



**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN BOJONEGORO
MENGUNAKAN STRUKTUR BAJA DITINJAU DENGAN
DEFISIENSI BIAYA**

SKRIPSI

oleh

**Rizki Tri Suhardiawan
NIM 111910301040**

**PROGRAM STUDI STRATA I
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS GEDUNG
Pemerintahan Kabupaten Bojonegoro
Menggunakan Struktur Baja Ditinjau Dengan
Defisiensi Biaya**

SKRIPSI

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

oleh

**Rizki Tri Suhardiawan
NIM 111910301040**

**PROGRAM STUDI STRATA I
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah Swt atas limpahan rahmat dan kemudahan yang meringankan segala urusan. Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua Orang Tua saya, Alm. Bapak Soeharto dan Ibu Trisiyana, yang telah mendidik serta bekerja keras demi mewujudkan keinginan dan membahagiakan anak-anakmu. Terimakasih atas semua cinta dan kasih sayang serta doa yang tidak pernah putus demi kesuksesanku,
2. Kakak-kakakku dan adikku tersayang, terima kasih atas segala hal yang telah dikorbankan dan diberikan kepadaku sehingga aku dapat menyelesaikan skripsiku,
3. Seluruh keluarga besar, terimakasih atas semua nasehat, doa, semangat, dan bimbingannya,
4. Keluarga besar Teknik Sipil 2011 yang telah banyak membantu serta bekerja sama untuk mencapai kesuksesan bersama sama.
5. Guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi,
6. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Hendaknya kita tidak mudah menyerah dalam menghadapi kesulitan karena Allah SWT akan memberikan kemudahan setelahnya.”
(QS. Al Insyiroh 94:6-7)

“Hidup itu seperti mengendarai sepeda. Agar tetap seimbang, kita harus terus bergerak.”
(Albert Einstein)

“Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu pengetahuan.”
(Ali bin Abi Thalib)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Rizki Tri Suhardiawan

NIM : 111910301040

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung Pemerintahan Kabupaten Bojonegoro Menggunakan Struktur Baja Ditinjau Dengan Defisiensi Biaya" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 25 Juli 2018

Yang menyatakan

Rizki Tri Suhardiawan
111910301040

SKRIPSI

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN BOJONEGORO
MENGUNAKAN STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA**

Oleh

Rizki Tri Suhardiawan
NIM 111910301040

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Anik Ratnaningsih, ST., MT.

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung Pemerintahan Kabupaten Bojonegoro Menggunakan Struktur Baja Ditinjau Dengan Defisiensi Biaya". Telah diuji dan disahkan oleh Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : **JUMAT**
Tanggal : **27 JULI 2018**
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Utama,



Dr. Anik Ratnaringsih, ST., MT.
NIP.19700530 199803 2 001

Dosen Pembimbing Anggota,



Nanin Meyfa Utami, ST., MT.
NIP.760014641

Dosen Penguji Utama,



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

Dosen Penguji anggota,



Winda Tri Wahyuningtyas, ST., MT.
NIP.760016772

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik

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

RINGKASAN

Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung Pemerintahan Kabupaten Bojonegoro Menggunakan Stuktur Baja Ditinjau Dengan Defisiensi Biaya; Rizki Tri Suhardiawan, 111910301040; 2018; 103 halaman; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Pada konstruksi bangunan modern, struktur baja menjadi pilihan handal. Hal ini didasari oleh material baja yang memiliki rasio kekuatan terhadap berat sendiri yang relatif tinggi, sehingga konstruksinya relatif ringan. Selain itu, baja merupakan hasil produk pabrik sehingga mutunya terjaga ketat karena itu materialnya relatif homogen, dan cukup konsisten dibanding jenis material lainnya. Konsekuensinya, elemen struktur baja umumnya langsing, baik dari segi atau secara keseluruhan. Di Indonesia, pembangunan gedung dengan menggunakan material baja masih minim. Itu bisa dilihat pada proyek-proyek bangunan gedung tinggi, juga jembatan, seperti misalnya konstruksi beton prategang yang mulai banyak dipakai sebagai alternative pengganti dari struktur jembatan baja. Hal ini disebabkan karena sedikitnya supply bahan baku baja untuk beberapa daerah tertentu. Selain itu susahnya akses transportasi ke beberapa tempat juga menjadi alasan. Tapi bagi pandangan orang awam, baja merupakan material yang lebih mahal dari segi harga daripada material beton.

Dalam penelitian ini, peneliti mencoba melakukan perencanaan ulang pada struktur gedung pemerintahan Bojonegoro menggunakan struktur baja. Sebelumnya gedung pemerintahan Bojonegoro merupakan gedung bertingkat yang memiliki stuktur bangunan berupa material beton. Selain itu penelitian ini akan membandingkan biaya struktur gedung material beton dengan biaya struktur gedung material baja serta menghitung nilai defisiensi biaya antara kedua struktur gedung tersebut. Berpedoman pada SNI 1726-2012, Gedung pemerintahan Kabupaten Bojonegoro tergolong dalam metode system rangka pemikul momen khusus

(SRPMK). Tahap penelitian ini meliputi pengumpulan data, pemodelan struktur secara 3D, analisis struktur, perhitungan volume, gambar desain dan defisiensi biaya.

Hasil analisis dan desain gedung pemerintahan Kabupaten Bojonegoro diketahui balok induk (BI) menggunakan profil WF 400.300.10.16, balok anak 1 (Ba1) menggunakan profil WF 300.200.9.14, balok anak 2 (Ba2) menggunakan profil WF 250.175.7.11, kolom utama (K1) menggunakan profil WF 400.400.11.18, kolom tangga (K2) menggunakan profil WF 250.250.14.14. Berdasarkan SNI 7832-2012 diperoleh hasil biaya struktur beton sebesar Rp. 13.624.934.131,79,- sementara biaya struktur bangunan baja diperoleh hasil sebesar Rp. 10.714.080.188,16,-. Biaya total struktur utama yang bisa direduksi dengan struktur rangka baja sebesar Rp. 2.910.853.950,- dan nilai defisiensi biayanya sebesar 21,36%.

SUMMARY

Redesign of upper Structure using steel on Bojonegoro Administration Building With Cost Deficiency; Rizki Tri Suhardiawan, 111910301040; 2018; 103 pages; Department of Civil Engineering; Faculty of Engineering; University of Jember

The construction of modern buildings, steel structure becomes a reliable choice. It is based on steel material that has a relatively high strength to own weight ratio, so the construction is relatively light. In addition, steel is the result of factory products so that the quality is maintained strictly because the material is relatively homogeneous, and quite consistent than other types of materials. Consequently, steel structural elements are generally slim, either in terms of or overall. In Indonesia, the construction of buildings using steel material is still minimal. It can be seen in high-rise building projects, as well as bridges, such as prestressed concrete constructions that began to be widely used as an alternate alternative to steel bridge structures. This is due to the lack of supply of steel raw materials for certain areas. In addition, the difficulty of access to transportation to some places is also the reason. But for the view of the layman, steel is a material that is more expensive in terms of price than the material of concrete.

the researcher tried to do redesign on the structure of government building Bojonegoro using steel structure. Previously, the Bojonegoro government building is a multi-story building that has a building structure in the form of concrete material. In addition, this study will compare the cost of building structures of concrete materials with the cost of steel material building structures and calculate the value of cost deficiency between the two structures of the building. Based on SNI 1726-2012, the Bojonegoro regency government building is classified as a special moment frame bearer system method (SMRF). This research stage includes data collection, 3D

structure modeling, structural analysis, volume calculation, design drawing and cost deficiency.

The results of the analysis and design of the Bojonegoro regency government building are known as the master beam (BI) using WF 400.300.10.16 profile, children's beam 1 (Ba1) using WF 300.200.9.14 profile, 2nd child beam (Ba2) using WF 250.175.7.11 profile, K1) using the WF 400.400.11.18 profile, ladder column (K2) using WF 250.250.14.14 profile. Based on SNI 7832-2012 obtained the cost of concrete structure of Rp. 13,624,934,131,79, - while the cost of steel structure structure obtained results of Rp. 10.714.080.188,16, -. The total cost of the main structure that can be reduced with steel frame structure is Rp. 2,910,853,950, - and the cost deficiency of 21.36%

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung Pemerintahan Bojonegoro Menggunakan Struktur Baja Ditinjau Dengan Defisiensi Biaya”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Ir. Hernu Suyoso, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
3. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.
4. Sri Sukmawati, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik selama saya menjadi mahasiswa.
5. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. dan Nanin Meyfa Utami, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
6. Dwi Nurtanto, ST., M.T. dan Winda Tri Wahyuningtyas, ST., M.T. selaku Dosen Penguji Skripsi.
7. Kedua orang tua saya Alm bapak Soeharto dan Ibu Trisiyana yang telah mencintai, merawat, dan mendidik dari lahir sampai saat ini.
8. Kakak-kakak dan adik saya yang selalu mendoakan saya hingga bisa menyelesaikan skripsi ini.
9. Sahabat-sahabat saya, Wawan, Rizki Sahlanta, Rizal, Tara, Mad Said, Tari , Siska dan kadek serta seluruh Keluarga Besar Teknik Sipil 2011 yang selalu ada

di setiap suka duka selama penulis di Jember dengan segala dukungan, semangat dan doanya.

10. Seluruh anggota Keluarga Nasution, Nahar, Yuda, Nasik, Rizqy Rachmanto, Tegar Subeqi, Galaxy, Nicxon, Oky, Panji, Ryan yang telah menghibur dan memberikan dukungannya.
11. Ayu Candra Agustina ,yang selalu ada di setiap situasi dan kondisi dengan segala dukungan, perhatian dan doanya.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu,
13. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN BIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN UMUM	4
2.1 Material Baja	4
2.1.1 Perkembangan Struktur Baja	4
2.1.2 Kelebihan Struktur Baja	5
2.1.3 Kekurangan Struktur Baja	5
2.2 Konsep Perencanaan	6
2.2.1 Perencanaan Struktur Baja	6
2.2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen	8
2.3 Konsep Pembebanan	9
2.3.1 Beban Gravitasi	9
2.3.2 Beban Angin	10
2.3.3 Beban Gempa	12
2.3.4 Kombinasi Pembebanan	20
2.4 Perencanaan Struktur	20

2.4.1	Pelat	20
2.4.2	Tangga	22
2.4.3	Balok	23
2.4.4	Kolom	34
2.4.5	Sambungan	40
BAB 3.	METODOLOGI	44
3.1	Jenis Penelitian	44
3.2	Alat dan Bahan	44
3.2.1	Alat	44
3.2.2	Bahan	44
3.3	Literatur	46
3.4	Metodelogi Penelitian	46
3.4.1	Kerangka Penelitian	46
3.4.2	Diagram Flowchart	48
BAB 4.	PEMBAHASAN	50
4.1	Data Struktur	50
4.1.1	Data Geometri Gedung	50
4.1.2	Data Material	51
4.1.3	Data Pembebanan Angin	51
4.2	Perencanaan Pelat	52
4.2.1	Analisis Statika Pelat	52
4.2.2	Tebal Minimum Pelat	53
4.2.3	Pembebanan Pelat Lantai	53
4.2.4	Momen Nominal Pelat	54
4.2.5	Penulangan Pelat	55
4.3	Perencanaan Tangga	60
4.3.1	Pembebanan Tangga	61
4.3.2	Analisis Struktur Tangga	62
4.3.3	Penulangan Tangga	62
4.4	Pembebanan	68
4.4.1	Beban Angin	68
4.4.2	Beban Gempa	69
4.4.3	Beban Material	72
4.4.4	Beban Dinding	72
4.4.5	Beban Iift	72
4.5	Analisis Struktur	74
4.5.1	Kontrol Simpangan Antar Lantai Tingkat	74

4.6	Perencanaan Balok	75
4.6.1	Kontrol Kelangsingan Penampang Profil	76
4.6.2	Kontrol Geser Pada Balok	77
4.6.3	Kontrol Momen Pada Balok	78
4.6.4	Kontrol Lendutan Pada Balok	80
4.6.5	Kontrol Balok Terhadap Interaksi Lentur dan Geser	80
4.6.6	Perencanaan Penghubung Geser	81
4.7	Perencanaan Kolom	82
4.7.1	Kontrol Kelangsingan Penampang Profil	83
4.7.2	Kontrol Geser Pada Kolom	83
4.7.3	Panjang Tekuk	84
4.7.4	Kontrol Tekuk Aksial Tanpa Elemen Langsing	86
4.7.5	Kontrol Tekuk Kombinasi Lentur dan Aksial Tanpa Elemen Langsing	88
4.8	Perencanaan Sambungan Balok-Kolom	90
4.8.1	Momen Di Muka Pelat	91
4.8.2	Konfigurasi Sambungan	91
4.8.3	Diameter Baut Perlu	92
4.8.4	Pelat Ujung dan Pelat Pengaku	92
4.8.5	Kontrol Tahanan Tumpu	93
4.8.6	Kontrol Kuat Geser Di Ujung Pelat dan Muka Kolom	94
4.8.7	Rasio Momen Pelat Ujung	94
4.9	Sambungan Balok-Balok	95
4.9.1	Tahanan Tumpu Baut dan Geser Baut	95
4.9.2	Perhitungan Jumlah Baut	95
4.9.3	Konfigurasi Perencanaan Sambungan	95
4.9.4	Kontrol Geser Blok	96
4.10	Tonase Struktur Bangunan	97
4.11	Defisiensi Biaya	97
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	101
5.1	Kesimpulan	101
5.2	Saran	101
DAFTAR	PUSTAKA	102
LAMPIRAN	104

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Peta Wilayah Gempa Indonesia Pada Kelas Situs SB Percepatan Respon Gempa 150% g	12
Gambar 2.2 Peta Wilayah Gempa Indonesia Pada Kelas Situs SB Percepatan Respon Gempa 60% g	13
Gambar 2.3 Model Struktur Tangga	22
Gambar 2.4 Besar Lendutan pada Beberapa Jenis Pembebanan Balok	32
Gambar 2.5 Penghubung Geser Tipe Stud	33
Gambar 2.6 Panjang Tekuk untuk Beberapa Kondisi Perletakan	36
Gambar 2.7 Portal Kaku Bergoyang dan tanpa Goyangan	37
Gambar 2.8 Nomogram Faktor Panjang Tekuk, k	37
Gambar 2.9 Parameter Torsi Profil Simetri Ganda (Gaylord-Gaylord 1972)	39
Gambar 2.10 Desain Sambungan Balok Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen ...	41
Gambar 2.11 Keruntuhan Akibat Geser Blok	43
Gambar 3.1 Denah Gedung Lantai 6 dan Atap	45
Gambar 3.2 Detail Balok dan Kolom	45

Gambar 3.3 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir	49
Gambar 4.1 Peta Lokasi Proyek	50
Gambar 4.2 Denah Plat Lantai 1-6	52
Gambar 4.3 Rencana Geometri Tangga	60
Gambar 4.4 Data Beban Angin	69
Gambar 4.5 Grafik Desain Spektra Wilayah Bojonegoro	71
Gambar 4.6 Tampak Atas Lift Tipe YJ160	73
Gambar 4.7 Struktur Portal Gedung	84
Gambar 4.8 Nomogram Faktor Panjang Tekuk (k)	85
Gambar 4.9 Desain Sambungan Balok-Kolom	92

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Properti Mekanik Bahan Material	4
Tabel 2.2 Koefisien Tekanan Internal	11
Tabel 2.3 Koefisien Tekan Dinding	11
Tabel 2.4 Koefisien Periode Pendek (F_a)	14
Tabel 2.5 Koefisien Periode 1 Detik (F_v)	14
Tabel 2.6 Faktor Keutamaan Gempa	17
Tabel 2.7 Kategori Resiko Gempa	17
Tabel 2.8 Faktor R , Ω_0 dan C_d untuk Sistem Penahan Gaya Seismik	18
Tabel 2.9 Batasan Sistem Struktur dan Tinggi Struktur untuk Sistem Penahan Gaya Siesmik	18
Tabel 2.10 Lendutan Ijin Maksimum	23
Tabel 2.11 Perbandingan Lebar Terhadap Tebal Profil	24
Tabel 2.12 Prosedur Desain Balok Lentur	25
Tabel 2.13 Batas Lendutan Maksimum	31
Tabel 2.14 Klasifikasi Elemen pada Batang Tekan Aksial	35

Tabel 4.1 Prakiraan Cuaca Provinsi Jawa Timur	51
Tabel 4.2 Data Spektra Wilayah Bojonegoro	70
Tabel 4.3 Periode-Frekuensi Spektra	70
Tabel 4.4 Gaya Dalam Maksimum Kombinasi Beban pada Balok	74
Tabel 4.5 Gaya Dalam Maksimum Kombinasi Beban pada Kolom	74
Tabel 4.6 Kontrol Simpangan Antar Lantai Tingkat Dalam Arah x	75
Tabel 4.7 Kontrol Simpangan Antar Lantai Tingkat Dalam Arah y	75
Tabel 4.8 Faktor Kekakuan Elemen	85
Tabel 4.9 Faktor G Tiap-tiap Joint	85
Tabel 4.10 Faktor Panjang Efektif (k) Kolom	86
Tabel 4.11 Konfigurasi Sambungan Balok-kolom	91
Tabel 4.12 Tonase Bangunan	97
Tabel 4.13 Analisis Harga Satuan 1 m ² Bekisting untuk Balok Beton Pracetak	98
Tabel 4.14 Analisis Satuan Pekerjaan Balok	98
Tabel 4.15 Biaya Struktur Bangunan Beton	99
Tabel 4.16 Biaya Struktur Bangunan Baja	99

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bentuk gedung mengalami perubahan dari masa ke masa. Dahulu gedung dibangun dengan bentuk melebar, namun dengan semakin terbatasnya lahan kosong dan didukung dengan kemajuan teknologi dalam bidang konstruksi, gedung mulai direncanakan dengan bentuk bertingkat. Saat ini, sudah banyak berbagai bahan material diteliti dan dipakai sebagai bahan material konstruksi gedung bertingkat. Bahan material yang dimaksud misalnya tanah, batuan, kayu, bambu, beton dan baja. Pemilihan material konstruksi harus memiliki kriteria dasar seperti kekuatan (tegangan), kekakuan (deformasi) dan daktilitas (perilaku keruntuhannya).

Kenyataannya, material yang unggul pada ketiga kriteria tersebut ternyata tidak mesti paling banyak dipakai. Menurut Dewobroto (2015:2), Material baja mempunyai kriteria yang lebih unggul dari beton atau kayu karena nilai tegangan leleh dan tegangan geser baja lebih besar dari material tersebut. Tetapi, faktanya di lapangan menunjukkan bahwa konstruksi baja tidak mendominasi proyek pembangunan di Indonesia. Kondisi ini wajar karena sebagian praktisi teknik sipil menganggap penggunaan rangka baja dalam perencanaan gedung lebih mahal daripada penggunaan beton bertulang. Namun, saat ini masih belum ada penelitian secara khusus untuk membandingkan biaya perencanaan menentukan nilai defisiensi biaya antara bangunan baja dengan bangunan beton terutama pada bagian pekerjaan strukturnya saja.

Penelitian ini, akan melakukan perencanaan ulang serta menghitung defisiensi biaya pada gedung pemerintahan kabupaten Bojonegoro yang berlokasi di Jl. Mas Tumapel no 1 , Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur, Indonesia. Gedung pemerintahan kabupaten Bojonegoro berdiri di atas lahan seluas 2800 m², merupakan bangunan yang dirancang sebagai pusat perkantoran pemerintahan kabupaten Bojonegoro. Pada awalnya, gedung ini didesain menggunakan struktur beton

bertulang. Desain struktur sistem beton bertulang yaitu gabungan dari sistem elemen kolom dan sistem elemen balok beton bertulang dengan hubungan yang kaku serta monolit membentuk komponen rangka atau portal. Selain itu, gedung pemerintahan kabupaten Bojonegoro terdiri dari 7 lantai pada struktur atas dengan tinggi setiap lantai 4 m, serta 1 basement.

Tujuan dari penelitian ini adalah menjelaskan hasil dari perencanaan struktur gedung baja bertingkat yang memenuhi persyaratan keamanan struktur berdasarkan peraturan yang berlaku yaitu SNI 1729 2015 tentang spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural serta menentukan persentase defisiensi bangunan baja terhadap bangunan beton berdasarkan biaya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diambil dari uraian di atas adalah bagaimana cara merencanakan struktur gedung Pemerintahan Kabupaten Bojonegoro menggunakan struktur baja serta menentukan persentase defisiensi bangunan baja terhadap bangunan beton berdasarkan biaya ?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat terbatasnya kemampuan yang dimiliki dan waktu yang tersedia, sesuai dengan judul yang tertera diberikan pembatas-pembatas dalam penelitian tugas akhir ini yaitu :

1. Desain perencanaan struktur menggunakan metode LFRD dan SNI 1729-2015.
2. Pembebanan dihitung berdasarkan SNI 1727-2013.
3. Pembebanan gempa dihitung berdasarkan SNI-1726-2012 dengan menggunakan sistem rangka pemikul momen.
4. Perhitungan perencanaan meliputi struktur balok, pelat lantai, pelat atap, dan kolom.
5. Beban yang bekerja pada struktur adalah beban gravitasi, angin dan gempa.

6. Tidak melakukan perencanaan struktur bawah gedung, metode pelaksanaan, perhitungan rencana anggaran biaya sistem drainase gedung, elektrikal dan segi arsitek gedung.
7. Perencanaan struktur atap gedung menggunakan dak beton.
8. Perhitungan mengenai penghubung vertical gedung (tangga) dilakukan sebagai beban tambahan pada portal gedung.
9. Desain sambungan yang dipakai adalah sambungan baut.
10. Perhitungan biaya hanya mencakup pada pekerjaan struktur atas. Tidak termasuk arsitektur dan *Mechanical Engineering*.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian ini adalah untuk cara merencanakan struktur gedung Pemerintahan Kabupaten Bojonegoro menggunakan struktur baja serta menentukan persentase defisiensi bangunan baja terhadap bangunan beton berdasarkan biaya.

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian tugas akhir ini adalah sebagai kajian dalam merencanakan struktur gedung menggunakan struktur baja serta menentukan persentase defisiensi bangunan baja terhadap bangunan beton berdasarkan biaya.

BAB 2. TINJAUAN UMUM

2.1 MATERIAL BAJA

Baja merupakan bahan material konstruksi yang ketersediaannya tergantung sepenuhnya dari produk hasil industri. Berbeda dengan material beton, yang bahan dasarnya sebagian besar mengandalkan material alam (batu split dan pasir), hanya semen dan admixture saja yang masih bergantung produk industri. Selain itu, material baja unggul jika dilihat dari segi kekuatan, kekakuan dan daktilitasnya. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1 tentang properti mekanik beberapa bahan material konstruksi.

Tabel 2.1 Properti mekanika bahan material

Material	Berat Jenis (kg/m ³)	Modulus elastis (MPa)	fy (MPa)	fu (MPa)	Rasio kuat /BJ
Serat karbon	1760	150.305	-	5.650	321
Baja A 36	7850	200.000	250	400-550	5,1-7,0
Baja A 992	7850	200.000	345	450	5,7
Alumunium	2723	68,947	180	200	7,3
Besi Cor	7000	190.000	-	200	2,8
Bambu	400	18.575	-	60	15
Kayu	640	11.000	-	40	6,25
Beton	2200	21.000-33.000	-	20-50	0,9-2,3

Sumber : Wiryanto Dewobroto (2015:2).

2.1.1. Perkembangan Struktur Baja

Perkembangan baja diawal dari awal penemuan besi sekitar 1500 SM. Lama mengalami pasang surut peradaban, akhirnya pada tahun 1700 M besi yang menjadi unsur dasar kembali diteliti dengan menggabungkan beberapa unsur tambahan lainnya sehingga terbentuklah material baja yang masih sangat terkenal sampai saat

ini. Penggunaan material baja memang lebih mendominasi sebagai struktur utama bangunan-bangunan tinggi di dunia karena kemampuannya dalam mendukung keseluruhan struktur lebih stabil dari material lainnya.

