**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 | Penguji I | Penguji II |
|---|---|---|
| **Prof. Ir. Sarwidi, MSCE., Ph.D.,IP-U.** | **Novi Rahmayanti, S.T.,M.Eng** | **Hariadi Yulianto, S.T.,M.Eng** |
| **NIK : 845110101** | **NIK : 155111306** | **NIK : 155111305** |

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
YOGYAKARTA

**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 Perencaan 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 Illustrasi Rekayasa Gempa Berbasi 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 Penetuan 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, pembenanan gempa arah-Y yaitu 0,748498 meterdengan gaya geser yang terjadi adalah 202948,839 kN. drift maksimal yang terjadiakibat pembebanan gempa arah-X dan arah-Y adalah 0,0162 dan 0,0188. Rasio simpangan struktur yang terjadi masih lebih kecil dari batas simpangan yangdisyaratkan 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 :** *analisys 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 ( T1) 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 Bel*t) 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 penlitian 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 penitian 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 pembenanan 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 progam 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 *cod*e 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 struktut 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 membandingan 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 penelitianyang 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) | 1. Struktur bangunan yang ditinjau berjumlah 18 lantai dengan tinggi gedung 66,65 m dan fungsi bangunan sebagai hotel,<br>2. Bangunan yang ditinjau adalah gedung Karebosi Condotel yaitu bangunan tinggi tidak beraturan dengan sistem ganda,<br>3. Gedung berlokasi di Makassar, Sulawesi Selatan. | 1. Struktur bangunan yang ditinjau berjumlah 13 lantai dan tinggi gedung 39,75 m dan fungsi bangunan sebagai apartemen<br>2. Bangunan yang ditinjau adalah gedung Jogja *Apartment* yaitu bangunan tinggi beraturan dengan sistem *flat slab-drop panel* dengan shearwall<br>3. Gedung berlokasi di Yogyakarta, D.I.Yogyakarta |
| 2 | Nur Rachmad Afandi (2010) | 1. Struktur bangunan yang ditinjau berjumlah 5 lantai dan 2 lantai basement dengan tinggi gedung 27,80 m dan fungsi bangunan sebagai rumah sakit, | 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,<br>2. Gedung berlokasi di Surakarta, Jawa Tengah. | 4. Bangunan yang ditinjau adalah gedung Jogja *Apartment* yaitu bangunan tinggi beraturan dengan sistem *flat slab-drop panel* dengan shearwall<br>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,<br>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<br>2. Bangunan yang ditinjau adalah gedung Jogja *Apartment* yaitu bangunan tinggi beraturan dengan sistem *flat slab-drop panel* dengan shearwall. |

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu**

| No | Penelitian | Tujuan Penelitian | Perbedaan dengan Penelitian yang Akan Dilakukan |
|---|---|---|---|
| 4 | Dwi Nurul Imih Ahkam | 1. Bangunan yang ditinjau adalah gedung Jogja Apartmen<br>2. Gedung berlokasi di Yogyakarta, D.I.Yogyakarta<br>3. Tujuan Meredesain struktur menggunakan sistem ganda | 1. Bangunan yang ditinjau adalah gedung Jogja *Apartment* yaitu bangunan tinggi beraturan dengan sistem *flat slab-drop panel* dengan shearwall<br>2. Gedung berlokasi di Yogyakarta, D.I.Yogyakarta<br>3. Tujuan untuk menganalisis kinerja struktur dengan analisis *pushover* |

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

# BAB III
# LANDASAN TEORI

## 3.1 Perencaan 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 dapatdiperkirakan 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.

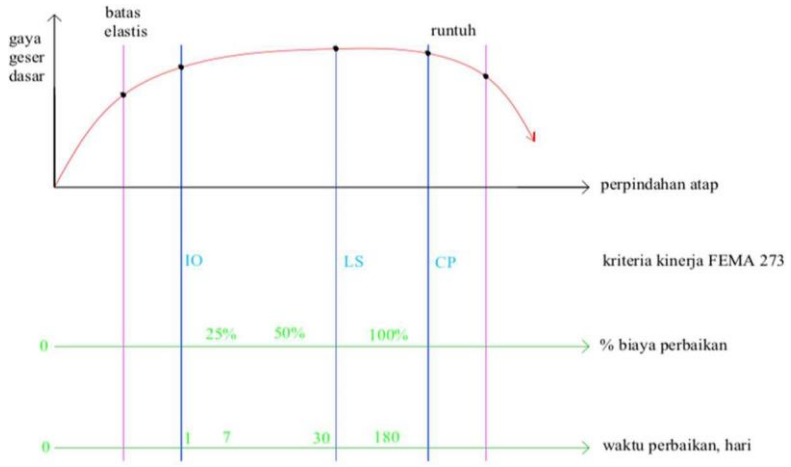
Proses perencanaan tahan gempa berbasis kinerja di mulai dengan membuat model rencana bangunan kemudian melakukan simulasi kinerjanya

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 Illustrasi Rekayasa Gempa Berbasi 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 strukturberdasarkan perpindahan lateralnya (*drift*). Selain itu, bisa juga dikorelasikan dibawahnya berapa prosentase biaya dan waktu yang dibutuhkanuntuk 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 adallah 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 yangbesar sampai mencapai kondisi di ambang keruntuhan.

Prosedur analisisnya akan menjelaskan bagaimana mengidentifikasikan 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

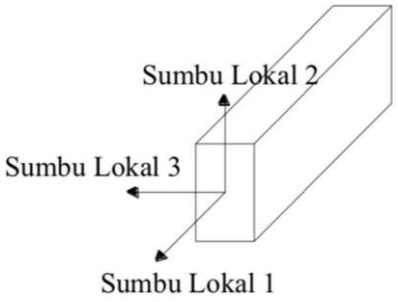
kapasitas yang merupakan gambaran perilaku struktur dalam bentuk perpindahan lateral terhadap beban (*demand*) yang diberikan. Lebih lanjut, analisis pushover dapat menampilkan secara visual elemen-elemen struktur yang mengalami kegagalan, sehingga dapat dilakukan pencegahan dengan melakukan pendetailan 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 analis nonlinier akan lebih rumit dibanding model analisa linier. Model tersebut harus memperhitungkan karakteristikinelastik beban-deformasi dari elemen-elemen yang penting dan efek P-Δ.

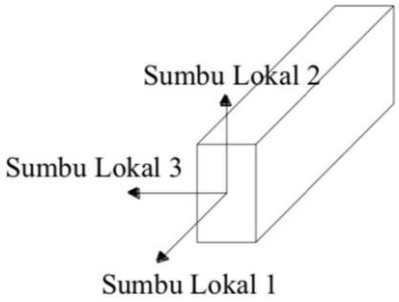
Komponen yang akan dievaluasi jumlahnya relatif sangat banyak, oleh karena itu analisa *pushover* sepenuhnya harus dikerjakan oleh computer. Langkah utama dalam analisa *pushove*r adalah :

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 M3, yang berarti sendi plastis terjadi hany karena momen searah sumbu lokal 3.Posisi sumbu lokal 3 pada elemen balok dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut ini.



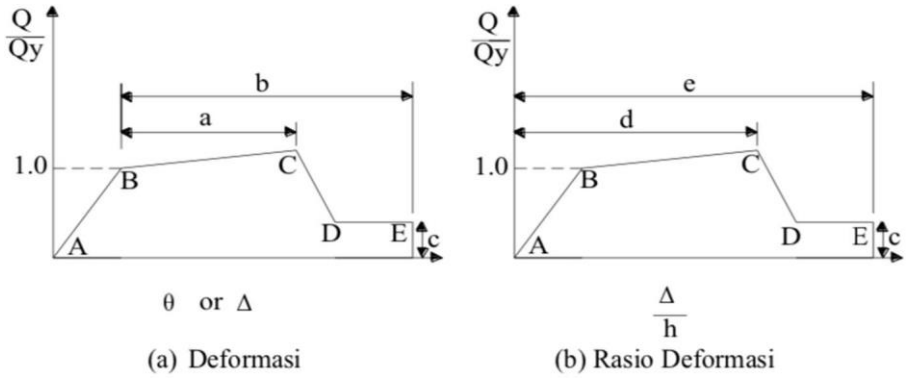

**Gambar 3. 2 Posisi Sumbu Lokal Balok**

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 plastifikasisendi 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 sendiplastis 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* dilakuka setelah struktur dibebani oleh beban gravitasi yang direncanakan. Jadi setelah struktur dibebani oleh beban gravitasi, beban statik lateral diberikan secara berangsur-angsur untuk mencapaitarget 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 ditambahakan 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 bebanselama 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 barbasis 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 $\delta_t$ 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 perpidahan, $\delta_t$.

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 melebih 25% dari kekuatan spektrum elastis.

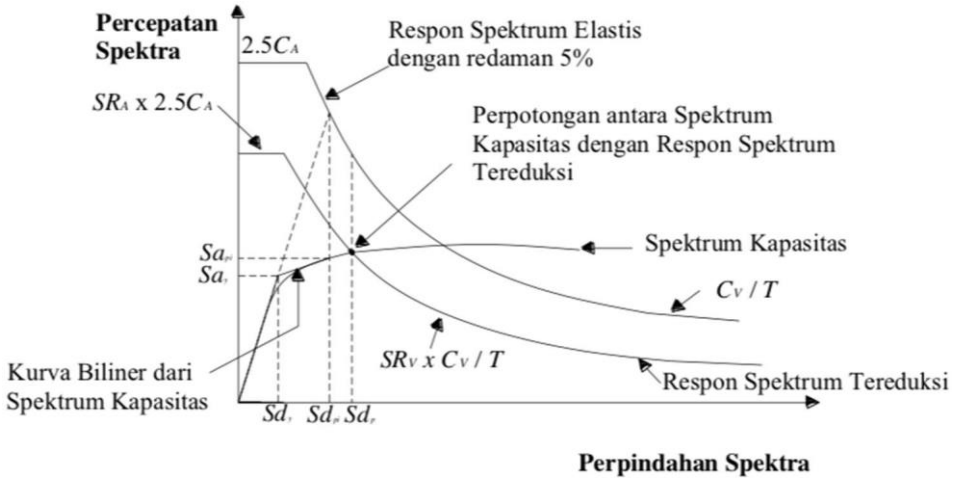
Analisa *pushover* dilakukan dengan memberi beban lateral pada pola tertentu sebagai simulasi beban gempa dan harus diberikan bersama-sama dengan pengaruh kombinasi beban mati dan tidak kurang dari 25% dari beban hidup yang ditentukan. Kriteria evaluasi level kinerja kondisi bangunan didasarkan pada gaya dan deformasi yang terjadi ketika perpindahan titik kontrol sama dengan target perpindahan $\delta_t$. 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 (Sa) dan ordinat merupakan displacement (Sd) 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 ekivalen, $T_e$, dianggap sebagai secant waktu getar tepat dimana gerakan tanah gempa perlu yang direduksi karena adanya efek redaman ekivalen bertemu pada kurva kapasitas. Karena waktu getar ekivalen 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*.

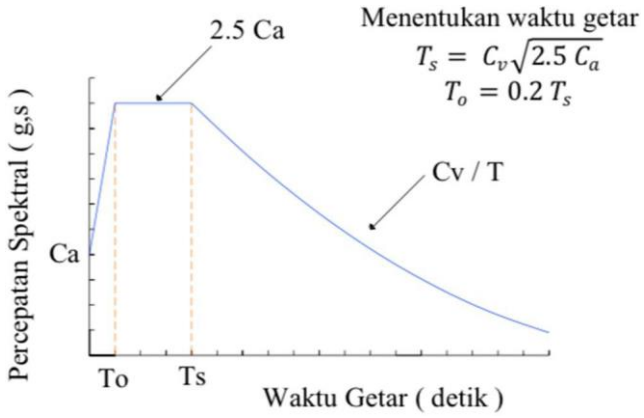



**Gambar 3. 5 Penetuan Titik Kinerja Menurut M3tode Spektrum Kapasitas**

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 merupaka kurva respons spektrum yang diambil dari SNI 03-1726- 2002 yang penggunaaanya 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 perceoata batuan dasar gempa periode ulang tertentu

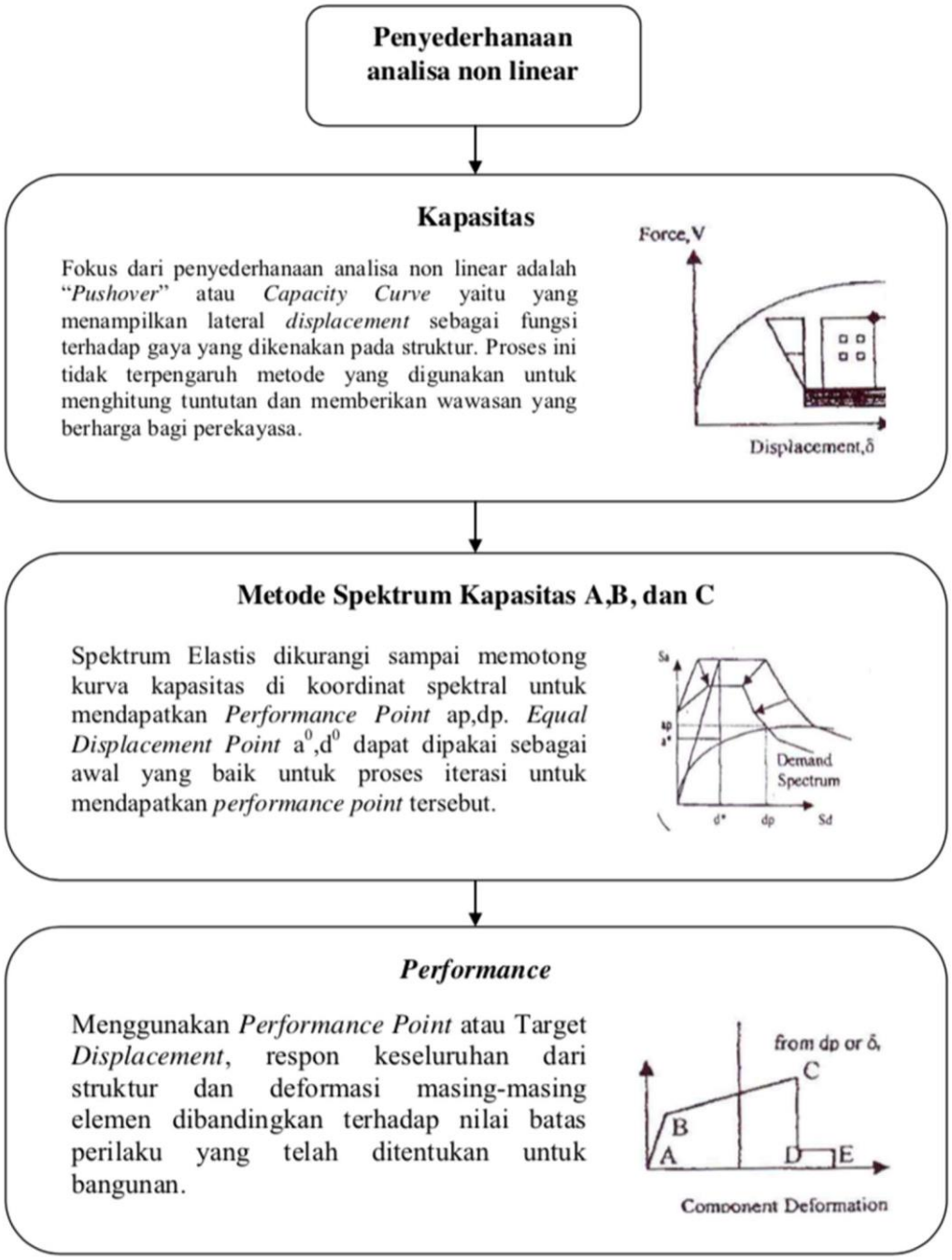
$C_v$ = koefisien percepatan gempa dari kurva Respons Spektrum pada saat periode bangunan sebesar 1 detik.

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 Berdasrkan ATC-40**

| *Shaking Duration* | *Essentially New Building* | *Average Existing Building* | *Poor Existing Buliding* |
|---|---|---|---|
| *Short* | *Type A* | *Type B* | *Type C* |
| *Long* | *Type B* | *Type C* | *Type C* |

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 kekuata masih banya 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. Semu sistem yang penting untuk beroperas 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<br>1,0 | Transient<br>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 | $_{0,33}{}^{Vi}{}_{Pi}$ |
| 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.

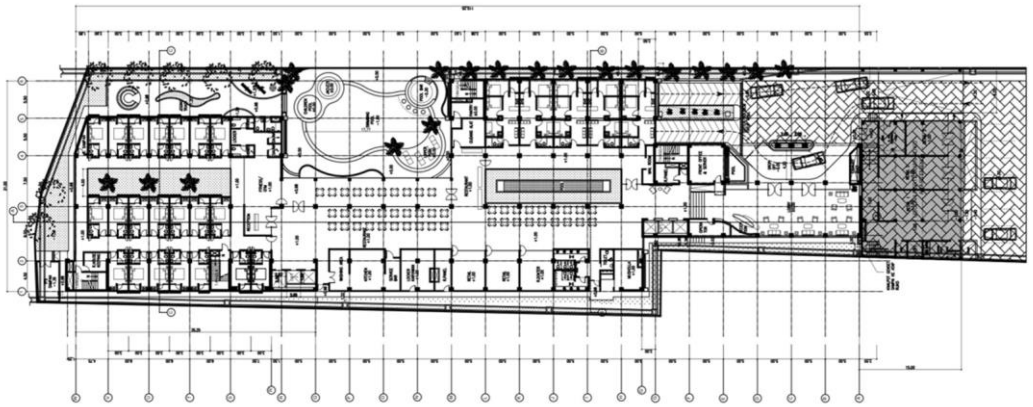
## 4.2 Data Struktur

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 MPa
2. Mutu baja yang digunakan pada perencanaan struktur adalah BJTP 24 ($f_y$ = 240 MPa) dan BJTD 40 ($y_y$ = 400 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

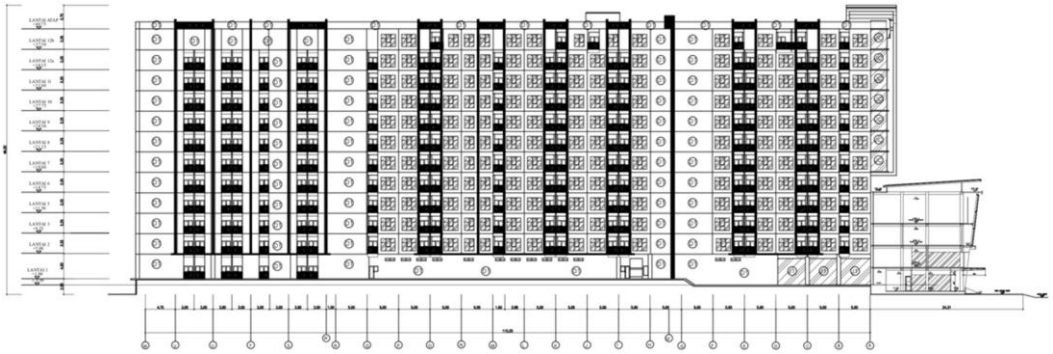
## 4.3 Model Struktur

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



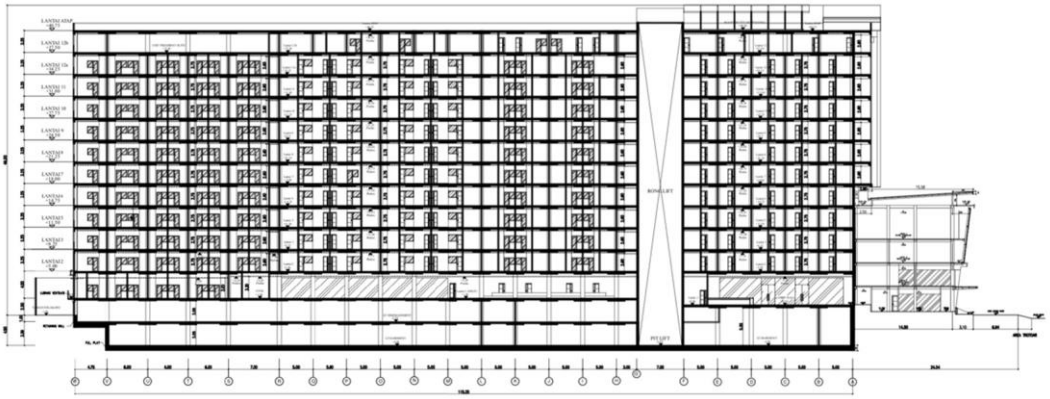
**Gambar 4. 1 Denah Lantai 1**

(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 dapatdilihat 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 dianlisis 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 -peratura 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

   Pemodelan struktur bangunan akan dimodelkan dengan menggunakan program ETABS, Program ETABSdigunakan 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*.

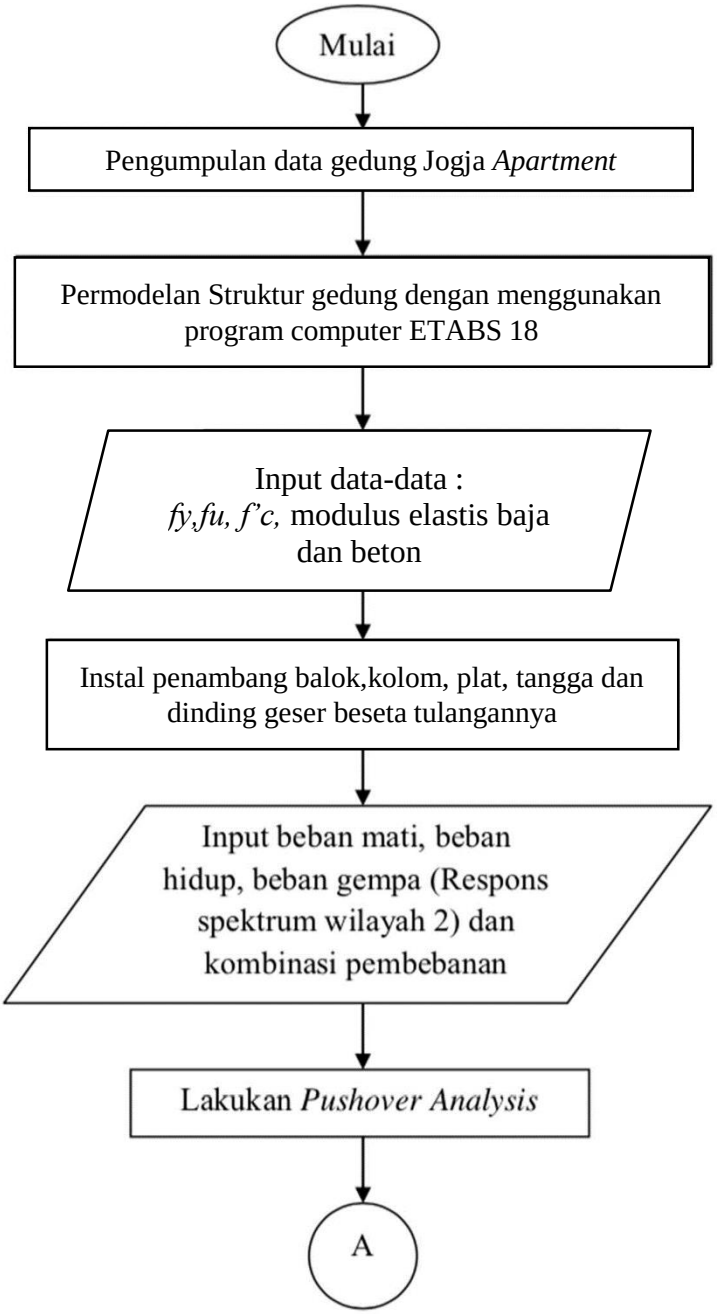
5. Evaluasi komponen struktur

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

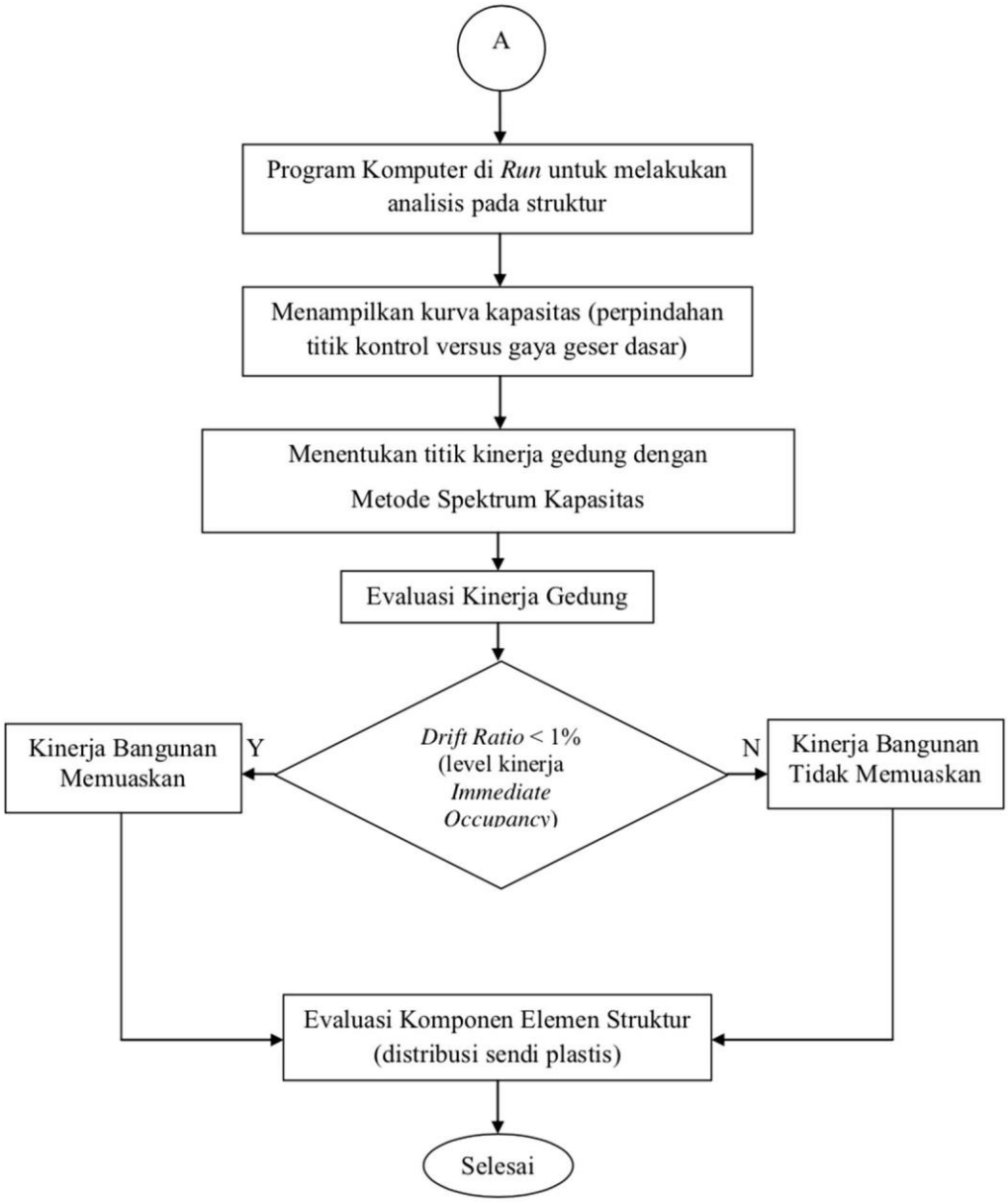
6. Penulisan naskah

   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 (*fy*) : 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/m³) | Beban Qd (kN/m²) |
|---|---|---|---|---|
| 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/m³) | Beban Qd (kN/m²) |
|---|---|---|---|---|
| 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 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 (□) seperti $\overline{p}$ada Tabel 5.4 berikut.

