAR ARSITEKTUR DAN  
GAMBAR MEK. SEKITA GAMBAR LAIN YANG TERKAIT.  
APAKAH TERDAPAT KETUKAN/SESIAPAN, HARUS DILAKUKAN  
KONFIRMASI TERLEBIH DAPULU.  
DILARANG MELAKUKAN PENGUKURAN BERDASARKAN SKALA.  
SEKITA TERDAPAT KETUKAN/SESIAPAN, HARUS DILAKUKAN  
KONFIRMASI TERLEBIH DAPULU.  
APAKAH ADA KEKURANGAN DAN/ATAU KETUKAN/SESIAPAN,  
HARUS DIKONFIRMASIKAN TERLEBIH DAPULU.

LEGEND:  
KETERANGAN:  
TOS = TOP OF STRUCTURE  
BOS = BOTTOM OF STRUCTURE  
SL = STRUCTURE LEVEL

SPEKIFIKASI:  
Mutu beton (f<sub>c</sub>) = k300  
Mutu besi ulir = U39 untuk D > 13mm  
Mutu besi polos = U24 untuk Ø < 13mm

NO. REV	TANGGAL	KETERANGAN

NAMA PROYEK  
PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR BERTINGKAT  
UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA

SHOP DRAWING

DIKETAHUI  
MANAGEMENT KONSTRUKSI  
  
NUR HOLIS SETIAWAN, ST, Digi. Eng.  
Team Leader

DI BUAT:  
KONTRAKTOR PELAKSANA  
  
PT. SASMITO

	NAMA	TTD
DI GAMBAR	RIZKI S.P	
DI PERIKSA	YANAN LISTYANTO, ST.	
DI SETUJUI	ARIEF HERMAWAN, ST.	

