



**ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BETON
BERTULANG TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN
METODE BEBAN DORONG (*PUSHOVER*)
(STUDI KASUS : HOTEL SANTIKA BANYUWANGI)**

SKRIPSI

Oleh

**YULI SRIWAHYUNINGSIH
NIM 171910301169**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BETON
BERTULANG TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN
METODE BEBAN DORONG (*PUSHOVER*)
(STUDI KASUS : HOTEL SANTIKA BANYUWANGI)**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Sipil dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**YULI SRIWAHYUNINGSIH
NIM 171910301169**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Syukron Lillah. Tak henti-hentinya ucapan syukur ini Saya panjatkan kepada ALLAH SWT. KarenaNya skripsi ini dapat terselesaikan dengan tepat waktu.

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Orang tua saya ibu, ayah dan pape saya tersayang dan terkasih. Terimakasih telah memberikan kasih sayang, motivasi, dukungan, do'a yang selalu ikhlas serta perhatian, pengertian yang tulus baik spiritual dan materi untuk melanjutkan menuntut ilmu hingga saya mendapat gelar Sarjana Teknik.
2. Kakek, nenek serta adik, kakak dan keluarga saya yang amat sangat saya sayangi.
3. Bapak dan Ibu guru/dosen yang selalu saya hormati dan akan selalu dikenang atas semua jasa-jasanya. Mulai dari saya duduk dibangku SD, MTSN, MAN, Dosen D3 Teknik Sipil Poliwangi serta Seluruh Dosen Teknik Sipil Universitas Jember.
4. Bapak Sriyono dan Bu Marta. Terimakasih atas ilmu, motivasi, dan jasa kebaikan lainnya yang telah diberikan kepada Saya. Bapak dan Ibu sudah seperti orangtua kedua saya.
5. Teman-teman Alih Jenjang angkatan 2017 Teknik Sipil yang telah banyak memberikan kenangan, pengalaman serta keceriaan bersama.
6. Almamater Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
7. Serta semua pihak yang tidak bisa Saya sebutkan satu persatu.

MOTTO

"Barang siapa yang menginginkan kehidupan dunia,
maka ia harus memiliki ilmu. Dan barang siapa yang menginginkan
kehidupan akhirat maka itupun harus dengan ilmu. Dan barang siapa
yang menginginkan kedua maka itupun dengan ilmu"
(HR. Thabrani)

"Karena Ilmu"

Merupakan cahaya kehidupan dalam kegelapan,
yang akan membimbing manusia kepada jalan yang benar.

"Karena Ilmu"

Alat untuk membuka rahasia alam,
rahasia kesuksesan hidup baik didunia maupun diakhirat.
Orang yang berilmu dijanjikan Allah akan ditinggikan derajatnya
menjadi orang yang mulia beserta orang-orang yang beriman.

"Karena Ilmu"

Dapat membantu manusia untuk meningkatkan taraf hidup
menuju kesejahteraan, baik rohani maupun jasmani.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yuli Sriwahyuningsih

Nim : 171910301169

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Kinerja Struktur Gedung Beton Bertulang Terhadap Beban Gempa Dengan Metode Beban Dorong (*Pushover*) Studi Kasus : Hotel Santika Banyuwangi” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 10 Juli 2019

Yang menyatakan,

Yuli Sriwahyuningsih
NIM 171910301169

SKRIPSI

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG
TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN METODE BEBAN DORONG
(*PUSHOVER*)
(STUDI KASUS : HOTEL SANTIKA BANYUWANGI)**

Oleh

Yuli Sriwahyuningsih
NIM 171910301169

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Syamsul Arifin, ST., MT.

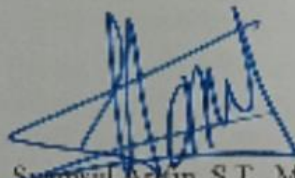
Dosen Pembimbing Anggota : Winda Tri Wahyuningtyas, ST., MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Analisis Kinerja Struktur Gedung Beton Bertulang Terhadap Behan Gempa Dengan Metode Beban Dorong (*Pushover*) Studi Kasus : Hotel Santika Banyuwangi" karya Yuli Sriwahyuningsih telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Rabu, 10 Juli 2019
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pembimbing I,



Syamsul Arifin, S.T., M.T.
NIP 196907091998021001

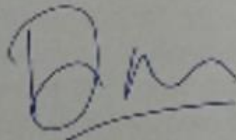
Tim Penguji:

Pembimbing II,



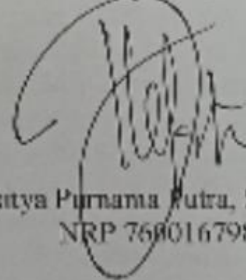
Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T.
NRP 760016772

Penguji I,



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

Penguji II,



Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T.
NRP 760016798

Mengesahkan

Dekan,

Fakultas Teknik – Universitas Jember



Dr. Ir. Eren Widayah, M.U.M.
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Analisis Kinerja Struktur Gedung Beton Bertulang Terhadap Beban Gempa Dengan Metode Beban Dorong (*Pushover*) ; Yuli Sriwahyuningsih, 171910301169 ; 2019 ; halaman ; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Indonesia merupakan suatu wilayah yang hampir seluruhnya berada disekitar *ring on fire* (daerah yang sering mengalami gempa bumi dengan intensitas sedang hingga tinggi), yang memanjang dari Pulau Sumatera-Jawa-Nusa Tenggara dan Sulawesi. Berdasarkan tragedi yang telah terjadi, keruntuhan bangunan akibat bencana gempa bumi menelan korban jiwa dan kerugian materi dalam jumlah yang cukup besar. Untuk itu diperlukan suatu analisa terhadap suatu bangunan konstruksi yang telah ada, untuk mengetahui kinerja struktur saat menerima beban gempa, guna menjamin keselamatan gedung dan pemakainya. Salah satu metode pendekatan untuk analisis beban gempa yaitu analisa beban dorong (*pushover*).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja struktur gedung beton bertulang terhadap beban gempa dengan Metode Beban Dorong (*Pushover*), untuk mengetahui besar gaya geser dasar (*Base Shear*) maksimum dan perpindahan (*Displacement*) yang terjadi berdasarkan FEMA 356/440 dan ATC-40.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa mekanisme terjadinya sendi plastis berhenti pada *step* 11. Berdasarkan evaluasi kinerja ATC-40 untuk *push X displacement* terjadi pada 0,031 m dan *base shear* sebesar 402399,4 kg dan *drift ratio* 0,0012, untuk *push Y displacement* terjadi pada 0,025 m dan *base shear* sebesar 603285 kg, dan *drift ratio* 0,0009. Untuk evaluasi kinerja FEMA 356 untuk *push X displacement* terjadi pada 0,142 m dan *base shear* sebesar 821598,3 kg dan *drift ratio* 0,0066, untuk *push Y displacement* terjadi pada 0,011 m dan *base shear* sebesar 1335895,8 kg, dan *drift ratio* 0,0088. Dan evaluasi kinerja FEMA 440 untuk *push X displacement* terjadi pada 0,169 m dan *base shear* sebesar 905598 kg dan *drift ratio* 0,0048, untuk *push Y displacement* terjadi pada 0,158 m dan *base shear* sebesar 1651495,2 kg, dan *drift ratio* 0,0026. Dari ketiga evaluasi kinerja tersebut level kinerja struktur gedung saat menerima beban gempa berada pada kategori *Immidiata Occupancy*, yang artinya tidak ada kerusakan berarti pada struktur gedung dan bangunan aman sehingga dapat langsung ditempati.

Kata kunci : Analisa *pushover*, Level Kinerja, *Displacement*, *base shear*.

SUMMARY

Performance Analysis Of Structure Of Reinforced Concrete Building On Earthquake Loads With Pushover Methode ; Yuli Sriwahyuningsih, 171910301169; 2019; page; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Indonesia is an area in which entirely around the ring on fire (an area that often experiences moderate to high intensity earthquakes), which extends from the islands of Sumatra-Java-Nusa Tenggara and Sulawesi. Based on the tragedy happened, the buildings collapse from earthquake causing the death and material losses. For this reason, an analysis of an existing construction building is needed to determine the performance of the structure when receiving earthquake loads, to ensure the safety of the building and its uses. One approach method for seismic load analysis is pushover analysis.

The purpose of this study was to determine the performance of concrete building structures reinforcement because of earthquake loads with Pushover Method, then to determine the magnitude of maximum Base Shear and Displacement occurring based on FEMA 356/440 and ATC-40.

The results of the study shown that the mechanism of plastic joints stops at step 11. Based on the performance evaluation of ATC-40 for push X displacement occurs at 0.031 m and base shear at 402399.4 kg and drift ratio 0.0012, for push Y displacement occurs at 0.025 m and base shear of 603285 kg, and drift ratio 0,0009. For evaluation of FEMA 356 performance for push X displacement occurs at 0.142 m and base shear at 821598.3 kg and drift ratio 0.0066, for push Y displacement occurs at 0.011 m and base shear at 1335895.8 kg, and 0 drift ratio, 0088. And FEMA 440 performance evaluation for push X displacement occurs at 0.169 m and base shear at 905598 kg and drift ratio 0.0048, for push Y displacement occurs at 0.158 m and base shear at 1651495.2 kg, and drift ratio 0.0026. Of the three performance evaluations the level of building structure performance when receiving earthquake loads is in the category of **Immidiata Occupancy**, meaning that there were no significant damage to the structure of buildings. However, the buildings that safe can be directly occupied by people.

Key words : Analisi pushover, Lever Kinerja, Displacement, base shear.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkah, rahmat dan hidayahNya sehingga Laporan Skripsi yang berjudul “Analisis Kinerja Struktur Gedung Beton Bertulang Terhadap Beban Gempa Dengan Metode Beban Dorong (*Pushover*) Studi Kasus : Hotel Santika Banyuwangi “ bisa terselesaikan.

Laporan Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil Universitas Jember.

Penyusunan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Hernu Suyoso, M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
3. Ibu Dr. Anik Ratna Ningsih, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Jember.
4. Ibu Nunung Nuring, S.T., M.T. dan Pak Willy Kriswardhana, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberi arahan mengenai pembelajaran disemester yang akan ditempuh selanjutnya.
5. Bapak Syamsul Arifin, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang selalu membimbing dan memberi arahan dalam proses penyelesaian skripsi.
6. Ibu Winda Tri Wahyuningtyas, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang selalu membimbing, memberi arahan serta motivasi dalam proses penyelesaian skripsi.
7. Orangtua dan keluarga Saya yang selalu memberi do’a, motivasi dan dukungan secara intens.
8. Semua dosen Jurusan Teknik sipil beserta karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember.

9. Semua teman-teman dan adik-adik angkatan yang telah memberikan cerita yang mengesankan selama Saya menempuh kuliah di Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
10. Seluruh pihak yang ikut serta membantu dalam penyelesaian studi.

Saya menyadari Laporan Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan.

Penulis berharap semoga Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jember, 10 Juli 2019

YULI SRIWAHYUNINGSIH

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
HALAMAN RINGKASAN	viii
HALAMAN SUMMARY	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Gempa Bumi	4
2.2 Struktur Gedung Bertingkat	4
2.3 Perencanaan Konstruksi Tahan Gempa	4
2.4 Analisis Statik Beban Dorong (<i>Statik Pushover Analysis</i>)	5
2.5 Sendi Plastis	6
2.5.1 <i>Hinges Properties</i> Balok	6
2.5.2 <i>Hinges Properties</i> Kolom	6
2.5.3 Penentuan Letak Sendi Plastis.....	7

2.6 Kurva Kapasitas (Kurva <i>Pushover</i>)	8
2.7 Kinerja Bangunan Berdasarkan ATC-40	9
2.8 Kinerja Bangunan Berdasarkan FEMA 356	10
2.9 Metode Koefisien Perpindahan	13
2.10 Metode Spektrum Kapasitas ATC-40	15
2.11 Pembebanan Dan Perilaku Dinamik Model Struktur	16
2.11.1 Beban Gravitasi.....	16
2.11.2 Beban Lateral.....	16
2.12 Penelitian Terdahulu (Kajian Empiris)	24
BAB 3 METODE PENELITIAN	26
3.1 Gambaran Umum	26
3.2 Pendekatan Penelitian	26
3.3 Lokasi Penelitian	26
3.4 Data Penelitian	27
3.4.1 Data Gedung Penelitian.....	27
3.4.2 Data Material.....	27
3.5 <i>Flow Chart</i> / Kerangka Penelitian	28
3.6 Jadwal Penelitian	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Acuan Penelitian	31
4.2 Pra Rancangan (<i>Preliminary Design</i>)	32
4.2.1 Perencanaan Dimensi Struktur Balok	33
4.2.2 Perencanaan Dimensi Struktur Kolom.....	34
4.3 Perhitungan Pembebanan Gravitasi	37
4.3.1 Beban Mati Pelat	37
4.3.2 Beban Mati Balok.....	42
4.3.3 Beban Mati Kolom.....	50
4.4 Beban Gempa/Gempa Respon Spektrum (SNI 03-1726-2012)	53
4.5 Permodelan dan Analisis Struktur 3D Dengan Program SAP2000	57
4.5.1 Cek Validasi Perhitungan.....	57
4.5.2 Kinerja Batas Berdasarkan (SNI 03-1726-2012)	58

