

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG JOGJA
APARTMENT DENGAN ANALISIS PUSHOVER
(*ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF THE
STRUCTURE OF JOGJA APARTMENT WITH
PUSHOVER ANALYSIS METHOD*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Ade Wahyu Hidayat
15511283**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2021**

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG JOGJA APARTMENT DENGAN ANALISIS PUSHOVER (ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF THE STRUCTURE OF JOGJA APARTMENT WITH PUSHOVER ANALYSIS METHOD)

Disusun oleh :

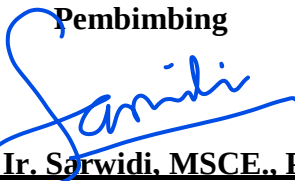
Ade Wahyu Hidayat
15511283

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 22 Februari 2022

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing



Prof. Ir. Sarwidi, MSCE., Ph.D., IP-U.
NIK : 845110101

Penguji I



Novi Rahmayanti, S.T., M.Eng
NIK : 155111306

Penguji II



Hariadi Yulianto, S.T., M.Eng
NIK : 155111305



Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIK : 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan tugas akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian strata sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan tugas akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan tugas akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 14 April 2022

Yang membuat pernyataan,



Ade Wahyu Hidayat

(15511283)

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Analisis Kinerja Struktur Gedung Jogja Apartment Dengan Analisis Pushover*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, diucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Sarwidi, MSCE., Ph.D., AU. selaku Dosen Pembimbing,
2. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
3. Kedua orang tua, Bapak Sanukri dan Ibu Darsih yang telah berkorban baik secara moril maupun material,
4. Seluruh teman-teman Universitas Islam Indonesia.

Akhirnya, Tugas Akhir ini diharapkan bermanfaat bagi pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 12 Januari 2021

Penulis,

Ade Wahyu Hidayat

15 511 283

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	9
3.1 Perencanaan Tahan Gempa Berbasis Kinerja	9
3.2 Evaluasi Kinerja Struktur dengan Analisa Pushover	25
3.2.1 Analisa Pushover.....	25
3.2.2 Target Perpindahan	29
3.2.3 Level Kinerja Struktur.....	34
BAB IV METODE PENELITIAN	36
4.1 Data Penelitian	36

4.2	Data Struktur	36
4.3	Model Struktur	36
4.4	Lokasi Penelitian.....	49
4.6	Tahapan Penelitian.....	
DAFTAR PUSTAKA		30
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu.....	8
Tabel 3. 1 Kriteria Kinerja	9
Tabel 3. 2 Batasan Tipe Bangunan Berdasrkan ATC-40	32
Tabel 3. 3 Target level kinerja struktur gedung menurut FEMA 356 (2000)	34
Tabel 3. 4 Batasan simpangan untuk berbagai level kinerja struktur (FEMA 356, 2000)	35
Tabel 3. 5 Batasan simpangan untuk berbagai level kinerja struktur (ATC-40,1996)	35
Tabel 4.1 Jadwal dan Pelaksanaan Penelitian	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Ilustrasi Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja.....	24
Gambar 3. 2 Posisi Sumbu Lokal Balok	27
Gambar 3. 3 Posisi Sumbu Lokal Kolom	27
Gambar 3. 4 Kurva Beban-Perpindahan Umum	28
Gambar 3. 5 Penentuan Titik Kinerja Menurut M3tode Spektrum Kapasitas	31
Gambar 3. 6 Parameter Data Respons Spektrum Rencana	32
Gambar 3. 7 Prosedur Analisis Kinerja ATC-40	33
Gambar 4. 1 Denah Lantai 1	48
Gambar 4. 2 Tampak Samping	48
Gambar 4. 3 Potongan A-A.....	48
Gambar 4. 4 Denah Lokasi Jogja Apartment (Apartel Jogja).....	49
Gambar 4. 5 Diagram Alir Penelitian	52

ABSTRAK

Analisa *pushover* (ATC 40, 1996) merupakan salah satu komponen *performance based seismic design* yang memanfaatkan teknik analisa non-linier berbasis komputer), dengan tujuan menganalisis respons struktur dari gedung, terkait periode, gaya geser dasar dan simpangan antar lantai terhadap beban lateral dan beban gempa respon spektrum dan menganalisis perilaku atau kinerja dari struktur gedung *Jogja Apartment* berdasarkan titik evaluasi kinerjanya pada kondisi inelastis. Analisis kinerja struktur ini mengacu pada standar, SNI 03-1726-2002, SNI 03-1726-2012, ATC-40, FEMA 356, FEMA 154, dan FEMA 310, dengan menggunakan program ETABS 18 dan diperoleh periode waktu getar alami fundamental (T_1) pada struktur gedung tinjauan adalah 0,947 detik. Nilai gaya geser dasar 21520,4110 kN pada arah X, dan 21676,1157 kN pada arah Y. Titik kinerja gedung untuk pembebanan gempa arah-X adalah 0,645457 meter dengan gaya geser dasar 242241,54 kN, pembebanan gempa arah-Y yaitu 0,748498 meter dengan gaya geser yang terjadi adalah 202948,839 kN. drift maksimal yang terjadi akibat pembebanan gempa arah-X dan arah-Y adalah 0,0162 dan 0,0188. Rasio simpangan struktur yang terjadi masih lebih kecil dari batas simpangan yang disyaratkan oleh FEMA 356 dan ATC-40 untuk level Damage Control, yaitu 0,01-0,02. Oleh karena itu, level kinerja struktur adalah Damage Control.

Kata Kunci : *analysis pushover*, FEMA, *apartment*, ETABS 18

ABSTRACT

Pushover analysis (ATC 40, 1996) is one of the components of performance based seismic design that utilizes computer-based non-linear analysis techniques, with the aim of analyzing the structural response of the building, related to the period, base shear forces and inter-floor drift against lateral loads and loads. earthquake response spectrum and analyze the behavior or performance of the structure of the Jogja Apartment building based on its performance evaluation point in inelastic conditions. Analysis of the performance of this structure refers to the standards, SNI 03-1726-2002, SNI 03-1726-2012, ATC-40, FEMA 356, FEMA 154, and FEMA 310, using the ETABS 18 program and obtained the fundamental natural vibration time period (T_1) on the review building structure is 0.947 seconds. The value of the basic shear force is 21520,4110 kN in the X direction, and 21676,1157 kN in the Y direction. The building performance point for the X-direction earthquake loading is 0.645457 meters with a base shear force of 242241.54 kN, earthquake loading in the- Y is 0,748498 meters with the shear force that occurs is 202948,839 kN. The maximum drift that occurs due to earthquake loading in X-direction and Y-direction is 0.0162 and 0.0188, respectively. The structural deviation ratio that occurs is still smaller than the deviation limit required by FEMA 356 and ATC-40 for the Damage Control level, which is 0.01-0.02. Therefore, the structure's performance level is Damage Control.

Keywords: *pushover analysis, FEMA, apartment, ETABS 18*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia berada pada wilayah jalur gempa Pasifik (*Circum Pasific Earthquake Belt*) dan jalur gempa Asia (*Trans Asiatic Earthquake Belt*) sehingga sangat berpotensi mengalami gempa. Salah satu wilayah yang berada pada wilayah yang rawan terkena bencana gempa bumi adalah Daerah Istimewa Yogyakarta. Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta sangat berdekatan dengan zona subduksi lempeng Indo-Australia, tentu pada lempeng ini terjadi pergerakan yang menimbulkan terbentuknya unsur-unsur tektonik yang merupakan ciri-ciri sistem subduksi, seperti zona *benioff*, palung laut, sebaran sesar aktif dan gunung api (Press dan Siever, 1978). Selain rawan gempa bumi akibat aktivitas tumbukan lempeng, daerah Yogyakarta juga rawan gempa bumi akibat aktivitas sesar lokal di daratan (Daryono, 2011). Struktur sesar terbentuk sebagai dampak desakan lempeng Indo-Australia pada bagian daratan pulau Jawa. Beberapa sesar yang diduga masih aktif adalah Sesar Opak, Sesar Oya, Sesar Dengkeng, Sesar Progo, serta sesar mikro lainnya yang belum teridentifikasi. Aktifnya dinamika penyusupan lempeng yang didukung oleh aktifitas sesar di daratan menyebabkan daerah Yogyakarta menjadi salah satu daerah dengan tingkat aktivitas kegempaan yang tinggi di Indonesia.

Kejadian gempa di Yogyakarta yang tercatat oleh BMKG yaitu gempa yang terjadi pada tanggal 24 Juli 1943 dengan magnitudonya 8,1 SR dan gempa yang terjadi pada tanggal 27 Mei 2006 menimbulkan gempa 5,9 SR selama 52 detik dengan pusat gempa di kedalaman kurang 10 Km tepat berada di bawah Kota Bantul. Gempa tersebut terjadi pada kedalaman dangkal di Lempeng sunda di atas zona Lempeng Indo-Australia. Akibat dari gempa yang terjadi menyebabkan banyak korban jiwa yang meninggal cukup banyak dan kerusakan yang cukup parah terutama di sebelah selatan DIY dan sebagian wilayah Jawa Tengah.

Bangunan apartemen (hunian) merupakan sebuah bangunan *high rise building* yang di gunakan setiap harinya oleh ratusan penghuninya sebagai tempat tinggal, tentu ini menjadi kekhawatiran tersendiri terhadap kinerja gedung pasca gempa apabila dikemudian hari terjadi gempa. Bangunan yang akan dianalisis adalah *Jogja Apartment* merupakan bangunan yang berlokasi di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Struktur gedung ini menggunakan beton bertulang sistem *flat slab* dengan *drop panel* (tanpa balok) dengan total tinggi 48 meter (12 lantai ditambah dengan 2 lantai *basement*) dengan denah dan potongan dapat dilihat pada Lampiran 1. Bangunan yang terletak pada daerah rawan gempa harus direncanakan mampu bertahan terhadap gempa. Tren perencanaan struktur yang terkini yaitu *performance based seismic design*, yang memanfaatkan teknik analisis non-linier berbasis komputer untuk menganalisis perilaku in elastis struktur dari berbagai macam intensitas gerakan tanah (gempa), sehingga dapat diketahui kinerjanya pada kondisi kritis. Selanjutnya dapat dilakukan tindakan bilamana tidak memenuhi persyaratan yang diperlukan (Dewobroto, 2006).

Analisa *pushover* (ATC 40, 1996) merupakan salah satu komponen *performance based seismic design* yang memanfaatkan teknik analisa non-linier berbasis komputer untuk menganalisis perilaku in elastis struktur dari berbagai macam intensitas gerakan tanah (gempa), sehingga dapat diketahui kinerjanya pada kondisi kritis yang menjadi sarana untuk mengetahui kinerja struktur bangunan terhadap gempa. Analisa beban dorong statik atau Analisa *pushover* adalah prosedur analisa untuk mengetahui perilaku keruntuhan sebuah bangunan terhadap gempa dengan memberikan pola beban statik tertentu dalam arah lateral yang besarnya ditingkatkan secara bertahap (inkremental) sampai struktur tersebut mencapai target *displacement* tertentu atau mencapai pola keruntuhan tertentu.

Analisis kinerja struktur ini mengacu pada standar, SNI 03-1726-2002, SNI 03-1726-2012, ATC-40, FEMA 356, FEMA 154, dan FEMA 310, untuk membantu dalam perencanaan analisis terhadap kinerja suatu struktur bangunan digunakan program ETABS 18.

Hasil akhir dari analisis *pushover* berupa kurva kapasitas struktur (*capacity curve*) yang menggambarkan hubungan antara gaya geser dasar dan perpindahan

atap. Berdasarkan kurva kapasitas tersebut dapat diketahui kinerja dari struktur gedung yang dianalisis. Selanjutnya, analisa *pushover* juga dapat memperlihatkan secara visual perilaku struktur pada saat kondisi elastis, plastis dan sampai terjadinya keruntuhan pada elemen-elemen strukturnya. Metode analisa *pushover* dapat menghasilkan informasi yang sangat berguna karena mampu menggambarkan respons in-elastis bangunan ketika mengalami gempa.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana respons struktur dari gedung Jogja Apartemen terkait periode, gaya geser dasar dan simpangan antar lantai terhadap beban lateral dan beban gempa respon spektrum?
2. Bagaimana perilaku atau kinerja dari struktur gedung Jogja *Apartment* berdasarkan titik evaluasi kinerjanya pada kondisi inelastis dengan melakukan analisis *pushover* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis:

1. Respon struktur dari gedung Jogja Apartemen terkait periode, gaya geser dasar dan simpangan antar lantai terhadap beban lateral dan beban gempa respon spektrum dan
2. Perilaku atau kinerja dari struktur gedung Jogja *Apartment* berdasarkan titik evaluasi kinerjanya pada kondisi inelastis dengan melakukan analisis *pushover*,

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada enam hal berikut ini.

1. Gedung yang dianalisis adalah struktur atas Jogja *Apartment*.
2. Data struktur Jogja *Apartment* yaitu dimensi elemen struktur dan mutu bahan yang digunakan berdasarkan data dari proyek Jogja *Apartment*.

3. Perilaku struktur dievaluasi secara 3 dimensi berdasarkan analisis statik beban dorong (*Pushover Analysis*) dengan menggunakan perangkat lunak bantuan ETABS 18.
4. Penentuan untuk target perpindahan struktur gedung berdasarkan metode spektrum kapasitas (ATC-40).
5. Pedoman-pedoman yang digunakan sebagai acuan adalah:
 - a. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung (SK SNI 03-2847-2002),
 - b. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983,
 - c. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SK SNI 03-1726-2012),
 - d. *Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings* (FEMA 356), dan
 - e. *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings Volume 1* (ATC 40).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Penelitian Terdahulu

Pada sub bab ini, peneliti akan menyajikan beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya sebagai bahan untuk memahami penelitian dan standar yang berlaku.

2.1.1. Studi keandalan struktur gedung tinggi tidak beraturan menggunakan *pushover analysis* pada tanah medium

Nurudianti (2013) melakukan evaluasi kinerja bangunan tinggi tidak beraturan yaitu gedung Karebosi Condotel. Perilaku struktur dievaluasi secara tiga dimensi (3D) berdasarkan analisis beban dorong statik (*Pushover Analysis*) dengan menggunakan *software* ETABS 18. Hasil dari analisis *pushover* menunjukkan bahwa titik kinerja gedung Karebosi Condotel untuk pembebanan gempa arah-X (portal arah memanjang gedung) adalah 0,132 meter dengan gaya geser dasar yang terjadi 926,851 ton, sedangkan untuk pembebanan gempa arah-Y (portal arah pendek gedung) diperoleh titik kinerja gedung yaitu 0,133 meter dengan gaya geser yang terjadi adalah 673,099 ton. Dari titik kinerja diperoleh simpangan struktur (*structural-drift ratio*) yang terjadi akibat pembebanan gempa arah-X dan arah-Y adalah 0,198% dan 0,199% maka level kinerja struktur berdasarkan batas simpangan yang disyaratkan oleh FEMA 356 dan ATC-40 termasuk pada level Immediate Occupancy.

2.1.2. Evaluasi kinerja seismik struktur beton dengan analisis *pushover* menggunakan program ETABS

Afandi (2010) melakukan evaluasi ulang kinerja tahanan gempa dari sebuah gedung Rumah Sakit untuk mengetahui kapasitas gempa efektif struktur dan perilakunya dengan memperlihatkan skema terjadinya sendi plastis pada elemen balok dan kolom dengan analisis *Pushover* berdasarkan peraturan *code Applied Technology Council* (ATC-40) serta menentukan level kinerja

struktur terhadap tahanan gempa berdasarkan *code* tersebut. Pertimbangan penulis memilih gedung Rumah Sakit sebagai obyek penelitian karena fungsi gedung bersifat massal sehingga didesain yang sesuai dengan kuat rencana. Dari hasil penelitian, didapatkan gaya geser dasar efektif 428.206 ton kurang dari gaya geser dasar rencana 747.132 ton dengan percepatan puncak batuan dasar 0.012 g kurang dari percepatan puncak batuan dasar rencana wilayah gempa 3 yakni 0.15 g. Struktur bangunan mampu memberikan perilaku *non linear* yang ditunjukkan fase awal dan mayoritas terjadinya sendi-sendi plastis terjadi pada elemen balok baru kemudian elemen kolom. Level kinerja struktur masuk kriteria *Immediate Occupancy* yang berarti terjadi kerusakan kecil pada struktural dan bangunan dapat segera digunakan kembali.

2.1.3. Evaluasi kinerja struktur beton bertulang dengan *pushover analysis*

Oktopianti dan Andayani (2013) melakukan studi evaluasi kinerja pada struktur gedung beton bertulang. Metode yang digunakan adalah Analisis *Pushover* atau analisis beban dorong statik yaitu analisis yang digunakan untuk mengetahui perilaku keruntuhan struktur terhadap gempa. Analisis dan evaluasi kinerja dengan menggunakan analisis *pushover* dilakukan dengan menggunakan program ETABS 18 (*Built-in*). Titik kinerja evaluasi struktur ditentukan dengan metode Koefisien Perpindahan (FEMA 356). Hasil perencanaan gedung struktur beton bertulang pada tugas akhir ini menyimpulkan bahwa titik kinerja yang menentukan adalah metode Koefisien Perpindahan FEMA 356 dengan target perpindahan sebesar 0,200 m kinerja yang diperlihatkan oleh struktur adalah LS (*life safety*). Sedangkan SNI 03-1726-2002 memberi nilai target perpindahan sebesar 0,011 m.

2.1.4 Redesain Struktur Jogja Apartment Menggunakan Sistem Ganda

Ahkam (2020) melakukan redesain struktur gedung *Jogja Apartement* untuk membandingkan respon struktur antara sistem ganda dan sistem struktur *flat slab-drop panel* dengan dinding geser dari hasil analisis struktur dengan mempertimbangkan beban gravitasi dan gempa, yaitu nilai gaya geser dasar (*base shear*), simpangan antar lantai serta *displacement* pada gedung *Jogja Apartement*

eksisting dengan redesain *Jogja Apartemen* dibahas mendalam dalam tugas akhir ini dengan mengacu SNI 1727-2013, SNI 1726-2012 dan PPIUG 1983. Analisis menggunakan program *ETABS v13*.

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa struktur redesain *Jogja Apartement* memenuhi konsep SCWB (*Strong Column Weak Beam*), syarat sistem ganda serta simpangan antar lantai. Analisis tersebut di atas menghasilkan nilai gaya geser dasar redesain menurun sebesar sebesar 31,11% pada arah X dan sebesar 41,85% pada arah Y dibandingkan gaya geser dasar struktur redesain. Sebaliknya pada nilai *displacement* dan simpangan antar lantai struktur redesain meningkat dibandingkan struktur eksisting. Perbandingan gaya geser dasar, *displacement* dan simpangan antar lantai (*drift*) menunjukkan bahwa struktur eksisting lebih kaku dibandingkan dengan struktur redesain. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh massa dan kekakuan pada struktur *existing* lebih besar daripada struktur redesain akibat dari pengurangan konfigurasi *shear wall* pada struktur redesain dan *lateral bracing* pada struktur *existing* yang lebih tinggi karena ketebalan pelat struktur *existing* lebih tebal dari struktur redesain.

2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan

Penelitian analisis kinerja gedung *Jogja Apartment* dengan *pushover analysis* belum pernah dilakukan sebelumnya.

Adapun penelitian-penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai mana yang dirangkum dalam tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

No	Penelitian	Tujuan Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian yang Akan Dilakukan
1	Ulfa Nurdianti (2013)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Struktur bangunan yang ditinjau berjumlah 18 lantai dengan tinggi gedung 66,65 m dan fungsi bangunan sebagai hotel, 2. Bangunan yang ditinjau adalah gedung Karebosi Condotel yaitu bangunan tinggi tidak beraturan dengan sistem ganda, 3. Gedung berlokasi di Makassar, Sulawesi Selatan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Struktur bangunan yang ditinjau berjumlah 13 lantai dan tinggi gedung 39,75 m dan fungsi bangunan sebagai apartemen 2. Bangunan yang ditinjau adalah gedung Jogja <i>Apartment</i> yaitu bangunan tinggi beraturan dengan sistem <i>flat slab-drop panel</i> dengan shearwall 3. Gedung berlokasi di Yogyakarta, D.I.Yogyakarta
2	Nur Rachmad Afandi (2010)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Struktur bangunan yang ditinjau berjumlah 5 lantai dan 2 lantai basement dengan tinggi gedung 27,80 m dan fungsi bangunan sebagai rumah sakit, 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Struktur bangunan yang ditinjau berjumlah 13 lantai dan tinggi gedung 39,75 m dan fungsi bangunan sebagai apartemen,

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

No	Penelitian	Tujuan Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian yang Akan Dilakukan
		1. Bangunan yang ditinjau adalah gedung Rumah Sakit dengan sistem ganda, 2. Gedung berlokasi di Surakarta, Jawa Tengah.	4. Bangunan yang ditinjau adalah gedung Jogja <i>Apartment</i> yaitu bangunan tinggi beraturan dengan sistem <i>flat slab-drop panel</i> dengan shearwall 5. Gedung berlokasi di Yogyakarta, D.I.Yogyakarta
3	Yogi Oktopianto dan Relly Andayani (2013)	1. Struktur bangunan yang ditinjau berjumlah 6 lantai dengan tinggi gedung 21,5 m dan fungsi bangunan sebagai kantor, 2. Bangunan yang ditinjau adalah model gedung struktur beton bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK),	1. Struktur bangunan yang ditinjau berjumlah 13 lantai dan tinggi gedung 39,75 m dan fungsi bangunan sebagai apartemen 2. Bangunan yang ditinjau adalah gedung Jogja <i>Apartment</i> yaitu bangunan tinggi beraturan dengan sistem <i>flat slab-drop panel</i> dengan shearwall.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

No	Penelitian	Tujuan Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian yang Akan Dilakukan
4	Dwi Nurul Imih Ahkam	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bangunan yang ditinjau adalah gedung Jogja Apartmen 2. Gedung berlokasi di Yogyakarta, D.I.Yogyakarta 3. Tujuan Meredesain struktur menggunakan sistem ganda 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bangunan yang ditinjau adalah gedung Jogja <i>Apartment</i> yaitu bangunan tinggi beraturan dengan sistem <i>flat slab-drop panel</i> dengan shearwall 2. Gedung berlokasi di Yogyakarta, D.I.Yogyakarta 3. Tujuan untuk menganalisis kinerja struktur dengan analisis <i>pushover</i>

Berdasarkan tinjauan dari beberapa penelitian di atas, penelitian ini dapat dikatakan asli dan berbeda dengan penelitian terdahulu.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perencanaan Tahan Gempa Berbasis Kinerja

Konsep perencanaan tahan gempa berdasarkan kinerja atau *Performanced Based Earthquake Engineering* (PBEE) adalah kombinasi dari aspek tahanan dan aspek layan. Konsep PBEE dapat digunakan untuk mendesain bangunan baru (*Performanced Based Seismic Design*) hingga evaluasi bangunan yang sudah ada (*Performanced Based Seismic Evaluation*).

Metode ini mulai dikenal sejak diterbitkannya dokumen Vision 2000 (SEAOC, 1995) dan NEHRP (BSSC, 1995), yang didefinisikan sebagai strategi dalam perencanaan, pelaksanaan dan perawatan atau perkuatan sedemikian agar kinerja suatu bangunan mampu pada suatu kondisi gempa yang ditetapkan, yang diukur dari besarnya kerusakan dan dampak perbaikan yang diperlukan. Kriteria kinerja yang ditetapkan Vision 2000 dan NEHRP adalah sebagaimana ditampilkan pada table 3.1.

Tabel 3. 1 Kriteria Kinerja

Level Kinerja		Penjelasan
NEHRP	Vision 2000	
Operational	Fully Functional	Tak ada kerusakan berarti pada struktur dan non-struktur, bangunan tetap berfungsi.
Immedate Occupancy	Operational	Tidak ada kerusakan yang berarti pada struktur, dimana kekuatan dan kekakuannya kira-kira hampir sama dengan kondisi sebelum gempa. Komponen non-struktur masih berada ditempatnya dan sebagian besar masih berfungsi jika utilitasnya tersedia. Bangunan dapat tetap berfungsi dan tidak terganggu dengan masalah perbaikan.

Lanjutan Tabel 3.1 Kriteria Kinerja

Level Kinerja		Penjelasan
NEHRP	Vision 2000	
Life Safety	Life Safe	Terjadi kerusakan komponen struktur, kekakuan berkurang, tetapi masih mempunyai ambang yang cukup terhadap keruntuhan. Komponen non-struktur masih ada tetapi tidak berfungsi. Dapat dipakai lagi jika sudah dilakukan perbaikan.
Collapse Prevention	Near Collapse	Kerusakan yang berarti pada komponen struktur dan non-struktur. Kekuatan struktur dan kekakuannya berkurang banyak, hampir runtuh. Kecelakaan akibat kejatuhan material bangunan yang rusak sangat mungkin terjadi.

Dasar metodologi pada performance based seismic design ini adalah kriteria desain dan evaluasi yang diekspresikan sebagai obyektivitas dari daya guna struktur. Hal ini dapat menetapkan berbagai tingkatan kinerja struktur (*multiple performance objective level*), dimana tingkatan kinerja (*performance*) dari struktur bangunan adalah pilihan yang dapat direncanakan di tahap awal dengan berbagai kondisi batas. Kondisi batas ini bersifat fleksibel berdasarkan kesepakatan dari pihak owner (pemilik bangunan) dan perencana. Tujuan utamanya dari *performance based seismic design* agar daya guna dapat diperkirakan dalam menciptakan bangunan tahan gempa.

Performance based seismic design memiliki dua bagian utama dalam perencanaannya, yaitu *demand* (beban) dan *capacity* (kapasitas struktur). Kapasitas struktur merupakan kemampuan dari struktur untuk menanggulangi gaya gempa tanpa mengalami kerusakan. Beban (*demand*) adalah representasi dari gerakan tanah akibat gempa bumi, dimana yang akan digambarkan sebagai kurva respon spektrum.

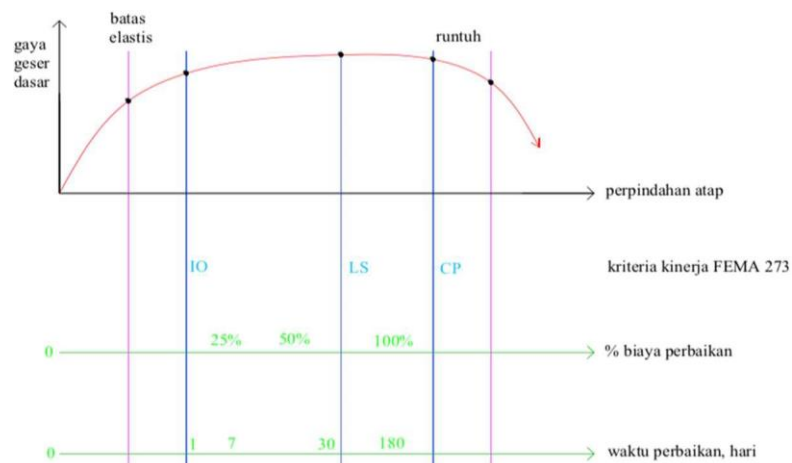
Proses perencanaan tahan gempa berbasis kinerja di mulai dengan membuat model rencana bangunan kemudian melakukan simulasi kinerjanya

terhadap berbagai kejadian gempa. Setiap simulasi memberikan informasi tingkat kerusakan (*level of damage*), ketahanan struktur, sehingga dapat memperkirakan berapa besar keselamatan (*life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang akan terjadi. Perencana selanjutnya dapat mengatur ulang resiko kerusakan yang dapat diterima sesuai dengan resiko biaya yang dikeluarkan.

Hal penting dari perencanaan berbasis kinerja ialah sasaran kinerja bangunan terhadap gempa dinyatakan secara jelas, sehingga pemilik, penyewa, asuransi, pemerintahan atau penyandang dana mempunyai kesempatan untuk menetapkan kondisi apa yang di pilih, selanjutnya ketetapan tersebut digunakan insinyur perencana sebagai pedoman. Sasaran kinerja terdiri dari kejadian gempa rencana yang ditentukan (*earthquake hazard*) dan taraf kerusakan yang diijinkan atau level kinerja (*performance level*) dari bangunan terhadap kejadian gempa tersebut.

Mengacu pada FEMA-273 (1997) yang menjadi acuan klasik bagi perencanaan berbasis kinerja maka kategori level kinerja struktur sebagaimana pada gambar 3.1, yaitu :

1. segera dapat dipakai (IO = *Immediate Occupancy*),
2. keselamatan penghuni terjamin (LS = *Life-Safety*),
3. terhindar dari keruntuhan total (CP = *Collapse Prevention*).



Gambar 3. 1 Ilustrasi Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja

Gambar 3.1 menjelaskan secara kualitatif level kinerja (*performance levels*) FEMA 273 yang digambarkan bersama dengan suatu kurva hubungan gaya-perpindahan yang menunjukkan perilaku struktur secara menyeluruh (global) terhadap pembebanan lateral. *Performance point* adalah sebuah estimasi yang mana kapasitas struktur mampu menahan beban atau *demand* yang diberikan. Melalui titik kinerja atau *performance point* ini diperoleh tingkat kerusakan struktur berdasarkan perpindahan lateralnya (*drift*). Selain itu, bisa juga dikorelasikan dibawahnya berapa prosentase biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan. Informasi tersebut tentunya sekedar gambaran perkiraan, walaupun demikian sudah memenuhi untuk mengambil keputusan apa yang sebaiknya harus dilakukan terhadap hasil analisis bangunan tersebut.

3.2 Evaluasi Kinerja Struktur dengan Analisa Pushover

3.2.1 Analisa Pushover

Analisis pushover adalah salah satu komponen *Performance Based Seismic Design* yang menjadi sarana dalam mencari kapasitas dari suatu struktur. Berdasarkan peraturan SNI 03-1726-2002, analisa *pushover* atau analisa beban dorong statik merupakan suatu cara analisis statik 2 dimensi atau 3 dimensi linier dan non-linier, dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur gedung dianggap sebagai beban-beban statik yang menangkap pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelelehan (sendi plastis) pertama di dalam struktur gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk elastoplastis yang besar sampai mencapai kondisi di ambang keruntuhan.

Prosedur analisisnya akan menjelaskan bagaimana mengidentifikasi bagian-bagian dari bangunan yang akan mengalami kegagalan terlebih dahulu. Seiring dengan penambahan beban akan ada elemen-elemen yang lain mengalami leleh dan mengalami deformasi inelastic. Hasil akhir dari analisis ini berupa nilai-nilai gaya-gaya geser dasar (*base shear*) untuk menghasilkan perpindahan dari struktur tersebut. Nilai-nilai tersebut akan digambarkan dalam bentuk kurva

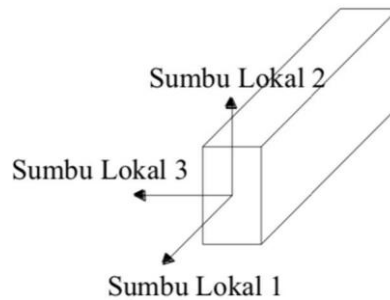
kapasitas yang merupakan gambaran perilaku struktur dalam bentuk perpindahan lateral terhadap beban (*demand*) yang diberikan. Lebih lanjut, analisis pushover dapat menampilkan secara visual elemen-elemen struktur yang mengalami kegagalan, sehingga dapat dilakukan pencegahan dengan melakukan pendetailan khusus pada sebuah elemen struktur tersebut.

Analisa pushover dapat digunakan sebagai alat bantu untuk perencanaan tahan gempa, asalkan menyesuaikan dengan keterbatasan yang ada, yaitu hal berikut ini

1. Hasil analisa *pushover* masih berupa suatu pendekatan, karena bagaimanapun perilaku gempa yang sebenarnya adalah bersifat bolak-balik melalui suatu siklus tertentu, sedangkan statik monotonik adalah sifat pembebanan pada analisa pushover.
2. Pemilihan pola beban lateral yang digunakan dalam analisa adalah sangat penting.
3. Keandalan analisa *pushover* menurun sejalan dengan bertambahnya pengaruh ragam yang lebih tinggi.
4. Untuk membuat model analisis nonlinier akan lebih rumit dibanding model analisa linier. Model tersebut harus memperhitungkan karakteristik inelastik beban-deformasi dari elemen-elemen yang penting dan efek $P-\Delta$.

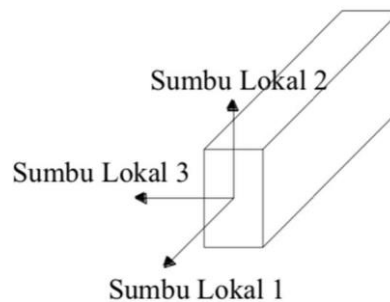
Komponen yang akan dievaluasi jumlahnya relatif sangat banyak, oleh karena itu analisa *pushover* sepenuhnya harus dikerjakan oleh computer. Langkah utama dalam analisa *pushover* adalah :

1. Perilaku leleh dan pasca leleh pada elemen struktur dimodelkan dalam hinges properties yang merupakan kondisi dimana struktur mengalami leleh pertama, sehingga dimensi dan mutu beton serta tulangan mempengaruhi. *Hinges properties* untuk elemen balok adalah momen M_3 , yang berarti sendi plastis terjadi hanya karena momen searah sumbu lokal 3. Posisi sumbu lokal 3 pada elemen balok dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini.



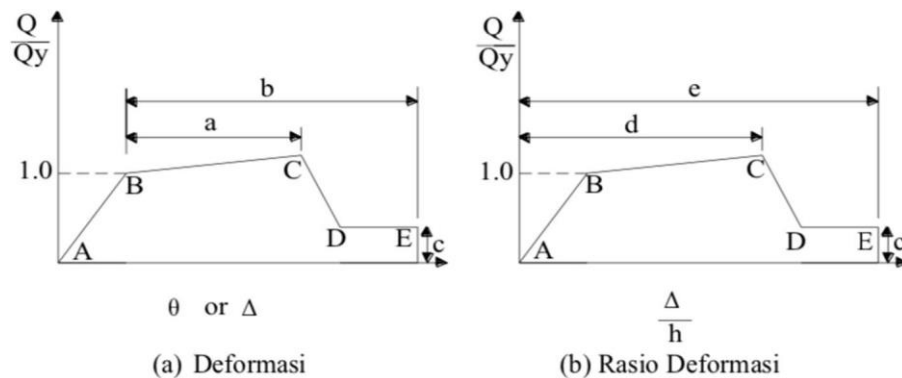
Gambar 3. 2 Posisi Sumbu Lokal Balok

Hinge properties untuk elemen kolom adalah P-M₂-M₃ yang artinya sendi plastis terjadi karena interaksi gaya aksial (P) dan momen (M) sumbu lokal 2 dan sumbu lokal 3. Posisi sumbu lokal 2 dan sumbu lokal 3 pada kolom dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 3. 3 Posisi Sumbu Lokal Kolom

Jika tidak ada data eksperimental atau analisis dari perilaku plastifikasi sendi plastis elemen balok dan kolom maka kurva Beban-Lendutan Umum berikut, dengan parameter a, b, c, seperti yang didefinisikan dalam FEMA 356, dapat digunakan untuk mengevaluasi komponen portal beton yang dilakukan secara otomatis oleh sebuah program komputer.



Gambar 3. 4 Kurva Beban-Perpindahan Umum

2. Letak sendi plastis pada analisa *Pushover* dengan *software* hanya dapat dinyatakan sebagai panjang relatif 0 dan 1, yang berarti sendi plastis terletak pada joint-joint pertemuan balok dan kolom. Dengan kata lain, sendi plastis hanya bisa diletakkan pada start joint, end joint, ataupun pada kedua joint tersebut dari elemen balok atau kolom
3. Menentukan titik kontrol untuk memonitor besarnya perpindahan struktur. Rekaman besarnya perpindahan titik kontrol dan gaya geser dasar digunakan untuk menyusun kurva *pushover*.
4. Analisis *Pushover* dilakukan setelah struktur dibebani oleh beban gravitasi yang direncanakan. Jadi setelah struktur dibebani oleh beban gravitasi, beban statik lateral diberikan secara berangsur-angsur untuk mencapai target displacement tertentu.

Ada 2 macam bentuk load application control untuk analisa statis nonlinear yaitu *a load-controlled* dan *displacement-controlled*.