**Tabel 5. 4 Analisis Data N-SPT**

| Kedalaman (d) | Ketebalan Lapis (di) | N-SPT | di/N |
|---|---|---|---|
| meter | meter | | |
| 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 |

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

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

4 Parameter percepatanan Tanah ($S_s$ dan $S_1$), Koefisien Lokasi *Fa* dan *Fv*, 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 |
| $S_1$ (g) | 0,473 |
| $C_{RS}$ | 0,914 |
| $C_{R1}$ | 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.

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

($F_a$aktor kuat lebih sistem) = 2,5

$C_d$ (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.

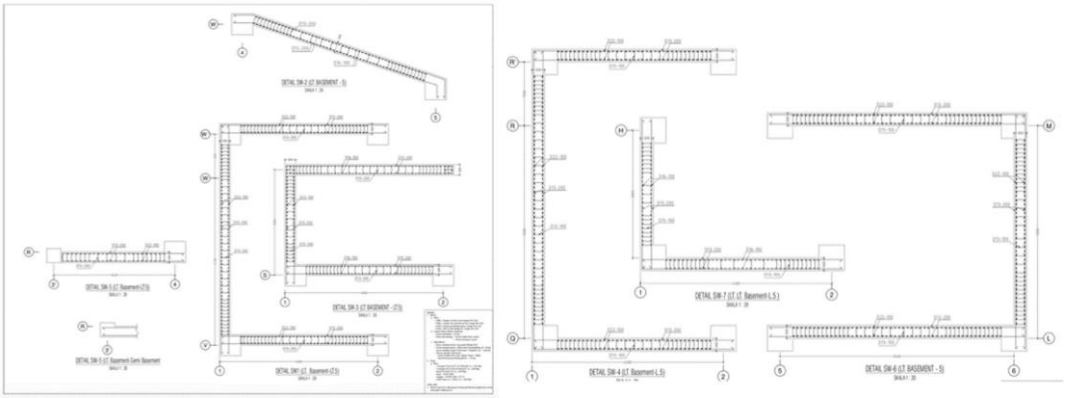
**Tabel 5. 9 Tipe Kolom**

| 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

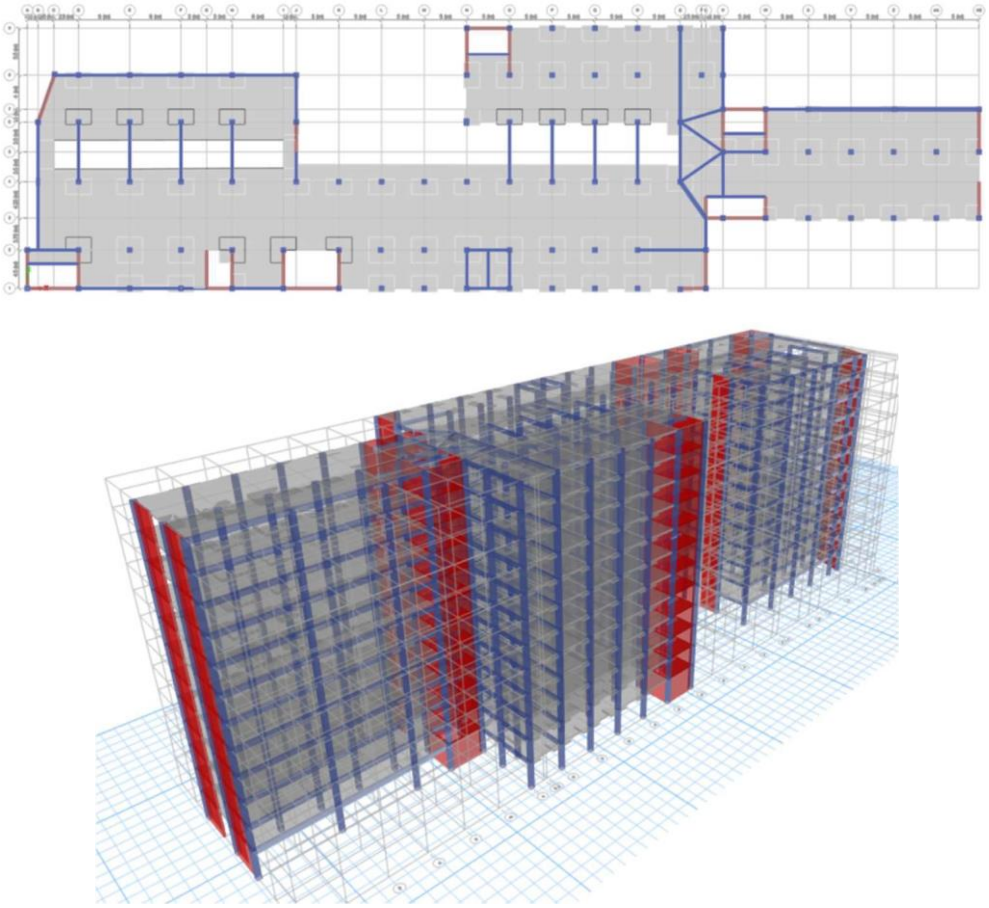
sangat beragam dengan ketebalan 300 mm. Untuk melihat detailnya dapat dilihat pada Gambar 5.1



**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 per antai

Berdasarkan hasi 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 | *Self Mass* | *Self Weight* |
|---|---|---|
| | 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 (*Ta*) yang dihitung sesuai Pasal 7.8.2.1, dimana Ta untukstruktur dinding geser beton diijinkan ditentukan dari persamaan berikut.

$$Ta = \frac{0{,}0062\, h_n}{\sqrt{Cw}} \qquad (5.1)$$

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

keterangan,

*hn* = ketinggian struktur (m),

*Ab* = luas dasar struktur ($m^2$),

*Ai* = luas badan dinding geser "*I*",

*Di* = panjang dinding geser "*I*",

*hi* = 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

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

= 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 Cu.

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

*Cu* $T_{ax}$= 1,4 × 0,8151= 1,1411

*Cu* $T_{ay}$= 1,4 × 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 analis 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

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

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

Faktor arah y

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

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

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 | |

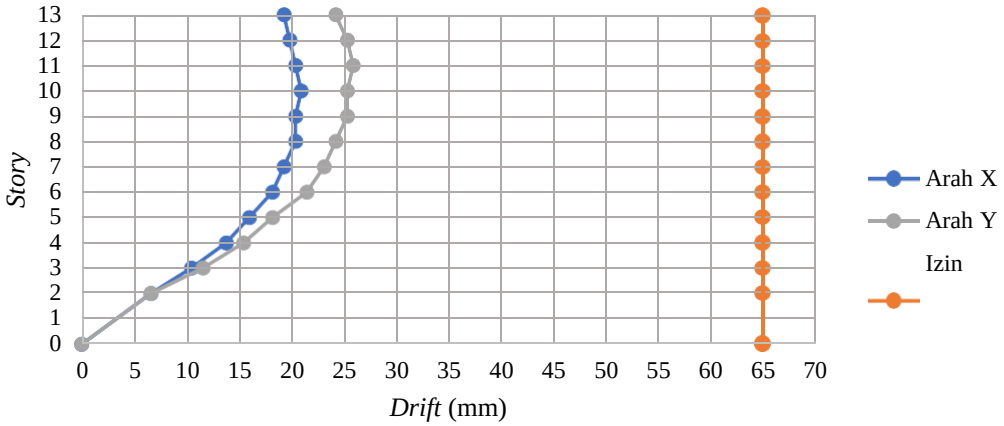
5.4.3 Simpangan antar Lantai *(Drift)* Struktur

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 simpanganantar 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**

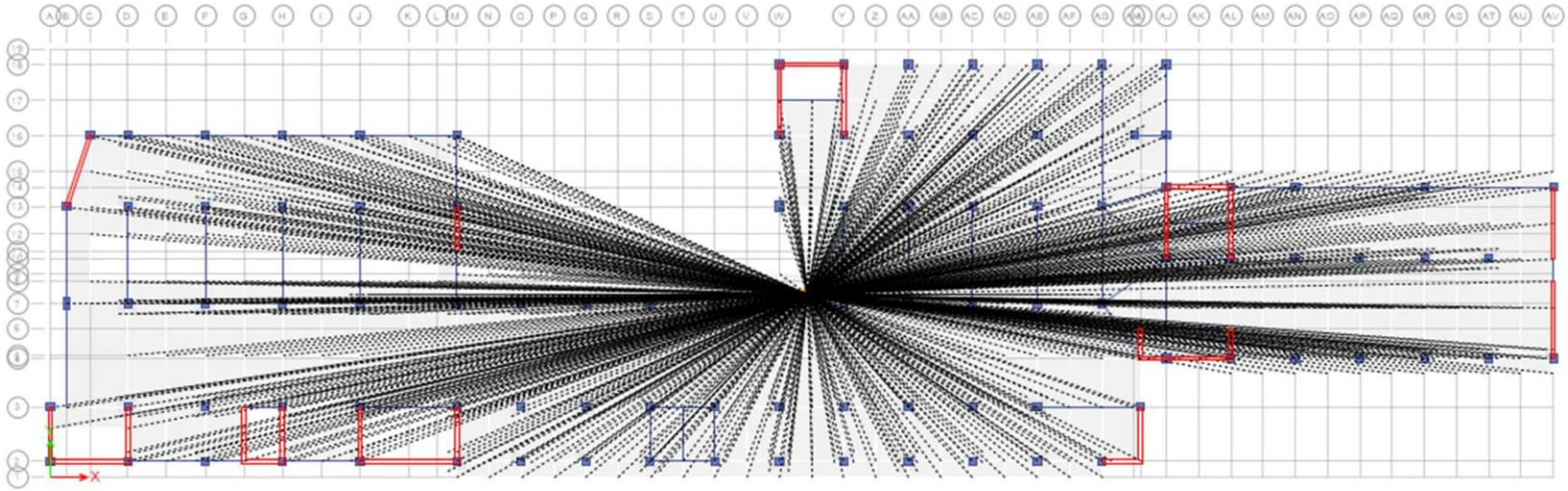
| Lantai | δb (Titik 270) | δa (Titik 275) | δmax | δavg | 1,2 δavg | 1,4 δavg | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Atap | 35,8 | 35,8 | 35,8 | 35,8 | 42,96 | 50,12 | Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi |
| 12b | 32,5 | 32,5 | 32,5 | 32,5 | 39 | 45,5 | Tidak Terjadi ketidakberaturan torsi |
| 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.

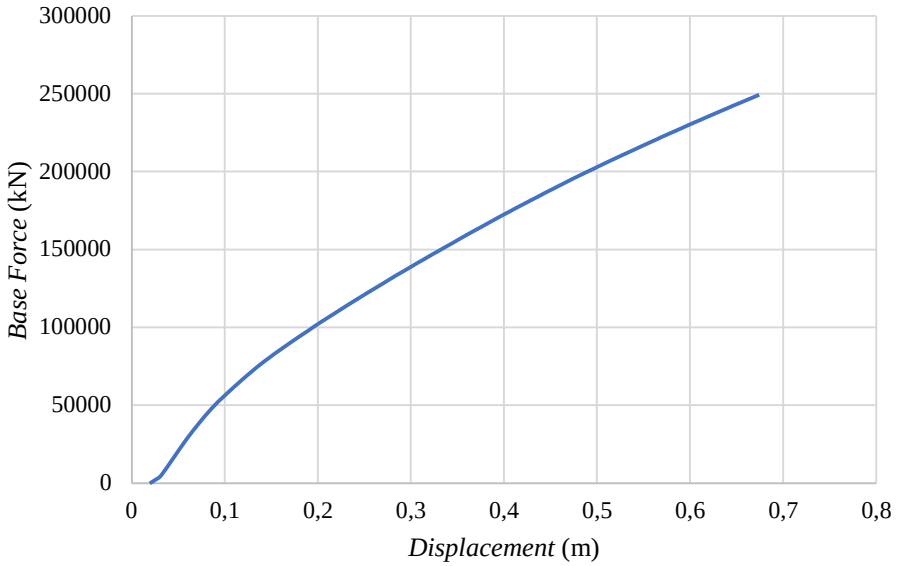
### 5.5.1 Kurva Kapasitas

Kurva kapasitas (*capacity curve*) merupakan kurvavhubungan 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**

| *Step* | *Displacement* | *Base Force* |
|---|---|---|
| | 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**

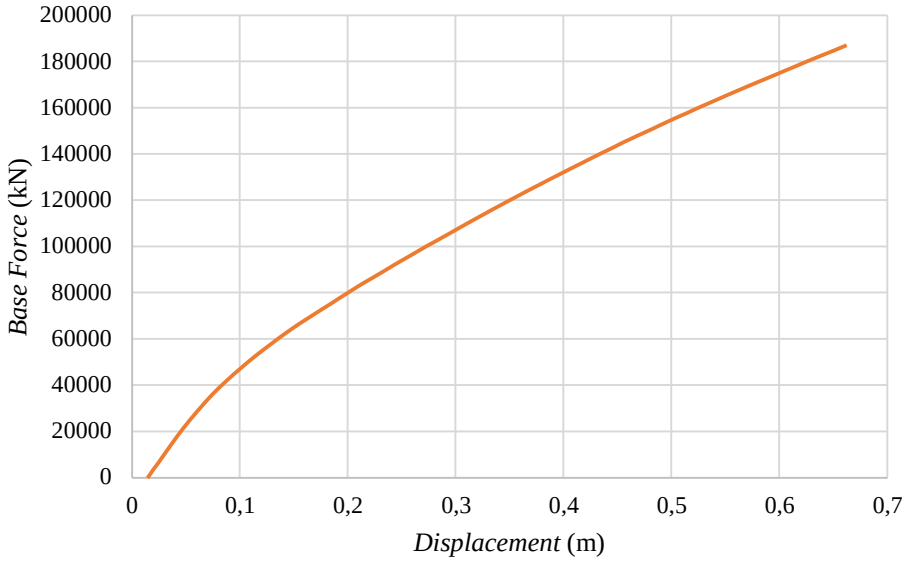
Dari kurva kapasitas yang dihasilkan untuk arah-X, diperoleh bahwa analisis pushover berhenti di langkah (step) 24, yaitu pada saat perpindahan titik kontrol mencapai 84% dari target *displacement* maksimum 0,02H yang diharapkan tercapai yaitu 0,674004 m dan gaya geser dasar sebesar 249453,024 kN

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

| *Step* | *Displacement* | *Base Force* |
|---|---|---|
| | 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**

| *Step* | *Displacement* | *Base Force* |
|---|---|---|
| | 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 |

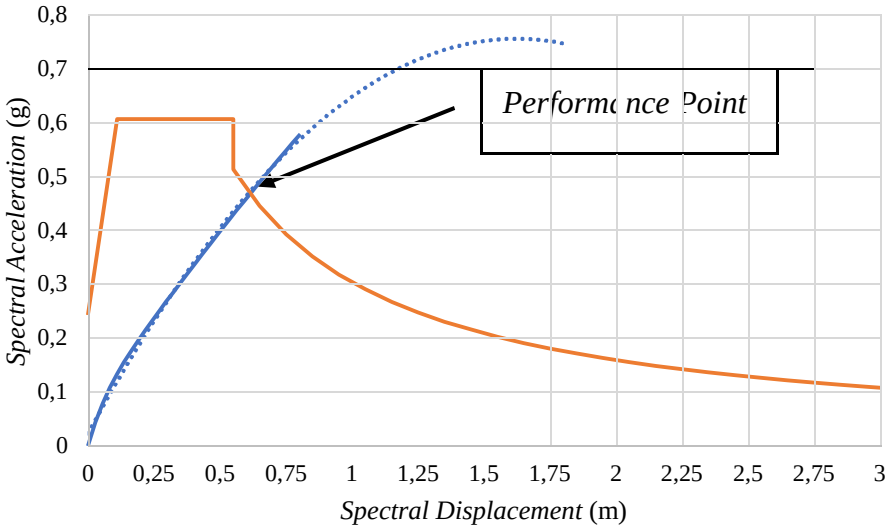



**Gambar 5.5 Perpindahan Titik Kontrol dan Gaya Geser Dasar Arah Y**

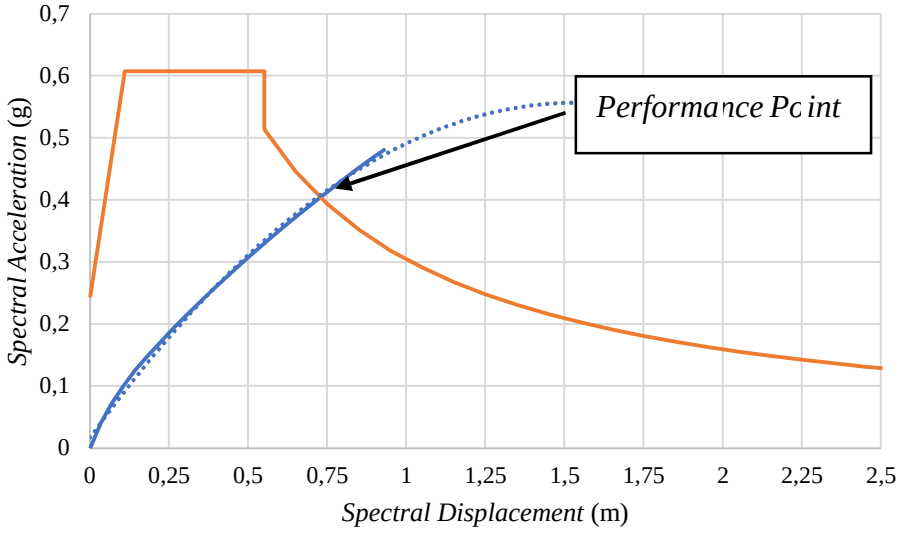
Dari kurva kapasitas yang dihasilkan untuk arah-X, diperoleh bahwa analisis *pushover* berhenti di langkah (step) 23, yaitu pada saat perpindahan titik kontrol mencapai 83% dari target *displacement* maksimum 0,02H yang diharapkan tercapai yaitu 0,662504 m dan gaya geser dasar sebesar 187088,418 kN

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

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




**Gambar 5.6 Kurva Kapasitas Arah X format ADRS**



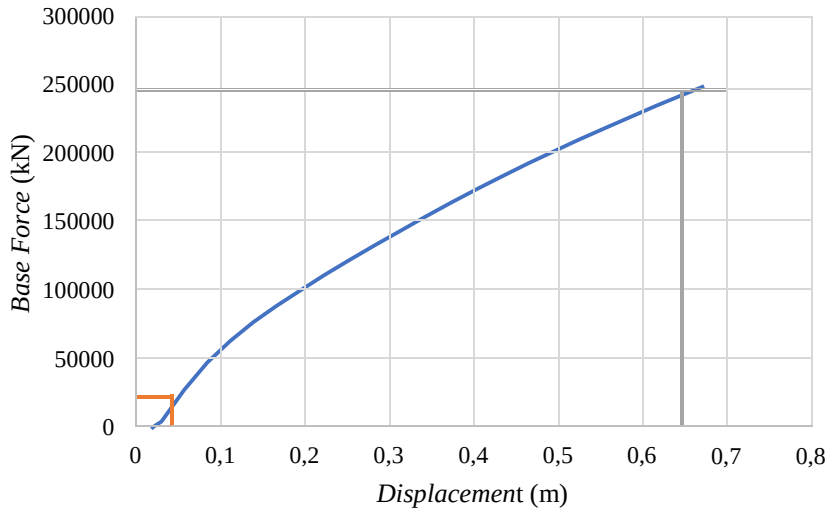

**Gambar 5.6 Kurva Kapasitas Arah Y format ADRS**

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 :

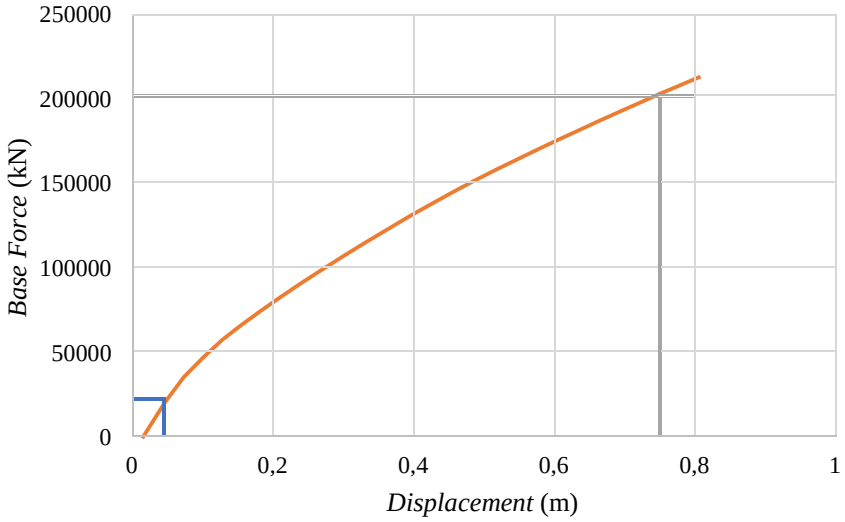



Keterangan :

: Gaya geser dasar hasil analisis respon spektrum

: Gaya geser dasar hasil analisish 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 analisish 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 *Displacement* 0,02H (m) |
|---|---|---|---|
| | Arah X | Arah Y | |
| Spektrum Kapasitas | 0,645457 | 0,748498 | 0,795 |

Level kinerja struktur (*structural performance levels*) ditentukan melalui kriterian *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) | *Drift* Maksimal | Level Kinerja Gedung |
|---|---|---|---|---|
| Arah X | 39,75 | 0,645457 | 0,0162 | *Damage Control* |
| Arah Y | 39,75 | 0,748498 | 0,0188 | *Damage Control* |

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 anaisis 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 pembenanan gempa arah-Y diperoleh titik kinerja gedung yaitu 0,748498meter dengan gaya geser yang terjadi adalah 202948,839 kN. Berdasarkan titikkinerja 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 diperolah masih terbatas. Untuk menghasilkan model struktur yang lebih akurat, maka perlu diperoleh data komponen nonstruktur yang lebih memadai.

2. Penenetuan 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 strandar 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.