4.6 Analisis Pushover	58
4.6.1 Beban Gravitasi	58
4.6.2 Beban Lateral	59
4.6.3 Distribusi Sendi Plastis Pada Balok Kolom	59
4.7 Hasil Analisis Pushover	61
4.7.1 Kurva Kapasitas (<i>Curve Capacity</i>).....	61
4.7.2 Mekanisme Sendi Plastis.....	63
4.7.3 Evaluasi Kinerja Struktur	72
4.7.3.1 Metode ATC-40	72
4.7.3.2 Metode FEMA356	75
4.7.3.3 Metode FEMA440	79
BAB 5 PENUTUP	83
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Batasan simpangan level kinerja struktur.....	10
Tabel 2.2 Kategori Level Kinerja Struktur.....	10
Tabel 2.3 Batasan simpangan level kinerja struktur.....	11
Tabel 2.4 Kategori Level Kinerja Nonstruktur.....	11
Tabel 2.5 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa	17
Tabel 2.6 Faktor Keutamaan Gempa.....	19
Tabel 2.7 Klasifikasi Situs.....	19
Tabel 2.8 Koefisien Situs Fa	20
Tabel 2.9 Koefisien Situs Fv	21
Tabel 2.10 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 0,2 detik (A-D)	23
Tabel 2.11 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik.....	23
Tabel 2.12 Faktor R, C _d , dan Ω_0 Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa (Sistem Rangka Pemikul Momen Beton Bertulang)	24
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan	30
Tabel 4.1 Detail Luas dan Elevasi Perlantai Hotel Santika.....	32
Tabel 4.2 Type dan Dimensi Struktur Kolom dan Balok.....	32
Tabel 4.3 Rekapitulasi Dimensi Balok.....	33
Tabel 4.4 Rekapitulasi Dimensi Kolom	37
Tabel 4.5 Perhitungan Beban Mati Pelat Lantai 1	38
Tabel 4.6 Perhitungan Beban Mati Pelat Lantai 2.....	38
Tabel 4.7 Perhitungan Beban Mati Pelat Lantai 3.....	39
Tabel 4.8 Perhitungan Beban Mati Pelat Lantai 4.....	39
Tabel 4.9 Perhitungan Beban Mati Pelat Lantai 5.....	40
Tabel 4.10 Perhitungan Beban Mati Pelat Lantai 6.....	40
Tabel 4.11 Perhitungan Beban Mati Pelat Lantai 7 (Atap)	40

Tabel 4.12 Rekapitulasi Beban Mati Pelat	41
Tabel 4.13 Perhitungan Beban Mati Balok Lantai 1	42
Tabel 4.14 Berat Dinding Horizontal X	43
Tabel 4.15 Berat Dinding Horizontal Y	43
Tabel 4.16 Perhitungan Beban Mati Balok Lantai 2	43
Tabel 4.17 Berat Dinding Horizontal X	44
Tabel 4.18 Berat Dinding Horizontal Y	44
Tabel 4.19 Perhitungan Beban Mati Balok Lantai 3	45
Tabel 4.20 Berat Dinding Horizontal X	45
Tabel 4.21 Berat Dinding Horizontal Y	46
Tabel 4.22 Perhitungan Beban Mati Balok Lantai 4	46
Tabel 4.23 Berat Dinding Horizontal X	46
Tabel 4.24 Berat Dinding Horizontal Y	47
Tabel 4.25 Perhitungan Beban Mati Balok Lantai 5	47
Tabel 4.26 Berat Dinding Horizontal X	47
Tabel 4.27 Berat Dinding Horizontal Y	48
Tabel 4.28 Perhitungan Beban Mati Balok Lantai 6	48
Tabel 4.29 Berat Dinding Horizontal X	48
Tabel 4.30 Berat Dinding Horizontal Y	49
Tabel 4.31 Perhitungan Beban Mati Balok Lantai 7/(Atap)	49
Tabel 4.32 Berat Dinding Horizontal X	50
Tabel 4.33 Berat Dinding Horizontal Y	50
Tabel 4.34 Rekapitulasi Beban Mati Pelat	50
Tabel 4.35 Berat Kolom Lantai Parkir	51
Tabel 4.36 Berat Kolom Lantai Lantai 1	51
Tabel 4.37 Berat Kolom Lantai Lantai 2.....	51
Tabel 4.38 Berat Kolom Lantai Lantai 3.....	52
Tabel 4.39 Berat Kolom Lantai Lantai 4.....	52
Tabel 4.40 Berat Kolom Lantai Lantai 5.....	52
Tabel 4.41 Berat Kolom Lantai Lantai 6.....	52
Tabel 4.42 Rekapitulasi Beban Mati Kolom	53

Tabel 4.43 Berat Beban Mati Bangunan	53
Tabel 4.44 Data Percepatan Tanah Pada Batuan Dasar	54
Tabel 4.45 Nilai Spektra Gempa Respon Spektrum.....	55
Tabel 4.46 Berat Sendiri Struktur.....	58
Tabel 4.47 Hasil Perpindahan dan Gaya Geser <i>PUSH X</i>	62
Tabel 4.48 Hasil Perpindahan dan Gaya Geser <i>PUSH Y</i>	63
Tabel 4.49 Mekanisme Sendi Plastis <i>PUSH X</i>	67
Tabel 4.50 Mekanisme Sendi Plastis <i>PUSH Y</i>	71
Tabel 4.51 Tingkat Kerusakan Struktur	72
Tabel 4.52 Nilai <i>Performance Point</i>	73
Tabel 4.53 Nilai <i>Performance Point</i>	74
Tabel 4.54 Rekapitulasi <i>Drift Ratio</i> ATC-40	75
Tabel 4.55 Parameter Koefisien Perpindahan	76
Tabel 4.56 Parameter Koefisien Perpindahan	77
Tabel 4.57 Rekapitulasi Target Perpindahan FEMA 356	78
Tabel 4.58 Parameter Koefisien Perpindahan	79
Tabel 4.59 Parameter Koefisien Perpindahan	81
Tabel 4.60 Rekapitulasi Target Perpindahan FEMA 440	81

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Posisi Sumbu Lokal Balok Struktur Pada Program SAP 2000	6
Gambar 2.2 Posisi Sumbu Lokal Kolom Struktur Pada Program SAP 2000.....	7
Gambar 2.3 Posisi Sendi Plastis Yang Terjadi Pada Balok dan Kolom.....	7
Gambar 2.4 Kurva Kapasita	8
Gambar 2.5 Tingkat Kinerja.....	12
Gambar 2.6 Spektrum Respons Desain	22
Gambar 3.1 Lokasi Hotel Santika Banyuwangi	26
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> / Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 4.1 Hotel Santika Banyuwangi	31
Gambar 4.2 Letak Titik Koordinat Hotel Santika Banyuwangi	54
Gambar 4.3 Grafik <i>Respon Spektrum</i> Gempa Rencana.....	56
Gambar 4.4 Analisa Kekuatan Struktur Gedung	57
Gambar 4.5 <i>Input Load Case Date</i> GRAV	59
Gambar 4.6 Input <i>Hinges</i> Kolom	60
Gambar 4.7 <i>Input Hinges</i> Balok.....	60
Gambar 4.8 Kurva kapasitas <i>PUSH X</i>	61
Gambar 4.9 Kurva kapasitas <i>PUSH Y</i>	62
Gambar 4.10 Distribusi sendi plastis Step 1	64
Gambar 4.11 Distribusi sendi plastis Step 2.....	64
Gambar 4.12 Distribusi sendi plastis Step 5.....	65
Gambar 4.13 Distribusi sendi plastis Step 11.....	66
Gambar 4.14 Distribusi sendi plastis Step 1	68
Gambar 4.15 Distribusi sendi plastis Step 2.....	68
Gambar 4.16 Distribusi sendi plastis Step 5.....	69
Gambar 4.17 Distribusi sendi plastis Step 11.....	70
Gambar 4.18 Kurva Spektrum Kapasitas ATC-40.....	73
Gambar 4.19 Kurva Spektrum Kapasitas ATC-40.....	74
Gambar 4.20 Kurva Target Displacement FEMA 356.....	76

Gambar 4.21 Kurva Target Displacement FEMA 356.....	77
Gambar 4.22 Kurva Target Displacement FEMA 440.....	79
Gambar 4.23 Kurva Target Displacement FEMA 440.....	80

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa bumi merupakan gejala alam yang tidak dapat dihilangkan, atau ditiadakan dan yang sangat berpengaruh terhadap bangunan, terutama pada bangunan bertingkat tinggi. Perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa sangat penting di Indonesia, mengingat Indonesia merupakan suatu wilayah yang hampir seluruhnya berada disekitar *ring on fire* (daerah yang sering mengalami gempa bumi dengan intensitas sedang hingga tinggi dan letusan gunung api), yang memanjang dari Pulau Sumatera – Jawa – Nusa Tenggara dan Sulawesi. Menurut Rizcky V, 2014 bangunan pada daerah rawan gempa harus direncanakan mampu bertahan terhadap gempa. Berdasarkan tragedi yang telah terjadi, keruntuhan bangunan akibat bencana gempa bumi menelan korban jiwa dan kerugian materi dalam jumlah yang cukup besar. Oleh karena itu, bangunan harus direncanakan untuk dapat memberikan kinerja minimal keselamatan penghuni terjamin (*life safety*), dimana bangunan diperbolehkan mengalami kerusakan namun tidak mengalami keruntuhan. Dengan demikian, kemungkinan timbulnya korban jiwa dan kerugian materi dapat diminimalisir.

Oleh karena itu diperlukan suatu analisa/*assessment* terhadap suatu bangunan konstruksi yang telah ada, untuk mengetahui kinerja struktur saat menerima beban gempa, guna menjamin keselamatan gedung dan pemakainya. Salah satu metode pendekatan untuk analisis beban gempa yaitu analisa beban dorong (*pushover*), trend perencanaan berbasis kinerja *Performance Based Seismic Design* (PBSD). Menurut Nurchasanah Y, dkk 2015, analisis beban dorong (*pushover*) cukup akurat untuk memprediksi pola keruntuhan suatu gedung akibat adanya gempa. Konsep perencanaan berbasis kinerja merupakan kombinasi dari aspek tahanan dan aspek layan. Analisis ini mampu menggambarkan perilaku bangunan pada kondisi inelastik dengan memperhitungkan redistribusi gaya dalam ketika kapasitas elastik salah satu atau beberapa elemen struktur bangunan terlampaui. Penggunaan analisis *pushover* sudah secara luas digunakan karena dianggap mampu menggambarkan perilaku

struktur pada kondisi inelastik mendekati keadaan sebenarnya (Zainal Arifin dkk, 2015). Hasil akhir dari analisa beban dorong (*pushover*) berupa kurva kapasitas struktur (*capaity curve*) yang menggambarkan hubungan antara gaya geser dasar (*Base Shear*) dan perpindahan (*Displacement*).

Studi kasus pada penelitian ini yaitu Hotel Santika Banyuwangi. Karena Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu wilayah yang dilalui oleh *ring on fire* (daerah yang sering mengalami gempa bumi dengan intensitas sedang hingga tinggi) yang bersebelahan langsung dengan Pulau Bali dan berada pada zona gempa 4. Dimana zona gempa 4 termasuk zona yang cukup rawan terhadap terjadinya gempa bumi (SNI 03-1726-2002). Standart analisis beban dorong (*pushover*) mengacu pada tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk gedung SNI 03-1726-2012. Untuk mengetahui besar gaya geser dasar (*base shear*) maksimum dan perpindahan (*displacement*) yang terjadi berdasarkan *Federal Emergency Management Agency* (FEMA) 356/440 dan *Applied Technology Council* (ATC)-40. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan bantuan *Software* SAP2000.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka rumusan masalah dari penelitian ini yaitu “Bagaimana Kinerja Struktur Gedung Beton Bertulang Terhadap Beban Gempa Dengan Metode Beban Dorong (*Pushover*)”.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

Untuk mengetahui kinerja struktur gedung beton bertulang terhadap beban gempa Dengan Metode Beban Dorong (*Pushover*), untuk mengetahui besar gaya geser dasar (*Base Shear*) maksimum dan perpindahan (*Displacement*) yang terjadi berdasarkan FEMA 356/440 dan ATC-40.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui kinerja struktur gedung beton bertulang terhadap beban gempa dengan metode beban dorong (*pushover*).
2. Memberikan pengetahuan dalam menerapkan metode beban dorong (*pushover*) dengan menggunakan *software* SAP2000.
3. Memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai metode beban dorong (*pushover*) berdasarkan ATC-40 dan FEMA 356/440.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak terlalu meluas dan lebih terarah maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut :

1. Peraturan pembebanan berdasarkan standar perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung SNI 03-1726-2012.
2. Struktur gedung dimodelkan dan dianalisis menggunakan analisa beban dorong (*pushover*) dengan bantuan *software* SAP2000 berdasarkan kondisi eksisting.
3. Bangunan gedung terdiri dari 8 lantai dan struktur gedung tersebut menggunakan beton bertulang.
4. Permodelan atap menggunakan material dak beton.
5. Kriteria kinerja struktur dievaluasi berdasarkan peraturan ATC-40, FEMA 356/440.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Gempa Bumi

Menurut BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika) Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Akumulasi energi penyebab terjadinya gempa bumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Energi yang dihasilkan dipancarkan kesegala arah berupa gelombang gempa bumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi.

2.2 Struktur Gedung Betingkat

Menurut Sudarman, 2014. Gedung betingkat adalah bangunan dengan lantai lebih dari satu lantai secara vertikal. Gedung betingkat dibangun karena keterbatasan lahan pada daerah perkotaan yang mahal. Gedung betingkat dikelompokkan menjadi :

1. Gedung betingkat rendah (*low rise building*) yaitu gedung dengan ketinggian ≤ 15 m atau dengan jumlah lantai 2 - 4 lantai.
2. Gedung betingkat menengah (*middle rise building*) yaitu gedung dengan ketinggian $15 \leq 40$ m atau dengan jumlah lantai 5 – 10 lantai.
3. Gedung betingkat tinggi (*high rise building*) yaitu gedung dengan ketinggian $40 \leq 150$ m atau dengan jumlah lantai 10 – 40 lantai.
4. Gedung pencakar langit (*sky scrapper*) dengan ketinggian lebih dari 40 lantai.