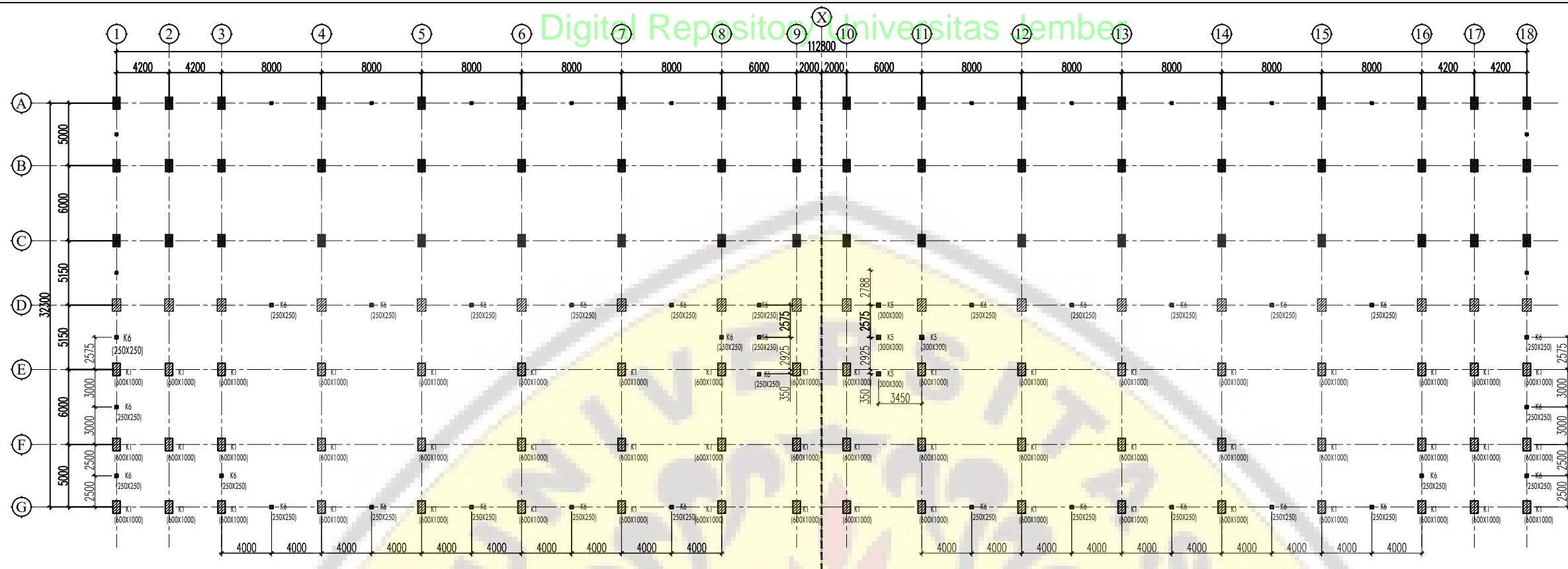
JUDUL GAMBAR  
TABEL PENULANGAN BALOK

SKALA GAMBAR: NTS  
TANGGAL: 20 JULI 2019  
REFERENSI:

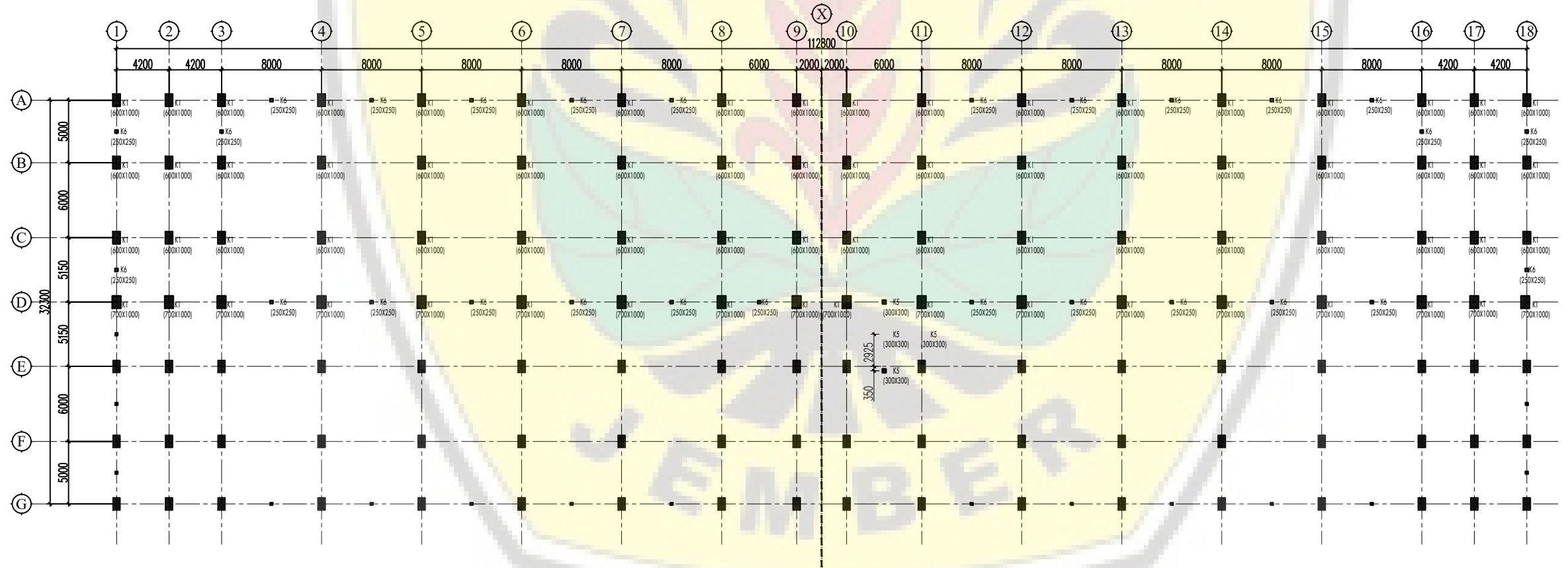
NOMOR GAMBAR	LEMBAR
PGP - SD - SAS - STR - 03 - 0005	03 / 0005







Denah Renc. Kolom lantai 2 - Lantai 3 Grid E-G  
SKALA 1 : 400



Denah Renc. Kolom lantai 2A - Lantai 3A Grid A-D  
SKALA 1 : 400

KEYPLAN :