2.1.2. Kelebihan Struktur Baja

Beberapa keunggulan baja yang menjadikan dasar pemilihannya sebagai struktur utama bangunan adalah sebagai berikut :

1. Mempunyai kekuatan yang tinggi sehingga dapat mengurangi ukuran struktur serta berat sendiri dari struktur.
2. Mempunyai unsur material yang cenderung seragam/homogen serta memiliki tingkat keawetan yang lebih tinggi.
3. Daktilitas baja cukup tinggi yakni mampu berdeformasi yang besar di bawah pengaruh tegangan tarik tinggi sebelum mengalami keruntuhan.
4. Proses pemasangan di lapangan berlangsung dengan cepat.
5. Struktur yang dihasilkan bersifat permanen dengan cara pemeliharaan yang tidak terlalu sukar, serta berbagai keuntungan lainnya.

2.1.3. Kekurangan Struktur Baja

Disamping keuntungan-keuntungan di atas, struktur baja juga mempunyai kekurangan-kekurangan sebagai berikut :

1. Komponen-komponen struktur yang dibuat dari bahan baja perlu diusahakan agar tahan api sesuai dengan peraturan yang berlaku untuk bahan bahaya kebakaran.
2. Diperlukan perhatian besar menyangkut pemeliharaan untuk mencegah baja dari bahaya karat.
3. Permasalahan tekuk menyangkut kelangsingan penampang.
4. Kesulitan dalam hal mendatangkan material.

2.2. KONSEP PERENCANAAN

2.2.1. Perencanaan Struktur Baja

Dalam perencanaan struktur bangunan baja, terdapat tiga metode perencanaan yang berkembang secara bertahap di dalam sejarahnya yaitu :

1. Metode Tegangan Kerja/ Allowable Stress Design (ASD)

Metode ini menjelaskan elemen struktur pada bangunan baik pelat, balok, kolom, maupun pondasi harus direncanakan sedemikian rupa sehingga tegangan yang timbul akibat beban kerja/layan tidak melampaui tegangan ijin yang telah ditetapkan.

$$\sigma_{\text{maks}} \leq \sigma_{\text{ijin}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Tegangan ijin ini ditentukan oleh peraturan bangunan atau spesifikasi (seperti American Institute of Steel Construction (AISC) Specification 1978) untuk mendapatkan faktor keamanan terhadap tercapainya tegangan batas, seperti tegangan leleh minimum atau tegangan tekuk (buckling). Tegangan yang dihitung akibat beban kerja/layan harus berada dalam batas elastis, yaitu tegangan sebanding dengan regangan.

2. Metoda Plastis

Perencanaan dengan metode plastis adalah kasus khusus perencanaan keadaan batas yang tercantum pada bagian 2 dari spesifikasi AISC. Kelakuan inelastis (tak elastis) yang daktil bisa meningkatkan beban yang mampu dipikul bila dibanding dengan beban yang bisa ditahan jika struktur tetap berada dalam keadaan elastis. Batas atas dari kekuatan momen yang disebut kekuatan plastis diperoleh saat seluruh tinggi penampang meleleh.

Di sini, keadaan batas untuk kekuatan harus berupa pencapaian kekuatan plastis dan keadaan batas berdasarkan ketidakstabilan tekuk (buckling), kelelahan (fatigue) atau patah getas (brittle fracture) dikesampingkan. Pada perancaan plastis, sifat daktil pada baja dimanfaatkan dalam perencanaan struktur statis tak tentu seperti balok menerus dan portal kaku.

Pencapaian kekuatan plastis di satu lokasi pada struktur statis tak tentu bukan berarti tercapainya kekuatan maksimum untuk struktur. Setelah salah satu lokasi mencapai kekuatan plastis, beban tambahan dipikul dengan proporsi yang berlainan di setiap bagian struktur hingga lokasi kekuatan plastis kedua tercapai. Pada saat struktur tidak mempunyai kemampuan lebih lanjut untuk memikul beban tambahan, struktur dikatakan telah mencapai “mekanisme keruntuhan”.

3. Metode Faktor Daya Tahan dan Beban/ Load Resistance and factor Design (LRFD)

Menurut Setiawan (2008:5), metode ASD telah digunakan selama kurun waktu 100 tahun, dan selama 20 tahun terakhir telah bergeser ke perencanaan batas (LRFD) yang lebih rasional dan berdasarkan konsep probabilitas. Keadaan batas adalah kondisi struktur diambang batas kemampuan dalam memenuhi fungsi-fungsinya. Keadaan batas dibagi dalam dua kategori yaitu tahanan dan kemampuan layan. Keadaan batas tahanan (atau keamanan) adalah perilaku struktur saat mencapai tahanan plastis, tekuk, leleh, fraktur, guling, dan gelincir. Keadaan batas kemampuan layan berkaitan dengan kenyamanan penggunaan bangunan, antara lain masalah lendutan, getaran, perpindahan permanen dan retak-retak.

Kuat rencana setiap komponen struktur tidak boleh kurang dari kekuatan yang dibutuhkan yang ditentukan berdasarkan kombinasi pembebanan LRFD :

$$R_u \leq \phi R_n \dots\dots\dots (2.2)$$

Kuat rencana komponen struktur diambil dari kuat nominalnya yang dikalikan dengan faktor reduksi kekuatan (ϕ). Besarnya faktor reduksi tahanan dalam perencanaan struktur berdasarkan metode LRFD, menurut Dewobroto (2015:21) adalah sebagai berikut :

- a. Komponen struktur yang memikul :
 - balok = 0,90
 - balok pelat berdinging penuh = 0,90
 - pelat badan yang memikul geser = 0,90
 - pelat badan pada tumpuan = 0,90

- pengaku = 0,90
- b. Komponen struktur yang memikul gaya tekan aksial :
 - kuat penampang = 0,85
 - kuat komponen struktur = 0,85
- c. Komponen struktur yang memikul gaya taril aksial :
 - terhadap kuat tarik leleh = 0,90
 - terhadap kuat tarik fraktur = 0,75
- d. Komponen struktur yang memikul aksi-aksi kombinasi :
 - kuat lentur atau geser = 0,90
 - kuat tarik = 0,90
 - kuat tekan = 0,85
- e. Komponen struktur komposit :
 - kuat tekan = 0,85
 - kuat tumpu beton = 0,60
 - kuat lentur dengan distribusi tegangan plastik = 0,85
 - kuat lentur dengan distribusi tegangan elastik = 0,90
- f. Sambungan baut :
 - baut yang memikul geser = 0,75
 - baut yang memikul tarik = 0,75
 - baut yang memikul kombinasi geser dan tarik = 0,75
 - lapis yang memikul tumpu = 0,75
- g. Sambungan las :
 - las tumpul penetrasi penuh = 0,90
 - las sudut dan las tumpul penetrasi sebagian = 0,75

2.2.2. Sistem Rangka Pemikul Momen

Sistem rangka pemikul momen merupakan sistem rangka ruang di mana komponen-komponen struktur dan joint-jointnya mampu menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur geser dan aksial. Konsep dasar dari perencanaan SRPM

ialah kolom kuat dan balok lemah. Sistem ini terdiri dari tiga jenis, yaitu: rangkai pemikul momen biasa, rangka pemikul momen menengah dan rangka pemikul momen khusus. Fungsi dan penggunaan ketiga rangka pemikul tersebut tergantung dari resiko gempa di wilayah struktur berada.

2.3. KONSEP PEMBEBANAN

Dalam merencanakan struktur suatu gedung, struktur yang direncanakan harus mampu menerima pengaruh dari luar yaitu sebuah beban yang dipikul. Selain pengaruh dari luar, sistem struktur yang direncanakan juga mampu memikul beratnya sendiri yang diakibatkan oleh gaya gravitasi. Berikut adalah penjelasan pembebanan yang dipikul oleh suatu sistem struktur pada gedung berdasarkan peraturan SNI 1727-2013:

2.3.1. Beban Gravitasi

Beban gravitasi merupakan beban yang bekerja pada struktur gedung yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi. Berikut merupakan beban gravitasi yang bekerja pada struktur gedung :

a. **Beban Hidup (LL)**

Beban hidup merupakan beban gravitasi yang bekerja pada struktur dan timbul akibat penggunaan suatu gedung.

Perencanaan pembebanan untuk beban hidup disesuaikan dengan standar pembebanan SNI 1727 – 2013. Berikut merupakan beban hidup yang direncanakan bekerja pada struktur gedung:

- 1) Beban hidup lantai gedung sebesar $195,78 \text{ kg/m}^2$
- 2) Beban hidup atap sebesar 150 kg/m^2
- 3) Beban hidup mesin elevator sebesar 135 kg
- 4) Beban hidup anak tangga 135 kg/m^2

b. Beban Mati (DL)

Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk unsur-unsur tambahan seperti plafon dan keramik. Untuk menghitung besarnya beban mati suatu elemen dilakukan dengan meninjau berat satuan material tersebut berdasarkan volume elemen.

Berat sendiri atau berat satuan dari material konstruksi dan komponen bangunan gedung di Indonesia telah diatur dalam Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983. Berikut berat satuan material konstruksi yang digunakan dalam perencanaan gedung berdasarkan peraturan tersebut:

- 1) Beton bertulang = 2400 kg/m³
- 2) Baja = 7850 kg/m³
- 3) Kayu = 1000 kg/m³
- 4) Dinding ¹/₂ bata = 250 kg/m²
- 5) Lantai keramik = 24 kg/m²
- 6) Plafond = 18 kg/m²

c. Beban Hujan (RL)

Atap sebuah gedung harus dirancang untuk menahan beban dari air hujan yang terkumpul pada sistem drainase apabila bagian tersebut tertutup. Menurut SNI 1727 2013 (8;3) pembebanan air hujan pada atap gedung sebagai berikut:

$$RL = 0,0098 \cdot (ds + dh) \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

RL = Beban Hujan.

ds = Kedalaman air pada atap yang meningkat ke lubang sistem drainase sekunder, mm.

dh = Tambahan kedalaman air pada atap di atas lubang masuk sistem drainase sekunder, mm.

2.3.2. Beban Angin (WL)

Parameter yang digunakan dalam penentuan beban angin yang bekerja pada gedung menurut SNI 1727 2013 adalah sebagai berikut;

a. Kecepatan Angin Dasar (V)

Kecepatan angin dasar merupakan kecepatan angin rata-rata yang terjadi setiap periode pada suatu wilayah.

b. Kategori Eksposur (K_h)

Eksposur arah angin ditentukan pada kekasaran permukaan tanah yang ditentukan dari topografi alam, vegetasi dan fasilitas bangunan.

c. Koefisien Tekan Internal

Koefisien tekan internal dengan klasifikasi design gedung yang tertutup penuh menurut Tabel 26.11-1 SNI 1727-2013.

Klasifikasi Ketertutupan	(GCP)
Bangunan gedung terbuka	0
Bangunan gedung tertutup sebagian	0,55
	-0,55
Bangunan gedung tertutup	0,18
	-0,18

Sumber : SNI 1727-2013

d. Koefisien Tekan Dinding

Harga Koefisien tekan akibat gaya angin pada dinding gedung menurut SNI 1727-2013 adalah sebagai berikut ;

Permukaan	L/B	C_p
Dinding di sisi angin datang	Seluruh nilai	0,8
	0-1	-0,5
Dinding di sisi angin pergi	2	-0,3
	>4	-0,2
Dinding tepi	Seluruh nilai	-0,7

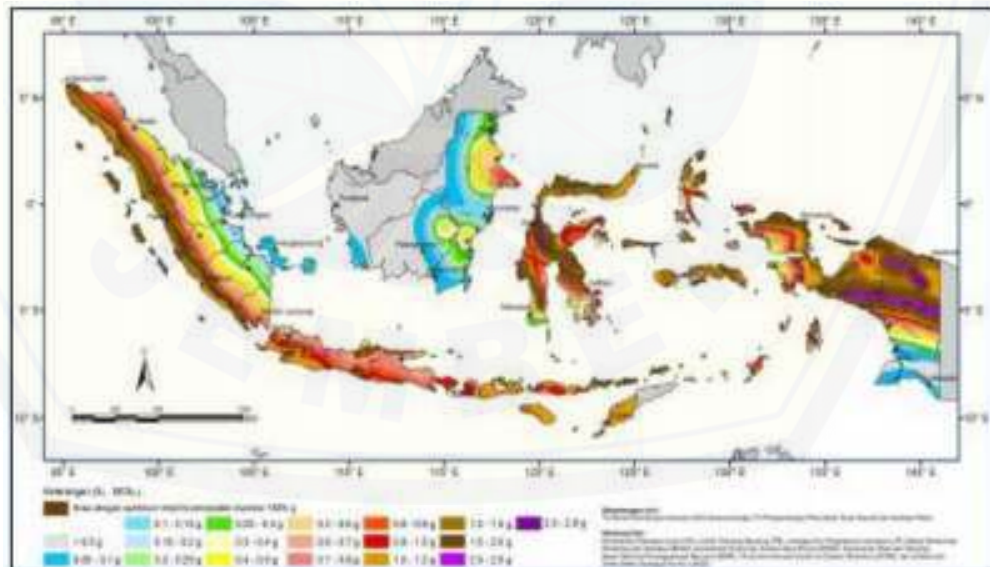
Sumber : SNI 1727-2013

2.3.3. Beban Gempa (EL)

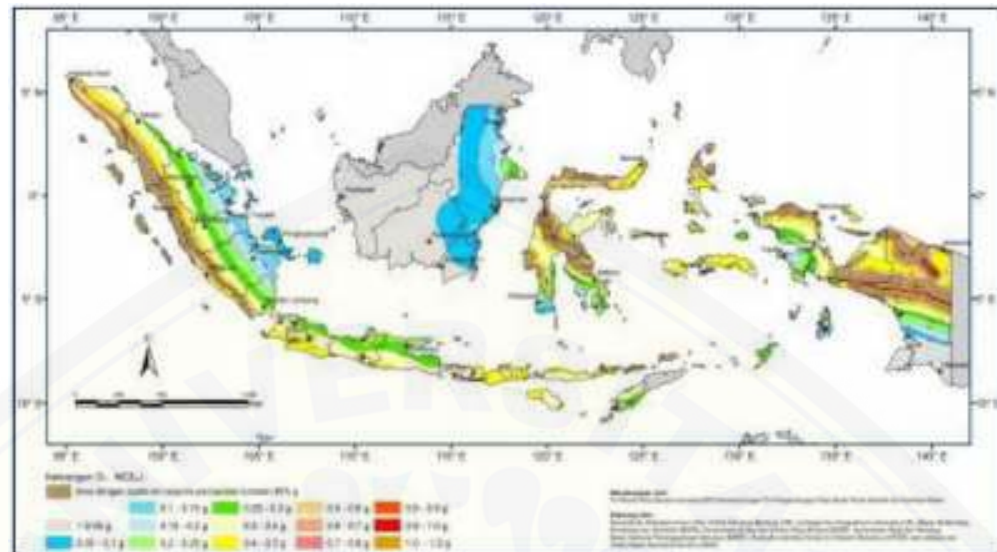
Menurut teori geologi tentang tektonik lempengan, permukaan bumi terdiri dari lempengan batuan tebal yang mengapung di atas mantel bumi yang cair. Lempengan-lempengan tektonik baru terus terbentuk di sepanjang lembah curam dasar laut membentuk lempengan samudra yang menyebabkan continental drift. Pertemuan antar lempengan tersebut menyebabkan patahan pada kerak bumi yang menimbulkan gelombang yang dipantulkan segala arah yang dikenal sebagai gempa.

Dalam penentuan kriteria design seismik atau gempa suatu bangunan di permukaan tanah atau penentuan amplifikasi besaran percepatan beban gempa puncak dari batuan dasar pada suatu situs atau lokasi, diperlukan suatu tinjauan guna klasifikasi jenis tanah dari batuan dasar pada lokasi situs tersebut. Hal tersebut dapat ditinjau melalui lokasi situs pada peta persebaran gempa.

Akumulasi gempa di Indonesia telah diatur dalam SNI 1726-2012. Menurut peraturan yang berlaku terdapat sejumlah peta wilayah gempa yang dibagi menurut percepatan respon gempa pada batuan dasar seperti pada gambar 2.1 dan 2.2 :



Gambar 2.1 Peta Wilayah Gempa Indonesia Pada Kelas Situs SB Percepatan Respon Gempa 150% g



Gambar 2.2 Peta Wilayah Gempa Indonesia Pada Kelas Situs SB Percepatan Respon Gempa 60% g

Untuk memperoleh gaya geser yang diakibatkan oleh beban gempa maka diperlukan parameter yang dapat dihitung secara matematis. Parameter yang digunakan dalam perencanaan pembebanan gempa pada struktur gedung menurut SNI 1726-2012 adalah :

a. Kelas Lokasi Tanah

Dalam perumusan kriteria design seismic suatu bangunan dipermukaan tanah atau penentuan amplifikasi besaran percepatan gempa puncak dari betuan dasar kepermukaan tanah untuk suatu situs diperlukan klasifikasi kelas situs.

b. Koefisien Amplifikasi Getaran

Faktor amplifikasi getaran meliputi percepatan getaran periode pendek (F_a) yang dapat diakumulasi dari tabel 2.4 dan percepatan periode 1 detik (F_v) yang dapat diakumulasi dari tabel 2.5

Tabel 2.4 Koefisien periode pendek (Fa)

Kelas Situs	Parameter Respon pada Periode 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
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

Sumber : SNI 1726-2012

Tabel 2.5 Koefisien periode 1 detik (Fv)

Kelas Situs	Parameter Respon pada Periode 1 Detik, S ₁				
	S ₁ ≤ 0,1	S ₁ = 0,2	S ₁ = 0,3	S ₁ = 0,4	S ₁ ≥ 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	2,0	1,6	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4

Sumber : SNI 1726-2012

c. Parameter Percepatan Respon Spectra

Menurut SNI 1726-2012 (6.2) nilai parameter percepatan respon spectra dapat dikalkulasi dengan persamaan berikut:

$$1) S_{MS} = F_a \times S_s \dots\dots\dots (2.4)$$

$$2) S_{M1} = F_v \times S_1 \dots\dots\dots (2.5)$$

d. Parameter Percepatan Respon Design

Menurut SNI 1726-2012 (6.4), nilai percepatan respon design dapat dikalkulasi dengan persamaan berikut:

$$1) S_{DS} = 2/3 S_{MS} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$2) S_{D1} = 2/3 S_{M1} \dots\dots\dots (2.7)$$

e. Periode Fundamental

Menurut SNI 1726-2012 (6.4), nilai periode getar fundamental gedung yang didesign dapat dikalkulasi dengan persamaan berikut:

$$1) T_0 = 0,2 S_{D1} / S_{DS} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$2) T_s = S_{D1} / S_{DS} \dots\dots\dots (2.9)$$

f. Kategori Resiko Struktur Bangunan

Macam kategori resiko terhadap gempa berdasarkan fungsi bangunan untuk mendesain gempa rencana sesuai SNI 1726-2012:

a. Kategori I

Gedung dan non gedung yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan tetapi tidak dibatasi untuk:

- Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan dan perikanan.
- Fasilitas sementara.
- Gudang penyimpanan.
- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya.

b. Kategori II

Semua gedung atau struktur lain, kecuali yang termasuk dalam resiko gempa I, III dan IV tetapi tetap tidak dibatasi untuk:

- Perumahan.
- Rumah toko dan rumah kantor.
- Gedung perkantoran.
- Apartemen atau rumah susun.
- Pusat perbelanjaan.
- Bangunan industri.
- Pabrik.
- Fasilitas manufaktur.

c. Kategori III

Gedung dan non gedung yang memiliki resiko tinggi terhadap jiwa manusia saat terjadi kegagalan tetapi tidak dibatasi untuk:

- Bioskop, Gedung pertemuan.
- Stadion.
- Fasilitas kesehatan tanpa unit bedah dan unit gawat darurat.
- Fasilitas penitipan anak dan orang jompo.

Gedung dan non gedung yang tidak termasuk kategori IV namun mempunyai dampak ekonomi yang besar dan/atau masal terhadap kehidupan masyarakat bila terjadi kegagalan, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:

- Pusat pembangkit listrik biasa.
- Fasilitas penanganan air.
- Fasilitas penanganan limbah.
- Pusat telekomunikasi.

Gedung dan non gedung yang tidak termasuk kategori IV (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses penanganan, penyimpanan atau pembuangan bahan bakar berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak.

d. Kategori IV

Gedung dan non gedung yang ditujukan sebagai fasilitas penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:

- Bangunan-bangunan monumental.
- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan.
- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki unit gawat darurat dan fasilitas bedah.
- Fasilitas pemadam kebakaran, kantor polisi, ambulan serta garasi kendaraan darurat.
- Tempat perlindungan gempa bumi, angin, badai dan tempat perlindungan lainnya.
- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas darurat lainnya.

Untuk Berbagai kategori resiko struktur bangunan gedung dan non gedung, pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan (I). Faktor keutamaan gempa dapat ditentukan dengan tabel 2.6

Tabel 2.6 Faktor keutamaan gempa

Kategori resiko	Faktor keutamaan gempa, I
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,5

Sumber : SNI 1726-2012

g. Kategori Resiko

Kategori resiko terjadinya gempa seismik digolongkan berdasar percepatan respon design saat 0,2 detik (S_{DS}) yang tertera pada tabel berikut ;

Tabel 2.7 Kategori resiko gempa

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

Sumber : SNI 1726-2012

h. Sistem Penahan Gaya Seismik

Jenis penahan gaya seismik ditentukan oleh tipe material dan kategori resiko yang diijinkan. Sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan batasan sistem struktur dan batasan ketinggian struktur, koefisien modifikasi respon (R), Faktor kuat lebih sistem (Ω_0), dan Koefisien amplifikasi defleksi (C_d). Setiap ragam dan jenis penahan gaya mempunyai harga faktor reduksi gempa dan faktor pembesaran defleksi yang berbeda.