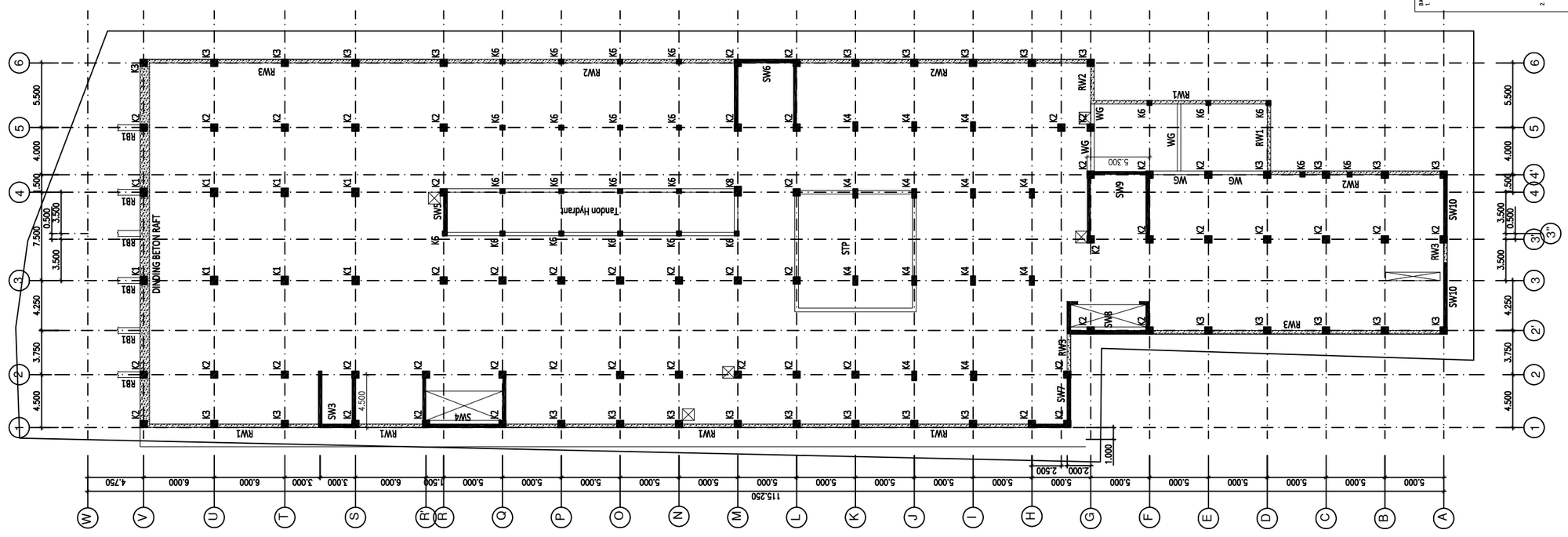
Badan Standardisasi Nasional. 2013. SNI 03-2847-2013 - *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.* Jakarta: BSN.

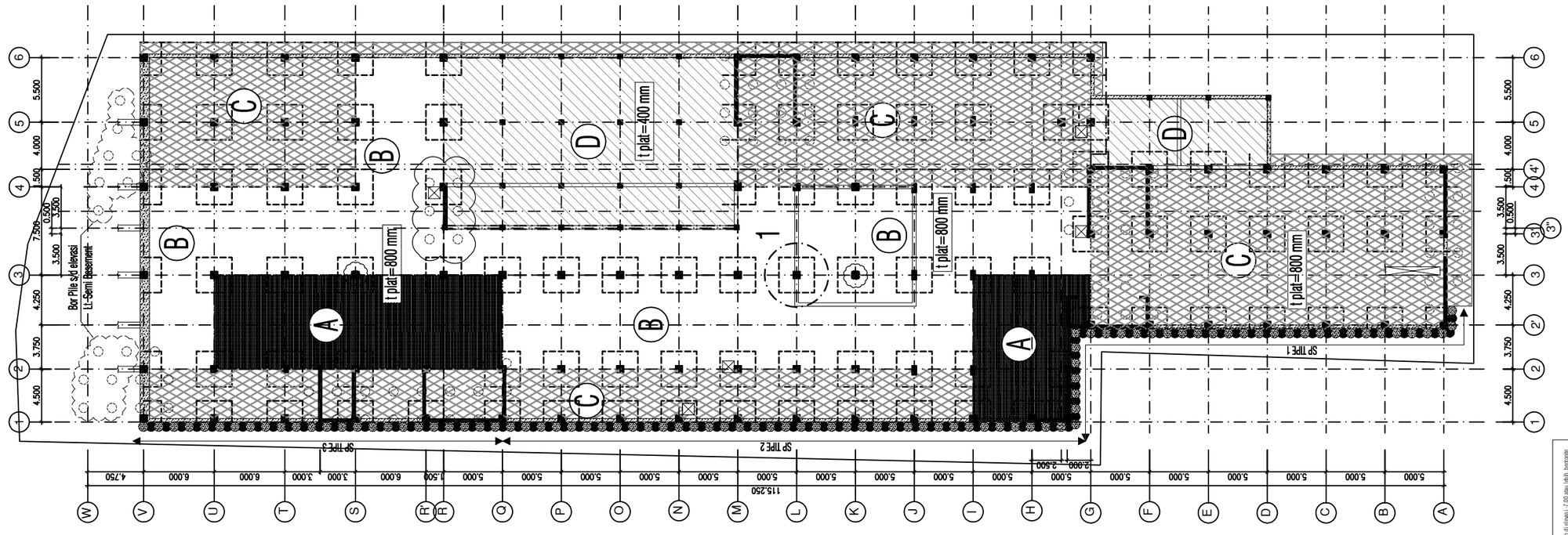
Nurdianti, Ulfa. 2013. *Studi Keandalan Strutktur Gedung Tinggu Tidak Beraturan Menggunakan Pushover Analysis pada Tanah Medium.* Jurusan Sipil Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin.

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




BAHAN
1. a. Mutu :
- Semen tipe/kelas I atau tipe I/P-Z Cel
- K300 = Sloof, Plat dan Beam(Pile slurry fc= Z Cel
- K450 = Kolom dan Dinding geser (slump 10+2 Cel
- K450 = Kolom dan Dinding geser (slump 10+2 Cel
b. Selimut Beton (Beton Decking) :
- Kolom dan Balok = 40 mm
- Plat lantai dan dinding = 25 mm (tidak kena cuaca)
- = 50 mm (terkena cuaca)
c. Spesi Beton :
- Harus memakai beton siap pakai (Ready Mix)
- Untuk mengantisipasi, tidak boleh memakaikan air, harap memakai admixture (Retarder) untuk mencegah cor / setting
- Ukuran agregat maksimum
- Untuk Sloof dan Dinding Basement, Pasir = 30mm
- Untuk Kolom dan Dinding Basement, Pasir = 15 mm
2. Baja :
a. Mutu :
- Tulangan Polos BJTP 24, Kode BI, Fy = 240 Mpa
- Tulangan ulir BJTD 40 Kode BII, Fy = 400 Mpa
- Besi Strip = ASTM A36
- Besi = ASTM A36/A36M-07 / ST 41
- Elektroda Las: E70XX, Fu = 482 Mpa

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

CATATAN:
- Bila muka air tanah di elevasi (-7.00 atau lebih, bentonite cement pile kedalaman 13m di bawah slof)
- Bila muka air tanah di elevasi (-5.00, pancang bentonite cement pile kedalaman 20m di bawah slof)
- Bila muka air tanah di atas -5.00, pancang bentonite cement pile kedalaman 30m di bawah slof)
- Semua pancang apabila tiang yang dipancang max 2 mtr (bila lebih dari 2m, harus lebih dari 1 kali sambung)

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 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. Kontrakor 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 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

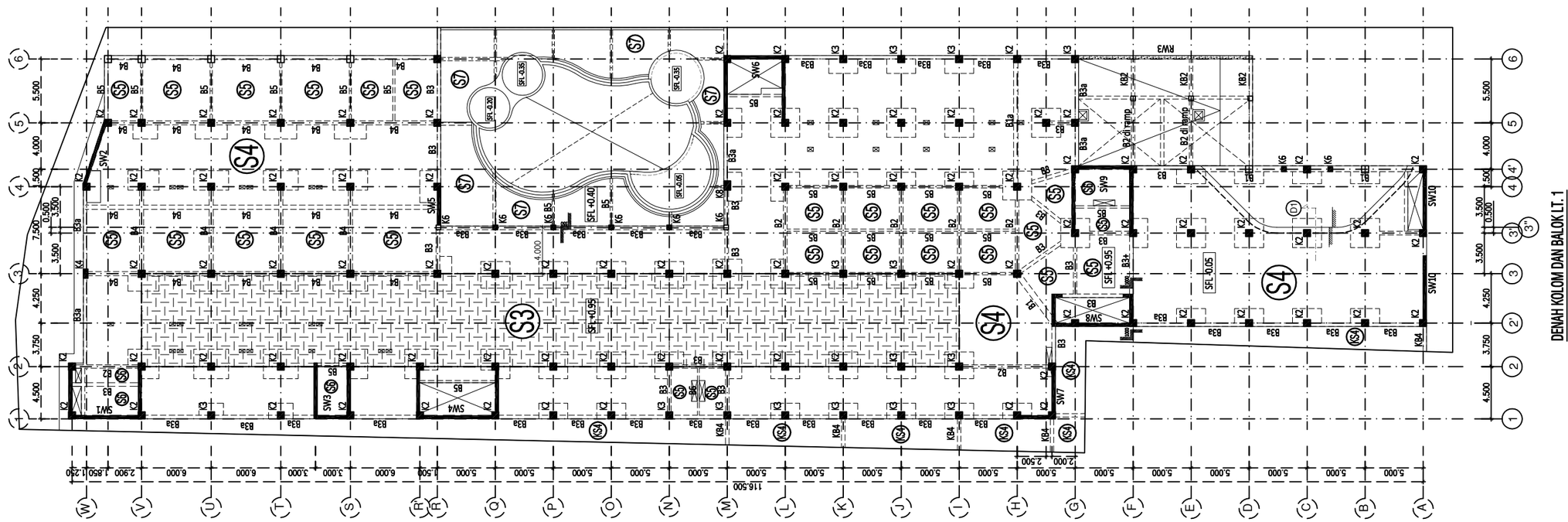
| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| DENAH PONDASI BOR PILE - DAN RAFT | 1 : 200 |
| DENAH KOLOM, BALOK DAN - DINDING RW LT. BASEMENT | 1 : 200 |

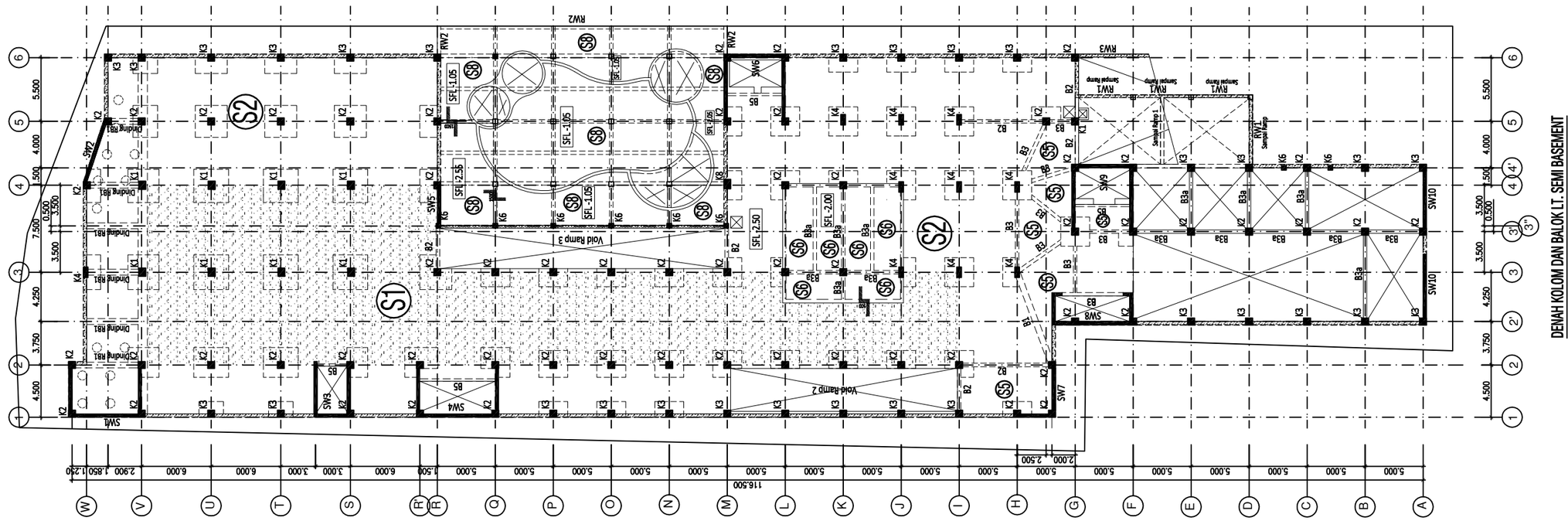
| MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA | DIGAMBAR / DRAFTER |
|---|---|
| Ir. JUNATA MULTI CONSTRUCT INDONESIA | YD |

| MENYETUJUI / APPROVED OWNER | TANGGAL DATE |
|---|---|
| PARGONO DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA | 05/APR/2016 |
| | NO. LEMBAR SHEET NO. |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETIJO | STR-2100 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |

BAHAN
1. Beton
   a. Mutu :
      - K175 : Elemen struktur non kolom (fc= 14.5 Mpa)
      - K300 : Sloof, Plat dan Bored Pile (fc= 24.9 Mpa)
      - K450 : Kolom dan Dinding geser (fc= 37.4 Mpa)
      - K500 : Kolom dan Dinding geser (fc= 41.5 Mpa)
   b. Selimut Beton (Beton Decking) :
      - Kolom dan Balok = 40 mm
      - Plat dan dinding = 20 mm (tidak kena cuaca)
      - Pondasi = ± 70 mm (terkena cuaca)
   c. Slump Beton :
      - Harus memakai beton siap pakai (Ready Mix)
      - Untuk mengecor, tidak boleh menambahkan air, harus menggunakan Superplasticizer (Retarder) sesuai rekomendasi dari Vendor
      - Ukuran agregat maksimum
      - Untuk Sloof dan Bored Pile (fc= 24.9 Mpa) = 20mm
      - Untuk Kolom dan Dinding Beton = 25 mm
2. Baja :
   a. Mutu :
      - Tulangan Polos BJTP 24, Kode BI, Fy = 240 Mpa
      - Tulangan ulir BJTD 40 (Kode D), Fy = 400 Mpa
      - Besi Strip = BJ 37, Fy = 240 Mpa
      - Baut : ASTM A325
      - Las : AWS D1.1 / 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 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. Kontrakor 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 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

MULTI CONSTRUCT INDONESIA

M E P

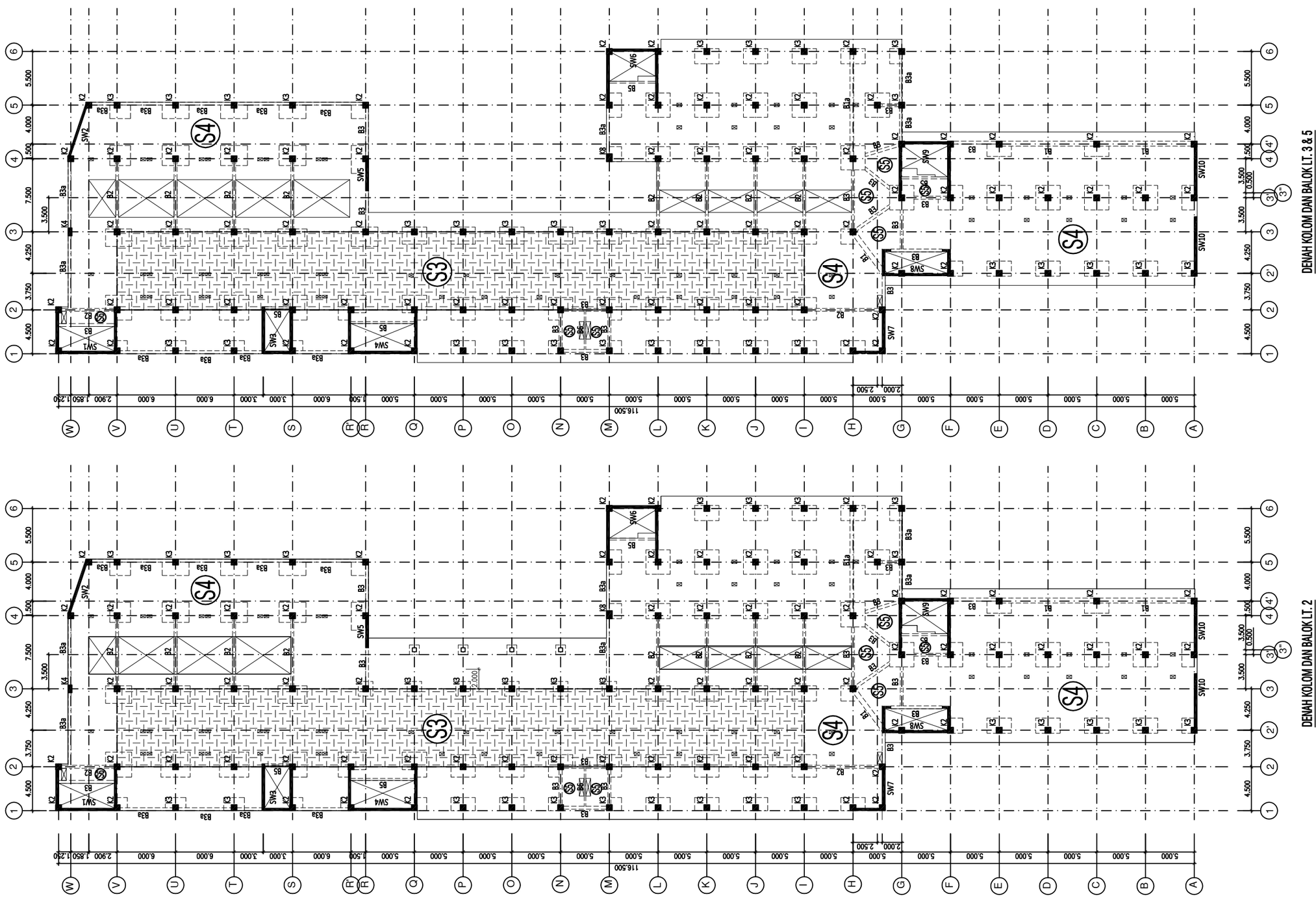
Green engineering

| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| DENAH KOLOM DAN BALOK - LANTAI SEMI BASEMENT | 1 : 200 |
| DENAH KOLOM DAN BALOK - LANATI 1 | 1 : 200 |

| | |
|---|---|
| MENYETUJUI / APPROVED<br>KONSULTAN PERENCANA | DIGAMBAR / DRAFTER |
| Ir. JUNATA<br>MULTI CONSTRUCT INDONESIA | YD |
| MENYETUJUI / APPROVED<br>OWNER | TANGGAL<br>DATE |
| | 05/APR/2016 |
| | NO. LEMBAR<br>SHEET NO. |
| PARGONO<br>DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA | |
| MENYETUJUI / APPROVED<br>CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR<br>DRAWING NO. |
| | STR-2200 |
| | JUMLAH LBR<br>TOTAL |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETIJO | |

BAHAN :
1. Beton
   a. Mutu :
      - Kolom struktur dan balok (fc' = 35 MPa)
      - K300 : Sloof, Pile cap dan Bored Pile (fc' = 30 MPa)
      - K450 : Kolom dan Dinding geser (fc' = 37.35 MPa)
      - K450 : Balok dan Plat lantai (fc' = 37.35 MPa)
   b. Selimut Beton (Beton Decking) :
      - Kolom dan Balok = 40 mm
      - Plat lantai (Decking) = 20 mm (tidak kena cuaca)
      - = 30 mm (terkena cuaca)
   c. Slump Beton :
      - Harus memakai beton siap pakai (Ready Mix)
      - Untuk mengencerkan, tidak boleh menambahkan air, harus memakai Superplasticizer (Retarder) sesuai dengan spesifikasi / material
      - Ukuran agregat maksimum
      - Untuk Kolom dan Dinding Geser, Pelat = 20mm
      - Untuk Balok dan Dinding Basement = 25 mm
2. Baja :
   a. Mutu :
      - Tulangan Polos BJTP 24, Mode BI, Fy = 240 Mpa
      - Tulangan Ulir BJTD 40 (Kode D), Fy = 400 Mpa
      - Wiremesh = ASTM A185, Fy = 485 Mpa
      - Baut : ASTM A325
      - Angkur : ASTM A307 / ST 41
      - Elektroda Las : E70XX, Fu = 482 Mpa

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




DENAH KOLOM DAN BALOK LT. 3 & 5
SKALA 1 : 200

DENAH KOLOM DAN BALOK LT. 2
SKALA 1 : 200

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 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. Kontrakor 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 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 |
|---|---|
| DENAH KOLOM DAN BALOK - LANTAI 2 | 1 : 200 |
| DENAH KOLOM DAN BALOK - LANATI 3 & 5 | 1 : 200 |

| 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-2300 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETIJO | |

BAHAN
1. Beton
   a. Kolom :
      - K1 : Dimensi struktur lain (kolom 1b-2 Cel
      - K2 : Kolom dan Dinding geser (kolom 1b-2 Cel
      - K3 : Kolom dan Dinding geser (kolom 1b-2 Cel
      - K4 : Kolom dan Dinding geser (kolom 1b-2 Cel
   b. Sebagai Beton (Beton Decking) :
      - Kolom dan Balok = 40 mm
      - Pelat lantai dasar = 20 mm (tidak kena cuaca)
      - Lainnya = 30 mm (terkena cuaca)
   c. Spesi Beton :
      - Harus memakai beton siap pakai (Ready Mix)
      - Untuk mengecor-an, tidak boleh menambahkan air, harap menggunakan admixture (Retarder/Accelerator/Plasticizer)
      - Ukuran agregat maksimum
      - Untuk Kolom dan Dinding Beton, Pelat = 20mm
      - Untuk Kolom dan Dinding Beton, Pelat = 75 mm
2. Baja :
   a. Besi :
      - Tulangan Polos BJTP 24, Mode BI, Fy = 240 Mpa
      - Tulangan ulir BJTD 40 (Kode D), Fy = 400 Mpa
      - Kawat Beton = ASTM A82
      - Baut : ASTM A325
      - Las Listrik = AWS D1.1 / ST 41
      - Elektroda Las : E70XX, Fu = 482 Mpa

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

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

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

Di lantai 7 lantai 6 tidak ada

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 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. Kontrakor 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 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 |
|---|---|
| DENAH KOLOM DAN BALOK - LANTAI 6 - 7 | 1 : 200 |
| DENAH KOLOM DAN BALOK - LANATI 8 - 12B | 1 : 200 |

MENYETUJUI / APPROVED
KONSULTAN PERENCANA

Ir. JUNATA
MULTI CONSTRUCT INDONESIA

DIGAMBAR / DRAFTER
YD

MENYETUJUI / APPROVED
OWNER

PARGONO
DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA

TANGGAL
DATE
05/APR/2016

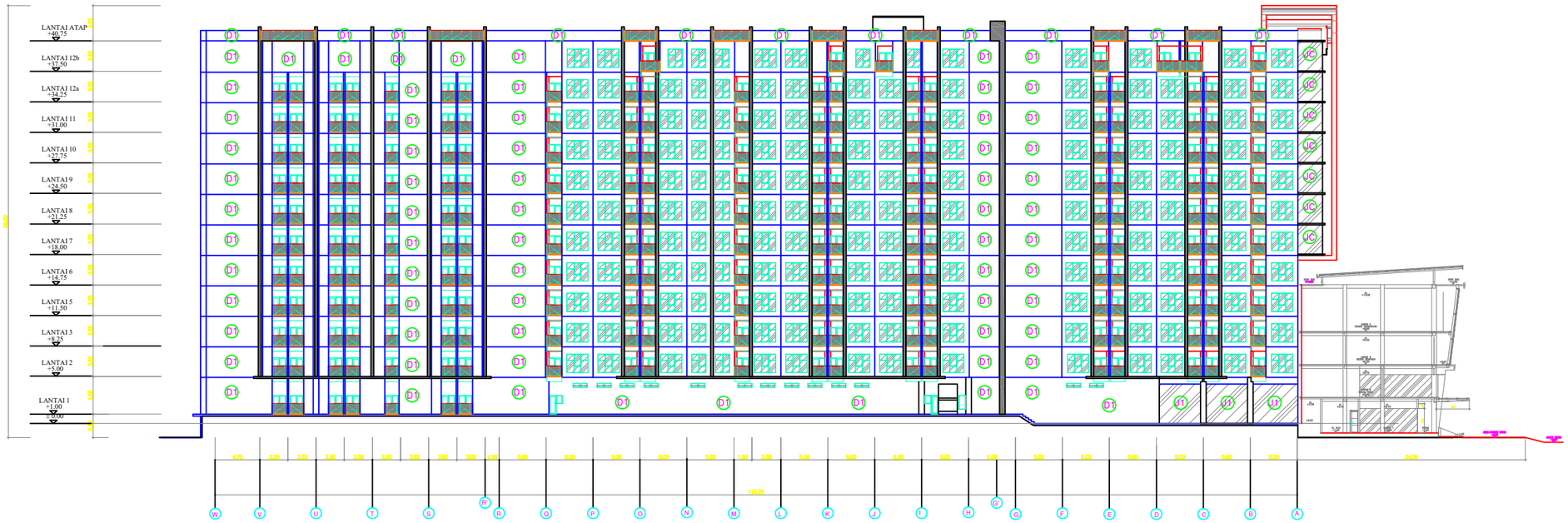
NO. LEMBAR
SHEET NO.