CATATAN :  
SEMUA DIMENSI MENGGUNAKAN SATUAN (mm) KECUALI DI TENTUKAN LAIN  
SEBELUM DILAKUKANNYA. SEMUA GAMBAR STRUKTUR  
MUSUH HARUS DIPERIKSA ULANG DENGAN GAMBAR ARSITEKTUR DAN  
GAMBAR MEK. SEKITA GAMBAR LAIN YANG TERKAIT.  
APAKAH TERDAPAT KETIDAKSESUAIAN, HARUS DILAKUKAN  
KONFIRMASI TERLEBIH DAHULU.  
DILARANG MELAKUKAN PENGUKURAN BERDASARKAN SKALA.  
SEBELUM DILAKUKANNYA HARUS BERDASARKAN GAMBAR YANG SERTALIS.  
APAKAH ADA KEURUTAN DAN/ATAU KETIDAKJELASAN,  
MUSUH HARUS DIPERIKSA ULANG TERLEBIH DAHULU.

LEGEND :  
KETERANGAN :  
TOS = TOP OF STRUCTURE  
BOS = BOTTOM OF STRUCTURE  
SL = STRUCTURE LEVEL

Notasi ketinggian tersebut tidak termasuk ketinggian kolom k6

SPEKIFIKASI :  
Mutu beton (fc) = k300  
Mutu besi ulir = U39 untuk D > 13mm  
Mutu besi polos = U24 untuk Ø < 13mm

NO. REV	TANGGAL	KETERANGAN

NAMA PROYEK  
PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR BERTINGKAT  
UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA

SHOP DRAWING

DIKETAHUI  
MANAGEMENT KONSTRUKSI  
PT. BINA KARYA  
NUR HOLIS SETIAWAN, ST, Digi. Eng  
Team Leader

DI BUAT :  
KONTRAKTOR PELAKSANA  
PT. SASMITO

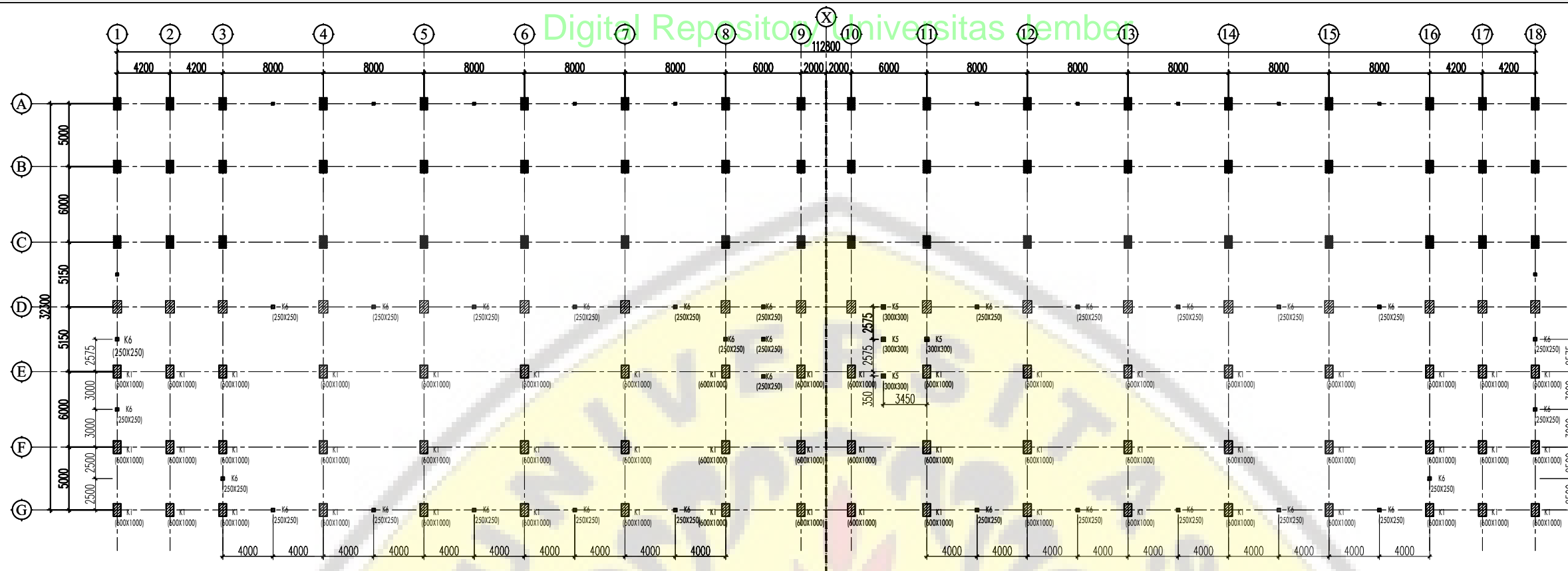
	NAMA	TTD
DI GAMBAR	RIZKI S.P	
DI PERIKSA	YANAN LISTYANTO, ST.	
DI SETUJUI	ARIEF HERMAWAN, ST.	