- a. *A load-controlled* dipakai apabila kita tahu pembesaran beban yang akan diberikan kepada struktur yang diperkirakan dapat menahan beban tertentu, contohnya adalah beban gravitasi. Pada *load-controlled* semua beban akan ditambahkan dari nol hingga pembesaran yang diinginkan.
- b. *Displacement-controlled* dipakai apabila kita mengetahui sejauh mana struktur kita bergerak tetapi kita tidak tahu beban yang harus dimasukkan. Ini sangat berguna untuk mengetahui perilaku struktur

tidak stabil dan mungkin kehilangan kapasitas pembawa beban selama analisa dilakukan.

5. Membuat kurva *pushover* yang menggambarkan hubungan antara gaya geser dasar atau *base shear force* dan perpindahan atau *displacement*.
6. Estimasi besarnya perpindahan lateral saat gempa rencana atau target perpindahan). Titik kontrol didorong sampai taraf perpindahan tersebut, yang mencerminkan perpindahan maksimum yang diakibatkan oleh intensitas gempa rencana yang ditentukan.
7. Mengevaluasi level kinerja struktur ketika titik kontrol tepat berada pada target perpindahan merupakan hal utama dari perencanaan berbasis kinerja. Komponen struktur dan aksi perilakunya dapat dianggap memuaskan jika memenuhi kriteria yang dari awal sudah ditetapkan, baik terhadap persyaratan deformasi maupun kekuatan. Karena yang dievaluasi adalah komponen maka jumlahnya relatif sangat banyak, oleh karena itu proses ini sepenuhnya harus dikerjakan oleh komputer. Oleh karena itulah mengapa pembahasa perencanaan berbasis kinerja banyak mengacu pada dokumen FEMA.

3.2.2 Target Perpindahan

Gaya dan deformasi setiap komponen atau elemen di hitung terhadap “perpindahan tertentu” di titik kontrol yang disebut sebagai “target perpindahan” dengan notasi δ_t dan dianggap sebagai perpindahan maksimum yang terjadi saat bangunan mengalami gempa rencana. Menurut Wiryanto Dewobroto (2005) untuk memperoleh perilaku struktur pasca keruntuhan, maka perlu dibuat analisa pushover untuk membuat kurva hubungan gaya geser dasar dan perpindahan lateral titik kontrol sampai minimal 150% dari target perpindahan, δ_t .

Permintaan membuat kurva *pushover* hingga minimal 150%, sasaran perpindahan adalah agar dapat di lihat perilaku bangunan yang melebihi kondisi rencananya. Perencana harus memahami bahwa target perpindahan hanya merupakan rata-rata nilai dari beban gempa rencana. Perkiraan target perpindahan menjadi kurang tepat untuk bangunan yang memiliki kekuatan lebih rendah dari spektrum elastis rencana. Meski tidak didukung oleh data pada saat dokumen

FEMA 356 ditulis, namun diharapkan bahwa 150% target perpindahan ialah perkiraan nilai rata-rata di tambah satu standar deviasi perpindahan dari bangunan dengan kekuatan lateral melebihi 25% dari kekuatan spektrum elastis.

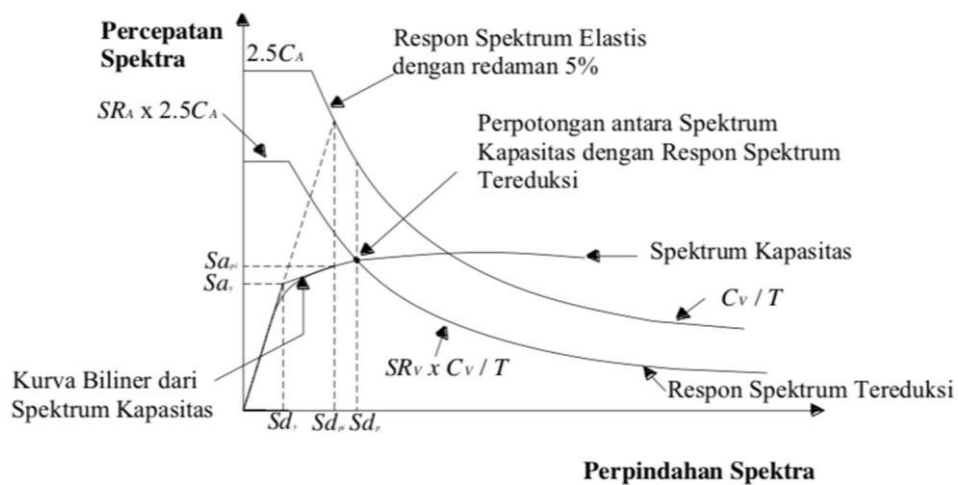
Analisa *pushover* dilakukan dengan memberi beban lateral pada pola tertentu sebagai simulasi beban gempa dan harus diberikan bersama-sama dengan pengaruh kombinasi beban mati dan tidak kurang dari 25% dari beban hidup yang ditentukan. Kriteria evaluasi level kinerja kondisi bangunan didasarkan pada gaya dan deformasi yang terjadi ketika perpindahan titik kontrol sama dengan target perpindahan δ_t . Jadi parameter target perpindahan sangat penting peranannya bagi perencanaan berbasis kinerja.

Terdapat berbagai cara menentukan target perpindahan, salah satunya adalah *Capacity Spectrum Method* atau *Metode Spektrum Kapasitas* (FEMA 274 / 440, ATC 40). Dalam Metode Spektrum Kapasitas, proses dimulai dengan menghasilkan kurva hubungan gaya perpindahan yang memperhitungkan kondisi inelastis struktur yang hasilnya diplot-kan dalam format ADRS (*acceleration displacement response spectrum*).

Kurva kapasitas dengan modifikasi tertentu diubah menjadi spektrum kapasitas (*capacity spectrum*), sedangkan respons spektrum diubah dalam format *acceleration displacement response spectrum*, ADRS. Format ADRS adalah gabungan antara acceleration dan displacement respons spektra dimana absis merupakan acceleration (S_a) dan ordinat merupakan displacement (S_d) sedangkan periode, T , adalah garis miring dari pusat sumbu.

Format tersebut adalah konversi sederhana dari kurva hubungan gaya geser dasar dengan perpindahan lateral titik kontrol dengan menggunakan properti dinamis sistem dan hasilnya disebut sebagai kurva kapasitas struktur. Gerakan tanah gempa juga dikonversi ke format ADRS. Hal itu menyebabkan kurva kapasitas dapat di-plot-kan pada sumbu yang sama sebagai gaya gempa perlu. Pada format tersebut waktu getar ditunjukkan sebagai garis radial dari titik pusat sumbu. Waktu getar ekuivalen, T_e , dianggap sebagai secant waktu getar tepat dimana gerakan tanah gempa perlu yang direduksi karena adanya efek redaman ekuivalen bertemu pada kurva kapasitas. Karena waktu getar ekuivalen dan redaman

merupakan fungsi dari perpindahan maka penyelesaian untuk mendapatkan perpindahan inelastik maksimum (titik kinerja) adalah bersifat iteratif. ATC-40 menetapkan batas redaman ekivalen untuk mengantisipasi adanya penurunan kekuatan dan kekakuan yang bersifat gradual. Respons spektrum dalam bentuk ADRS ini kemudian dimodifikasi dengan memasukkan pengaruh effective damping yang terjadi akibat terbentuknya sendi plastis. Spektrum ini dinamakan *demand spectrum*.

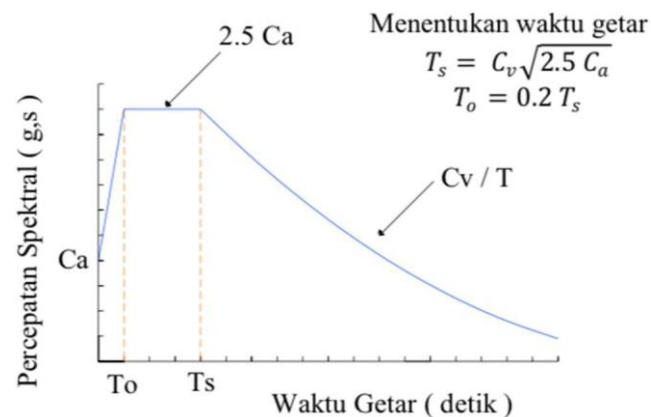


Gambar 3. 5 Penentuan Titik Kinerja Menurut M3tode Spektrum Kapasitas

Gambar 3.5 menunjukkan metode spektrum kapasitas menyajikan secara grafis tiga buah grafik yaitu spektrum kapasitas (capacity spectrum) , respons spektrum dan spektrumvdemand dalam format ADRS. Untuk mengetahui perilaku dari struktur yang ditinjau terhadap intensitas gempa yang diberikan, kurva kapasitas kemudian dibandingkan dengan tuntutan (demand) kinerja yang berupa respons spektrum berbagai intensitasv(periode ulang) gempa. Target perpindahan diperoleh melalui titik perpotongan antara spektrum kapasitas dan dan spektrum demand.

Metode ini secara khusus telah built-in dalam program *ETABS 18* , proses konversi kurva *pushover* dan kurva respon spektrum yang direduksi dikerjakan otomatis dalam program.

Data yang perlu dimasukkan cukup memberikan kurva Respons Spektrum Rencana dengan parameter seperti pada gambar berikut :



Gambar 3. 6 Parameter Data Respons Spektrum Rencana

Gambar 3.5 merupakan kurva respons spektrum yang diambil dari SNI 03-1726- 2002 yang penggunaannya disesuaikan dengan wilayah pembangunan berdasarkan Peta Gempa Indonesia dan kondisi tanah pada lokasi struktur gedung. Untuk mengetahui titik performa dari struktur, maka data yang perlu diinputkan adalah nilai C_a dan C_v ,

C_a = *Peak Ground Acceleration* atau percepatan batuan dasar gempa periode ulang tertentu

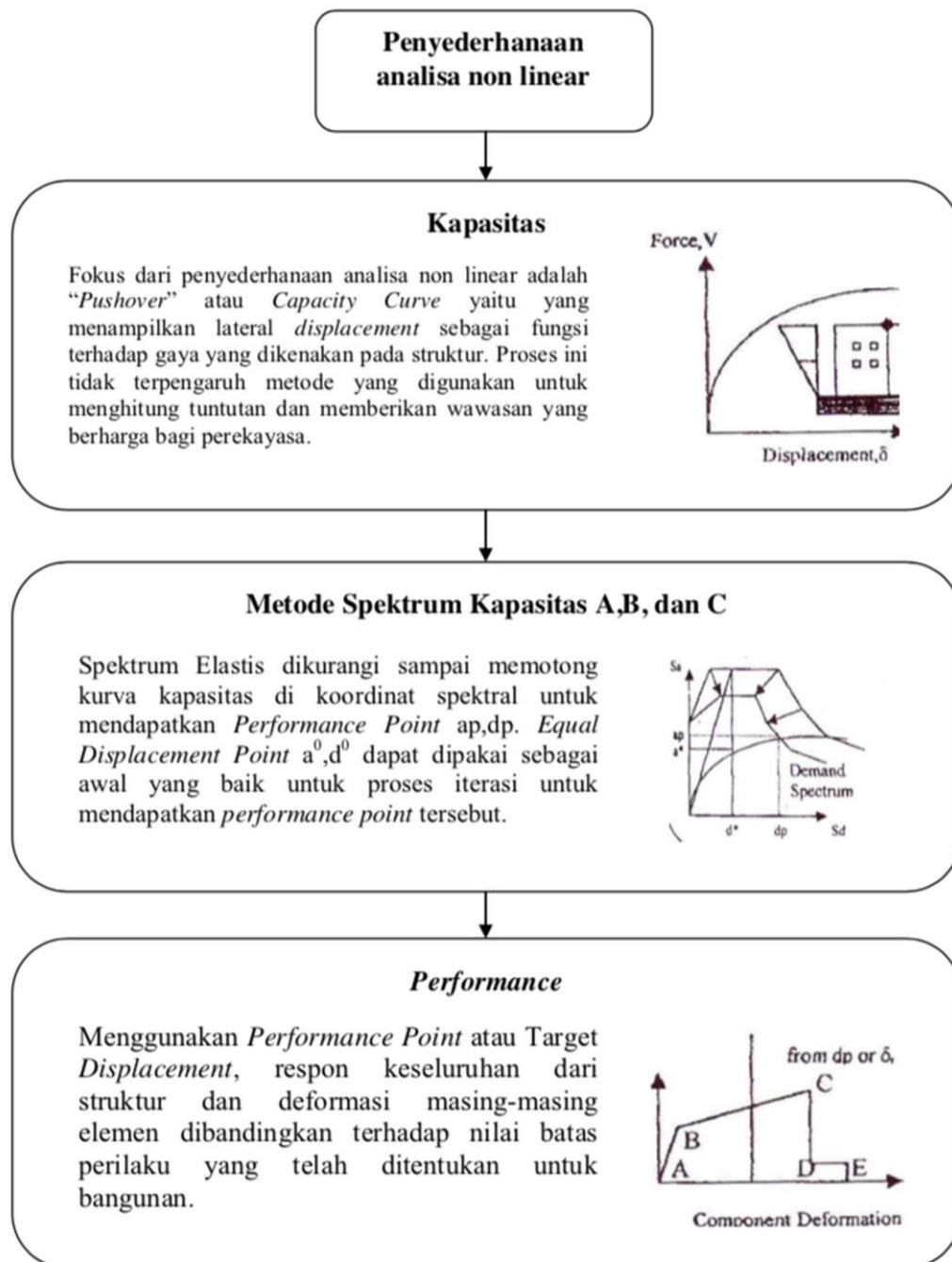
C_v = koefisien percepatan gempa dari kurva Respons Spektrum pada saat periode bangunan sebesar 1 detik.

Pada Metode Spektrum Kapasitas terdapat tiga keadaan bangunan, yakni tipe A,B, dan C, dengan batasan-batasan dari ketiga tipe bangunan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Batasan Tipe Bangunan Berdasarkan ATC-40

<i>Shaking Duration</i>	<i>Essentially New Building</i>	<i>Average Existing Building</i>	<i>Poor Existing Building</i>
<i>Short</i>	<i>Type A</i>	<i>Type B</i>	<i>Type C</i>
<i>Long</i>	<i>Type B</i>	<i>Type C</i>	<i>Type C</i>

Prosedur analisa kinerja menggunakan bangunan dengan menggunakan metode analisa statik non linear ditampilkan pada gambar 3.7 berikut :



Gambar 3. 7 Prosedur Analisis Kinerja ATC-40

3.2.3 Level Kinerja Struktur

Target level kinerja struktur gedung menurut FEMA 356 (2000) ditampilkan dalam tabel 3.3. berikut :

Tabel 3. 3 Target level kinerja struktur gedung menurut FEMA 356 (2000)

	Collapse Prevention Level	Live Safety Level	Immediate Occupancy Level	Operational Level
Kerusakan menyeluruh	Berat	Sedang	Ringan	Sangat ringan
Umum	Kekakuan dan kekuatan yang tersisa tinggal sedikit, tetapi kolom dan dinding tetap berfungsi dalam memikul beban. Simpangan permanen besar. Kerusakan pada dinding pengisi dan parapet. Bangunan di ambang runtuh.	Kekakuan dan kekuatan masih banyak tersisa pada setiap tingkat. Kemampuan memikul beban gravitasi elemen tetap berfungsi. Tidak terdapat kegagalan out-of-plane pada dinding atau parapet. Terdapat simpangan permanen. Kerusakan pada partisi. Bangunan membutuhkan perbaikan.	Tidak ada simpangan permanen. Struktur tetap memiliki kekuatan dan kekakuan rencana. Retak ringan pada partisi langit-langit dan elemen struktur. Elevator dapat difungsikan kembali. Proteksi terhadap api dapat beroperasi.	Tidak ada simpangan permanen. Struktur tetap memiliki kekuatan dan kekakuan rencana. Retak ringan pada partisi, langit-langit dan elemen struktur. Semua sistem yang penting untuk beroperasi tetap berfungsi.
Komponen nonstruktur	Kerusakan besar	Resiko kejatuhan dapat dicegah, tetapi banyak komponen arsitektural, sistem mesin dan listrik yang rusak.	Peralatan dan muatan umumnya aman tetapi mungkin tidak beroperasi akibat adanya kerusakan mesin.	Terdapat kerusakan yang tidak berarti. Daya dan utilitas tetap tersedia, yang dimungkinkan dari sumber cadangan.

Tabel 3. 4 Batasan simpangan untuk berbagai level kinerja struktur (FEMA 356, 2000)

Level Kinerja Struktur	Drift (%)	Keterangan
Immediate Occupancy	1,0	Transient
Live Safety	2,0	Transient
	1,0	Permanent
Collapse Prevention	4,0	Transient atau permanent

Tabel 3. 5 Batasan simpangan untuk berbagai level kinerja struktur (ATC-40,1996)

Batasan simpangan antar tingkat	Level kinerja struktur			
	Immediate Occupancy	Damage Control	Live Safety	Structural Stability
Simpangan total maksimum	0,01	0,01-0,02	0,02	$0,33 V_i P_i$
Simpangan inelastis maksimum	0,005	0,005-0,015	Tidak dibatasi	Tidak dibatasi

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Data Penelitian

Jogja Apartment merupakan gedung bertingkat dengan struktur beton bertulang sistem *flat slab* (tanpa balok) yang terdiri dari 12 lantai dan 2 lantai *basement*. Gedung ini berlokasi di Jalan Lowanu No. 54, Tamansiswa, Yogyakarta.

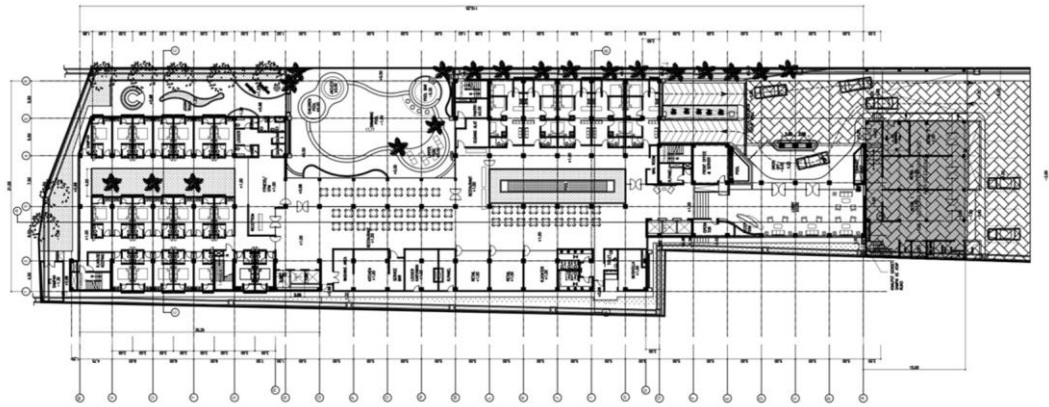
4.2 Data Struktur

Jogja Apartment merupakan gedung bertingkat dengan struktur beton bertulang sistem *flat slab-drop panel* dengan *shear wall*. Karakteristik yang gedung adalah sebagai berikut ini.

1. Modulus elastisitas baja, $E = 200000 \text{ MPa}$
2. Mutu baja yang digunakan pada perencanaan struktur adalah BJTP 24 ($f_y = 240 \text{ MPa}$) dan BJTD 40 ($y_y = 400 \text{ MPa}$)
3. Mutu beton (f'_c) yang digunakan sebesar 30 MPa
4. Analisis beban gempa menggunakan *response spectrum*
5. Struktur direncanakan berfungsi sebagai hunian dengan pembebanan pada SNI 1727:2013 dan PPIUG 1983

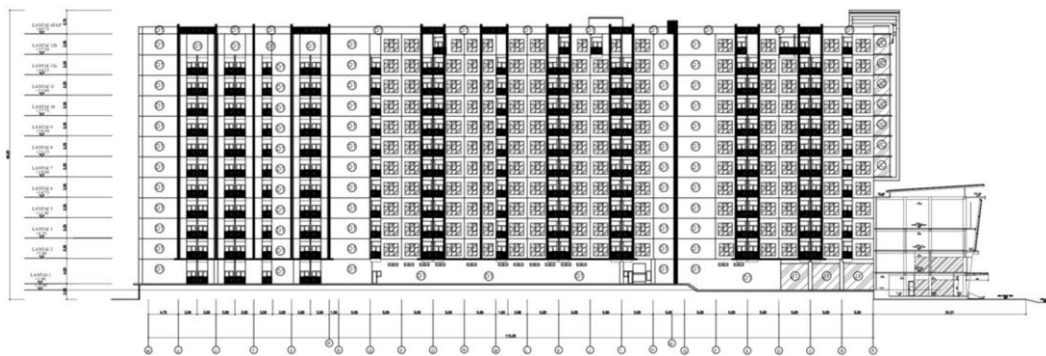
4.3 Model Struktur

Model struktur yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Jogja Apartment*. Adapun untuk lebih mengetahui model struktur berikut adalah gambar tampak gedung,



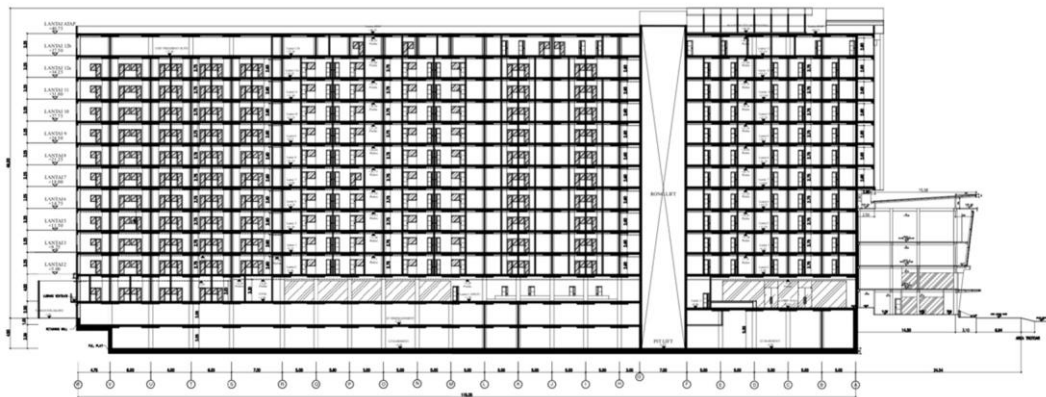
Gambar 4. 1 Denah Lantai 1

(Sumber : Architeca Indonesia)



Gambar 4. 2 Tampak Samping

(Sumber : Architeca Indonesia)



Gambar 4. 3 Potongan A-A

(Sumber : Architeca Indonesia)

4.4 Lokasi Penelitian

Gedung *Jogja Apartment* berlokasi di Jalan Lowanu No. 54, Tamansiswa, Kota Yogyakarta, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Denah lokasi dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4. 4 Denah Lokasi Jogja Apartment (Apartel Jogja)

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

4.5 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan beberapa tahap. Tahap-tahap ini diperlukan agar tercapainya tujuan penelitian yang akan dicapai. Berikut adalah tahap-tahap dalam melakukan penelitian ini

1. Pengumpulan data

Data yang didapat adalah data struktur dan bahan material gedung *Jogja Apartment*. Data ini digunakan untuk permodelan struktur 3D yang selanjutnya dianalisis dengan *software* ETABS 18. *Shop drawing* digunakan untuk tahapan permodelan yang sesuai dengan gambar yang ada sehingga analisis ini tidak menyimpang dari gambar yang ada. Semua struktur yang dimodulkan harus

sesuai dengan *shop drawing*, untuk elemen non structural dianggap sebagai beban sehingga tidak dimodelkan dengan struktur.

2. Studi literatur

Penelitian ini mengacu pada beberapa peraturan baik peraturan lama maupun terbaru yang masih berlaku di Indonesia. Berikut adalah peraturan tersebut

- a. SNI 1726:2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung
- b. SNI 1727:2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain
- c. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983, serta peraturan-peraturan lain yang terkait dengan penelitian ini.

Selain itu, penelitian-penelitian sebelumnya yang sejenis dengan penelitian ini dan buku-buku yang berkaitan dengan penelitian ini juga menjadi bahan referensi tambahan.

3. Permodelan struktur

Permodelan struktur bangunan akan dimodelkan dengan menggunakan program ETABS, Program ETABS digunakan secara spesialis untuk analisis struktur bangunan tinggi (*high rise building*) seperti bangunan perkantoran, apartemen, rumah sakit, dan gedung lainnya. Pada tahap permodelan ini, peneliti menentukan dimensi profil dan spesifikasi material yang akan digunakan. Penentuan dimensi dan spesifikasi permodelan struktur tentunya berdasar pada referensi penelitian-penelitian sebelumnya yang sejenis. Selain itu, juga dilakukan *input* beban sesuai yang telah direncanakan pada model struktur tersebut.

4. Analisis statik beban dorong

Hasil analisis dan perhitungan dari *software* ETABS menghasilkan data-data *output*. Data-data dalam tersebut digunakan untuk menentukan hasil kinerja dari gedung *Jogja Apartment*.

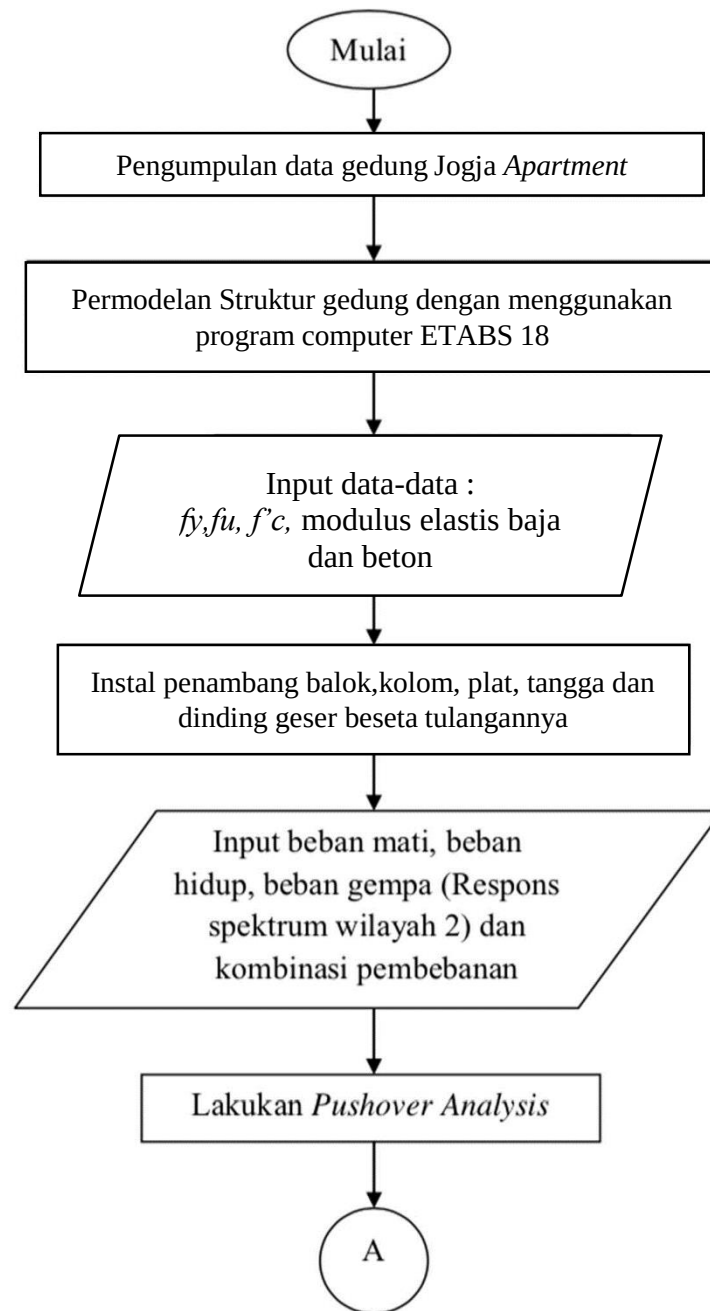
5. Evaluasi komponen struktur

Setelah tahap analisis, selanjutnya menentukan hasil kinerja gedung Jogja *Apartment* pasca gempa menggunakan analisis statik beban dorong (*Pushover Analysis*).

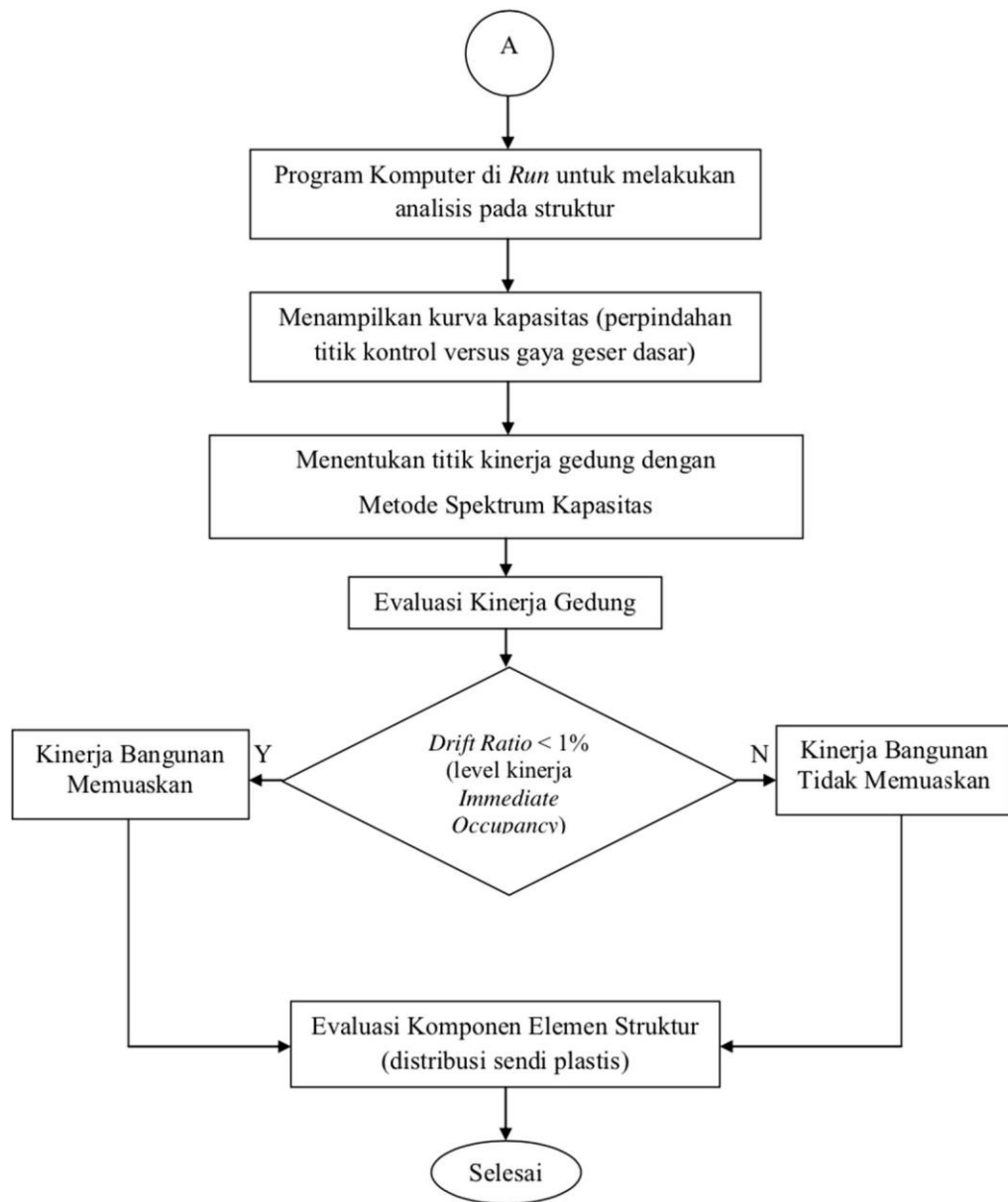
6. Penulisan naskah

Hasil dari penelitian ini dituliskan dalam sebuah laporan. Laporan tersebut menjadi salah satu bukti kongkret setelah penelitian selesai dilakukan. Selain itu, dari sebuah laporan dapat diketahui secara garisvbesar penelitian tersebut, mulai dari latar belakang hingga kesimpulan yang bisa didapat bagi para pembaca.

Secara umum *flowchart* untuk tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut ini



Gambar 4. 5 Diagram Alir Penelitian



Lanjutan Gambar 4.5 Diagram Alir Penelitian

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Konfigurasi Bangunan

Bangunan gedung *Jogja Apartment* memiliki 13 lantai. Arsitektural gedung dapat dilihat pada Lampiran 1. Data konfigurasi bangunan *Jogja Apartment* yang dianalisis adalah sebagai berikut.

- 1 Jenis bangunan : gedung bertingkat,
- 2 Sistem struktur : sistem *flat slab-drop panel* dengan *shearwall*,
- 3 Fungsi gedung : apartemen,
- 4 Lokasi : Yogyakarta,
- 5 Tinggi : 39,75 m.
- 6 Jumlah lantai : 13 lantai,
- 7 Mutu beton ($f'c$) : 30 MPa,
- 8 Mutu baja (f_y) : 240 MPa dan 400 MPa,

Tinggi dan elevasi lantai gedung *Jogja Apartment* dengan lebih detail dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5. 1 Tinggi dan Elevasi Gedung Jogja Apartment

Lantai	Tinggi (m)	Elevasi
Atap	3,25	+39,75
Lantai 12A	3,25	+36,5
Lantai 12B	3,25	+33,25
Lantai 11	3,25	+30
Lantai 10	3,25	+26,75
Lantai 9	3,25	+23,5
Lantai 8	3,25	+20,25
Lantai 7	3,25	+17
Lantai 6	3,25	+13,75
Lantai 5	3,25	+10,5
Lantai 3	3,25	+7,25
Lantai 2	4	+4

5.2. Pembebanan Struktur

5.2.1. Beban Mati

Beban mati terdiri dari berat sendiri elemen struktur dan berat sendiri tambahan. *ETABS* digunakan untuk menghitung secara otomatis berat sendiri dari elemen struktur (*self weight*). Sementara untuk berat sendiri tambahan (*superimposed dead load*) terdiri dari beban merata pada pelat serta berat dinding. Berikut adalah beban mati pada pelat lantai dan pelat atap dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3

Tabel 5. 2 Beban Mati Pelat Lantai

No.	Material	Dimensi (m)	Berat Volume (kN/m ³)	Beban Qd (kN/m ²)
1	Penutup lantai dari ubin	0,01	0,24	0,002
2	Spesi	0,03	0,21	0,006
3	Pasir	0,04	16	0,640
4	Rangka Plafon dan Penggantung	1	0,11	0,110
5	Plafond	1	0,07	0,070
6	Sanitasi	1	0,2	0,200
7	Plumbing	1	0,1	0,100
8	Mekanikal dan Elektrikal	1	0,25	0,250
9	Waterproffing pada pelat lantai	1	0,22	0,220
			Total Qd	1,599

Tabel 5. 3 Beban Mati Pelat Atap

No.	Material	Dimensi (m)	Berat Volume (kN/m ³)	Beban Qd (kN/m ²)
1	Spesi	0,03	0,21	0,006
2	Pasir	0,04	16	0,640
3	Waterproffing pada pelat lantai	1	0,22	0,220
			Total Qd	0,866

5.2.2. Beban Hidup

Berdasarkan SNI 1727-2013, beban hidup apartemen minimum sebesar $1,92 \text{ kN/m}^2$, dan diambil sebesar 2 kN/m^2 pada pelat lantai. Sementara untuk beban hidup atap minimum sebesar $0,96$ dan diambil sebesar 1 kN/m^2 pelat atap.

5.2.3. Analisis Beban Gempa Dinamis

Design beban gempa mengacu pada SNI 1726-2012. Permodelan dalam menggunakan ETABS, permodelan gempa dinamis dalam arah x dan arah y. Beban gempa rencana dicek terhadap kontrol waktu getar alami fundamental, gaya geser dasar (*base shear forces*), sistem ganda, simpangan antar lantai (*story drift*), dan partisipasi massa.

1 Kategori resiko bangunan

Fungsi bangunan merupakan gedung apartemen sehingga didapatkan kategori resiko II sesuai yang ditunjukkan pada Tabel 1 SNI 1726-2012.

2 Faktor keutamaan gempa

Faktor keutamaan gempa diperoleh berdasarkan pada langkah 1. Pada Tabel 2 SNI 1726-2012 nilai faktor keutamaan gempa sebesar 1,0.