MENYETUJUI / APPROVED
CONSTRUCTION MANAGEMENT

Ir. AGOES BOEDI SOESETIJO

NO. GAMBAR
DRAWING NO.
STR-2400

JUMLAH LBR
TOTAL




**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

PT. SURYA ARGON JAYA

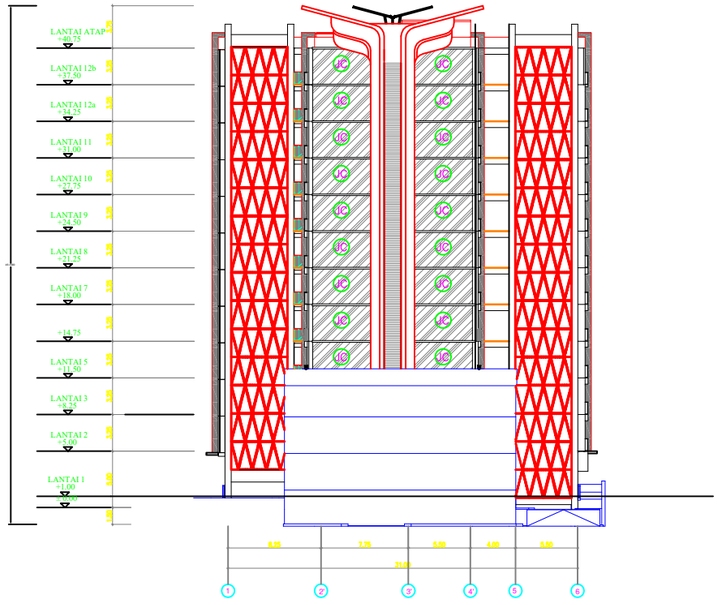
CONSTRUCTION MANAGEMENT

ARCHITECT
ARCHITECA INDONESIA

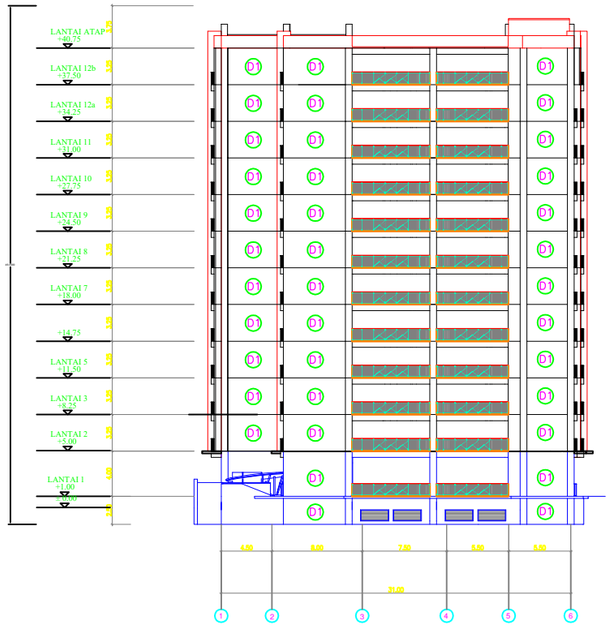
STRUCTURE
MCi MULTI CONSTRUCT INDONESIA

M E P
Green engineering

| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| TAMPAK BANGUNAN | 1:250 |
| MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA | DIGAMBAR / DRAFTER |
| ARISTO YUDHANTORO, ST. ARCHITECA INDONESIA | YD |
| MENYETUJUI / APPROVED OWNER | TANGGAL DATE |
| PARGONO DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA | MEI/2017 |
| | NO. LEMBAR SHEET NO. |
| | ARS A1-16 |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| AGOES BOEDI SOESETJO | JUMLAH LBR TOTAL |




**TAMPAK TIMUR (alternatif A)**
SKALA 1 : 250




**TAMPAK BARAT**
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

PT. SURYA ARGON JAYA

CONSTRUCTION MANAGEMENT

ARCHITECT
ARCHITECA INDONESIA

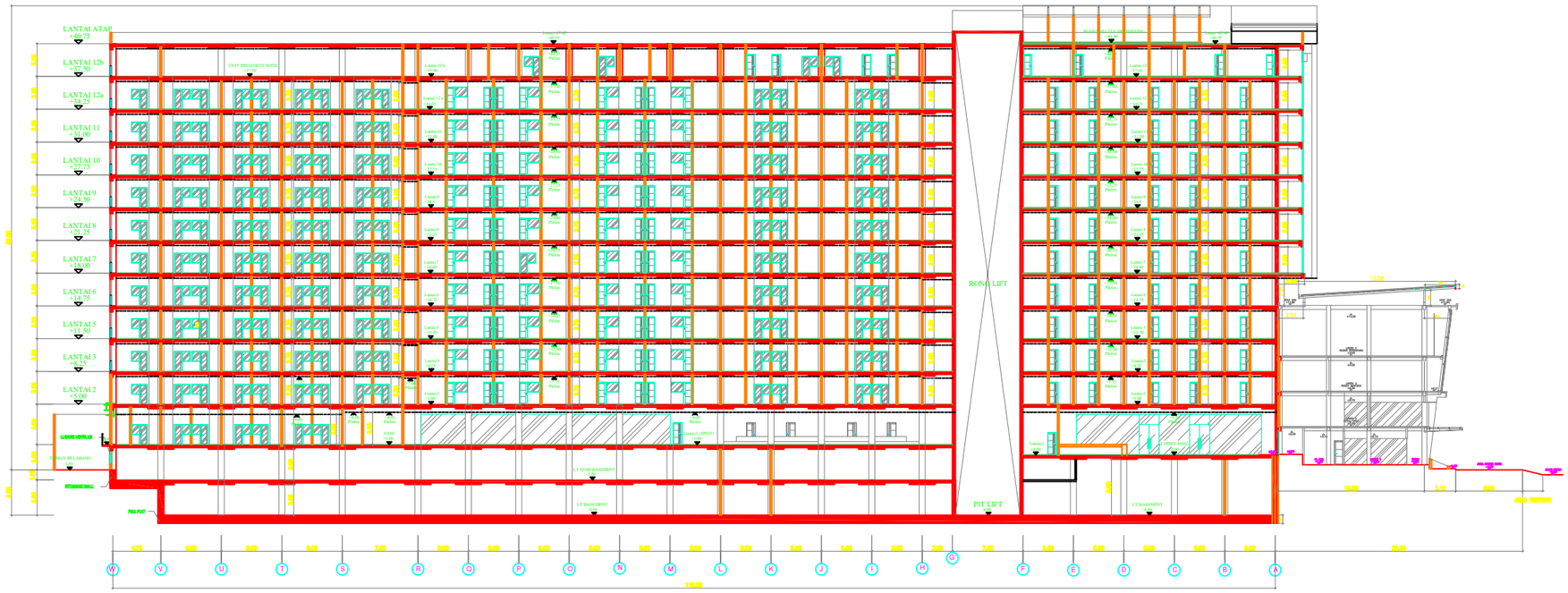
STRUCTURE
MCi MULTI CONSTRUCT INDONESIA

M E P
Green engineering

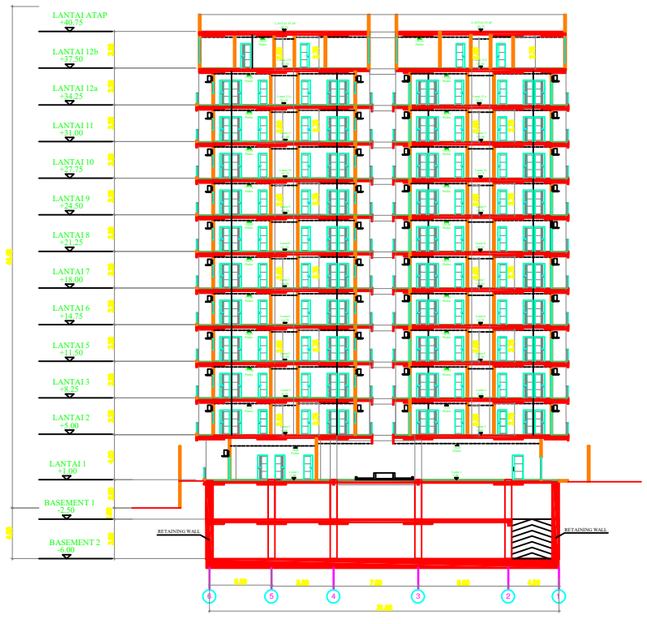
| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| TAMPAK BANGUNAN | 1:250 |

| MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA | DIGAMBAR / DRAFTER |
|---|---|
| ARISTO YUCHANTORO, ST. ARCHITECA INDONESIA | YD |

| MENYETUJUI / APPROVED OWNER | TANGGAL DATE |
|---|---|
| PARGONO DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA | MEI/2017 |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. LEMBAR SHEET NO. ARS A1-15 |
| AGOES BOEDI SOESETJO | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| | JUMLAH LBR TOTAL |




**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

PT. SURYA ARGON JAYA

CONSTRUCTION MANAGEMENT

ARCHITECT
ARCHITECA INDONESIA

STRUCTURE
MCi MULTI CONSTRUCT INDONESIA

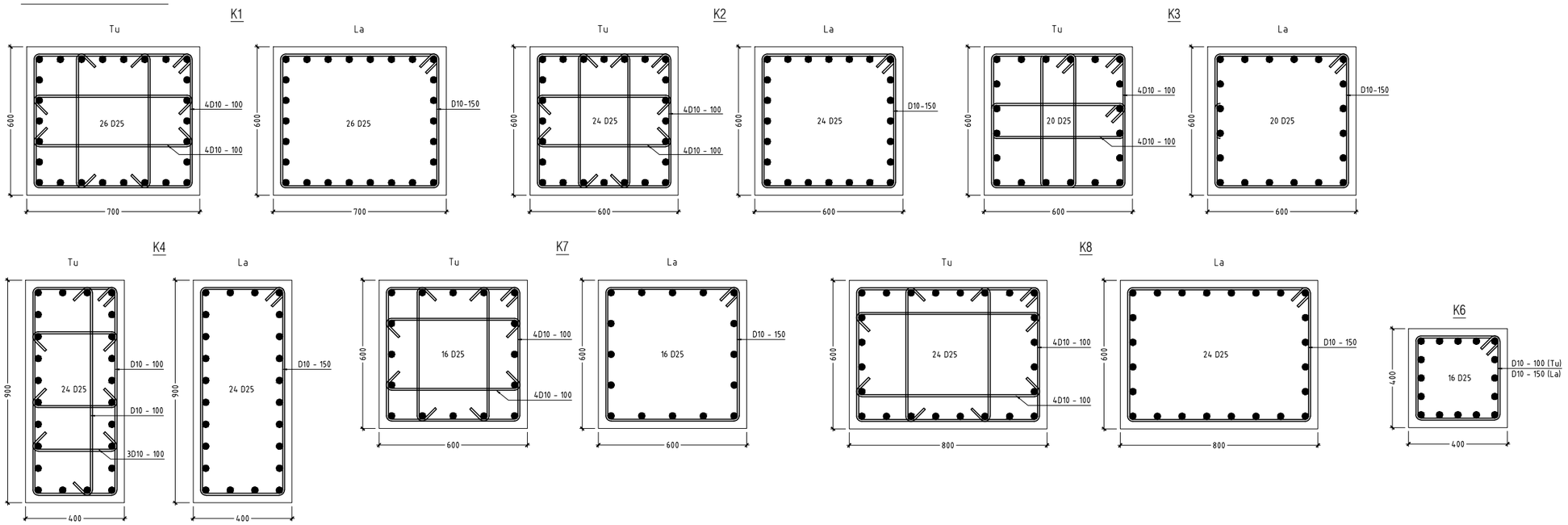
M E P
Green engineering

| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| POTONGAN BANGUNAN | 1:250 |

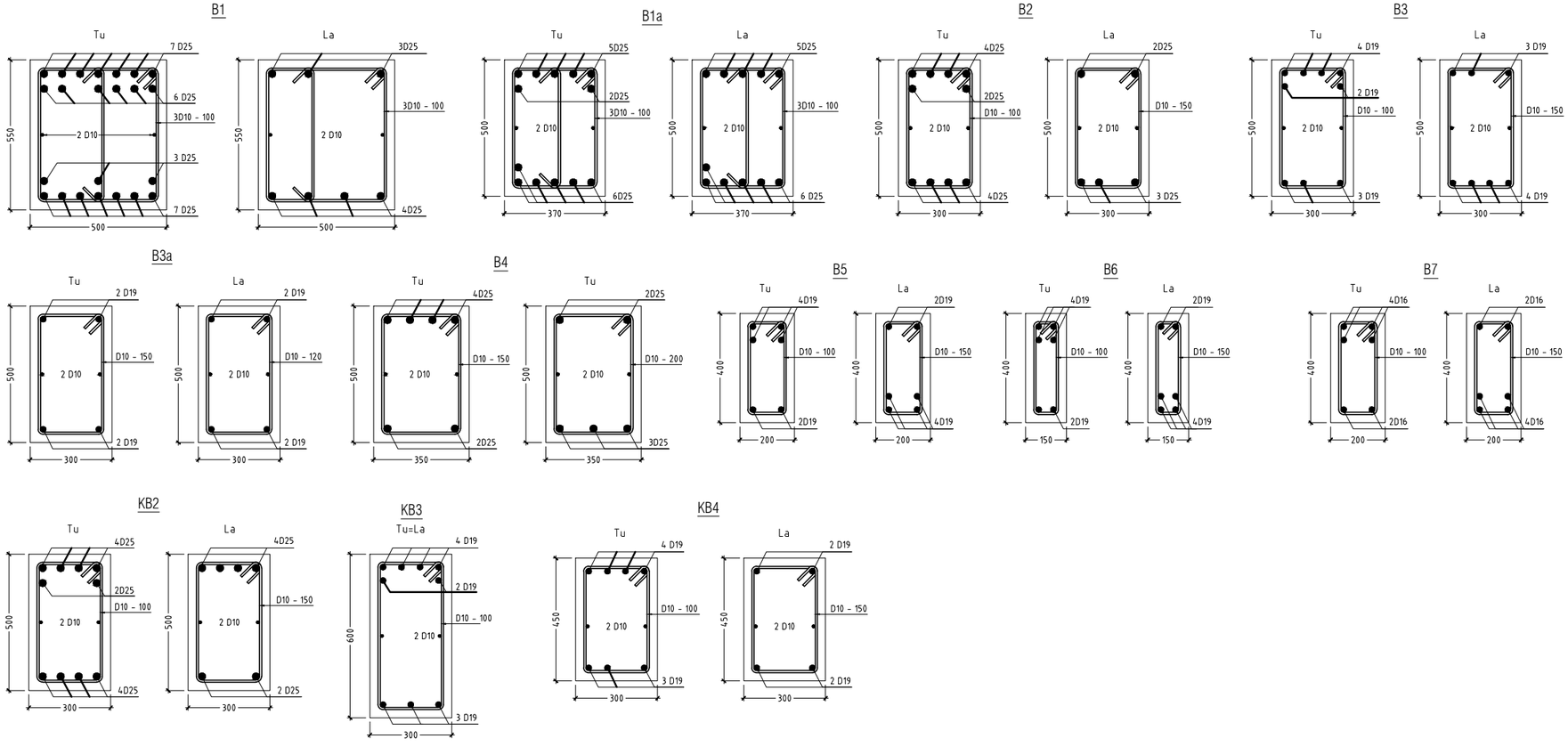
| MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA | DIGAMBAR / DRAFTER |
|---|---|
| ARISTO YUDHANTORO, ST. ARCHITECA INDONESIA | YD |

| 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. |
| AGOES BOEDI SOESETJO | 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 & 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 mengencerkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser ( Sikament LN / setara)
      - 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 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

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 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. Kontrakor 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 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

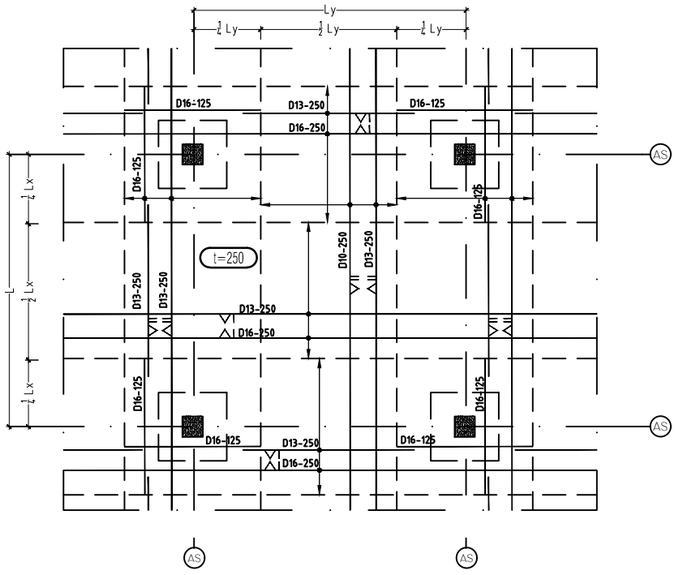
MCi MULTI CONSTRUCT INDONESIA

M E P

Green engineering

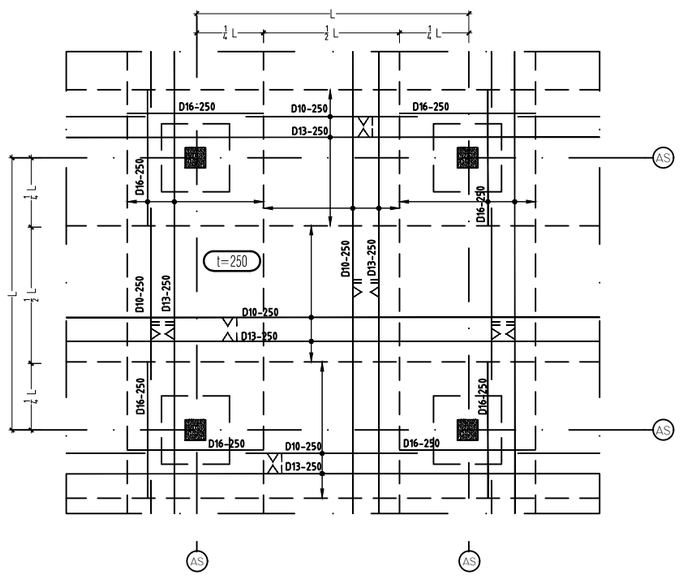
| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| DETAIL KOLOM & BALOK | 1 : 10 |

| 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 |
| | NO. LEMBAR SHEET No. |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETIJO | STR-5100 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |



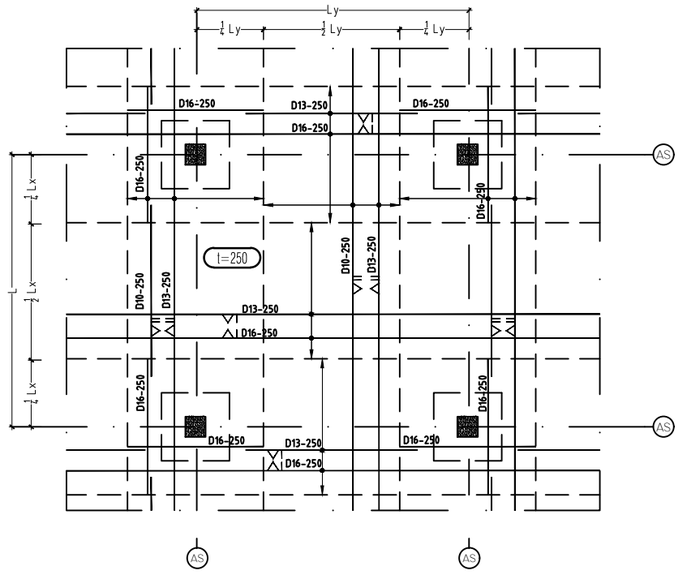

DETAIL PENULANGAN PELAT LANTAI S1

*NTS*



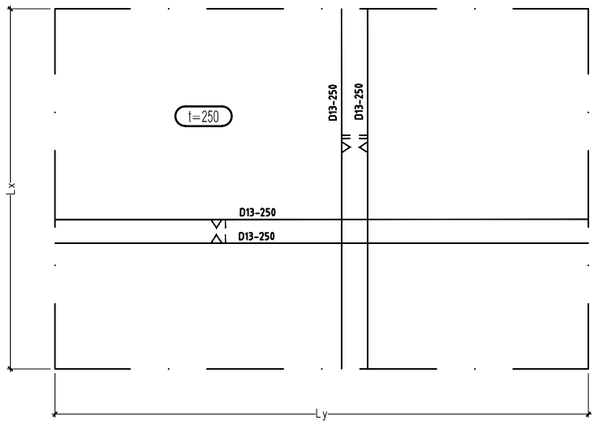

DETAIL PENULANGAN PELAT LANTAI S2

*NTS*



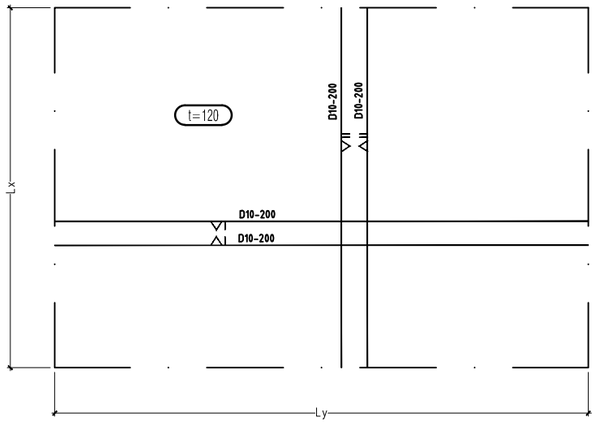

DETAIL PENULANGAN PELAT LANTAI S3

*NTS*



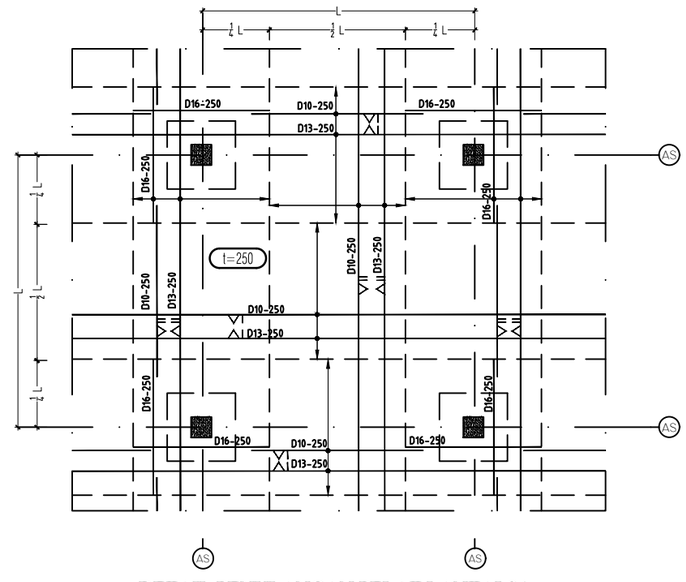

DETAIL PENULANGAN PELAT LANTAI S5

*NTS*



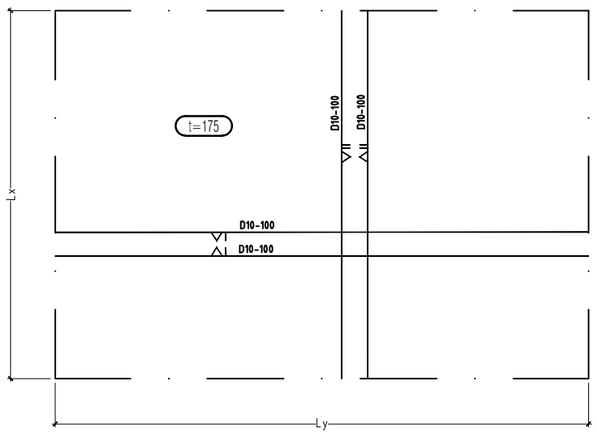

DETAIL PENULANGAN PELAT LANTAI S6

*NTS*



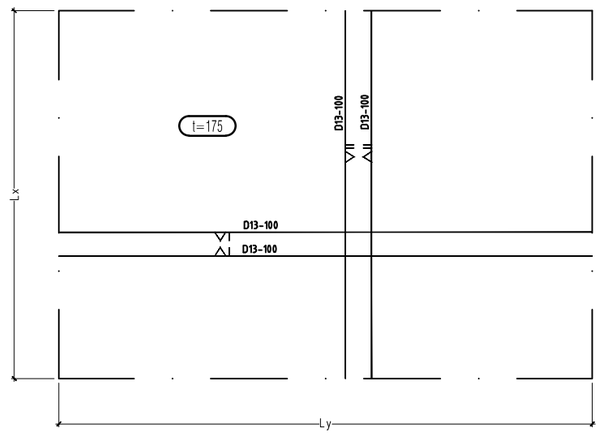

DETAIL PENULANGAN PELAT LANTAI S4

*NTS*



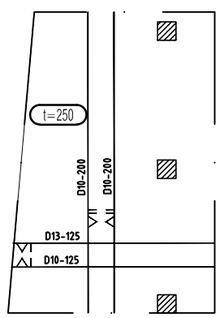

DETAIL PENULANGAN PELAT LANTAI S7

*NTS*




DETAIL PENULANGAN PELAT LANTAI S8

*NTS*




DETAIL PENULANGAN PELAT KS4

*NTS*

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 & 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 mengencerkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser ( Sikament LN / setara)
      - 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 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

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 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. Kontrakor 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 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