Tabel 2.8 Faktor R, Ω_0 dan C_d untuk Sistem Penahan Gaya Seismik

Sistem Penahan Gaya Seismik	Koefisien Modifikasi Respon, R	Faktor Kuat Lebih Sistem, Ω_0	Faktor Pembesaran Defleksi, C_d
Rangka Baja Pemikul Momen Khusus	8	3	$5 \frac{1}{2}$
Rangka Batang Baja Pemikul Momen Khusus	7	3	$5 \frac{1}{2}$
Rangka Baja Pemikul momen Menengah	$4 \frac{1}{2}$	3	4
Rangka Baja Pemikul Momen Biasa	$3 \frac{1}{2}$	3	3

Sumber : SNI 1726-2012

Tabel 2.9 Batasan Sistem Struktur dan Tinggi Struktur untuk Sistem Penahan Gaya Siesmik

Sistem Penahan Gaya Seismik	Batasan Siste Struktur dan Batasan Tinggi Struktur, h (m)				
	Kategori Desain Seismik				
	B	C	D	E	F
Rangka Baja Pemikul Momen Khusus	TB	TB	TB	TB	TB
Rangka Batang Baja Pemikul Momen Khusus	TB	TB	48	30	TI
Rangka Baja Pemikul momen Menengah	TB	TB	10	TI	TI
Rangka Baja Pemikul Momen Biasa	TB	TB	TI	TI	TI

Sumber : SNI 1726-2012

Keterangan : TB ; tidak dibatasi

TI ; tidak diijinkan

i. Batas Periode Fundamental

Batas periode fundamental (T_a) dalam arah yang ditinjau harus diperoleh menggunakan properti struktur dan karakteristik deformasi elemen penahan. Hal ini diatur dalam SNI 1726-2012 (7.8.2.1). Di mana nilai T yang diijinkan adalah dengan pendekatan sebagai berikut ;

$$T_a = C_t \times h_n^x \dots\dots\dots (2.10)$$

di mana ;

$$C_t = 0,00724^a$$

$$x = 0,8$$

$$T \leq 1,4$$

j. Koefisien Respon Seismik

Nilai koefisien respon seismik berfungsi untuk menjamin agar struktur dapat memikul beban gempa yang dapat menimbulkan kerusakan pada struktur. Koefisien C_S bergantung pada kelas situs tanah dan nilai periode fundamental (T_a) yang didesign. Harga koefisien respon seismik menurut pasal SNI 1726-2012 (6.4.3) adalah ;

$$C_S = \frac{S_{DS}}{I_e \cdot R} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$C_S \leq \frac{S_{DS}}{I_e \cdot R \cdot T_a} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$C_S > 0,0044 S_{DS} I_e \dots\dots\dots (2.13)$$

k. Gaya Geser Dasar (V)

Nilai gaya geser dasar yang bekerja pada gedung dapat dikalkulasi dengan persamaan;

$$V = \sum W_i \cdot C_S \dots\dots\dots (2.14)$$

l. Geser Desain (Fi)

Nilai geser design (Fi) merupakan nilai gaya geser yang bekerja pada setiap lantai gedung. Gaya geser design ini bekerja pada titik berat struktur dan diproyeksikan menurut sumbu kerja x dan y. Nilai geser design struktur gedung menurut pasal SNI 1726-2012 (7.10.1.1) adalah ;

$$F_i = \frac{W_i Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i Z_i} V \dots\dots\dots (2.15)$$

m. Batas Simpangan

Akumulasi batas simpangan antar lantai (Δ) diatur dalam pasal 7.12.1.1 Sni 1726-2012. Di mana nilai kinerja batas layan tidak boleh melebihi ;

$$\Delta_a/\rho \dots\dots\dots (2.16)$$

Di mana ;

$$\Delta_a = 0,02h_{sx}$$

h_{sx} = tinggi tingkat di bawah tingkat x

$$\rho = 1,3$$

2.3.4. Kombinasi Pembebanan

Menurut SNI 1727-2013 tentang Beban Minimum Perencanaan Bangunan, digunakan kombinasi pembebanan sebagai berikut;

- 1) 1.4 DL
- 2) 1.2 DL + 1.6 LL + 0,5 RL
- 3) 1.2 DL + 1.6 RL + 0,5 WL
- 4) 1.2 DL + 1.0 WL + L + 0.5 RL
- 5) 1.2 DL + 1 EL + LL
- 6) 0,9 DL + EL

2.4. PERENCANAAN STRUKTUR

2.4.1. Pelat

Pelat merupakan elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka vertikal dari sistem struktur. Perencanaan dan analisis pelat diatur dalam SNI 03-2847-2013 tentang Beton Bertulang yaitu sebagai berikut ;

a. Ketebalan Pelat

Ketebalan minimum yang disyaratkan dalam perencanaan pelat untuk komponen struktur non prategang menurut pasal SNI 03-2013 (11.5) adalah ;

$$hf_{\min} = \frac{\ln(0,8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0,2)} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$hf_{\min} \geq 90 \text{ mm}$$

$$hf_{\max} = \frac{\ln(0,8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 9\beta} \dots\dots\dots (2.18)$$

b. Faktor Momen Pelat

1) Momen Ultimate Pelat

Momen lentur dibedakan menurut 3 jenis tumpuan, yaitu ; terletak bebas, menerus atau terjepit dan terjepit penuh. Besarnya gaya lentur ultimate yang terjadi pada pelat beton dapat dikalkulasi dengan rumus berikut :

$$Mu = 0,001 \cdot C_{lx} \cdot q_u \cdot l_x^2 \dots\dots\dots (2.18)$$

$$Mu = 0,001 \cdot C_{ly} \cdot q_u \cdot l_x^2 \dots\dots\dots (2.19)$$

$$Mu = 0,001 \cdot C_{tx} \cdot q_u \cdot l_x^2 \dots\dots\dots (2.20)$$

$$Mu = 0,001 \cdot C_{ty} \cdot q_u \cdot l_x^2 \dots\dots\dots (2.21)$$

Nilai koefisien momen pelat dapat ditentukan menurut tabel koefisien momen pelat (PPBI 1971) yang terdapat pada lampiran.

2) Faktor Tahanan Momen

Menurut Asroni (2004;203) faktor momen nominal (Kn) yang bekerja pada pelat harus lebih kecil dari faktor momen maksimum.

$$K_{max} = \frac{382,5 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot (600 + f_y - 225 \cdot \beta_1)}{(600 + f_y)^2} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$Kn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d_{eff}^2} \dots\dots\dots (2.23)$$

c. Rasio Penulangan Pelat

1) Rasio Tulangan Minimum

Rasio luas tulangan yang diperlukan pelat setiap meter panjangnya adalah rasio terkecil dari ;

$$\rho_{perlu} = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \left[1 - \sqrt{\frac{1 - 2 \cdot Kn}{0,85 \cdot f_c'}} \right] \dots\dots\dots (2.24)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots (2.25)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

2) Luas Tulangan Perlu

Menurut SNI 03-2847-2002 (12.5.2) rumus luas tulangan perlu adalah ;

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (2.26)$$

Dengan tulangan bagi:

$$A_s = 0,0018 \cdot b \cdot d$$

Di mana ;

$$b = 1000$$

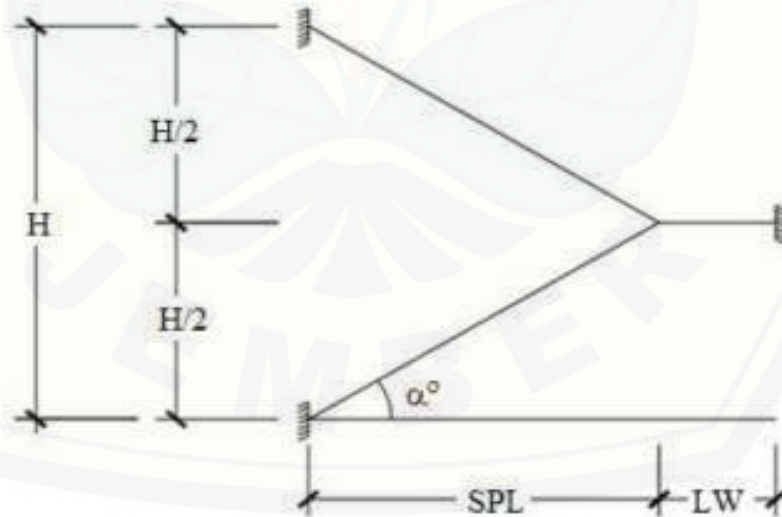
3) Jarak Tulangan Perlu

Menurut Asroni, (2004 ; 202) jarak tulangan yang diperlukan dalam penulangan dapat dikalkulasi dengan rumus berikut;

$$s \leq \frac{0,25 \cdot \rho \cdot D^2 \cdot b}{A_s} \leq 450 \text{ mm} \dots\dots\dots (2.27)$$

2.4.2. Tangga

Perencanaan tangga didasarkan pada peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung (PPIUG) tahun 1983. Perhitungan tulangan dihitung dengan pembebanan , hal ini dilakukan agar memperoleh nilai luas tulangan yang terbesar. Adapun pemodelan struktur tangga seperti pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Model struktur tangga

Dalam merencanakan penulangan pelat tangga, langkah-langkah yang digunakan sama dengan penulangan pada pelat beton. Menurut Asroni (dalam

Setiawan, 2015) perhitungan struktur tangga harus memperhatikan nilai antrade dan oprtrade tangga yaitu sebagai berikut ;

$$\text{Opt} = \tan \alpha \cdot \text{Ant} \dots\dots\dots (2.28)$$

$$\Sigma\text{Opt} = h / \text{Opt} \dots\dots\dots (2.29)$$

$$\Sigma\text{Ant} = \Sigma\text{Opt} - 1 \dots\dots\dots (2.30)$$

2.4.3. Balok

Design balok yang digunakan dalam perencanaan ini adalah balok rangka baja yang mengacu pada SNI 1729:2015.

a. Kriteria Penampang

1) Kriteria kelangsingan

Kriteria kelangsingan batang ditentukan dengan perbandingan lebar terhadap tebal yang dijelaskan pada tabel berikut ;

Tabel 2.10 Perbandingan lebar terhadap tebal profil

Elemen	Rasio lebar tebal	λ_p	λ_r
Sayap profil gilas I-WF, UNP dan T	b / t	$0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$1,0 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$
Sayap profil tersusun I-WF simetri ganda dan tunggal	b / t	$0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$0,95 \sqrt{\frac{K_c E}{F_L}}$
Lengan profil siku tunggal	b / t	$0,54 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$0,91 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$
Sayap profil I-WF, UNP momen sumbu lemah	b / t	$0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$1,0 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$
Lengan Profil T	d / t	$0,84 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$1,03 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$

Sumber : SNI 1729-2015

Tabel 2.11 Perbandingan lebar terhadap tebal profil (lanjutan)

Elemen	Rasio lebar tebal	λ_p	λ_r
Badan profil I simetri ganda dan UNP	h / t_w	$3,76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5,70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Badan profil I simetri tunggal	h_c / t_w	$\frac{\frac{h_c}{h_p} \sqrt{\frac{E}{F_y}}^{[C]}}{\left(0,54 \frac{M_p}{M_y} - 0,09\right)^2} \leq \lambda_r$	$5,70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Sayap profil kotak ketebalan sama	b / t	$1,12 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1,4 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Sayap pelat penutup / diaphragma antar alat sambung	b / t	$1,12 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1,4 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Badan profil kotak ketebalan sama	h / t	$2,42 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5,7 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Pipa	D / t	$0,07 \frac{E}{F_y}$	$0,31 \frac{E}{F_y}$

Sumber : SNI 1729-2015

Keterangan ; $K_c = 4 / \sqrt{h/t_w}$, tetapi $0,35 \leq K_c \leq 0,76$

$$F_L = 0,7 F_y , \text{ web non-langsing dan } S_{xt} / S_{xc} \geq 0,7$$

$$F_L = F_y \frac{S_{xt}}{S_{xc}} \geq 0,5 F_y , \text{ web non-langsing dan } S_{xt} / S_{xc} < 0,7$$

2) Klasifikasi dan perhitungan kuat batas

Dari perilaku keruntuhan penampang terhadap lentur yang telah diketahui, yaitu berdasarkan klasifikasi kompak, non-kompak dan langsing. Maka dapat dipilih prosedur perencanaan yang sesuai yang dijelaskan pada tabel berikut ;

Tabel 2.12 Prosedur desain balok lentur

Bentuk penampang	Klasifikasi kelangsingan		Kondisi batas yang perlu dievaluasi
	Sayap	Badan	
Profil I kompak Simetris ganda dan kanal	C	C	Y, LTB
Profil I simetris ganda dengan badan kompak dan non-kompak atau sayap langsing	NC,S	C	LTB, FLB
Profil I lainnya dengan badan kompak atau non-kompak	C, NC, S	C, NC	Y, LTB, FLB, TFY
Profil I simetris ganda dan simetris tunggal dengan badan langsing	C, NC, S	S	Y, LTB, FLB, TFY
Profil I dan kanal melengkung di sumbu minornya	C, NC, S	N/A	Y, FLB
Bujur sangkar dan persegi dan komponen struktur berbentuk boks	C, NC, S	C, NC	Y, FLB, WLB
Bundar	N/A	N/A	Y, LB
Profil T dan siku ganda	C, NC, S	N/A	Y, LTB, FLB
Profil siku tunggal	N/A	N/A	Y, LTB, LLB
Batang tulangan persegi dan bundar	N/A	N/A	Y, LTB
Profil-profil tidak simetris	N/A	N/A	Semua kondisi batas yang ada

Sumber : SNI 1729-2015

Keterangan ;

- C ; Klasifikasi kelangsingan elemen kompak
- NC ; Klasifikasi kelangsingan elemen non-kompak
- S ; Klasifikasi kelangsingan elemen langsing
- N/A ; Tidak diberikan syarat kelangsingan elemen secara khusus
- Y ; Kondisi batas terhadap Yielding (leleh)
- LB ; Kondisi batas terhadap Local Buckling
- LTB ; Kondisi batas terhadap Lateral Torsional Buckling
- FLB ; Kondisi batas terhadap Flange Local Buckling
- LLB ; Kondisi batas terhadap Leg Local Buckling
- WLB ; Kondisi batas terhadap Web Local Buckling

b. Kuat Lentur Nominal

Dari hasil klasifikasi berdasarkan rasio lebar-tebal elemen profil balok lentur, yaitu sayap (flange) dan badan (web), lihat tabel 2.11, selanjutnya dipilih prosedur perencanaan LRFD yang sesuai pada tabel 2.12. Berikut kondisi batas keruntuhan yang perlu diperhatikan dalam perencanaan balok (dengan asumsi profil kompak) berdasarkan SNI 1729:2015 ;

1) Material leleh (momen plastis)

Kuat batas leleh (Y = Yielding)

$$M_n = M_p = F_y \cdot Z_x \dots\dots\dots (2.31)$$

Di mana ;

M_n = kuat lentur nominal balok (Nm)

M_p = momen lentur penampang plastis (Nm)

F_y = kuat leleh minimum (MPa)

Z_x = modulus plastis penampang terhadap sumbu kuat (mm^3)

2) Tekuk torsi lateral

(a) Bila $L_b \leq L_p$, keadaan batas dari tekuk torsi lateral tidak boleh digunakan.

(b) Bila $L_p < L_b \leq L_r$

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0,7 F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \dots\dots\dots (2.32)$$

(c) Bila $L_b > L_r$

$$M_n = F_{cr} S_x \leq M_p \dots\dots\dots (2.33)$$

Di mana ;

L_b = panjang antara titik-titik, baik yang dibresing melawan perpindahan latera sayap tekan atau dibresing melawan puntir penampang melintang.

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \sqrt{1 + 0,078 \frac{J_c}{S_x h_o} \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \dots\dots\dots (2.34)$$

Keterangan :

E = modulus elastis baja

J = konstanta torsi

S_x = modulus penampang elastis di sumbu x

h_o = jarak antara titik berat sayap

Pembatasan panjang L_p dan L_r ditentukan sebagai berikut :

$$L_p = 1,76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \dots\dots\dots (2.35)$$

$$L_r = 1,95 r_{ts} \frac{E}{0,7F_y} \sqrt{\frac{J C}{S_x h_o} + \sqrt{\left(\frac{J C}{S_x h_o}\right)^2 + 6,76 \left(\frac{0,7F_y}{E}\right)^2}} \dots\dots\dots (2.36)$$

Di mana ;

$$r_{ts}^2 = \frac{\sqrt{I_y C_w}}{S_x} \dots\dots\dots (2.37)$$

dan koefisien c ditentukan sebagai berikut:

(a) untuk profil I simetris ganda : c = 1

(b) untuk kanal : $c = \frac{h_o}{2} \sqrt{\frac{I_y}{C_w}}$

(c) untuk profil I simetris ganda dengan sayap persegi, $C_w = \frac{l_y h_o^2}{4}$ dan

$$r_{ts}^2 = \frac{l_y h_o}{2 S_x}$$

(d) r_{ts} boleh diperkirakan secara teliti dan konservatif sebagai radius girasi dari sayap tekan ditambah seperenam dari badan :

$$r_{ts} = \frac{b_f}{\sqrt{12 \left(1 + \frac{1}{6} \frac{h t_w}{b_f t_f}\right)}} \dots\dots\dots (2.38)$$

c. Kuat Geser Nominal

Elemen penampang balok, seperti pelat sayap dan badan, didesain terhadap momen lentur sesuai dengan SNI 1729:2015 Chapter F. Pelat sayap pengaruhnya signifikan terhadap kapasitas lenturnya. Sedangkan pelat badan memikul gaya geser

yang harus dievaluasi untuk memenuhi ketentuan SNI 1729:2015 Chapter G. Secara umum kuat geser rencana memenuhi persyaratan jika ;

$$V_u \leq \phi_v V_n \dots\dots\dots (2.39)$$

Di mana ;

V_u = gaya geser batas, atau gaya geser terfaktor maksimum

ϕ_v = faktor ketahanan geser

V_n = kuat geser nominal balok yang dapat dihitung

SNI 1729:2015 menyediakan dua opsi perencanaan terhadap geser, yaitu :

1) Kuat geser – normal

Kuat geser nominal, V_n pelat badan dari profil simetri tunggal atau ganda, atau profil UNP, yang direncanakan tanpa memanfaatkan kekuatan pasca-tebuk, ditentukan dari kondisi batas akibat leleh dan tekuk akibat geser sebagai berikut :

$$V_n = 0,6 F_y A_w C_v \dots\dots\dots (2.40)$$

(a) Untuk badan komponen struktur profil I canai panas dengan

$$h/t_w \leq 2,24 \sqrt{E/F_y} \text{ maka } \phi_v = 1,0 \text{ dan } C_v = 1,0 \dots\dots\dots (2.41)$$

(b) Untuk badan dari semua profil simetris ganda dan profil simetris tunggal serta kanal lainnya, kecuali PSB bundar, koefisien geser badan, C_v , ditentukan sebagai berikut :

(i) Bila $h/t_w \leq 1,10 \sqrt{K_v E/F_v}$
 $C_v = 1,0 \dots\dots\dots (2.42)$

(ii) Bila $1,10 \sqrt{K_v E/F_v} < h/t_w \leq 1,37 \sqrt{K_v E/F_v}$
 $C_v = \frac{1,10 \sqrt{K_v E/F_v}}{h/t_w} \dots\dots\dots (2.43)$

(iii) Bila $h/t_w > 1,37 \sqrt{K_v E/F_v}$

$$C_v = \frac{1,51K_v E}{(h/t_w)^2 F_y} \dots\dots\dots (2.44)$$

Di mana ;

A_w = luas dari badan, tinggi keseluruhan dikalikan dengan ketebalan badan, d/t_w

h = untuk profil canai panas, jarak bersih antara sayap dikurangi jari-jari sudut atau las sudut

= untuk penampang tersusun yang dilas, jarak bersih antara sayap

= untuk penampang tersusun yang dibaut, jarak antara sumbu pengencang

= untuk profil T, tinggi keseluruhan

t_w = ketebalan badan

koefisien tekuk geser pelat badan, K_v , ditentukan sebagai berikut:

(i) Untuk badan tanpa pengaku transversal dan dengan $h/t_w < 260$;

$K_v = 5$, kecuali untuk badan profil T di mana $K_v = 1,2$

(ii) Untuk badan dengan pengaku transversal ;

$$K_v = 5 + \frac{5}{(a/h)^2} \dots\dots\dots (2.45)$$

$$= 5 \text{ bila } a/h > 3,0 \text{ atau } a/h > \left[\frac{260}{(h/t_w)} \right]^2$$

Di mana :

a = jarak bersih antara pengaku transversal

(c) Pengaku transversal tidak diperlukan bila $h/t_w \leq 2,46 \sqrt{E/F_y}$, atau bila

kekuatan geser yang tersedia untuk $K_v = 5$ lebih besar dari kekuatan geser perlu. Momen inersia, I_{st} , dari pengaku transversal yang digunakan untuk mengembangkan kekuatan geser badan yang tersedia, di suatu sumbu di pusat badan untuk pasangan pengaku atau terhadap muka kontak dengan pelat badan untuk pengaku tunggal, harus memenuhi persyaratan berikut ;

$$I_{st} \geq bt_w^3 j \dots\dots\dots (2.46)$$

$$j = \frac{2,5}{(a/h)^2} - 2 \geq 0,5 \dots\dots\dots (2.47)$$

2) Kuat geser – pelat badan langsing

Persyaratan khusus agar ketentuan ini berlaku adalah tersedianya “bingkai” pada pelat badan, yaitu sisi horizontal oleh keberadaan pelat sayap dan sisi vertikal oleh pengaku tegak. Tetapi tetap tidak boleh diterapkan jika ketentuan berikut terjadi, yaitu :

- (i) Panel-panel ujung elemen batang dengan pelat pengaku tegak.
- (ii) Jika $a/h > 3$ atau $a/h > [260/(h/t_w)]^2$
- (iii) Jika $2A_w/(A_{fc} + A_{ft}) > 2,5$ atau
- (iv) Jika h/b_{fc} atau $h/b_{ft} > 6,0$

Di mana ;

A_{fc} = luas pelat sayap tekan ; A_{ft} = luas pelat sayap tarik

b_{fc} = lebar pelat sayap tekan ; b_{ft} = lebar pelat sayap tarik

batas atas kuat geser nominal pelat badan profil I dengan tambahan pelat pengaku, adalah sama dan tidak lebih besar dari kuat geser nominal profil I tanpa pelat pengaku. Pelat badan relatif kaku, jika $h/t_w \leq 1,10 \sqrt{K_v E / F_y}$ maka kuat geser nominal dibatasi oleh adanya leleh pelat badan, tidak ada tekuk :

$$V_n = 0,6 F_y A_w \dots\dots\dots (2.48)$$

Jika langsing, $h/t_w > 1,10 \sqrt{K_v E / F_y}$ maka pengaruh tekuk dominan sehingga mekanisme tension field action dan dimanfaatkan :

$$V_n = 0,6 F_y A_w \left(C_v + \frac{1 - C_v}{1,15 \sqrt{1 + (a/h)^2}} \right) \dots\dots\dots (2.49)$$

Pelat pengaku tegak pada mekanisme tension field action, harus memenuhi syarat terhadap batasan kelangsingan dan kekakuan :

$$(b/t)_{st} \leq 0,56 \sqrt{E/F_{yst}} \dots\dots\dots (2.50)$$

$$I_{st} \geq I_{st1} + (I_{st2} - I_{st1}) \left[\frac{V_r - V_{c1}}{V_{c2} - V_{c1}} \right] \dots\dots\dots (2.51)$$

Di mana ;

$(b/t)_{st}$ = rasio lebar-tebal pelat pengaku

F_{yst} = tegangan leleh minimum pelat pengaku

I_{st1} = momen inersia minimum pelat pengaku terhadap tekuk geser, $I_{st1} = x t_w^2 j$

I_{st2} = momen inersia minimum pelat pengaku terhadap tension field action

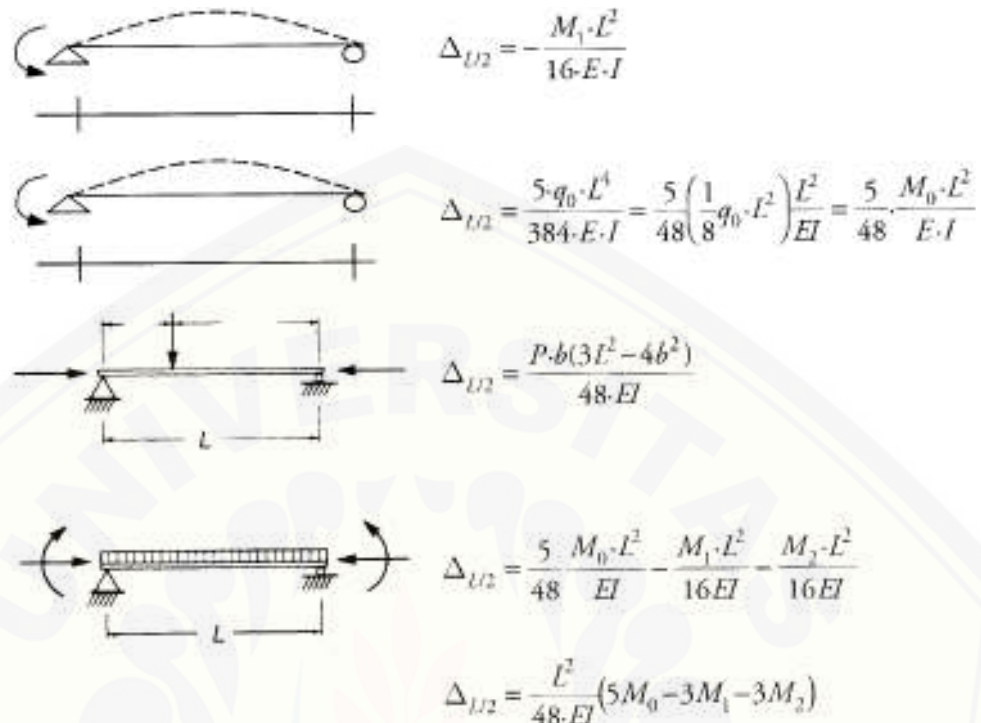
d. Lendutan balok

Batas-batas lendutan untuk keadaan kemampuan-layan batas harus sesuai dengan struktur, fungsi penggunaan, sifat pembebanan, serta elemen-elemen yang didukung oleh struktur tersebut. SNI 03-1729-2002 pasal 6.4.3 membatasi besarnya lendutan yang timbul pada balok. Batas lendutan maksimum dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.13 Batas lendutan maksimum

Komponen struktur dengan beban tidak terfaktor	Beban tetap	Beban sementara
Balok pemikul dinding atau finishing yang getas	L/360	-
Balok biasa	L/240	-
Kolom dengan analisis orde pertama saja	h/500	h/200
Kolom dengan analisis orde kedua	h/300	h/200

Besar lendutan pada beberapa jenis pembebanan balok yang umum terjadi ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.4 Besar lendutan pada beberapa jenis pembebanan balok

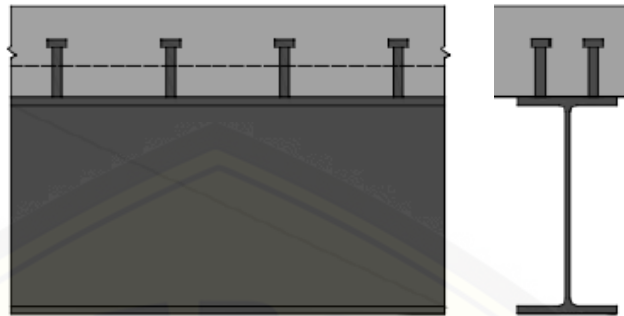
- e. Interaksi komponen struktur terhadap lentur dan geser

Sesuai SNI 03-1729-2002, jika momen lentur dianggap dipikul oleh seluruh penampang, maka balok harus direncanakan untuk memikul kombinasi lentur dan geser:

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \cdot \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,37$$

- f. Penghubung geser

Untuk menahan geseran horizontal antar permukaan, maka akan digunakan sebuah komponen penghubung / penyambung yang disebut shear connectors atau penghubung geser. Salah satu jenis penghubung geser yang sering digunakan adalah stud, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.5 Penghubung geser tipe stud

1) Kuat nominal penghubung geser

SNI 03-1729-2002 memberikan persamaan untuk persyaratan kekuatan geser penghubung jenis paku baja (stud). Kuat nominal satu penghubung geser jenis paku yang ditanam di dalam pelat beton massif adalah:

$$Q_n = 0,5 \cdot A_{sc} \sqrt{f'_c \cdot E_c} \leq A_{sc} \cdot f_u^b \dots\dots\dots (2.52)$$

dimana:

A_{sc} = luas penampang penghubung geser jenis paku, mm².

f_u = tegangan putus penghubung geser jenis paku, MPa.