2.3 Perencanaan Konstruksi Tahan Gempa

Kaidah untuk perencanaan bangunan tahan gempa umumnya didasarkan atas ketentuan sebagai berikut :

1. Akibat gempa ringan bangunan tidak terjadi kerusakan baik elemen struktural maupun non struktural.

2. Akibat gempa sedang elemen struktural tidak boleh mengalami kerusakan dan non struktural boleh mengalami kerusakan tetapi masih dapat mengalami kerusakan.
3. Akibat gempa kuat elemen struktural dan non struktural rusak (terjadi sendi plastis pada struktur) tetapi struktur tidak roboh (mekanisme roboh didesain) sehingga korban jiwa dapat dihindari.

2.4 Analisis Statik Beban Dorong (*Static Pushover Analysis*)

Analisis beban dorong (*pushover*) merupakan salah satu komponen *Performance Based Seismic Design* (PBSD) yang menjadi sarana dalam mencari kapasitas dari suatu struktur (*Applied Tecnology Council* (ATC)-40,1996). Sedangkan menurut SNI 03-1726-2002, analisis statik beban dorong (*pushover*) adalah suatu analisis statik *nonlinier*, yang dalam analisisnya pengaruh gempa rencana terhadap struktur bangunan gedung dianggap sebagai beban statik pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan sehingga menyebabkan terjadinya pelelehan (sendi plastis) pertama di dalam struktur bangunan gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk pasca-elastik yang besar sampai mencapai target peralihan yang diharapkan atau sampai mencapai kondisi plastik.

Prosedur analisis *pushover*, struktur didorong sampai leleh dan berplilaku *nonlinear* atau plastis. Kurva kapasitas akan memperlihatkan kondisi elastis sampai kondisi plastis. Tujuan analisis beban dorong (*pushover*) adalah untuk memperkirakan gaya *deformasi* maksimum yang terjadi akibat pembebanan lateral hingga diperoleh titik kritisnya. Selanjutnya dilihat bagian – bagian yang terjadi kerusakan dan memerlukan perhatian khusus (Febriana, dkk 2015).

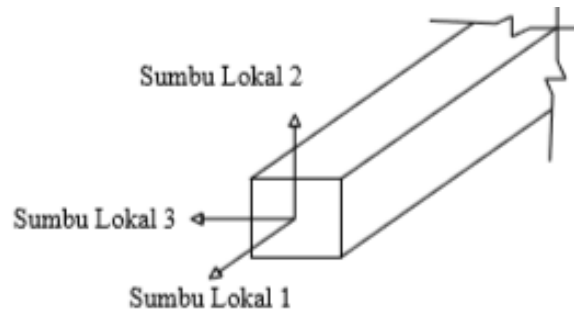
Metode analisis statik *pushover* merupakan metode dengan pendekatan *nonlinier* statik, yang dapat digunakan pada struktur bangunan gedung beraturan, dengan karakteristik dinamik mode tinggi yang tidak dominan. Salah satu hasil analisis yang mempunyai manfaat penting yaitu kurva kapasitas.

2.5 Sendi Plastis

Struktur gedung apabila menerima beban gempa pada tingkatan/kondisi tertentu, akan terjadi sendi plastis (*hinge*) pada balok pada gedung tersebut (**Gambar 2.3**). Sendi plastis merupakan bentuk ketidak mampuan elemen struktur (balok dan kolom) menahan gaya dalam. Perencanaan suatu bangunan harus sesuai dengan konsep desain kolom kuat balok lemah. Apabila terjadi suatu keruntuhan struktur, maka yang runtuh adalah baloknya dahulu. Apabila kolomnya runtuh dahulu, maka struktur langsung hancur (Dewobroto, 2007 dalam Afandi, 2010)

2.5.1 *Hinges Properties* Balok

Data *hinges properties* dimasukkan pada penampang daerah tumpuan balok yaitu lokasi dimana sendi plastis diharapkan terjadi. Masing-masing penampang balok dimodelkan dengan pilihan model moment M3, yang artinya sendi plastis hanya terjadi karena momen searah sumbu lokal 3. Posisi sumbu lokal 3 dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



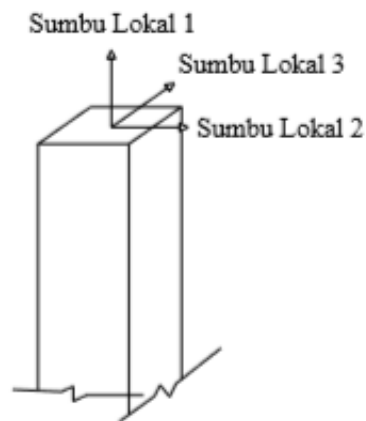
Gambar 2.1 Posisi Sumbu Lokal Balok Struktur Pada Program SAP 2000

Sumber : (Dewobroto, 2007 dalam Afandi, 2010)

2.5.2 *Hinges Properties* Kolom

Data *hinges properties* untuk kolom adalah Model P-M2-M3, yang mempunyai arti bahwa sendi plastis terjadi karena interaksi gaya aksial (P) dan momen (M) Sumbu lokal 2 dan sumbu lokal 3. Dalam studi ini setiap kolom pada bangunan yang ditinjau memiliki momen sumbu lokal 2 yang sama dengan kapasitas momen sumbu lokal 3, hal ini disebabkan karena dimensi kolom berbentuk persegi dan tulangan kolom yang ada tersebar pada keempat sisinya

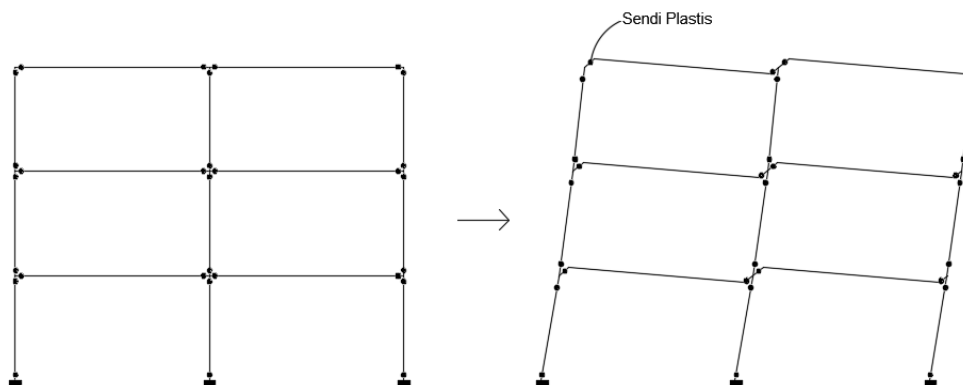
secara merata. Posisi sumbu lokal 2 dan sumbu lokal 3 pada kolom struktur dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Posisi Sumbu Lokal Kolom Struktur Pada Program SAP 2000
Sumber : (Dewobroto, 2007 dalam Afandi, 2010)

2.5.3 Penentuan Letak Sendi Plastis

Setelah pendefinisian data *hinges properties* balok dan kolom adalah penentuan latak terjadinya sendi plastis yang diinginkan. Posisi 0 menyatakan posisi awal dari panjang bersih balok, sedangkan posisi 1 menyatakan posisi akhir dari panjang bersih balok. Kedua ini terletak dimuka kolom. Sama halnya dengan kolom, posisi 0 menyatakan posisi awal dari panjang bersih kolom, sedangkan posisi 1 menyatakan posisi akhir dari panjang bersih kolom. Kedua posisi ini terletak pada tepi muka balok.

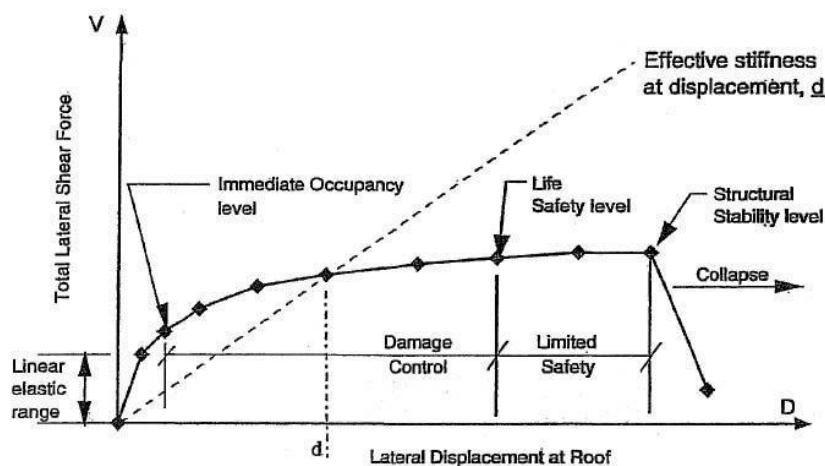


Gambar 2.3 Posisi Sendi Plastis Yang Terjadi Pada Balok dan Kolom
Sumber : (Dewobroto, 2007 dalam Afandi, 2010)

2.6 Kurva Kapasitas (Kurva *Pushover*)

Kurva kapasitas hasil dari analisis statik beban dorong menunjukkan hubungan antara gaya geser dasar (*base shear*) dan perpindahan (*displacement*) atap akibat beban lateral yang diberikan pada struktur dengan pola pembebanan tertentu sampai pada kondisi *ultimit* atau target peralihan yang diharapkan. Kurva kapasitas bisa dilihat pada **Gambar 2.4**.

Kurva kapasitas akan memperlihatkan suatu kondisi linier sebelum mencapai kondisi leleh dan selanjutnya berperilaku *nonlinier*. Perubahan perilaku struktur dari linier menjadi *nonlinier* berupa penurunan kekakuan yang diindikasikan dengan penurunan kemiringan kurva akibat terbentuknya sendi plastis pada balok dan kolom. Sendi plastis akibat momen lentur terjadi pada struktur jika beban yang bekerja melebihi kapasitas momen lentur yang ditinjau. Semakin banyak sendi plastis yang terjadi berarti kinerja struktur semakin bagus karena semakin banyak terjadi pemancaran energi melalui terbentuknya sendi plastis sebelum kapasitas struktur terlampaui (Pranata, 2006 dalam Sumarwan, 2010).



Gambar 2.4 Kurva Kapasitas
(Sumber : ATC-40, 1996)

Tujuan lain analisa *pushover* adalah untuk memperkirakan gaya geser maksimum dan perpindahan yang terjadi, serta untuk memperoleh informasi letak bagian struktur yang kritis. Selanjutnya dapat diidentifikasi bagian-bagian yang memerlukan perhatian khusus untuk pendetailan atau stabilitasnya.

2.7 Kinerja Bangunan Berdasarkan (ATC)-40

Dalam dokumen *Applied Tecnology Council (ATC)-40*, Tingkat kinerja sebuah bangunan menunjukkan kondisi bangunan setelah mengalami gempa. Kondisi ini dijelaskan melalui deskripsi kerusakan fisik yang dialami bangunan, tingkat bahaya akibat kerusakan yang terjadi terhadap pengguna bangunan, dan kemampuan layan bangunan pasca gempa. Tingkat kinerja bangunan diklasifikasikan menjadi beberapa kategori (ATC-40, 1996) :

1. *Immediate Occupancy*, SP-1: Bila terjadi gempa, hanya sedikit kerusakan struktural yang terjadi. Karakteristik dan kapasitas sistem penahan gaya vertikal dan lateral pada struktur masih sama dengan kondisi dimana gempa belum terjadi, sehingga bangunan aman dan dapat langsung dipakai.
2. *Damage Control*, SP-2: Dalam kategori ini, pemodelan bangunan baru dengan beban gempa rencana dengan nilai beban gempa yang peluang dilampauinya dalam rentang masa layan gedung 50 tahun adalah 10%.
3. *Life Safety*, SP-3: Bila terjadi gempa, mulai muncul kerusakan yang cukup signifikan pada struktur, akan tetapi struktur masih dapat menahan gempa. Komponen-komponen struktur utama tidak runtuh. Bangunan dapat dipakai kembali jika sudah dilakukan perbaikan, walaupun kerusakan yang terjadi kadangkala membutuhkan biaya yang tidak sedikit.
4. *Limited Safety*, SP-4: Pada kategori ini keamanan terbatas atau kondisi bangunan tidak sebaik level *life safety* dan tidak seburuk level *structural stability*.
5. *Structural Stability*, SP-5: Level ini merupakan batas dimana struktur sudah mengalami kerusakan yang parah. Terjadi kerusakan pada struktur dan nonstruktur. Struktur tidak lagi mampu menahan gaya lateral karena penurunan.
6. *Not Considered*, SP-6: Pada kategori ini, struktur sudah dalam kondisi runtuh, sehingga hanya dapat dilakukan evaluasi seismik dan tidak dapat dipakai lagi.

Batasan simpangan untuk berbagai level kinerja struktur (ATC-40,1996) ditampilkan pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Batasan simpangan level kinerja struktur

Batas Simpangan Antar Tingkat	Level Kinerja Struktur			
	<i>Immediate Occupancy</i>	<i>Damage Control</i>	<i>Life Safety</i>	<i>Structural Stability</i>
Simpangan total maksimum	0,01	0,01-0,02	0,02	$0,33 \frac{V_i}{P_i}$
Simpangan inelastis maksimum	0,005	0,005-0,015	Tidak dibatasi	Tidak dibatasi

(Sumber : ATC-40, 1996)

2.8 Kinerja Bangunan Berdasarkan (FEMA 356)

Menurut *Federal Emergency Management Agency* (FEMA 356), Kinerja bangunan didapat dari kombinasi antara level kinerja struktur dan nonstruktur. Sasaran kinerja bangunan terdiri dari kejadian gempa rencana (*hazard*), dan taraf kerusakan yang diijinkan dari bangunan terhadap kejadian gempa tersebut. Kategori level kinerja struktur dijelaskan dalam **Tabel 2.2** dan Batas simpangan untuk berbagai level kinerja struktur dijelaskan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.2 Kategori Level Kinerja Struktur

Kategori	Tingkat Kinerja	Uraian
S-1	<i>Immediate Occupancy Level</i> (Ringan)	Bangunan menerima “tanda hijau” (aman untuk digunakan)
S-2	<i>Damage Control Performance Range</i> (Aman Untuk Dihuni)	Kontrol kerusakan struktur berada diantara S-1 dan S-3 atau kategori bangunan aman untuk dihuni
S-3	<i>Life Safety Performance Level</i> (Sedang)	Struktur tetap stabil dan mempunyai kapasitas pelayanan cukup, kerusakan bagian nonstruktural masih terkontrol.
S-4	<i>Limited Safety Performance Range</i> (Keamanan Terbatas)	Kontrol kerusakan struktur berada diantara S-3 dan S-5 atau kategori bangunan dengan keamanannya terbatas.
S-5	<i>Collapse Prevention Level</i> (Berat)	Bangunan tetap berdiri, hampir runtuh, kerusakan atau kehilangan lain masih diperkenankan.