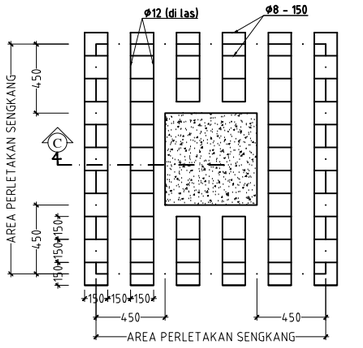
M E P

Green engineering

| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| DETAIL PENULANGAN PELAT-LANTAI TIPE S1 s/d S8 | NTS |

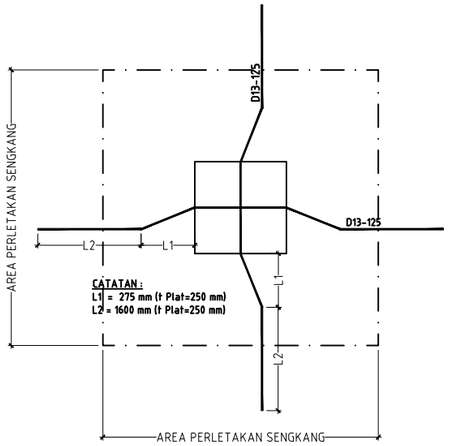
| MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA | DIGAMBAR / DRAFTER |
|---|---|
| Ir. JUNATA, MULTI CONSTRUCT INDONESIA | YD |

| MENYETUJUI / APPROVED OWNER | TANGGAL DATE |
|---|---|
| PARGONO, DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA | 05/APR/2016 |
| | NO. LEMBAR SHEET NO. |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETIJO | STR-5300 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |




DENAH SENGKANG KEPALA KOLOM (t Plat = 250 mm)

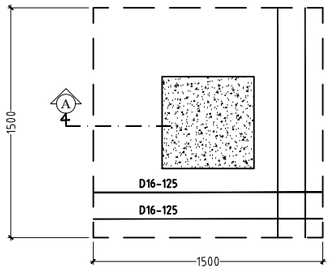
SKALA 1 : 20



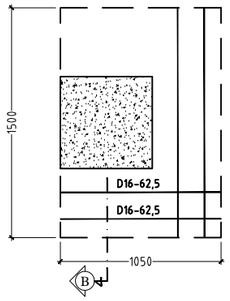

DENAH PENULANGAN BESI PENGGANTUNG KEPALA KOLOM

SKALA 1 : 20

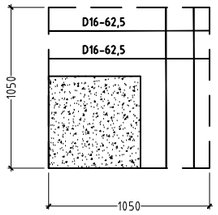
KEPALA KOLOM TENGAH

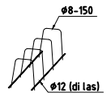



KEPALA KOLOM TEPI

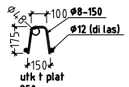



KEPALA KOLOM SUDUT



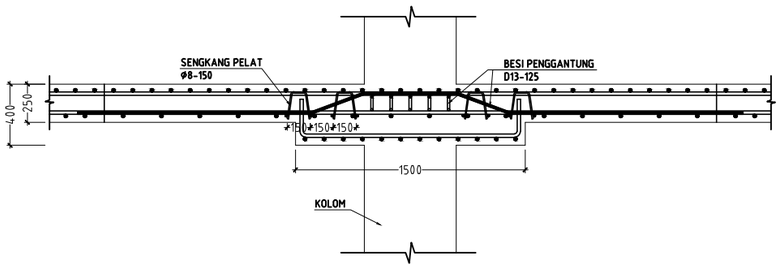




3D SENGKANG



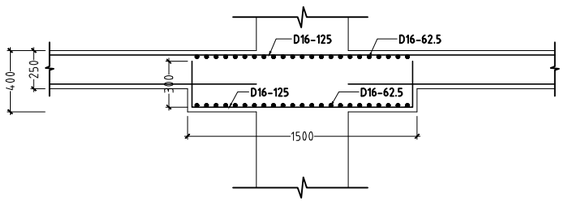

DETAIL SENGKANG

SKALA 1 : 20



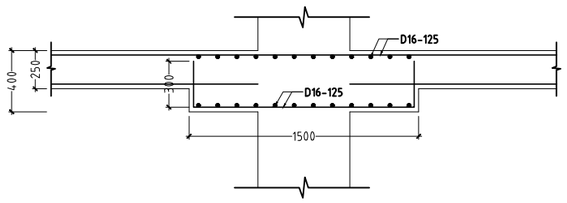

POTONGAN C

SKALA 1 : 20



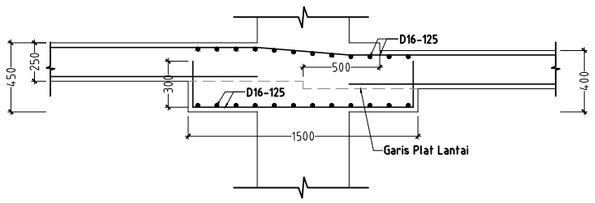

POTONGAN B

SKALA 1 : 20




POTONGAN A

SKALA 1 : 20




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

SKALA 1 : 20

BAHAN :

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 & 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 mengencerkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser ( Sikament LN / setara)
      - 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 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

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 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. Kontrakor 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 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

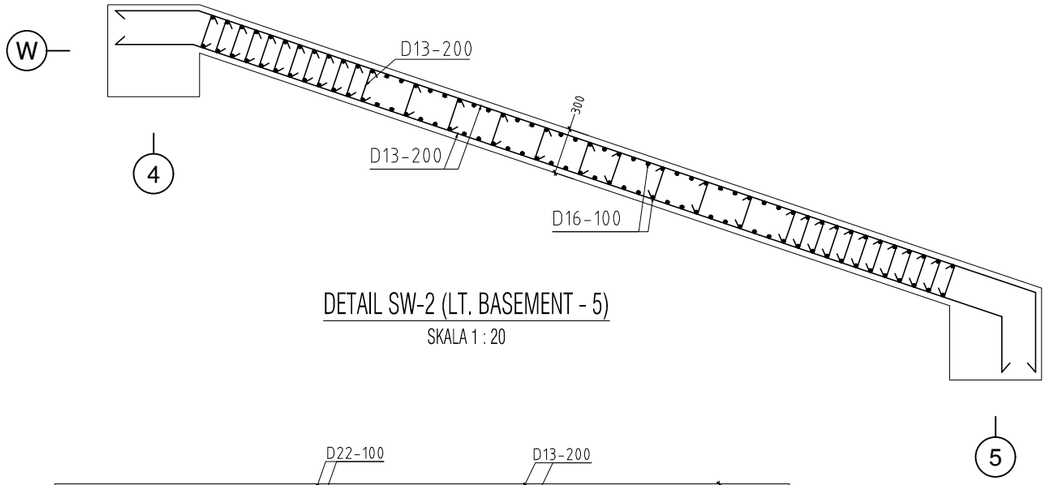
M E P

Green engineering

| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| DETAIL DAN POTONGAN - KEPALA KOLOM | 1 : 20 |

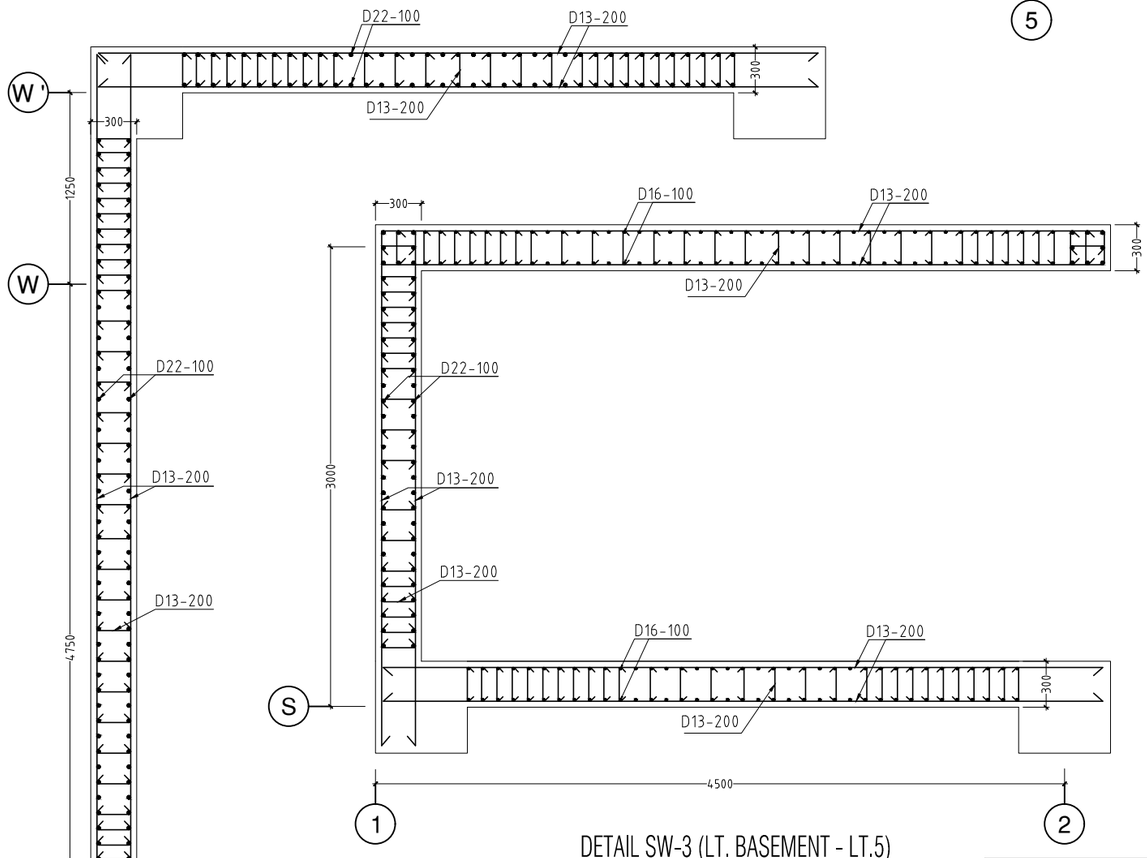
| MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA | DIGAMBAR / DRAFTER |
|---|---|
| Ir. JUNATA, MULTI CONSTRUCT INDONESIA | YD |

| MENYETUJUI / APPROVED OWNER | TANGGAL DATE |
|---|---|
| PARGONO, DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA | 05/APR/2016 |
| | NO. LEMBAR SHEET NO. |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETIJO | STR-5400 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |



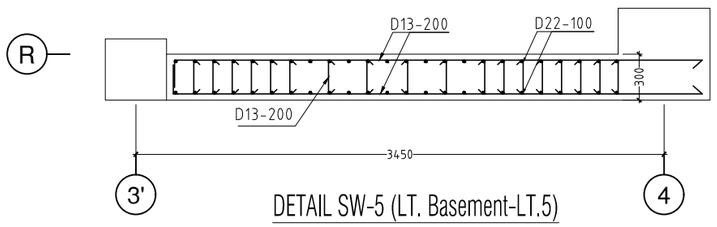

DETAIL SW-2 (LT. BASEMENT - 5)

SKALA 1 : 20



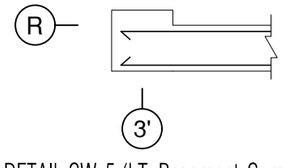

DETAIL SW-3 (LT. BASEMENT - LT.5)

SKALA 1 : 20



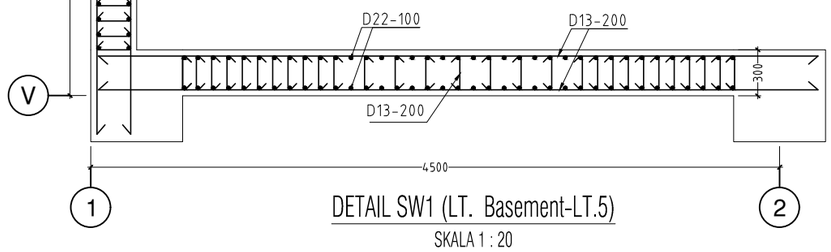

DETAIL SW-5 (LT. Basement-LT.5)

SKALA 1 : 20




DETAIL SW-5 (LT. Basement-Semi Basement

SKALA 1 : 20




DETAIL SW1 (LT. Basement-LT.5)

SKALA 1 : 20

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 & 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 mengencerkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser ( Sikament LN / setara)
      - 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 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

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 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. Kontrakor 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 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

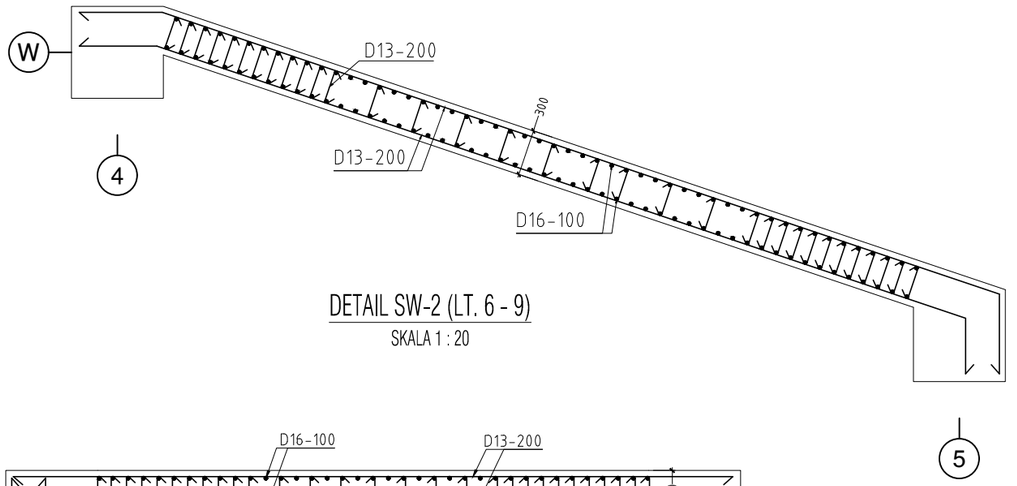
MEP

Green engineering

| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| DETAIL SHEARWALL SW1, SW2 SW3 & SW5 LT. BASEMENT - 5 | 1 : 20 |

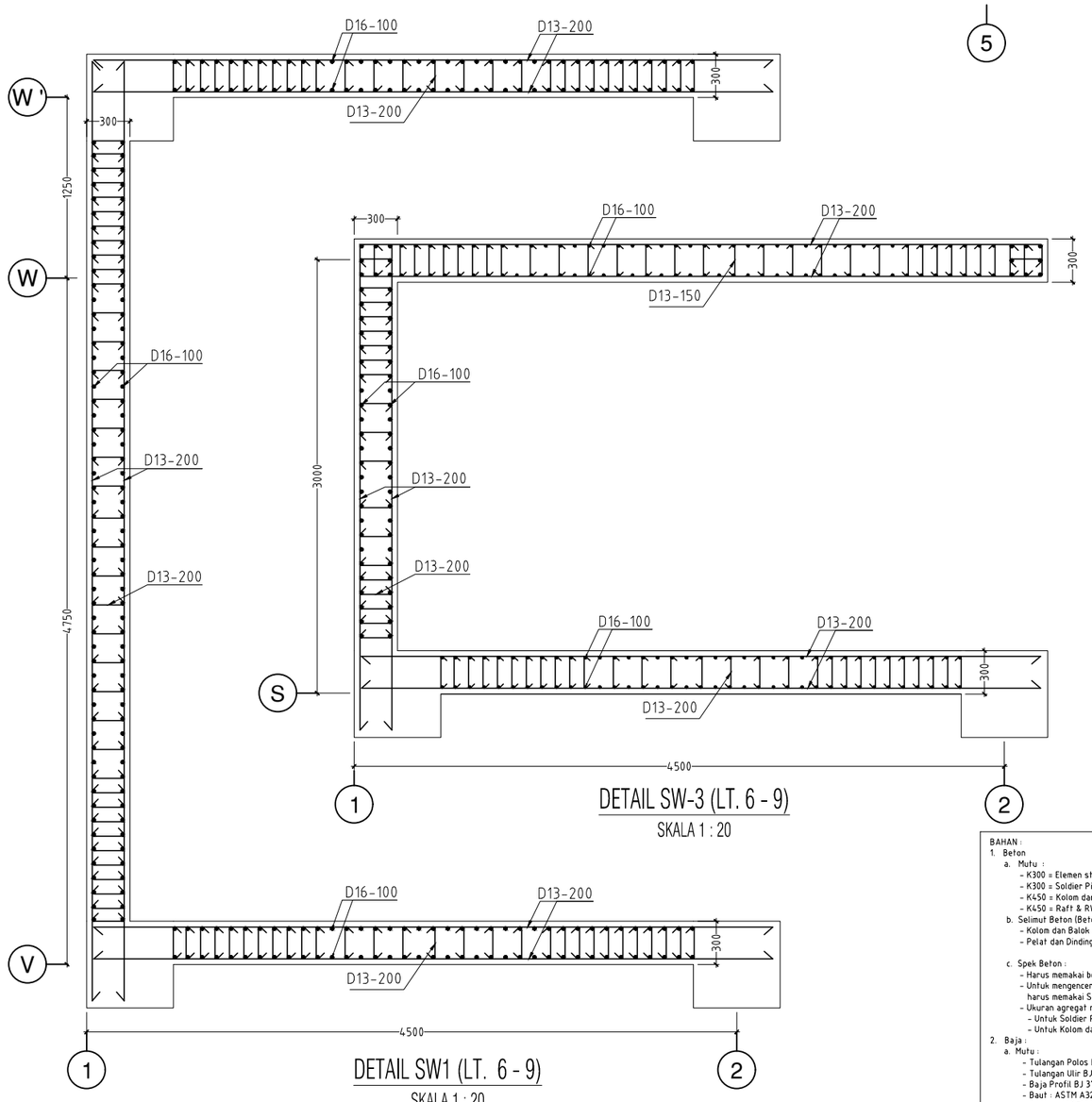
| MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA | DIGAMBAR / DRAFTER |
|---|---|
| Ir. JUNATA MULTI CONSTRUCT INDONESIA | YD |

| MENYETUJUI / APPROVED OWNER | TANGGAL DATE |
|---|---|
| PARGONO DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA | 05/APR/2016 |
| | NO. LEMBAR SHEET NO. |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETIJO | STR-6000 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |




DETAIL SW-2 (LT. 6 - 9)

SKALA 1 : 20

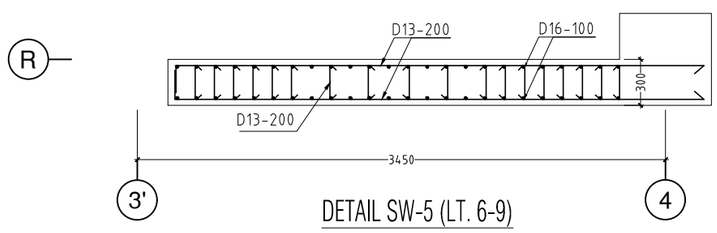



DETAIL SW-3 (LT. 6 - 9)

SKALA 1 : 20

DETAIL SW1 (LT. 6 - 9)

SKALA 1 : 20




DETAIL SW-5 (LT. 6-9)

SKALA 1 : 20

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 & 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 mengencerkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser ( Sikament LN / setara)
      - 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 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

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 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. Kontrakor 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 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

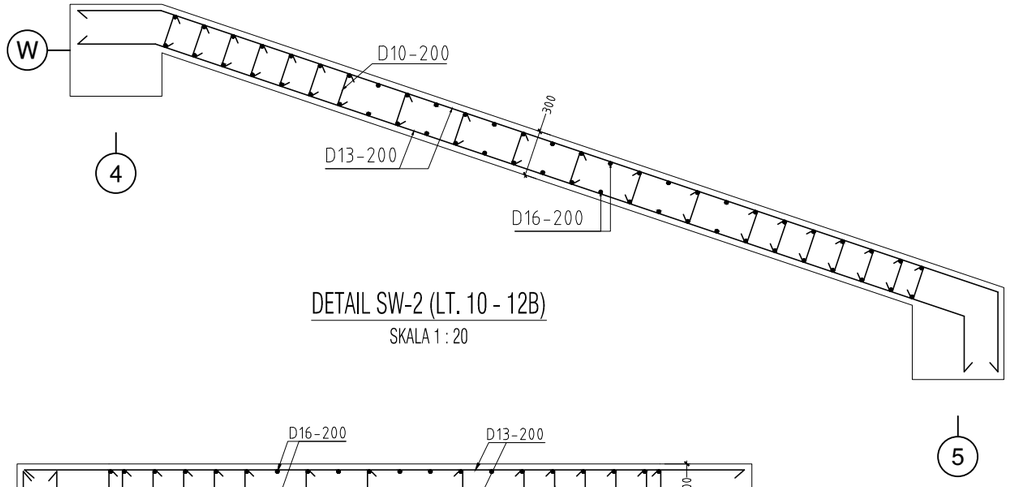
MEP

Green engineering

| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| DETAIL SHEARWALL SW1, SW2 SW3 & SW5 LT. 6 - LT. 9 | 1 : 20 |

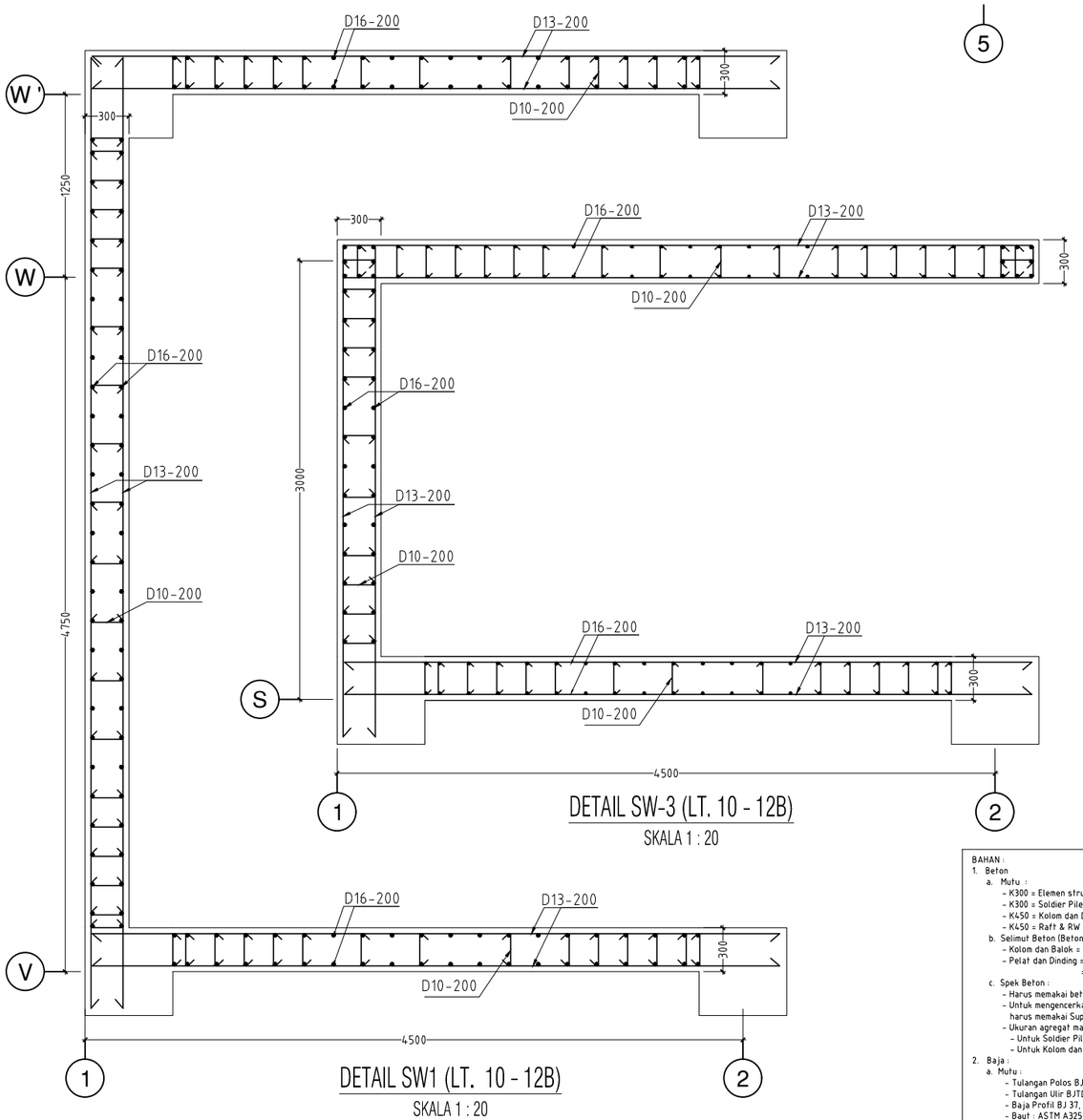
| MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA | DIGAMBAR / DRAFTER |
|---|---|
| Ir. JUNATA, MULTI CONSTRUCT INDONESIA | YD |

| MENYETUJUI / APPROVED OWNER | TANGGAL DATE |
|---|---|
| PARGONO, DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA | 05/APR/2016 |
| | NO. LEMBAR SHEET NO. |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETIJO | STR-6100 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |




DETAIL SW-2 (LT. 10 - 12B)

SKALA 1 : 20

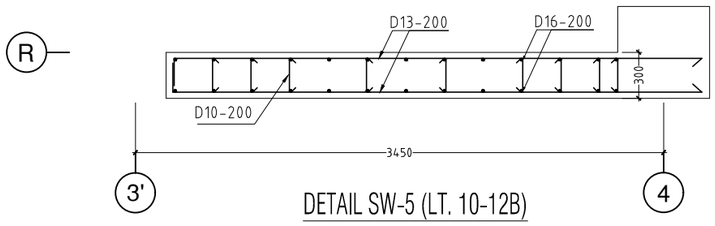



DETAIL SW1 (LT. 10 - 12B)