3 Klasifikasi situs

Berdasarkan SNI 1726-2012 Pasal 5.1, penentuan klasifikasi situs dilakukan dengan menentukan tahanan penetrasi rata-rata ($\bar{\rho}$) seperti pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5. 4 Analisis Data N-SPT

Kedalaman (d) meter	Ketebalan Lapis (di) meter	N-SPT	di/N
2	2	14	0,14285714
4	2	17	0,11764706
6	2	17	0,11764706
8	2	23	0,08695652
10	2	23	0,08695652
12	2	43	0,04651163
14	2	16	0,125
16	2	42	0,04761905
18	2	47	0,04255319
20	2	44	0,04545455
22	2	51	0,03921569
24	2	56	0,03571429
26	2	56	0,03571429
28	2	57	0,03508772
30	2	58	0,03448276
Jumlah	30		1,03941745

$$\bar{N} = \frac{30}{1,0394} = 28,862$$

$15 < \bar{N} < 50 \rightarrow$ Termasuk dalam klasifikasi situs tanah sedang (SD)

- 4 Parameter percepatanan Tanah (S_s dan S_1), Koefisien Lokasi F_a dan F_v , Nilai S_{MS} dan S_{M1} , Parameter percepatan spektrum desain (S_{DS} dan S_{D1})

Nilai tersebut diperoleh pada situs Kementrian Pekerjaan Umum Bagian Pusat Pengembangan dan Evaluasi Permukiman (puskim.pu.go.id/aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/) dengan memasukan lokasi dari *Jogja Apartment*. Berikut adalah hasil dari webDesain Spektra Indonesia dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5. 5 Hasil Desain Spektra

Variabel	Nilai
PGA (g)	0,565
S_s (g)	1,313
S_I (g)	0,473
C_{RS}	0,914
C_{RI}	0,000
F_{PGA}	1,000
F_A	1,000
F_V	1,527
PSA (g)	0,565
S_{MS} (g)	1,313
S_{M1} (g)	0,723
S_{DS} (g)	0,875
S_{D1} (g)	0,482
T_0 (detik)	0,110
T_s (detik)	0,551

5 Kategori desain seismik

Berdasarkan Tabel 6 dan Tabel 7 SNI 1726-2012 dengan menggunakan parameter S_{DS} dan S_{D1} , maka pemilihan kategori desain seismik gedung *Jogja Apartment* masuk dalam kategori D.

6 Sistem Penahan Gempa

Berdasarkan Tabel 9 pada SNI 1726-2012, sistem struktur *Jogja Apartment* akan di desain menggunakan tipe D.3 yaitu sistem ganda dengan sistem rangka pemikul momen khusus. Dari tabel tersebut juga di dapat nilai-nilai sebagai berikut.

$$R^a \text{ (Koefisien modifikasi respon)} = 6,5\Omega^g$$

$$F_p \text{ (faktor kuat lebih sistem)} = 2,5$$

$$C_d \text{ (faktor pembesar defleksi)} = 5.$$

5.3. Data Elemen Struktur

1 Pelat Lantai

Pelat lantai adalah lantai tingkat pembatas antar tingkat yang satu dengan yang lainnya. Pada gedung ini menggunakan pelat tipe *flat slab* dengan *drop panel* dengan ketebalan yang berbeda. Untuk melihat detailnya dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5. 6 Tipe Pelat Lantai

No	Tipe	Ketebalan (mm)
1	S1	250
2	S2	250
3	S3	250
4	S4	250
5	S5	120
6	S6	120
7	S7	175
8	S8	175
9	KS4	250

2 Balok

Balok merupakan struktur yang berfungsi untuk meneruskan beban dari pelat atau dinding ke kolom. Pada gedung ini, balok yang digunakan cukup beragam. Untuk melihat detailnya dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5. 7 Tipe Balok

No	Tipe	Dimensi (mm)
1	B1	500 x 550
2	B1A	370 x 500
3	B2	300 x 500
4	B3	300 x 500
5	B3A	300 x 500

Lanjutan Tabel 5. 8 Tipe Balok

No	Tipe	Dimensi (mm)
6	B4	350 x 500
7	B5	200 x 400
8	B6	150 x 400
9	B7	200 x 400
10	KB2	300 x 500
11	KB3	300 x 600
12	KB4	450 x 450

3 Kolom

Kolom merupakan batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Pada gedung ini, kolom yang digunakan berbentuk persegi. Untuk melihat detailnya dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

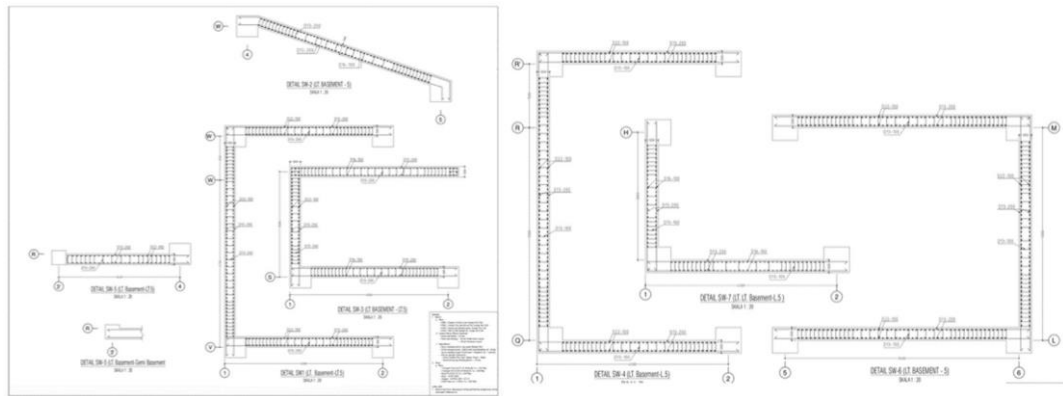
Tabel 5. 9 Tipe Kolom

No	Tipe	Dimensi (mm)
1	K1	600 x 700
2	K2	600 x 600
3	K3	600 x 600
4	K4	400 x 900
5	K6	400 x 400
6	K7	600 x 600
7	K8	1. x 800

4. Dinding Geser (*Shear wall*)

Dinding geser adalah *slab* beton bertulang yang dipasang secara vertikal pada sisi gedung tertentu yang berfungsi untuk meningkatkan kekakuan struktur dalam menahan gaya geser. Pada gedung, konfigurasi *shear wall* yang digunakan

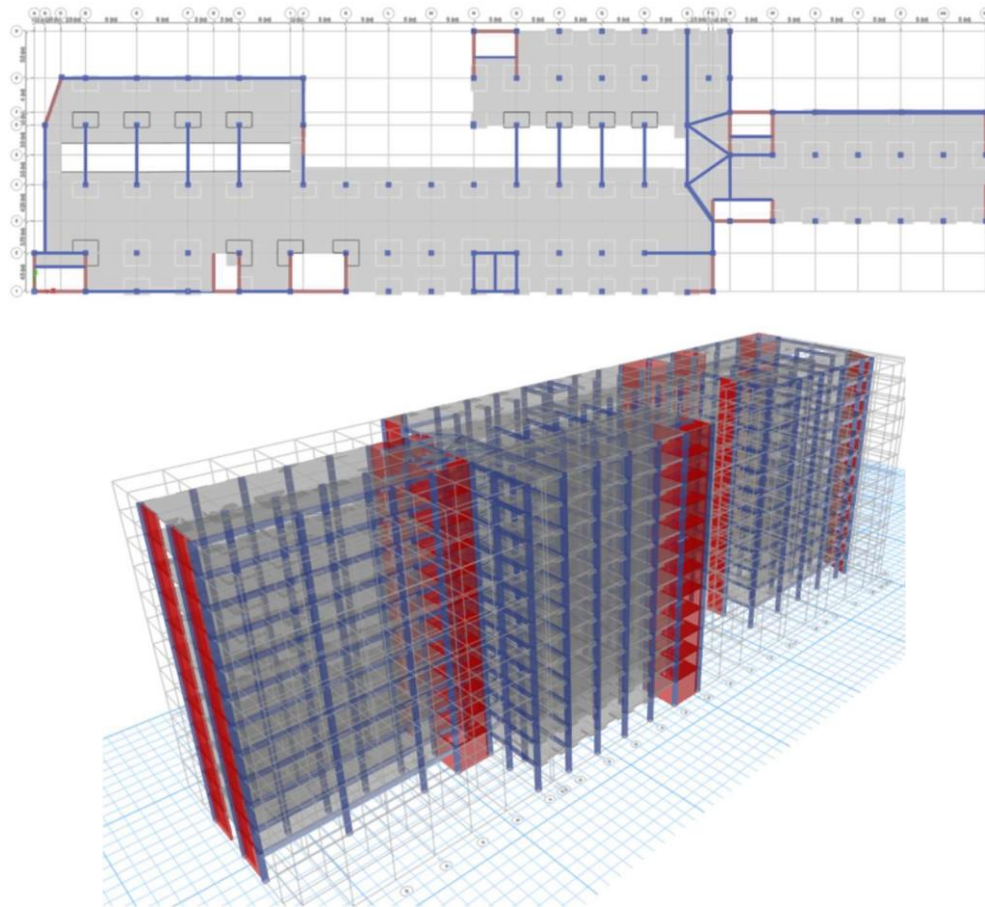
sangat beragam dengan ketebalan 300 mm. Untuk melihat detailnya dapat dilihat pada Gambar 5.1



Gambar 5. 1 Detail Shear wall Struktur Existing

5. Permodelan Struktur

Berikut adalah permodelan struktur *existing* pada program ETABS dapat dilihat pada Gambar 5.2 .



Gambar 5. 2 Permodelan Struktur Existing Gedung Jogja Apartment

6. Berat sendiri struktur perantai

Berdasarkan hasil keluaran (*output*) permodelan struktur menggunakan *software* ETABS, maka didapatkan berat sendiri struktur per lantai adalah sebagai berikut.

Tabel 5.9 Berat Sendiri Struktur per Lantai

Lantai	<i>Self Mass</i>	<i>Self Weight</i>
	kg	kN
Atap	1430722,3	14263,6794
Lantai 12B	1881873,24	18775,1888
Lantai 12A	1881873,24	18775,1888
Lantai 11	1881873,24	18775,1888
Lantai 10	1884555,24	18802,0088
Lantai 9	1884555,24	18802,0088
Lantai 8	1884555,24	18802,0088
Lantai 7	1884555,24	18802,0088

Lantai 6	1884555,24	18802,0088
Lantai 5	1884555,24	18802,0088
Lantai 3	1884555,24	18802,0088
Lantai 2	2069481,39	20651,2704
Total	25546370,53	254941,1827

5.4. Analisis Struktur

5.4.1 Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung

1. Waktu Getar Alami Struktur Gedung berdasarkan SNI 1726-2012

Berdasarkan SNI 1726-2012 Pasal 7.8.2, penentuan periode fundamental struktur (T) diijinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan (T_a) yang dihitung sesuai Pasal 7.8.2.1, dimana T_a untuk struktur dinding geser beton diijinkan ditentukan dari persamaan berikut.

$$T_a = \frac{0,0062 h_n}{\sqrt{C_w}} \quad (5.1)$$

$$C_w = \frac{100}{A_b} \sum_{i=1}^x \left(\frac{h_n}{h_i} \right)^2 \frac{A_i}{\left[1 + 0,83 \left(\frac{h_i}{D_i} \right)^2 \right]} \quad (5.2)$$

keterangan,

h_n = ketinggian struktur (m),

A_b = luas dasar struktur (m²),

A_i = luas badan dinding geser “ T ”,

D_i = panjang dinding geser “ T ”,

h_i = tinggi dinding geser ,

x = jumlah dinding geser dalam bangunan yang efektif dalam menahan gaya lateral dalam arah yang di tinjau .

$$C_{wx} = \frac{100}{2370,0355} \left[1 \times \left(\frac{39,75}{39,75} \right)^2 \frac{39,75 \times 0,4}{\left[1 + 0,83 \left(\frac{39,75}{6,5} \right)^2 \right]} + 2 \times \left(\frac{39,75}{39,75} \right)^2 \frac{39,75 \times 0,4}{\left[1 + 0,83 \left(\frac{39,75}{6} \right)^2 \right]} + 2 \times \left(\frac{39,75}{39,75} \right)^2 \frac{39,75 \times 0,4}{\left[1 + 0,83 \left(\frac{39,75}{5} \right)^2 \right]} + 2 \times \left(\frac{39,75}{39,75} \right)^2 \frac{39,75 \times 0,4}{\left[1 + 0,83 \left(\frac{39,75}{3} \right)^2 \right]} \right]$$

$$= 0,0914$$

$$C_{wy} = \frac{100}{2370,0355} \left[7 \times \left(\frac{39,75}{39,75} \right)^2 \frac{39,75 \times 0,4}{\left[1 + 0,83 \left(\frac{39,75}{4,2} \right)^2 \right]} + 2 \times \left(\frac{39,75}{39,75} \right)^2 \frac{39,75 \times 0,4}{\left[1 + 0,83 \left(\frac{39,75}{2,35} \right)^2 \right]} + 1 \times \right. \\ \left. \left(\frac{39,75}{39,75} \right)^2 \frac{39,75 \times 0,4}{\left[1 + 0,83 \left(\frac{39,75}{5,8} \right)^2 \right]} + 6 \times \left(\frac{39,75}{39,75} \right)^2 \frac{39,75 \times 0,4}{\left[1 + 0,83 \left(\frac{39,75}{5,5} \right)^2 \right]} + 1 \times \left(\frac{39,75}{39,75} \right)^2 \frac{39,75 \times 0,4}{\left[1 + 0,83 \left(\frac{39,75}{3,3} \right)^2 \right]} \right] \\ = 0,1817$$

$$T_{ax} = \frac{0,0062 \times 39,75}{\sqrt{0,0914}} = 0,8151$$

$$T_{ay} = \frac{0,006 \times 239,75}{\sqrt{0,1817}} = 0,578$$

Periode fundamental struktur, tidak boleh melebihi batas atas periode struktur didapatkan dengan mengalikan nilai periode fundamental perkiraan dengan koefisien C_u .

$$S_{D1} = 0,482 > 0,4 \rightarrow C_u = 1,4$$

$$C_u T_{ax} = 1,4 \times 0,8151 = 1,1411$$

$$C_u T_{ay} = 1,4 \times 0,578 = 0,8092$$

5.4.2 Waktu Getar Alami Struktur Gedung berdasarkan Analisis Modal

Waktu getar alami struktur bangunan juga dapat diperoleh dari hasil analisis ETABS melalui modal analisis. Hasil analisis waktu getar struktur adalah sebagai berikut.

Tabel 5.10 Waktu Getar Alami Struktur berdasarkan Analisis Modal

Mode	Periode
	(detik)
1	0,947
2	0,553
3	0,303
4	0,272
5	0,227
6	0,209
7	0,169

8	0,164
9	0,14
10	0,124
11	0,119

Maka dari hasil analisis modal, diketahui bahwa waktu getar alami fundamental (T_1) pada struktur gedung tinjauan adalah 0,947 detik.

5.4.3 Gaya Geser Dasar Struktur

Berdasarkan SNI 1726-2012 pasal 7.9.4 nilai geser dinamik ($V_{dinamik}$) harus lebih besar 85% dari gaya geser statik (V_{statik}). Bila lebih kecil, maka diperlukan faktor skala. Nilai $V_{dinamik}$ yang didapat dari hasil Analisa struktur pada program bantuan dan 85% V_{statik} adalah sebagai berikut.

Tabel 5. 11 Perbandingan *Base Shear Forces* Awal Struktur

	Arah X	Arah Y	Satuan
V_{statik}	25318,1279	25501,3102	kN
$V_{dinamik}$	17316,0461	11053,7759	kN
$V_{dinamik}/V_{statik}$	0,6839	0,4335	
Cek	NOT OK	NOT OK	

Berdasarkan Tabel 5.10 kontrol akhir tidak memenuhi syarat $V_{dinamik} > 85\% V_{statik}$ maka desain respon spektra pada analisis struktur harus dikalikan faktor skala yang di tentukan $0,85 \times \frac{V_{statik}}{V_{dinamik}}$. Besarnya faktor skala adalah sebagai berikut

Faktor arah x

$$Faktor\ skala\ lama \times 0,85 \times \frac{V_{statik}}{V_{dinamik}}$$

$$1,401 \times 0,85 \times \frac{25318,1279}{17316,0461} = 1,7411 \text{ m/s}^2 = 1741,103 \text{ mm/s}^2$$

Faktor arah y

$$Faktor\ skala\ lama \times 0,85 \times \frac{V_{statik}}{V_{dinamik}}$$

$$1,401 \times 0,85 \times \frac{25501,3102}{11053,775} = 2,7572 \text{ m/s}^2 = 2747,22 \text{ mm/s}^2$$

Setelah mendapatkan faktor skala masing-masing arah pembebanan selanjutnya dilakukan analisis ulang dengan faktor skala yang baru. Tabel 5.12 memperlihatkan hasil perbandingan gaya geser dasar,

Tabel 5. 12 Perbandingan *Base Shear Forces* Akhir Struktur

	Arah X	Arah Y	Satuan
Vstatik	25318,1279	25501,3102	kN
Vdinamik	21520,4110	21676,1157	kN
Vdinamik/Vstatik	0,85	0,85	
Cek	OK	OK	

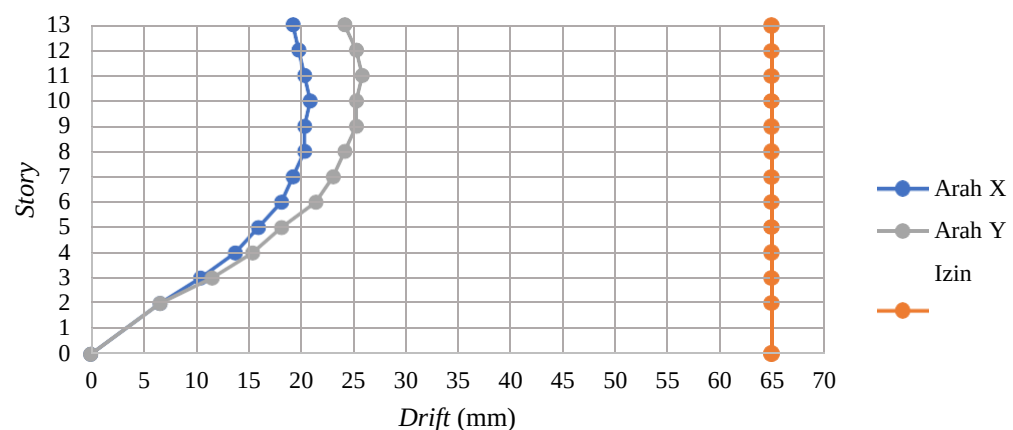
5.4.3 Simpangan antar Lantai (*Drift*) Struktur

Kinerja batas layan struktur gedung sangat ditentukan oleh simpangan antar tingkat akibat pengaruh gaya gempa rencana. Simpangan ijin antar lantai dibatasi sesuai dengan SNI 1726-2012 Pasal 7.12.1 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.13.

Tabel 5. 13 Simpangan Ijin Antar Lantai

Lantai	h_{sx}	$\Delta a = 0,02 h_{sv}$
	mm	mm
Lantai 3-Atap	3250	65

Berikut adalah kontrol simpangan (*drift*) struktur tiap lantai dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut



Gambar 5. 3 Simpangan Antar Lantai (*Story Drift*) Struktur

5.4.4 Kontrol ketidakberaturan horizontal pada struktur

Ketidakberaturan torsi didefinisikan ada, jika simpangan antar lantai tingkat maksimum, torsi yang dihitung termasuk tak terduga, di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,2 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur dengan diafragmanya kaku atau setengah kaku. Ketidakberaturan torsi berlebihan didefinisikan ada jika simpangan antar lantai tingkat maksimum, torsi yang dihitung termasuk tak terduga, di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,4 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi berlebihan dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur di mana diafragmanya kaku atau setengah kaku. Ketidakberaturan horizontal struktur *existing* dapat dilihat pada Tabel 5.14 dan Tabel 5.15.

Tabel 5. 14 Ketidakberaturan Horizontal Struktur Existing Arah X

Lantai	δb (Titik 1)	δa (Titik 446)	δmax	δavg	1,2 δavg	1,4 δavg	Keterangan
Atap	37,3	37,3	37,3	37,3	44,76	52,22	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
12b	33,8	33,8	33,8	33,8	40,56	47,32	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
12a	30,2	30,2	30,2	30,2	36,24	42,28	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
11	26,5	26,5	26,5	26,5	31,8	37,1	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
10	22,7	22,7	22,7	22,7	27,24	31,78	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
9	19	19	19	19	22,8	26,6	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
8	15,3	15,3	15,3	15,3	18,36	21,42	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
7	11,8	11,8	11,8	11,8	14,16	16,52	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
6	8,5	8,5	8,5	8,5	10,2	11,9	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
5	5,6	5,6	5,6	5,6	6,72	7,84	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
3	3,1	3,1	3,1	3,1	3,72	4,34	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,44	1,68	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi

Tabel 5. 15Ketidakberaturan Horizontal Struktur Existing Arah Y

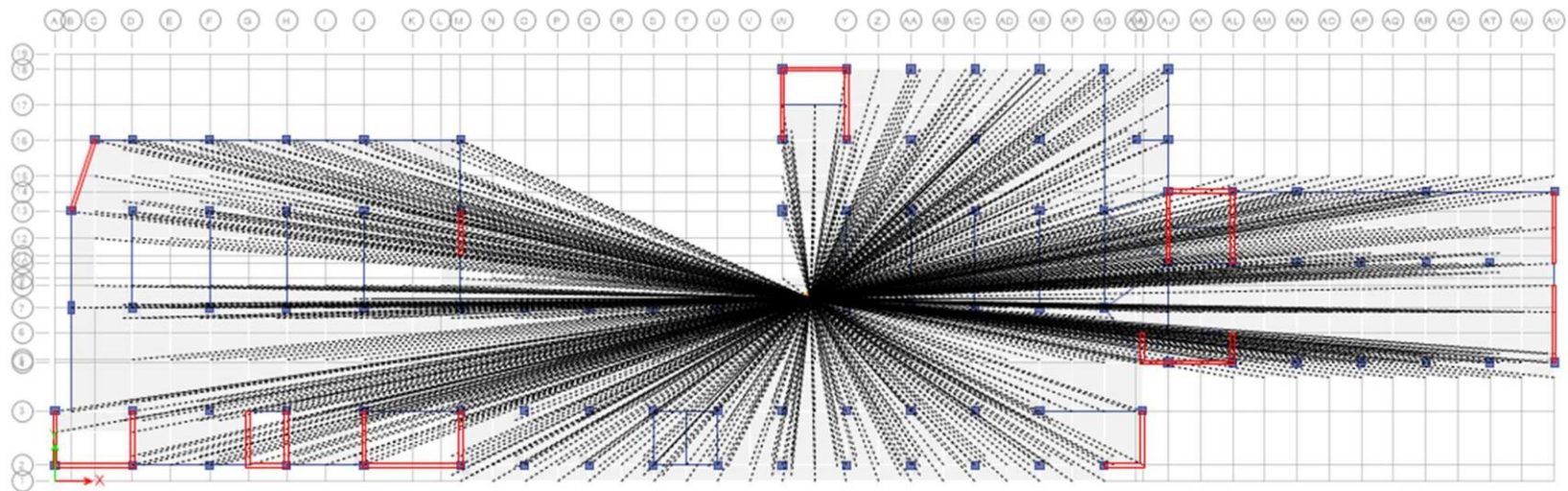
Lantai	δb (Titik 270)	δa (Titik 275)	δmax	δavg	1,2 δavg	1,4 δavg	Keterangan
Atap	35,8	35,8	35,8	35,8	42,96	50,12	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
12b	32,5	32,5	32,5	32,5	39	45,5	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
12a	29,2	29,2	29,2	29,2	35,04	40,88	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
11	25,7	25,7	25,7	25,7	30,84	35,98	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
10	22,1	22,1	22,1	22,1	26,52	30,94	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
9	18,6	18,6	18,6	18,6	22,32	26,04	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
8	15	15	15	15	18	21	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
7	11,6	11,6	11,6	11,6	13,92	16,24	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
6	8,4	8,4	8,4	8,4	10,08	11,76	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
5	5,5	5,5	5,5	5,5	6,6	7,7	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
3	3	3	3	3	3,6	4,2	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi
2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,32	1,54	Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi

5.4.5 Kontrol pusat massa,kekakuan dan eksentrisitas struktur

Beban gempa bekerja pada pusat massa tiap lantai dan dipengaruhi oleh besarnya massa tiap lantai. Selisih pusat massa dan kekakuan yang terlalu besar harus dihindari supaya tidak terjadi puntir pada struktur bangunan. Perhitungan massa, lokasi titik berat, dan titik pusat kekakuan tiap lantai bangunan dihitung menggunakan *software* ETABS. Perhitungan tersebut ditulis dalam Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5. 16 Titik Pusat Massa, Pusat Kekakuan dan Eksentrisitas Struktur Existing

Lantai	Titik Pusat Massa		Titik Pusat Kekakuan		Eksentrisitas	
	Xcm (m)	Ycm (m)	Xcr (m)	Ycr (m)	ex (m)	ey (m)
Atap	60,5999	13,2516	64,5683	11,6187	3,9684	1,6329
12b	59,6845	13,7125	64,2469	11,6344	4,5624	2,0781
12a	59,6845	13,7125	63,8032	11,618	4,1187	2,0945
11	59,6845	13,7125	63,2627	11,5942	3,5782	2,1183
10	59,7164	13,7143	62,6387	11,5646	2,9223	2,1497
9	59,7546	13,7165	61,9157	11,5314	2,1611	2,1851
8	59,7546	13,7165	61,0507	11,4978	1,2961	2,2187
7	59,7546	13,7165	60,0092	11,4696	0,2546	2,2469
6	59,7546	13,7165	58,7425	11,4603	1,0121	2,2562
5	59,7546	13,7165	57,1933	11,5014	2,5613	2,2151
3	59,7546	13,7165	55,3483	11,6886	4,4063	2,0279
2	59,4096	13,7991	53,5992	12,2696	5,8104	1,5295



Gambar 5. 4 Denah Diaphragma Lantai Struktur

5.5 Analisa Pushover

Analisis pushover dilakukan dalam dua tahap pembebanan, yaitu:

1. Tahap pertama, struktur gedung dibebani oleh beban gravitasi, yaitu kombinasi beban mati dengan koefisien pembebanan 1,0 dan beban hidup dengan koefisien pembebanan 0,25. Pada tahap ini, sudah diperhitungkan kondisi nonlinier.
2. Tahap kedua, analisis dengan memberikan pola beban dorong lateral pada struktur.

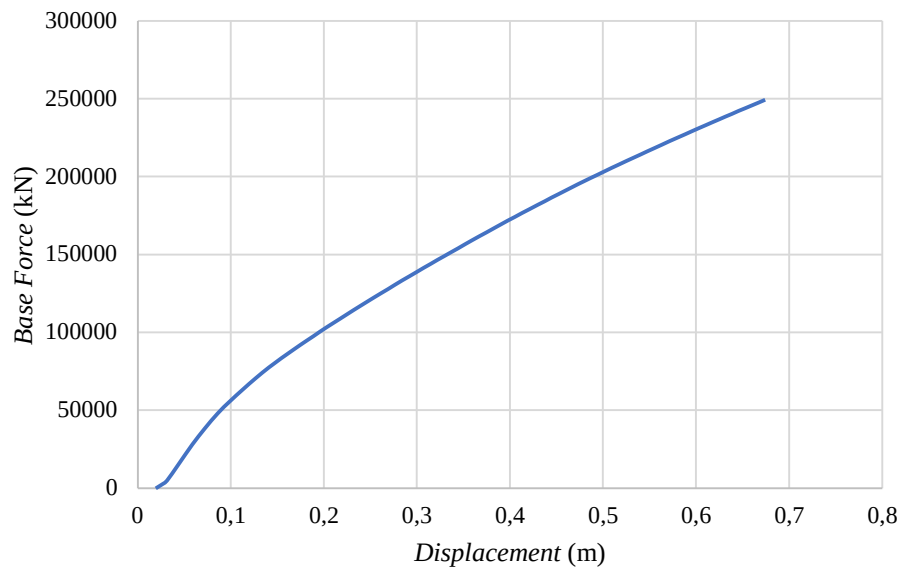
5.5.1 Kurva Kapasitas

Kurva kapasitas (*capacity curve*) merupakan kurva hubungan antara perpindahan lateral lantai teratas/atap (*displacement*) dengan gaya geser dasar (*base shear*) sebagai hasil dari analisis *pushover* yang disajikan dalam tabel dan gambar di bawah ini.

Tabel 5.14 Perpindahan Titik Kontrol dan Gaya Geser Dasar Arah X

<i>Step</i>	<i>Displacement</i>	<i>Base Force</i>
	m	kN
0	0,019382	0
1	0,023876	821,528
2	0,031507	4930,968
3	0,058538	28136,208
4	0,085753	48005,556
5	0,112833	63485,1
6	0,140819	77555,724
7	0,167719	89222,94
8	0,196001	100608,828
9	0,224708	111741,588
10	0,253715	122484,54
11	0,284467	133552,092
12	0,314651	144116,544

13	0,344083	154206,708
14	0,374757	164420,748
15	0,405086	174255,144
16	0,437329	184377,756
17	0,46595	193162,812
18	0,493494	201232,476
19	0,525122	210230,76
20	0,555103	218529,84
21	0,58798	227328,72
22	0,617717	235111,236
23	0,645457	242241,54
24	0,674004	249453,024



Gambar 5.4 **Perpindahan Titik Kontrol dan Gaya Geser Dasar Arah X**

Dari kurva kapasitas yang dihasilkan untuk arah-X, diperoleh bahwa analisis pushover berhenti di langkah (step) 24, yaitu pada saat perpindahan titik kontrol mencapai 84% dari target *displacement* maksimum $0,02H$ yang diharapkan tercapai yaitu 0,674004 m dan gaya geser dasar sebesar 249453,024 kN

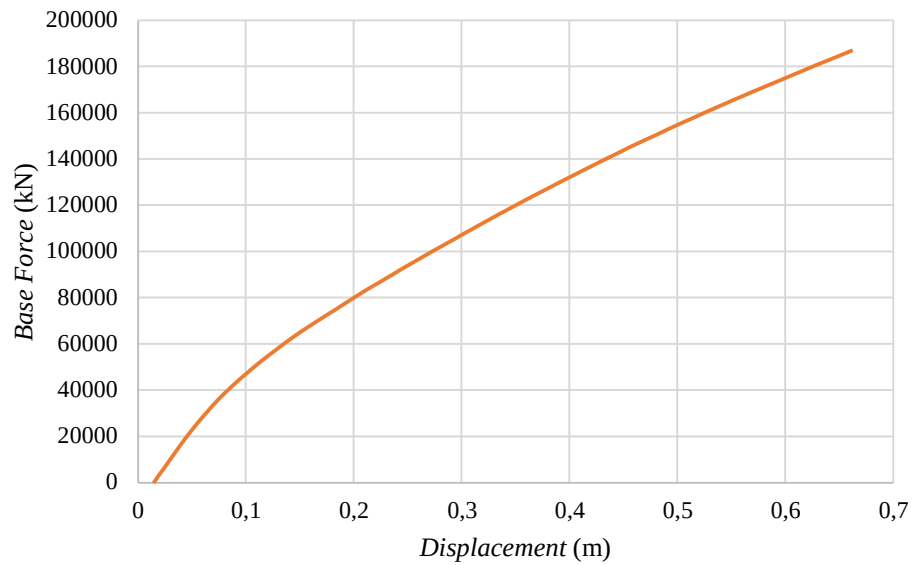
Tabel 5.15 **Perpindahan Titik Kontrol dan Gaya Geser Dasar Arah Y**

<i>Step</i>	<i>Displacement</i>	<i>Base Force</i>
	mm	kN
0	0,014382	0
1	0,020007	3696,876
2	0,047038	21100,806
3	0,074253	36002,817
4	0,101333	47612,475
5	0,129319	58165,443
6	0,156219	66915,855
7	0,184501	75455,271
8	0,213208	83804,841
9	0,242215	91862,055

Lanjutan Tabel 5.15 Perpindahan Titik Kontrol dan Gaya Geser Dasar Arah

Y

<i>Step</i>	<i>Displacement</i>	<i>Base Force</i>
	mm	kN
10	0,272967	100162,719
11	0,303151	108086,058
12	0,332583	115653,681
13	0,363257	123314,211
14	0,393586	130690,008
15	0,425829	138281,967
16	0,45445	144870,759
17	0,481994	150923,007
18	0,513622	157671,72
19	0,543603	163896,03
20	0,57648	170495,19
21	0,606217	176332,077
22	0,633957	181679,805
23	0,662504	187088,418

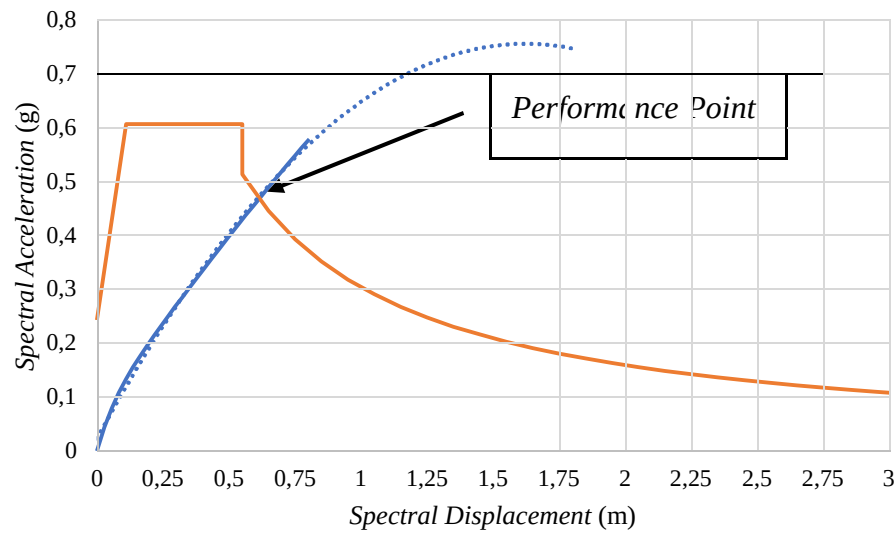


Gambar 5.5 Perpindahan Titik Kontrol dan Gaya Geser Dasar Arah Y

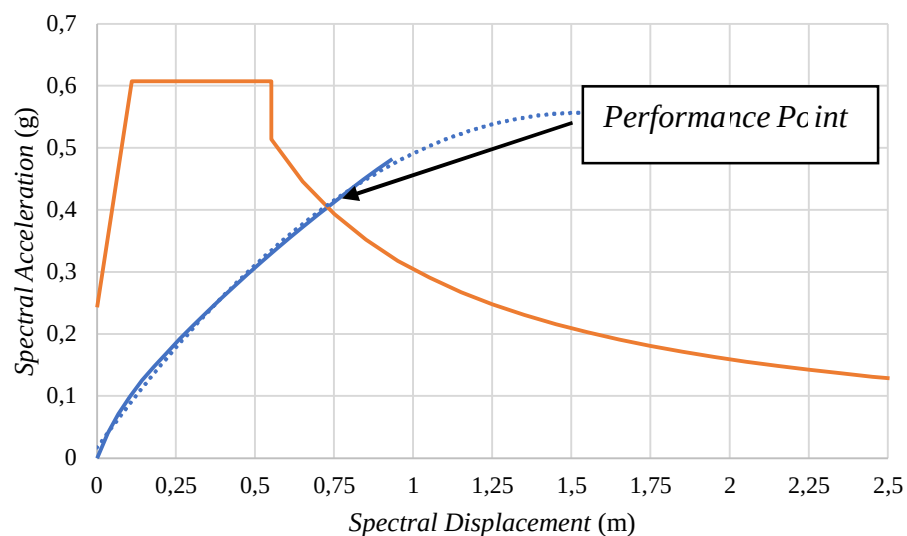
Dari kurva kapasitas yang dihasilkan untuk arah-X, diperoleh bahwa analisis *pushover* berhenti di langkah (step) 23, yaitu pada saat perpindahan titik kontrol mencapai 83% dari target *displacement* maksimum $0,02H$ yang diharapkan tercapai yaitu 0,662504 m dan gaya geser dasar sebesar 187088,418 kN

1. Menentukan Target Perpindahan dengan Metode Spektrum Kapasitas (ATC)

Metode ini dapat secara langsung pada program ETABS, berikut adalah target perpindahan dengan metode Spektrum Kapasitas (ATC40)



Gambar 5.6 Kurva Kapasitas Arah X format ADRS



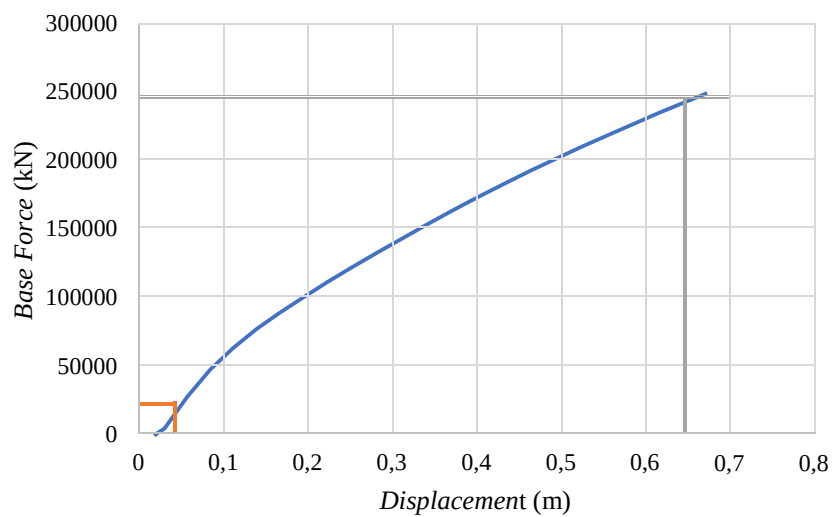
Gambar 5.6 Kurva Kapasitas Arah Y format ADRS

Titik kinerja (*performance point*) atau target perpindahan gedung merupakan perpotongan antara kurva spektrum kapasitas dan spektrum demand dalam format ADRS, yang menunjukkan bagaimana kekuatan struktur dalam memenuhi suatu beban yang diberikan. Dari gambar 5.5 dan gambar 5.6 didapatkan nilai target perpindahan dan gaya geser dasar pada titik kontrol tinjauan yang dapat dilihat pada tabel 5.16 berikut.