(Sumber : FEMA 356)

Tabel 2.3 Batas Simpangan Level Kinerja Struktur

Level Kinerja Struktur	Drift (%)	Keterangan
<i>Immadiate Occupancy</i>	1,0	<i>Transient</i>
<i>Live Safety</i>	1,0	<i>Transient</i>
	2,0	<i>permanent</i>
<i>Collapse Prevention</i>	4,0	<i>Transient</i> atau <i>permanent</i>

(Sumber : FEMA 356)

Kategori level kinerja nonstruktur dibedakan menjadi 4 kondisi, selanjutnya ditampilkan dalam **Tabel 2.4**.

Tabel 2.4 Kategori Level Kinerja Nonstruktur

Kategori	Keterangan
N-A	<i>Operational Performance Level</i>
N-B	<i>Immadiate Occupancy Performance Level</i>
N-C	<i>Life Safety Performance Level</i>
N-D	<i>Hazard Reduced Performance Level</i>

(Sumber : FEMA 356)

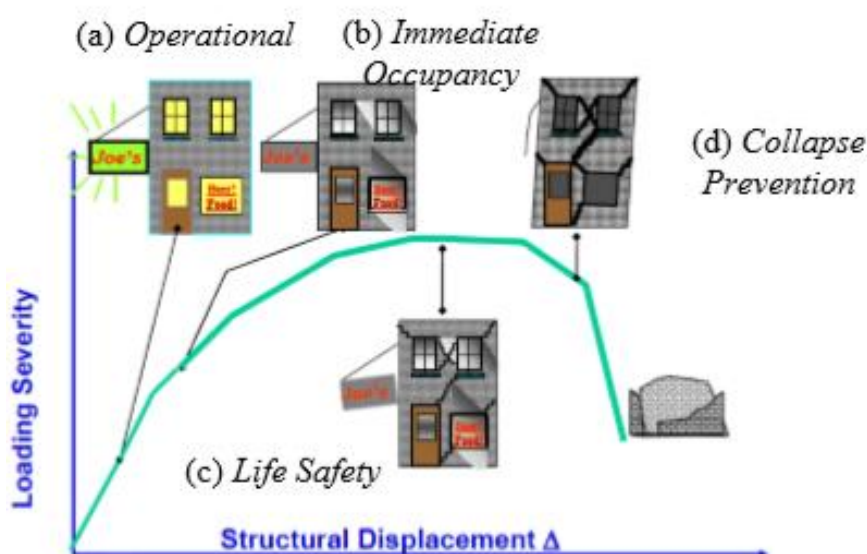
Hubungan antara 5 level kinerja struktur yang dinotasikan angka (**Tabel 2.2**) dengan 4 level kinerja nonstruktur yang dinotasikan dengan huruf (**Tabel 2.4**) diuraikan sebagai berikut ini (FEMA 356).

1. *Operasional Level (1-A)* Pada level ini bangunan tidak ada kerusakan berarti pada struktur dan nonstruktur. Bangunan masih berfungsi dengan baik meskipun terdapat beberapa kerusakan kecil yang tidak begitu berpengaruh seperti kerusakan pada instalasi listrik, jaringan air, dan beberapa utilitas lainnya. Kondisi level kinerja bangunan seperti ini ditunjukkan pada **Gambar 2.5** (a).
2. *Immediate Occupancy Level (2-B)* Pada level ini bangunan mengalami kerusakan pada struktur tetapi kerusakan tersebut tidak terlalu berarti. Kondisi komponen nonstruktur masih berfungsi dan berada atau tersedia ditempatnya. Bangunan masih bisa digunakan tanpa terganggu pada masalah perbaikan kerusakan bangunan tersebut. Risiko dari korban yang

terjadi pada level kinerja ini sangat kecil. Kondisi level kinerja bangunan seperti ini ditunjukkan pada **Gambar 2.5** (b).

3. *Life safety Level (3-C)* Pada level ini bangunan mengalami kerusakan pada struktur dan kekakuan berkurang, tetapi masih memiliki kemampuan yang cukup terhadap keruntuhan. Komponen nonstruktur mengalami kerusakan dan tidak berfungsi lagi. Bangunan dapat digunakan kembali apabila sudah dilakukan perbaikan pada bagian struktur yang mengalami kerusakan, tetapi perlu dipertimbangkan juga dari segi ekonomis. Kondisi bangunan pada level ini seperti ditunjukkan pada **Gambar 2.5** (c).
4. *Structural Stability / Collapse Prevention (5-E)* Pada level ini bangunan mengalami kerusakan yang cukup parah baik komponen struktur maupun nonstruktur. Bangunan secara keseluruhan hampir mengalami keruntuhan akibat kekuatan struktur dan kekakuannya berkurang banyak akibat rusak atau runtuhnya material, sangat memungkinkan terjadinya korban jiwa, dan bangunan mengalami kerugian yang cukup besar secara ekonomi. Kondisi level kinerja bangunan ini ditunjukkan seperti **Gambar 2.5** (d).

Dari penjelasan masing-masing level kinerja bangunan akibat beban gempa dan simpangan struktur dapat diilustrasikan pada **Gambar 2.5**.



Gambar 2.5 Tingkat Kinerja
(Sumber : FEMA 356)

2.9 Metode Koefisien Perpindahan

Metode koefisien perpindahan (*Method Displacement Coefficient*) FEMA 273/356 untuk prosedur statik *nonlinier* yang dikeluarkan oleh FEMA tahun 2000. Penyelesaian dilakukan dengan memodifikasi respons elastis linier dari sistem *Single Degree Of Freedom System* (SDOF) ekuivalen dengan faktor koefisien C_0 , C_1 , C_2 , dan C_3 sehingga diperoleh perpindahan global maksimum (elastis dan inelastis) yang disebut target perpindahan, δT . Proses dimulai dengan menetapkan waktu getar efektif, T_e , yang memperhitungkan kondisi inelastis. Waktu getar alami efektif mencerminkan kekakuan linier dari sistem SDOF ekuivalen. Jika diplotkan pada spektrum respons elastis akan menunjukkan percepatan gerakan tanah pada saat gempa yaitu akselerasi puncak, S_a , versus waktu getar, T . Redaman yang digunakan selalu 5% yang mewakili level yang diharapkan terjadi pada struktur yang mempunyai respons pada daerah elastis. Puncak perpindahan spektra elastis, S_d , berhubungan langsung dengan akselerasi spektra, S_a , dengan hubungan sebagai berikut :

$$S_d = \frac{T_e^2}{4\pi^2} S_a \quad (1)$$

Selanjutnya target perpindahan pada titik kontrol δT , ditentukan dari rumus berikut :

$$\delta T = C_0 C_1 C_2 C_3 S_A \left(\frac{T_e^2}{4\pi^2} \right) g \quad (2)$$

Dimana:

- T_e = Waktu getar alami efektif yang memperhitungkan kondisi inelastis
- C_0 = Koefisien faktor bentuk, untuk merubah perpindahan spektral menjadi perpindahan atap, umumnya memakai faktor partisipasi ragam yang pertama berdasarkan Tabel 3 – 2 dari FEMA 356.
- C_1 = Faktor modifikasi yang menghubungkan perpindahan inelastik maksimum dengan perpindahan yang dihitung dari respon elastik linier.

$$C_1 = 1.0 \text{ untuk } T_e \geq T_s$$

$$C_1 = \frac{[1+(R-1)\frac{T_s}{T_e}]}{R} \text{ untuk } T_e < T_s \quad (3)$$

Dimana:

T_s = Waktu getar karakteristik yang diperoleh dari kurva respons spektrum pada titik dimana terdapat transisi bagian akselerasi konstan ke bagian kecepatan konstan.

R = Rasio kuat elastik perlu terhadap koefisien kuat leleh terhitung.

$$R = \frac{S_a}{V_y/W} C_m \quad (4)$$

Dimana:

S_a = Akselerasi respons spektrum yang berkesesuaian dengan waktu getar alami efektif pada arah yang ditinjau.

V_y = Gaya geser dasar pada saat leleh, dari idealisasi kurva pushover menjadi bilinear.

W = Total beban mati dan beban hidup yang dapat direduksi.

C_m = faktor massa efektif yang diambil dari Tabel 3-1 FEMA 356.

C_2 = Koefisien untuk memperhitungkan efek *pinching* dari hubungan beban deforma akibat degradasi kekakuan dan kekuatan, berdasarkan Tabel 3-3 FEMA 356.

C_3 = Koefisien untuk memperhitungkan pembesaran lateral akibat adanya efek P delta. Koefisien diperoleh secara empiris dari studi statistik analisa riwayat waktu nonlinier dari SDOF dan diambil berdasarkan pertimbangan *engineering judgement*, dimana perilaku hubungan gaya geser dasar lendutan pada kondisi pasca leleh kekakuannya positif (kurva meningkat) maka $C_3 = 1$, sedangkan jika perilaku pasca lelehnya negatif (kurva menurun) maka :

$$C_3 = 1,0 + \frac{|\alpha| (R-1)^{3/2}}{T_e} \quad (5)$$

Dimana:

α = Rasio kekakuan pasca leleh terhadap kekakuan elastik efektif, dimana hubungan gaya lendutan diidealisasikan sebagai kurva bilinear

g = Percepatan gravitasi 9,81 m/det².

2.10 Metode Spektrum Kapasitas ATC-40

Dalam metoda spektrum kapasitas proses dimulai dengan menghasilkan kurva hubungan gaya perpindahan yang memperhitungkan kondisi inelastis struktur. Proses tersebut sama dengan metode koefisien perpindahan, kecuali bahwa hasilnya diplotkan dalam format *Acceleration Displacement Response Spectrum* (ADRS). Berikut ini adalah teori yang digunakan dalam ATC-40.

Kurva kapasitas, hasil analisis pushover diubah menjadi spektrum kapasitas dalam format ADRS melalui persamaan :

$$S_a = \frac{V/W}{\alpha_1} S_a \quad (6)$$

$$S_d = \frac{\Delta_{atap}}{PF_1 \delta_{atap1}} S_a \quad (7)$$

$$PF = \left[\frac{\sum(W\delta)/g}{\sum(W\delta)^2/g} \right] \quad (8)$$

$$\alpha_1 = \frac{\left[\frac{\sum(W\delta)}{g} \right]^2}{\left[\frac{\sum W}{g} \right] \left[\frac{\sum(W\delta)^2}{g} \right]} \quad (9)$$

Dimana:

PF1 = Faktor partisipasi ragam untuk ragam 1

α_1 = Koefisien massa ragam untuk ragam ke-1

wi/g = Massa lantai i

δ_{i1} = Perpindahan pada lantai i ragam ke-1

N = Jumlah lantai

V = Gaya geser dasar

W = Berat struktur (DL dan LL tereduksi)

Δ_{atap} = Perpindahan atap

Sa = Spektrum percepatan

Sd = Spektrum perpindahan

Berdasarkan Tabel 11-12 pada ATC-40 untuk menentukan level kinerja dengan cara membandingkan nilai *drift ratio*, dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{- Maximum drift ratio} : \frac{D_t}{H} \quad (10)$$

$$\text{- Minimum drift ratio} : \frac{D_t - D_1}{H} \quad (11)$$

Dimana :

Dt = *Drift elastis*

Dl = *Drift inelasis*

H = Tinggi bangunan

2.11 Pembebanan dan Perilaku Dinamik Model Struktur

2.11.1 Beban Gravitasi

1. Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati adalah berat sendiri bahan bangunan komponen gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan-peralatan yang tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

2. Beban Hidup (*Live Load*)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung dan didalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah sehingga dapat mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai.

2.11.2 Beban Lateral

Beban horizontal yang salah satunya terdiri dari beban gempa. Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada bangunan atau bagian bangunan dari pergerakan tanah akibat gempa itu. Pengaruh gempa pada struktur ditentukan berdasarkan analisa dinamik, maka yang diartikan dalam beban gempa itu gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh tanah akibat gempa itu sendiri. Beban gempa yang dimaksud meliputi :

2.10.2.1 Beban respon spektrum (SNI 03-1726-2012)

- Analisis Gempa (Beban respon spektrum)

Gempa rencana dalam perancangan struktur gedung yaitu tata cara ini menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan elevasi struktur bangunan gedung dan non gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan

kemungkinan terlewati besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2%.

1. Menentukan Kategori Resiko Struktur Bangunan dan Faktor Keutamaan

Sesuai SNI 03-1726-2012, untuk berbagai resiko struktur bangunan gedung dan non gedung sesuai **Tabel 2.5**. Pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan dengan suatu faktor keutamaan I_e sesuai **Tabel 2.6**.

Tabel 2.5 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa.