JUDUL GAMBAR  
DENAH RENC. KOLOM LANTAI 2 – LANTA 3

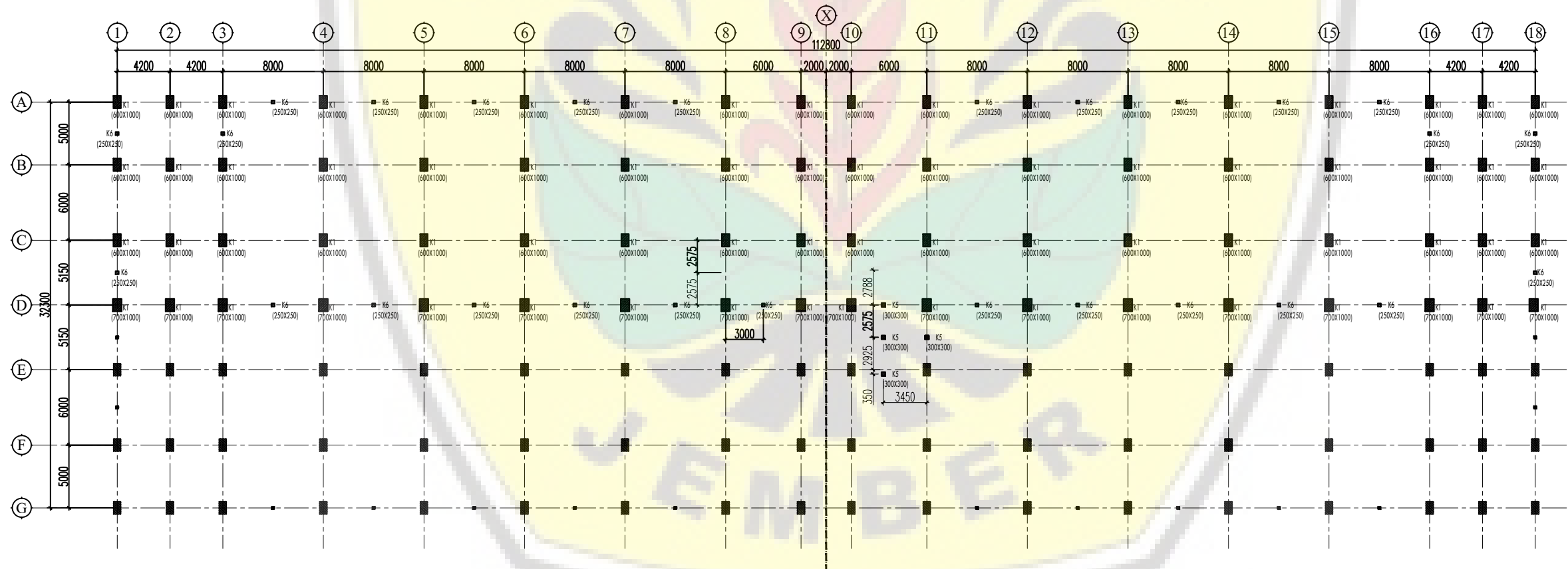
SKALA GAMBAR 1:400  
TANGGAL 16 AGUSTUS 2019  
REFERENSI : STR-203

NOMOR GAMBAR	LEMBAR
PGP-SD-SAS-STR-02-0003	02 / 0003

NO.	TYPE	DIMENSI (mm)	JUMLAH (pcs)
1.	KP (Kolom Pedestal)	800 x 1000	-
2.	KT (Kolom Tengah)	700 x 1000	126
3.	K1	600 x 1000	-
4.	K2	500 x 1000	-
5.	K5	300 x 300	4
6.	K6 t = 1m	250 x 250	45