Tabel 5.16 Target Perpindahan dan Gaya Geser pada Titik Kontrol

	Target perpindahan (m)	Gaya Geser Dasar (kN)
Arah X	0,645457	242241,54
Arah Y	0,748498	202948,839

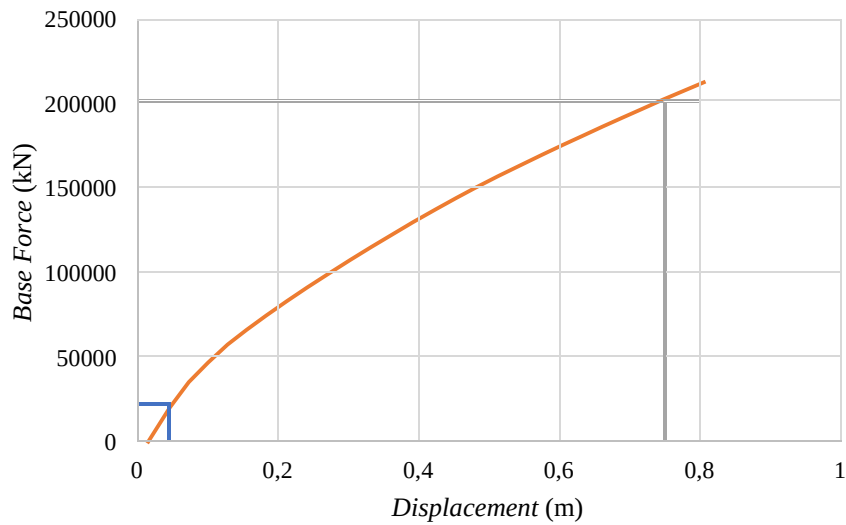
Berikut ini perbandingan gaya geser dasar hasil analisis Respon Spektrum dengan gaya geser dasar hasil analisis Pushover untuk pembebanan arah X dan arah Y :



Keterangan :

- : Gaya geser dasar hasil analisis respon spektrum
- : Gaya geser dasar hasil analisis pushover

Gambar 5.6 Perbandingan Gaya Geser Dasar Hasil Analisis Respon Spektrum dengan gaya geser dasar hasil analisis Pushover Arah X



Keterangan :

- : Gaya geser dasar hasil analisis respon spektrum
 — : Gaya geser dasar hasil analisis pushover

Gambar 5.7 Perbandingan Gaya Geser Dasar Hasil Analisis Respon Spektrum dengan gaya geser dasar hasil analisis Push Over Arah X

2. Evaluasi Kinerja Struktur

Tabel 5.17 Perbandingan Target Perpindahan dengan Batasan Displacement

Kriteria	Target Perpindahan		Batasan <i>Displacement</i> 0,02H (m)
	Arah X	Arah Y	
Spektrum Kapasitas	0,645457	0,748498	0,795

Level kinerja struktur (*structural performance levels*) ditentukan melalui kriteriaan *roof drift ratio* yang diperoleh pada saat target perpindahan tercapai.

Tabel 5.18 Perhitungan *Drift* Berdasarkan Perpindahan Titik Kontrol pada saat target perpindahan tercapai

Metode Spektrum Kapasitas	Elevasi Gedung (m)	D (m)	<i>Drift</i> Maksimal	Level Kinerja Gedung
Arah X	39,75	0,645457	0,0162	<i>Damage Control</i>
Arah Y	39,75	0,748498	0,0188	<i>Damage Control</i>

Maka kinerja gedung saat mencapai gaya geser dasar sebesar $V = 242241,54$ kN pada arah X dan 202948,839 kN pada arah Y masuk pada level ***Damage Control*** adalah tingkat kerusakan struktural yang terjadi berada di antara IO dan LS. Tingkat ini memiliki kemampuan yang lebih baik dalam membatasi kerusakan struktural yang terjadi pada bangunan dibandingkan LS dalam ATC-40 tidak disebutkan secara signifikan.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Berdasarkan analisis hasil dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Periode waktu getar alami fundamental (T_1) pada struktur gedung tinjauan adalah 0,947 detik. Nilai gaya geser dasar dari hasil analisis respon spektrum adalah 21520,4110 kN pada arah X dan 21676,1157 kN pada arah Y. Kinerja batas layan struktur gedung yang ditentukan oleh simpangan antar tingkat tidak melampau simpangan ijin antar lantai.
2. Titik kinerja gedung untuk pembebanan gempa arah-X adalah 0,645457 meter dengan gaya geser dasar yang terjadi 242241,54 kN, sedangkan untuk pembebanan gempa arah-Y diperoleh titik kinerja gedung yaitu 0,748498 meter dengan gaya geser yang terjadi adalah 202948,839 kN. Berdasarkan titik kinerja yang didapatkan diperoleh bahwa drift maksimal yang terjadi akibat pembebanan gempa arah-X dan arah-Y adalah 0,0162 dan 0,0188. Rasio simpangan struktur yang terjadi masih lebih kecil dari batas simpangan yang disyaratkan oleh FEMA 356 dan ATC-40 untuk level Damage Control, yaitu 0,01-0,02. Oleh karena itu, level kinerja struktur adalah Damage Control.

6.2 Saran

1. Pemodelan struktur gedung belum memasukkan komponen nonstruktur yang mendetail di dalamnya, hal ini karena data komponen nonstruktur yang diperoleh masih terbatas. Untuk menghasilkan model struktur yang lebih akurat, maka perlu diperoleh data komponen nonstruktur yang lebih memadai.

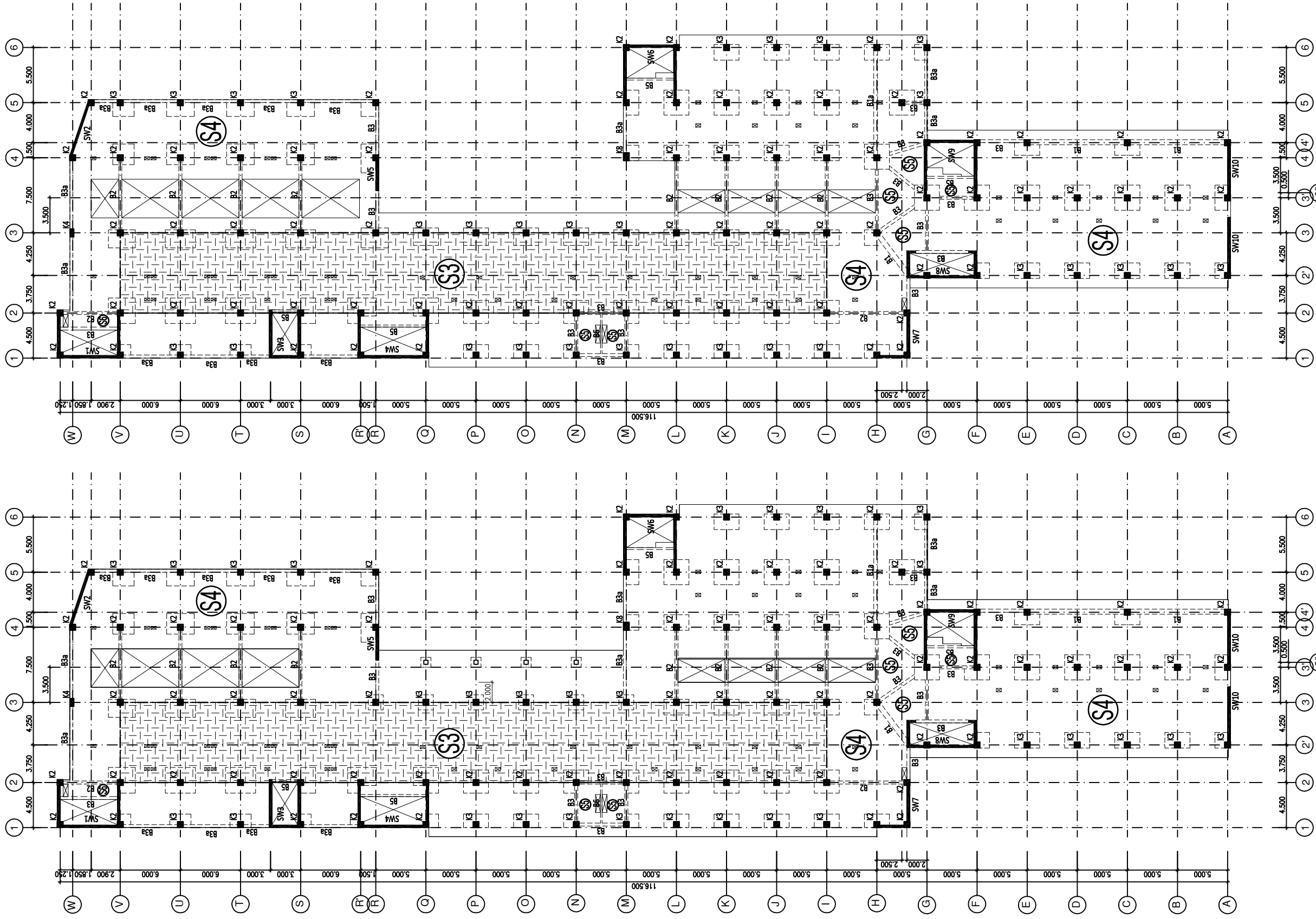
2. Penentuan titik kinerja struktur dapat dilakukan dengan menggunakan metode lain, seperti metode koefisien perpindahan (FEMA 356) dan metode koefisien perpindahan yang diperbaiki (FEMA 440).
3. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, maka evaluasi dapat dilanjutkan dengan tambahan analisis dinamik nonlinier.
4. Evaluasi kinerja struktur ini dilakukan dengan mengacu pada beberapa standar yang berlaku di luar negeri. Untuk itu perlu dikembangkan suatu metode evaluasi yang sesuai dengan standar dan kondisi di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

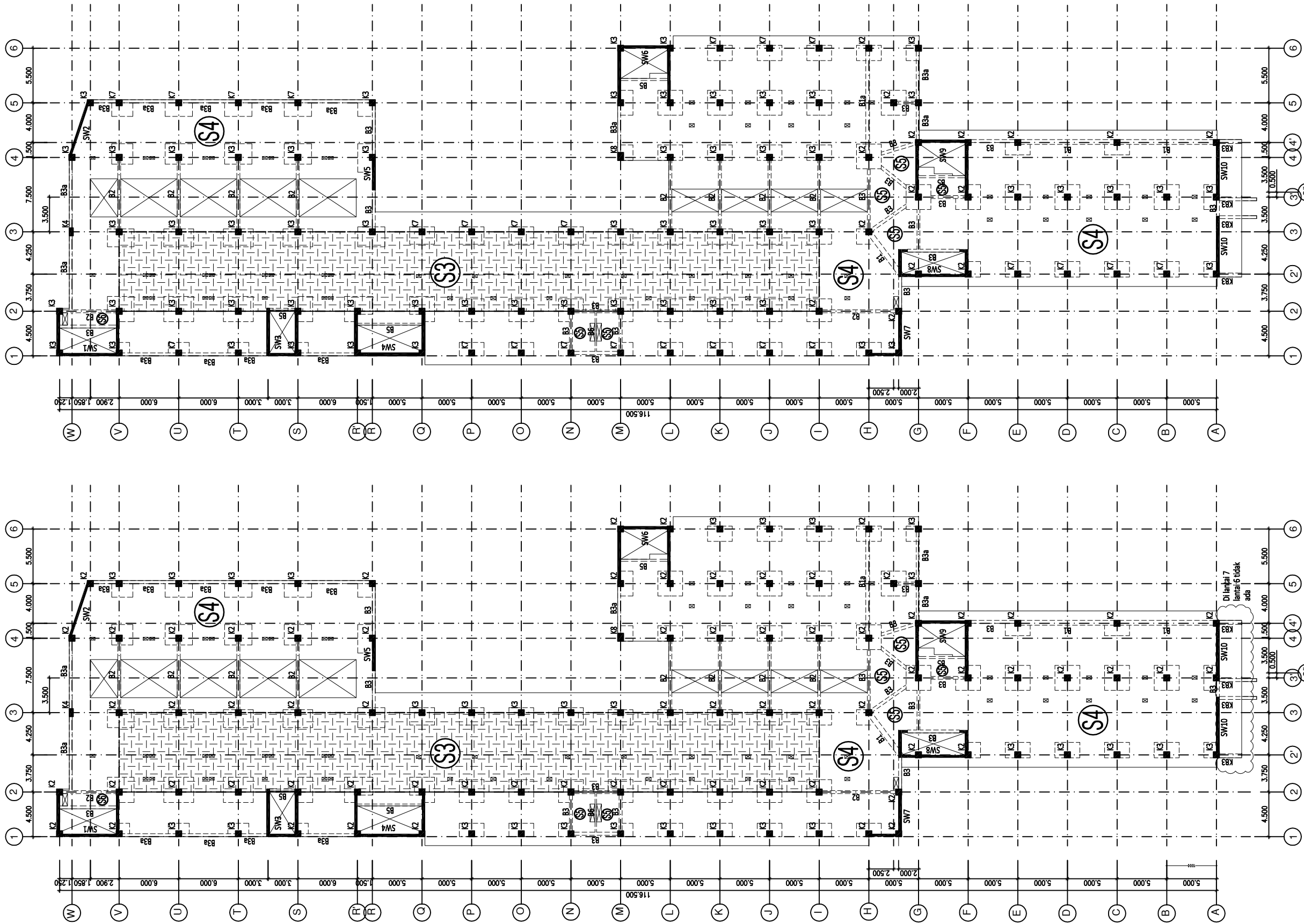
- Afandi, Nur Rachmad. 2010. *Evaluasi Seismik Struktur Beton dengan Analysis Pushover Menggunakan Program ETABS*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret.
- Badan Standardisasi Nasional. 1983. SNI 03-1727-1983 - *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. SNI 03-1726-2002 - *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*. Jakarta:BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. SNI 03-1726-2012 - *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta:BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. SNI 03-1727-2013 - *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. SNI 03-2847-2013 - *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Nurdianti, Ulfa. 2013. *Studi Keandalan Struktur Gedung Tinggu Tidak Beraturan Menggunakan Pushover Analysis pada Tanah Medium*. Jurusan Sipil Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin.
- Oktopianto, Yogi dan Andayani, Relly. 2013. *Evaluasi Kinerja Struktur Beton Bertulang dengan Pushover Analysis*. Proceeding PESAT (Psikologi, Ekonomi Sastra, Arsitektur & Teknik Sipil). 5. T64 – T72.

LAMPIRAN 1

GAMBAR KERJA



DAFTAR BAHAN:
1. Beton
2. Baja
3. Kayu
4. Kaca
5. Keramik
6. Cat
7. Lantai
8. Pintu
9. Jendela
10. Ventilasi
11. Lampu
12. Kusen
13. Gorden
14. Meja
15. Kursi
16. Lemari
17. Kasur
18. Bantal
19. Gelas
20. Piring
21. Sendok
22. Garpu
23. Pisau
24. Wastafel
25. Toilet
26. Bidet
27. Shower
28. Bathtub
29. Panci
30. Kompor
31. Kulkas
32. Freezer
33. Microwave
34. Blender
35. Mixer
36. Gelas
37. Piring
38. Sendok
39. Garpu
40. Pisau
41. Wastafel
42. Toilet
43. Bidet
44. Shower
45. Bathtub
46. Panci
47. Kompor
48. Kulkas
49. Freezer
50. Microwave
51. Blender
52. Mixer
53. Gelas
54. Piring
55. Sendok
56. Garpu
57. Pisau
58. Wastafel
59. Toilet
60. Bidet
61. Shower
62. Bathtub
63. Panci
64. Kompor
65. Kulkas
66. Freezer
67. Microwave
68. Blender
69. Mixer
70. Gelas
71. Piring
72. Sendok
73. Garpu
74. Pisau
75. Wastafel
76. Toilet
77. Bidet
78. Shower
79. Bathtub
80. Panci
81. Kompor
82. Kulkas
83. Freezer
84. Microwave
85. Blender
86. Mixer
87. Gelas
88. Piring
89. Sendok
90. Garpu
91. Pisau
92. Wastafel
93. Toilet
94. Bidet
95. Shower
96. Bathtub
97. Panci
98. Kompor
99. Kulkas
100. Freezer
101. Microwave
102. Blender
103. Mixer
104. Gelas
105. Piring
106. Sendok
107. Garpu
108. Pisau
109. Wastafel
110. Toilet
111. Bidet
112. Shower
113. Bathtub
114. Panci
115. Kompor
116. Kulkas
117. Freezer
118. Microwave
119. Blender
120. Mixer
121. Gelas
122. Piring
123. Sendok
124. Garpu
125. Pisau
126. Wastafel
127. Toilet
128. Bidet
129. Shower
130. Bathtub
131. Panci
132. Kompor
133. Kulkas
134. Freezer
135. Microwave
136. Blender
137. Mixer
138. Gelas
139. Piring
140. Sendok
141. Garpu
142. Pisau
143. Wastafel
144. Toilet
145. Bidet
146. Shower
147. Bathtub
148. Panci
149. Kompor
150. Kulkas
151. Freezer
152. Microwave
153. Blender
154. Mixer
155. Gelas
156. Piring
157. Sendok
158. Garpu
159. Pisau
160. Wastafel
161. Toilet
162. Bidet
163. Shower
164. Bathtub
165. Panci
166. Kompor
167. Kulkas
168. Freezer
169. Microwave
170. Blender
171. Mixer
172. Gelas
173. Piring
174. Sendok
175. Garpu
176. Pisau
177. Wastafel
178. Toilet
179. Bidet
180. Shower
181. Bathtub
182. Panci
183. Kompor
184. Kulkas
185. Freezer
186. Microwave
187. Blender
188. Mixer
189. Gelas
190. Piring
191. Sendok
192. Garpu
193. Pisau
194. Wastafel
195. Toilet
196. Bidet
197. Shower
198. Bathtub
199. Panci
200. Kompor
201. Kulkas
202. Freezer
203. Microwave
204. Blender
205. Mixer
206. Gelas
207. Piring
208. Sendok
209. Garpu
210. Pisau
211. Wastafel
212. Toilet
213. Bidet
214. Shower
215. Bathtub
216. Panci
217. Kompor
218. Kulkas
219. Freezer
220. Microwave
221. Blender
222. Mixer
223. Gelas
224. Piring
225. Sendok
226. Garpu
227. Pisau
228. Wastafel
229. Toilet
230. Bidet
231. Shower
232. Bathtub
233. Panci
234. Kompor
235. Kulkas
236. Freezer
237. Microwave
238. Blender
239. Mixer
240. Gelas
241. Piring
242. Sendok
243. Garpu
244. Pisau
245. Wastafel
246. Toilet
247. Bidet
248. Shower
249. Bathtub
250. Panci
251. Kompor
252. Kulkas
253. Freezer
254. Microwave
255. Blender
256. Mixer
257. Gelas
258. Piring
259. Sendok
260. Garpu
261. Pisau
262. Wastafel
263. Toilet
264. Bidet
265. Shower
266. Bathtub
267. Panci
268. Kompor
269. Kulkas
270. Freezer
271. Microwave
272. Blender
273. Mixer
274. Gelas
275. Piring
276. Sendok
277. Garpu
278. Pisau
279. Wastafel
280. Toilet
281. Bidet
282. Shower
283. Bathtub
284. Panci
285. Kompor
286. Kulkas
287. Freezer
288. Microwave
289. Blender
290. Mixer
291. Gelas
292. Piring
293. Sendok
294. Garpu
295. Pisau
296. Wastafel
297. Toilet
298. Bidet
299. Shower
300. Bathtub
301. Panci
302. Kompor
303. Kulkas
304. Freezer
305. Microwave
306. Blender
307. Mixer
308. Gelas
309. Piring
310. Sendok
311. Garpu
312. Pisau
313. Wastafel
314. Toilet
315. Bidet
316. Shower
317. Bathtub
318. Panci
319. Kompor
320. Kulkas
321. Freezer
322. Microwave
323. Blender
324. Mixer
325. Gelas
326. Piring
327. Sendok
328. Garpu
329. Pisau
330. Wastafel
331. Toilet
332. Bidet
333. Shower
334. Bathtub
335. Panci
336. Kompor
337. Kulkas
338. Freezer
339. Microwave
340. Blender
341. Mixer
342. Gelas
343. Piring
344. Sendok
345. Garpu
346. Pisau
347. Wastafel
348. Toilet
349. Bidet
350. Shower
351. Bathtub
352. Panci
353. Kompor
354. Kulkas
355. Freezer
356. Microwave
357. Blender
358. Mixer
359. Gelas
360. Piring
361. Sendok
362. Garpu
363. Pisau
364. Wastafel
365. Toilet
366. Bidet
367. Shower
368. Bathtub
369. Panci
370. Kompor
371. Kulkas
372. Freezer
373. Microwave
374. Blender
375. Mixer
376. Gelas
377. Piring
378. Sendok
379. Garpu
380. Pisau
381. Wastafel
382. Toilet
383. Bidet
384. Shower
385. Bathtub
386. Panci
387. Kompor
388. Kulkas
389. Freezer
390. Microwave
391. Blender
392. Mixer
393. Gelas
394. Piring
395. Sendok
396. Garpu
397. Pisau
398. Wastafel
399. Toilet
400. Bidet
401. Shower
402. Bathtub
403. Panci
404. Kompor
405. Kulkas
406. Freezer
407. Microwave
408. Blender
409. Mixer
410. Gelas
411. Piring
412. Sendok
413. Garpu
414. Pisau
415. Wastafel
416. Toilet
417. Bidet
418. Shower
419. Bathtub
420. Panci
421. Kompor
422. Kulkas
423. Freezer
424. Microwave
425. Blender
426. Mixer
427. Gelas
428. Piring
429. Sendok
430. Garpu
431. Pisau
432. Wastafel
433. Toilet
434. Bidet
435. Shower
436. Bathtub
437. Panci
438. Kompor
439. Kulkas
440. Freezer
441. Microwave
442. Blender
443. Mixer
444. Gelas
445. Piring
446. Sendok
447. Garpu
448. Pisau
449. Wastafel
450. Toilet
451. Bidet
452. Shower
453. Bathtub
454. Panci
455. Kompor
456. Kulkas
457. Freezer
458. Microwave
459. Blender
460. Mixer
461. Gelas
462. Piring
463. Sendok
464. Garpu
465. Pisau
466. Wastafel
467. Toilet
468. Bidet
469. Shower
470. Bathtub
471. Panci
472. Kompor
473. Kulkas
474. Freezer
475. Microwave
476. Blender
477. Mixer
478. Gelas
479. Piring
480. Sendok
481. Garpu
482. Pisau
483. Wastafel
484. Toilet
485. Bidet
486. Shower
487. Bathtub
488. Panci
489. Kompor
490. Kulkas
491. Freezer
492. Microwave
493. Blender
494. Mixer
495. Gelas
496. Piring
497. Sendok
498. Garpu
499. Pisau
500. Wastafel
501. Toilet
502. Bidet
503. Shower
504. Bathtub
505. Panci
506. Kompor
507. Kulkas
508. Freezer
509. Microwave
510. Blender
511. Mixer
512. Gelas
513. Piring
514. Sendok
515. Garpu
516. Pisau
517. Wastafel
518. Toilet
519. Bidet
520. Shower
521. Bathtub
522. Panci
523. Kompor
524. Kulkas
525. Freezer
526. Microwave
527. Blender
528. Mixer
529. Gelas
530. Piring
531. Sendok
532. Garpu
533. Pisau
534. Wastafel
535. Toilet
536. Bidet
537. Shower
538. Bathtub
539. Panci
540. Kompor
541. Kulkas
542. Freezer
543. Microwave
544. Blender
545. Mixer
546. Gelas
547. Piring
548. Sendok
549. Garpu
550. Pisau
551. Wastafel
552. Toilet
553. Bidet
554. Shower
555. Bathtub
556. Panci
557. Kompor
558. Kulkas
559. Freezer
560. Microwave
561. Blender
562. Mixer
563. Gelas
564. Piring
565. Sendok
566. Garpu
567. Pisau
568. Wastafel
569. Toilet
570. Bidet
571. Shower
572. Bathtub
573. Panci
574. Kompor
575. Kulkas
576. Freezer
577. Microwave
578. Blender
579. Mixer
580. Gelas
581. Piring
582. Sendok
583. Garpu
584. Pisau
585. Wastafel
586. Toilet
587. Bidet
588. Shower
589. Bathtub
590. Panci
591. Kompor
592. Kulkas
593. Freezer
594. Microwave
595. Blender
596. Mixer
597. Gelas
598. Piring
599. Sendok
600. Garpu
601. Pisau
602. Wastafel
603. Toilet
604. Bidet
605. Shower
606. Bathtub
607. Panci
608. Kompor
609. Kulkas
610. Freezer
611. Microwave
612. Blender
613. Mixer
614. Gelas
615. Piring
616. Sendok
617. Garpu
618. Pisau
619. Wastafel
620. Toilet
621. Bidet
622. Shower
623. Bathtub
624. Panci
625. Kompor
626. Kulkas
627. Freezer
628. Microwave
629. Blender
630. Mixer
631. Gelas
632. Piring
633. Sendok
634. Garpu
635. Pisau
636. Wastafel
637. Toilet
638. Bidet
639. Shower
640. Bathtub
641. Panci
642. Kompor
643. Kulkas
644. Freezer
645. Microwave
646. Blender
647. Mixer
648. Gelas
649. Piring
650. Sendok
651. Garpu
652. Pisau
653. Wastafel
654. Toilet
655. Bidet
656. Shower
657. Bathtub
658. Panci
659. Kompor
660. Kulkas
661. Freezer
662. Microwave
663. Blender
664. Mixer
665. Gelas
666. Piring
667. Sendok
668. Garpu
669. Pisau
670. Wastafel
671. Toilet
672. Bidet
673. Shower
674. Bathtub
675. Panci
676. Kompor
677. Kulkas
678. Freezer
679. Microwave
680. Blender
681. Mixer
682. Gelas
683. Piring
684. Sendok
685. Garpu
686. Pisau
687. Wastafel
688. Toilet
689. Bidet
690. Shower
691. Bathtub
692. Panci
693. Kompor
694. Kulkas
695. Freezer
696. Microwave
697. Blender
698. Mixer
699. Gelas
700. Piring
701. Sendok
702. Garpu
703. Pisau
704. Wastafel
705. Toilet
706. Bidet
707. Shower
708. Bathtub
709. Panci
710. Kompor
711. Kulkas
712. Freezer
713. Microwave
714. Blender
715. Mixer
716. Gelas
717. Piring
718. Sendok
719. Garpu
720. Pisau
721. Wastafel
722. Toilet
723. Bidet
724. Shower
725. Bathtub
726. Panci
727. Kompor
728. Kulkas
729. Freezer
730. Microwave
731. Blender
732. Mixer
733. Gelas
734. Piring
735. Sendok
736. Garpu
737. Pisau
738. Wastafel
739. Toilet
740. Bidet
741. Shower
742. Bathtub
743. Panci
744. Kompor
745. Kulkas
746. Freezer
747. Microwave
748. Blender
749. Mixer
750. Gelas
751. Piring
752. Sendok
753. Garpu
754. Pisau
755. Wastafel
756. Toilet
757. Bidet
758. Shower
759. Bathtub
760. Panci
761. Kompor
762. Kulkas
763. Freezer
764. Microwave
765. Blender
766. Mixer
767. Gelas
768. Piring
769. Sendok
770. Garpu
771. Pisau
772. Wastafel
773. Toilet
774. Bidet
775. Shower
776. Bathtub
777. Panci
778. Kompor
779. Kulkas
780. Freezer
781. Microwave
782. Blender
783. Mixer
784. Gelas
785. Piring
786. Sendok
787. Garpu
788. Pisau
789. Wastafel
790. Toilet
791. Bidet
792. Shower
793. Bathtub
794. Panci
795. Kompor
796. Kulkas
797. Freezer
798. Microwave
799. Blender
800. Mixer
801. Gelas
802. Piring
803. Sendok
804. Garpu
805. Pisau
806. Wastafel
807. Toilet
808. Bidet
809. Shower
810. Bathtub
811. Panci
812. Kompor
813. Kulkas
814. Freezer
815. Microwave
816. Blender
817. Mixer
818. Gelas
819. Piring
820. Sendok
821. Garpu
822. Pisau
823. Wastafel
824. Toilet
825. Bidet
826. Shower
827. Bathtub
828. Panci
829. Kompor
830. Kulkas
831. Freezer
832. Microwave
833. Blender
834. Mixer
835. Gelas
836. Piring
837. Sendok
838. Garpu
839. Pisau
840. Wastafel
841. Toilet
842. Bidet
843. Shower
844. Bathtub
845. Panci
846. Kompor
847. Kulkas
848. Freezer
849. Microwave
850. Blender
851. Mixer
852. Gelas
853. Piring
854. Sendok
855. Garpu
856. Pisau
857. Wastafel
858. Toilet
859. Bidet
860. Shower
861. Bathtub
862. Panci
863. Kompor
864. Kulkas
865. Freezer
866. Microwave
867. Blender
868. Mixer
869. Gelas
870. Piring
871. Sendok
872. Garpu
873. Pisau
874. Wastafel
875. Toilet
876. Bidet
877. Shower
878. Bathtub
879. Panci
880. Kompor
881. Kulkas
882. Freezer
883. Microwave
884. Blender
885. Mixer
886. Gelas
887. Piring
888. Sendok
889. Garpu
890. Pisau
891. Wastafel
892. Toilet
893. Bidet
894. Shower
895. Bathtub
896. Panci
897. Kompor
898. Kulkas
899. Freezer
900. Microwave
901. Blender
902. Mixer
903. Gelas
904. Piring
905. Sendok
906. Garpu
907. Pisau
908. Wastafel
909. Toilet
910. Bidet
911. Shower
912. Bathtub
913. Panci
914. Kompor
915. Kulkas
916. Freezer
917. Microwave
918. Blender
919. Mixer
920. Gelas
921. Piring
922. Sendok
923. Garpu
924. Pisau
925. Wastafel
926. Toilet
927. Bidet
928. Shower
929. Bathtub
930. Panci
931. Kompor
932. Kulkas
933. Freezer
934. Microwave
935. Blender
936. Mixer
937. Gelas
938. Piring
939. Sendok
940. Garpu
941. Pisau
942. Wastafel
943. Toilet
944. Bidet
945. Shower
946. Bathtub
947. Panci
948. Kompor
949. Kulkas
950. Freezer
951. Microwave
952. Blender
953. Mixer
954. Gelas
955. Piring
956. Sendok
957. Garpu
958. Pisau
959. Wastafel
960. Toilet
961. Bidet
962. Shower
963. Bathtub
964. Panci
965. Kompor
966. Kulkas
967. Freezer
968. Microwave
969. Blender
970. Mixer
971. Gelas
972. Piring
973. Sendok
974. Garpu
975. Pisau
976. Wastafel
977. Toilet
978. Bidet
979. Shower
980. Bathtub
981. Panci
982. Kompor
983. Kulkas
984. Freezer
985. Microwave
986. Blender
987. Mixer
988. Gelas
989. Piring
990. Sendok
991. Garpu
992. Pisau
993. Wastafel
994. Toilet
995. Bidet
996. Shower
997. Bathtub
998. Panci
999. Kompor
1000. Kulkas
1001. Freezer
1002. Microwave
1003. Blender
1004. Mixer
1005. Gelas
1006. Piring
1007. Sendok
1008. Garpu
1009. Pisau
1010. Wastafel
1011. Toilet
1012. Bidet
1013. Shower
1014. Bathtub
1015. Panci
1016. Kompor
1017. Kulkas
1018. Freezer
1019. Microwave
1020. Blender
1021. Mixer
1022. Gelas
1023. Piring
1024. Sendok
1025. Garpu
1026. Pisau
1027. Wastafel
1028. Toilet
1029. Bidet
1030. Shower
1031. Bathtub
1032. Panci
1033. Kompor
1034. Kulkas
1035. Freezer
1036. Microwave
1037. Blender
1038. Mixer
1039. Gelas
1040. Piring
1041. Sendok
1042. Garpu
1043. Pisau
1044. Wastafel
1045. Toilet
1046. Bidet
1047. Shower
1048. Bathtub
1049. Panci
1050. Kompor
1051. Kulkas
1052. Freezer
1053. Microwave
1054. Blender
1055. Mixer
1056. Gelas
1057. Piring
1058. Sendok
1059. Garpu
1060. Pisau
1061. Wastafel
1062. Toilet
1063. Bidet
1064. Shower
1065. Bathtub
1066. Panci
1067. Kompor
1068. Kulkas
1069. Freezer
1070. Microwave
1071. Blender
1072. Mixer
1073. Gelas
1074. Piring
1075. Sendok
1076. Garpu
1077. Pisau
1078. Wastafel
1079. Toilet
1080. Bidet
1081. Shower
1082. Bathtub
1083. Panci
1084. Kompor
1085. Kulkas
1086. Freezer
1087. Microwave
1088. Blender
1089. Mixer
1090. Gelas
1091. Piring
1092. Sendok
1093. Garpu
1094. Pisau
1095. Wastafel
1096. Toilet
1097. Bidet
1098. Shower
1099. Bathtub
1100. Panci
1101. Kompor
1102. Kulkas
1103. Freezer
1104. Microwave
1105. Blender
1106. Mixer
1107. Gelas
1108. Piring
1109. Sendok
1110. Garpu
1111. Pisau
1112. Wastafel
1113. Toilet
1114. Bidet
1115. Shower
1116. Bathtub
1117. Panci
1118. Kompor
1119. Kulkas
1120. Freezer
1121. Microwave
1122. Blender
1123. Mixer
1124. Gelas
1125. Piring
1126. Sendok
1127. Garpu
1128. Pisau
1129. Wastafel
1130. Toilet
1131. Bidet
1132. Shower
1133. Bathtub
1134. Panci
1135. Kompor
1136. Kulkas
1137. Freezer
1138. Microwave
1139. Blender
1140. Mixer
1141. Gelas
1142. Piring
1143. Sendok
1144. Garpu
1145. Pisau
1146. Wastafel
1147. Toilet
1148. Bidet
1149. Shower
1150. Bathtub
1151. Panci
1152. Kompor
1153. Kulkas
1154. Freezer
1155. Microwave
1156. Blender
1157. Mixer
1158. Gelas
1159. Piring
1160. Sendok
1161. Garpu
1162. Pisau
1163. Wastafel
1164. Toilet
1165. Bidet
1166. Shower
1167. Bathtub
1168. Panci
1169. Kompor
1170. Kulkas
1171. Freezer
1172. Microwave
1173. Blender
1174. Mixer
1175. Gelas
1176. Piring
1177. Sendok
1178. Garpu
1179. Pisau
1180. Wastafel
1181. Toilet
1182. Bidet
1183. Shower
1184. Bathtub
1185. Panci
1186. Kompor
1187. Kulkas
1188. Freezer
1189. Microwave
1190. Blender
1191. Mixer
1192. Gelas
1193. Piring
1194. Sendok
1195. Garpu
1196. Pisau
1197. Wastafel
1198. Toilet
1199. Bidet
1200. Shower
1201. Bathtub
1202. Panci
1203. Kompor
1204. Kulkas
1205. Freezer
1206. Microwave
1207. Blender
1208. Mixer
1209. Gelas
1210. Piring
1211. Sendok
1212. Garpu
1213. Pisau
1214. Wastafel
1215. Toilet
1216. Bidet
1217. Shower
1218. Bathtub
1219. Panci
1220. Kompor
1221. Kulkas
1222. Freezer
1223. Microwave
1224. Blender
1225. Mixer
1226. Gelas
1227. Piring
1228. Sendok
1229. Garpu
1230. Pisau
1231. Wastafel
1232. Toilet
1233. Bidet
1234. Shower
1235. Bathtub
1236. Panci
1237. Kompor
1238. Kulkas
1239. Freezer
1240. Microwave
1241. Blender
1242. Mixer
1243. Gelas
1244. Piring
1245. Sendok
1246. Garpu
1247. Pisau
1248. Wastafel
1249. Toilet
1250. Bidet
1251. Shower
1252. Bathtub
1253. Panci
1254. Kompor
1255. Kulkas
1256. Freezer
1257. Microwave
1258. Blender
1259. Mixer
1260. Gelas
1261. Piring
1262. Sendok
1263. Garpu
1264. Pisau
1265. Wastafel
1266. Toilet
1267. Bidet
1268. Shower
1269. Bathtub
1270. Panci
1271. Kompor
1272. Kulkas
1273. Freezer
1274. Microwave
1275. Blender
1276. Mixer
1277. Gelas
1278. Piring
1279. Sendok
1280. Garpu
1281. Pisau
1282. Wastafel
1283. Toilet
1284. Bidet
1285. Shower
1286. Bathtub
1287. Panci
1288. Kompor
1289. Kulkas
1290. Freezer
1291. Microwave
1292. Blender
1293. Mixer
1294. Gelas
1295. Piring
1296. Sendok
1297. Garpu
1298. Pisau
1299. Wastafel
1300. Toilet
1301. Bidet
1302. Shower
1303. Bathtub
1304. Panci
1305. Kompor
1306. Kulkas
1307. Freezer
1308. Microwave
1309. Blender
1310. Mixer
1311. Gelas
1312. Piring
1313. Sendok
1314. Garpu
1315. Pisau
1316. Wastafel
1317. Toilet
1318. Bidet
1319. Shower
1320. Bathtub
1321. Panci
1322. Kompor
1323. Kulkas
1324. Freezer
1325. Microwave
1326. Blender
1327. Mixer
1328. Gelas
1329. Piring
1330. Sendok
1331. Garpu
1332. Pisau
1333. Wastafel
1334. Toilet
1335. Bidet
1336. Shower
1337. Bathtub
1338. Panci
1339. Kompor
1340. Kulkas
1341. Freezer
1342. Microwave
1343. Blender
1344. Mixer
1345. Gelas
1346. Piring
1347. Sendok
1348. Garpu
1349. Pisau
1350. Wastafel
1351. Toilet
1352. Bidet
1353. Shower
1354. Bathtub
1355. Panci
1356. Kompor
1357. Kulkas
1358. Freezer
1359. Microwave
1360. Blender
1361. Mixer
1362. Gelas
1363. Piring
1364. Sendok
1365. Garpu
1366. Pisau
1367. Wastafel
1368. Toilet
1369. Bidet
1370. Shower
1371. Bathtub
1372. Panci
1373. Kompor
1374. Kulkas
1375. Freezer
1376. Microwave
1377. Blender
1378. Mixer
1379. Gelas
1380. Piring
1381. Sendok
1382. Garpu
1383. Pisau
1384. Wastafel
1385. Toilet
1386. Bidet
1387. Shower
1388. Bathtub
1389. Panci
1390. Kompor
1391. Kulkas
1392. Freezer
1393. Microwave
1394. Blender
1395. Mixer
1396. Gelas
1397. Piring
1398. Sendok
1399. Garpu
1400. Pisau
1401. Wastafel
1402. Toilet
1403. Bidet
1404. Shower
1405. Bathtub
1406. Panci
1407. Kompor
1408. Kulkas
1409. Freezer
1410. Microwave
1411. Blender
1412. Mixer
1413. Gelas
1414. Piring
1415. Sendok
1416. Garpu
1417. Pisau
1418. Wastafel
1419. Toilet
1420. Bidet
1421. Shower
1422. Bathtub
1423. Panci
1424. Kompor
1425. Kulkas
1426. Freezer
1427. Microwave
1428. Blender
1429. Mixer
1430. Gelas
1431. Piring
1432. Sendok
1433. Garpu
1434. Pisau
1435. Wastafel
1436. Toilet
1437. Bidet
1438. Shower
1439. Bathtub
1440. Panci
1441. Kompor
1442. Kulkas
1443. Freezer
1444. Microwave
1445. Blender
1446. Mixer
1447. Gelas
1448. Piring
1449. Sendok
1450. Garpu
1451. Pisau
1452. Wastafel
1453. Toilet
1454. Bidet
1455. Shower
1456. Bathtub
1457. Panci
1458. Kompor
1459. Kulkas
1460. Freezer
1461. Microwave
1462. Blender
1463. Mixer
1464. Gelas
1465. Piring
1466. Sendok
1467. Garpu
1468. Pisau
1469. Wastafel
1470. Toilet
1471. Bidet
1472. Shower
1473. Bathtub
1474. Panci
1475. Kompor
1476. Kulkas
1477. Freezer
1478. Microwave
1479. Blender
1480. Mixer
1481. Gelas
1482. Piring
1483. Sendok
1484. Garpu
1485. Pisau
1486. Wastafel
1487. Toilet
1488. Bidet
1489. Shower
1490. Bathtub
1491. Panci
1492. Kompor
1493. Kulkas
1494. Freezer
1495. Microwave
1496