SKALA 1 : 20

DETAIL SW-3 (LT. 10 - 12B)

SKALA 1 : 20




DETAIL SW-5 (LT. 10-12B)

SKALA 1 : 20

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 & 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 mengencerkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser ( Sikament LN / setara)
      - 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 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

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 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. Kontrakor 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 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

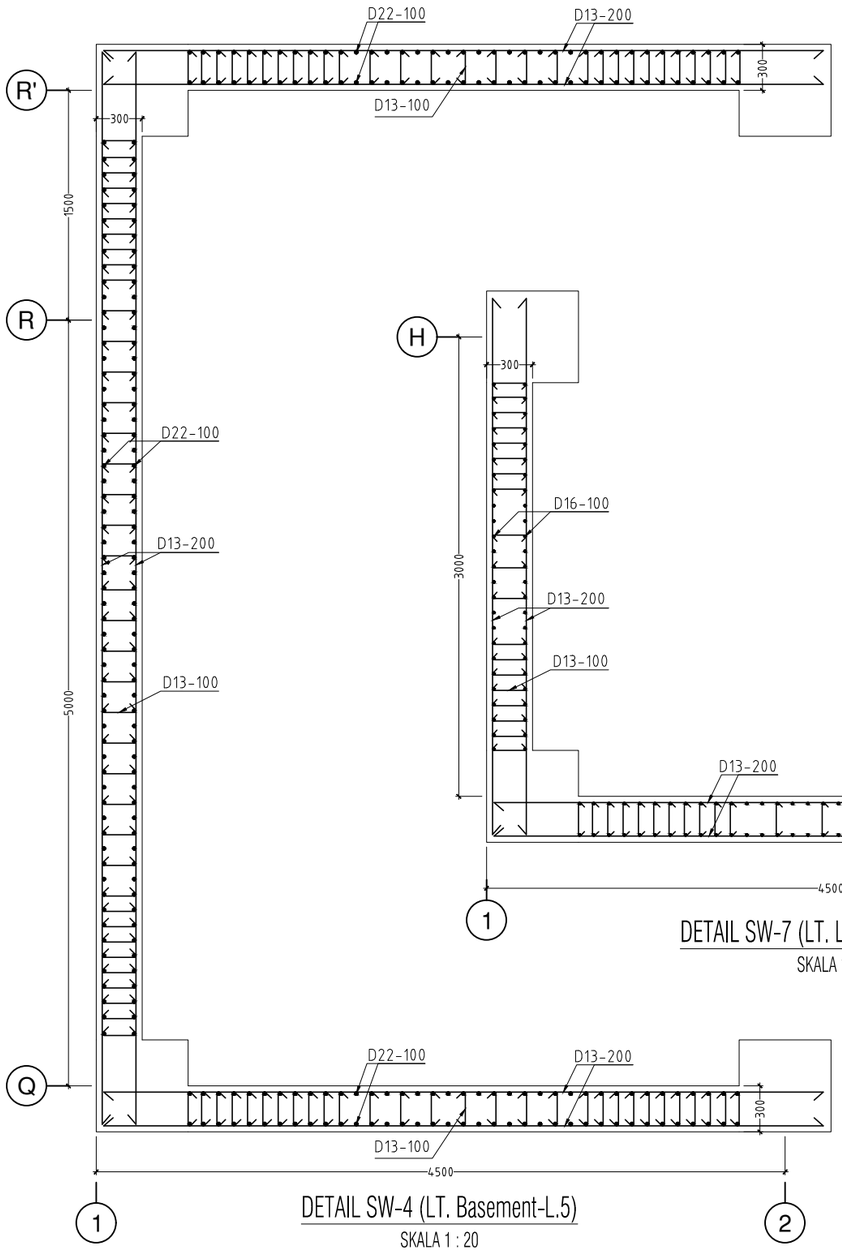
M E P

Green engineering

| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| DETAIL SHEARWALL 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 |
| | NO. LEMBAR SHEET NO. |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETIJO | STR-6200 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |



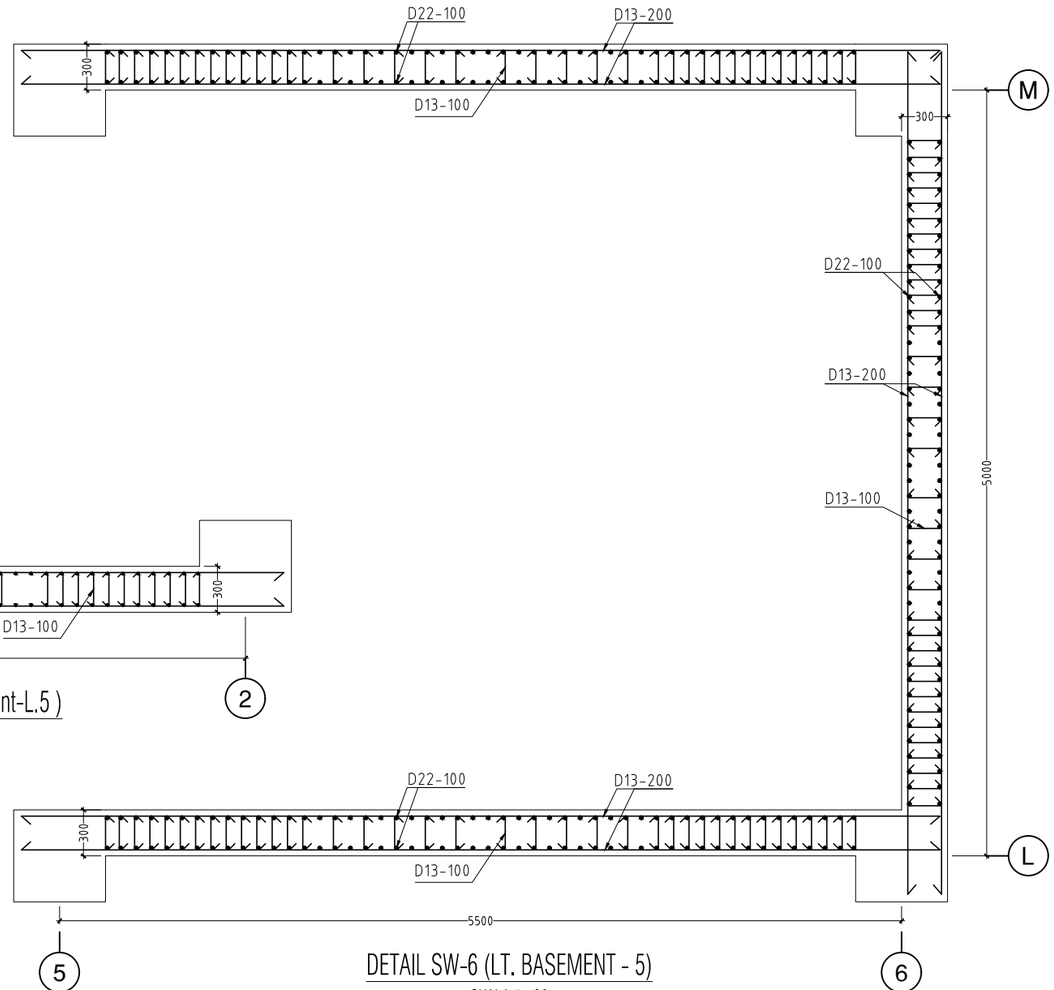

DETAIL SW-7 (LT. LT. Basement-L.5 )

SKALA 1 : 20




DETAIL SW-4 (LT. Basement-L.5)

SKALA 1 : 20




DETAIL SW-6 (LT. BASEMENT - 5)

SKALA 1 : 20

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 & 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 mengencerkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser ( Sikament LN / setara)
      - 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 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

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 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. Kontrakor 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 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

MULTI CONSTRUCT INDONESIA

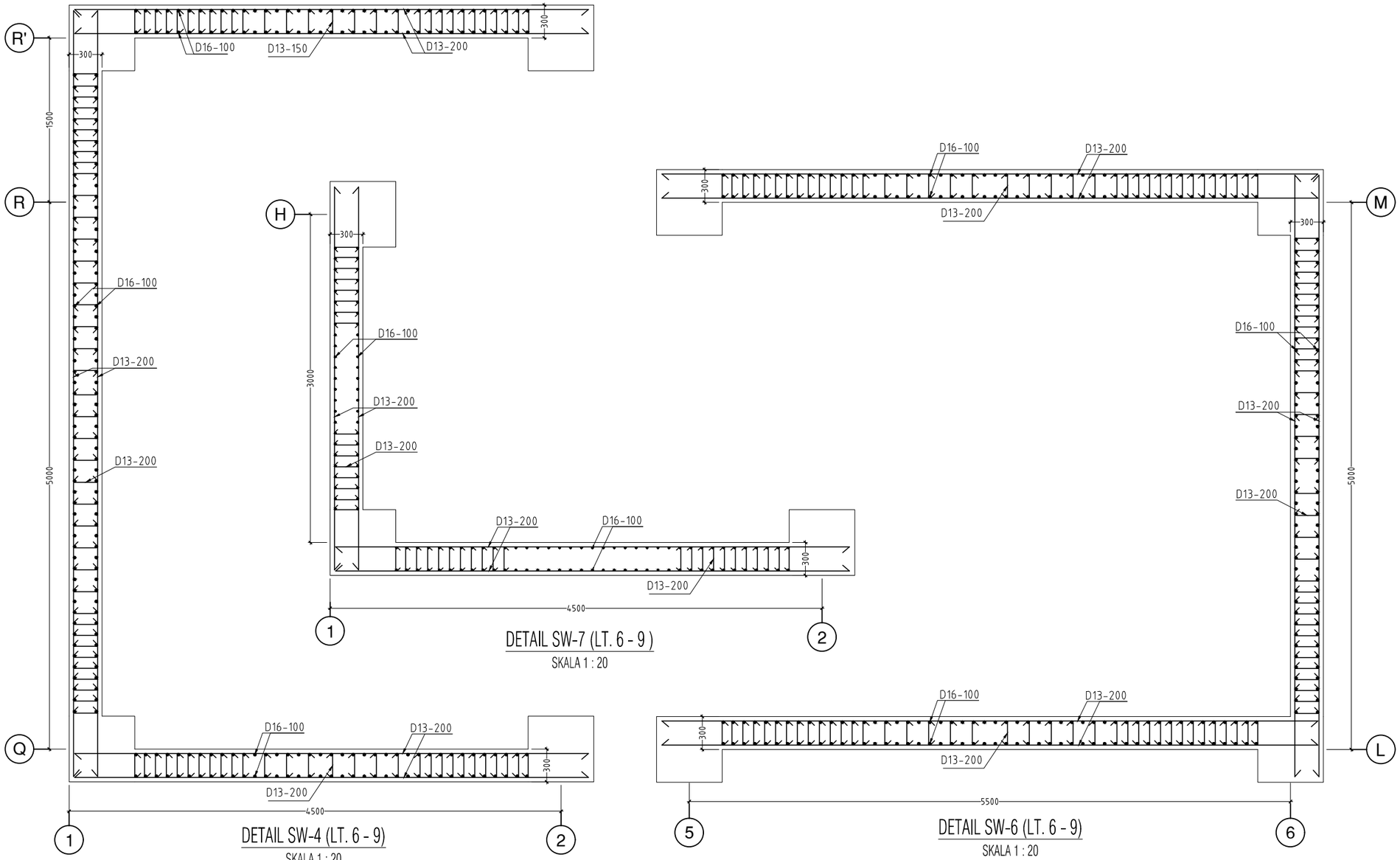
M E P

Green engineering

| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| DETAIL SHEARWALL SW4, SW6 & SW7 LT. BASEMENT - LT. 5 | 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 |
| | NO. LEMBAR SHEET NO. |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETIJO | STR-6300 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |




DETAIL SW-7 (LT. 6 - 9 )
SKALA 1 : 20

DETAIL SW-4 (LT. 6 - 9)
SKALA 1 : 20

DETAIL SW-6 (LT. 6 - 9)
SKALA 1 : 20

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 & 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 mengencerkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser ( Sikament LN / setara)
      - 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 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

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 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. Kontrakor 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 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

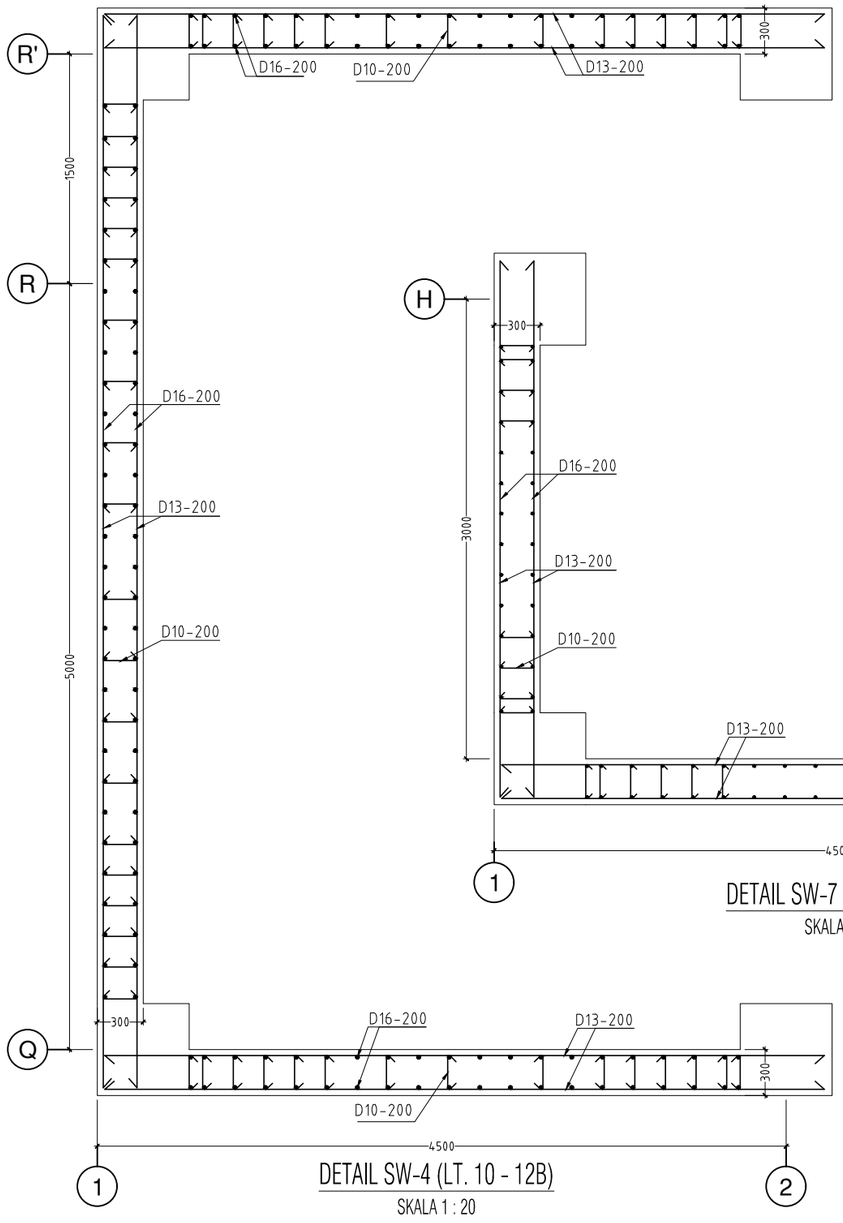
M E P

Green engineering

| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| DETAIL SHEARWALL 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 |
|---|---|
| PARGONO, DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA | 05/APR/2016 |
| | NO. LEMBAR SHEET NO. |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETIJO | STR-6400 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |

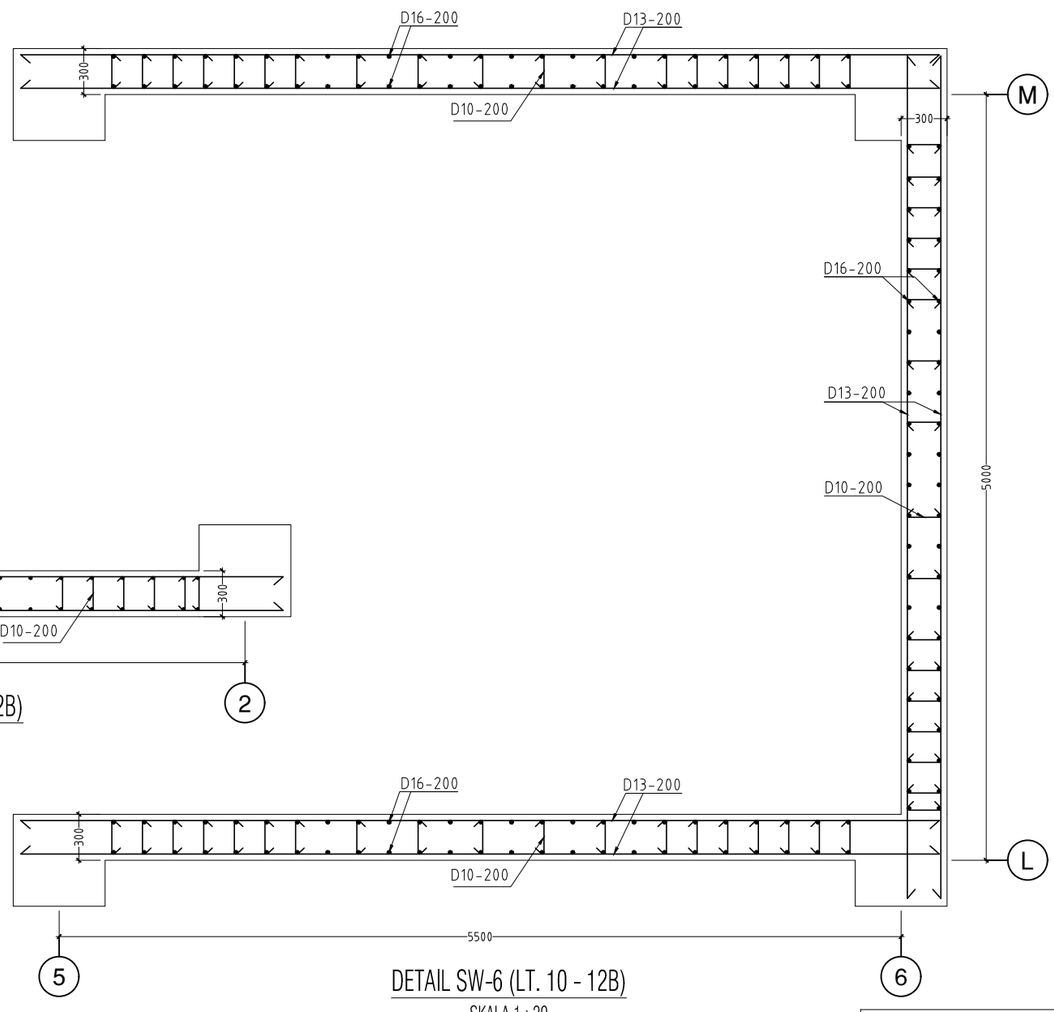



DETAIL SW-7 (LT. 10 - 12B)

SKALA 1 : 20

DETAIL SW-4 (LT. 10 - 12B)

SKALA 1 : 20




DETAIL SW-6 (LT. 10 - 12B)

SKALA 1 : 20

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 & 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 mengencerkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser ( Sikament LN / setara)
      - 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 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

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 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. Kontrakor 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 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

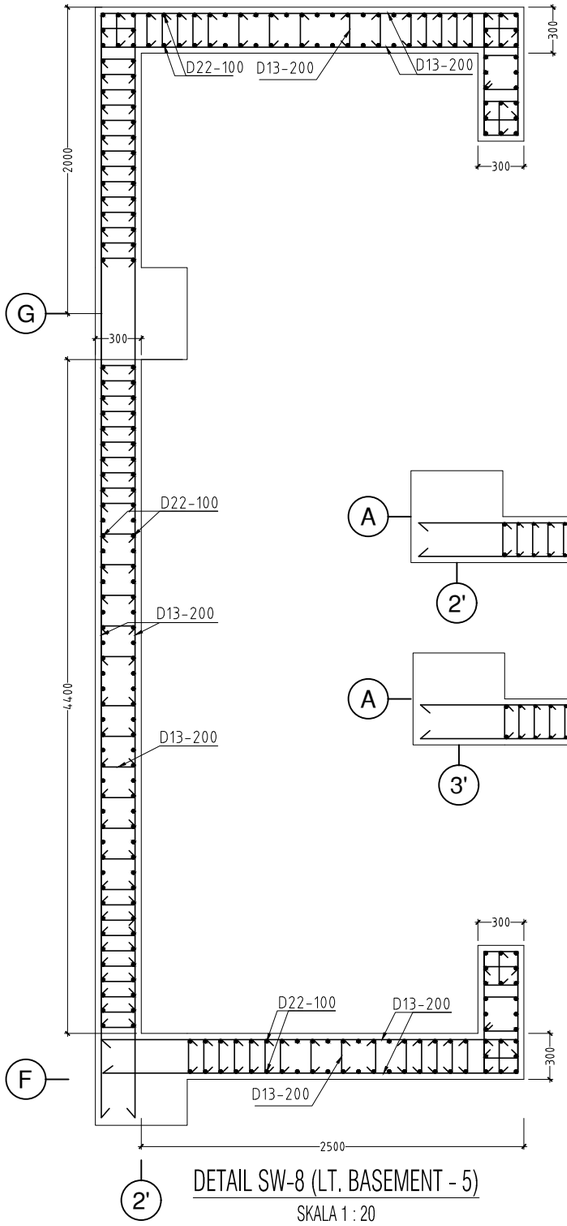
M E P

Green engineering

| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| DETAIL SHEARWALL SW4, SW6 & SW7 LT. 10 - LT. 12B | 1 : 20 |

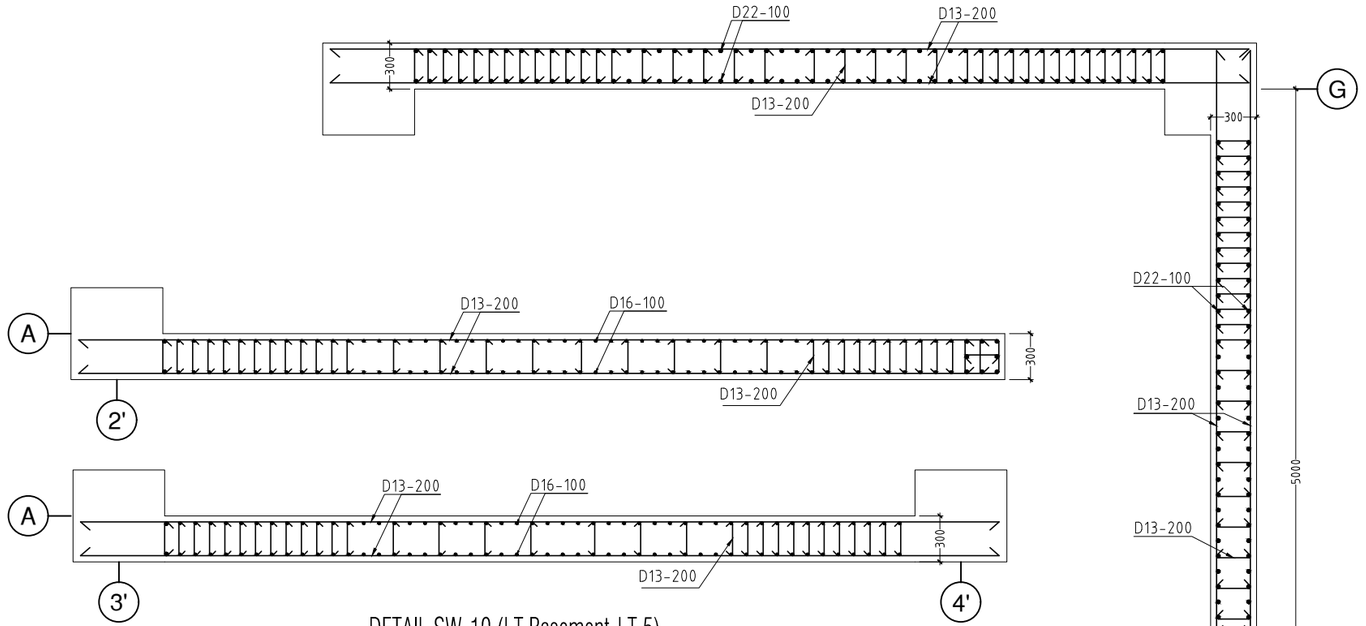
| MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA | DIGAMBAR / DRAFTER |
|---|---|
| Ir. JUNATA, MULTI CONSTRUCT INDONESIA | YD |

| MENYETUJUI / APPROVED OWNER | TANGGAL DATE |
|---|---|
| PARGONO, DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA | 05/APR/2016 |
| | NO. LEMBAR SHEET NO. |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETJO | STR-6500 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |



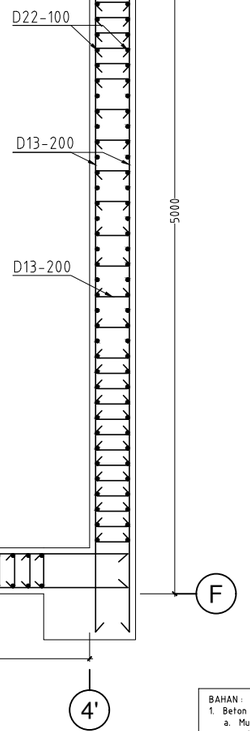

DETAIL SW-8 (LT. BASEMENT - 5)

SKALA 1 : 20




DETAIL SW-10 (LT Basement-LT.5)

SKALA 1 : 20




DETAIL SW-9 (LT. BASEMENT - 5)

SKALA 1 : 20

BAHAN :

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 & 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 mengencerkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser ( Sikament LN / setara)
      - 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 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

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 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. Kontrakor 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 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

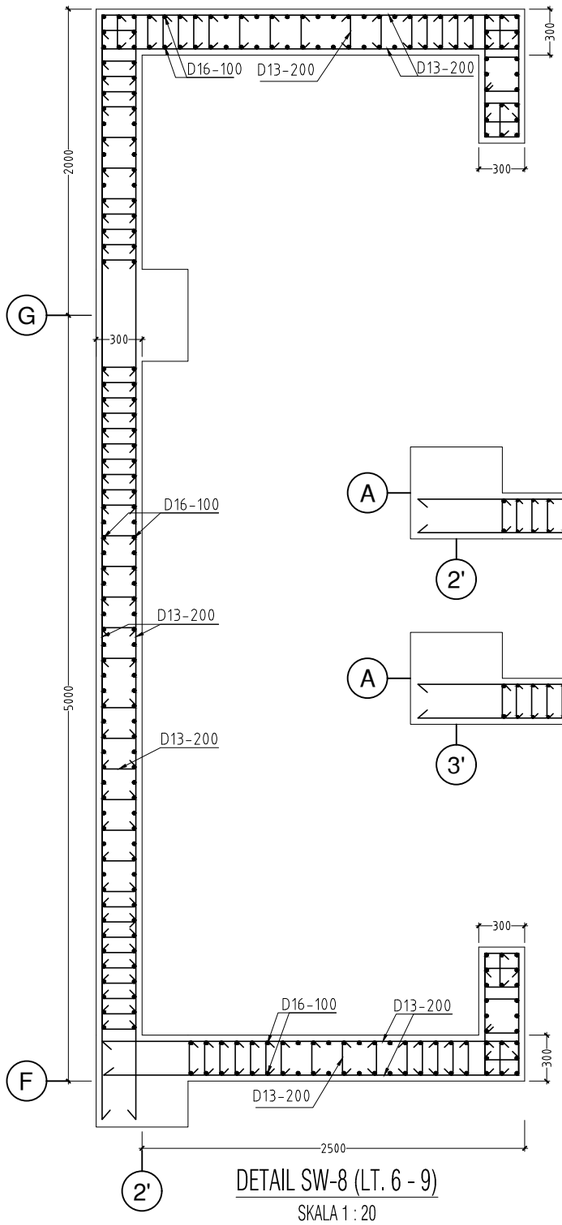
M E P

Green engineering

| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| DETAIL SHEARWALL SW8, SW9 & SW10 LT. BASEMENT - LT. 5 | 1 : 20 |

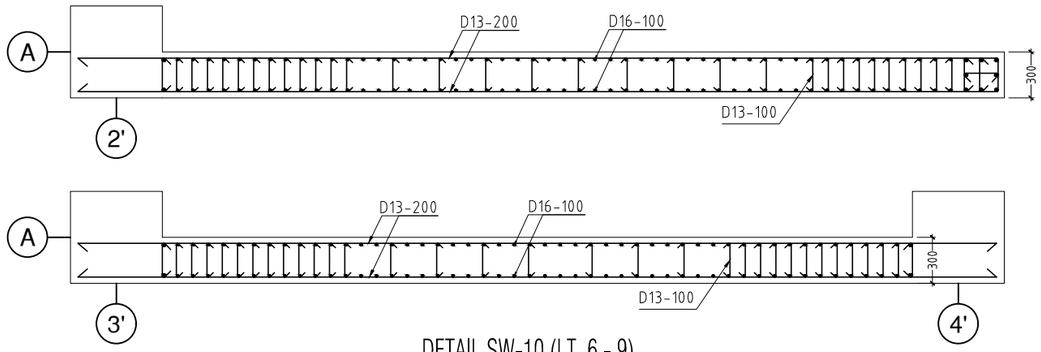
| MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA | DIGAMBAR / DRAFTER |
|---|---|
| Ir. JUNATA, MULTI CONSTRUCT INDONESIA | YD |

| MENYETUJUI / APPROVED OWNER | TANGGAL DATE |
|---|---|
| PARGONO, DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA | 05/APR/2016 |
| | NO. LEMBAR SHEET NO. |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETIJO | STR-6600 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |




DETAIL SW-8 (LT. 6 - 9)

SKALA 1 : 20




DETAIL SW-10 (LT. 6 - 9)

SKALA 1 : 20




DETAIL SW-9 (LT. 6 - 9)

SKALA 1 : 20

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 & 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 mengencerkan, tidak boleh menambahkan air, tetapi harus memakai Super Plasticiser ( Sikament LN / setara)
      - 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 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

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 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. Kontrakor 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 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

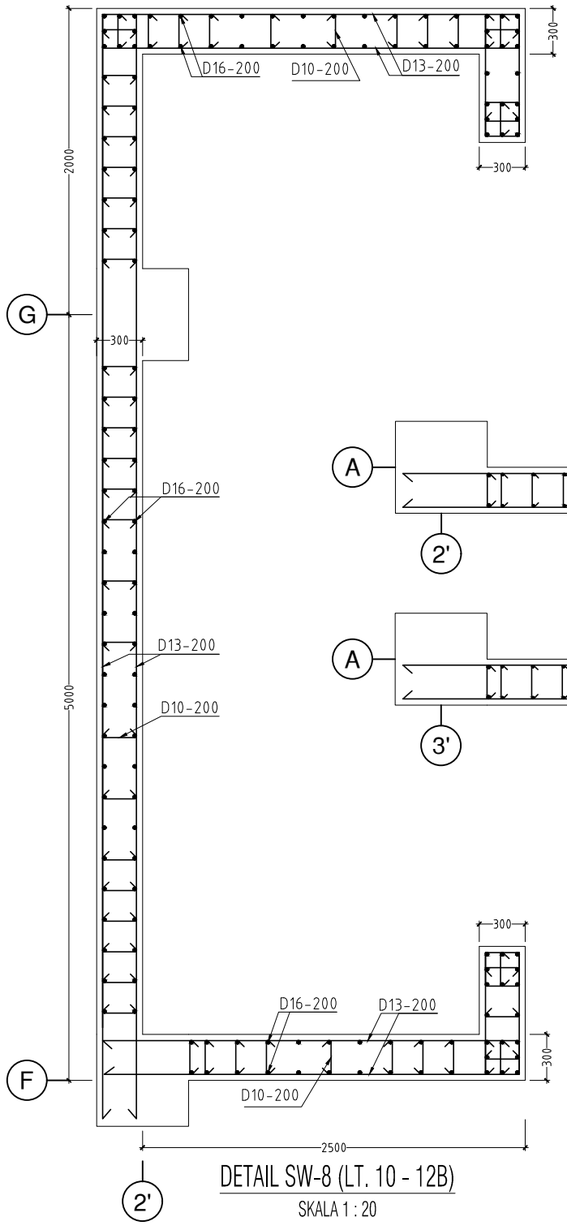
M E P

Green engineering

| JUDUL GAMBAR/ DRAWING TITLE | SKALA / SCALE |
|---|---|
| DETAIL SHEARWALL SW8, SW9 & SW10 LT. 6 - 9 | 1 : 20 |

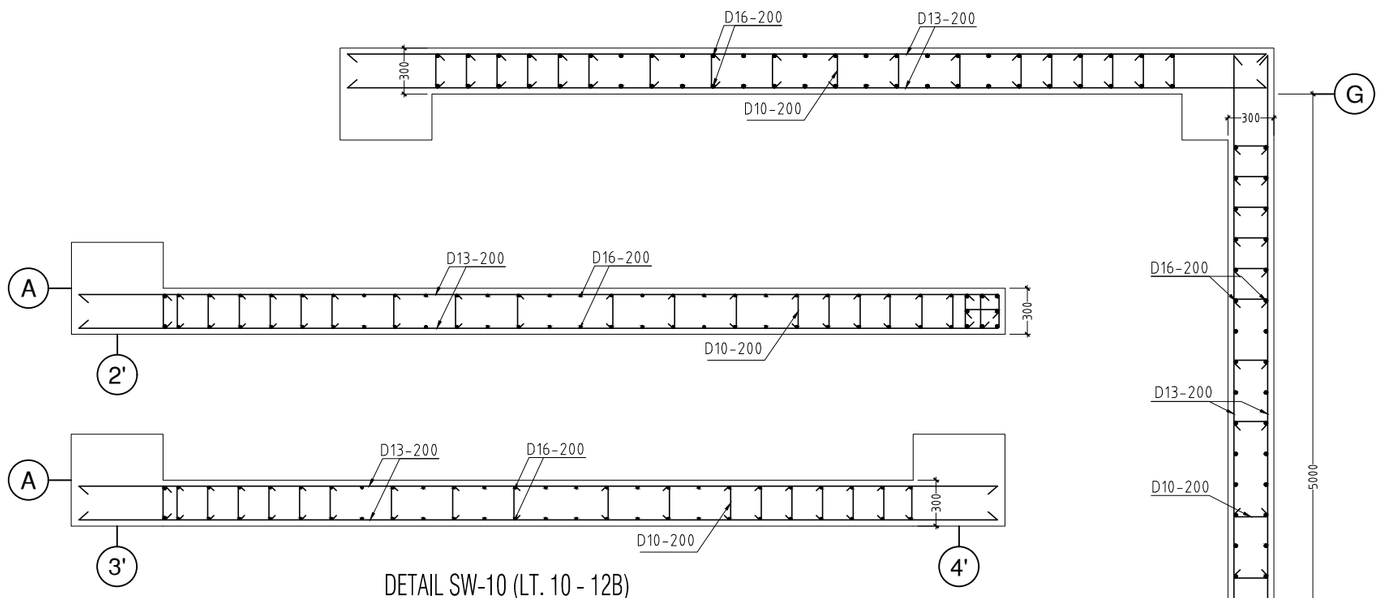
| MENYETUJUI / APPROVED KONSULTAN PERENCANA | DIGAMBAR / DRAFTER |
|---|---|
| Ir. JUNATA, MULTI CONSTRUCT INDONESIA | YD |

| MENYETUJUI / APPROVED OWNER | TANGGAL DATE |
|---|---|
| PARGONO, DIREKTUR UTAMA PT. SURYA ARGON JAYA | 05/APR/2016 |
| | NO. LEMBAR SHEET NO. |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETJO | STR-6700 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |




DETAIL SW-8 (LT. 10 - 12B)

SKALA 1 : 20




DETAIL SW-10 (LT. 10 - 12B)

SKALA 1 : 20




DETAIL SW-9 (LT. 10 - 12B)

SKALA 1 : 20

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 & 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 mengencerkan, 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 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

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 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. Kontrakor 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 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. 10 - 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 |
| | NO. LEMBAR SHEET NO. |
| MENYETUJUI / APPROVED CONSTRUCTION MANAGEMENT | NO. GAMBAR DRAWING NO. |
| Ir. AGOES BOEDI SOESETJO | STR-6800 |
| | JUMLAH LBR TOTAL |

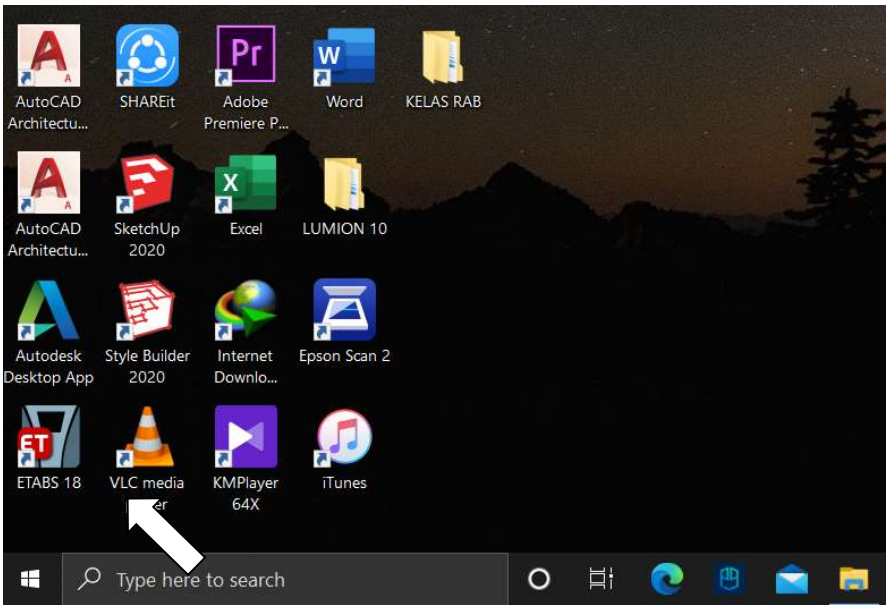
**LAMPIRAN 2**

# TUTORIAL

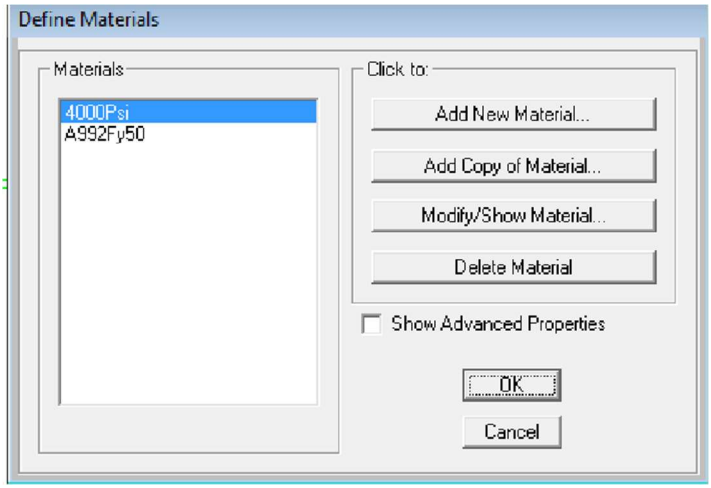
# *PUSHOVER ANALYSIS*

# PERMODELAN STRUKTUR GEDUNG

1. Bukalah program ETABS dengan cara klik

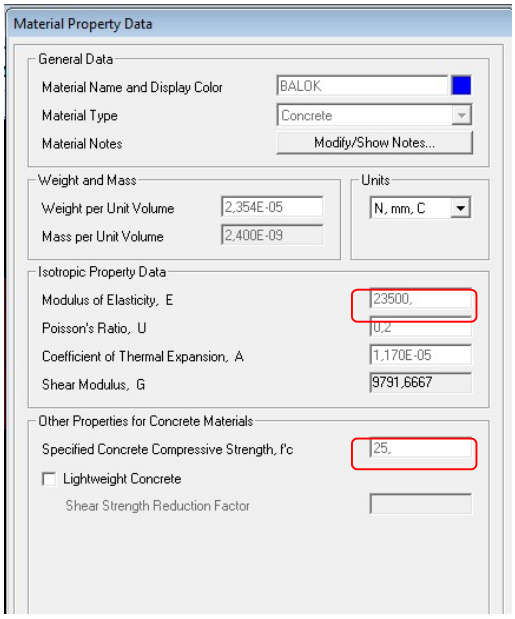



2. Langkah selanjutnya adalah mendefenisikan penampang untuk material yang akan digunakan. Pilih menu **Define-Materials** maka akan tampil seperti gambar di bawah ini.

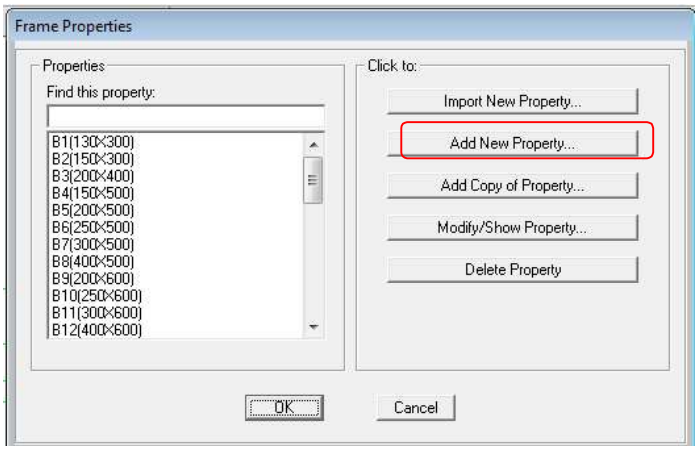



Pilih **Add New Material**, lalu pilih material **Concrete** karena material yang digunakan adalah beton. Isi data beton dengan memasukkan f'c 30 mPa pada kolom yang tersedia, serta masukkan modulus elastisitas beton

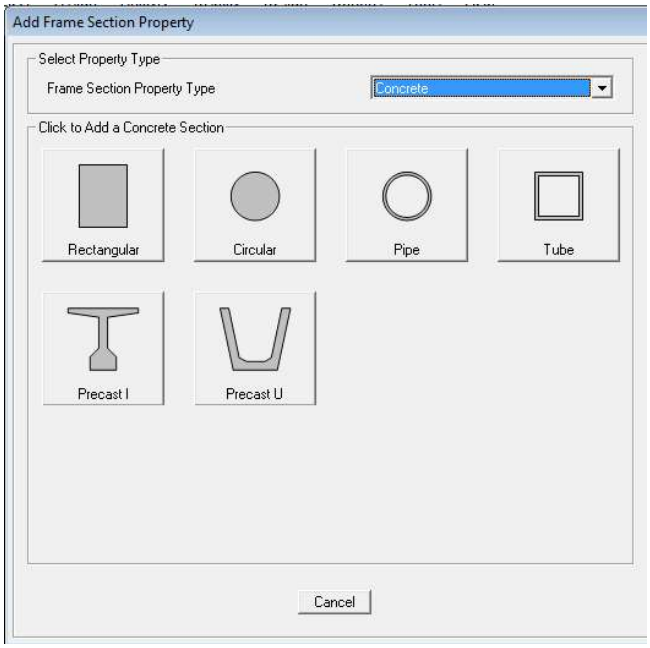
sesuai rumus 4700*(f'c)^0.5. sehingga kota dialog tampak sebagai berikut :



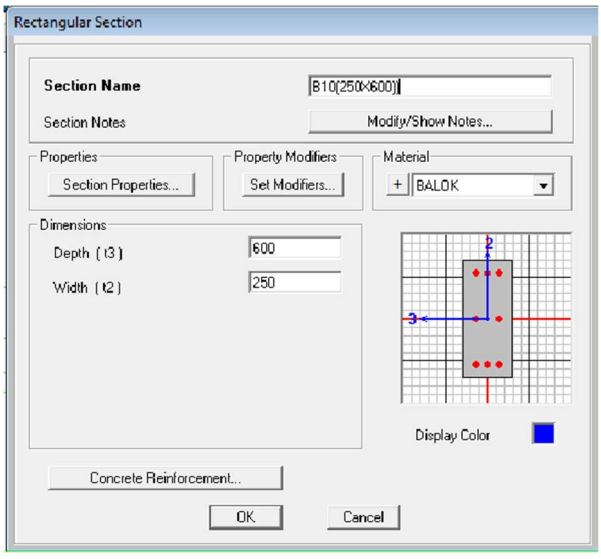

3. Setelah material beton dan tulangan telah didefnisikan, maka langkah selanjutnya adalah mendefenisikan properties ukuran penampang balok maupun kolom yang akan digunakan. Ubah kembali satuan sesuai pada soal yakni **Ton, mm, C** lalu pilih menu **Define-Section Properties-Frame Sections.**



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

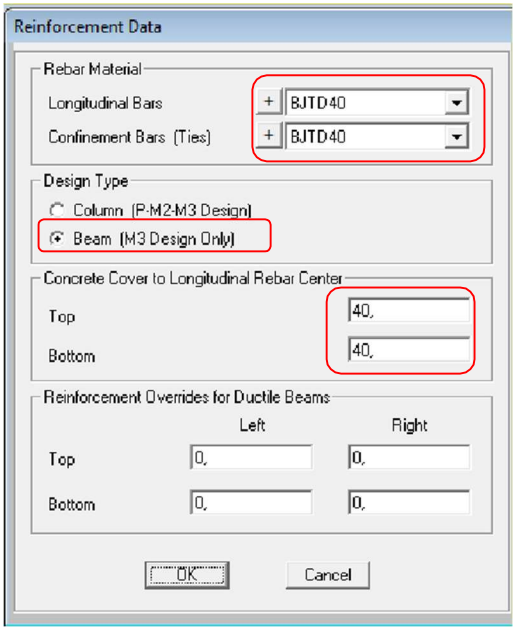



4. Kemudian ubah Section Name menjadi B10(250X600), pilih material BALOK lalu pada kolom **Dimensions** ubah Depth = 600 dan Width = 250

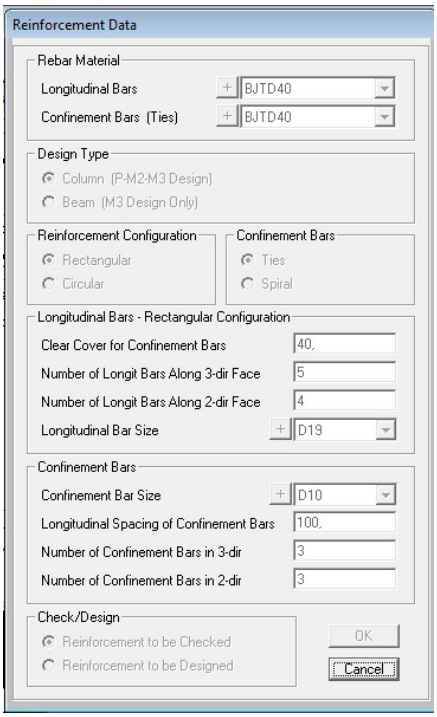



Pilih **Concrete Reinforcement**. Lalu pilih design type yang digunakan

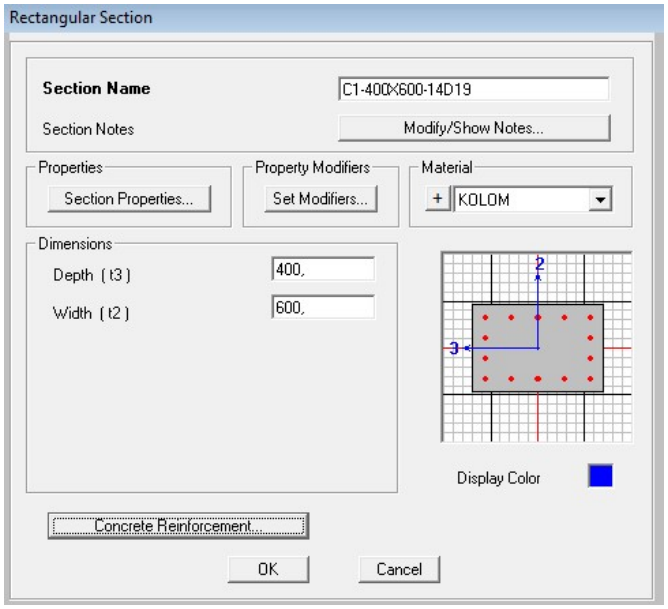
adalah **Beam**. Pastikan jenis tulangan yang terpasang adalah jenis **BJTD40** yang telah kita desain sebelumnya. Juga perhatikan selimut beton yang disyaratkan sebagai bangunan tahan gempa adalah sebesar 40mm.