Denah Renc. Kolom lantai 1 - Lantai 2 Grid E-G  
SKALA 1 : 400



Denah Renc. Kolom lantai 1A - Lantai 2A Grid A-D  
SKALA 1 : 400

TABEL JUMLAH KOLOM LANTAI 1

NO.	TYPE	DIMENSI (mm)	JUMLAH (pcs)
1.	KP (Kolom Pedestal)	800 x 1000	-
2.	KT (Kolom Tengah)	700 x 1000	18
3.	K1	600 x 1000	108
4.	K2	500 x 1000	-
5.	K5	300 x 300	4
6.	K6 $t = 1m$	250 x 250	42

KEYPLAN :

CATATAN :  
 SEMUA DIMENSI MENGGUNAKAN SATUAN (mm) KECUALI DI TENTUKAN LAIN  
 SEBELUM DILAKUKAN. SEMUA GAMBAR STRUKTUR  
 HARUS DIPERIKSA ULANG DENGAN GAMBAR ARSITEKTUR DAN  
 GAMBAR MEK. SEKITA GAMBAR LAIN YANG TERKAIT.  
 APABILA TERDAPAT KETIDAKSESUAIAN, HARUS DILAKUKAN  
 KONFIRMASI TERLEBIH DAHULU.  
 DILARANG MELAKUKAN PENGUKURAN BERDASARKAN SKALA.  
 APABILA ADA KEKURANGAN DIMENSI/KEKURANGJELASAN,  
 HARUS DIKONFIRMASIKAN TERLEBIH DAHULU.

LEGEND :  
 KETERANGAN :  
 TOS = TOP OF STRUCTURE  
 BOS = BOTTOM OF STRUCTURE  
 SL = STRUCTURE LEVEL

Notasi ketinggian tersebut tidak termasuk ketinggian kolom k6

SPEKIFIKASI :  
 Mutu beton ( $f_c$ ) = k300  
 Mutu besi ulir = U39 untuk  $D > 13mm$   
 Mutu besi polos = U24 untuk  $\phi < 13mm$

NO. REV	TANGGAL	KETERANGAN

NAMA PROYEK  
 PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR BERTINGKAT  
 UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA

SHOP DRAWING

DIKETAHUI  
 MANAGEMENT KONSTRUKSI  
  
 NUR HOLIS SETIAWAN, ST, Digi. Eng  
 Team Leader

DI BUAT :  
 KONTRAKTOR PELAKSANA

	NAMA	TTD
DI GAMBAR	RIZKI S.P	
DI PERIKSA	YANAN LISTYANTO, ST.	
DI SETUJUI	ARIEF HERMAWAN, ST.	

JUDUL GAMBAR  
 DENAH RENC. KOLOM LANTAI 1 – LANTAI 2

SKALA GAMBAR 1:400  
 TANGGAL 16 AGUSTUS 2019  
 REFERENSI :  
 DED – STR – 202

NOMOR GAMBAR	LEMBAR
PGP – SD – SAS – STR – 02 – 0002	02 / 0002



KEYPLAN :



CATATAN  
 SEMUA DIMENSI MENGGUNAKAN SATUAN (mm) KECUALI DI TENTUKAN LAIN  
 SEBELUM DILAKUKAN. SEMUA GAMBAR STRUKTUR  
 HARUS DIPERIKSA ULANG DENGAN GAMBAR ARSITEKTUR DAN  
 GAMBAR MEK. SEKITA GAMBAR LAIN YANG TERKAIT.  
 APADIA TERDAPAT KETIDAKSESUAPAN, HARUS DILAKUKAN  
 KONFIRMASI TERLEBIH DAHULU.  
 DILARANG MELAKUKAN PENGUKURAN BERDASARKAN SKALA.  
 APADIA ADA KEKURANGAN DAN/ATAU KETIDAKJELASAN,  
 HARUS DIKONFIRMASIKAN TERLEBIH DAHULU.