Q_n = kuat geser nominal untuk penghubung geser, N.

2) Jumlah penghubung geser

Nilai tegangan geser yang terjadi pada penampang komposit penuh adalah senilai C. Untuk mendapatkan jumlah penghubung geser maka:

$$n = \frac{V_h}{Q_n} \dots\dots\dots (2.53)$$

dengan:

$$V_h = A_s \cdot f_y \dots\dots\dots (2.54)$$

dimana:

V_h = gaya geser horizontal, N.

Jumlah stud (n) diatas untuk setengah bentang balok. Maka jumlah keseluruhan stud connector yang dibutuhkan balok adalah sebesar 2n.

3) Jarak penghubung geser

Persyaratan mengenai jarak penghubung geser diatur dalam pasal 12.6 SNI 03-1729-2002 yang menyatakan :

1. Selimut lateral minimum = 25 mm, kecuali ada dek baja.
2. Diameter maksimum = 2,5 x tebal sayap profil baja.
3. Jarak longitudinal minimum = 6 x diameter penghubung geser.
4. Jarak longitudinal maksimum = 8 x tebal pelat beton.
5. Jarak minimum arah tegak lurus sumbu longitudinal = 4 x diameter.
6. Jika digunakan dek baja gelombang, jarak minimum penghubung geser dapat diperkecil menjadi 4 x diameter.

2.4.4. Kolom

Kolom adalah suatu elemen tekan dan merupakan struktur utama dari bangunan yang berfungsi untuk memikul beban vertikal. Pada umumnya kolom tidak mengalami lentur secara langsung. Design perencanaan kolom baja diatur dalam SNI 1729:2015 Chapter E.

a. Kriteria kelangsingan

Masing-masing elemen ditinjau, jika semua elemen tidak melebihi nilai batas rasio b/t di tabel 2.13, maka penampang diklasifikasikan sebagai penampang tidak langsing (ideal) dan sebaliknya sebagai penampang langsing.

Tabel 2.14 Klasifikasi elemen pada batang tekan aksial

Elemen	Rasio lebar tebal	λ_r
		Batas tidak langsung
Sayap profil gilas IWP, UNP dan T, atau siku ganda tanpa spasi, juga pelat pengaku pada profil gilas	b / t	$0,56 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Sayap profil built-up IWF simetri ganda dan pelat pengakunya	b / t	$0,64 \sqrt{\frac{K_c E}{F_y}}$
Lengan profil siku tunggal atau ganda dengan pemisah, atau pelat pengaku bebas yang lain	b / t	$0,45 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Lengan profil T	d / t	$0,75 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Badan profil I simetri ganda dan UNP	h / t_w	$1,49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Sayap profil kotak ketebalan sama	h / t	$1,40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Pelat diaphragm antar alat sambung	b / t	$1,40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Elemen profil yang tertahan secara umum	b / t	$1,49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Pipa	D / t	$0,11 \frac{E}{F_y}$

Sumber : SNI 1729-2015

- b. Panjang tekuk (k)
 Berdasarkan metode LRFD Kolom dengan kekangan yang besar terhadap rotasi dan translasi pada ujung-ujungnya (contohnya tumpuan jepit) akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan kolom yang mengalami rotasi serta translasi pada bagian tumpuan ujungnya (contohnya adalah tumpuan sendi). Selain kondisi tumpuan ujung, besar beban yang dapat diterima oleh suatu komponen struktur tekan juga tergantung dari panjang

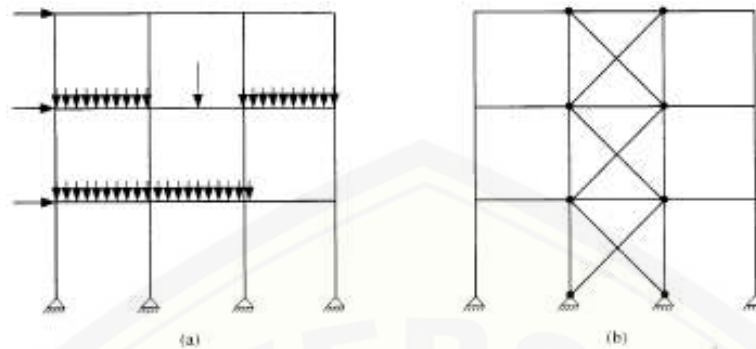
efektifnya. Semakin kecil panjang efektif suatu komponen struktur tekan, maka semakin kecil pula risikonya terhadap masalah tekuk. Panjang efektif suatu kolom secara sederhana dapat didefinisikan sebagai jarak di antara dua titik pada kolom atau didefinisikan pula sebagai jarak di antara dua titik kelengkungan kolom.

Nilai k untuk komponen struktur tekan dengan kondisi-kondisi tumpuan ujung yang ideal (diasumsikan bahwa kolom tidak mengalami goyangan atau translasi pada ujung-ujung tumpuannya) dapat ditentukan sesuai pada gambar berikut:

Garis terputus menunjukkan diagram kolom terkekuk.	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Nilai k teoritis	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Nilai k yang dianjurkan untuk kolom yang mendekati kondisi ideal	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Kode ujung						

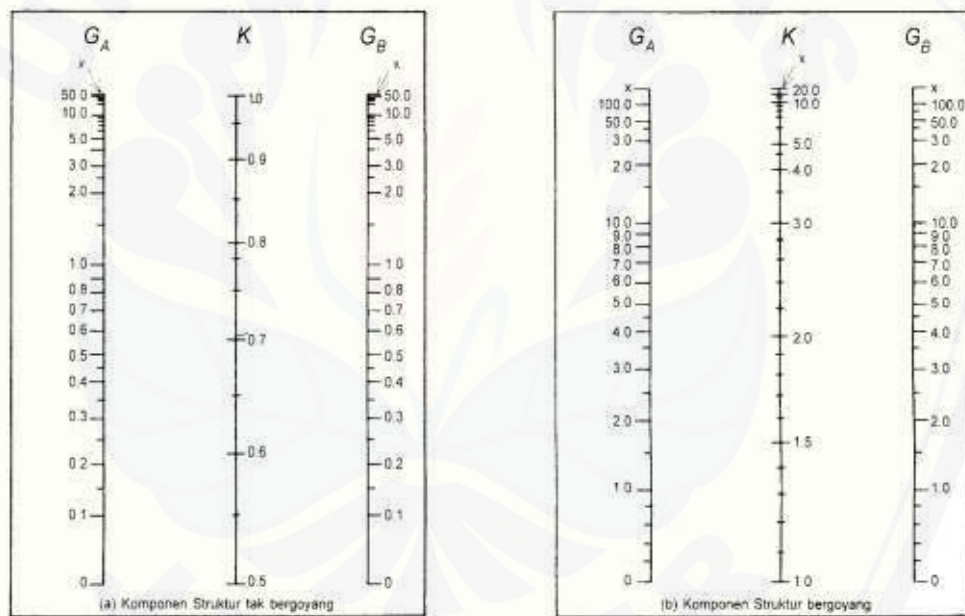
Gambar 2.6 Panjang tekuk untuk beberapa kondisi perletakan

Untuk suatu komponen struktur tekan yang merupakan bagian dari suatu struktur portal kaku, maka nilai k harus dihitung berdasarkan suatu nomogram. Struktur portal kaku dibagi menjadi 2, yaitu struktur portal kaku bergoyang dan struktur portal kaku tak bergoyang (goyangan dicegah dengan mekanisme kerja dari bresing) seperti pada gambar berikut:



Gambar 2.7 (a) Portal kaku bergoyang dan (b) tanpa goyangan

Nilai k untuk masing-masing sistem portal tersebut dapat dicari dengan nomogram berikut:



Gambar 2.8 Nomogram faktor panjang tekuk, k

Berdasarkan dari nomogram diatas diketahui bahwa nilai k merupakan fungsi dari G_A dan G_B yang merupakan perbandingan antara kekakuan komponen struktur yang dominan terhadap tekan (kolom) dengan kekakuan komponen struktur yang relatif bebas terhadap gaya tekan (balok). Nilai G ditetapkan berdasarkan persamaan:

$$G = \frac{\sum \left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum \left(\frac{I}{L}\right)_b} \dots\dots\dots (2.55)$$

dimana:

G = kekakuan komponen struktur terhadap tekan.

I = momen inersia komponen struktur, cm⁴.

L= panjang komponen struktur, cm⁴.

Persamaan 2.55 dapat dikecualikan untuk kondisi-kondisi berikut:

1. Untuk komponen struktur tekan yang dasarnya tidak terhubung secara kaku pada pondasi (contohnya tumpuan sendi), nilai G tidak boleh diambil kurang dari 10, kecuali dilakukan analisa secara khusus untuk mendapatkan nilai G tersebut.
2. Untuk komponen struktur tekan yang dasarnya terhubung secara kaku pada pondasi (tumpuan jepit), nilai G tidak boleh diambil kurang dari 1, kecuali dilakukan analisa secara khusus untuk mendapatkan nilai G tersebut.

c. Kuat tekan nominal

Tekuk global ditentukan oleh kelangsingan elemen penampang dan betuknya. Ada tiga perilaku tekuk, yaitu tekuk lentur, tekuk torsi dan tekuk lentur-torsi. Jika penampangnya tidak langsing maka tidak terjadi tekuk lokal, dan sebaliknya penampang langsing berisiko tekuk lokal terlebih dahulu. Karena tekuk terjadi pada kondisi elastis, sebelum leleh maka agar efisien perlu dipilih kolom penampang tidak langsing.

1) Tekuk lentur

Tekuk lentur yang dimaksud adalah fenomena tekuk global pada penampang dengan klasifikasi elemen tidak langsing.

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g \dots\dots\dots (2.56)$$

Tegangan kritis, F_{cr} dihitung sebagai berikut :

(a) $\frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{E/F_y}$ atau $\frac{F_y}{F_e} \leq 2,25$, tekuk inelastis, maka :

$$F_{cr} = \left(0,658 \frac{F_y}{F_e} \right) F_y \dots\dots\dots (2.57)$$

(b) $\frac{KL}{r} > 4,71 \sqrt{E/F_y}$ atau $\frac{F_y}{F_e} > 2,25$, tekuk elastis, maka :

$$F_{cr} = 0,877 F_e \dots\dots\dots (2.58)$$

Di mana F_e = tegangan tekuk Euler (elastis) sebagai berikut

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \dots\dots\dots (2.59)$$

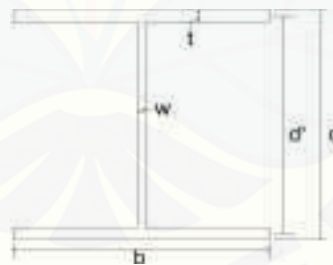
2) Tekuk torsi dan tekuk lentur-torsi

Fenomena tekuk, selain lentur ada lagi yaitu puntir (tekuk torsi), atau gabungan keduanya yaitu tekuk lentur-torsi. Biasa terjadi pada penampang dengan kekakuan torsi yang relatif kecil, atau pusat geser dan pusat beratnya tidak berhimpit.

$$F_e = \left[\frac{\pi^2 EC_w}{(K_z L)^2} + GJ \right] \frac{1}{I_x + I_y} \dots\dots\dots (2.60)$$

$$J = \frac{1}{3} (2bt^3 + d'w^3) \dots\dots\dots (2.61)$$

$$C_w = \frac{1}{24} (d')^2 b^3 t \dots\dots\dots (2.62)$$



Gambar 2.9 Parameter torsi profil simetri ganda (Gaylord-Gaylord 1972)

d. Desain Stabilitas

Intersaksi momen lentur dan gaya aksial pada penampang simetri ganda atau simetri tunggal dengan $0,1 \leq I_{yc}/I_y \leq 0,9$ yang momennya dapat dipaksa melentur pada sumbu simetrinya, harus memenuhi persamaan 2.63 dan 2.64. adapun I_{yc} adalah momen inersia sayap dengan tegangan desak terhadap sumbu y atau sumbu lemahnya. Persamaan interaksinya adalah :

(a) Jika $\frac{N_u}{\phi n_n} \geq 0,2$ maka :

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0 \dots\dots\dots (2.63)$$

(b) Jika $\frac{P_r}{P_c} < 0,2$ maka :

$$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0 \dots\dots\dots (2.64)$$

Di mana :

$P_r = P_u$ kuat aksial perlu elemen struktur, hasil analisa struktur rangka secara menyeluruh (global).

$P_c = \phi P_n$ kuat rencana elemen struktur.

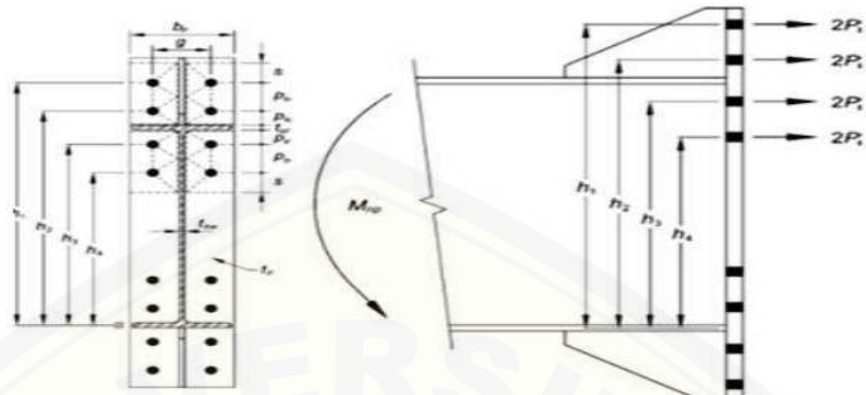
$M_r = M_u$ kuat lentur elemen, hasil analisis struktur yang telah memperhitungkan efek orde ke-2 atau efek P- Δ pada rangka secara menyeluruh (global).

$M_c = \phi M_n$ kuat rencana elemen struktur sebagai balok lentur.

2.4.5. Sambungan

a. Sambungan Balok-kolom

Perencanaan sistem sambungan balok-kolom yang mengacu pada peraturan AISC 358-10 ‘Prequalified Connectons’. Jenis sambungan yang bekerja pada balok-kolom adalah sambungan plat ujung diperluas dengan delapan baut seperti gambar 2.10 ;



Gambar 2.10 Desain Sambungan balok kolom sistem rangka pemikul momen

1) Momen di muka pelat (M_r)

Akumulasi nilai momen di muka kolom menurut AISC 358-10 adalah sebagai berikut :

$$M_r = M_{pr} + V_u L_p \dots\dots\dots (2.65)$$

Di mana ;

$$M_{pr} = C_{pr} \cdot R_y \cdot f_y \cdot Z_x \dots\dots\dots (2.66)$$

$$C_{pr} = \frac{f_y + f_u}{2f_y} \dots\dots\dots (2.67)$$

$$L_p = L_{st} + t_p \dots\dots\dots (2.68)$$

$$L' = L - d_c - 2L_p \dots\dots\dots (2.69)$$

$$V_u = \frac{2M_{pr}}{L'} + v \dots\dots\dots (2.70)$$

2) Diameter baut perlu

Menurut pasal 6.10-4 AISC 358-10, diameter baut yang diperlukan dalam sambungan diperluas delapan baut

$$d_{b \text{ req}} = \sqrt{\frac{2M_f}{\pi \theta_n (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)}} \dots\dots\dots (2.71)$$

di mana ;

$$h_1 = d_b + p_{fo} + p_b - t \cdot b_f / 2 \dots\dots\dots (2.72)$$

$$h_2 = d_b + p_{fo} - t \cdot b_f / 2 \dots\dots\dots (2.73)$$

$$h_3 = d_b - p_{fi} - t \cdot b_f - t \cdot b_f / 2 \dots\dots\dots (2.74)$$

$$h_4 = d_b - p_{fi} - p_b - t_{bf} - t_{bf}/2 \dots\dots\dots (2.75)$$

3) Kuat tarik baut

Menurut SNI 1729:2015 (J3.6), kuat tarik baut dapat diketahui dengan persamaan berikut :

$$R_n = F_n A_b \dots\dots\dots (2.76)$$

4) Tebal pelat ujung perlu

Menurut pasal 6.10-5 AISC 358-10, tebal pelat sambung yang diperlukan ($t_{p.req'd}$) dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$(t_{p.req'd}) = \sqrt{\frac{1,11 \cdot M_f}{\phi_d \cdot f_{yp} \cdot Y_p}} \dots\dots\dots (2.77)$$

$$Y_p = \frac{b_p}{2} \left[h_1 \left(\frac{1}{2d_e} \right) + h_2 \left(\frac{1}{p_{fo}} \right) + h_3 \left(\frac{1}{p_{fi}} \right) + h_4 \left(\frac{1}{s} \right) \right] + \frac{2}{g} \left[h_1 \left(d_e + \frac{p_b}{4} \right) + h_2 \left(p_{fo} + \frac{3p_b}{4} \right) + h_3 \left(p_{fi} + \frac{p_b}{4} \right) \right] + h_4 \left(s + \frac{3p_b}{4} \right) + g \dots\dots\dots (2.78)$$

$$s = \frac{1}{2} \sqrt{b_p \cdot g} \dots\dots\dots (2.79)$$

5) Gaya terfaktor pada sayap balok

Menurut AISC 358-10 (6.10-6) nilai gaya terfaktor (F_{fu}) yang bekerja pada sayap adalah:

$$F_{fu} = \frac{M_f}{d - t_{bf}} \dots\dots\dots (2.80)$$

6) Tebal dan panjang pelat pengaku

Akumulasi tebal pelat pengaku pada pelat ujung menurut pasal 6.10-60 AISC 358-10 adalah

$$t_{s,min} = t_{bw} \left(\frac{f_{yb}}{f_{ys}} \right) \dots\dots\dots (2.81)$$

7) Tahanan tumpu baut

Akumulasi kuat geser dari baut menurut SNI 1729:2015 adalah

$$R_n = 1,2 I_c t F_u \leq 2,4 d t F_u \dots\dots\dots (2.82)$$

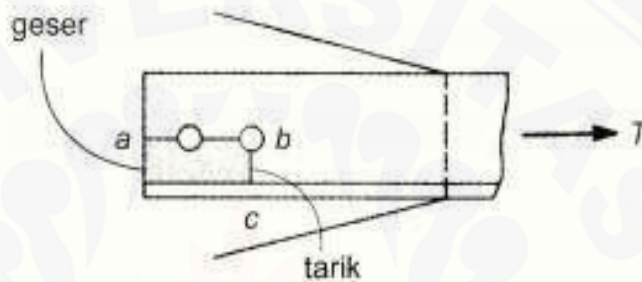
8) Kuat patah geser baut

Akumulasi kuat geser dari baut menurut SNI 1729:2015 adalah

$$R_n = F_n A_b \dots\dots\dots (2.83)$$

b. Sambungan balok-balok

Pengujian tahanan tarik terhadap elemen tipis seperti pelat baja diberi pengencang ditentukan oleh kondisi batas sobek atau dikenal dengan geser blok. Seperti yang digambarkan pada 2.11 profil dapat mengalami kegagalan sobek sepanjang daerah a,b,c.



Gambar 2.11 Keruntuhan akibat geser blok

Menurut SNI 1729:2015 tahanan nominal tarik dan keruntuhan yang diberikan geser blok adalah sebagai berikut :

$$R_n = \underbrace{0,6 F_u A_{nv}}_{\text{fraktur}} + U_{bs} F_u A_{nt} \leq \underbrace{0,6 F_y A_{gv}}_{\text{leleh}} + U_{bs} F_u A_{nt} \dots\dots\dots (2.84)$$

2.5. Biaya

2.5.1. Rencana Anggaran Biaya

Menurut Bachtiar (1993), anggaran biaya (Begrooting) suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan dan proyek tersebut. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

Tahapan menghitung anggaran biaya meliputi:

a. Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah adalah menghitung jumlah banyaknya pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut kubikasi pekerjaan. Jadi volume yang dimaksud dalam pengertian ini bukanlah volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah bagian pekerjaan dalam satu kesatuan.

b. Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Yang dimaksud dengan harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di setiap daerah berbeda-beda. Jadi dalam menghitung dan menyusun anggaran biaya suatu bangunan/proyek, harus berpedoman pada harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di pasaran dan lokasi pekerjaan.

c. Total Biaya

Menentukan harga keseluruhan dalam suatu proyek dapat dicari dengan mengalikan harga satuan pekerjaan dengan volume pekerjaan dalam proyek.

BAB 3. METODOLOGI

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan bersifat studi perencanaan. Hal yang erlu dipersiapkan dalam pengerjaan tugas ini adalah data-data yang menunjang proses perencanaan konstruksi yang berupa gambar bestet, denah pembalokan, data material struktur yang digunakan pada perencanaan sebelumnya serta data yang akan dilakukan sebagai kajian perencanaan berikutnya.