BAHAN:
1. Beton
2. Baja
3. Kayu
4. Kusen
5. Kusen
6. Kusen
7. Kusen
8. Kusen
9. Kusen
10. Kusen
11. Kusen
12. Kusen
13. Kusen
14. Kusen
15. Kusen
16. Kusen
17. Kusen
18. Kusen
19. Kusen
20. Kusen
21. Kusen
22. Kusen
23. Kusen
24. Kusen
25. Kusen
26. Kusen
27. Kusen
28. Kusen
29. Kusen
30. Kusen
31. Kusen
32. Kusen
33. Kusen
34. Kusen
35. Kusen
36. Kusen
37. Kusen
38. Kusen
39. Kusen
40. Kusen
41. Kusen
42. Kusen
43. Kusen
44. Kusen
45. Kusen
46. Kusen
47. Kusen
48. Kusen
49. Kusen
50. Kusen
51. Kusen
52. Kusen
53. Kusen
54. Kusen
55. Kusen
56. Kusen
57. Kusen
58. Kusen
59. Kusen
60. Kusen
61. Kusen
62. Kusen
63. Kusen
64. Kusen
65. Kusen
66. Kusen
67. Kusen
68. Kusen
69. Kusen
70. Kusen
71. Kusen
72. Kusen
73. Kusen
74. Kusen
75. Kusen
76. Kusen
77. Kusen
78. Kusen
79. Kusen
80. Kusen
81. Kusen
82. Kusen
83. Kusen
84. Kusen
85. Kusen
86. Kusen
87. Kusen
88. Kusen
89. Kusen
90. Kusen
91. Kusen
92. Kusen
93. Kusen
94. Kusen
95. Kusen
96. Kusen
97. Kusen
98. Kusen
99. Kusen
100. Kusen
101. Kusen
102. Kusen
103. Kusen
104. Kusen
105. Kusen
106. Kusen
107. Kusen
108. Kusen
109. Kusen
110. Kusen
111. Kusen
112. Kusen
113. Kusen
114. Kusen
115. Kusen
116. Kusen
117. Kusen
118. Kusen
119. Kusen
120. Kusen
121. Kusen
122. Kusen
123. Kusen
124. Kusen
125. Kusen
126. Kusen
127. Kusen
128. Kusen
129. Kusen
130. Kusen
131. Kusen
132. Kusen
133. Kusen
134. Kusen
135. Kusen
136. Kusen
137. Kusen
138. Kusen
139. Kusen
140. Kusen
141. Kusen
142. Kusen
143. Kusen
144. Kusen
145. Kusen
146. Kusen
147. Kusen
148. Kusen
149. Kusen
150. Kusen
151. Kusen
152. Kusen
153. Kusen
154. Kusen
155. Kusen
156. Kusen
157. Kusen
158. Kusen
159. Kusen
160. Kusen
161. Kusen
162. Kusen
163. Kusen
164. Kusen
165. Kusen
166. Kusen
167. Kusen
168. Kusen
169. Kusen
170. Kusen
171. Kusen
172. Kusen
173. Kusen
174. Kusen
175. Kusen
176. Kusen
177. Kusen
178. Kusen
179. Kusen
180. Kusen
181. Kusen
182. Kusen
183. Kusen
184. Kusen
185. Kusen
186. Kusen
187. Kusen
188. Kusen
189. Kusen
190. Kusen
191. Kusen
192. Kusen
193. Kusen
194. Kusen
195. Kusen
196. Kusen
197. Kusen
198. Kusen
199. Kusen
200. Kusen
201. Kusen
202. Kusen
203. Kusen
204. Kusen
205. Kusen
206. Kusen
207. Kusen
208. Kusen
209. Kusen
210. Kusen
211. Kusen
212. Kusen
213. Kusen
214. Kusen
215. Kusen
216. Kusen
217. Kusen
218. Kusen
219. Kusen
220. Kusen
221. Kusen
222. Kusen
223. Kusen
224. Kusen
225. Kusen
226. Kusen
227. Kusen
228. Kusen
229. Kusen
230. Kusen
231. Kusen
232. Kusen
233. Kusen
234. Kusen
235. Kusen
236. Kusen
237. Kusen
238. Kusen
239. Kusen
240. Kusen
241. Kusen
242. Kusen
243. Kusen
244. Kusen
245. Kusen
246. Kusen
247. Kusen
248. Kusen
249. Kusen
250. Kusen
251. Kusen
252. Kusen
253. Kusen
254. Kusen
255. Kusen
256. Kusen
257. Kusen
258. Kusen
259. Kusen
260. Kusen
261. Kusen
262. Kusen
263. Kusen
264. Kusen
265. Kusen
266. Kusen
267. Kusen
268. Kusen
269. Kusen
270. Kusen
271. Kusen
272. Kusen
273. Kusen
274. Kusen
275. Kusen
276. Kusen
277. Kusen
278. Kusen
279. Kusen
280. Kusen
281. Kusen
282. Kusen
283. Kusen
284. Kusen
285. Kusen
286. Kusen
287. Kusen
288. Kusen
289. Kusen
290. Kusen
291. Kusen
292. Kusen
293. Kusen
294. Kusen
295. Kusen
296. Kusen
297. Kusen
298. Kusen
299. Kusen
300. Kusen
301. Kusen
302. Kusen
303. Kusen
304. Kusen
305. Kusen
306. Kusen
307. Kusen
308. Kusen
309. Kusen
310. Kusen
311. Kusen
312. Kusen
313. Kusen
314. Kusen
315. Kusen
316. Kusen
317. Kusen
318. Kusen
319. Kusen
320. Kusen
321. Kusen
322. Kusen
323. Kusen
324. Kusen
325. Kusen
326. Kusen
327. Kusen
328. Kusen
329. Kusen
330. Kusen
331. Kusen
332. Kusen
333. Kusen
334. Kusen
335. Kusen
336. Kusen
337. Kusen
338. Kusen
339. Kusen
340. Kusen
341. Kusen
342. Kusen
343. Kusen
344. Kusen
345. Kusen
346. Kusen
347. Kusen
348. Kusen
349. Kusen
350. Kusen
351. Kusen
352. Kusen
353. Kusen
354. Kusen
355. Kusen
356. Kusen
357. Kusen
358. Kusen
359. Kusen
360. Kusen
361. Kusen
362. Kusen
363. Kusen
364. Kusen
365. Kusen
366. Kusen
367. Kusen
368. Kusen
369. Kusen
370. Kusen
371. Kusen
372. Kusen
373. Kusen
374. Kusen
375. Kusen
376. Kusen
377. Kusen
378. Kusen
379. Kusen
380. Kusen
381. Kusen
382. Kusen
383. Kusen
384. Kusen
385. Kusen
386. Kusen
387. Kusen
388. Kusen
389. Kusen
390. Kusen
391. Kusen
392. Kusen
393. Kusen
394. Kusen
395. Kusen
396. Kusen
397. Kusen
398. Kusen
399. Kusen
400. Kusen
401. Kusen
402. Kusen
403. Kusen
404. Kusen
405. Kusen
406. Kusen
407. Kusen
408. Kusen
409. Kusen
410. Kusen
411. Kusen
412. Kusen
413. Kusen
414. Kusen
415. Kusen
416. Kusen
417. Kusen
418. Kusen
419. Kusen
420. Kusen
421. Kusen
422. Kusen
423. Kusen
424. Kusen
425. Kusen
426. Kusen
427. Kusen
428. Kusen
429. Kusen
430. Kusen
431. Kusen
432. Kusen
433. Kusen
434. Kusen
435. Kusen
436. Kusen
437. Kusen
438. Kusen
439. Kusen
440. Kusen
441. Kusen
442. Kusen
443. Kusen
444. Kusen
445. Kusen
446. Kusen
447. Kusen
448. Kusen
449. Kusen
450. Kusen
451. Kusen
452. Kusen
453. Kusen
454. Kusen
455. Kusen
456. Kusen
457. Kusen
458. Kusen
459. Kusen
460. Kusen
461. Kusen
462. Kusen
463. Kusen
464. Kusen
465. Kusen
466. Kusen
467. Kusen
468. Kusen
469. Kusen
470. Kusen
471. Kusen
472. Kusen
473. Kusen
474. Kusen
475. Kusen
476. Kusen
477. Kusen
478. Kusen
479. Kusen
480. Kusen
481. Kusen
482. Kusen
483. Kusen
484. Kusen
485. Kusen
486. Kusen
487. Kusen
488. Kusen
489. Kusen
490. Kusen
491. Kusen
492. Kusen
493. Kusen
494. Kusen
495. Kusen
496. Kusen
497. Kusen
498. Kusen
499. Kusen
500. Kusen
501. Kusen
502. Kusen
503. Kusen
504. Kusen
505. Kusen
506. Kusen
507. Kusen
508. Kusen
509. Kusen
510. Kusen
511. Kusen
512. Kusen
513. Kusen
514. Kusen
515. Kusen
516. Kusen
517. Kusen
518. Kusen
519. Kusen
520. Kusen
521. Kusen
522. Kusen
523. Kusen
524. Kusen
525. Kusen
526. Kusen
527. Kusen
528. Kusen
529. Kusen
530. Kusen
531. Kusen
532. Kusen
533. Kusen
534. Kusen
535. Kusen
536. Kusen
537. Kusen
538. Kusen
539. Kusen
540. Kusen
541. Kusen
542. Kusen
543. Kusen
544. Kusen
545. Kusen
546. Kusen
547. Kusen
548. Kusen
549. Kusen
550. Kusen
551. Kusen
552. Kusen
553. Kusen
554. Kusen
555. Kusen
556. Kusen
557. Kusen
558. Kusen
559. Kusen
560. Kusen
561. Kusen
562. Kusen
563. Kusen
564. Kusen
565. Kusen
566. Kusen
567. Kusen
568. Kusen
569. Kusen
570. Kusen
571. Kusen
572. Kusen
573. Kusen
574. Kusen
575. Kusen
576. Kusen
577. Kusen
578. Kusen
579. Kusen
580. Kusen
581. Kusen
582. Kusen
583. Kusen
584. Kusen
585. Kusen
586. Kusen
587. Kusen
588. Kusen
589. Kusen
590. Kusen
591. Kusen
592. Kusen
593. Kusen
594. Kusen
595. Kusen
596. Kusen
597. Kusen
598. Kusen
599. Kusen
600. Kusen
601. Kusen
602. Kusen
603. Kusen
604. Kusen
605. Kusen
606. Kusen
607. Kusen
608. Kusen
609. Kusen
610. Kusen
611. Kusen
612. Kusen
613. Kusen
614. Kusen
615. Kusen
616. Kusen
617. Kusen
618. Kusen
619. Kusen
620. Kusen
621. Kusen
622. Kusen
623. Kusen
624. Kusen
625. Kusen
626. Kusen
627. Kusen
628. Kusen
629. Kusen
630. Kusen
631. Kusen
632. Kusen
633. Kusen
634. Kusen
635. Kusen
636. Kusen
637. Kusen
638. Kusen
639. Kusen
640. Kusen
641. Kusen
642. Kusen
643. Kusen
644. Kusen
645. Kusen
646. Kusen
647. Kusen
648. Kusen
649. Kusen
650. Kusen
651. Kusen
652. Kusen
653. Kusen
654. Kusen
655. Kusen
656. Kusen
657. Kusen
658. Kusen
659. Kusen
660. Kusen
661. Kusen
662. Kusen
663. Kusen
664. Kusen
665. Kusen
666. Kusen
667. Kusen
668. Kusen
669. Kusen
670. Kusen
671. Kusen
672. Kusen
673. Kusen
674. Kusen
675. Kusen
676. Kusen
677. Kusen
678. Kusen
679. Kusen
680. Kusen
681. Kusen
682. Kusen
683. Kusen
684. Kusen
685. Kusen
686. Kusen
687. Kusen
688. Kusen
689. Kusen
690. Kusen
691. Kusen
692. Kusen
693. Kusen
694. Kusen
695. Kusen
696. Kusen
697. Kusen
698. Kusen
699. Kusen
700. Kusen
701. Kusen
702. Kusen
703. Kusen
704. Kusen
705. Kusen
706. Kusen
707. Kusen
708. Kusen
709. Kusen
710. Kusen
711. Kusen
712. Kusen
713. Kusen
714. Kusen
715. Kusen
716. Kusen
717. Kusen
718. Kusen
719. Kusen
720. Kusen
721. Kusen
722. Kusen
723. Kusen
724. Kusen
725. Kusen
726. Kusen
727. Kusen
728. Kusen
729. Kusen
730. Kusen
731. Kusen
732. Kusen
733. Kusen
734. Kusen
735. Kusen
736. Kusen
737. Kusen
738. Kusen
739. Kusen
740. Kusen
741. Kusen
742. Kusen
743. Kusen
744. Kusen
745. Kusen
746. Kusen
747. Kusen
748. Kusen
749. Kusen
750. Kusen
751. Kusen
752. Kusen
753. Kusen
754. Kusen
755. Kusen
756. Kusen
757. Kusen
758. Kusen
759. Kusen
760. Kusen
761. Kusen
762. Kusen
763. Kusen
764. Kusen
765. Kusen
766. Kusen
767. Kusen
768. Kusen
769. Kusen
770. Kusen
771. Kusen
772. Kusen
773. Kusen
774. Kusen
775. Kusen
776. Kusen
777. Kusen
778. Kusen
779. Kusen
780. Kusen
781. Kusen
782. Kusen
783. Kusen
784. Kusen
785. Kusen
786. Kusen
787. Kusen
788. Kusen
789. Kusen
790. Kusen
791. Kusen
792. Kusen
793. Kusen
794. Kusen
795. Kusen
796. Kusen
797. Kusen
798. Kusen
799. Kusen
800. Kusen
801. Kusen
802. Kusen
803. Kusen
804. Kusen
805. Kusen
806. Kusen
807. Kusen
808. Kusen
809. Kusen
810. Kusen
811. Kusen
812. Kusen
813. Kusen
814. Kusen
815. Kusen
816. Kusen
817. Kusen
818. Kusen
819. Kusen
820. Kusen
821. Kusen
822. Kusen
823. Kusen
824. Kusen
825. Kusen
826. Kusen
827. Kusen
828. Kusen
829. Kusen
830. Kusen
831. Kusen
832. Kusen
833. Kusen
834. Kusen
835. Kusen
836. Kusen
837. Kusen
838. Kusen
839. Kusen
840. Kusen
841. Kusen
842. Kusen
843. Kusen
844. Kusen
845. Kusen
846. Kusen
847. Kusen
848. Kusen
849. Kusen
850. Kusen
851. Kusen
852. Kusen
853. Kusen
854. Kusen
855. Kusen
856. Kusen
857. Kusen
858. Kusen
859. Kusen
860. Kusen
861. Kusen
862. Kusen
863. Kusen
864. Kusen
865. Kusen
866. Kusen
867. Kusen
868. Kusen
869. Kusen
870. Kusen
871. Kusen
872. Kusen
873. Kusen
874. Kusen
875. Kusen
876. Kusen
877. Kusen
878. Kusen
879. Kusen
880. Kusen
881. Kusen
882. Kusen
883. Kusen
884. Kusen
885. Kusen
886. Kusen
887. Kusen
888. Kusen
889. Kusen
890. Kusen
891. Kusen
892. Kusen
893. Kusen
894. Kusen
895. Kusen
896. Kusen
897. Kusen
898. Kusen
899. Kusen
900. Kusen
901. Kusen
902. Kusen
903. Kusen
904. Kusen
905. Kusen
906. Kusen
907. Kusen
908. Kusen
909. Kusen
910. Kusen
911. Kusen
912. Kusen
913. Kusen
914. Kusen
915. Kusen
916. Kusen
917. Kusen
918. Kusen
919. Kusen
920. Kusen
921. Kusen
922. Kusen
923. Kusen
924. Kusen
925. Kusen
926. Kusen
927. Kusen
928. Kusen
929. Kusen
930. Kusen
931. Kusen
932. Kusen
933. Kusen
934. Kusen
935. Kusen
936. Kusen
937. Kusen
938. Kusen
939. Kusen
940. Kusen
941. Kusen
942. Kusen
943. Kusen
944. Kusen
945. Kusen
946. Kusen
947. Kusen
948. Kusen
949. Kusen
950. Kusen
951. Kusen
952. Kusen
953. Kusen
954. Kusen
955. Kusen
956. Kusen
957. Kusen
958. Kusen
959. Kusen
960. Kusen
961. Kusen
962. Kusen
963. Kusen
964. Kusen
965. Kusen
966. Kusen
967. Kusen
968. Kusen
969. Kusen
970. Kusen
971. Kusen
972. Kusen
973. Kusen
974. Kusen
975. Kusen
976. Kusen
977. Kusen
978. Kusen
979. Kusen
980. Kusen
981. Kusen
982. Kusen
983. Kusen
984. Kusen
985. Kusen
986. Kusen
987. Kusen
988. Kusen
989. Kusen
990. Kusen
991. Kusen
992. Kusen
993. Kusen
994. Kusen
995. Kusen
996. Kusen
997. Kusen
998. Kusen
999. Kusen
1000. Kusen

DENAH KOLOM DAN BALOK LT. 8-12B
SKALA 1:200

DENAH KOLOM DAN BALOK LT. 6-7
SKALA 1:200

PROYEK / PROJECT



JOGJA APARTMENT

LOKASI / SITE

JL. LOWANO, YOGYAKARTA

KETERANGAN/ NOTE

COORDINASI GAMBAR :

1. Dimensi dan elevasi dalam satuan milimeter.

2. Gambar ini adalah untuk menjelaskan maksud disain struktur. Konsultan terkait yang lain akan mengeluarkan gambar disain sesuai dengan disiplin masing-masing.

3. Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan,

a. Kontraktor harus memeriksa dan menyesuaikan seluruh ukuran dengan kondisi di lapangan dan melaporkan kepada Manajemen Konstruksi/Pengawas.

b. Kontraktor harus membuat gambar kerja yang mengacu pada gambar disain/gambar untuk pelaksanaan (for construction) dan sudah sesuai dengan kondisi di lapangan.

c. Gambar kerja lshop drawing harus menjelaskan detail dan segala sesuatu yang terkandung dalam pekerjaan tersebut.

d. Gambar kerja lshop drawing harus sudah dikordinasikan dengan gambar-gambar dari divisi lain yang terkait.

4. Bila ada kerancuan, keraguan, atau ketidaksesuaian pada gambar, maka Kontraktor harus mengajukan pada Manajemen Konstruksi/Pengawas untuk memperoleh konfirmasi dan klarifikasi sebelum pelaksanaan pekerjaan tersebut.

PEMILIK
OWNER



PT. SURYA ARGON JAYA

CONSTRUCTION MANAGEMENT



MULTI CONSTRUCT INDONESIA

ARCHITECT



ARCHITECA
INDONESIA

STRUCTURE



MULTI CONSTRUCT INDONESIA

M E P



Green
engineering

JUDUL GAMBAR/
DRAWING TITLE

DENAH KOLOM DAN BALOK -
LANTAI 6 - 7

SKALA /
SCALE

1 : 200

DENAH KOLOM DAN BALOK -
LANATI 8 - 12B

1 : 200

MENYETUJUI / APPROVED
KONSULTAN PERENCANA

DIGAMBAR /
DRAFTER

YD

Ir. JUNATA
MULTI CONSTRUCT INDONESIA

MENYETUJUI / APPROVED
OWNER

TANGGAL
DATE

05/APR/2016

NO. LEMBAR
SHEET NO.

NO. GAMBAR
DRAWING NO.

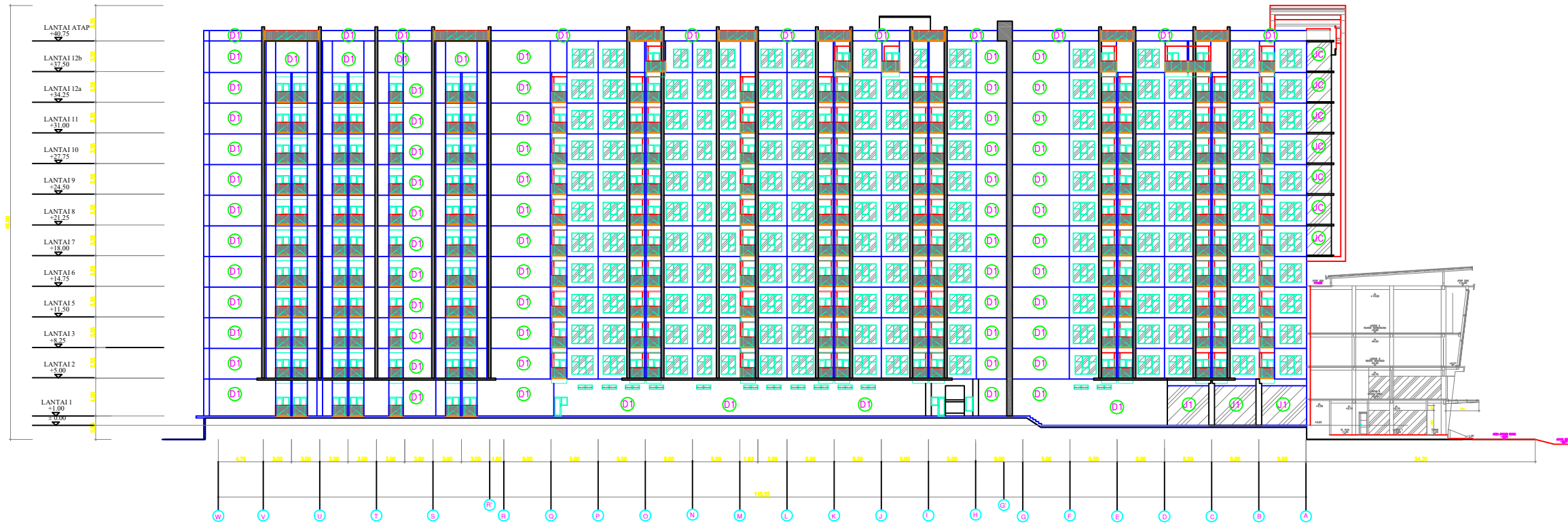
PARGONO
DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA

MENYETUJUI / APPROVED
CONSTRUCTION MANAGEMENT

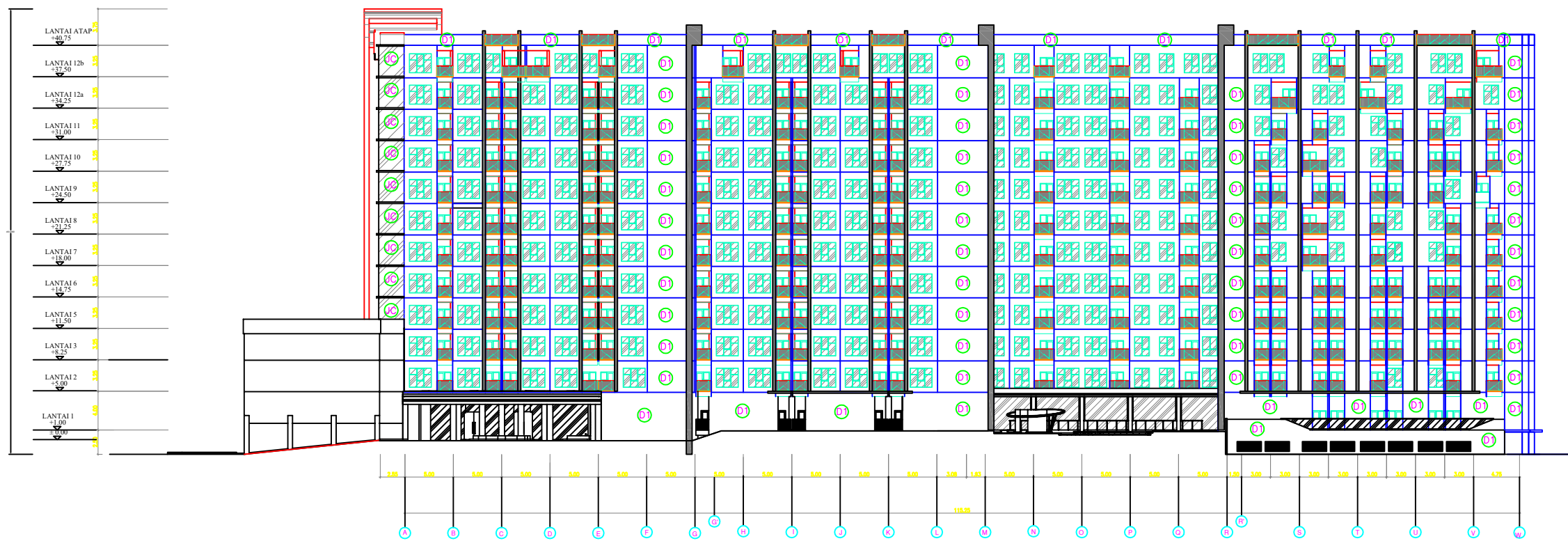
STR-2400

JUMLAH LBR
TOTAL

Ir. AGNES BOEDI SOESATLO



TAMPAK SELATAN
SKALA 1 : 250



TAMPAK UTARA
SKALA 1 : 250

FOR CONSTRUCTION

PROYEK / PROJECT



JOGJA APARTMENT

LOKASI / SITE

JL. LOWANO, YOGYAKARTA

KETERANGAN/ NOTE

D1 : CAT EKTERIOR OFFWHITE
J1 : JENDELA FULL KACA TEMPER 8mm
JC : JENDELA CURTAIN WALL KACA

PEMILIK
OWNER



CONSTRUCTION MANAGEMENT



JUDUL GAMBAR/
DRAWING TITLE

TAMPAK BANGUNAN

SKALA /
SCALE

1:250

MENYETUJUI / APPROVED
CONSULTANT REPRESENTATIVE

DIGAMBAR /
DRAFTER

ARISTO YUDHANTORO, ST.
ARCHITECA INDONESIA

MENYETUJUI / APPROVED
OWNER

TANGGAL
DATE

MEI/2017

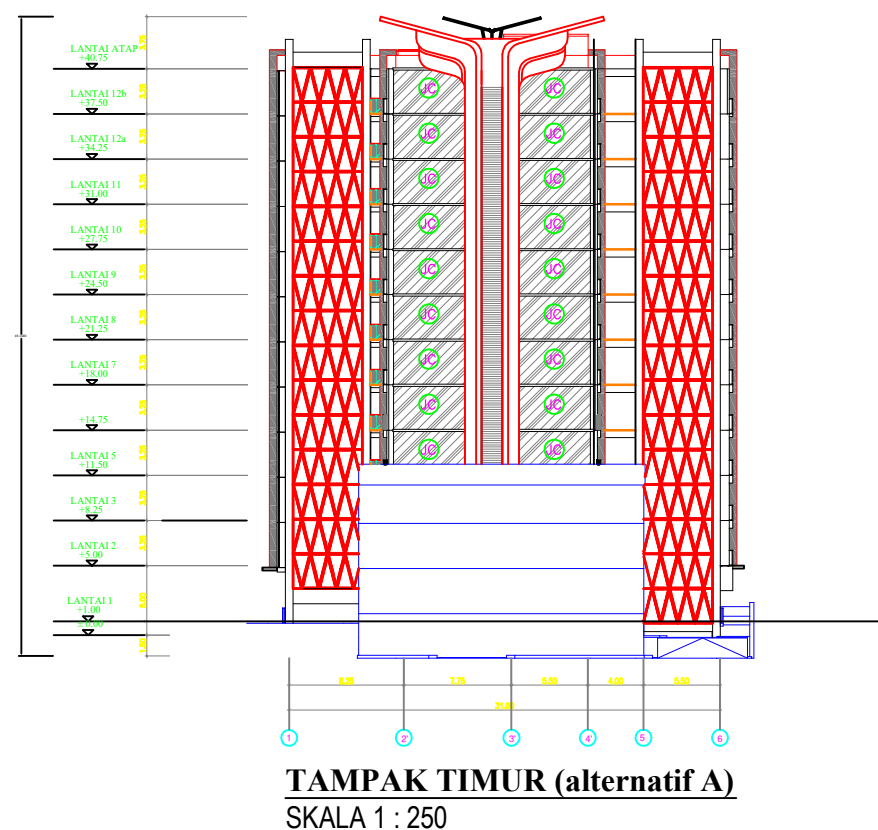
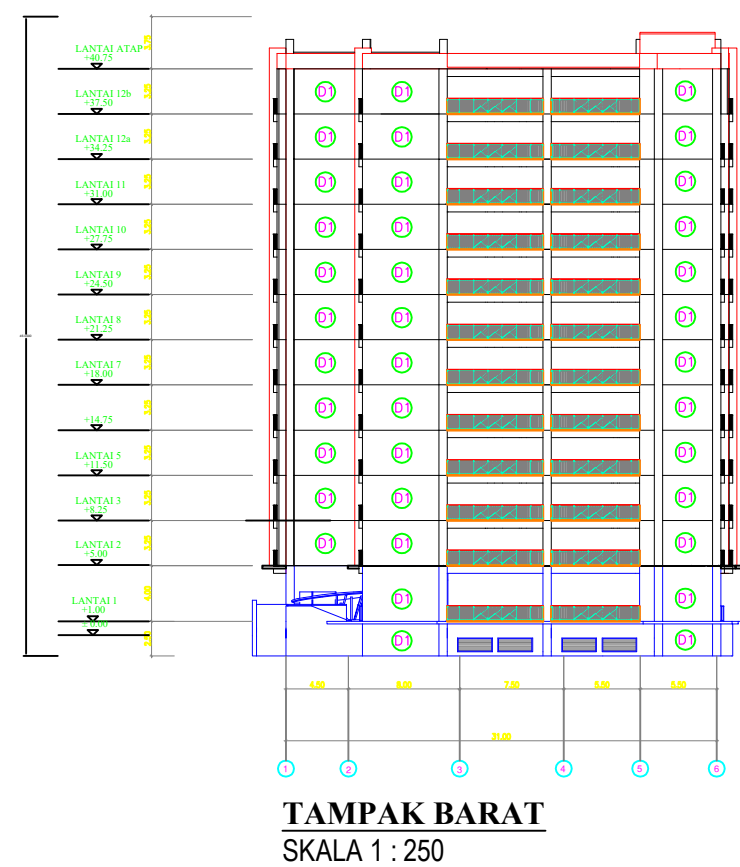
NO. LEMBAR
SHEET NO.