Jenis Pemanfaatan	Kategori Resiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia saat terjadi kegagalan, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk, antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan – Fasilitas sementara – Gudang penyimpanan – Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori resiko I,III,IV, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Perumahan – Rumah toko dan rumah kantor – Pasar – Gedung perkantoran – Gedung apartemen/rumah susun – Pusat perbelanjaan/ mall – Bangunan industri – Fasilitas manufaktur – Pabrik 	II
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki resiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bioskop – Gedung pertemuan – Stadion – Fasilitas kesejatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat 	III

Jenis Pemanfaatan	Kategori Resiko
<ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas penitipan anak - Penjara - bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk ke dalam kategori resiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki dasilitas bedah dan unit gawat darurat. - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat. - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat. - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori resiko IV 	IV

(Sumber : SNI 03-1726-2012)

Tabel 2.6 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Resiko	Faktor Keutamaan Gempa, Ie
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

(Sumber : SNI 03-1726-2012)

2. Menentukan Percepatan (Berdasarkan Peta Gempa 2017)

Berdasarkan percepatan terpetakan batuan dasar pada periode pendek (S_s) 0,2 detik dan periode 1 detik (S_1) dengan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun (Gempa 2500 Tahun). (MCE_R , 2 % 50 Tahun) Periode 0,2 hingga 1 detik mengandung energi gempa terbesar. Untuk lokasi Hotel Santika Banyuwangi berdasarkan peta gempa terbaru (2017) nilai :

$$S_s = 0,7 - 0,8 \text{ g} \quad (1)$$

$$S_1 = 0,25 - 0,3 \text{ g} \quad (2)$$

3. Menentukan klasifikasi situs untuk desain seismik

Klasifikasi situs digunakan untuk mengetahui V_s atau kecepatan rambat rata-rata gelombang geser. Untuk N/A adalah data tidak dapat dipakai. Tipe kelas situs harus ditetapkan sesuai dengan definisi dari **Tabel 2.6** dan pasal-pasal berikut.

Tabel 2.7 Klasifikasi Situs

Kelas Situs	V_s (m/detik)	N atau Nch	Su (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	<175	<15	<50

Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut :

1. Indeks plastisitas, $PI > 20$,
2. Kadar air, $w \geq 40\%$,
3. Kuat geser niralir $S_u < 25 \text{ kPa}$

Kelas Situs	V _s (m/detik)	N atau N _{ch}	S _u (kPa)
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifikasi dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut :		
	<ul style="list-style-type: none"> – Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifasi, lempung sangat sensitive, tanah tersementasi – Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan H > 3 m) – Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan H > 7,5 m dengan indeks plastisitas PI > 75) 		
	Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan H > 35 m dengan S _u < 50 kPa		

(Sumber : SNI 03-1726-2012)

4. Menentukan Koefisien Situs F_a dan F_v

Parameter spektrum respon percepatan pada perioda pendek (S_{MS}) dan perioda 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini :

$$S_{MS} = F_a \times S_s \quad (3)$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 \quad (4)$$

Keterangan :

S_s = Parameter respon spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda pendek

S₁ = Parameter respon spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda 1,0 detik

Dalam penentuan nilai F_a dan F_v dapat dilihat dari **Tabel 2.8** dan **Tabel 2.9** berikut :

Tabel 2.8 Koefisien Situs , F_a

Kelas Situs	Parameter Respon Spektra Percepatan Gempa (MCE _R) Terpetakan Pada Perioda Pendek, T = 0,2 detik, S _s				
	S _s ≤ 0,25	S _s = 0,5	S _s = 0,75	S _s = 1,0	S _s ≥ 1,25
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Kelas Situs	Parameter Respon Spektra Percepatan Gempa (MCE_R) Terpetakan Pada Perioda Pendek, $T = 0,2$ detik, S_s				
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS ^b				

(Sumber : SNI 03-1726-2012)

Tabel 2.9 Koefisien Situs, F_v

Kelas Situs	Parameter Respon Spektra Percepatan Gempa (MCE_R) Terpetakan Pada Perioda 1 detik, S_1				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ^b				

(Sumber : SNI 03-1726-2012)

Catatan :

- a) Untuk nilai-nilai antara S_s dan S_1 dapat dilakukan interpolasi linier
- b) SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respon situs spesifik

5. Menghitung Parameter Percepatan Spektral Desain

Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek, S_{DS} dan pada perioda 1 detik, S_{D1} , harus ditentukan melalui perumusan berikut ini :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (5)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (6)$$

Keterangan :

S_{DS} = Parameter respon spektral percepatan desain periode 0,2 detik

S_{D1} = Parameter respon spektral percepatan desain periode 1 detik

6. Menentukan Respon Spektrum Desain

Dalam tata cara ini diperlukan respon spektrum desain dengan cara S_a .

- a) Untuk perioda yang lebih kecil dari T_o , Spektrum percepatan desain, S_a , harus diambil persamaan :

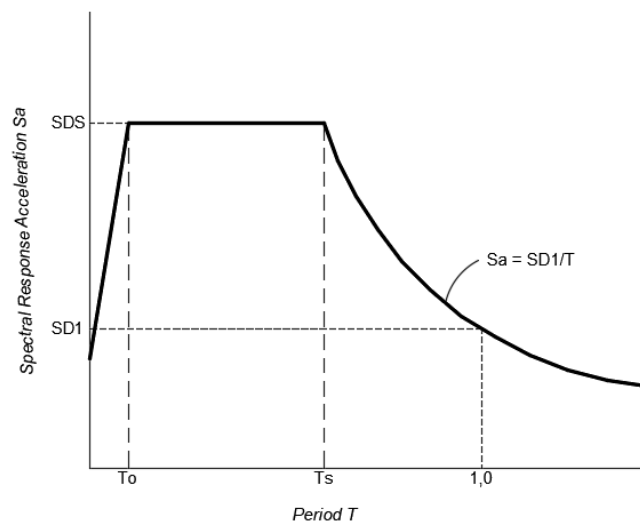
$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_o} \right) \quad (7)$$

- b) Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan T_o dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan desain.

$$S_a = S_{DS}. \quad (8)$$

- c) Untuk perioda yang lebih besar dari T_o , Spektrum percepatan desain, S_a , harus diambil persamaan :

$$S_a = \frac{SD1}{T} \quad (9)$$



Gambar 2.3 Spektrum Respons Desain

(Sumber : SNI 03-1726-2012)

Keterangan :

T = Perioda getar fundamental struktur

$T_o = 0,2 \frac{SD1}{SDS}$ untuk periode 0,2 detik

$T_s = \frac{SD1}{SDS}$ untuk periode 1 detik

7. Kategori Desain Seismik

Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek bisa dilihat pada **Tabel 2.10**.

Tabel 2.10 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 0,2 detik (A-D)

Nilai S_{DS}	Kategori Resiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 < S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 < S_{DS} < 0,55$	C	D
$0,55 < S_{DS}$	D	D

(Sumber : SNI 03-1726-2012)

Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 detik bisa dilihat pada **Tabel 2.11**.

Tabel 2.11 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 detik

Nilai S_{D1}	Kategori Resiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,167 < S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 < S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 < S_{D1}$	D	D

(Sumber : SNI 03-1726-2012)

Keterangan :

Kategori resiko E = Struktur dengan kategori risiko I, II, dan III dengan S_1 lebih besar sama dengan 0,75.

Kategori resiko F = Struktur dengan kategori risiko IV dengan S_1 lebih besar sama dengan 0,75.

8. Menentukan Sistem Struktur dan Parameter Struktur

Sistem penahan gempa lateral dan vertikal dasar harus disesuaikan dengan **Tabel 2.12**. Pembagian setiap tipe berdasarkan pada elemen vertikal penahan gaya gempa lateral.

Tabel 2.12 Faktor R, C_d , dan Ω_0 Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa (Sistem Rangka Pemikul Momen Beton Bertulang)

No	Sistem Rangka Pemikul Momen	Koefisien Modifikasi Respons, (R)	Faktor Kuat Lebih Sistem (Ω_0)	Faktor Pembesaran Defleksi (C_d)	Batasan Kategori Desain Seismik				
					B	C	D	E	F
1	Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus	8	3	5 ½	TB	TB	TB	TB	TB
2	Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah	5	3	4½	TB	TI	TI	TI	TI
3	Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa	6	3	5 ½	TB	TB	TI	TI	TI

(Sumber : SNI 03-1726-2012)

Keterangan :

TB = tidak dibatasi

TI = tidak diijinkan

2.12 Penelitian Terdahulu (Kajian Empiris)

Menurut Tata dkk, (2018), pada penelitian yang berjudul “Evaluasi Kinerja Struktur Beton Gedung Fakultas Ekonomi UNKHAIR Dengan Analisis *Pushover* ATC-40” menyatakan bahwa penelitian ini meninjau level kinerja gedung dalam menahan gaya gempa dan mengetahui kapasitas gempa terhadap struktur serta perilakunya dengan memperlihatkan skema terjadinya sendi plastis pada elemen balok kolom. Metode yang digunakan adalah analisis statik nonlinier *pushover* berdasarkan peraturan *Code Applied Technology Council* (ATC)-40 dengan menggunakan program ETABS. Pada penelitian ini menunjukkan hasil bahwa gaya geser dari evaluasi *pushover* pada arah x sebesar 4316.438 KN dan arah y sebesar 4004.549 KN. Gaya geser dasar tersebut lebih besar dari gaya geser rencana arah x = 2376.284 KN dan arah y = 2606.559 KN. Maksimum total *drift* arah x adalah 0.00995 m dan arah y 0.01127 m, sedangkan maksimal in-elastic

drift arah x adalah 0.0001145 m dan arah y adalah 0.0001251 m. Sehingga gedung termasuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy* (IO). Nilai *displacement* arah x adalah 0.219 m dan arah y adalah 0.248 m. *Displacement* pada gedung tidak melampaui *displacement* maksimal, sehingga gedung aman terhadap gempa rencana.

Menurut Sudarman, (2014), pada penelitian yang berjudul “Analisis *Pushover* Pada Struktur Gedung Bertingkat Tipe Podium” menyatakan bahwa penelitian dilakukan untuk mengetahui berapa besar gaya maksimum yang ditahan oleh struktur, level kinerja, dan pola keruntuhan struktur gedung bertingkat tipe podium, akibat beban gempa. Pemodelan struktur yang dibuat berupa bangunan non podium, podium I, podium II, podium III, dan podium IV. Struktur bangunan dari beton bertulang, berlantai 12, tinggi tiap lantai 4 meter, dan jarak antara bentang 6 meter. Standar analisis mengacu pada tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk gedung SNI 1726:2012, ATC-40 dan FEMA 356. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan *software* SAP2000. Penelitian ini menghasilkan, gaya geser dasar maksimum yang menentukan dari kelima tipe gedung yang terbesar, yaitu gedung non podium 2165 ton dengan perpindahan maksimum 0,97m, dan yang terkecil adalah gedung podium III yaitu 1614 ton, dengan perpindahan maksimum 0,63 m. Level kinerja berdasarkan ATC-40 masuk dalam kategori *Immediate Occupancy*, berdasarkan FEMA 356 masuk kategori level B, dan berdasarkan SNI 1726:2012 memenuhi batasan simpangan antar lantai. Pola keruntuhan gedung sesuai dengan prinsip kolom kuat balok lemah.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

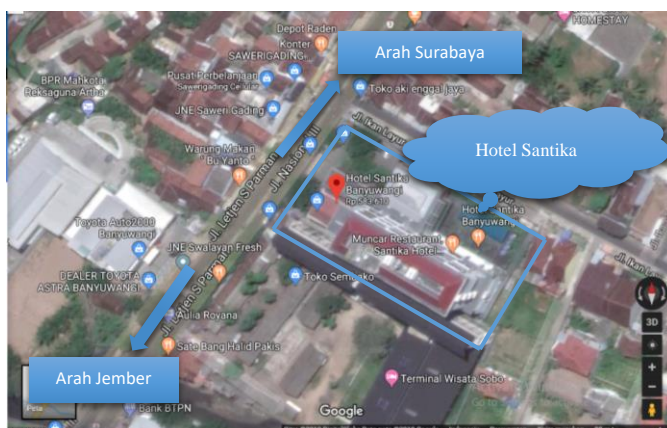
Tema pada penelitian ini yaitu Analisis Beban Dorong (*Pushover*) Pada Gedung Bertingkat Dengan Bentuk Bangunan Beraturan “Studi Kasus Hotel Santika Banyuwangi“. Pada penelitian ini standart analisis Beban Dorong (*Pushover*) mengacu pada tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk gedung SNI 03-1726-2012, *Federal Emergency Management Agency* (FEMA) 356/440 dan *Applied Technology Council* (ATC)-40. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan bantuan *Software* SAP2000.

3.2 Pendekatan Penelitian

Pada penelitian ini digunakan pendekatan secara kuantitatif, karena *output* dari analisa penelitian dengan menggunakan bantuan *Software* SAP2000 berupa kurva kapasitas yang menunjukkan nilai perpotongan dari dari gaya geser dasar dan perpindahan atap.

3.3 Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini objek yang akan dijadikan studi penelitian yaitu HOTEL SANTIKA BANYUWANGI yang lokasinya berada di Jl. Letjen S Parman No. 15, Banyuwangi, Jawa Timur. Adapun lebih lengkapnya dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1 Lokasi Hotel Santika Banyuwangi
(Sumber : Peta Satelit, 2018)

3.4 Data penelitian

Data yang dibutuhkan yaitu *referensi*, baik itu berupa jurnal, prosiding ataupun yang lainnya yang pernah diteliti sebelumnya, yang mana nanti akan dijadikan sebagai sumber *referensi* dari penelitian penulis. Data yang kedua (*sekunder*) yaitu berupa *as built drawing* “HOTEL SANTIKA”, yang mana data tersebut digunakan sebagai acuan untuk permodelan struktur pada penelitian ini.