3.2. Alat dan bahan

3.2.1. Alat

Alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini ialah berupa software office, software analisa struktur dan software gambar 2D. Berikut meurpakan software yang digunakan guna mendukung penelitian ini;

- 1) Microsoft Office 2007
- 2) Autocad 2011
- 3) Software analisis struktur

3.2.2. Bahan

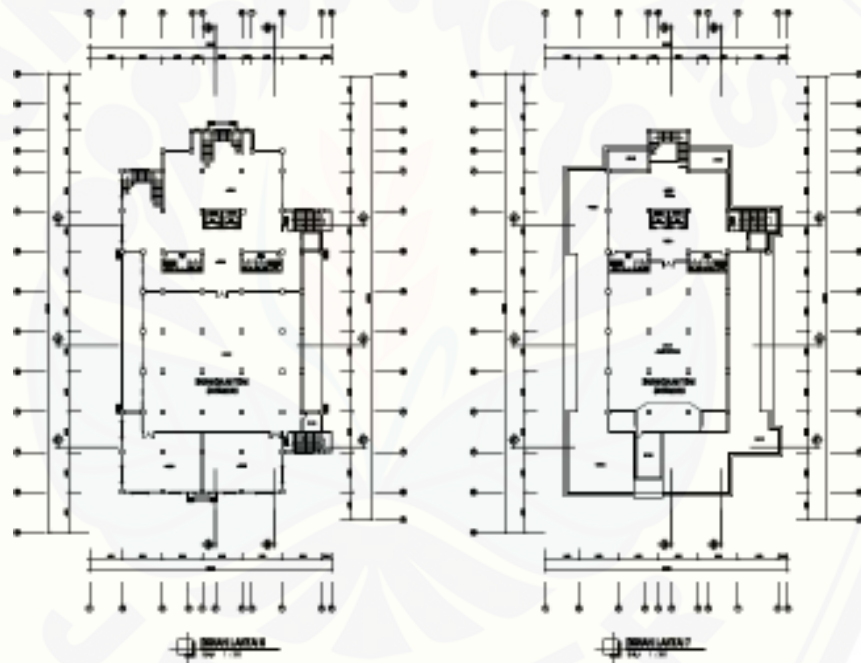
Hal yang perlu dipersiapkan dalam penelitian ini adalah melakukan pengumpulan data-data dan keterangan yang diperlukan sebagai hal yang dapat dikaji. Data-data yang digunakan adalah sejumlah hal yang berhubungan dengan pembangunan gedung pemerintahan kabupaten Bojonegoro terutama data yang berkaitan dengan analisa struktur gedung yaitu antara lain :

- 1) Gambar denah bangunan gedung
- 2) Mutu beton yang digunakan
- 3) Diameter dari kuat tarik tulangan yang digunakan

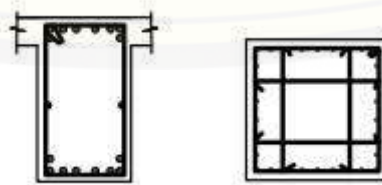
- 4) Kecepatan angin dasar
- 5) Lokasi proyek menurut peta persebaran gempa Indonesia

Berikut data meterial gedung serta gambar denah detail balok-kolom yang akan digunakan dalam perencanaan :

- 1) Mutu profil baja ; BJ 41 (f_y 250 Mpa; f_u 410 Mpa)
- 2) Mutu profil pelat sambung ; BJ 51 (f_y 410 Mpa; f_u 510 Mpa)
- 3) Mutu baut ; A 825
- 4) Mutu beton ; FC-280



Gambar 3.1 Denah gedung lantai 6 dan 7



Gambar 3.2 Detail balok dan kolom

3.3. Literatur

Guna melakukan suatu perencanaan dibutuhkan suatu literatur tetap yang dapat menjadi acuan perencanaan. Berikut merupakan literatur peraturan yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini :

- 1) SNI – 1729 – 2015 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung
- 2) SNI – 1727 – 2013 tentang Beban Minimum Untuk Perencanaan Gedung dan Struktur Lain
- 3) SNI – 1726 – 2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung
- 4) Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung tahun 1983 (PPIUG 1983)

3.4. Metodologi Penelitian

3.4.1. Kerangka Penelitian

- 1) Pengumpulan Data
Mengumpulkan data penunjang perencanaan gedung.
- 2) Perencanaan Pelat Lantai, Pelat Atap dan Tangga
Melakukan perhitungan untuk memperoleh ukuran tulangan yang diperlukan.
- 3) Penentuan Dimensi Awal Balok dan Kolom
Menentukan dimensi awal tipe profil baja pada struktur kolom dan balok.
- 4) Pembebanan Struktur
Melakukan perhitungan pembebanan struktur yang meliputi beban gravitasi, beban angin, hujan dan beban gempa dinamik yang bekerja terhadap bangunan.
- 5) Analisis Struktur
Melakukan pemodelan struktur gedung dengan menggunakan software untuk mendapatkan nilai gaya dalam.

6) Kontrol Penampang Balok Kolom

Melakukan kontrol design pada penampang pelat, balok dan kolom terhadap gaya yang bekerja. Hal-hal yang menjadi kontrol dalam pelaksanaan perencanaan ini adalah :

- (a) Tegangan lentur balok dan kolom baja lebih besar dari tegangan lentur yang bekerja ($\phi M_n > M_u$)
- (b) Tegangan geser balok dan kolom baja lebih besar dari tegangan geser yang bekerja ($\phi V_n > V_u$)
- (c) Tegangan aksial kolom baja lebih besar dari tegangan aksial kolom yang bekerja ($\phi N_n > N_u$)

7) Perhitungan Sambungan

Perencanaan sambungan mencakup sambungan geser atau shear connector pada balok dan sambungan balok kolom.

8) Kontrol Penampang Sambungan

Melakukan kontrol design pada penampang sambungan seismic pada balok-kolom. Hal-hal yang menjadi kontrol dalam pelaksanaan perencanaan ini adalah :

- (a) Tegangan lentur nominal balok lebih besar dari tegangan lentur pelat muka balok. ($\phi M_n > M_f$)
- (b) Tegangan tekuk pada pelat pengaku

9) Perhitungan Volume Struktur Atas Gedung

Melakukan perhitungan volume struktur atas gedung pada bangunan baja dan bangunan beton.

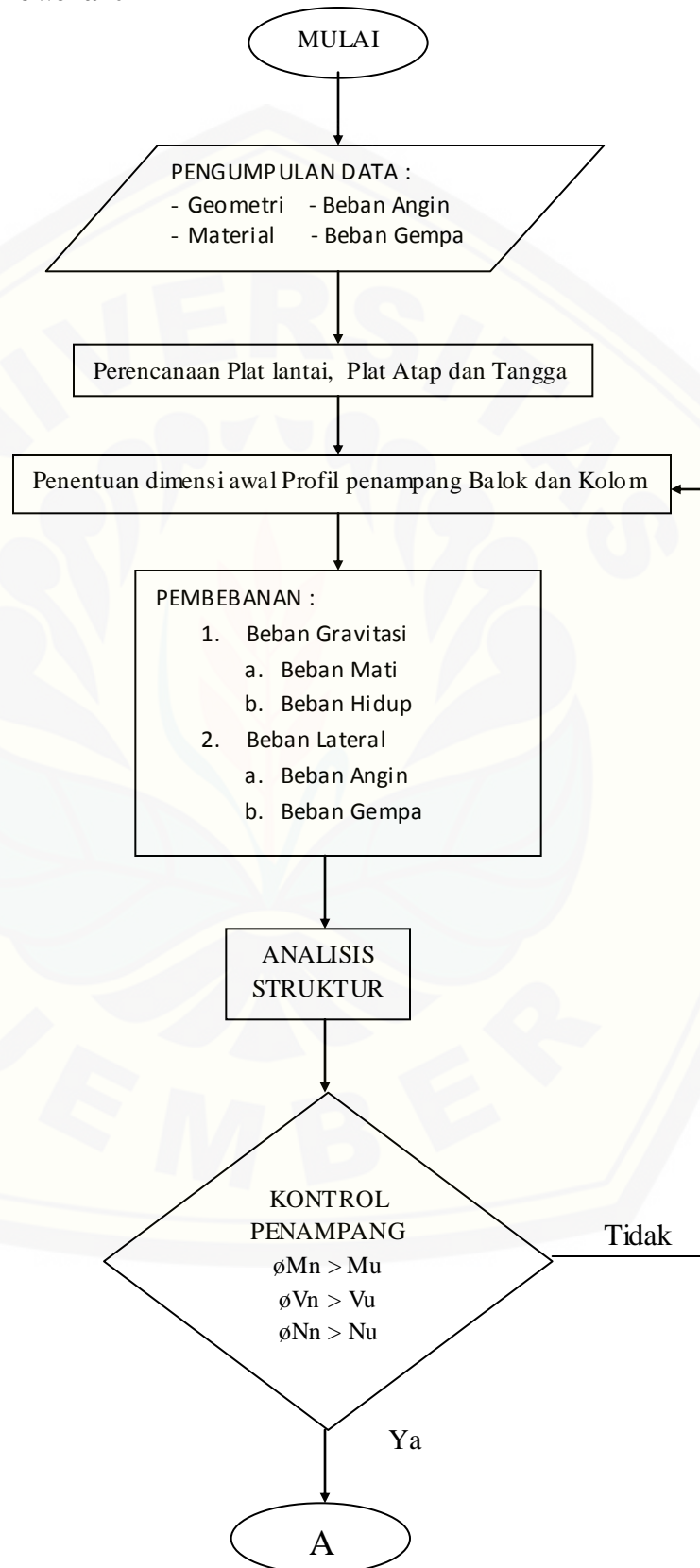
10) Gambar

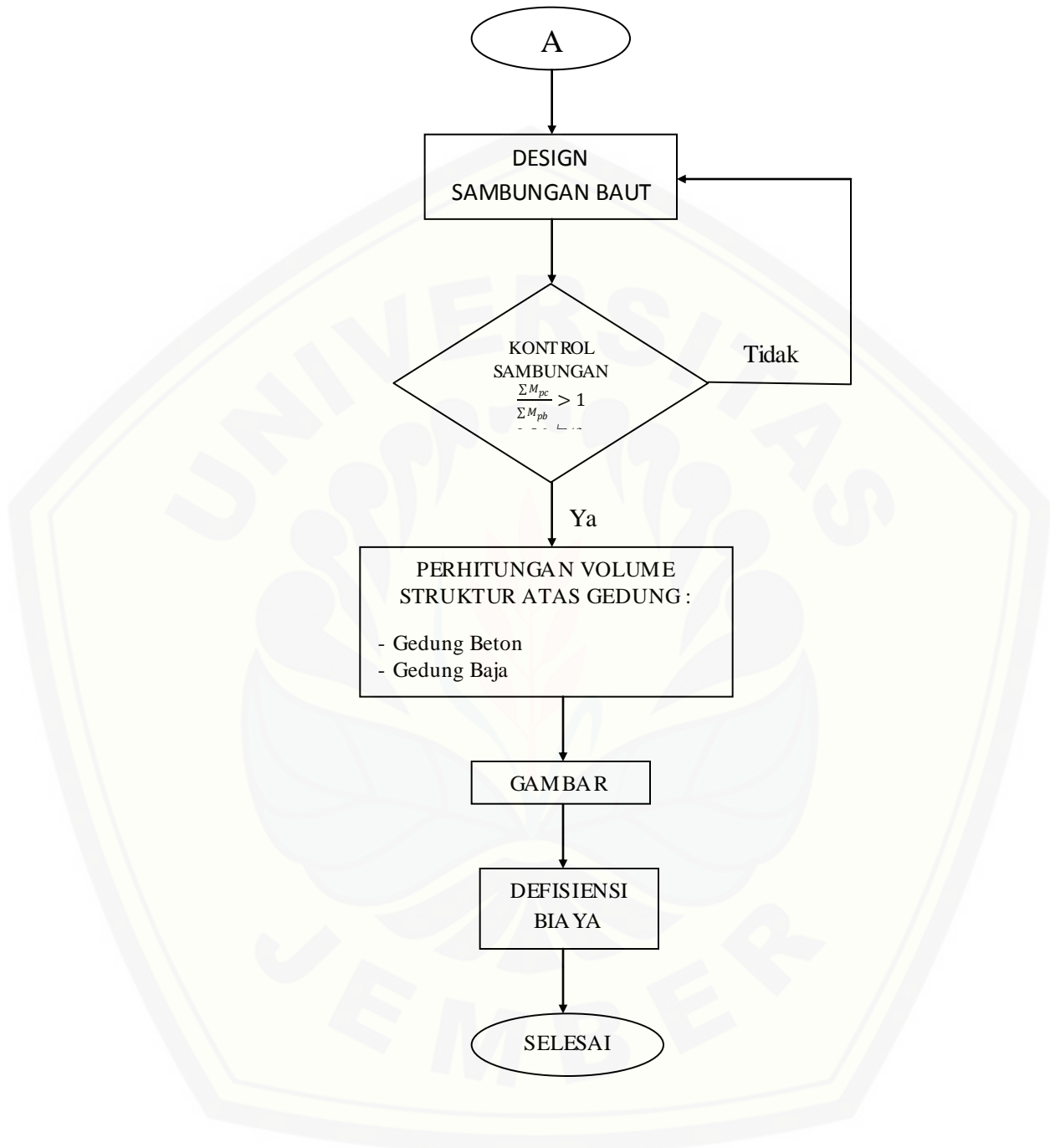
Melakukan penggambaran design akhir dari perencanaan gedung baja.

11) Defisiensi Biaya

Menghitung nilai defisiensi biaya bangunan baja terhadap bangunan beton.

3.4.2. Diagram Flowchart





Gambar 3.3 Flowchart pengerjaan tugas akhir

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa dalam perencanaan struktur gedung pemerintahan kabupaten bojonegoro direncanakan profil baja WF 400.300.10.16 sebagai balok induk (BI), WF 300.200.9.14 sebagai balok anak 1 (Ba1), WF 250.175.7.11 sebagai balok anak 2 (Ba2), WF 400.400.11.18 sebagai kolom utama (K1) dan WF 250.250.14.14 sebagai kolom tangga. Setelah diketahui seluruh penampang profil pada bangunan baja, dilakukan perhitungan tonase pada bangunan beton diperoleh nilai $3.229,971 \text{ m}^3$, sedangkan tonase pada bangunan baja diperoleh nilai 818.356,802 Kg. masing-masing tonase bangunan beton dan baja akan dijumlahkan dengan biaya pekerjaan yang diperoleh dari perhitungan analisis harga satuan. Maka berdasarkan SNI 7832-2012 diperoleh hasil biaya struktur beton sebesar Rp. 13.624.934.131,79,- sementara biaya struktur bangunan baja diperoleh hasil sebesar Rp. 10.714.080.188,16,-. Biaya total struktur utama yang bisa direduksi dengan struktur rangka baja sebesar Rp. 2.910.853.950,- dan nilai defisiensi biaya nya 21,36%.

5.2 Saran

Untuk pemyempurnaan dan hasil yang lebih akurat, dapat dikembangkan dengan menambahkan perhitungan biaya struktur bawah gedung pemerintahan Kabupaten Bojonegoro.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustia, Evi. 2014. Redesain Gedung Mess Pemerintah Kota Sabang Menggunakan Rangka Baja Sebagai Struktur Utama. Skripsi, Universitas Syiah Kuala Darussalam, Banda Aceh.
- American National Standart. 2016. Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frame for Seismic Applications. American Institute of Steel Construction.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 7394-2008, Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Untuk Konstruksi Gedung Dan Perumahan. Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI 1726-2012, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung. Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI 7832-2012, Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Beton Pracetak Untuk Konstruksi Bangunan Gedung. Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. SNI 1727-2013, Beban Minimum Untuk Perencanaan Gedung dan Struktur Lain. Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. SNI 2847-2013, Persyaratan Beton struktural Untuk Bangunan Gedung. Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 1729-2015, Tata Cara perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung. Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2011. Desain Spektra Indonesia. http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/, 2 Oktober 2015

- Dewabroto, Wiryanto. 2013. Komputer Rekayasa Struktur dengan SAP2000. Jakarta: Lumina Press.
- Dewabroto, Wiryanto. 2015. Struktur Baja Perilaku, Analisis & Desain – AISC 2010. Jakarta: Lumina Press.
- Hariyanto, Agus. 2011. Analisis Kinerja Struktur pada Bangunan Bertingkat Tidak Beraturan Dengan Analisis Dinamik Menggunakan Metode Analisis Respon Spektrum. Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Ibrahim, Bachtiar. 1993. Rencana Dan Estimate Real of Cost. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kh, V Sunggono. 1995. Buku Teknik Sipil. Bandung. Nova.
- Phiegiarto, F. Dan Tjanniadi, J.E. 2015. Perencanaan Elemen Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729:2015. Skripsi, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Setiawan, agus. 2008. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD(Sesuai SNI 03-1729-2002). Semarang. Erlangga.
- Setiawan, Haris Budi. 2015. Perencanaan struktur Baja Komposit pada Gedung Hotel-Q Denpasar Bali dengan Sistem Rangka Pemikul Momen. Skripsi, Universitas Jember, Jember.
- Soemakarya, Ahmad Amanu Surya Dan Surbakti, Besman. 2015. Perencanaan Struktur Baja pada Bangunan Refinery dan Fraksinasi Sembilan Lantai. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Utomo, Junaedi. 2008. Sambungan Momen Seismik Plat Ujung pada SRPMK Dengan Kolom Dalam. Skripsi, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Uy,B. 2007. Modern design, construction and maintenance of steel concrete structures: Australian experiences. University of Western Sydney, Sydney.

A. Data Perhitungan Pelat Lantai dan Pelat Tangga

Berikut tabel rekapitulasi perhitungan pelat lantai :

Tipe Pelat	Penulangan		
	Arah X	Arah Y	Bagi
A	D10-200	D10-200	D10-400
B	D10-200	D10-200	D10-400
C	D10-200	D10-200	D10-400

Berikut tabel rekapitulasi perhitungan penulangan pelat tangga :

Komponen	Penulangan		
	Lapangan	Tumpuan	Bagi
Tangga	D13-150	D13-200	D10-350
Bordes	D10-160	D10-200	D10-350

B. Validasi Data Etabs

Berdasarkan analisis struktur menggunakan program Komputer Etabs digunakan nilai P_u kolom terbawah sebagai cek validasi, dengan $P_u = 151999$ kg. Perhitungan beban manual pada kolom terbawah:

Beban Atap:

Beban mati

Balok	=	(4 + 8)	x	105	=	1260	kg
Pelat	=	4 x 8	x	0.08 x 2400	=	6144	kg
Spesi	=	4 x 8	x	21	=	672	kg
Plafond +Penggantung	=	4 x 8	x	18	=	576	kg
Total (D)					=	8548	kg

Beban hidup

Beban guna	=	4	x	8	x	100	=	3200	kg
Beban hujan	=	4	x	8	x	50	=	1600	kg
								Total (L)	= 4800 kg

Beban Lantai:

Beban mati

Kolom	=	4	x	147	=	588	kg				
Balok	=	(4 + 8)	x	105	=	1260	kg				
Pelat	=	4	x	8	x	0,08	x	2400	=	6144	kg
Spesi	=	4	x	8	x	21	=	672	kg		
Keramik	=	4	x	8	x	24	=	768	kg		
Plafond +Penggantung	=	4	x	8	x	18	=	576	kg		
Dinding	=	4	x	8	x	4	x	250	=	1200	kg
								Total (D)	= 19420	kg	
								Total lantai 2-6	= 97100	kg	

Beban hidup

Beban guna	=	4	x	8	x	244,1	=	2929,2	kg	
								Total (L)	= 2929,2	kg
								Total lantai 2-6	= 14646	Kg

$$\begin{aligned} \text{Total Beban Mati} &= 8548 + 97100 \\ &= 105648 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban Hidup} &= 4800 + 14646 \\ &= 19446 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban terfaktor

$$\begin{aligned} P_u &= 1,2 D & + & 1,6 L \\ &= 1,2 \times 105648 & + & 1,6 \times 19446 \\ &= 157891,2 & \text{kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Validasi} &= \frac{157891,2 - 151999}{151999} \times 100\% \\ &= 3,8765\% < 10\% \quad \text{OK!} \end{aligned}$$

C. Data Perencanaan Profil Balok

1. Hasil perhitungan kontrol penampang profil balok :

Tipe Balok	Profil Balok	Komponen	Rasio lebar-tebal (λ)	Batas		Kontrol
				Kompak (λ_p)	Non-Kompak (λ_r)	
BI	Wide Flange (WF)	Sayap	9,38	10,75	28,28	Kompak
	400.300.10.16	Badan	31,40	106,35	161,22	Kompak
BA1	Wide Flange (WF)	Sayap	8,93	10,75	28,28	Kompak
	300.200.9.14	Badan	30,22	106,35	161,22	Kompak
BA2	Wide Flange (WF)	Sayap	7,95	10,75	28,28	Kompak
	250.175.7.11	Badan	27,14	106,35	161,22	Kompak

2. Hasil perhitungan kontrol Geser

Tipe Balok	Profil Balok	Gaya Geser (V_u) (kg)	Batas	Kontrol
			ϕV_n (kg)	
BI	WF 400.300.10.16	12.162,35	44.193	Ok
BA1	WF 300.200.9.14	10.964,27	33.048	Ok
BA2	WF 250.175.7.11	6.981,03	17.955	Ok

3. Hasil perhitungan kontrol lendutan balok:

Tipe Balok	Lendutan Maksimum (cm)	Lendutan	Kontrol
		Batas (cm)	
BI	2,00	2,22	OK
BA1	1,89	2,22	OK
BA2	0,39	2,22	OK

4. Hasil perencanaan penghubung geser:

Tipe Balok	Profil Balok	Bentang (m)	Jumlah	Jarak
			Stud	Antar Stud (mm)
BI	WF 400.300.10.16	8	56	300
BA1	WF 300.200.9.14	8	44	380
BA2	WF 250.175.7.11	4	24	330

D. Data Perencanaan Profil Kolom

1. Hasil kontrol kelangsingan penampang:

Tipe Kolom	Profil Kolom	Komponen	Rasio lebar-tebal (λ)	Batas Elemen Non-langsing (λ_r)	Kontrol
K1	Wide Flange (WF) 400.400.11.18	Sayap	11,05	16,17	Non-langsing
		Badan	28,55	43,01	Non-langsing
K2	Wide Flange (WF) 250.250.14.14	Sayap	9,11	15,84	Non-langsing
		Badan	13,57	42,14	Non-langsing

2. Hasil kontrol geser kolom:

Tipe Balok	Profil Balok	Gaya Geser (V_u) (Kg)	Batas	Kontrol
			ϕV_n (Kg)	
K1	WF 400.400.11.18	12.162,35	44.763,83	Ok
K2	WF 250.250.14.14	6.981,03	17.955	Ok

3. Hasil kontrol kombinasi lentur aksial

Tipe Kolom	Profil Kolom	Kombinasi Lentur dan Aksial	Batas	Kontrol
K1	WF 400.400.11.18	0,87	1,00	Ok
K2	WF 250.250.14.14	0,55	1,00	Ok

E. Data Perencanaan Sambungan Balok Kolom

1. Hasil perhitungan pelat ujung dan pelat pengaku:

Sambungan	t_p (mm)	t_s (mm)	h_{st} (mm)	L_{st} (mm)	S_h (mm)
K1-BI	27	12	135	333,8	345,5
K1-BA1	25	9	135	333,8	289,54
K2-BA2	24	6	135	333,8	257,54

2. Hasil kontrol tahanan tumpu baut:

Sambungan	ϕR_n (ton)	Batas	Kontrol
		V_u' (ton)	
K1-BI	90,84	29,35	OK
K1-BA1	72,47	24,96	OK
K2-BA2	63,32	14,01	OK

3. Hasil kontrol kuat geser baut:

Sambungan	ϕR_n (ton)	Batas	Kontrol
		V_u' (ton)	
K1-BI	251,75	29,35	OK
K1-BA1	184,50	24,96	OK
K2-BA2	109,96	14,01	OK

4. Hasil kontrol rasio momen pelat ujung :

Sambungan	MP_c (ton.m)	MP_b (ton.m)	Rasio	Batas	Kontrol
K1-BI	79,78	69,67	1,15	1	OK
K1-BA1	79,78	43,90	1,82	1	OK
K2-BA2	26,49	10,97	2,41	1	OK

E. Data Perhitungan Sambungan Antar Balok

1. Hasil perhitungan tumpu dan geser baut:

Sambungan	Tumpu	Geser	ØRn pakai (ton/baut)
	ØRn (ton/baut)	ØRn (ton/baut)	
BI - BA1	11,21	16,53	11,21
BI - BA2	8,27	16,53	8,27
BA1 - BA2	7,08	16,53	7,08

2. Konfigurasi sambungan antar balok:

Sambungan	s (mm)	s ₁ (mm)	t _{p min} (mm)	h _p (mm)	b _p (mm)	Profil pelat sambungan
BI - BA1	75	30	9	210	60	L 60.60.10
BI - BA2	75	30	7	210	60	L 60.60.8
BA1 - BA2	75	30	6	135	60	L 60.60.6

3. Hasil perhitungan kontrol geser blok:

Sambungan	ØTn (ton)	Batas	Kontrol
		Pu (ton)	
BI - BA1	34,67	33,61	OK
BI - BA2	21,37	17,82	OK
BA1 - BA2	10,02	9,50	OK

F. Perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Gedung Pemkab Bojonegoro

Daftar Harga Analisa Harga Satuan Pekerjaan Gedung Pemkab Bojonegoro

Beton siap pakai (Ready Mix), Volume 1 m³, mutu f_c' = 28 MPa (≈K 350)
SNI 7832:2012

Bahan					
Ready mix k 350	M3	1	1,184,500	1184500	

membuat 1m3 lantai kerja beton mutu $f'c=7,4$ MPa
SNI 7394:2008

Bahan					
Semen Portland	Kg	230	1525	350750	
Pasir Beton	Kg	893	200	178600	
Kerikil	Kg	1027	130	133510	
Air	Liter	200	250	50000	
					712860