ARS A1-16

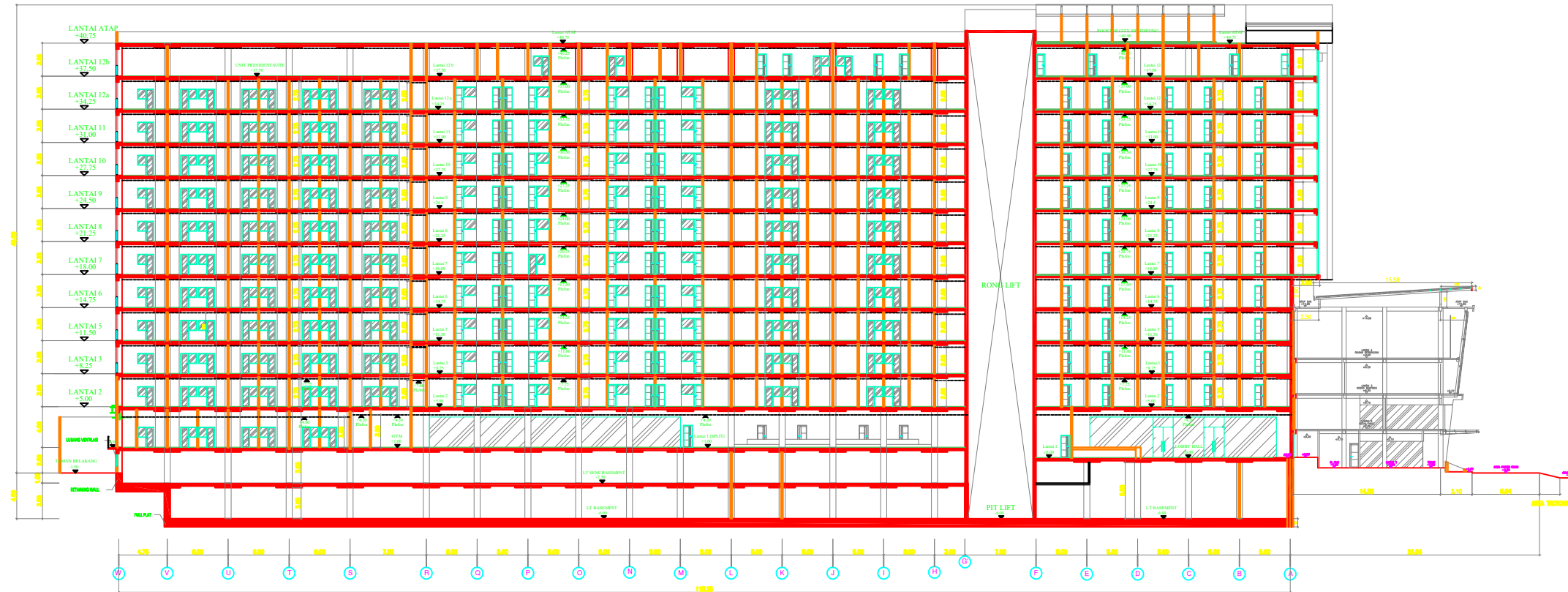
NO. GAMBAR
DRAWING NO.

JUMLAH LBR
TOTAL

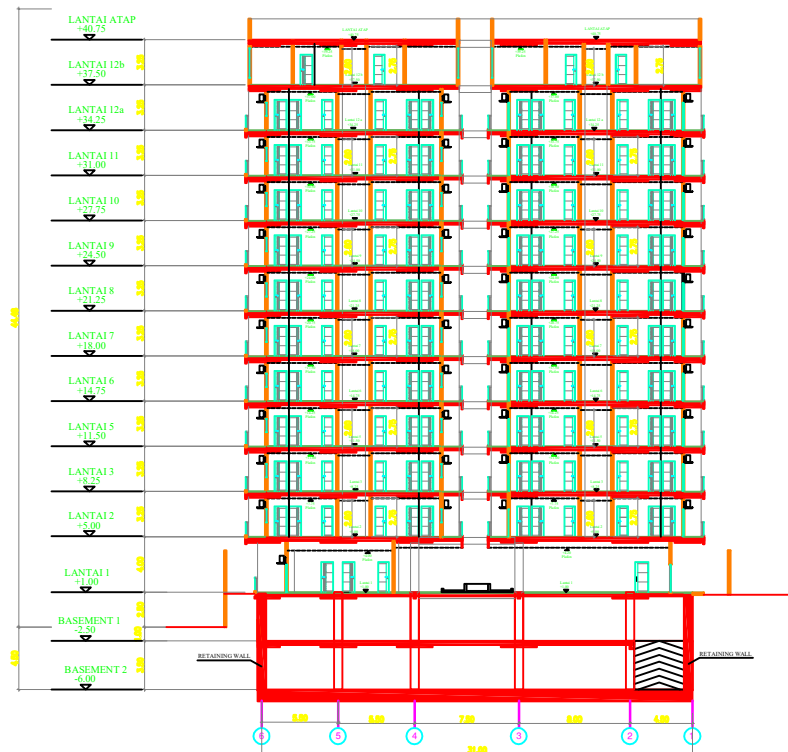
AGNES BOEDI SOEBETJAO



FOR CONSTRUCTION



POTONGAN A-A
SKALA 1 : 250



POTONGAN B-B
SKALA 1 : 250



POTONGAN C-C
SKALA 1 : 250

FOR CONSTRUCTION

PROYEK / PROJECT



JOGJA APARTMENT

LOKASI / SITE

JL. LOWANO, YOGYAKARTA

KETERANGAN/ NOTE

PEMILIK
OWNER



CONSTRUCTION MANAGEMENT

ARCHITECT



STRUCTURE



M E P



JUDUL GAMBAR/
DRAWING TITLE

SKALA /
SCALE

POTONGAN BANGUNAN

1:250

MENYETUJUI / APPROVED
CONSULTANT PERENCANA

DIGAMBAR /
DRAFTER

YD

ARISTO YUDHANTORO, ST.
ARCHITECTA INDONESIA

MENYETUJUI / APPROVED
OWNER

TANGGAL
DATE

MEI/2017

PARGONO
DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA

NO. LEMBAR
SHEET NO.

ARS A1-14

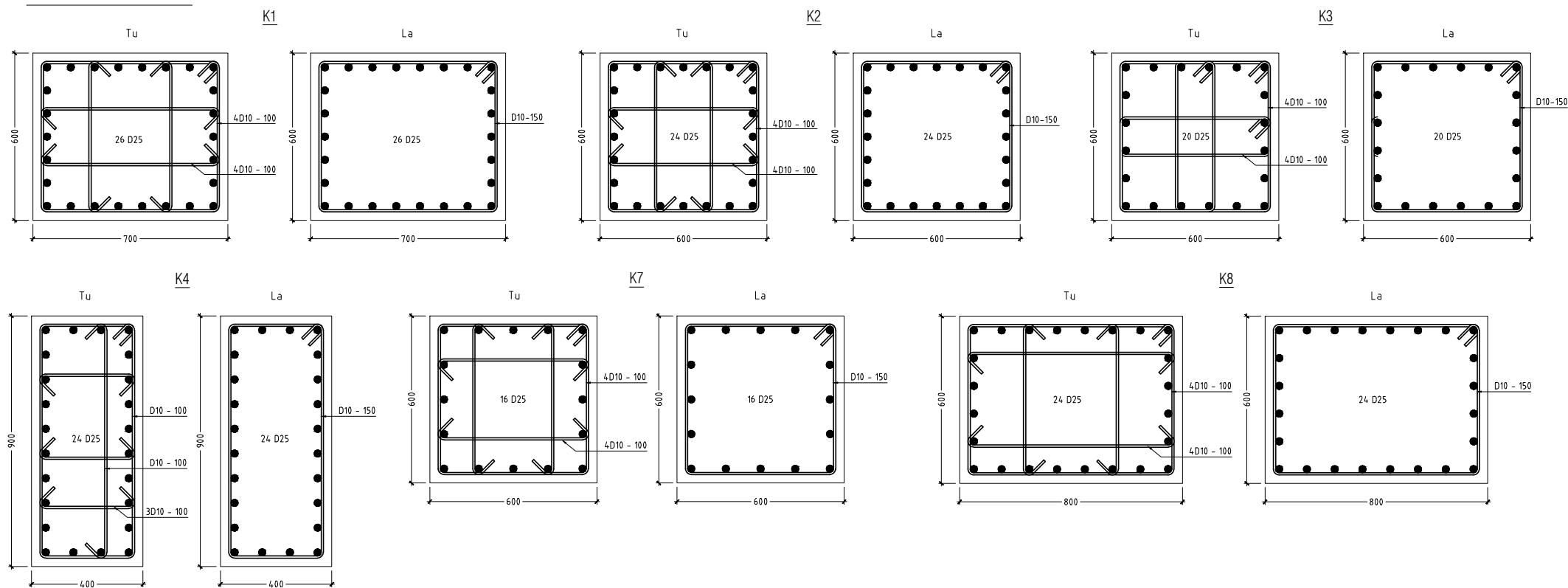
MENYETUJUI / APPROVED
CONSTRUCTION MANAGEMENT

NO. GAMBAR
DRAWING NO.

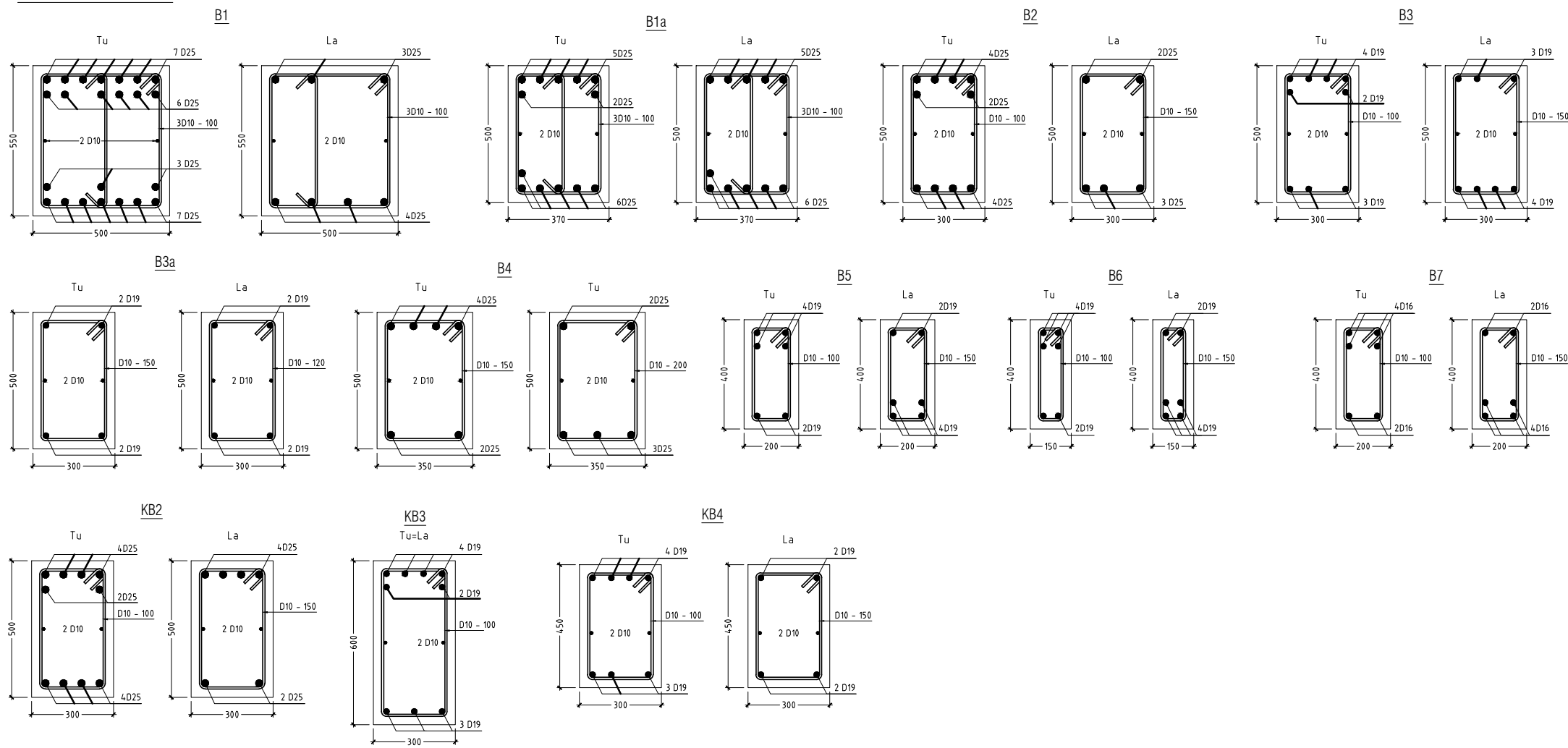
AGNES BOEDI SOEBETUJO

JUMLAH LBR
TOTAL

DETAIL KOLOM



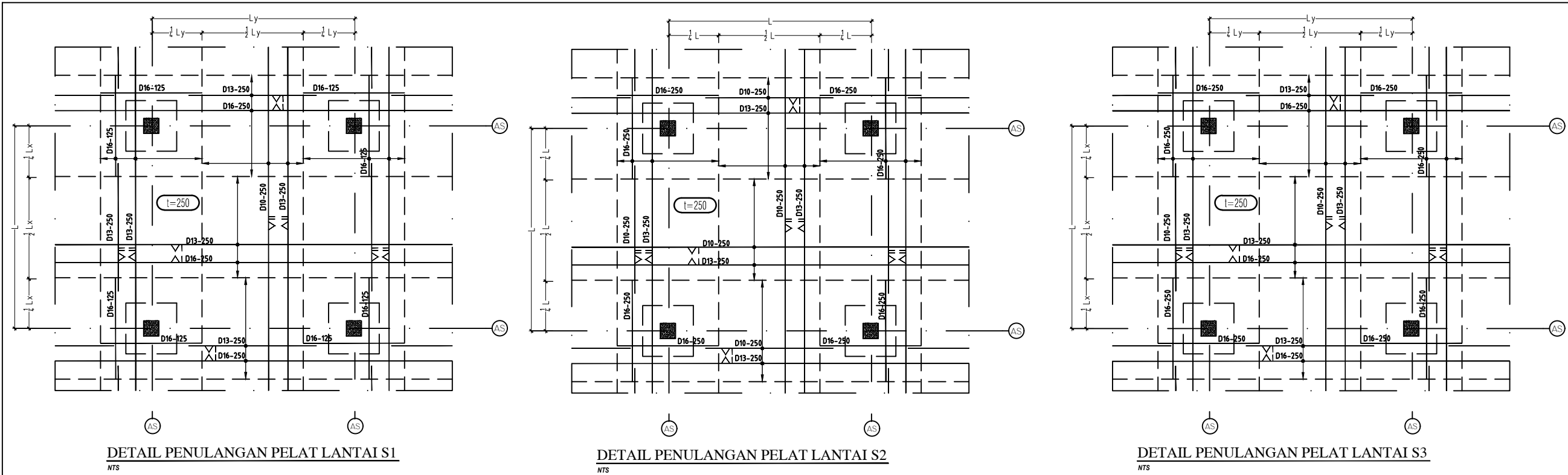
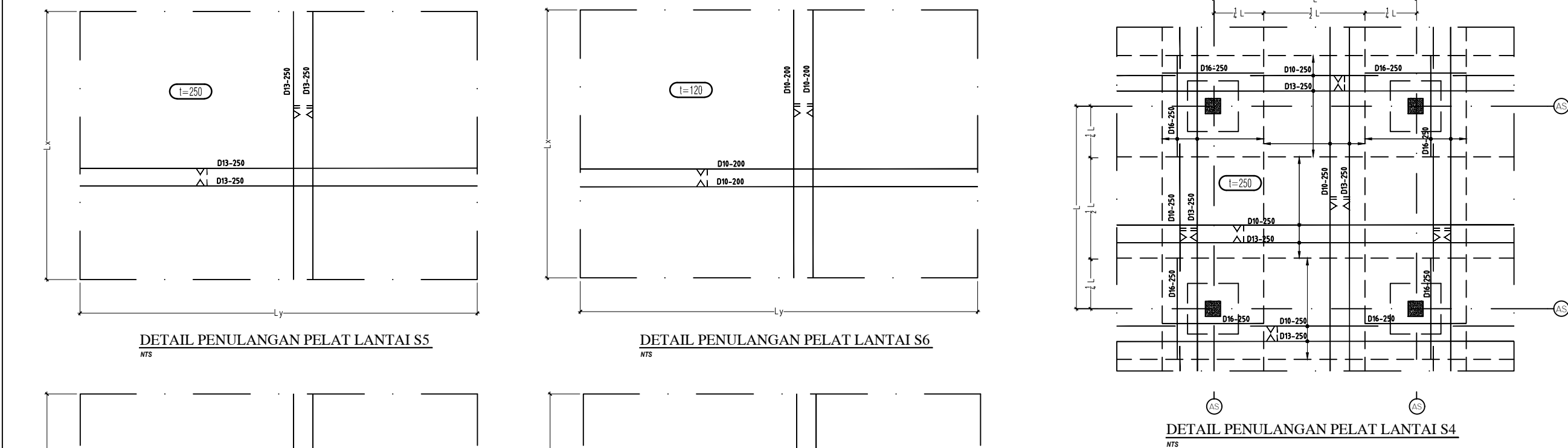
DETAIL BALOK



BAHAN :
1. Beton
a. Mutu :
- K300 = Elemen struktur lain (slump 10+2 Cm)
- K300 = Soldier Pile dan Bored Pile (slump 18+2 Cm)
- K450 = Kolom dan Dinding geser (slump 10+2 Cm)
- K450 = Raft & R/W (kedap air, slump 10+2 Cm)
b. Selimut Beton (Beton Decking) :
- Kolom dan Balok = 40 mm
- Pelat dan Dinding = 20 mm (tidak kena cuaca)
= 30 mm (terkena cuaca)
c. Spek Beton :
- Harus memakai beton siap pakai (Ready Mix)
- Untuk mengencirkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser (Sikament LN / setaral)
- Ukuran agregat maksimum :
- Untuk Soldier Pile, Raft, Balok, Pelat = 30mm
- Untuk Kolom dan Dinding Beton = 15 mm
2. Baja :
a. Mutu :
- Tulangan Polos BJTP 24 (Kode Ø), $F_y = 240$ Mpa
- Tulangan Uir BJTD 40 (Kode D), $F_y = 400$ Mpa
- Baja Profil BJ 37, $F_y = 240$ Mpa
- Baut : ASTM A325
- Angkur : ASTM A 307 / ST 41
- Elektroda Las : E70XX, $F_u = 482$ Mpa

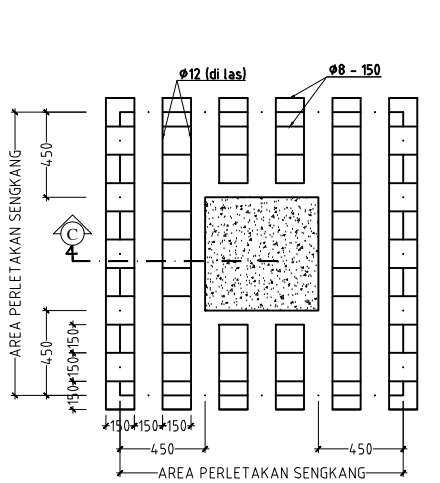
LAIN-LAIN
1. Waterstop harus dipasang di setiap perhentian pengecoran untuk mencegah rembesan air

PROYEK / PROJECT	
 JOGJA APARTMENT	
LOKASI / SITE	
JL. LOWANO, YOGYAKARTA	
KETERANGAN/ NOTE	
<p>KOORDINASI GAMBAR :</p> <ol style="list-style-type: none">Dimensi dan elevasi dalam satuan milimeter.Gambar ini adalah untuk menjelaskan maksud desain struktur. Konsultan terkaif yang lain akan mengeluarkan gambar disain sesuai dengan disiplin masing-masing.Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan,<ol style="list-style-type: none">Kontraktor harus memeriksa dan menyesuaikan seluruh ukuran dengan kondisi di lapangan dan melaporkan kepada Manajemen Konstruksi/Pengawas.Kontraktor harus membuat gambar kerja yang mengacu pada gambar disain/gambar untuk pelaksanaan (for Construction) dan sudah sesuai dengan kondisi di lapangan.Gambar kerja (shop drawing) harus menjelaskan detail dan segala sesuatu yang terkandung dalam pekerjaan tersebut.Gambar kerja (shop drawing) harus sudah dikordinasikan dengan gambar-gambar dari divisi lain yang terkait.Bila ada kerancuan, keraguan, atau ketidaksesuaian pada gambar, maka Kontraktor harus mengajukan pada Manajemen Konstruksi/Pengawas untuk memperoleh konfirmasi dan klarifikasi sebelum pelaksanaan pekerjaan tersebut.	
PEMILIK OWNER	
 PT. SURYA ARGON JAYA	
CONSTRUCTION MANAGEMENT	
ARCHITECT  ARCHITECA INDONESIA	
STRUCTURE  MCI MULTI CONSTRUCT INDONESIA	
M E P  Green engineering	
JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE	SKALA / SCALE
DETAIL KOLOM & BALOK	1 : 10
MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA	DIGAMBAR / DRAFTER
Ir. JUNATA MULTI CONSTRUCT INDONESIA	
MENYETUJUI / APPROVED OWNER	TANGGAL DATE
05/APR/2016	
NO. LEMBAR SHEET NO.	
PARGONO DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA	
MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT	NO. GAMBAR DRAWING NO.
STR-5100	
JUMLAH LBR TOTAL	
Ir. AGOES BOEDI SOESETJOU	

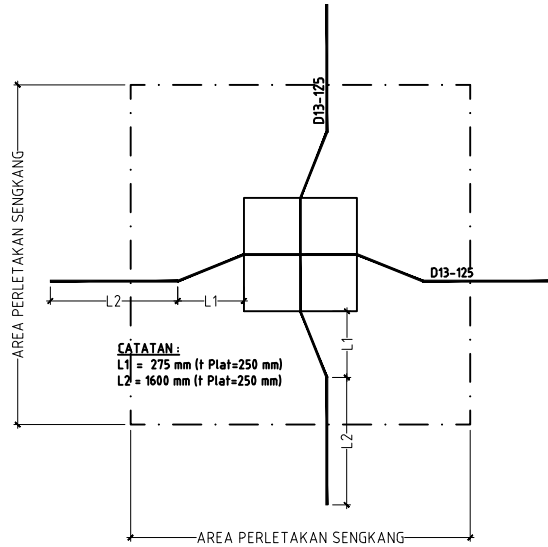


PROYEK / PROJECT	
 JOGJA APARTMENT	
LOKASI / SITE	
JL. LOWANO, YOGYAKARTA	
KETERANGAN/ NOTE	
<p>KOORDINASI GAMBAR :</p> <ol style="list-style-type: none">Dimensi dan elevasi dalam satuan milimeter.Gambar ini adalah untuk menjelaskan maksud desain struktur. Konsultan terikat yang lain akan mengeluarkan gambar desain sesuai dengan disiplin masing-masing.Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan:<ol style="list-style-type: none">Kontraktor harus memeriksa dan menyesuaikan seluruh ukuran dengan kondisi di lapangan dan melaporkan kepada Manajemen Konstruksi/Pengawas.Kontraktor harus membuat gambar kerja yang mengacu pada gambar desain/gambar untuk pelaksanaan (for Construction) dan sudah sesuai dengan kondisi di lapangan.Gambar kerja (shop drawing) harus menjelaskan detail dan segala sesuatu yang terkandung dalam pekerjaan tersebut.Gambar kerja (shop drawing) harus sudah dikordinasikan dengan gambar-gambar dari disiplin lain yang terkait.Bila ada kerancuan, keraguan, atau ketidaksesuaian pada gambar, maka Kontraktor harus mengajukan pada Manajemen Konstruksi/Pengawas untuk memperoleh konfirmasi dan klarifikasi sebelum pelaksanaan pekerjaan tersebut.	
PEMILIK OWNER	
 PT. SURYA ARGON JAYA	
CONSTRUCTION MANAGEMENT	
ARCHITECT  ARCHITECA INDONESIA	
STRUCTURE  MCI MULTI CONSTRUCT INDONESIA	
M E P  Green engineering	
JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE	SKALA / SCALE
DETAIL PENULANGAN PELAT- LANTAI TIPE S1 s/d S8	NTS
MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA	DIGAMBAR / DRAFTER
Ir. JUNATA MULTI CONSTRUCT INDONESIA	
MENYETUJUI / APPROVED OWNER	TANGGAL DATE
05/APR/2016	
NO. LEMBAR SHEET NO.	
PARGONO DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA	
MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT	NO. GAMBAR DRAWING NO.
STR-5300	
Jumlah LBR TOTAL	
Ir. AGOES BOEDI SOESETJOU	

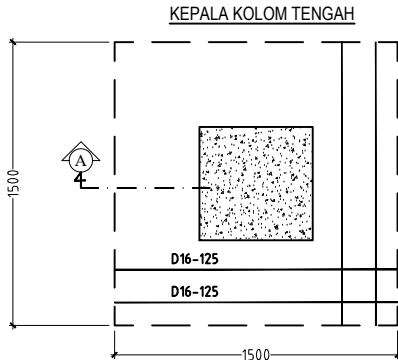
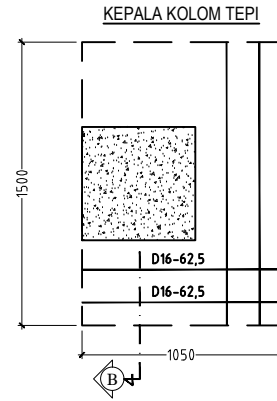
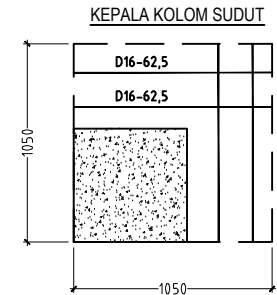
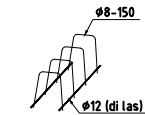
- BAHAN :
- Beton :
 - Mutu :
 - K300 = Elemen struktur lain (slump 10-2 Cm)
 - K300 = Soldier Pile dan Bored Pile (slump 18-2 Cm)
 - K450 = Kolom dan Dinding geser (slump 10-2 Cm)
 - K450 = Raft & R/W (kedap air, slump 10-2 Cm)
 - Selimut Beton (Beton Decking) :
 - Kolom dan Balok = 40 mm
 - Pelat dan Dinding = 20 mm (tidak kena cuaca)
 - = 30 mm (terkena cuaca)
 - Spek Beton :
 - Harus memakai beton siap pakai (Ready Mix)
 - Untuk mengencirkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser (Sikament LN / setral)
 - Ukuran agregat maksimum :
 - Untuk Soldier Pile, Raft, Balok, Pelat = 30mm
 - Untuk Kolom dan Dinding Beton = 15 mm
 - Baja :
 - Mutu :
 - Tulangan Polos BJTP 24 (Kode Ø), Fy = 240 Mpa
 - Tulangan Uir BJTD 40 (Kode D), Fy = 400 Mpa
 - Baja Profil BJ 37, Fy = 240 Mpa
 - Baut : ASTM A325
 - Angkur : ASTM A 307 / ST 41
 - Elektroda Las : E70XX, Fu = 482 Mpa
- LAIN-LAIN
- Waterstop harus dipasang di setiap perhentian pengecoran untuk mencegah rembesan air



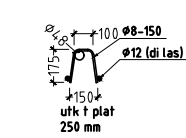
DENAH SENGKANG KEPALA KOLOM (t Plat = 250 mm)
SKALA 1 : 20



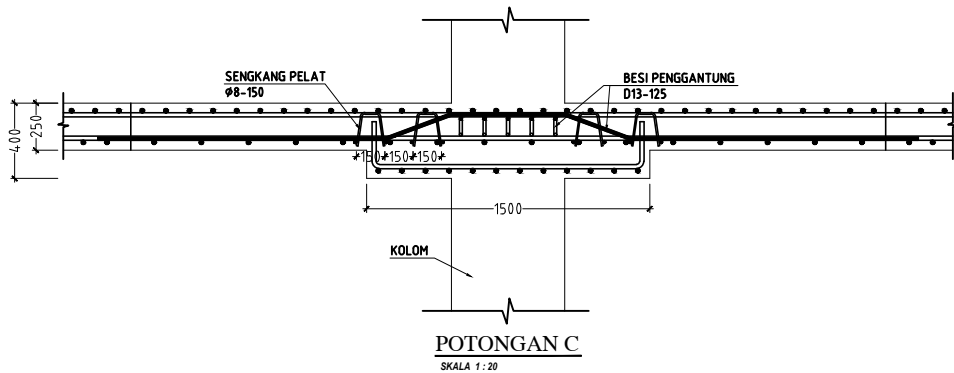
DENAH PENULANGAN BESI PENGGANTUNG
KEPALA KOLOM
SKALA 1 : 20



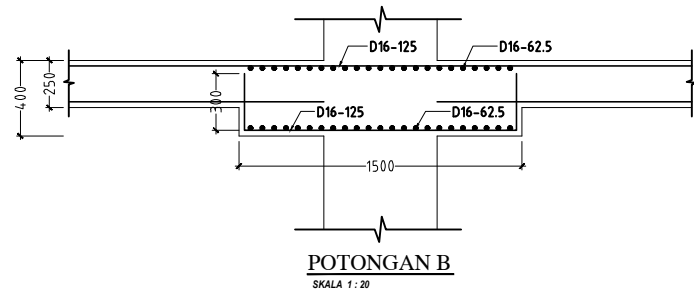
3D SENGKANG



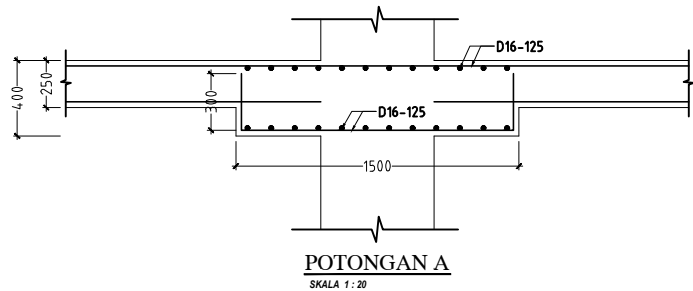
DETAIL SENGKANG
SKALA 1 : 20



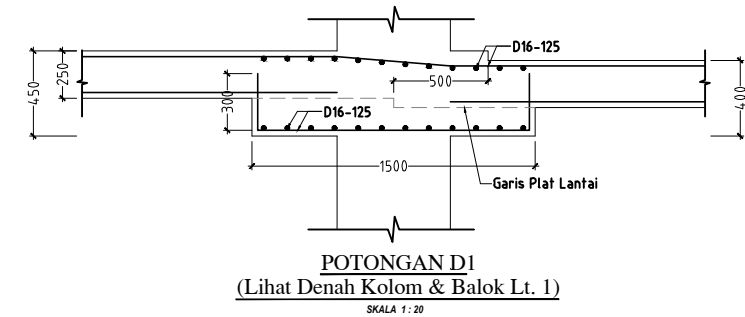
POTONGAN C
SKALA 1 : 20



POTONGAN B
SKALA 1 : 20



POTONGAN A
SKALA 1 : 20



POTONGAN D1
(Lihat Denah Kolom & Balok Lt. 1)
SKALA 1 : 20

- BAHAN :
- Beton :
 - Mutu :
 - K300 = Elemen struktur lain (slump 10+2 Cm)
 - K300 = Soldier Pile dan Bored Pile (slump 18+2 Cm)
 - K450 = Kolom dan Dinding geser (slump 10+2 Cm)
 - K450 = Raft & R/W (kedap air, slump 10+2 Cm)
 - Selimum Beton (Beton Decking) :
 - Kolom dan Balok = 40 mm
 - Pelat dan Dinding = 20 mm (tidak kena cuaca)
 - = 30 mm (terkena cuaca)
 - Spek Beton :
 - Harus memakai beton siap pakai (Ready Mix)
 - Untuk mengencarkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser (Sikament LN / setaraf)
 - Ukuran agregat maksimum :
 - Untuk Soldier Pile, Raft, Balok, Pelat = 30mm
 - Untuk Kolom dan Dinding Beton = 15 mm
 - Baja :
 - Mutu :
 - Tulangan Polos BJTP 24 (Kode Ø), $F_y = 240$ Mpa
 - Tulangan Ulir BJTD 40 (Kode D), $F_y = 400$ Mpa
 - Baja Profil BJ 37, $F_y = 240$ Mpa
 - Baut : ASTM A325
 - Angkur : ASTM A 307 / ST 41
 - Elektroda Las : E70XX, $F_u = 482$ Mpa

LAIN-LAIN
1. Waterstop harus dipasang di setiap perhentian pengecoran untuk mencegah rembesan air

PROYEK / PROJECT



JOGJA APARTMENT

LOKASI / SITE

JL. LOWANO, YOGYAKARTA

KETERANGAN/ NOTE

- KOORDINASI GAMBAR :
- Dimensi dan elevasi dalam satuan milimeter.
 - Gambar ini adalah untuk menjelaskan maksud desain struktur. Konsultan terkait yang lain akan mengeluarkan gambar desain sesuai dengan disiplin masing-masing.
 - Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan,
 - Kontraktor harus memeriksa dan menyesuaikan seluruh ukuran dengan kondisi di lapangan dan melaporkan kepada Manajemen Konstruksi/Pengawas.
 - Kontraktor harus membuat gambar kerja yang mengacu pada gambar desain/gambar untuk pelaksanaan (for Construction) dan sudah sesuai dengan kondisi di lapangan.
 - Gambar kerja (shop drawing) harus menjelaskan detail dan segala sesuatu yang terkandung dalam pekerjaan tersebut.
 - Gambar kerja (shop drawing) harus sudah dikordinasikan dengan gambar-gambar dari disiplin lain yang terkait.
 - Bila ada kerancuan, keraguan, atau ketidaksesuaian pada gambar, maka Kontraktor harus mengajukan pada Manajemen Konstruksi/Pengawas untuk memperoleh konfirmasi dan klarifikasi sebelum pelaksanaan pekerjaan tersebut.

PEMILIK

OWNER



PT. SURYA ARGON JAYA

CONSTRUCTION MANAGEMENT

ARCHITECT



STRUCTURE



MULTI CONSTRUCT INDONESIA

M E P



JUDUL GAMBAR/
DRAWING TITLE

DETAIL DAN POTONGAN -
KEPALA KOLOM

SKALA /
SCALE

1 : 20

MENYETUJUI / APPROVED
KONSULTAN PERENCANA

DIGAMBAR /
DRAFTER

Ir. JUNATA

MULTI CONSTRUCT INDONESIA

MENYETUJUI / APPROVED
OWNER

TANGGAL
DATE

05/APR/2016

PARGONO

DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA

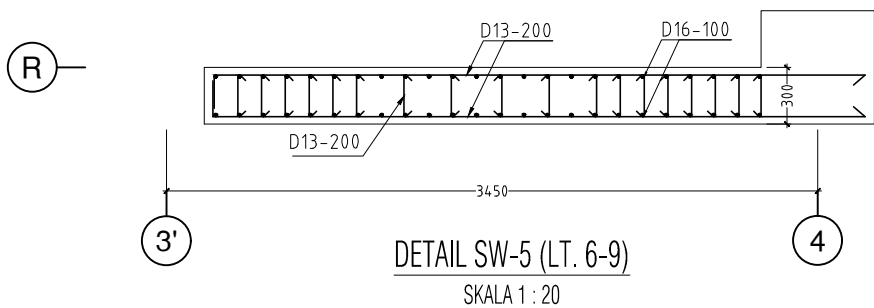
MENYETUJUI / APPROVED
CONSTRUCTION MANAGEMENT

NO. GAMBAR
DRAWING NO.