3.4.1 Data Gedung Penelitian

Data – data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Nama Bangunan : Hotel Santika
2. Fungsi Bangunan : Hotel
3. Jumlah Tingkat : 8 Lantai
4. Tinggi Bangunan : 25,8 Meter
5. Material Struktur : Struktur Beton Bertulang
6. Konsultan Perencana : PT. Ketita Engineering Consultans (Struktur)
7. Kontraktor Pelaksana : PT. PP (Persero) Tbk.

3.4.2 Data Material

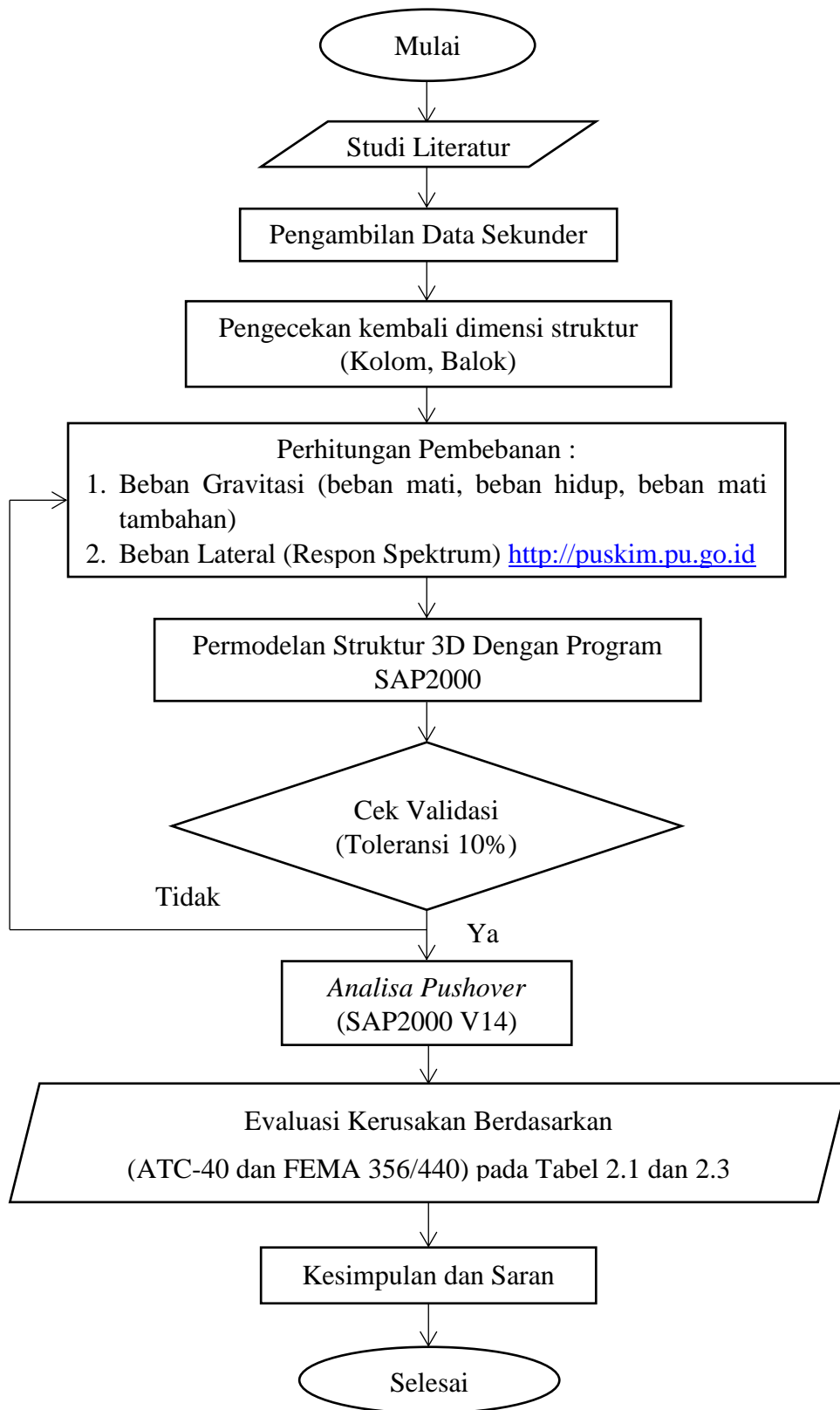
Adapun data – data meterial yang digunakan yaitu :

- Mutu Beton :
 - Kolom : K400
 - Balok : K350
 - Pelat : K350
- Mutu Baja Tulangan
 - BJTP 24 untuk $\emptyset < 10\text{mm}$
 - fy : 240 Mpa
 - fun : 390 Mpa
 - BJT4 40 untuk $\emptyset > 13\text{mm}$
 - fy : 400 Mpa
 - fu : 570 Mpa

3.5 *Flow Chart* / Kerangka Penelitian

Untuk memudahkan proses penelitian dan mencapai hasil sesuai dengan yang diinginkan, perlu adanya *flowchart* penelitian agar proses penelitian lebih mudah dipahami dan terarah. Berikut tahap – tahap proses pengerjaan penelitian :

1. Melakukan konsultasi dengan dosen yang berkaitan dengan judul penelitian yang mau diambil.
2. Mencari dan membaca referensi yang berkaitan dengan judul penelitian untuk mendapatkan gambaran dan pengetahuan mengenai penelitian yang mau dikerjakan nanti.
3. Mencari sumber data sekunder dari hotel yang akan dijadikan studi penelitian berupa as built drawing dan laporan akhir kontraktor.
4. *Review* gambar – gambar eksisting bangunan penelitian dan mulai melakukan pengecekan dimensi struktur (balok, kolom dan plat).
5. Menghitung pembebanan (beban mati, beban hidup, beban mati tambahan, beban angin dan beban hujan), menghitung beban lateral / gempa melalui <http://puskim.pu.go.id>.
6. Permodelan struktur 3D dengan bantuan program SAP 2000 V14.
7. Melakukan cek validasi perhitungan pembebanan antara hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan yang diperoleh dari SAP2000 V14, dengan toleransi maksimum yang diijinkan (10%).
8. Apabila hasil validasi (ok) maka dilanjutkan analisis *pushover* dengan bantuan program SAP2000 V14, apabila (belum ok) maka mengevaluasi ulang perhitungan pembebanannya.
9. Kemudian hasil dari analisis *pushover* akan dievaluasi dengan metode **ATC-40 dan FEMA 356/440** dengan kriteria kategori penilaian mengacu pada **Tabel 2.2 dan Tabel 2.3**.
10. Selanjutnya hasil dari evaluasi dengan 2 (dua) metode tersebut akan disimpulkan dan memberikan saran untuk hasil penelitian yang telah dikerjakan serta evaluasi yang sifatnya lebih membangun untuk penelitian selanjutnya. Untuk *flowchart* penelitian ini bisa dilihat pada **Gambar 3.2** berikut.



Gambar 3.2 Flowchart / Diagram Alir Penelitian
(Sumber : Hasil Pengolahan, 2018)

3.6 Jadwal Kegiatan

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Pelaksanaan Tugas Akhir / Skripsi

No	Keterangan	Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■	■	■	■	■																							
2	Penyusunan Proposal			■	■	■																							
3	Seminar Proposal						■																						
4	Perhitungan Dimesi Struktur (Kolom, plat dan balok)							■	■	■	■																		
5	Perhitungan Pembebanan (Beban Mati, Beban Hidup, Beban Gempa)											■	■	■															
6	Simulasi Software SAP2000														■	■	■	■											
7	Analisis Pushover Berdasarkan FEMA 273 dan ATC-40																		■	■									
8	Penyusunan Laporan Akhir																			■	■	■	■						
9	Seminar Hasil																								■				
10	Sidang Akhir																									■	■		

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2018)

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini level kinerja struktur gedung dengan metode beban dorong (*pushover*) berdasarkan ATC-40, FEMA-356 dan FEMA-440 menunjukkan bahwa level kinerja struktur berada pada kategori ***Immediate Occupancy***, yang artinya tidak ada kerusakan berarti pada struktur gedung dan bangunan aman sehingga dapat langsung ditempati. Untuk nilai *displacement* dan *base shear* diuraikan pada tabel dibawah ini.

Evaluasi Kinerja	<i>Displacement</i> (m)		<i>Base Shear</i> (kg)		<i>Drift Ratio</i>		<i>Displacement</i> (m) SNI 03-1726-2012
	<i>PUSH</i> X	<i>PUSH</i> Y	<i>PUSH</i> X	<i>PUSH</i> Y	<i>PUSH</i> X	<i>PUSH</i> Y	
ATC-40	0,031	0,025	402399,4	603285	0,0012	0,0009	
FEMA-356	0,142	0,11	821598,3	1335895,8	0,0066	0,0088	2%H (0,02x25,8=0,516)
FEMA-440	0,169	0,158	905598	1651495,2	0,0048	0,0026	

Sedangkan berdasarkan SNI 03-1726-2012 evaluasi kinerja ATC-40, FEMA-356 dan FEMA-440 mempunyai nilai *displacement* kurang dari nilai batas *displacement* yang diijinkan, artinya struktur masih mampu melayani beban gempa yang terjadi.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan yaitu pada penelitian berikutnya diharapkan untuk mencoba melakukan penelitian mengenai perbandingan pengaruh perbedaan peta zonasi gempa yang lama dengan yang terbaru terhadap struktur gedung eksisting untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja struktur gedung dengan metode analisis beban dorong (*pushover*), dan analisis kinerja struktur gedung diperlukan terutama untuk bangunan yang terletak didaerah rawan gempa dengan intensitas tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

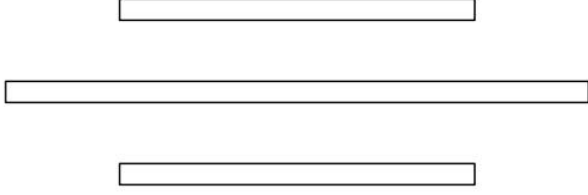
- Afandi, NR., (2010). Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Beton Dengan Analisis Pushover Menggunakan Program SAP 2000, *Skripsi*. Surakarta : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Applied Technology Council (ATC)., (1996). *ATC-40 Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings* Volume 1. Redwood City, California, U.S.A.
- Arifin, Z dkk., (2015). Analisis Struktur Gedung POP Hotel Terhadap Beban Gempa Dengan Metode *Pushover Analisis*. *Jurnal (jrsdd)*. 3(3) : 424 – 440.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2002). SNI 03-1726-2002 Tata Cara Perencanaan Tahan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2012). SNI 03-1726-2012 Tata Cara Perencanaan Tahan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- N Aisyah, S dan Megantara, Y., 2011. Pemodelan Struktur Bangunan Gedung Bertingkat Beton Bertulang Rangka Terbuka Simetris Di Daerah Rawan Gempaan Dengan Metode Analisis *Pushover*, *Prosiding Seminar Nasional AvoER Ke-3*. Palembang, 26-27 Oktober 2011. Balai Diklat Wilayah VII Kementerian Pekerjaan Umum dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Nurchasanah, Yenny dkk., (2015). Evaluasi Kinerja Seismik Gedung Terhadap Analisis Beban Dorong. *Prosiding SNTT FGDT*.
- Nurdianti, U. (2013). Studi Keandalan Struktur Gedung Tingkat Tinggi Tidak Beraturan Dengan Menggunakan Metode *Pushover Analysis* Pada Tanah Medium. *Skripsi*. Makassar : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Makasar.
- Pamungkas, A., dan Harianti, E. (2018). Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Sesuai SNI 03-1726-2012, SNI 1727-2013, dan SNI 03-2847-2013, Menggunakan Program SAP2000. Yogyakarta : Penerbit Andy.
- Rizcky, Vicky. (2014). Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Dengan Pushover Analysis Akibat Beban Gempa Padang. *ITS Paper and Presentations, Civil Engineering*.
- Sudarman., (2014). Analisis Pushover Pada Struktur Gedung Bertingkat Tipe Podium. *Jurnal Sipil Statik (JSS)*. 2(4) : 201-2013.

LAMPIRAN

GAMBAR STRUKTUR

PROYEK

PEMBANGUNAN HOTEL SANTIKA BANYUWANGI



Konsultan
Consultant



KETIRA ENGINEERING CONSULTANTS

Jl. Tanah Abang V No. 56 - 56 A
Tlp.:021 - 3800052 (Hunting System) 4 Lines
FAX : 021 - 3446486
Jakarta 10160 INDONESIA

KETERANGAN UMUM

1. SPESIFIKASI BAHAN

A. MUTU BETON STRUKTURAL

01. KOLOM	K-400
02. BALOK, PLAT LANTAI, RAMP, PILE CAP	K-350
03. TANGGA	K-300

B. MUTU BETON NON STRUKTURAL

1. RAMP GROOVE	K-350
2. LANTAI KERIA / LEAN CONCRETE	K-150
3. CONCRETE TOPING, CURB, ISLAND, WHEEL STOPPER, RAISE FLOOR KOLAM PRAKTIS, BALOK LINTEL	K-300

C. MUTU BAJA TULANGAN

- *. $\phi 8, \phi 10, \phi 12$: TULANGAN POLOS U-24 (BJTP 24)
- *. D10, D13, D16, D19, D22, D25, D29, D32 : TULANGAN ULIR U-40 (BJTD 40)

D. MUTU BAJA PROFIL

- ST-37 (TEGANGAN LELEH = 2400 Kg/CM)

E. MUTU LAS : AWS E-70xx

F. MUTU BAUT ANGKUR : ASTM A-307

G. MUTU SAMBUNGAN BAUT

- * ASTM A-325 : DA ≥ 16 mm
- * ASTM A-307 : DA < 16 mm

2. JARAK – JARAK AS BANGUNAN, POSISI KOLOM, ELEVASI LANTAI, MAN HOLE, UKURAN SHAFT/VOID, BENTANG BALOK, DAN LAIN – LAIN.

HARUS DISESUAIKAN DENGAN GAMBAR ARSITEKTUR/ME DAN KONDISI DI LAPANGAN

3. DETAIL TANGGA, KANOPI, DENAH TEPI PLAT LANTAI, DETAIL RAMP, JANGGUTAN TEPI PLAT DAN TEPI VOID, SPLIT LEVEL PADA LANTAI DASAR DLL, MENYESUAIKAN KE GAMBAR ARSITEKTUR.