LEGEND :  
 KETERANGAN :  
 TOS = TOP OF STRUCTURE  
 BOS = BOTTOM OF STRUCTURE  
 SL = STRUCTURE LEVEL

Notasi ketinggian tersebut tidak termasuk ketinggian kolom k6

SPESIFIKASI :  
 Mutu beton (f<sub>c</sub>) = k300  
 Mutu besi ulir = U39 untuk D > 13mm  
 Mutu besi polos = U24 untuk Ø < 13mm

NO. REV	TANGGAL	KETERANGAN

NAMA PROYEK

PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR BERTINGKAT  
 UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA

SHOP DRAWING

DIKETAHUI

MANAGEMENT KONSTRUKSI



NUR HOLIS SETIAWAN, ST, Digi. Eng  
 Team Leader

DI BUAT :

KONTRAKTOR PELAKSANA



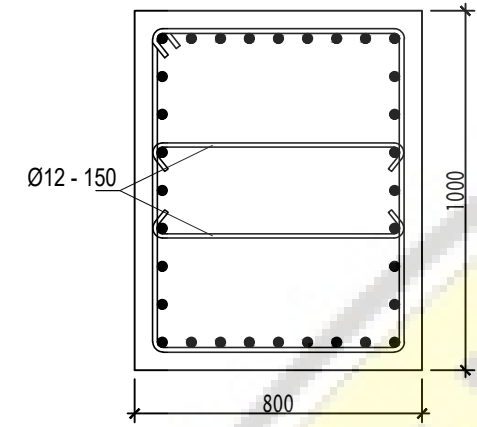
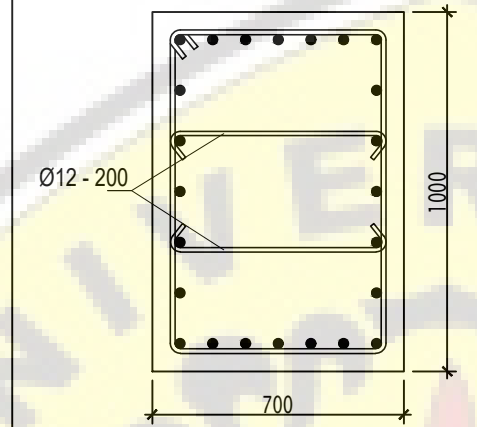
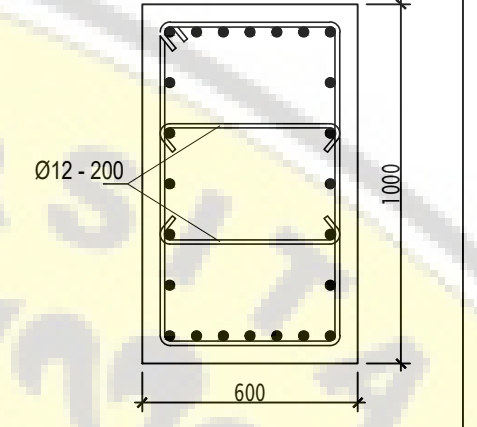
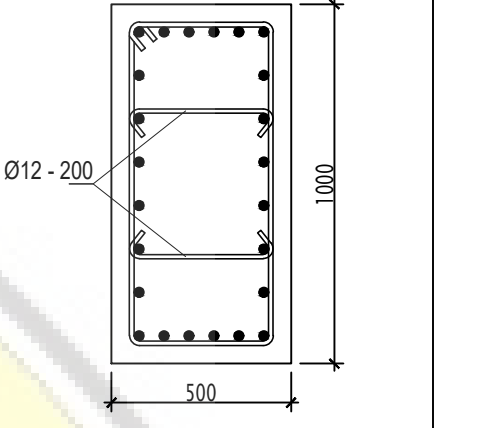
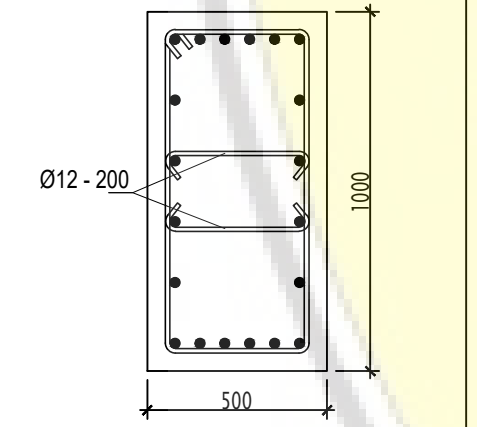
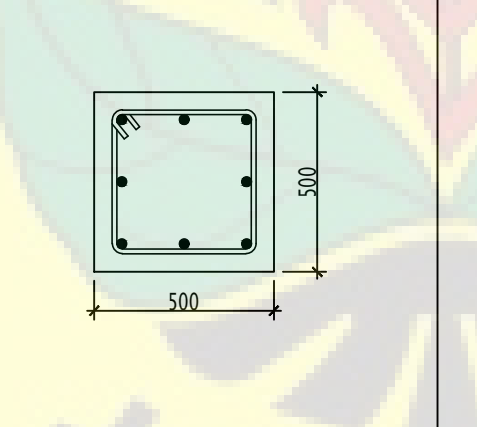
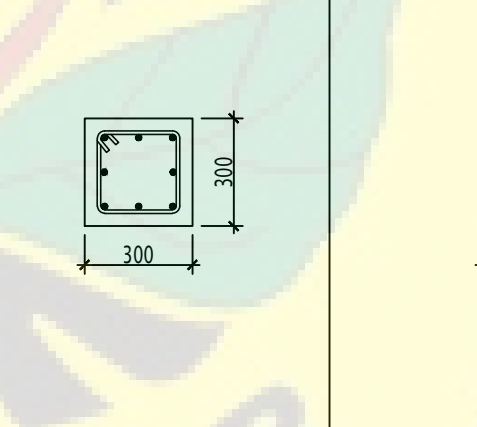
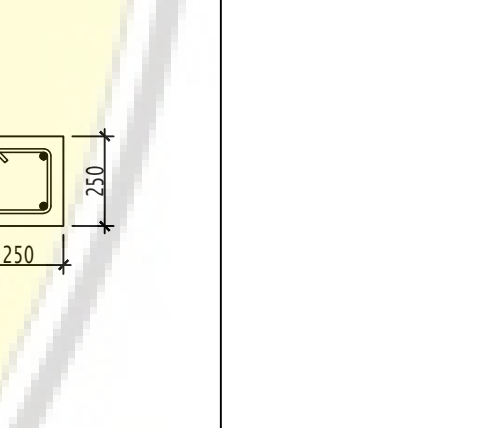
PT. SASMITO