STR-5400

Ir. AGOES BOEDI SOESETJJO

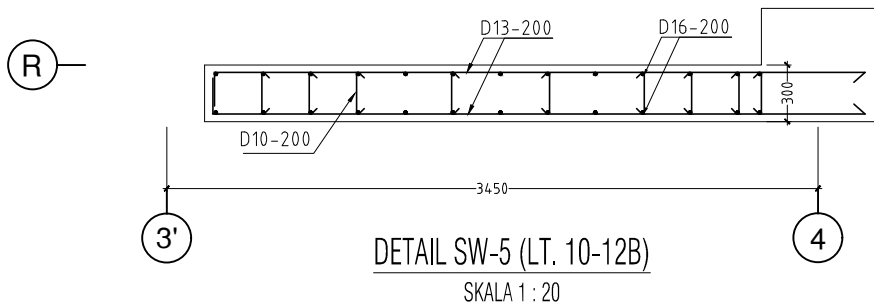
JUMLAH LBR
TOTAL



LAIN-LAIN

1. Waterstop harus dipasang di setiap perhentian pengecoran untuk mencegah rembesan air

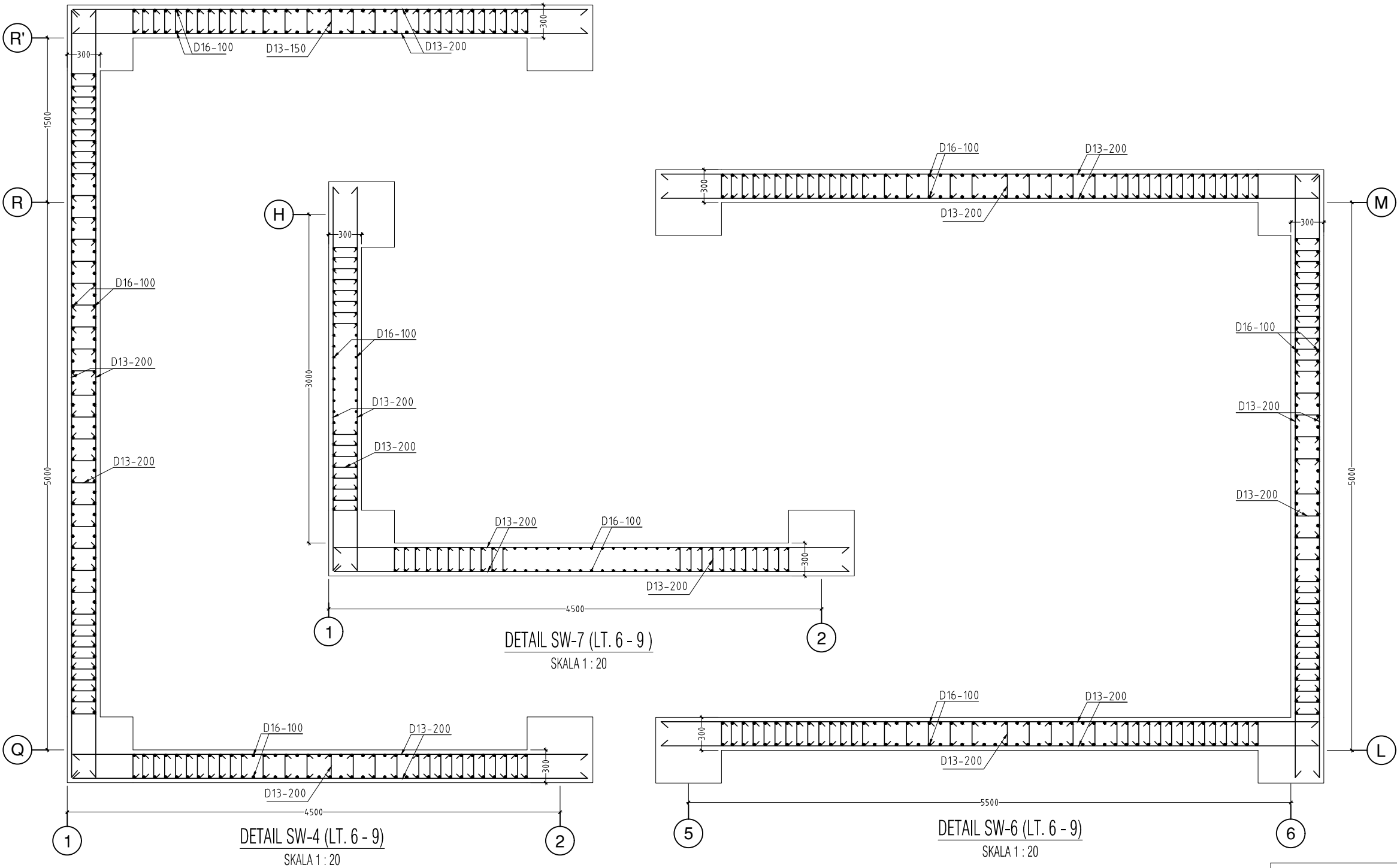
PROYEK / PROJECT	
<div></div> <div>JOGJA APARTMENT</div>	
LOKASI / SITE	
JL. LOWANO, YOGYAKARTA	
KETERANGAN/ NOTE	
<p>KOORDINASI GAMBAR :</p> <ol style="list-style-type: none">Dimensi dan elevasi dalam satuan milimeter.Gambar ini adalah untuk menjelaskan maksud disain struktur.Konsultasi terkait yang lain akan mengelompokkan gambar disain sesuai dengan disiplin masing-masing.Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan,<ol style="list-style-type: none">Kontraktor harus memeriksa dan menyesuaikan seluruh ukuran dengan kondisi di lapangan dan melaporkan kepada Manajemen Konstruksi/Pengawas.Kontraktor harus membuat gambar kerja yang mengacu pada gambar disain/gambar untuk pelaksanaan (for Construction) dan sudah sesuai dengan kondisi di lapangan.Gambar kerja (shop drawing) harus menjelaskan detail dan segala sesuatu yang terkandung dalam pekerjaan tersebut.Gambar kerja (shop drawing) harus sudah dikoordinasikan dengan gambar-gambar dari divisi lain yang terkait.Bila ada kerancuan, keraguan, atau ketidaksesuaian pada gambar, maka Kontraktor harus mengajukan pada Manajemen Konstruksi/Pengawas untuk memperoleh konfirmasi dan klarifikasi sebelum pelaksanaan pekerjaan tersebut.	
PEMILIK OWNER	
<div></div> <div>PT. SURYA ARGON JAYA</div>	
CONSTRUCTION MANAGEMENT	
ARCHITECT	
<div></div> <div>ARCHITECA INDONESIA</div>	
STRUCTURE	
<div></div> <div>MULTI CONSTRUCT INDONESIA</div>	
MEP	
<div></div> <div>Green engineering</div>	
JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE	SKALA / SCALE
DETAIL SHEARWALL SW1, SW2 SW3 & SW5 LT. 6 - LT. 9	1 : 20
MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA	
DIGAMBAR / DRAFTER	
ID. JUNATA MULTI CONSTRUCT INDONESIA	
YD	
MENYETUJUI / APPROVED OWNER	TANGGAL DATE
05/APR/2016	
NO. LEMBAR REVISI NO.	
PARGONO DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA	
MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT	NO. GAMBAR DRAWING NO.
STR-6100	
JUMLAH LBR TOTAL	
ID. AGOES BODI SOESTUJO	



LAIN-LAIN

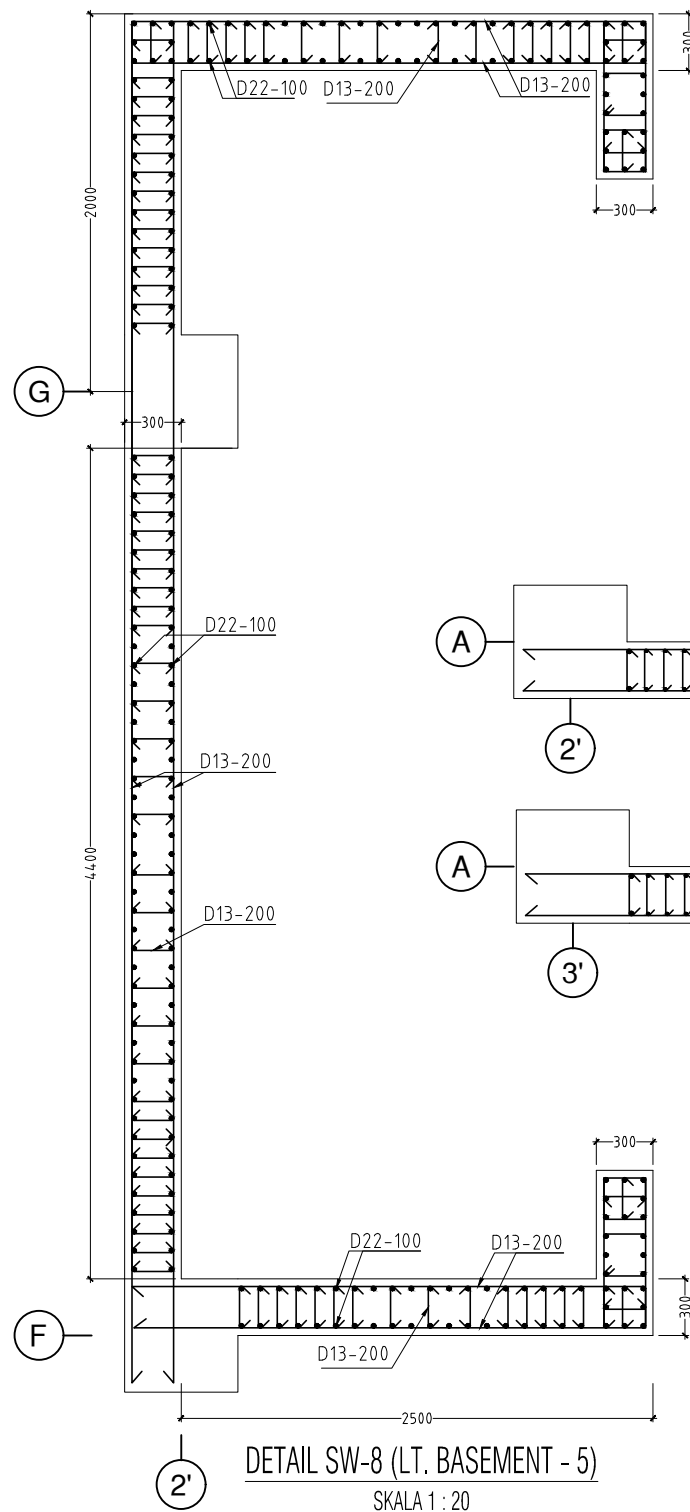
1. Waterstop harus dipasang di setiap perhentian pengecoran untuk mencegah rembesan air

PROYEK / PROJECT	
<div></div> <div>JOGJA APARTMENT</div>	
LOKASI / SITE	
JL. LOWANO, YOGYAKARTA	
KETERANGAN/ NOTE	
<p>KOORDINASI GAMBAR :</p> <p>1. Dimensi dan elevasi dalam satuan milimeter.</p> <p>2. Gambar ini adalah untuk menjelaskan maksud desain struktur.</p> <p>3. Konsultan terkait yang lain akan mengeluarkan gambar desain sesuai dengan disiplin masing-masing.</p> <p>3. Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan,</p> <p>a. Kontraktor harus memeriksa dan menyesuaikan seluruh ukuran dengan kondisi di lapangan dan melaporkan kepada Manajemen Konstruksi/Pengawas.</p> <p>b. Kontraktor harus membuat gambar kerja yang mengacu pada gambar desain/gambar untuk pelaksanaan (for Construction) dan sudah sesuai dengan kondisi di lapangan.</p> <p>c. Gambar kerja (shop drawing) harus menjelaskan detail dan segala sesuatu yang terkandung dalam pekerjaan tersebut.</p> <p>d. Gambar kerja (shop drawing) harus sudah dikoordinasikan dengan gambar-gambar dari divisi lain yang terkait.</p> <p>4. Bila ada kerancuan, keraguan, atau ketidaksesuaian pada gambar, maka Kontraktor harus mengajukan pada Manajemen Konstruksi/Pengawas untuk memperoleh konfirmasi dan klarifikasi sebelum pelaksanaan pekerjaan tersebut.</p>	
PEMILIK OWNER	
<div></div> <div>PT. SURYA ARGON JAYA</div>	
CONSTRUCTION MANAGEMENT	
ARCHITECT	
<div></div> <div>ARCHITECA INDONESIA</div>	
STRUCTURE	
<div></div> <div>MULTI CONSTRUCT INDONESIA</div>	
MEP	
<div></div> <div>Green engineering</div>	
JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE	SKALA / SCALE
DETAIL SHEARWALL SW1, SW2 SW3 & SW5 LT. 10 - LT. 12B	1 : 20
MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA	DIGAMBAR / DRAFTER
Ir. JUNATA MULTI CONSTRUCT INDONESIA	YD
MENYETUJUI / APPROVED OWNER	TANGGAL DATE
PARGONO DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA	05/APR/2016
MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT	NO. LEMBAR SHEET NO
	STR-6200
	JUMLAH LBR TOTAL
Ir. AGOS BOEDI SOESETJOW	

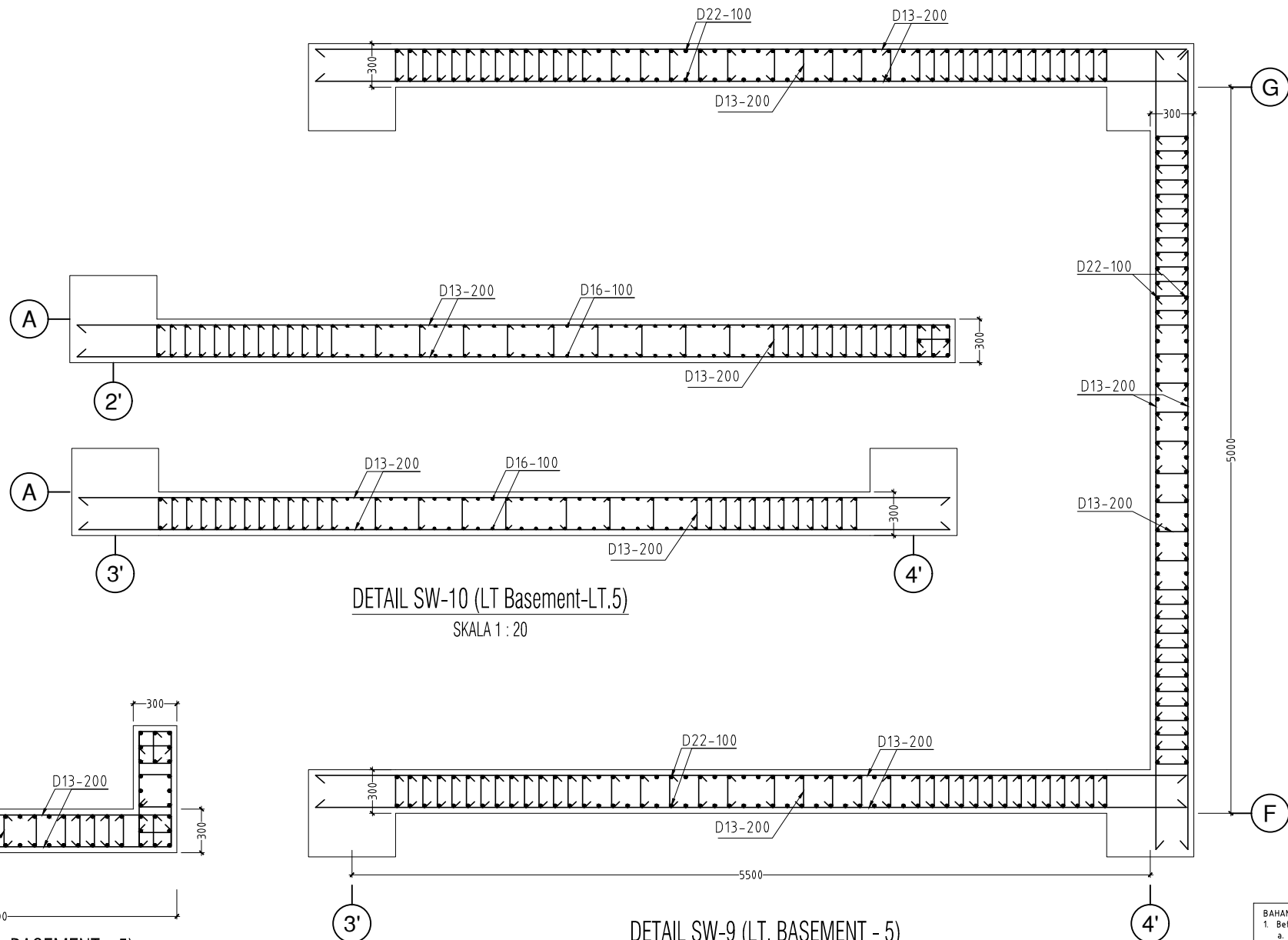


PROYEK / PROJECT			
<div><div></div><div>JOGJA APARTMENT</div></div>			
LOKASI / SITE			
JL. LOWANO, YOGYAKARTA			
KETERANGAN/ NOTE			
<div>KOORDINASI GAMBAR: 1. Dimensi dan elevasi dalam satuan milimeter. 2. Gambar ini adalah untuk menjelaskan maksud disain struktur. Konsultan terkait yang lain akan mengeluarkan gambar disain sesuai dengan disiplin masing-masing. 3. Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan: a. Kontraktor harus memeriksa dan menyesuaikan seluruh ukuran dengan kondisi di lapangan dan melaporkan kepada Manajemen Konstruksi/Pengawas. b. Kontraktor harus membuat gambar kerja yang mengacu pada gambar disain/gambar untuk pelaksanaan (for Construction) dan sudah sesuai dengan kondisi di lapangan. c. Gambar kerja (shop drawing) harus menjelaskan detail dan segala sesuatu yang terkandung dalam pekerjaan tersebut. d. Gambar kerja (shop drawing) harus sudah dikoordinasikan dengan gambar-gambar dari disiplin lain yang terkait. 4. Bila ada kerancuan, keraguan, atau ketidaksesuaian pada gambar, maka Kontraktor harus mengajukan pada Manajemen Konstruksi/Pengawas untuk memperoleh konfirmasi dan klarifikasi sebelum pelaksanaan pekerjaan tersebut.</div>			
PEMILIK OWNER			
<div><div></div><div>PT. SURYA ARGON JAYA</div></div>			
CONSTRUCTION MANAGEMENT			
ARCHITECT			
<div><div></div><div>ARCHITECA INDONESIA</div></div>			
STRUCTURE			
<div><div></div><div>MCI MULTI CONSTRUCT INDONESIA</div></div>			
M E P			
<div><div></div><div>Green engineering</div></div>			
JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE		SKALA / SCALE	
DETAIL SHEARWALL SW4, SW6 & SW7 LT. 6 - LT. 9		1 : 20	
MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA		DIGAMBAR / DRAFTER	
Ir. JUNATA MULTI CONSTRUCT INDONESIA		YD	
MENYETUJUI / APPROVED OWNER		TANGGAL DATE	
		05/APR/2016	
		NO. LEMBAR SHEET NO.	
PARGONO DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA			
MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT		NO. GAMBAR DRAWING NO.	
		STR-6400	
		JUMLAH LBR TOTAL	
Ir. AGOES BOEDI SOESETJONO			

BAHAN :
1. Beton
a. Mutu :
- K300 = Elemen struktur lain (slump 10+2 Cm)
- K300 = Solder Pile dan Bored Pile (slump 18+2 Cm)
- K450 = Kolom dan Dinding geser (slump 10+2 Cm)
- K450 = Raft & RW (kedap air, slump 10+2 Cm)
b. Selimut Beton (Beton Decking) :
- Kolom dan Balok = 40 mm
- Pelat dan Dinding = 20 mm (tidak kena cuaca)
= 30 mm (terkena cuaca)
c. Spek Beton :
- Harus memakai beton siap pakai (Ready Mix)
- Untuk mengencerkkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser (Sikament LN / setara)
- Ukuran agregat maksimum :
- Untuk Solder Pile, Raft, Balok, Pelat = 30mm
- Untuk Kolom dan Dinding Beton = 15 mm
2. Baja :
a. Mutu :
- Tulangan Pelos BJTP 24 (Kode B), Fy = 240 Mpa
- Tulangan Ulir BJTD 40 (Kode D), Fy = 400 Mpa
- Baja Profil BJ 37, Fy = 240 Mpa
- Baut : ASTM A325
- Angkur : ASTM A 307 / ST 41
- Elektroda Las : E70XX, Fu = 482 Mpa
LAIN-LAIN
1. Waterstop harus dipasang di setiap perhentian pengecoran untuk mencegah rembesan air



DETAIL SW-8 (LT. BASEMENT - 5)
SKALA 1 : 20



DETAIL SW-10 (LT Basement-LT.5)
SKALA 1 : 20

DETAIL SW-9 (LT. BASEMENT - 5)
SKALA 1 : 20

- BAHAN :
- Beton :
 - Mutu :
 - K300 = Elemen struktur lain (slump 10+2 Cm)
 - K300 = Soldier Pile dan Bored Pile (slump 18+2 Cm)
 - K450 = Kolom dan Dinding geser (slump 10+2 Cm)
 - K450 = Raft & R/W (kedap air, slump 10+2 Cm)
 - Selimit Beton (Beton Decking) :
 - Kolom dan Balok = 40 mm
 - Pelat dan Dinding = 20 mm (tidak kena cuaca)
 - = 30 mm (terkena cuaca)
 - Spek Beton :
 - Harus memakai beton siap pakai (Ready Mix)
 - Untuk mengencirkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser (Sikament LN / setaraf)
 - Ukuran agregat maksimum :
 - Untuk Soldier Pile, Raft, Balok, Pelat = 30mm
 - Untuk Kolom dan Dinding Beton = 15 mm
 - Baja :
 - Mutu :
 - Tulangan Polos BJTP 24 (Kode Ø), $F_y = 240$ Mpa
 - Tulangan Uir BJTD 40 (Kode D), $F_y = 400$ Mpa
 - Baja Profil BJ 37, $F_y = 240$ Mpa
 - Baut : ASTM A325
 - Angkur : ASTM A 307 / ST 41
 - Elektroda Las : E70XX, $F_u = 482$ Mpa
- LAIN-LAIN
- Waterstop harus dipasang di setiap perhentian pengecoran untuk mencegah rembesan air

PROYEK / PROJECT



JOGJA APARTMENT

LOKASI / SITE

JL. LOWANO, YOGYAKARTA

KETERANGAN/ NOTE

- KOORDINASI GAMBAR :
- Dimensi dan elevasi dalam satuan milimeter.
 - Gambar ini adalah untuk menjelaskan maksud disain struktur. Konsultan terkait yang lain akan mengeluarkan gambar disain sesuai dengan disiplin masing-masing.
 - Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan:
 - Kontraktor harus memeriksa dan menyesuaikan seluruh ukuran dengan kondisi di lapangan dan melaporkan kepada Manajemen Konstruksi/Pengawas.
 - Kontraktor harus membuat gambar kerja yang mengacu pada gambar disain/gambar untuk pelaksanaan (for Construction) dan sudah sesuai dengan kondisi di lapangan.
 - Gambar kerja (shop drawing) harus menjelaskan detail dan segala sesuatu yang terkandung dalam pekerjaan tersebut.
 - Gambar kerja (shop drawing) harus sudah dikordinasikan dengan gambar-gambar dari divisi lain yang terkait.
 - Bila ada kerancuan, keraguan, atau ketidaksesuaian pada gambar, maka Kontraktor harus mengajukan pada Manajemen Konstruksi/Pengawas untuk memperoleh konfirmasi dan klarifikasi sebelum pelaksanaan pekerjaan tersebut.

PEMILIK

OWNER



PT. SURYA ARGON JAYA

CONSTRUCTION MANAGEMENT

ARCHITECT



STRUCTURE



M E P



JUDUL GAMBAR/
DRAWING TITLE

DETAIL SHEARWALL SW8, SW9
& SW10 LT. BASEMENT - LT. 5

SKALA /
SCALE

1 : 20

MENYETUJUI / APPROVED

KONSULTAN PERENCANA

DIGAMBAR /
DRAFTER

YD

Ir. JUNATA

MULTI CONSTRUCT INDONESIA

MENYETUJUI / APPROVED

OWNER

TANGGAL

DATE

05/APR/2016

NO. LEMBAR

SHEET NO.

PARGONO

DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA

MENYETUJUI / APPROVED

CONSTRUCTION MANAGEMENT

NO. GAMBAR

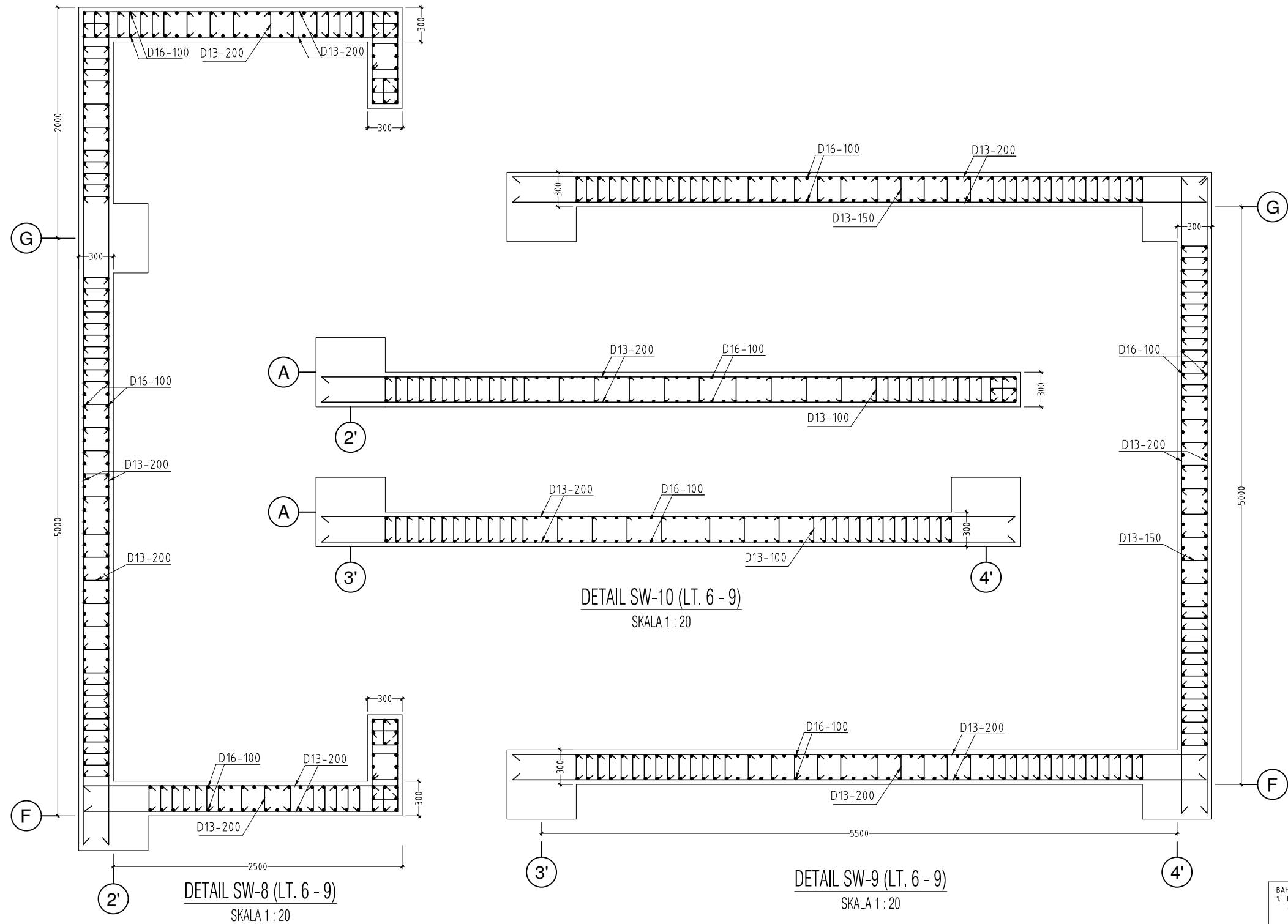
DRAWING NO.

STR-6600

JUMLAH LBR

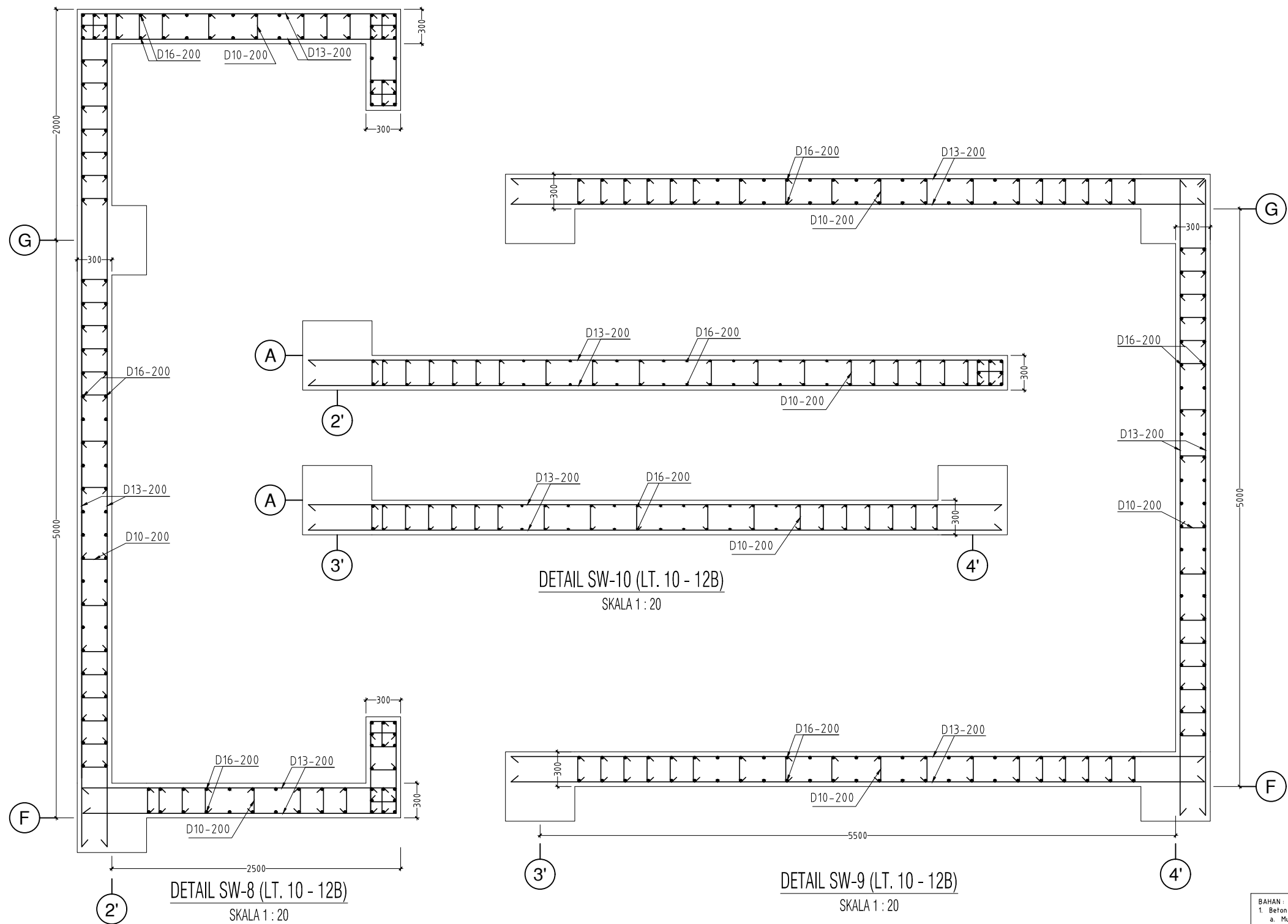
TOTAL

Ir. AGOES BOEDI SOESETJJO



BAHAN :	
1. Beton :	
a. Mutu :	
- K300 = Elemen struktur lain (slump 10+2 Cm)	
- K300 = Soldier Pile dan Bored Pile (slump 18+2 Cm)	
- K450 = Kolom dan Dinding geser (slump 10+2 Cm)	
- K450 = Raft & R/W (kedap air, slump 10+2 Cm)	
b. Selimut Beton (Beton Decking) :	
- Kolom dan Balok = 40 mm	
- Pelat dan Dinding = 20 mm (tidak kena cuaca)	
= 30 mm (terkena cuaca)	
c. Spek Beton :	
- Harus memakai beton siap pakai (Ready Mix)	
- Untuk mengencarkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser (Sikament LN / setaral)	
- Ukuran agregat maksimum :	
- Untuk Soldier Pile, Raft, Balok, Pelat = 30mm	
- Untuk Kolom dan Dinding Beton = 15 mm	
2. Baja :	
a. Mutu :	
- Tulangan Polos BJTP 24 (Kode Ø), Fy = 240 Mpa	
- Tulangan Uir BJTD 40 (Kode D), Fy = 400 Mpa	
- Baja Profil BJ 37, Fy = 240 Mpa	
- Baut : ASTM A325	
- Angkur : ASTM A 307 / ST 41	
- Elektroda Las : E70XX, Fu = 482 Mpa	
LAIN-LAIN	
1. Waterstop harus dipasang di setiap perhentian pengecoran untuk mencegah rembesan air	

PROYEK / PROJECT	
 JOGJA APARTMENT	
LOKASI / SITE	
JL. LOWANO, YOGYAKARTA	
KETERANGAN/ NOTE	
KOORDINASI GAMBAR : 1. Dimensi dan elevasi dalam satuan milimeter. 2. Gambar ini adalah untuk menjelaskan maksud desain struktur. Konsultan terkait yang lain akan mengeluarkan gambar desain sesuai dengan disiplin masing-masing. 3. Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan, a. Kontraktor harus memeriksa dan menyesuaikan seluruh ukuran dengan kondisi di lapangan dan melaporkan kepada Manajemen Konstruksi/Pengawas. b. Kontraktor harus membuat gambar kerja yang mengacu pada gambar desain/gambar untuk pelaksanaan (for Construction) dan sudah sesuai dengan kondisi di lapangan. c. Gambar kerja (shop drawing) harus menjelaskan detail dan segala sesuatu yang terkandung dalam pekerjaan tersebut. d. Gambar kerja (shop drawing) harus sudah dikordinasikan dengan gambar-gambar dari divisi lain yang terkait. 4. Bila ada kerancuan, keraguan, atau ketidaksesuaian pada gambar, maka Kontraktor harus mengajukan pada Manajemen Konstruksi/Pengawas untuk memperoleh konfirmasi dan klarifikasi sebelum pelaksanaan pekerjaan tersebut.	
PEMILIK OWNER	
 PT. SURYA ARGON JAYA	
CONSTRUCTION MANAGEMENT	
ARCHITECT  ARCHITECA INDONESIA	
STRUCTURE  MCI MULTI CONSTRUCT INDONESIA	
M E P  Green engineering	
JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE	SKALA / SCALE
DETAIL SHEARWALL SW8, SW9 & SW10 LT. 6 - 9	1 : 20
MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA	DIGAMBAR / DRAFTER
Ir. JUNATA MULTI CONSTRUCT INDONESIA	
MENYETUJUI / APPROVED OWNER	TANGGAL DATE
PARGONO DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA	
MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT	NO. LEMBAR SHEET NO.
NO. GAMBAR DRAWING NO.	
Jumlah LBR TOTAL	
Ir. AGOES BOEDI SOESETJOU	
STR-6700	



PROYEK / PROJECT



JOGJA APARTMENT

LOKASI / SITE

JL. LOWANO, YOGYAKARTA

KETERANGAN/ NOTE

- KOORDINASI GAMBAR :
- Dimensi dan elevasi dalam satuan milimeter.
 - Gambar ini adalah untuk menjelaskan maksud disain struktur. Konsultan terkait yang lain akan mengeluarkan gambar disain sesuai dengan disiplin masing-masing.
 - Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan,
 - Kontraktor harus memeriksa dan menyesuaikan seluruh ukuran dengan kondisi di lapangan dan melaporkan kepada Manajemen Konstruksi/Pengawas.
 - Kontraktor harus membuat gambar kerja yang mengacu pada gambar disain/gambar untuk pelaksanaan (for Construction) dan sudah sesuai dengan kondisi di lapangan.
 - Gambar kerja (shop drawing) harus menjelaskan detail dan segala sesuatu yang terkandung dalam pekerjaan tersebut.
 - Gambar kerja (shop drawing) harus sudah dikordinasikan dengan gambar-gambar dari divisi lain yang terkait.
 - Bila ada kerancuan, keraguan, atau ketidaksesuaian pada gambar, maka Kontraktor harus mengajukan pada Manajemen Konstruksi/Pengawas untuk memperoleh konfirmasi dan klarifikasi sebelum pelaksanaan pekerjaan tersebut.