Membuat 1 m2 bekisting untuk pelat beton pracetak
SNI 7832:2012

Bahan					
Lantai Kerja tebal 10 cm	m3	0.008	712860	5702.88	
Kaso 5/7 triplek Phenol film 12 mm	m3	0.005	8000000	40000	
Minyak Bekisting	Lbr	0.08	200000	16000	
Dynabolt D 12 (10-15) cm	Ltr	0.2	13000	2600	
	bh	3.882	8000	31056	
					95358.88

membuat 1 m2 bekisting untuk balok beton pracetak
SNI 7832:2012

Bahan					
Kaso 5/7 triplek phenol flm 12 mm	m3	0.005	8000000	40000	
paku (5-7) cm	Lbr	0.043	200000	8600	
minyak bekisting	kg	0.046	17000	782	
dynabolt D 12 (10-15) cm	Ltr	0.2	13000	2600	
	bh	0.693	8000	5544	
					57526

Membuat 1 m2 bekisting untuk kolom beton pracetak
SNI 7832:2012

Bahan				
Kaso 5/7	m3	0.004	8000000	32000
triplek phenol flm 12 mm	Lbr	0.048	200000	9600
paku (5-7) cm	kg	0.046	17000	782
minyak bekisting	Ltr	0.2	13000	2600
dynabolt D 12 (10-15) cm	bh	0.693	8000	5544
				50526

Pembesian 10 kg dengan besi polos atau besi ulir
SNI 7394:2008

Bahan				
Besi Beton (polos/ulir)	Kg	10.5	18000	189000
Kawat Beton	Kg	0.15	18000	2700
				191700

memasang 1 kg jaring kawat
baja/wiremesh

bahan				
Jaring Kawat Baja dilas	Kg	1.02	27000	27540
Kawat Beton	Kg	0.1	18000	1800
				29340

Analisa untuk 1 komponen kolom beton pracetak 1m3
SNI 7832:2012

bahan				
Beton	m3	0.42	1184500	497490
Baja tulangan	kg	315	19170	6038550
bekisting	m2	4.48	50526	226356.5
				6762396

Analisa untuk 1 komponen balok beton pracetak 1m3
SNI 7832:2012

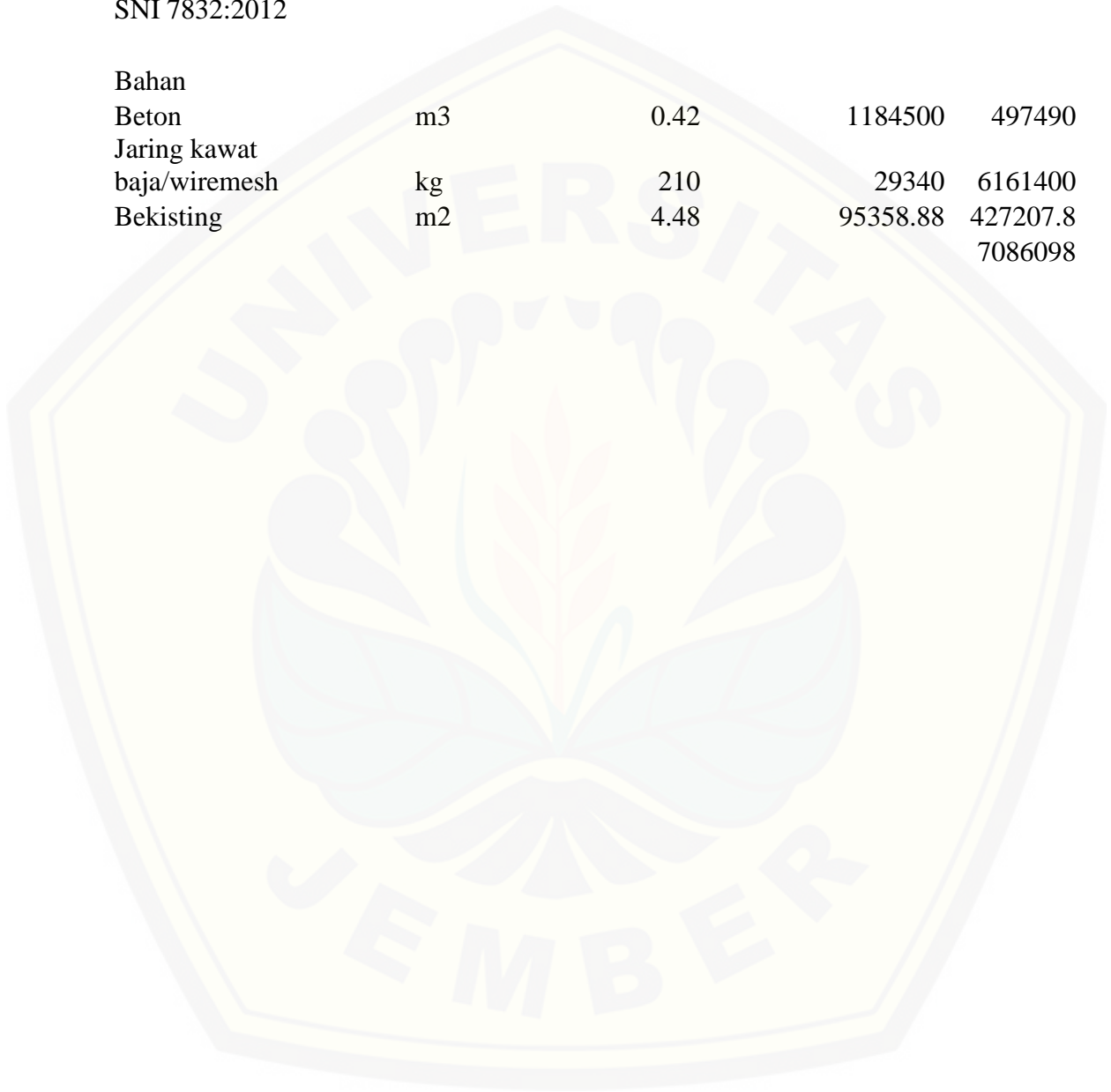
Bahan				
Beton	m3	0.42	1184500	497490
Baja tulangan	kg	210	19170	4025700

Bekisting	m2	4.48	57526	257716.5 4780906
-----------	----	------	-------	---------------------

Analisa untuk 1 komponen pelat beton pracetak 1m3
SNI 7832:2012

Bahan

Beton	m3	0.42	1184500	497490
Jaring kawat baja/wiremesh	kg	210	29340	6161400
Bekisting	m2	4.48	95358.88	427207.8 7086098



G. Pekerjaan Struktur Baja

I	PEKERJAAN LANTAI 1					
1	Pekerjaan Balok (B1)					
	Balok Baja	75,348.356	Kg	Rp	9,900.00	745,948,724.40
2	Pekerjaan Balok (BA1)					
	Balok Baja	18,480.830	Kg	Rp	9,900.00	182,960,217.00
3	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm					
	Beton fc' 28 Mpa	149.040	m3	Rp	1,184,500.00	176,537,880.00
	Bekisting	1,242.000	m2	Rp	95,358.88	118,435,728.96
	Pembesian	3,045.638	Kg	Rp	29,340.00	89,359,018.92
						384,332,627.88
4	Pekerjaan Kolom (K1)					
	Kolom Baja	32,928.164	Kg	Rp	9,900.00	325,988,823.60
						1,639,230,392.88

II	PEKERJAAN LANTAI 2					
1	Pekerjaan Balok (B1)					
	Balok Baja	75,348.356	Kg	Rp	9,900.00	745,948,724.40
2	Pekerjaan Balok (BA1)					
	Balok Baja	18,480.830	Kg	Rp	9,900.00	182,960,217.00
3	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm					
	Beton fc' 28 Mpa	149.040	m3	Rp	1,184,500.00	176,537,880.00
	Bekisting	1,242.000	m2	Rp	95,358.88	118,435,728.96
	Pembesian	3,045.638	Kg	Rp	29,340.00	89,359,018.92
						384,332,627.88
4	Pekerjaan Kolom (K1)					
	Kolom Baja	32,928.164	Kg	Rp	9,900.00	325,988,823.60
						1,639,230,392.88

III	PEKERJAAN LANTAI 3					
1	Pekerjaan Balok (BI) Balok Baja	75.348,356	Kg	Rp	9.900,00	745.948.724,40
2	Pekerjaan Balok (BA1) Balok Baja	18.480,830	Kg	Rp	9.900,00	182.960.217,00
3	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm					
	Beton fc' 28 Mpa	149,040	m3	Rp	1.184.500,00	176.537.880,00
	Bekisting	1.242,000	m2	Rp	95.358,88	118.435.728,96
	Pembesian	3.045,638	Kg	Rp	29.340,00	89.359.018,92
						384.332.627,88
4	Pekerjaan Kolom (K1) Kolom Baja	32.928,164	Kg	Rp	9.900,00	325.988.823,60
						1.639.230.392,88

IV	PEKERJAAN LANTAI 4					
1	Pekerjaan Balok (BI) Balok Baja	60.390,488	Kg	Rp	9.900,00	597.865.831,20
2	Pekerjaan Balok (BA1) Balok Baja	16.722,700	Kg	Rp	9.900,00	165.554.730,00
3	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm					
	Beton fc' 28 Mpa	141,480	m3	Rp	1.184.500,00	167.583.060,00
	Bekisting	1.179,000	m2	Rp	95.358,88	112.428.119,52
	Pembesian	2.891,149	Kg	Rp	29.340,00	84.826.311,66
						364.837.491,18
4	Pekerjaan Kolom (K1) Kolom Baja	32.056,000	Kg	Rp	9.900,00	317.354.400,00
						1.445.612.452,38

V	PEKERJAAN LANTAI 5					
1	Pekerjaan Balok (BI) Balok Baja	60.390,488	Kg	Rp	9.900,00	597.865.831,20
2	Pekerjaan Balok (BA1) Balok Baja	16.722,700	Kg	Rp	9.900,00	165.554.730,00
3	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm					
	Beton fc' 28 Mpa	141,480	m3	Rp	1.184.500,00	167.583.060,00
	Bekisting	1.179,000	m2	Rp	95.358,88	112.428.119,52
	Pembesian	2.891,149	Kg	Rp	29.340,00	84.826.311,66
						364.837.491,18
4	Pekerjaan Kolom (K1) Kolom Baja	32.056,000	Kg	Rp	9.900,00	317.354.400,00
						1.445.612.452,38

VI	PEKERJAAN LANTAI 6					
1	Pekerjaan Balok (BI)					
	Balok Baja	60.390,488	Kg	Rp	9.900,00	597.865.831,20
2	Pekerjaan Balok (BA1)					
	Balok Baja	16.722,700	Kg	Rp	9.900,00	165.554.730,00
3	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm					
	Beton fc' 28 Mpa	141,480	m3	Rp	1.184.500,00	167.583.060,00
	Bekisting	1.179,000	m2	Rp	95.358,88	112.428.119,52
	Pembesian	2.891,149	Kg	Rp	29.340,00	84.826.311,66
						364.837.491,18
4	Pekerjaan Kolom (K1)					
	Kolom Baja	32.056,000	Kg	Rp	9.900,00	317.354.400,00
						1.445.612.452,38

VII	PEKERJAAN LANTAI 7					
1	Pekerjaan Balok (BI)					
	Balok Baja	60.390,488	Kg	Rp	9.900,00	597.865.831,20
2	Pekerjaan Balok (BA1)					
	Balok Baja	16.722,700	Kg	Rp	9.900,00	165.554.730,00
3	Pekerjaan Balok (BA2)	1.408,000	Kg	Rp	9.900,00	13.939.200,00
4	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm					
	Beton fc' 28 Mpa	141,480	m3	Rp	1.184.500,00	167.583.060,00
	Bekisting	1.179,000	m2	Rp	95.358,88	112.428.119,52
	Pembesian	2.891,149	Kg	Rp	29.340,00	84.826.311,66
						364.837.491,18
5	Pekerjaan Kolom (K1)					
	Kolom Baja	32.056,000	Kg	Rp	9.900,00	317.354.400,00
						1.459.551.652,38

Pekerjaan Struktur Beton

I	PEKERJAAN LANTAI 1				
1	Pekerjaan Balok (B1)				
	Beton fc'28 MPa	180,320	m3	Rp 1.184.500,00	213.589.040,00
	Bekisting	747,440	m2	Rp 57.526,00	42.997.233,44
	Pembesian	31.443,944	Kg	Rp 19.170,00	602.780.406,48
					859.366.679,92
2	Pekerjaan Balok (BA1)				
	Beton fc' 28 Mpa	36,105	m3	Rp 1.184.500,00	42.766.372,50
	Bekisting	231,322	m2	Rp 57.526,00	13.307.029,37
	Pembesian	5.872,839	Kg	Rp 19.170,00	112.582.323,63
					168.655.725,50
3	Pekerjaan Balok (B2)				
	Beton fc' 28 Mpa	22,680	m3	Rp 1.184.500,00	26.864.460,00
	Bekisting	94,360	m2	Rp 57.526,00	5.428.153,36
	Pembesian	4.437,666	Kg	Rp 19.170,00	85.070.057,22
					117.362.670,58
4	Pekerjaan Balok (B3)				
	Beton fc' 28 Mpa	3,008	m3	Rp 1.184.500,00	3.562.976,00
	Bekisting	13,184	m2	Rp 57.526,00	758.422,78
	Pembesian	492,334	Kg	Rp 19.170,00	9.438.042,78
					13.759.441,56
5	Pekerjaan Balok (BA3)				
	Beton fc' 28 Mpa	3,000	m3	Rp 1.184.500,00	3.553.500,00
	Bekisting	23,000	m2	Rp 57.526,00	1.323.098,00
	Pembesian	487,980	Kg	Rp 19.170,00	9.354.576,60
					14.231.174,60
6	Pekerjaan Balok (C1)				
	Beton fc' 28 Mpa	0,840	m3	Rp 1.184.500,00	994.980,00
	Bekisting	3,880	m2	Rp 57.526,00	223.200,88
	Pembesian	146,478	Kg	Rp 19.170,00	2.807.983,26
					4.026.164,14

7	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type B)				
	Beton fc' 28 Mpa	149,040	m3	Rp 1.184.500,00	176.537.880,00
	Bekisting	1.242,000	m2	Rp 95.358,88	118.435.728,96
	Pembesian	3.045,638	Kg	Rp 19.170,00	58.384.880,46
					353.358.489,42
8	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type B1)				
	Beton fc' 28 Mpa	24,471	m3	Rp 1.184.500,00	28.985.899,50
	Bekisting	203,925	m2	Rp 95.358,88	19.446.059,60
	Pembesian	625,082	Kg	Rp 19.170,00	11.982.821,94
					60.414.781,04
9	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type C)				
	Beton fc' 28 Mpa	5,016	m3	Rp 1.184.500,00	5.941.452,00
	Bekisting	32,800	m2	Rp 95.358,88	3.127.771,26
	Pembesian	182,210	Kg	Rp 19.170,00	3.492.965,70
					12.562.188,96
10	Pekerjaan Kolom (K1)				
	Beton fc' 28 Mpa	129,600	m3	Rp 1.184.500,00	153.511.200,00
	Bekisting	864,000	m2	Rp 50.526,00	43.654.464,00
	Pembesian	6.773,400	Kg	Rp 19.170,00	129.846.078,00
					327.011.742,00
11	Pekerjaan Kolom (KL)				
	Beton fc' 28 Mpa	5,600	m3	Rp 1.184.500,00	6.633.200,00
	Bekisting	56,000	m2	Rp 50.526,00	2.829.456,00
	Pembesian	940,016	Kg	Rp 19.170,00	18.020.106,72
					27.482.762,72
12	Pekerjaan Kolom (KB)				
	Beton fc' 28 Mpa	7,697	m3	Rp 1.184.500,00	9.117.096,50
	Bekisting	43,982	m2	Rp 50.526,00	2.222.234,53
	Pembesian	1.329,900	Kg	Rp 19.170,00	25.494.183,00
					36.833.514,03
					1.995.065.334,49

II	PEKERJAAN LANTAI 2				
1	Pekerjaan Balok (B1)				
	Beton fc' 28 Mpa	155,680	m3	Rp 1.184.500,00	184.402.960,00
	Bekisting	645,360	m2	Rp 57.526,00	37.124.979,36
	Pembesian	27.147,256	Kg	Rp 19.170,00	520.412.897,52
					741.940.836,88
2	Pekerjaan Balok (BA1)				
	Beton fc' 28 Mpa	28,305	m3	Rp 1.184.500,00	33.527.272,50
	Bekisting	181,402	m2	Rp 57.526,00	10.435.331,45
	Pembesian	4.604,091	Kg	Rp 19.170,00	88.260.424,47
					132.223.028,42
3	Pekerjaan Balok (B2)				
	Beton fc' 28 Mpa	21,840	m3	Rp 1.184.500,00	25.869.480,00
	Bekisting	90,880	m2	Rp 57.526,00	5.227.962,88
	Pembesian	4.273,308	Kg	Rp 19.170,00	81.919.314,36
					113.016.757,24
4	Pekerjaan Balok (BA3)				
	Beton fc' 28 Mpa	1,700	m3	Rp 1.184.500,00	2.013.650,00
	Bekisting	13,120	m2	Rp 57.526,00	754.741,12
	Pembesian	286,994	Kg	Rp 19.170,00	5.501.674,98
					8.270.066,10
5	Pekerjaan Balok (C1)				
	Beton fc' 28 Mpa	2,464	m3	Rp 1.184.500,00	2.918.608,00
	Bekisting	10,608	m2	Rp 57.526,00	610.235,81
	Pembesian	429,669	Kg	Rp 19.170,00	8.236.754,73
					11.765.598,54
6	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type B)				
	Beton fc' 28 Mpa	128,376	m3	Rp 1.184.500,00	152.061.372,00
	Bekisting	1.069,800	m2	Rp 95.358,88	102.014.929,82
	Pembesian	2.623,368	Kg	Rp 19.170,00	50.289.964,56
					304.366.266,38

7	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type B1)				
	Beton fc' 28 Mpa	29,052	m3	Rp 1.184.500,00	34.412.094,00
	Bekisting	242,100	m2	Rp 95.358,88	23.086.384,85
	Pembesian	742,098	Kg	Rp 19.170,00	14.226.018,66
					71.724.497,51
8	Pekerjaan Kolom (K2)				
	Beton fc' 28 Mpa	127,800	m3	Rp 1.184.500,00	151.379.100,00
	Bekisting	852,000	m2	Rp 50.526,00	43.048.152,00
	Pembesian	34.184,725	Kg	Rp 19.170,00	655.321.178,25
					849.748.430,25
9	Pekerjaan Kolom (KL)				
	Beton fc' 28 Mpa	5,600	m3	Rp 1.184.500,00	6.633.200,00
	Bekisting	56,000	m2	Rp 50.526,00	2.829.456,00
	Pembesian	940,016	Kg	Rp 19.170,00	18.020.106,72
					27.482.762,72
					2.260.538.244,04

III	PEKERJAAN LANTAI 3				
1	Pekerjaan Balok (B1)				
	Beton fc' 28 Mpa	141,120	m3	Rp 1.184.500,00	167.156.640,00
	Bekisting	585,040	m2	Rp 57.526,00	33.655.011,04
	Pembesian	24.608,304	Kg	Rp 19.170,00	471.741.187,68
					672.552.838,72
2	Pekerjaan Balok (BA1)				
	Beton fc' 28 Mpa	28,845	m3	Rp 1.184.500,00	34.166.902,50
	Bekisting	184,858	m2	Rp 57.526,00	10.634.141,31
	Pembesian	4.691,928	Kg	Rp 19.170,00	89.944.259,76
					134.745.303,57
3	Pekerjaan Balok (B2)				
	Beton fc' 28 Mpa	19,320	m3	Rp 1.184.500,00	22.884.540,00
	Bekisting	80,440	m2	Rp 57.526,00	4.627.391,44
	Pembesian	3.780,234	Kg	Rp 19.170,00	72.467.085,78
					99.979.017,22
4	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type B)				
	Beton fc' 28 Mpa	106,920	m3	Rp 1.184.500,00	126.646.740,00
	Bekisting	891,000	m2	Rp 95.358,88	84.964.762,08
	Pembesian	2.184,914	Kg	Rp 19.170,00	41.884.801,38
					253.496.303,46
5	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type B1)				
	Beton fc' 28 Mpa	26,784	m3	Rp 1.184.500,00	31.725.648,00
	Bekisting	223,200	m2	Rp 95.358,88	21.284.102,02
	Pembesian	684,165	Kg	Rp 19.170,00	13.115.443,05
					66.125.193,07
6	Pekerjaan Kolom (K2)				
	Beton fc' 28 Mpa	115,200	m3	Rp 1.184.500,00	136.454.400,00
	Bekisting	768,000	m2	Rp 50.526,00	38.803.968,00
	Pembesian	30.814,400	Kg	Rp 19.170,00	590.712.048,00
					765.970.416,00
7	Pekerjaan Kolom (KL)				
	Beton fc' 28 Mpa	5,600	m3	Rp 1.184.500,00	6.633.200,00
	Bekisting	56,000	m2	Rp 50.526,00	2.829.456,00
	Pembesian	276,416	Kg	Rp 19.170,00	5.298.894,72
					14.761.550,72
					2.007.630.622,75

IV	PEKERJAAN LANTAI 4				
1	Pekerjaan Balok (B1)				
	Beton fc' 28 Mpa	126,000	m3	Rp 1.184.500,00	149.247.000,00
	Bekisting	522,400	m2	Rp 57.526,00	30.051.582,40
	Pembesian	21.971,700	Kg	Rp 19.170,00	421.197.489,00
					600.496.071,40
2	Pekerjaan Balok (BA1)				
	Beton fc' 28 Mpa	28,845	m3	Rp 1.184.500,00	34.166.902,50
	Bekisting	184,858	m2	Rp 57.526,00	10.634.141,31
	Pembesian	4.691,928	Kg	Rp 19.170,00	89.944.259,76
					134.745.303,57
3	Pekerjaan Balok (B2)				
	Beton fc' 28 Mpa	19,320	m3	Rp 1.184.500,00	22.884.540,00
	Bekisting	80,440	m2	Rp 57.526,00	4.627.391,44
	Pembesian	3.780,234	Kg	Rp 19.170,00	72.467.085,78
					99.979.017,22
4	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type B)				
	Beton fc' 28 Mpa	141,480	m3	Rp 1.184.500,00	167.583.060,00
	Bekisting	1.179,000	m2	Rp 95.358,88	112.428.119,52
	Pembesian	2.891,149	Kg	Rp 19.170,00	55.423.326,33
					335.434.505,85
5	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type B1)				
	Beton fc' 28 Mpa	5,904	m3	Rp 1.184.500,00	6.993.288,00
	Bekisting	49,200	m2	Rp 95.358,88	4.691.656,90
	Pembesian	150,811	Kg	Rp 19.170,00	2.891.046,87
					14.575.991,77
6	Pekerjaan Kolom (K2)				
	Beton fc' 28 Mpa	115,200	m3	Rp 1.184.500,00	136.454.400,00
	Bekisting	768,000	m2	Rp 50.526,00	38.803.968,00
	Pembesian	30.814,400	Kg	Rp 19.170,00	590.712.048,00
					765.970.416,00
7	Pekerjaan Kolom (KL)				
	Beton fc' 28 Mpa	5,600	m3	Rp 1.184.500,00	6.633.200,00
	Bekisting	56,000	m2	Rp 50.526,00	2.829.456,00
	Pembesian	940,016	Kg	Rp 19.170,00	18.020.106,72
					27.482.762,72
					1.978.684.068,52

V	PEKERJAAN LANTAI 5				
1	Pekerjaan Balok (B1)				
	Beton fc' 28 Mpa	126,000	m3	Rp 1.184.500,00	149.247.000,00
	Bekisting	522,400	m2	Rp 57.526,00	30.051.582,40
	Pembesian	21.971,700	Kg	Rp 19.170,00	421.197.489,00
					600.496.071,40
2	Pekerjaan Balok (BA1)				
	Beton fc' 28 Mpa	28,845	m3	Rp 1.184.500,00	34.166.902,50
	Bekisting	184,858	m2	Rp 57.526,00	10.634.141,31
	Pembesian	4.691,928	Kg	Rp 19.170,00	89.944.259,76
					134.745.303,57
3	Pekerjaan Balok (B2)				
	Beton fc' 28 Mpa	19,320	m3	Rp 1.184.500,00	22.884.540,00
	Bekisting	80,440	m2	Rp 57.526,00	4.627.391,44
	Pembesian	3.780,234	Kg	Rp 19.170,00	72.467.085,78
					99.979.017,22
4	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type B)				
	Beton fc' 28 Mpa	141,480	m3	Rp 1.184.500,00	167.583.060,00
	Bekisting	1.179,000	m2	Rp 95.358,88	112.428.119,52
	Pembesian	2.891,149	Kg	Rp 19.170,00	55.423.326,33
					335.434.505,85
5	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type B1)				
	Beton fc' 28 Mpa	5,904	m3	Rp 1.184.500,00	6.993.288,00
	Bekisting	49,200	m2	Rp 95.358,88	4.691.656,90
	Pembesian	150,811	Kg	Rp 19.170,00	2.891.046,87
					14.575.991,77
6	Pekerjaan Kolom (K3)				
	Beton fc' 28 Mpa	115,200	m3	Rp 1.184.500,00	136.454.400,00
	Bekisting	768,000	m2	Rp 50.526,00	38.803.968,00
	Pembesian	27.000,000	Kg	Rp 19.170,00	517.590.000,00
					692.848.368,00
7	Pekerjaan Kolom (KL)				
	Beton fc' 28 Mpa	5,600	m3	Rp 1.184.500,00	6.633.200,00
	Bekisting	56,000	m2	Rp 50.526,00	2.829.456,00
	Pembesian	940,016	Kg	Rp 19.170,00	18.020.106,72
					27.482.762,72
					1.905.562.020,52