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

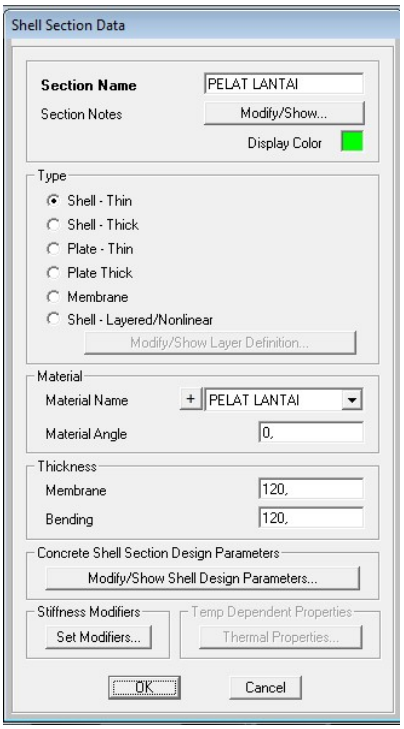



6. Setelah itu, klik **OK**, maka desain kolom yang akan kita gunakan adalah sebagai berikut :

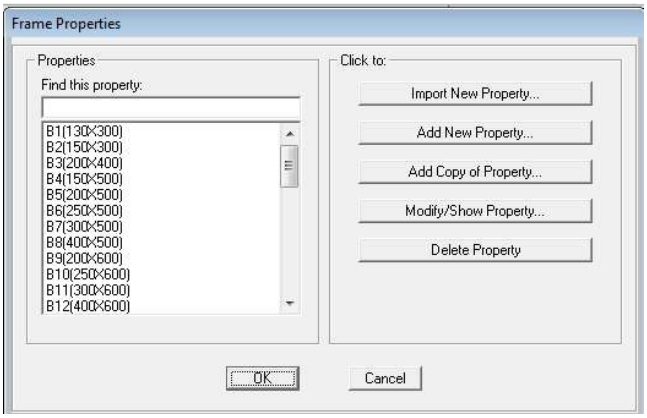



7. Setelah pendesainan balok dan kolom telah selesai, selanjutnya adalah pendesainan pelat,dinding geser, dan tangga yang akan digunakan dalam

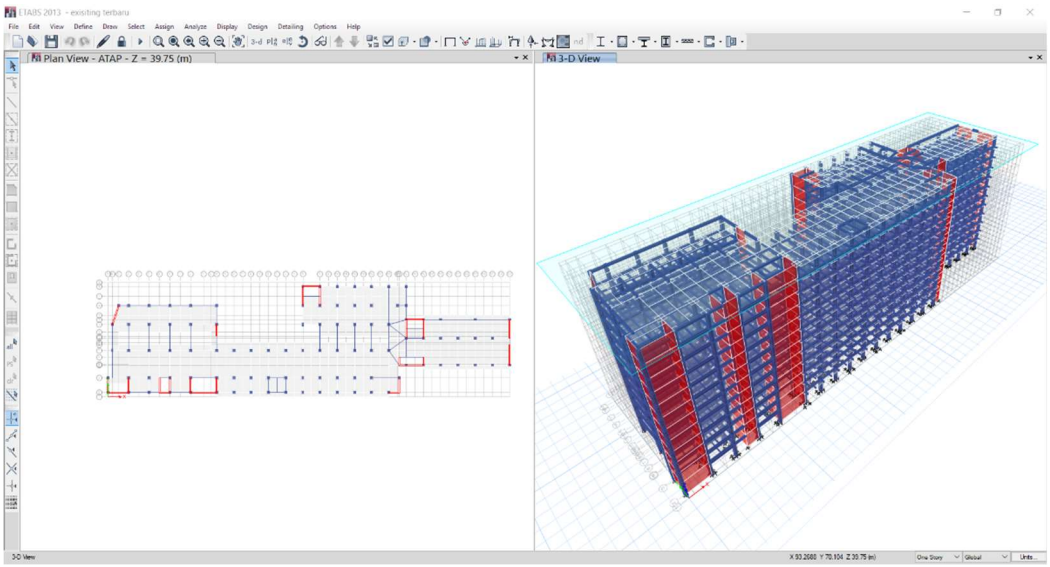
struktur. Pilih menu **Define>Section Properties>Area Section**,selanjutnya pilih **Add New Section** lalu definisikan tebal pelat,dinding geser, dan tangga yang digunakan.



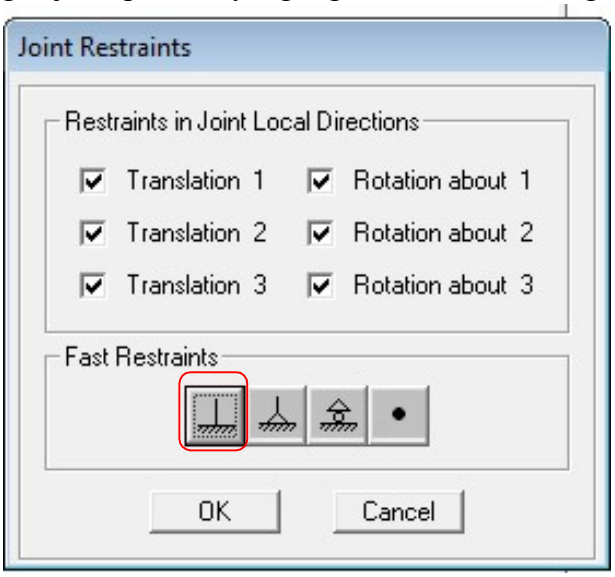

8. Setelah pendimensian pelat selesai, maka langkah selanjutnya adalah me-assign frame- frame tadi kedalam golongannya masing-masing. Klik semua balok atau kolom pada gambar rencana, lalu pilih menu **Assign - Frame - Frame Sections**. Pilih dimensi balok atau kolom yang digunakan lalu klik **OK**.



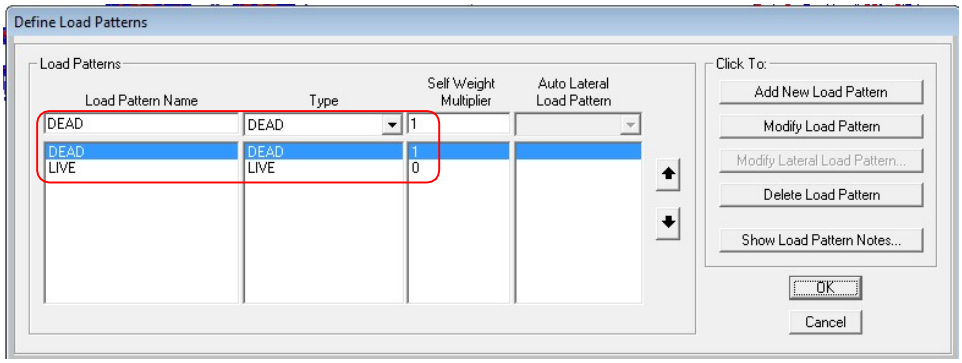
9. Setelah proses assign pada balok dan kolom telah selesai, dilanjutkan pada proses assign pada pelat, dinding geser, dan tangga dengan memilih menu **Draw > Quick Draw Area**. Gambar semua pelat, dinding geser, dan tangga yang telah didesain pada semua frame, sehingga tampak struktur apabila ditampilkan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



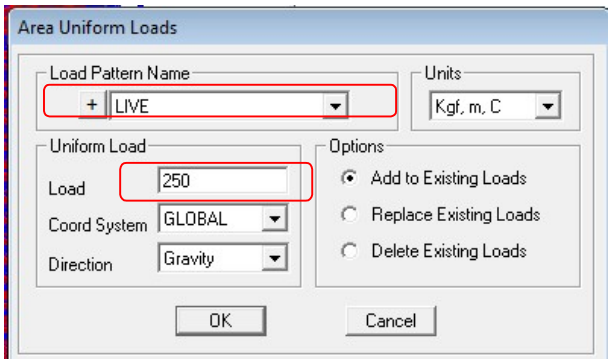

10. Draw semua frame pada grid arah x, arah y, arah z. sehingga setelah semua diberikan frame, maka berikan perletakan pada joint dasar. Lalu blok titik yang akan di berikan perletakan. Setelah itu pilih menu **Assign-Joint-**Restraints. Beri perletakan Jepit pada masing-masing joint dasar (pertimbangan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



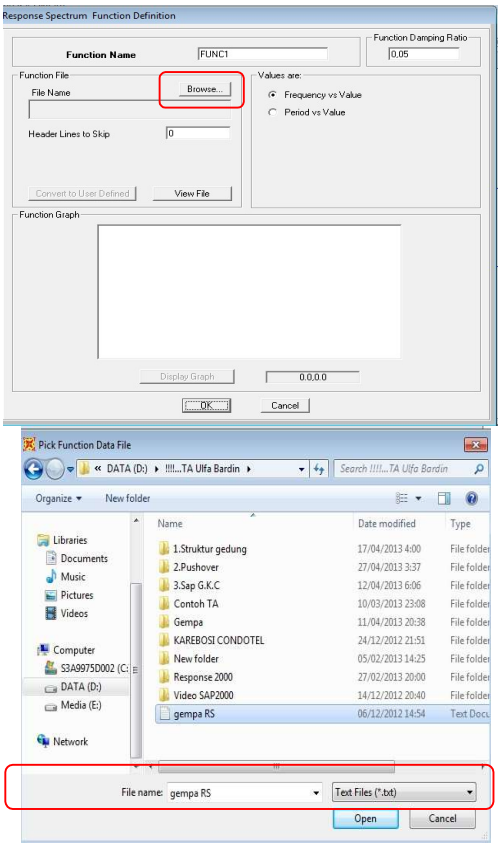
11. Setelah assign frame/plate section telah selesai. Maka selanjutnya adalah memberikan beban-beban pada komponen struktur yang digunakan. Untuk jenis beban yang digunakan adalah Beban Mati, Hidup, dan Gempa. Adapun Gaya gempa yang akan didefenisikan berupa Respon Spectrum.
12. Pendefenisian beban luar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



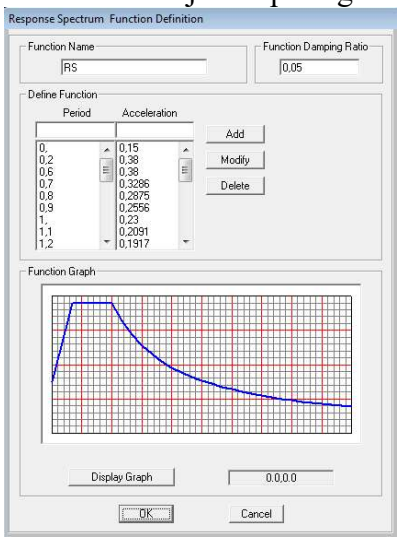

13. Untuk beban mati tambahan dan beban hidup, pilih semua elemen pelat lalu pilih **Assign- Area Loads-Uniform(Shell)**. Untuk input beban mati tambahan maka pada **Load Pattern Name** pilih **DEAD** sedangkan untuk beban hidup pilih **LIVE**. Input nilai beban pada **Uniform Load-Load**.



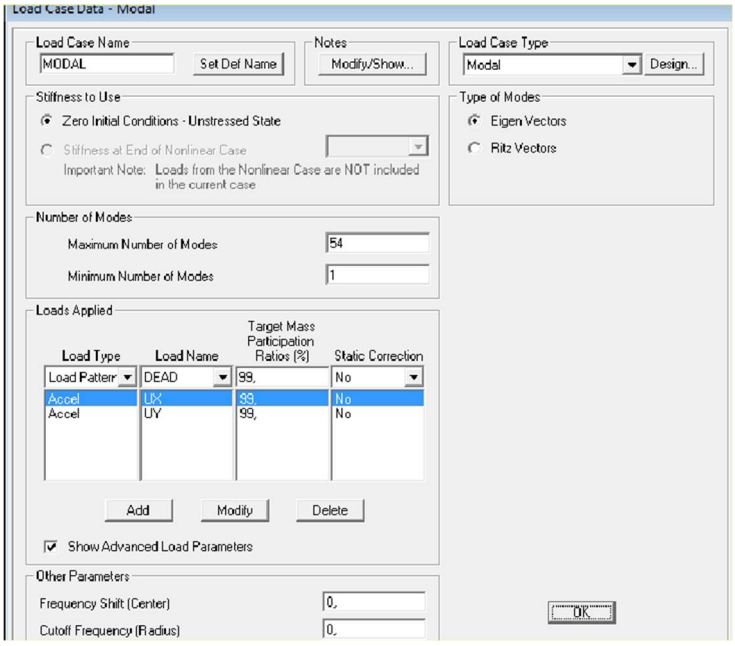

14. Untuk beban gempa, pilih **Define > Function > Respon Spectrum**. Pada **Choose Function Type To Add** pilih **From File** (karena akan mengambil/impor data dari luar. Lalu klik **Add New Function**. Pada kotak input yang muncul, klik **Browse** untuk menginput koordinat grafik *response spectrum*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

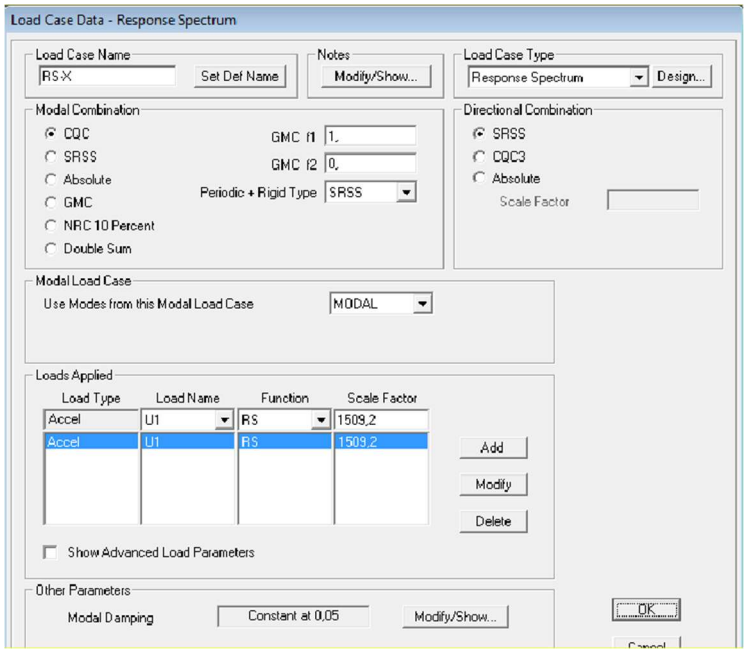


16. Setelah pendefenisian respon spectrum selesai. Masuk ke **Load Cases** lalu **modify** Padabagian **MODAL** sehinga muncul kotak dialog




17. Lalu masuk kembali ke **Load Cases > Add New Load Cases**, pada **Load Case Type**

pilih **Response Spectrum** sehingga muncul kotak dialog berikut :

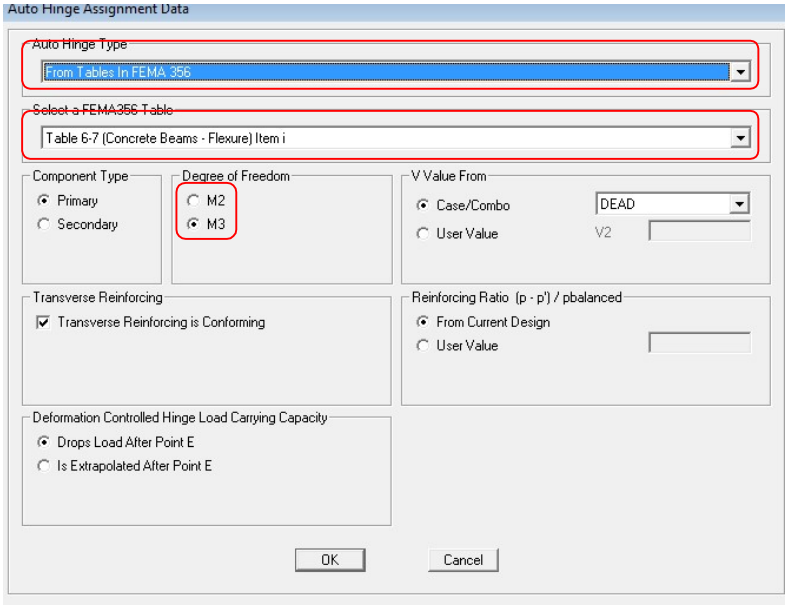



Isi parameter-parameter seperti yang diatas.

## ANALISA BEBAN DORONG STATIK (*PUSHOVER ANALYSIS*)

18. Perilaku leleh dan pasca leleh pada elemen struktur dapat dimodelkan dalam **HingeProperties**. **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.

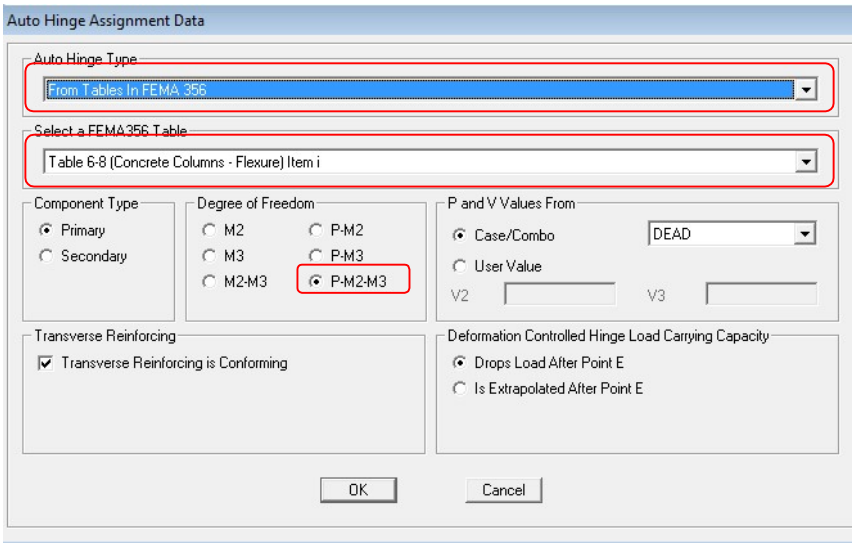
- Pendefinisian *Hinge Properties* balok
  - Pilih semua elemen balok, lalu pilih **Assign-Frame-Hinges**. Pada **Relative Distance** masukkan nilai 0 yang menyatakan posisi awal dari panjang bersih balok,lalu klik **Add,** sehingga muncul kotak dialog berikut :




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 **RelativeDistance** 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 :



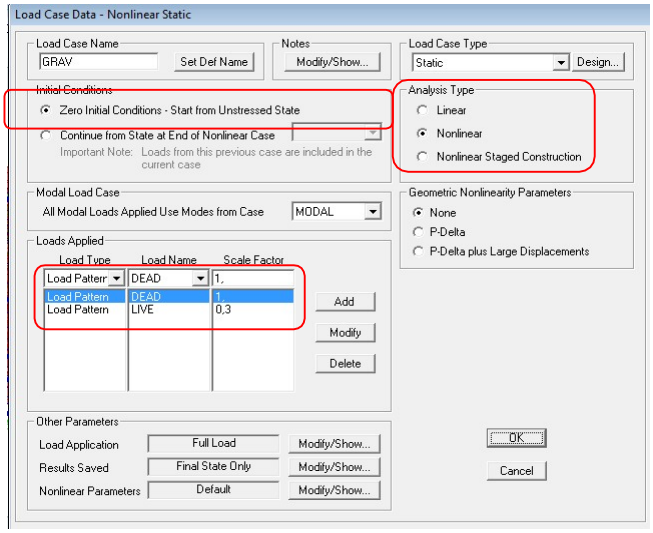

Pada kotak **Auto Hinge Type** pilih **From Tables In FEMA 356**, lalu pilih **Table 6-8 (Concrete Columns-Flexure)Item i**. Untuk elemen kolom, pada **Degree of Freedom** pilih **P-M2-M3** yang berarti sendi plastis terjadi karena interaksi gaya aksial (P) dan momen (M) searah sumbu lokal 2 dan sumbu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

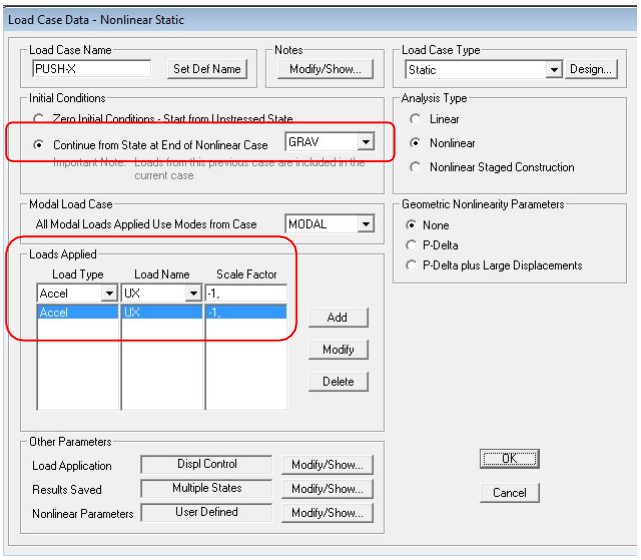
- Nama analisis adalah **GRAV**.
- Tipe analisis ditentukan **Static-Nonliniear**.
- **Scale factor** yang digunakan adalah 1,0 untuk beban mati dan 0,3 untuk beban hidup.

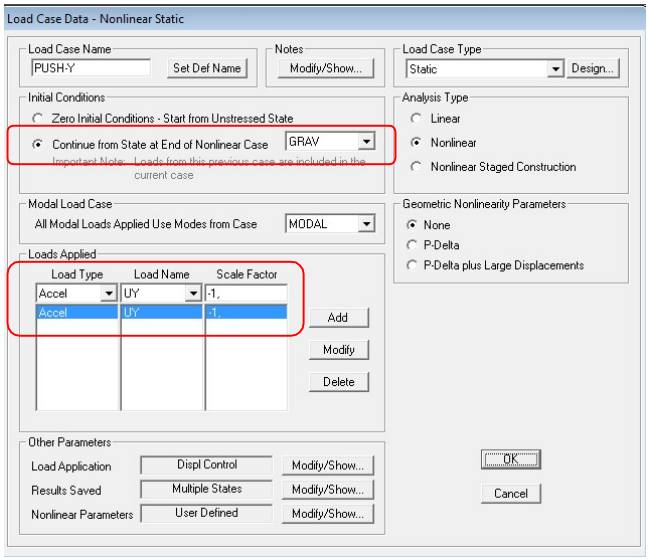



20. Selanjutnya adalah pendefinisian beban lateral pada struktur.

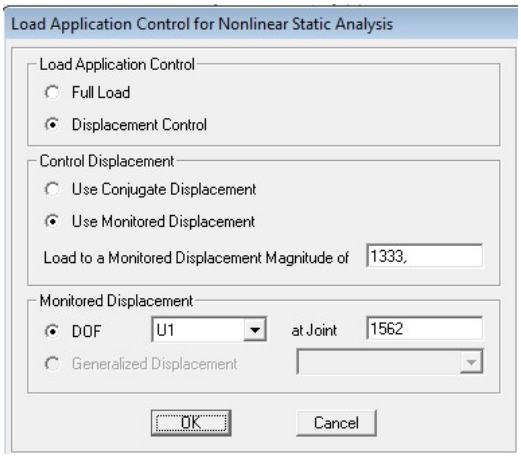
    Pendefenisian tahap keduamelalui menu **Define-Loads Cases-Add New Case.**

    - Nama **Load Case Name** adalah **PUSH-X**.
    - Tipe analisis ditentukan **Static-Nonliniear**.
    - Karena tahap kedua baru dilakukan setelah tahap pertama selesai, maka opsi **Continue from State at End of Nonlinier Case** diaktifkan, dengan akhir dari analsis **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.

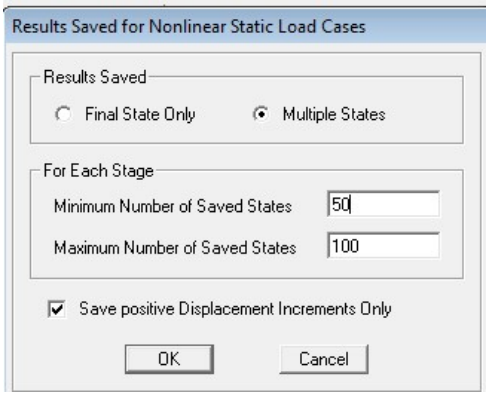


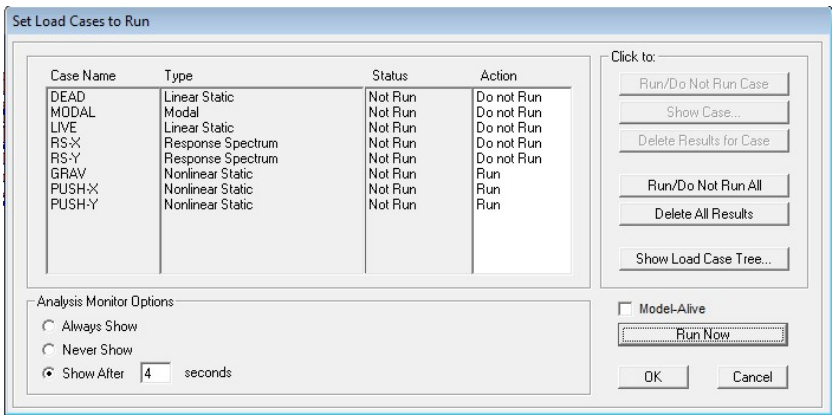

- Pada **Other Parameters-Load Application** klik **Modifiy/Show**. Pilih **Displacement Control** yang berarti pembeban diberikan sampai mencapai target displacement tercapai. Pada **Load to a Monitored Displacement Magnitude of** masukkan target displacement yang ingin dicapai, pada penelitian ini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




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




*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**



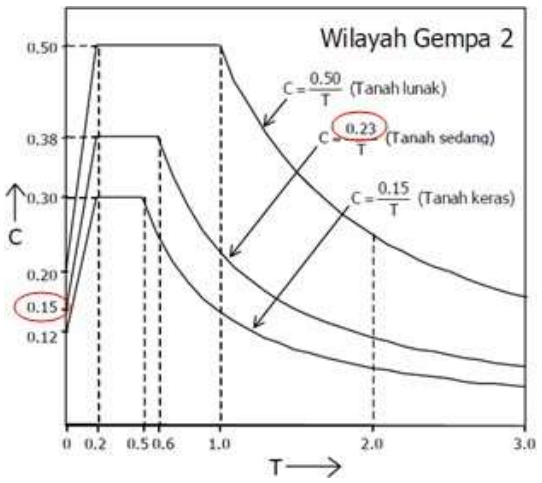
di action. Klik **Run Now** untuk menjalankan analisis.

*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 Ca dan Cv yang diperoleh melalui kurva response spectrum yang penggunaaanya 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 Ca dan Cv 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.