	NAMA	TTD
DI GAMBAR	RIZKI S.P	
DI PERIKSA	YANAN LISTYANTO, ST.	
DI SETUJUI	ARIEF HERMAWAN, ST.	

JUDUL GAMBAR

TABE PENULANGAN KOLOM

SKALA GAMBAR	NTS
TANGGAL	16 AGUSTUS 2019
REFERENSI :	STR - 213
NOMOR GAMBAR	LEMBAR
PGP - SD - SAS - STR - 02 - 0006	02 0006

KODE	KOLOM PEDESTAL ( KP )	KOLOM TENGAH ( KT )	KOLOM K1	KOLOM K2
				
DIMENSI	800 X 1000	700 X 1000	600 X 1000	500 X 1000
TUL. UTAMA	32 D 25	24 D 25	24 D 25	24 D 25
SENGKANG	Ø12 - 150	Ø12 - 200	Ø12 - 200	Ø12 - 200
KODE	KOLOM K3	KOLOM K4	KOLOM K5	KOLOM K6
				
DIMENSI	500 X 1000	500 X 500	300 X 300	250 X 250
TUL. UTAMA	20 D 25	8 D 25	8 D 16	4 D 13
SENGKANG	Ø12 - 200	Ø12 - 200	Ø8 - 200	D10 - 150

TABEL PENULANGAN KOLOM  
 SKALA NTS