4. LOKASI DAN UKURAN SUMPTI, LIFT PIT, PIPE SLEEVE, LADDER, GRILL, GUTTER DLL, MENYESUAIKAN KE GAMBAR M DAN E ATAU GAMBAR ARSITEKTUR

5. DINDING BATA ATAU CELCON DENGAN LUAS MAXIMUM $9M^2-10M^2$

HARUS DIKELLINGI KOLOM PRAKTIS DAN RING BALOK

KOLOM PRAKTIS HARUS DIPASANG PADA PERTEMUAN SUDUT DINDING.

DINDING DI ATAS PINTU DAN JENDELA JUGA HARUS DISANGGA OLEH BALOK LINTEL.

UKURAN KOLOM PRAKTIS YAITU :

130 X 200 (4D10, $\phi 8-200$) ATAU 100 X 250 (4D10. $\phi 8-200$) DAN 140 X 140 (4D10, $\phi 8-200$)

UKURAN BALOK LINTEL YAITU :

130 X 200 (4D10, $\phi 8-200$) ATAU 100 X 250 (4D10, $\phi 8-200$)

UNTUK MEJA WASTAFEL DAN KITCHEN DI AREA DINDING HARUS DIBERI BALOK LINTEL.

6. DETAIL TERSEBUT DI ATAS (B,C,D,E) HARUS DIGAMBAR OLEH KONTRAKTOR

DALAM BENTUK SHOP DRAWING SEHINGGA TERJADI KESESUAIAN

ANTARA KONDISI DI LAPANGAN DENGAN GAMBAR ARSITEKTUR, STRUKTUR DAN M&E

7. BEBAN HIDUP RENCANA LANTAI BANGUNAN (LIVE LOAD)

1. RUANG SERBAGUNA	400 KG/M ²
2. LANTAI HOTEL	250 KG/M ²
3. TANGGA	300 KG/M ²

8. KETEBALAN SELIMUT BETON

01. STRUKTUR YANG LANGSUNG BERHUBUNGAN DENGAN TANAH SECARA TETAP :

a. SELIMUT BAWAH PLAT PONDASI PILE CAP	75 mm
b. SELIMUT ATAS PLAT PONDASI RAFT/PILE CAP	50 mm
c. DINDING BASEMENT (SISI LUAR)	60 mm
d. DINDING BASEMENT (SISI DALAM)	20 mm

02. STRUKTUR YANG LANGSUNG BERHUBUNGAN DENGAN CUACA DAN UDARA LUAR :

a. SELIMUT ATAS SLAB : DAK ATAP DAK ATAP MESIN LIFT	25 mm
b. SELIMUT ATAS BALOK : DAK ATAP DAK ATAP MESIN LIFT	40 mm – 50 mm

03. STRUKTUR DI DALAM RUANGAN DAN TERLINDUNG DARI CUACA LUAR :

a. DINDING BETON	20 mm
b. KOLOM DAN BALOK : – TULANGAN UTAMA – SENGKANG	30 mm – 40 mm 25 mm
c. PLAT LANTAI (KANTOR)	10 – 15 mm
d. PLAT LANTAI KAMAR MANDI	10 mm

9. NILAI SLUMP.

NILAI SLUMP BETON UNTUK BERBAGAI

JENIS ELEMEN STRUKTUR.

JENIS ELEMEN STRUKTUR	MAXIMUM	MINIMUM
PONDASI & PILE CAP	12,5	12±2
PELAT, BALOK, KOLOM, DINDING / SHEAR WALL (UMUM)	15	12±2
DINDING BASEMENT, PLAT LANTAI DASAR, DAK ATAP.	12,5	12±2
BORED PILE	18	16±2

KETERANGAN UMUM

LOKASI BANGUNAN		TANGGAL	
2019 2019			
TENDER			
DOKUMEN	DISUSUN	DISUSUN	DISUSUN
NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4
NO. 5	NO. 6	NO. 7	NO. 8
KETERANGAN			
A1			
KETERANGAN			
KETERANGAN			
KETERANGAN			

PROJEK



Hotel Santika

DAFTAR ISI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jl. Pahlawan Satrio No. 1000

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

PT. GRAHA SAHARI WANGI

Jakarta Selatan, DKI Jakarta 10120

MANAJEMEN KONSTRUKSI

DAFTAR DIMENSI

TJPE BALKON	DIMENSI
B1	3000x750
B2	3000x600
B3	3000x500
B4	3000x450
B5	3000x400
B6	3000x350
B7	3000x300
B8	3000x250
B9	3000x200
B10	3000x150
B11	3000x100
B12	3000x50
B13	4000x500
B14	4000x400

PT. GRAHA SAHARI WANGI
A. Pasir Wangi, Jl. Raya Wangi, No. 1020
Surabaya

MANAJEMEN KONTRAKSI
PT. SAKTI ARSITRAKAS

INSYENSI ARSITEK
PT. SAKTI ARSITEK

INSYENSI ARSITEK
centropulo
architectural studio

INSYENSI ARSITEK
f architect

INSYENSI ARSITEK
REKREASI ENGINEERING CONSULTANTS
The Architects, Engineers, Planners, & Surveyors
PT. REKREASI ENGINEERING

INSYENSI ARSITEK
TEKUN
SINERGI STRUKTUR, MEKANIKA, ELEKTRIKA DAN SIPRO
PT. TEKUN

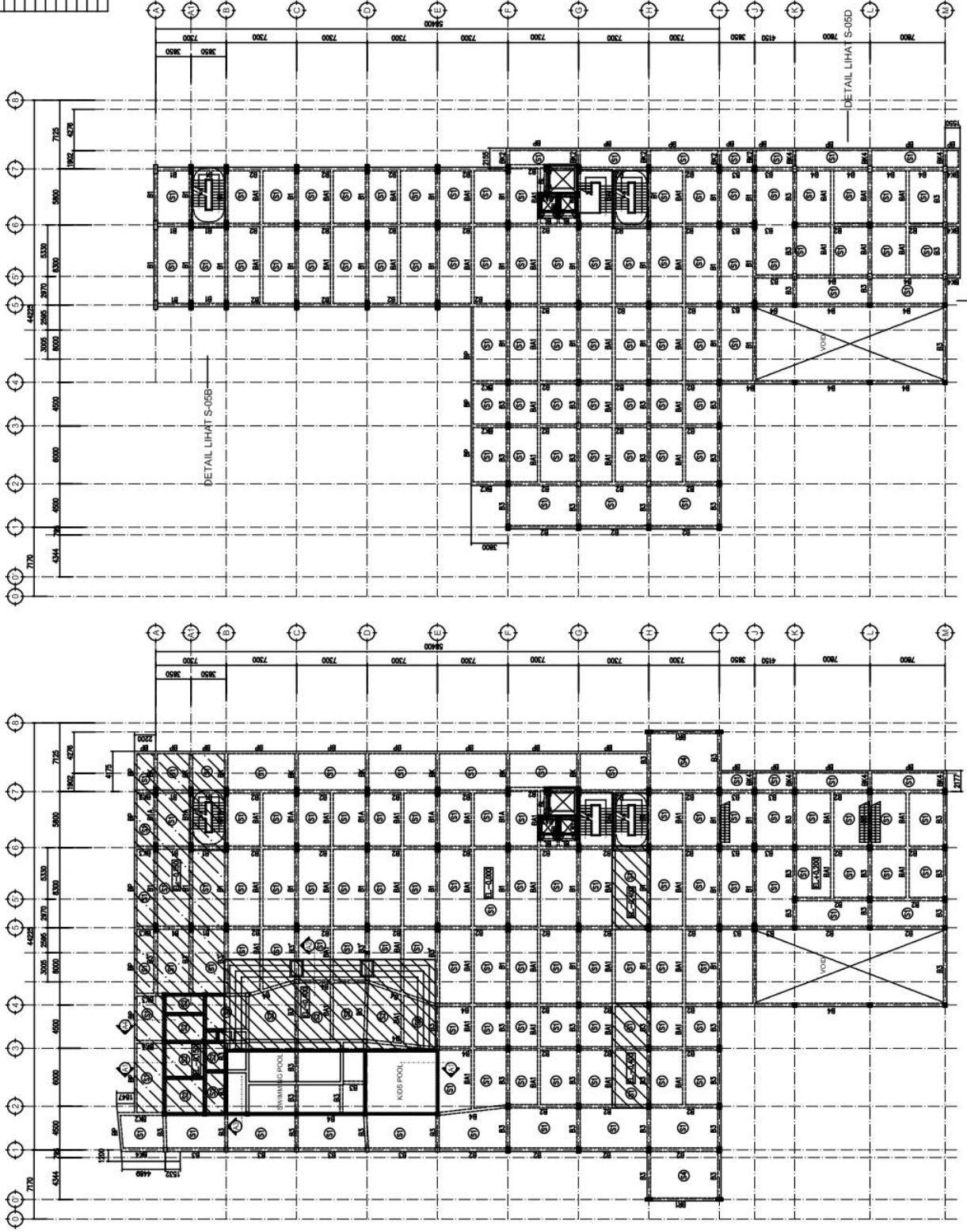
INSYENSI ARSITEK
SAHARI WANGI HOTEL

- REVISI**
1. RUTU BERTUKAR :
 - PELAT : K-300
 - BALKON : K-300
 - PELAT : K-300
 - BALKON : K-300
 - STAIRCASE : K-300
 2. TITIK PENGANGKUTAN
 - L-214, P. 144-020
 3. RUTU BAK TULANGAN :
 - TULANGAN POKOK (DUD) UNTUK ACTION
 - TULANGAN LAIN (LAIN) UNTUK 10-12mm DM
 4. GEDUNG BERTUKAR DAN ALIHAN DIMENSI
 - AKSES KE BANGUNAN/LOKASI PENGANGKUTAN LAIN
 - BANGUNAN/LOKASI PENGANGKUTAN LAIN
 5. RUTU BAK PROFIL : S-37
 6. TUMBUHAN LAIN : 240 kg/m²
 7. - AKSI K-230 (RUBI TONDON 10x17)
 8. RUTU ANWAR BAK :
 - AKSI K-300
 - AKSI K-300

NO	REVISI	DI	UDIN

DENAH LANTAI 1 & 2

NO	REVISI	DI	UDIN



DENAH LANTAI 1 (EL.-0.05)
SKALA 1 : 200

DENAH LANTAI 2 (EL.+4.95)
SKALA 1 : 200

TYP. BALOK	DIMENSI
B1	300x750
B2	300x750
B3	300x1000
BA1	200x300
BK2	300x750
BK3	300x750
BK4	300x900
BA1'	200x350



PT. GRAHA SAHARI WANGI
 Gedung Sahari Wangi No. 1229
 Jl. Pemuda No. 1229, Jakarta Selatan 12100

MANAJEMEN KONTRAKTIF
 PT. GRAHA SAHARI WANGI
 Gedung Sahari Wangi No. 1229
 Jl. Pemuda No. 1229, Jakarta Selatan 12100

PERENCANAAN ARSITEKTUR
arconipuro
 ARCHITECTURAL DESIGN
 Gedung Sahari Wangi No. 1229
 Jl. Pemuda No. 1229, Jakarta Selatan 12100

CONSULTING ARCHITECTURE
f architect
 Gedung Sahari Wangi No. 1229
 Jl. Pemuda No. 1229, Jakarta Selatan 12100

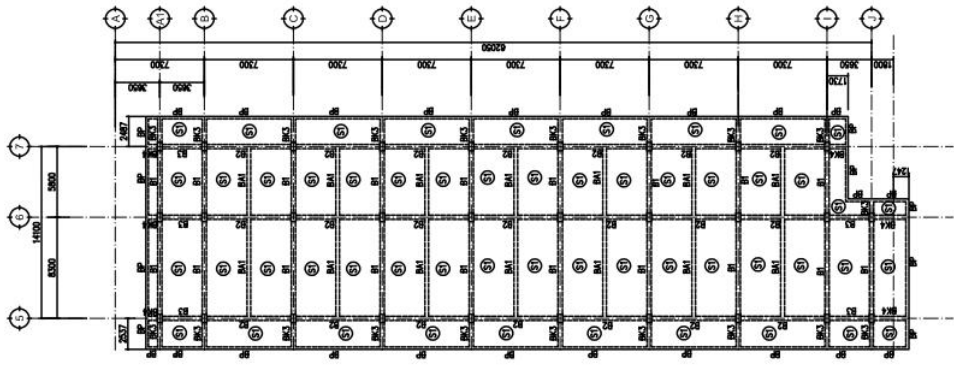
CONSULTING STRUCTURE
REKTA ENGINEERING CONSULTANTS
 Gedung Sahari Wangi No. 1229
 Jl. Pemuda No. 1229, Jakarta Selatan 12100

CONTOH LEMBAR
PT. GRAHA SAHARI WANGI
 Gedung Sahari Wangi No. 1229
 Jl. Pemuda No. 1229, Jakarta Selatan 12100