PEMILIK

OWNER



PT. SURYA ARGON JAYA

CONSTRUCTION MANAGEMENT

ARCHITECT



STRUCTURE



M E P



JUDUL GAMBAR/

DRAWING TITLE

DETAIL SHEARWALL SW8, SW9
& SW10 LT. 10 - 12B

SKALA /

SCALE

1 : 20

MENYETUJUI / APPROVED

KONSULTAN PERENCANA

DIGAMBAR /

DRAFTER

Ir. JUNATA

MULTI CONSTRUCT INDONESIA

MENYETUJUI / APPROVED

OWNER

TANGGAL

DATE

05/APR/2016

NO. LEMBAR

SHEET NO.

PARGONO

DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA

MENYETUJUI / APPROVED

CONSTRUCTION MANAGEMENT

NO. GAMBAR

DRAWING NO.

STR-6800

JUMLAH LBR

TOTAL

Ir. AGOES BOEDI SOESETJOU

BAHAN :

1. Beton

a. Mutu :

- K300 = Elemen struktur lain (slump 10+2 Cm)
- K300 = Soldier Pile dan Bored Pile (slump 18+2 Cm)
- K450 = Kolom dan Dinding geser (slump 10+2 Cm)
- K450 = Raft & R/W (kedap air, slump 10+2 Cm)

b. Selimut Beton (Beton Decking) :

- Kolom dan Balok = 40 mm
- Pelat dan Dinding = 20 mm (tidak kena cuaca)
- = 30 mm (terkena cuaca)

c. Spek Beton :

- Harus memakai beton siap pakai (Ready Mix)
- Untuk mengencirkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser (Sikament LN / setaraf)
- Ukuran agregat maksimum :
- Untuk Soldier Pile, Raft, Balok, Pelat = 30mm
- Untuk Kolom dan Dinding Beton = 15 mm

2. Baja :

a. Mutu :

- Tulangan Polos BJTP 24 (Kode Ø), $F_y = 240$ Mpa
- Tulangan Uir BJTD 40 (Kode D), $F_y = 400$ Mpa
- Baja Profil BJ 37, $F_y = 240$ Mpa
- Baut : ASTM A325
- Angkur : ASTM A 307 / ST 41
- Elektroda Las : E70XX, $F_u = 482$ Mpa

LAIN-LAIN

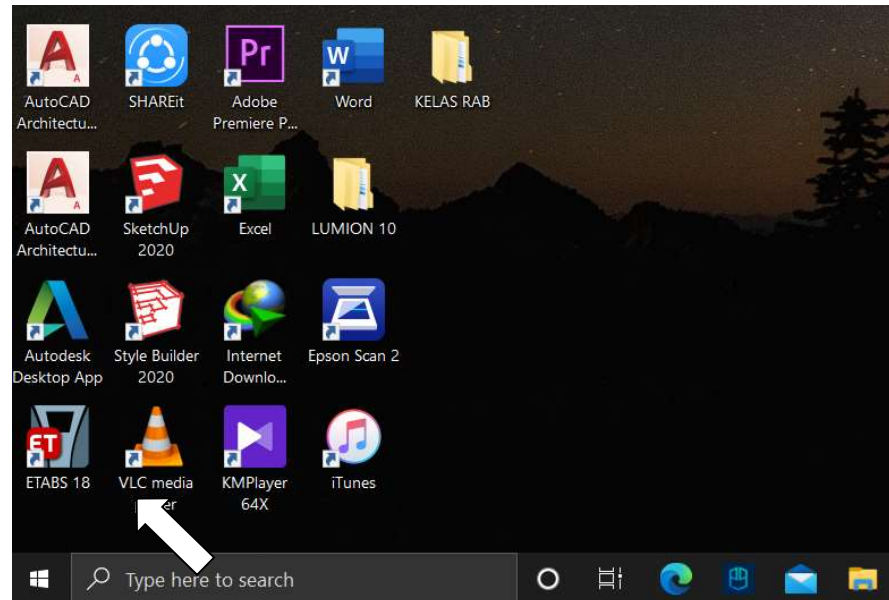
- Waterstop harus dipasang di setiap perhentian pengecoran untuk mencegah rembesan air

LAMPIRAN 2

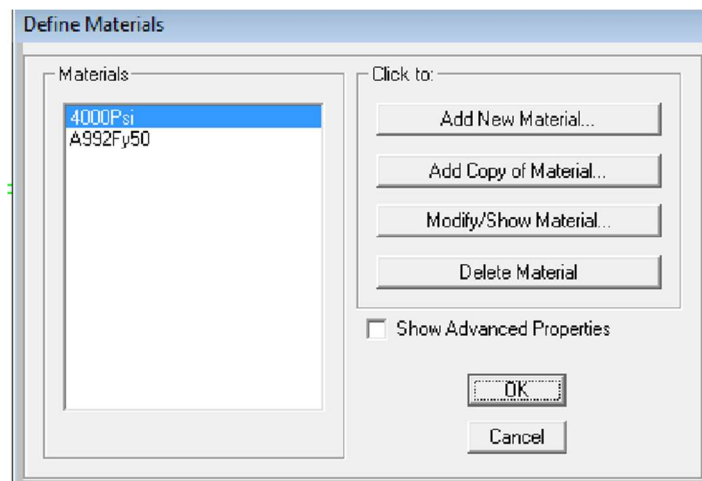
TUTORIAL
PUSHOVER
ANALYSIS

PERMODELAN STRUKTUR GEDUNG

1. Bukalah program ETABS dengan cara klik



2. Langkah selanjutnya adalah mendefinisikan penampang untuk material yang akan digunakan. Pilih menu **Define-Materials** maka akan tampil seperti gambar di bawah ini.



Pilih **Add New Material**, lalu pilih material **Concrete** karena material yang digunakan adalah beton. Isi data beton dengan memasukkan f'_c 30 mPa pada kolom yang tersedia, serta masukkan modulus elastisitas beton

sesuai rumus $4700 \cdot (f'_c)^{0.5}$. sehingga kota dialog tampak sebagai berikut :

The 'Material Property Data' dialog box is shown with the following settings:

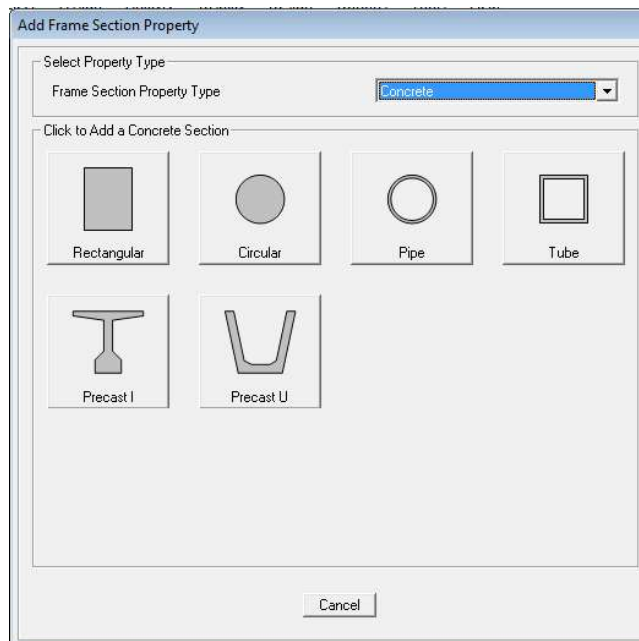
- General Data:**
 - Material Name and Display Color: BALOK
 - Material Type: Concrete
 - Material Notes: (empty)
- Weight and Mass:**
 - Weight per Unit Volume: 2.354E-05
 - Mass per Unit Volume: 2.400E-09
- Units:** N, mm, C
- Isotropic Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 23500
 - Poisson's Ratio, U: 0.2
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.170E-05
 - Shear Modulus, G: 9791.6667
- Other Properties for Concrete Materials:**
 - Specified Concrete Compressive Strength, f_c: 25
 - ☐ Lightweight Concrete
 - Shear Strength Reduction Factor: (empty)

- Setelah material beton dan tulangan telah didefnisikan, maka langkah selanjutnya adalah mendefenisikan properties ukuran penampang balok maupun kolom yang akan digunakan. Ubah kembali satuan sesuai pada soal yakni **Ton, mm, C** lalu pilih menu **Define-Section Properties-Frame Sections**.

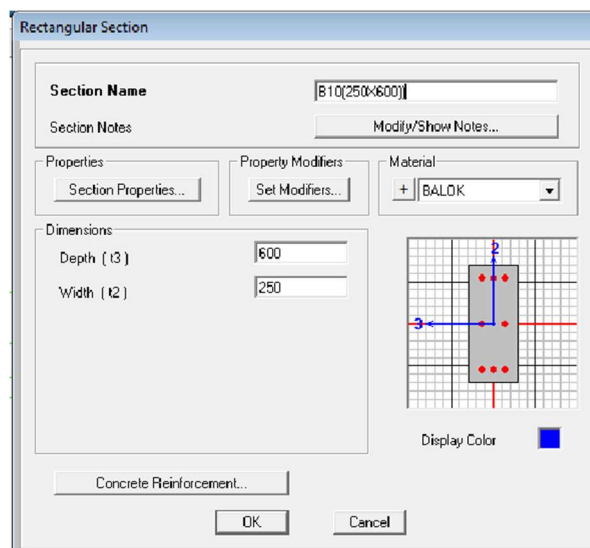
The 'Frame Properties' dialog box is shown with the following settings:

- Properties:**
 - Find this property: (empty)
 - List of properties: B1(130x300), B2(150x300), B3(200x400), B4(150x500), B5(200x500), B6(250x500), B7(300x500), B8(400x500), B9(200x600), B10(250x600), B11(300x600), B12(400x600)
- Click to:**
 - Import New Property...
 - Add New Property...
 - Add Copy of Property...
 - Modify/Show Property...
 - Delete Property

Lalu pilih **Add New Property**, pada **Frame Section Property Type** pilih **Concrete** lalu pilih **Rectangular**.



4. Kemudian ubah Section Name menjadi B10(250X600), pilih material BALOK lalu pada kolom **Dimensions** ubah Depth = 600 dan Width = 250



Pilih **Concrete Reinforcement**. Lalu pilih design type yang digunakan

adalah **Beam**. Pastikan jenis tulangan yang terpasang adalah jenis **BJTD40** yang telah kita desain sebelumnya. Juga perhatikan selimut beton yang disyaratkan sebagai bangunan tahan gempa adalah sebesar 40mm.

Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars: + BJTD40

Confinement Bars (Ties): + BJTD40

Design Type

☐ Column (P-M2-M3 Design)

☒ Beam (M3 Design Only)

Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center

Top: 40

Bottom: 40

Reinforcement Overrides for Ductile Beams

	Left	Right
Top	0	0
Bottom	0	0

OK Cancel

- Setelah frame properties untuk desain balok selesai, kemudian lakukan kembali langkah yang sama seperti pada saat pendefinisian balok. Pada **Concrete Reinforcement** pilih design type yang digunakan adalah **Column**.

Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars: + BJTD40

Confinement Bars (Ties): + BJTD40

Design Type

☒ Column (P-M2-M3 Design)

☐ Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration

☒ Rectangular

☐ Circular

Confinement Bars

☒ Ties

☐ Spiral

Longitudinal Bars - Rectangular Configuration

Clear Cover for Confinement Bars: 40,

Number of Longit Bars Along 3-dir Face: 5

Number of Longit Bars Along 2-dir Face: 4

Longitudinal Bar Size: + D19

Confinement Bars

Confinement Bar Size: + D10

Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 100,

Number of Confinement Bars in 3-dir: 3

Number of Confinement Bars in 2-dir: 3

Check/Design

☒ Reinforcement to be Checked

☐ Reinforcement to be Designed

OK Cancel

6. Setelah itu, klik **OK**, maka desain kolom yang akan kita gunakan adalah sebagai berikut :

Rectangular Section

Section Name: C1-400X600-14D19

Section Notes: Modify/Show Notes...

Properties: Section Properties...

Property Modifiers: Set Modifiers...

Material: + KOLOM

Dimensions

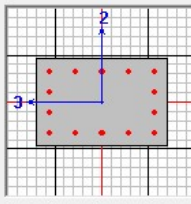
Depth (t3): 400,

Width (t2): 600,

Concrete Reinforcement...

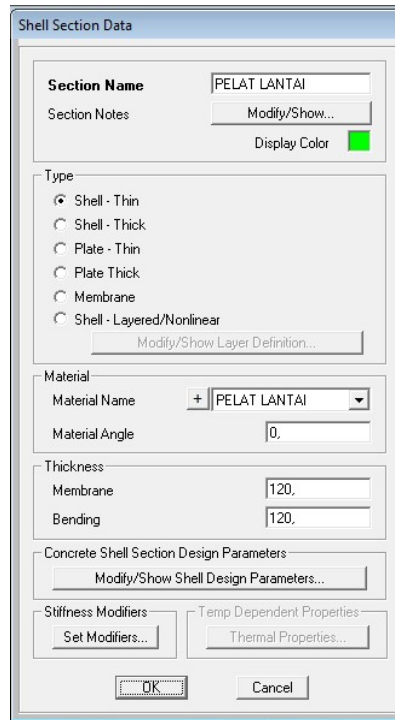
OK Cancel

Display Color: ☒

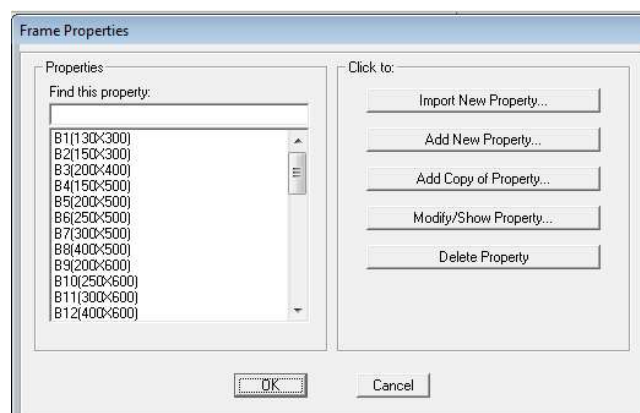


7. Setelah pendesainan balok dan kolom telah selesai, selanjutnya adalah pendesainan pelat, dinding geser, dan tangga yang akan digunakan dalam

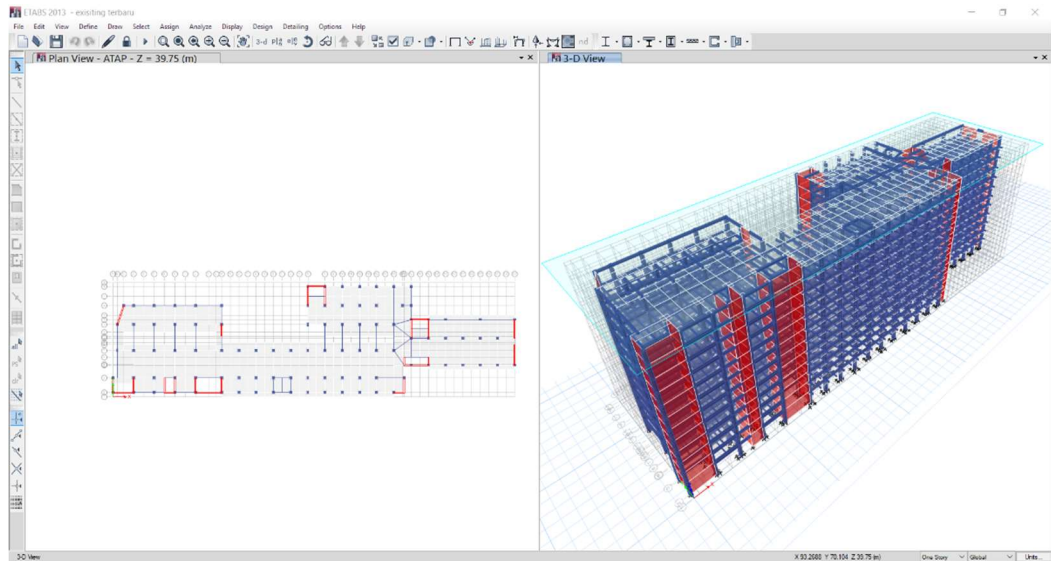
struktur. Pilih menu **Define>Section Properties>Area Section**,selanjutnya pilih **Add New Section** lalu definisikan tebal pelat,dinding geser, dan tangga yang digunakan.



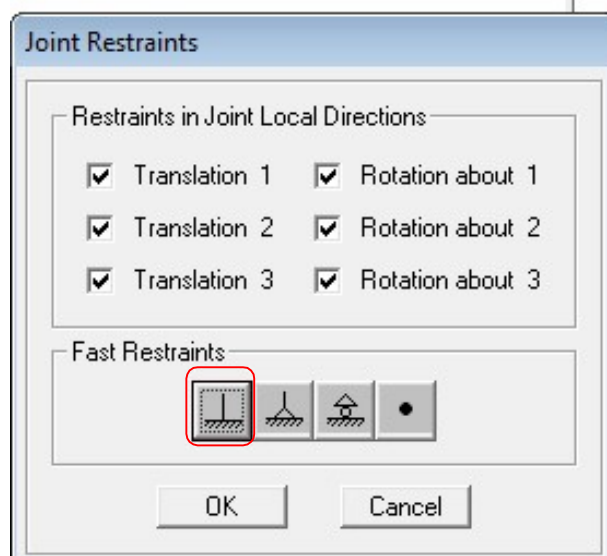
8. Setelah pendimensian pelat selesai, maka langkah selanjutnya adalah me-assign frame- frame tadi kedalam golongannya masing-masing. Klik semua balok atau kolom pada gambar rencana, lalu pilih menu **Assign - Frame - Frame Sections**. Pilih dimensi balok atau kolom yang digunakan lalu klik **OK**.



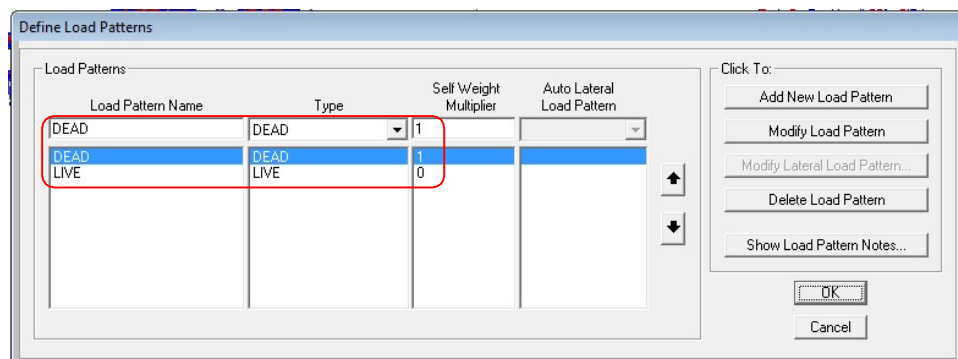
9. Setelah proses assign pada balok dan kolom telah selesai, dilanjutkan pada proses assign pada pelat, dinding geser, dan tangga dengan memilih menu **Draw > Quick Draw Area**. Gambar semua pelat, dinding geser, dan tangga yang telah didesain pada semua frame, sehingga tampak struktur apabila ditampilkan secara extrude akan seperti berikut



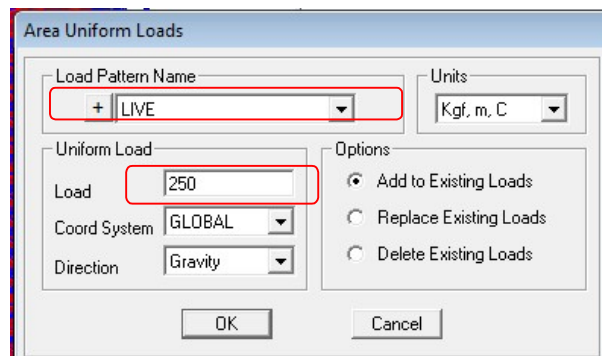
10. Draw semua frame pada grid arah x, arah y, arah z. sehingga setelah semua diberikan frame, maka berikan perletakan pada joint dasar. Lalu blok titik yang akan di berikan perletakan. Setelah itu pilih menu **Assign-Joint-Restraints**. Beri perletakan Jepit pada masing-masing joint dasar (pertimbangan jenis pondasi yang digunakan adalah tiang



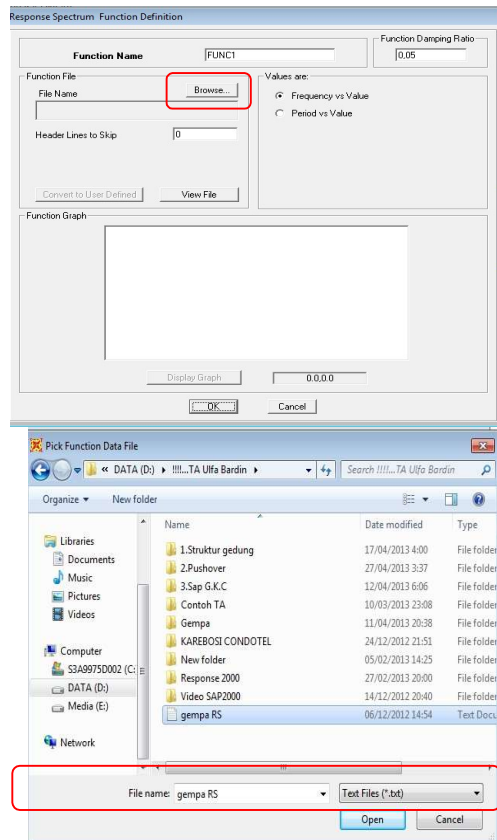
11. Setelah assign frame/plate section telah selesai. Maka selanjutnya adalah memberikan beban-beban pada komponen struktur yang digunakan. Untuk jenis beban yang digunakan adalah Beban Mati, Hidup, dan Gempa. Adapun Gaya gempa yang akan didefinisikan berupa Respon Spectrum.
12. Pendefinisian beban luar dengan memilih **Define>Load Pattern**. Setelah kotak dialog muncul. Masukkan jenis beban seperti pada gambar berikut :



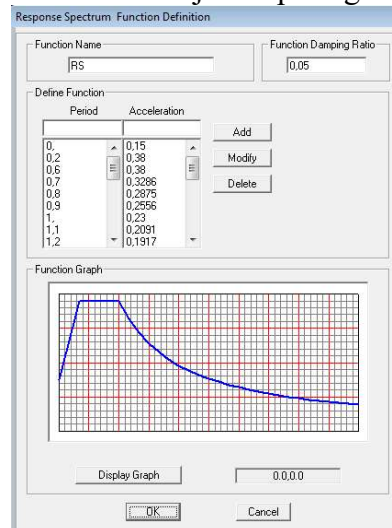
13. Untuk beban mati tambahan dan beban hidup, pilih semua elemen pelat lalu pilih **Assign- Area Loads-Uniform(Shell)**. Untuk input beban mati tambahan maka pada **Load Pattern Name** pilih **DEAD** sedangkan untuk beban hidup pilih **LIVE**. Input nilai beban pada **Uniform Load-Load**.



14. Untuk beban gempa, pilih **Define > Function > Respon Spectrum**. Pada **Choose Function Type To Add** pilih **From File** (karena akan mengambil/impor data dari luar. Lalu klik **Add New Function**. Pada kotak input yang muncul, klik **Browse** untuk menginput koordinat grafik *response spectrum* yang telah dibuat sebelumnya.



15. Pada **Values are** pilih **Period vs Value** karena input dalam bentuk waktu/periode, lalu klik **Display Graph**. Klik **Convert to User Defined**, sehingga tampilan akan berubah menjadi seperti gambar berikut :



16. Setelah pendefinisian respon spectrum selesai. Masuk ke **Load Cases** lalu **modify** Padabagian **MODAL** sehinga muncul kotak dialog

Load Case Data - Modal

Load Case Name: MODAL Set Def Name

Notes: Modify/Show...

Load Case Type: Modal Design...

Stiffness to Use:

- ☒ Zero Initial Conditions - Unstressed State
- ☐ Stiffness at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Type of Modes:

- ☒ Eigen Vectors
- ☐ Ritz Vectors

Number of Modes:

Maximum Number of Modes: 54

Minimum Number of Modes: 1

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Target Mass Participation Ratio (%)	Static Correction
Load Pattern	DEAD	99	No
Accel	UX	99	No
Accel	UY	99	No

Add Modify Delete

☒ Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:

Frequency Shift (Center): 0

Cutoff Frequency (Radius): 0

OK

17. Lalu masuk kembali ke **Load Cases > Add New Load Cases**, pada **Load Case Type** pilih **Response Spectrum** sehingga muncul kotak dialog berikut :

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: RSX Set Def Name

Notes: Modify/Show...

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:

- ☒ CQC
- ☐ SRSS
- ☐ Absolute
- ☐ GMC
- ☐ NRC 10 Percent
- ☐ Double Sum

GMC #1: 1

GMC #2: 0

Periodic + Rigid Type: SRSS

Directional Combination:

- ☒ SRSS
- ☐ CQC3
- ☐ Absolute

Scale Factor:

Modal Load Case:

Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	RS	1509.2
Accel	U1	RS	1509.2

Add Modify Delete

☐ Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

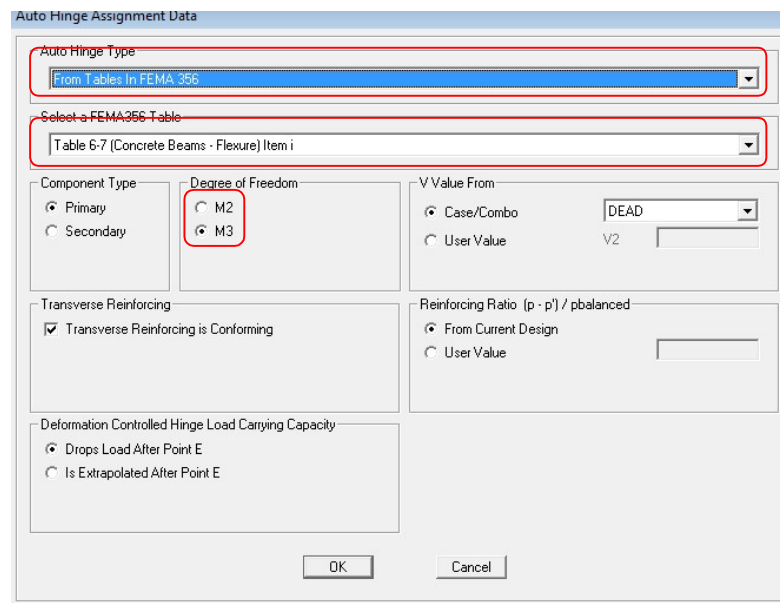
OK

Isi parameter-parameter seperti yang diatas.

ANALISA BEBAN DORONG STATIK (*PUSHOVER ANALYSIS*)

18. Perilaku leleh dan pasca leleh pada elemen struktur dapat dimodelkan dalam **Hinge Properties**. **Hinge Properties** hanya dapat dipakai dalam elemen rangka. Pushover memberikan pilihan perhitungan *yield moment* dan *yield rotation* dari sendi plastis elemen rangka dilakukan secara otomatis oleh program ini atau bisa diinputkan nilainya. Untuk penelitian ini, perilaku leleh dan pasca leleh elemen rangka didapatkan secara otomatis dari program SAP2000 yang mengacu pada Tabel 6-7 dan 6-8 FEMA 356.

- Pendefinisian *Hinge Properties* balok
 - Pilih semua elemen balok, lalu pilih **Assign-Frame-Hinges**. Pada **Relative Distance** masukkan nilai 0 yang menyatakan posisi awal dari panjang bersih balok, lalu klik **Add**, sehingga muncul kotak dialog berikut :



Pada kotak **Auto Hinge Type** pilih **From Tables In FEMA 356**, lalu pilih **Table 6-7 (Concrete Beams-Flexure)Item i**. Untuk elemen balok, pada **Degree of Freedom** pilih **M3** yang berarti sendi plastis hanya terjadi karena momen searah sumbu lokal 3.

- Kembali pada form **Frame Hinge Assignment** masukkan 1 pada **Relative Distance** yang menyatakan posisi akhir dari panjang bersih balok, lalu klik **Add**.
- Pendefinisian *Hinge Properties* kolom
 - Pilih semua elemen kolom, lalu pilih **Assign-Frame-Hinges**. Pada **Relative Distance** masukkan nilai 0 yang menyatakan posisi awal dari panjang bersih kolom, lalu klik **Add**, sehingga muncul kotak dialog berikut :

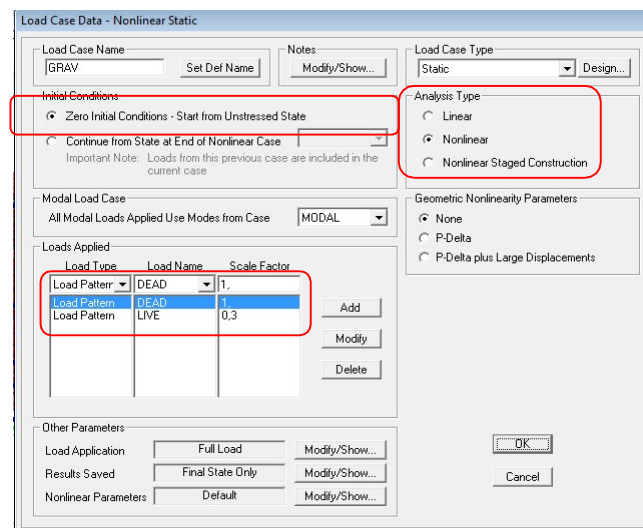
Pada kotak **Auto Hinge Type** pilih **From Tables In FEMA 356**, lalu pilih **Table 6-8 (Concrete Columns-Flexure)Item i**. Untuk elemen kolom, pada **Degree of Freedom** pilih **P-M2-M3** yang berarti sendi plastis terjadi karena interaksi gaya aksial (P) dan momen (M) searah sumbu lokal 2 dan sumbu lokal 3.

- Kembali pada form **Frame Hinge Assignment** masukkan 1 pada **Relative Distance** yang menyatakan posisi akhir dari panjang bersih kolom, lalu klik **Add**.

19. Pembebanan diberikan dalam dua tahapan, yakni yang pertama adalah pembebanan akibat beban gravitasi, yaitu kombinasi beban mati dan beban

hidup. Pilih **Define-Load Case-Add New Load Case**. Pada tahap ini, sudah diperhitungkan kondisi nonlinier.

- Nama analisis adalah **GRAV**.
- Tipe analisis ditentukan **Static-Nonlinear**.
- **Scale factor** yang digunakan adalah 1,0 untuk beban mati dan 0,3 untuk beban hidup.



20. Selanjutnya adalah pendefinisian beban lateral pada struktur.

Pendefinisian tahap kedua melalui menu **Define-Loads Cases-Add New Case**.

- Nama **Load Case Name** adalah **PUSH-X**.
- Tipe analisis ditentukan **Static-Nonlinear**.
- Karena tahap kedua baru dilakukan setelah tahap pertama selesai, maka opsi **Continue from State at End of Nonlinear Case** diaktifkan, dengan akhir dari analisis **GRAV** sebagai permulaan dari analisis tahap kedua.
- Tipe beban adalah **Acceleration** untuk pembebanan arah-X dan arah-Y.
- **Scale factor** yang digunakan adalah 1,0.

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: PUSH-X Set Def Name Modify/Show...

Load Case Type: Static Design...

Initial Conditions: ☐ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State ☒ Continue from State at End of Nonlinear Case GRAV

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case: All Modal Loads Applied Use Modes from Case MODAL

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Accel	UX	-1.
Accel	UX	1.

Add Modify Delete

Other Parameters:

Load Application: Displ Control Modify/Show...

Results Saved: Multiple States Modify/Show...

Nonlinear Parameters: User Defined Modify/Show...

OK Cancel

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: PUSH-Y Set Def Name Modify/Show...

Load Case Type: Static Design...

Initial Conditions: ☐ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State ☒ Continue from State at End of Nonlinear Case GRAV

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case: All Modal Loads Applied Use Modes from Case MODAL

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Accel	UY	-1.
Accel	UY	1.

Add Modify Delete

Other Parameters:

Load Application: Displ Control Modify/Show...

Results Saved: Multiple States Modify/Show...

Nonlinear Parameters: User Defined Modify/Show...

OK Cancel

- Pada **Other Parameters-Load Application** klik **Modifiy/Show**. Pilih **Displacement Control** yang berarti pembeban diberikan sampai mencapai target displacement tercapai. Pada **Load to a Monitored Displacement Magnitude of** masukkan target displacement yang ingin dicapai, pada penelitian ini target displacement maksimum yang ingin dicapai adalah 0,02H yaitu 1333mm.

Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

Load Application Control

☐ Full Load

☒ Displacement Control

Control Displacement

☐ Use Conjugate Displacement

☒ Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of

Monitored Displacement

☒ DOF at Joint

☐ Generalized Displacement

OK Cancel

- Pada **Other Parameters-Results Saved** klik **Modify/Show**. Hasil pushover disimpan secara **Multiple States** dengan jumlah minimum 50 dan maksimum 100steps.

Results Saved for Nonlinear Static Load Cases

Results Saved

☐ Final State Only ☒ Multiple States

For Each Stage

Minimum Number of Saved States

Maximum Number of Saved States

☒ Save positive Displacement Increments Only

OK Cancel

21. Klik **Run Analysis** untuk menampilkan **Set Load Cases to Run** , pada form ini pastikan beban **GRAV**, **PUSH-X**, dan **PUSH-Y** pada posisi **Run**

Set Load Cases to Run

Case Name	Type	Status	Action
DEAD	Linear Static	Not Run	Do not Run
MODAL	Modal	Not Run	Do not Run
LIVE	Linear Static	Not Run	Do not Run
RS-X	Response Spectrum	Not Run	Do not Run
RS-Y	Response Spectrum	Not Run	Do not Run
GRAV	Nonlinear Static	Not Run	Run
PUSH-X	Nonlinear Static	Not Run	Run
PUSH-Y	Nonlinear Static	Not Run	Run

Click to:

Run/Do Not Run Case

Show Case...

Delete Results for Case

Run/Do Not Run All

Delete All Results

Show Load Case Tree...

Analysis Monitor Options

☐ Always Show

☐ Never Show

☒ Show After seconds

☐ Model-Alive

Run Now

OK Cancel

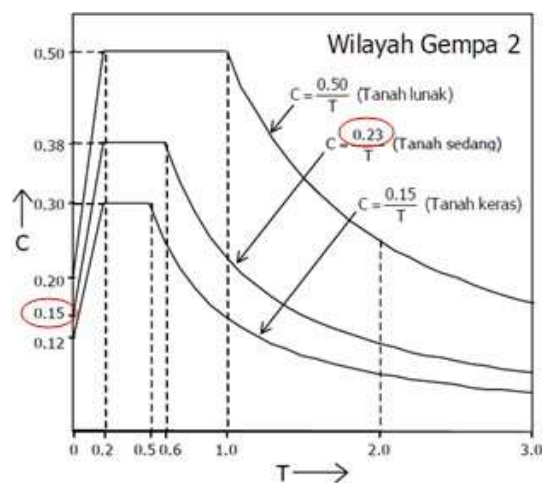
di action. Klik **Run Now** untuk menjalankan analisis.

22. Untuk menampilkan kurva pushover, pilih **Display-Show Static Pushover Curve**. Pilih **File-Display Table** untuk menampilkan perpindahan titik kontrol vs gaya geser dasar yang terjadi pada tiap step.

23. Untuk menampilkan kurva pushover dalam format ADRS maka pada **Plot Type** pilih

ATC-40 Capacity Spectrum.

Pada **Modify Show Parameter** input nilai C_a dan C_v yang diperoleh melalui kurva response spectrum yang penggunaannya disesuaikan dengan wilayah pembangunan berdasarkan Peta Gempa Indonesia dan kondisi tanah pada lokasi struktur gedung. Untuk daerah Makassar dengan kondisi tanah medium maka didapatkan nilai C_a dan C_v adalah 0,15 dan 0,23.



Dari kurva pushover dapat dievaluasi kinerja gedung melalui nilai pada **Performance Point** yakni target perpindahan (*displacement*) dan gaya geser dasar pada titik kontrol (*base reaction*) yang terjadi.