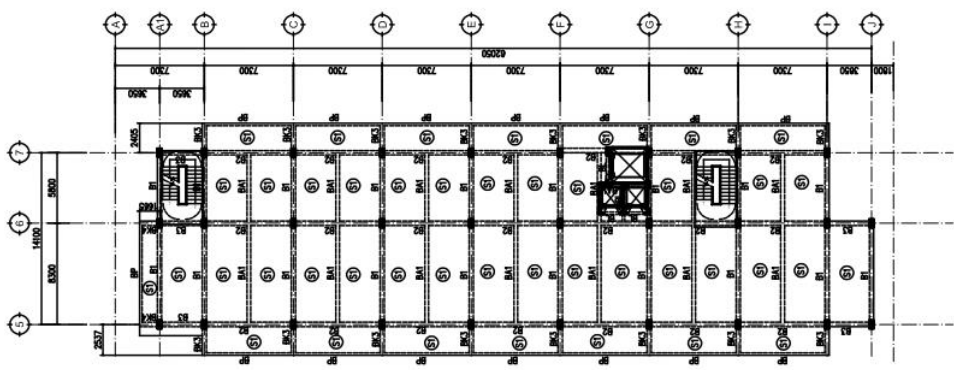
1. MUTU BETON STRUKTUR :
 - PILE CAP : F-300
 - TIE BALK : F-300
 - BALOK : F-300
 - TUMBUK : F-300
2. TYPIS PANGECERAN BENTUK
 - L-20x, P-10x-20x
3. MUTU BATA TUMBUK :
 - TUMBUK PULS (DAS) UNTUK 4x10cm
 - TUMBUK LAY (M) UNTUK 10-10cm D/M
4. SIKAT BESI
 - SIKAT BESI D/M 10x10cm
 - SIKAT BESI D/M 10x10cm
5. JANGKA BESI
 - JANGKA BESI D/M 10x10cm
 - JANGKA BESI D/M 10x10cm
6. MUTU BATA PROFIL : S-37
 - TUMBUK LAY : 240x120x60
7. MUTU BATA TUMBUK (DAS) :
 - 400x200 (DAS) TUMBUK (DAS) :
 - 400x200

No	REVISI	REVISI	REVISI

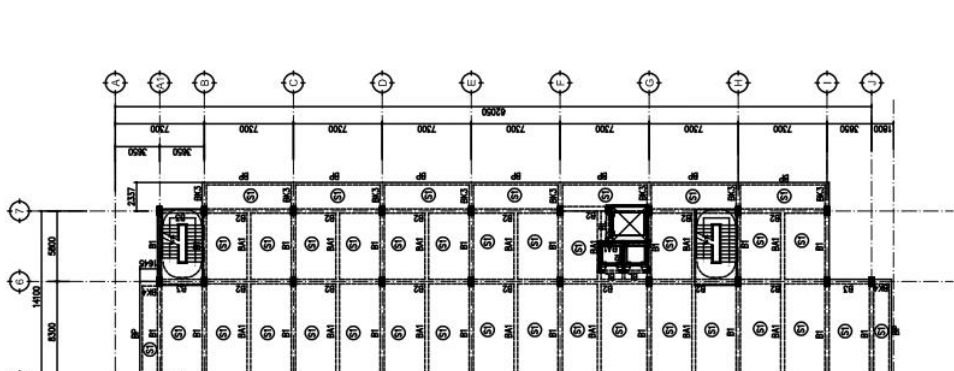
NO. GAMBAR
 DENAH LANTAI 5, 6 & ATAP



DENAH LANTAI 5 (EL.+15.750)
 SKALA 1 : 200



DENAH LANTAI 6 (EL.+19.150)
 SKALA 1 : 200



DENAH LANTAI 5.6 & ATAP (EL.+22.550)
 SKALA 1 : 200

KETERANGAN		TANGGAL
DENAH LANTAI 5, 6 & ATAP		2019 2019
DOKUMEN	DIREVISI	REVISI
DIS	KONSULT	REVISI
NO. GAMBAR	DENAH LANTAI 5, 6 & ATAP	A1
NO. LEMBAR	1 : 200	5-47

PEREKAM	PT. GRAHA SAHARI WANGI Jl. Graha Sahari Wangi No. 17 Kec. Kuningrejo, Kota Semarang 50132
MANAJEMEN KONTRAKTOR	PT. SAKTI ARSRAJAS Jl. Sekeloa Tengah No. 10 Kec. Kuningrejo, Kota Semarang 50132
KONSULTAN STRUKTURAL	PT. SAKTI ARSRAJAS
KONSULTAN ARSITEKTUR	PT. SAKTI ARSRAJAS
KONSULTAN ELEKTRIK	PT. SAKTI ARSRAJAS
KONSULTAN MEKANIKA	PT. SAKTI ARSRAJAS
KONSULTAN SIPREK	PT. SAKTI ARSRAJAS

PERENCANAAN ARSITEKTUR	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN STRUKTURAL	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN ELEKTRIK	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN MEKANIKA	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN SIPREK	PT. SAKTI ARSRAJAS

PERENCANAAN STRUKTURAL	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN ELEKTRIK	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN MEKANIKA	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN SIPREK	PT. SAKTI ARSRAJAS

PERENCANAAN STRUKTURAL	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN ELEKTRIK	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN MEKANIKA	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN SIPREK	PT. SAKTI ARSRAJAS

PERENCANAAN STRUKTURAL	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN ELEKTRIK	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN MEKANIKA	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN SIPREK	PT. SAKTI ARSRAJAS

PERENCANAAN STRUKTURAL	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN ELEKTRIK	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN MEKANIKA	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN SIPREK	PT. SAKTI ARSRAJAS

PERENCANAAN STRUKTURAL	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN ELEKTRIK	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN MEKANIKA	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN SIPREK	PT. SAKTI ARSRAJAS

PERENCANAAN STRUKTURAL	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN ELEKTRIK	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN MEKANIKA	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN SIPREK	PT. SAKTI ARSRAJAS

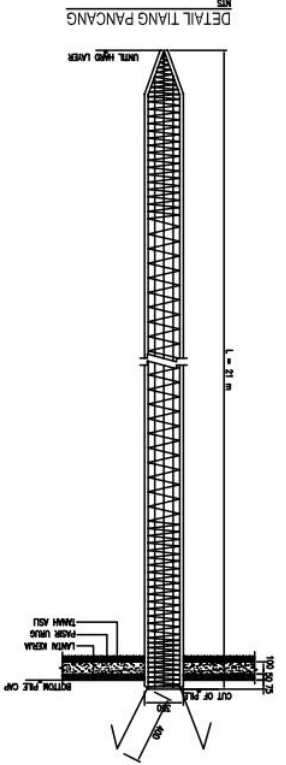
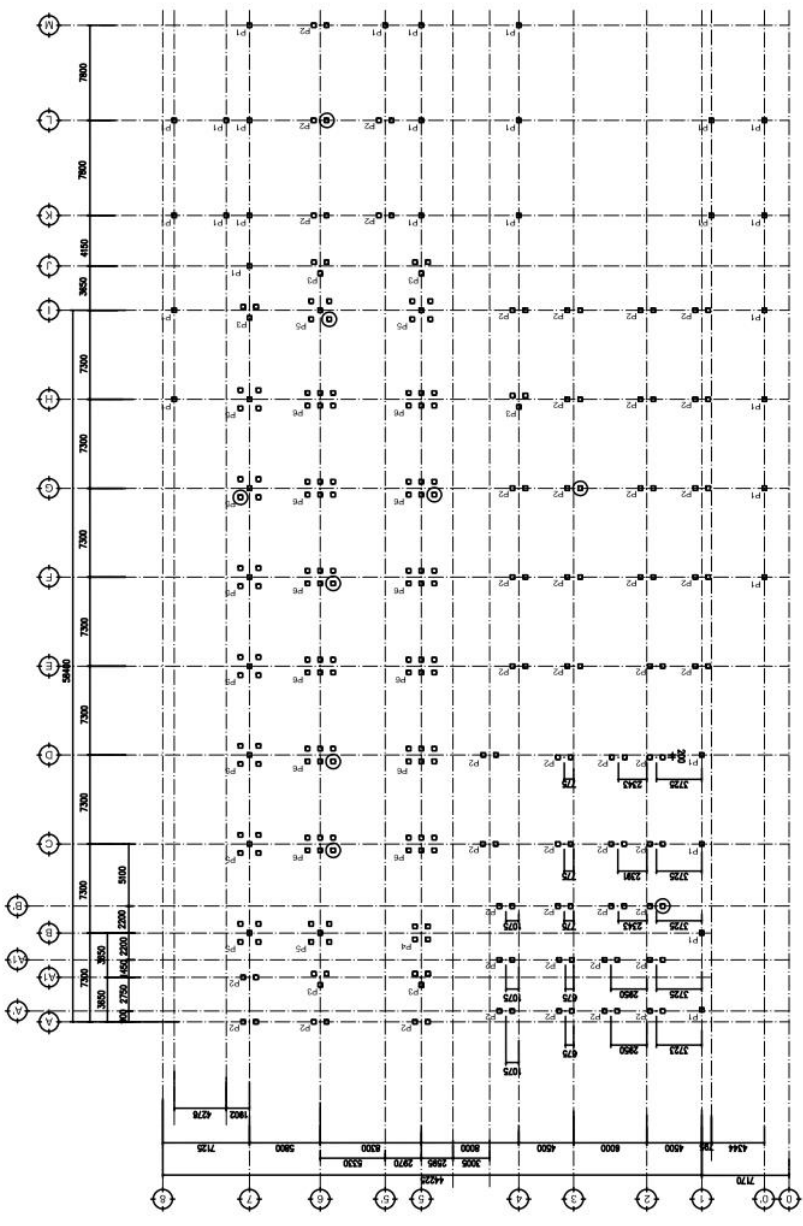
PERENCANAAN STRUKTURAL	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN ELEKTRIK	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN MEKANIKA	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN SIPREK	PT. SAKTI ARSRAJAS

PERENCANAAN STRUKTURAL	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN ELEKTRIK	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN MEKANIKA	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN SIPREK	PT. SAKTI ARSRAJAS

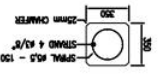
PERENCANAAN STRUKTURAL	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN ELEKTRIK	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN MEKANIKA	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN SIPREK	PT. SAKTI ARSRAJAS

PERENCANAAN STRUKTURAL	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN ELEKTRIK	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN MEKANIKA	PT. SAKTI ARSRAJAS
PERENCANAAN SIPREK	PT. SAKTI ARSRAJAS

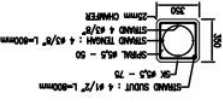
DENAH TIANG PANGCANG
SKALA 1 : 300
CATATAN:
Jumlah Tiang Pancang (350x350) = 222 Tiang
PLAN = 80 TON, L=21 METER
- - - - - INDIKATOR PILE 9 BUAH



POT. PADA BAGIAN TENGAH TIANG (350x350)
SKALA 1:30



POT. PADA BAGIAN KEPALA TIANG (350x350)
SKALA 1:30



PT. GRAHA SAHARI WANGI

Alamat: Jl. Raya ... No. ...

MANAJEMEN KONSTRUKSI

INSPEKSI

PERENCANAAN ARSITEKTUR

PT. GRAHA SAHARI WANGI

INSPEKSI

PERENCANAAN ARSITEKTUR

KETUA, ENGINEERING CONSULTANTS

PT. GRAHA SAHARI WANGI

INSPEKSI

PERENCANAAN ARSITEKTUR

INSPEKSI

PERENCANAAN ARSITEKTUR

INSPEKSI

PERENCANAAN ARSITEKTUR

INSPEKSI

PERENCANAAN ARSITEKTUR

INSPEKSI

PERENCANAAN ARSITEKTUR

INSPEKSI

PERENCANAAN ARSITEKTUR

INSPEKSI

PERENCANAAN ARSITEKTUR

INSPEKSI

PERENCANAAN ARSITEKTUR

INSPEKSI

STANDARD PERSYARATAN BATANG TULANGAN

KOLOM

1. PANJANG PENYALURAN TULANGAN KOLOM & SHEAR WALL KE DALAM PONDASI

Table with 10 columns: No, Diameter (mm), Panjang (mm), etc.

CANTIKAN: (1) PANJANG PENYALURAN ...

(2) DISTANSI ...

(3) ...

(4) ...

(5) ...

(6) ...

(7) ...

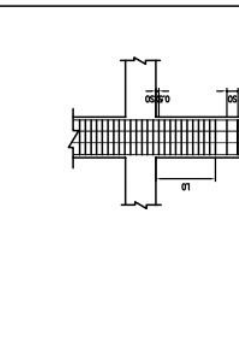
(8) ...

(9) ...

(10) ...

BALOK

1. PEMASANGAN TULANGAN



DALAM HAL SAMPUNG SAMBUNGAN ...

2. SENGKANG BALOK

(1) PERMUKAAN

(2) BENTUK SENGKANG

BENTUK SENGKANG BALOK ...

(3) ...

(4) ...

(5) ...

(6) ...

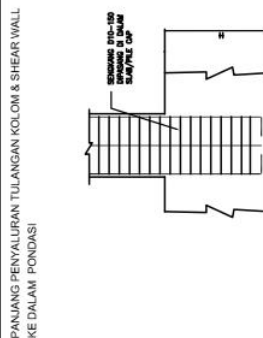
(7) ...

(8) ...

(9) ...

(10) ...

DETAIL KEKANGKAMAN KOLOM & SHEAR WALL



PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

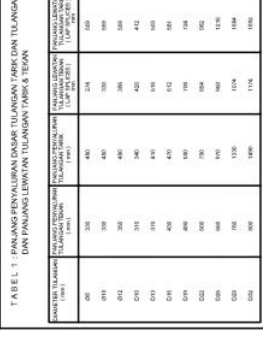
PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

3. SENGKANG KOLOM



PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

PERENCANAAN ...

INSPEKSI ...

STANDARD DRAWING (13)

Table with columns: No, Revisi, Keterangan, Tanggal, Disetujui, Dibuat.

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI

NO, REVISI, KETERANGAN, TANGGAL, DISUTUJUI, DIKORREKSI