VI	PEKERJAAN LANTAI 6				
1	Pekerjaan Balok (B1)				
	Beton fc' 28 Mpa	126,000	m3	Rp 1.184.500,00	149.247.000,00
	Bekisting	522,400	m2	Rp 57.526,00	30.051.582,40
	Pembesian	21.971,700	Kg	Rp 19.170,00	421.197.489,00
					600.496.071,40
2	Pekerjaan Balok (BA1)				
	Beton fc' 28 Mpa	28,845	m3	Rp 1.184.500,00	34.166.902,50
	Bekisting	184,858	m2	Rp 57.526,00	10.634.141,31
	Pembesian	4.691,928	Kg	Rp 19.170,00	89.944.259,76
					134.745.303,57
3	Pekerjaan Balok (B2)				
	Beton fc' 28 Mpa	19,320	m3	Rp 1.184.500,00	22.884.540,00
	Bekisting	80,440	m2	Rp 57.526,00	4.627.391,44
	Pembesian	3.780,234	Kg	Rp 19.170,00	72.467.085,78
					99.979.017,22
4	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type B)				
	Beton fc' 28 Mpa	137,160	m3	Rp 1.184.500,00	162.466.020,00
	Bekisting	1.143,000	m2	Rp 95.358,88	108.995.199,84
	Pembesian	2.802,870	Kg	Rp 19.170,00	53.731.017,90
					325.192.237,74
5	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type B1)				
	Beton fc' 28 Mpa	4,320	m3	Rp 1.184.500,00	5.117.040,00
	Bekisting	36,000	m2	Rp 95.358,88	3.432.919,68
	Pembesian	110,349	Kg	Rp 19.170,00	2.115.390,33
					10.665.350,01
6	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type C)				
	Beton fc' 28 Mpa	7,056	m3	Rp 1.184.500,00	8.357.832,00
	Bekisting	58,800	m2	Rp 95.358,88	5.607.102,14
	Pembesian	256,314	Kg	Rp 19.170,00	4.913.539,38
					18.878.473,52
7	Pekerjaan Kolom (K3)				
	Beton fc' 28 Mpa	115,200	m3	Rp 1.184.500,00	136.454.400,00
	Bekisting	768,000	m2	Rp 50.526,00	38.803.968,00
	Pembesian	27.000,000	Kg	Rp 19.170,00	517.590.000,00
					692.848.368,00
8	Pekerjaan Kolom (KL)				
	Beton fc' 28 Mpa	5,600	m3	Rp 1.184.500,00	6.633.200,00
	Bekisting	56,000	m2	Rp 50.526,00	2.829.456,00
	Pembesian	940,016	Kg	Rp 19.170,00	18.020.106,72
					27.482.762,72
					1.910.287.584,18

VI	PEKERJAAN LANTAI 7				
1	Pekerjaan Balok (B1)				
	Beton fc' 28 Mpa	126,000	m3	Rp 1.184.500,00	149.247.000,00
	Bekisting	522,400	m2	Rp 57.526,00	30.051.582,40
	Pembesian	21.971,700	Kg	Rp 19.170,00	421.197.489,00
					600.496.071,40
2	Pekerjaan Balok (BA1)				
	Beton fc' 28 Mpa	28,845	m3	Rp 1.184.500,00	34.166.902,50
	Bekisting	184,858	m2	Rp 57.526,00	10.634.141,31
	Pembesian	4.691,928	Kg	Rp 19.170,00	89.944.259,76
					134.745.303,57
3	Pekerjaan Balok (B2)				
	Beton fc' 28 Mpa	19,320	m3	Rp 1.184.500,00	22.884.540,00
	Bekisting	80,440	m2	Rp 57.526,00	4.627.391,44
	Pembesian	3.780,234	Kg	Rp 19.170,00	72.467.085,78
					99.979.017,22
4	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type B1)				
	Beton fc' 28 Mpa	75,024	m3	Rp 1.184.500,00	88.865.928,00
	Bekisting	625,200	m2	Rp 95.358,88	59.618.371,78
	Pembesian	1.916,398	Kg	Rp 19.170,00	36.737.349,66
					185.221.649,44
5	Pekerjaan Plat Lantai 12 cm (Type C)				
	Beton fc' 28 Mpa	75,600	m3	Rp 1.184.500,00	89.548.200,00
	Bekisting	630,000	m2	Rp 95.358,88	60.076.094,40
	Pembesian	2.746,222	Kg	Rp 19.170,00	52.645.075,74
					202.269.370,14
6	Pekerjaan Kolom (K4)				
	Beton fc' 28 Mpa	59,400	m3	Rp 1.184.500,00	70.359.300,00
	Bekisting	396,000	m2	Rp 50.526,00	20.008.296,00
	Pembesian	11.955,075	Kg	Rp 19.170,00	229.178.787,75
					319.546.383,75
7	Pekerjaan Kolom (KL)				
	Beton fc' 28 Mpa	5,600	m3	Rp 1.184.500,00	6.633.200,00
	Bekisting	56,000	m2	Rp 50.526,00	2.829.456,00
	Pembesian	805,728	Kg	Rp 19.170,00	15.445.805,76
					24.908.461,76
					1.567.166.257,27



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAH KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT.

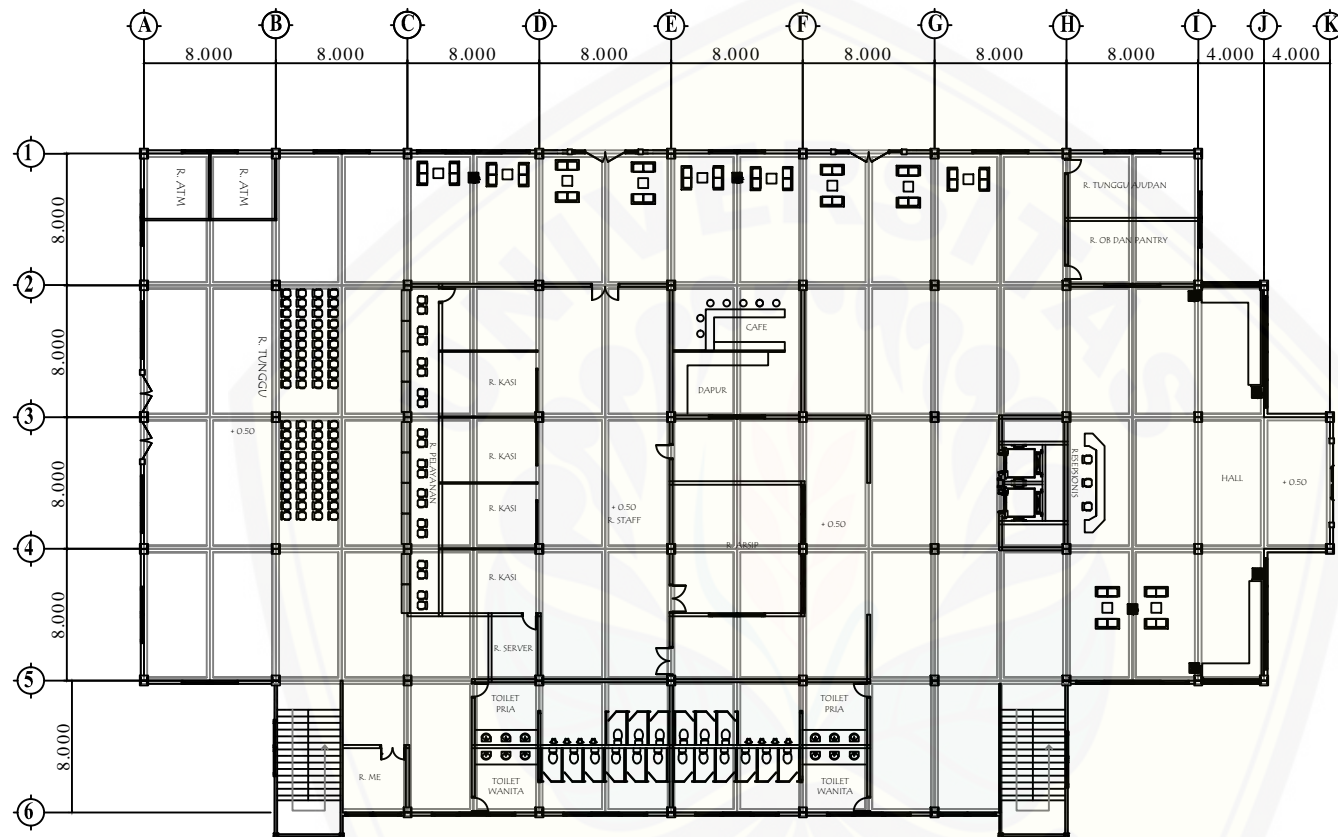
NANIN MEYFA, ST., MT.

GAMBAR

DENAH

SKALA GAMBAR

1 : 200



DENAH LANTAI 1

SKALA 1:200



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAH KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

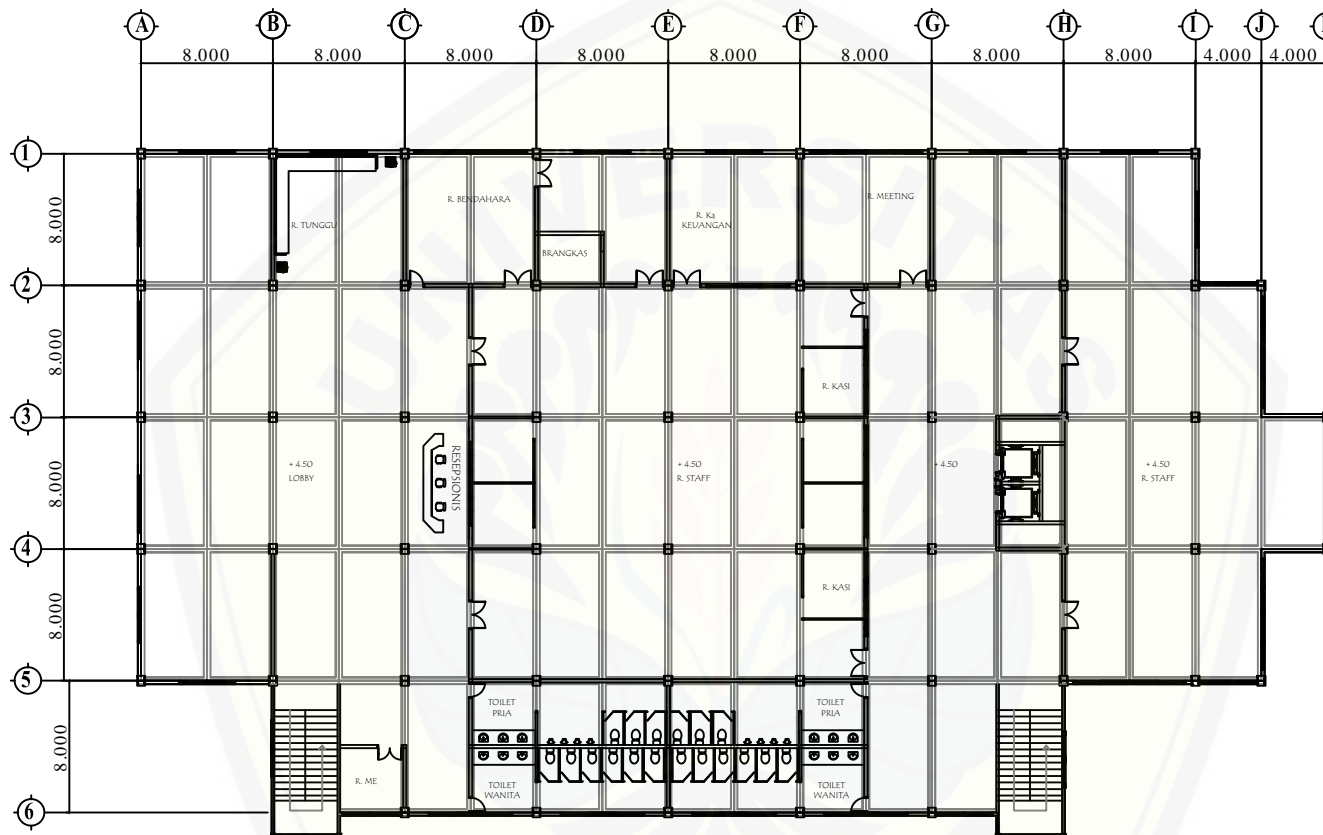
NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR

DENAH

SKALA GAMBAR

1 : 200



DENAH LANTAI 2

SKALA 1:200



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

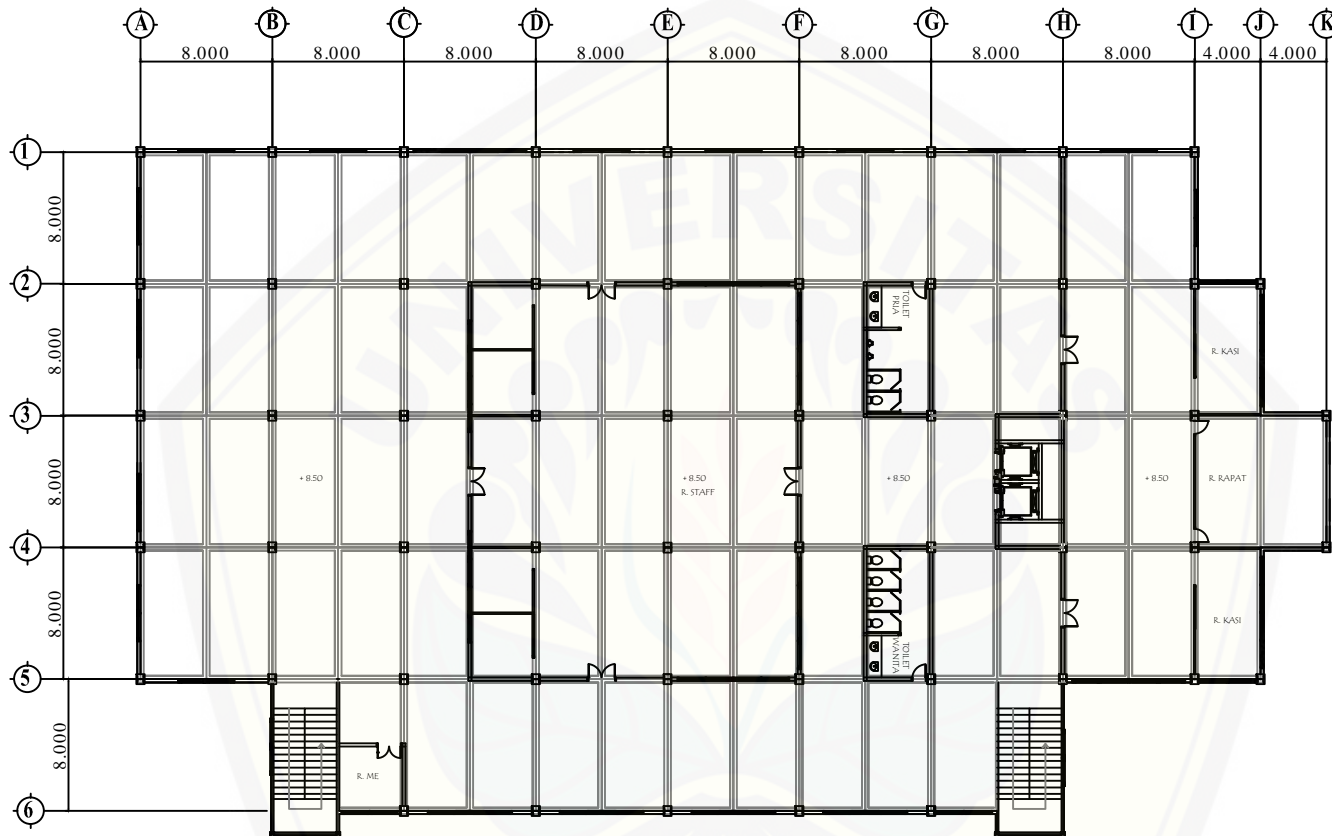
NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR

DENAH

SKALA GAMBAR

1 : 200



DENAH LANTAI 3-5

SKALA 1:200



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

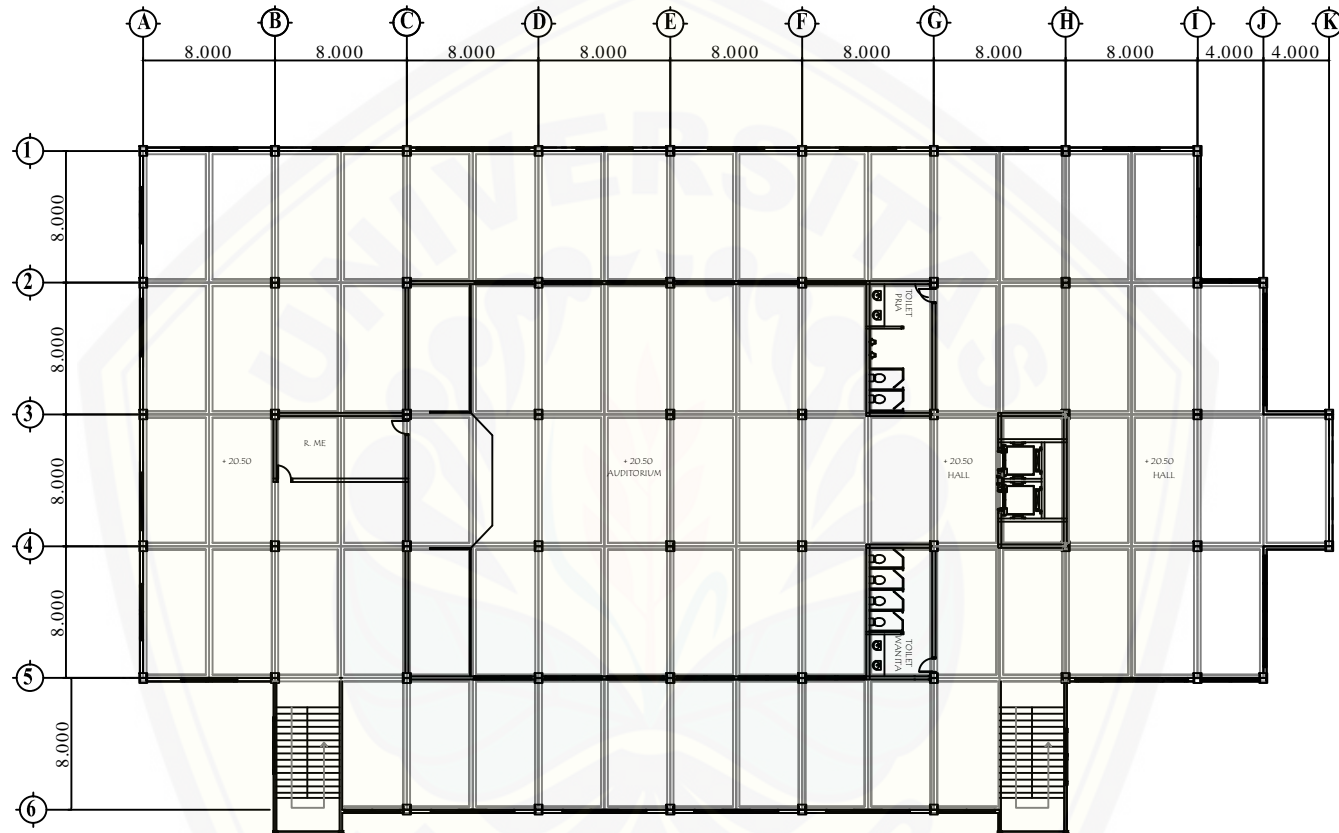
NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR

DENAH

SKALA GAMBAR

1 : 200



DENAH LANTAI 6

SKALA 1:200



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAH KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

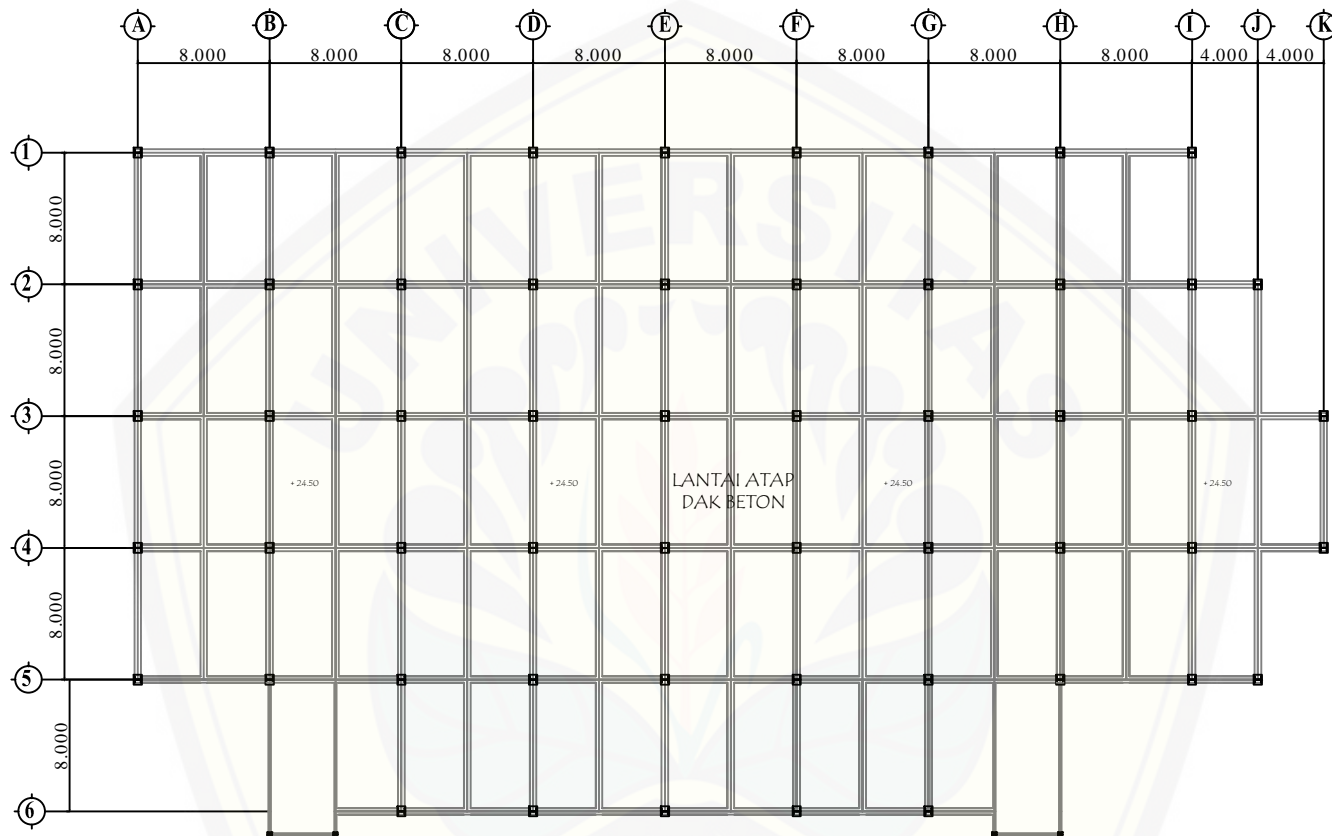
NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR

DENAH

SKALA GAMBAR

1 : 200



DENAH ATAP

SKALA 1:200



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH
RIZKI TRI SUHARDIAWAN

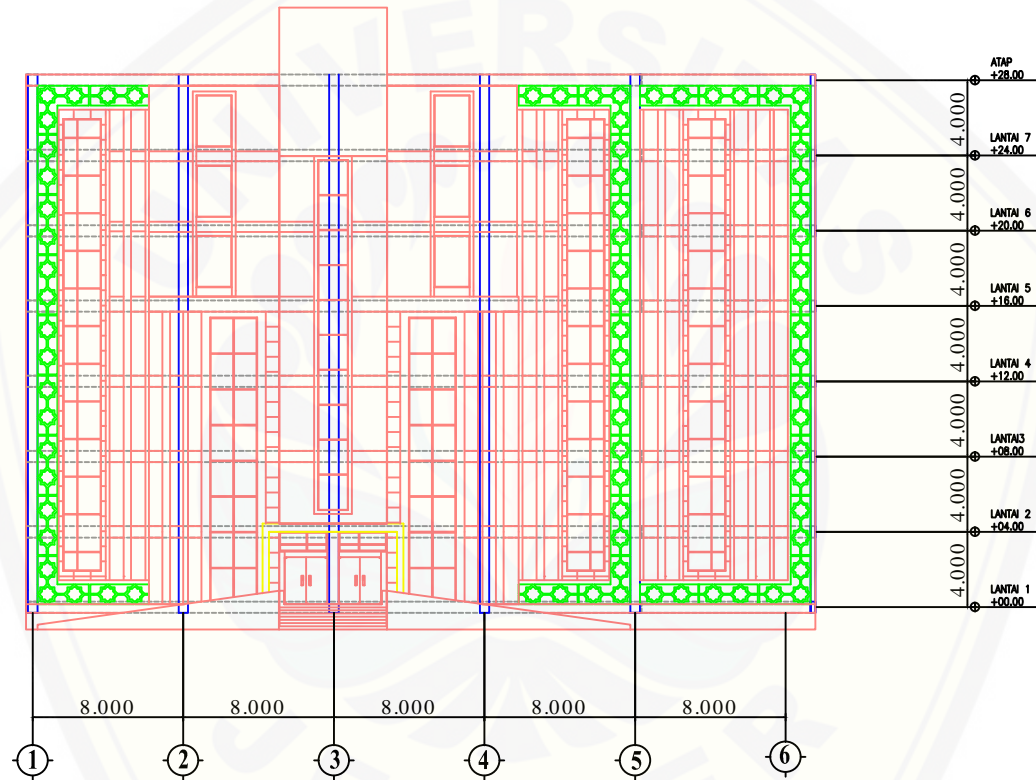
111910301040

DIPERIKSA OLEH
Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR
TAMPAK

SKALA GAMBAR
1 : 250



 TAMPAK DEPAN
SKALA 1:250



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH
RIZKI TRI SUHARDIAWAN

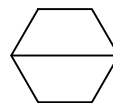
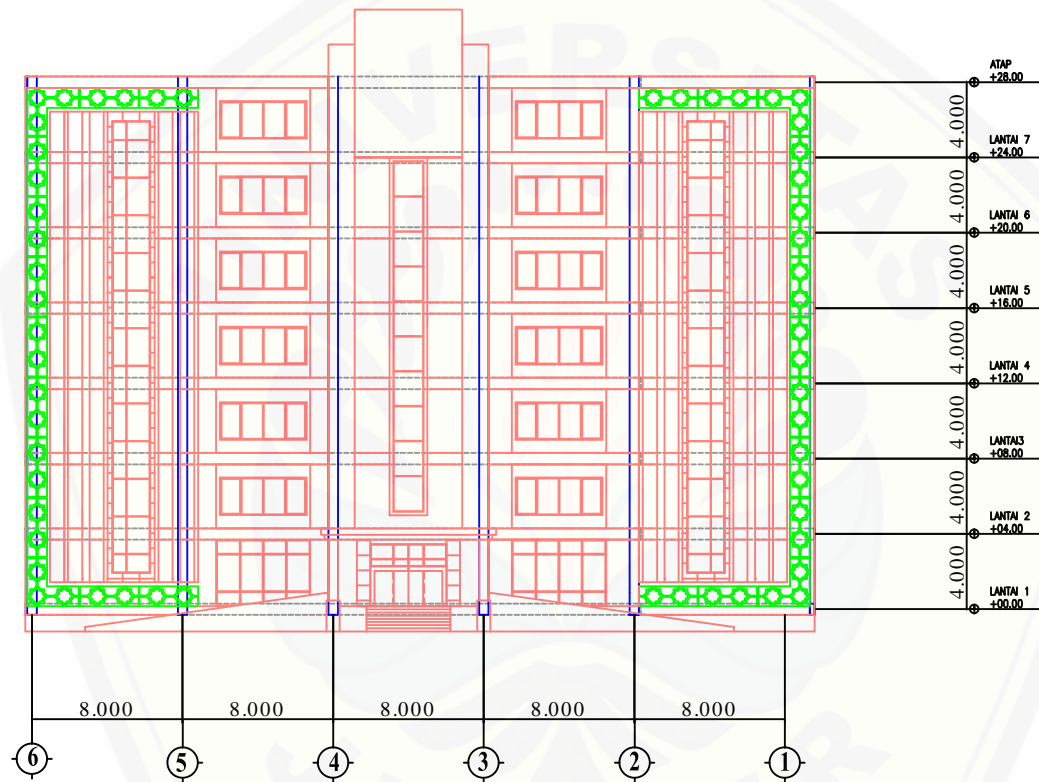
111910301040

DIPERIKSA OLEH
Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR
TAMPAK

SKALA GAMBAR
1 : 250



TAMPAK BELAKANG

SKALA 1:250



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH
RIZKI TRI SUHARDIAWAN

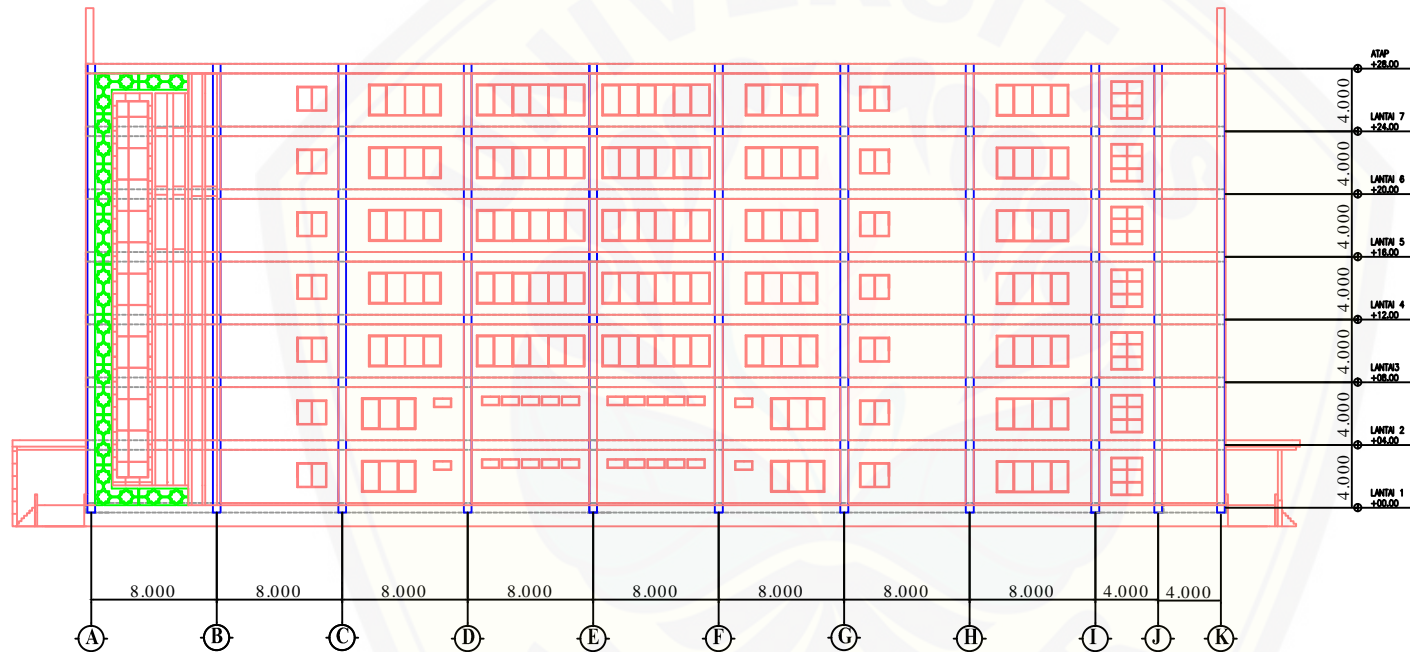
111910301040

DIPERIKSA OLEH
Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.
NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR
TAMPAK

SKALA GAMBAR

1 : 250



TAMPAK SAMPING KANAN

SKALA 1:250



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH
RIZKI TRI SUHARDIAWAN

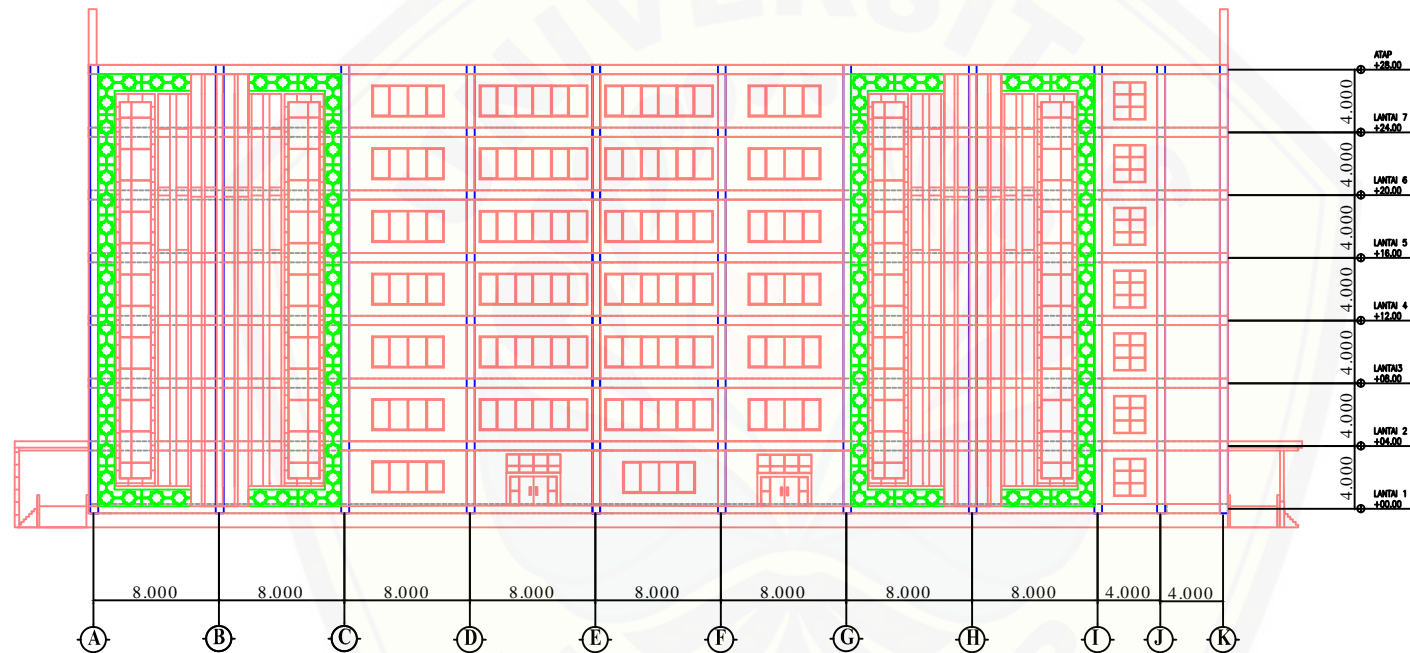
111910301040

DIPERIKSA OLEH
Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR
TAMPAK

SKALA GAMBAR
1 : 250



TAMPAK SAMPING KIRI

SKALA 1:250



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

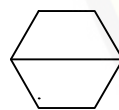
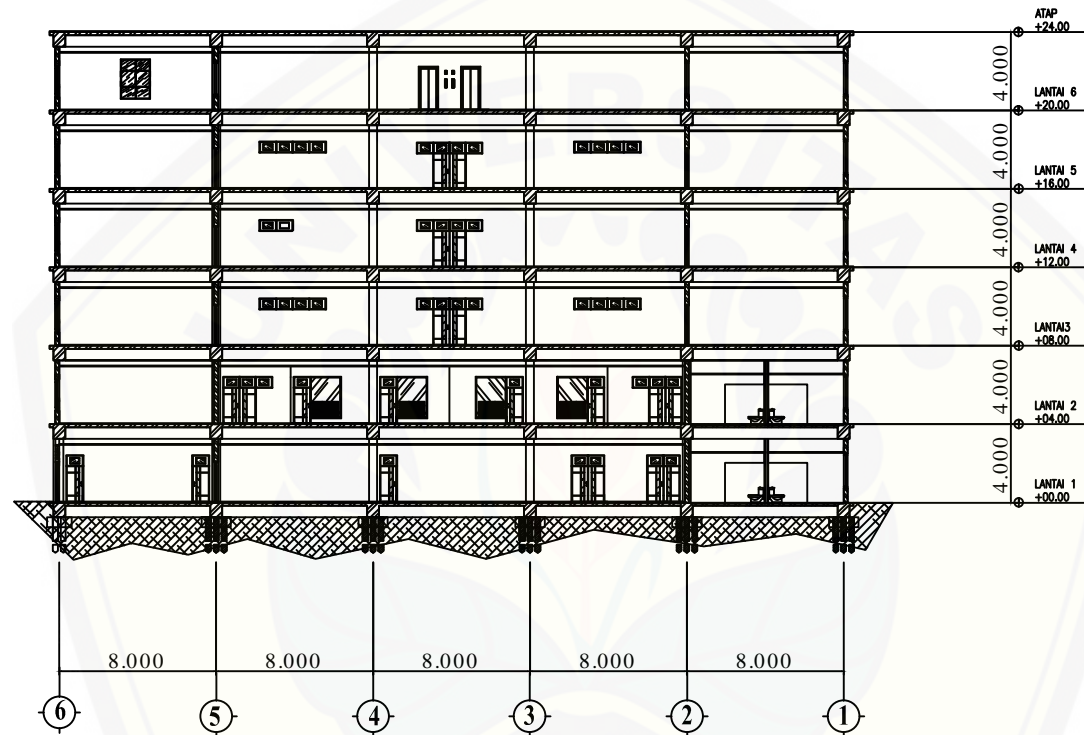
NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR

POTONGAN

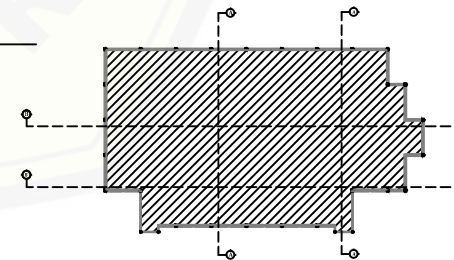
SKALA GAMBAR

1 : 250



POTONGAN A-A

SKALA 1:250





JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT.

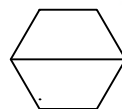
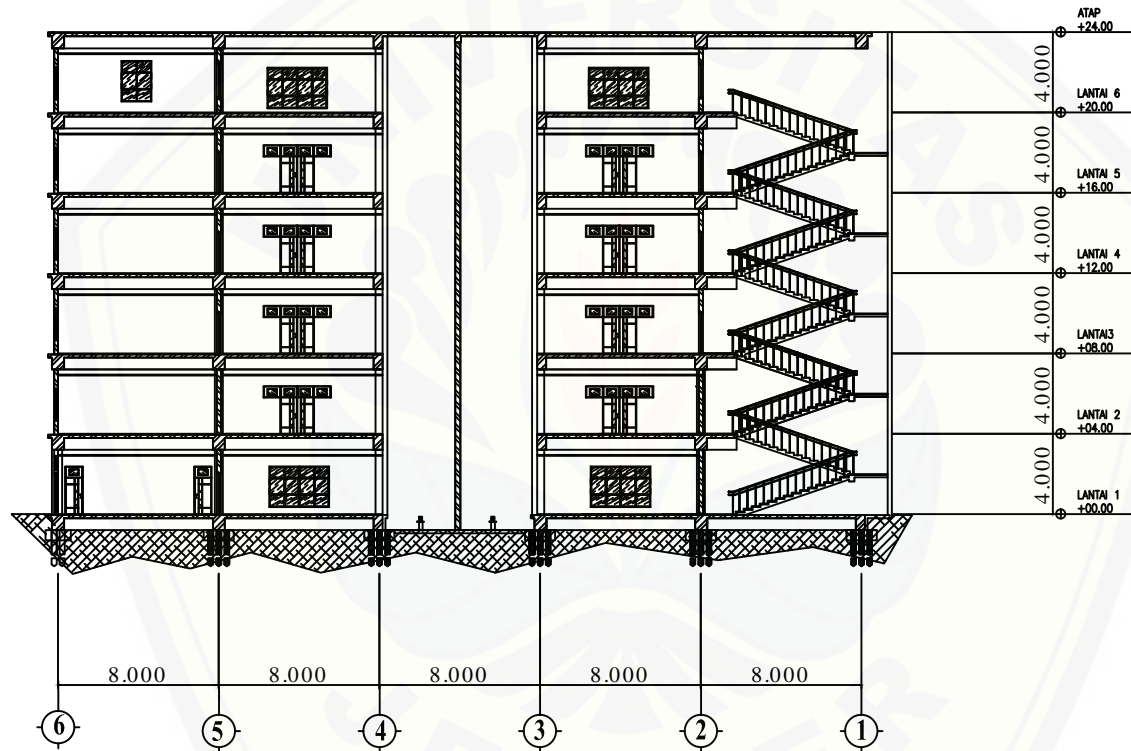
NANIN MEYFA, ST., MT.

GAMBAR

POTONGAN

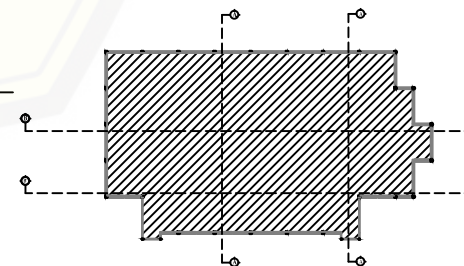
SKALA GAMBAR

1 : 250



POTONGAN A'-A'

SKALA 1:250





JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH
RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

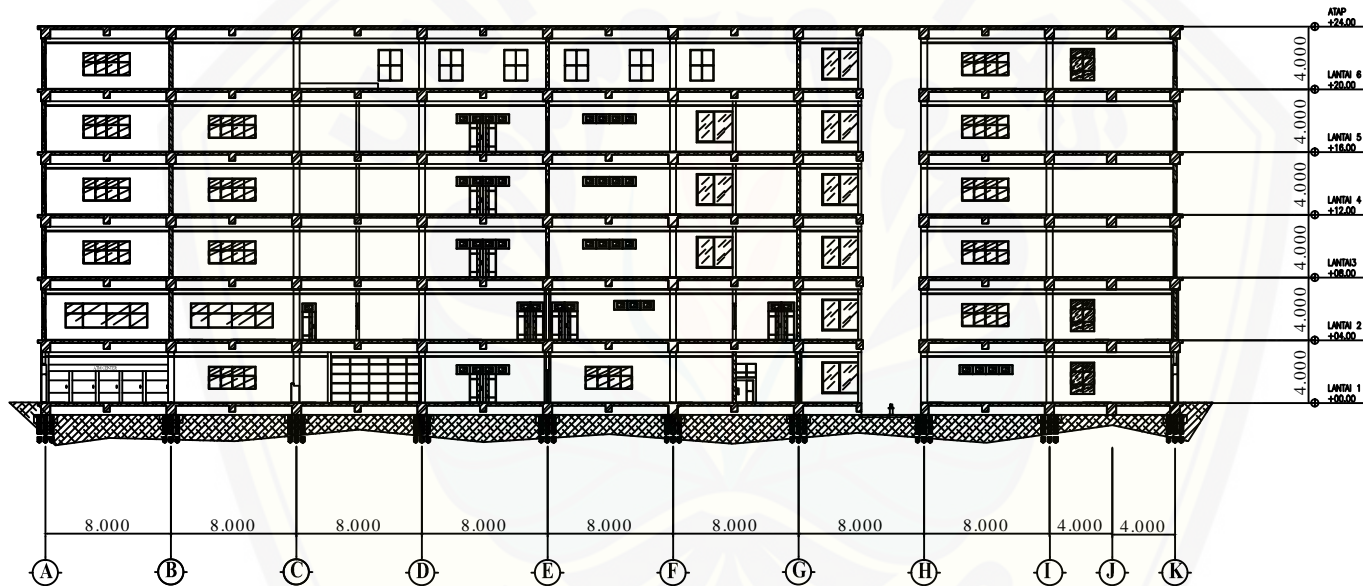
DIPERIKSA OLEH
Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

NANIN MEYFA, ST.,MT.

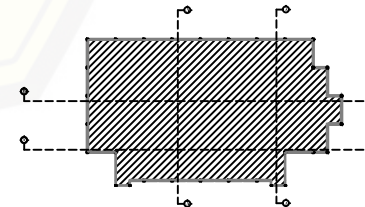
GAMBAR
POTONGAN

SKALA GAMBAR

1 : 250



POTONGAN B-B
SKALA 1:250





JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH
RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

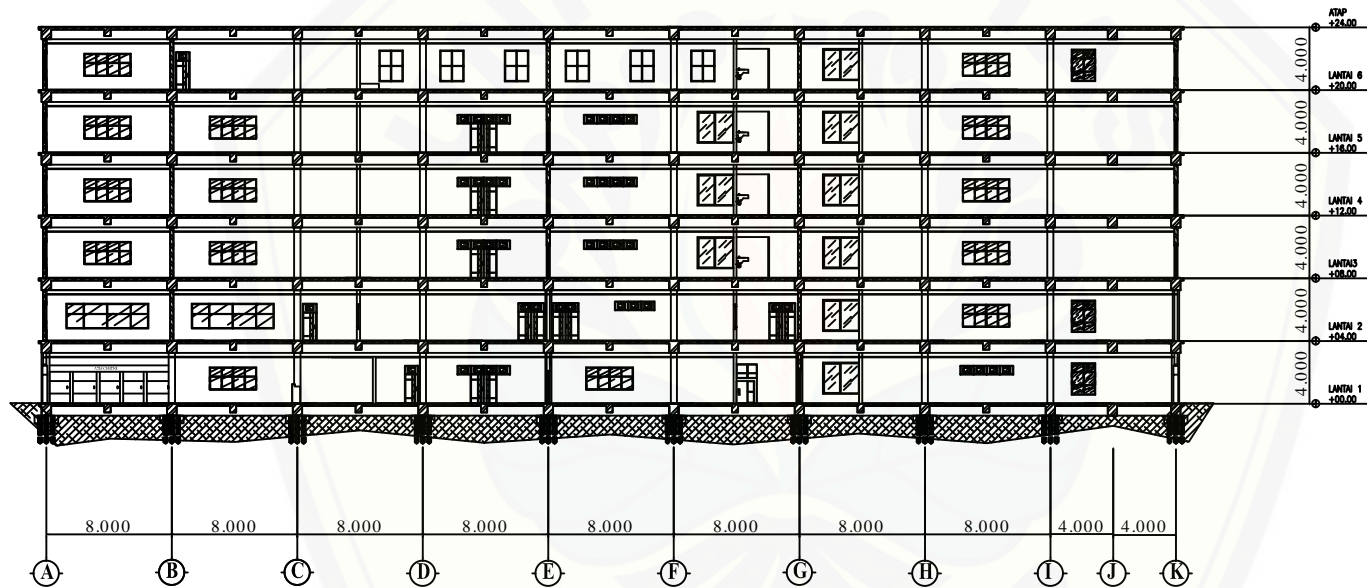
DIPERIKSA OLEH
Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR
POTONGAN

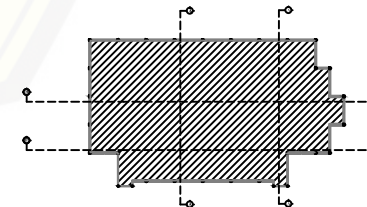
SKALA GAMBAR

1 : 250



POTONGAN B'-B'

SKALA 1:250





JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH
RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH
Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

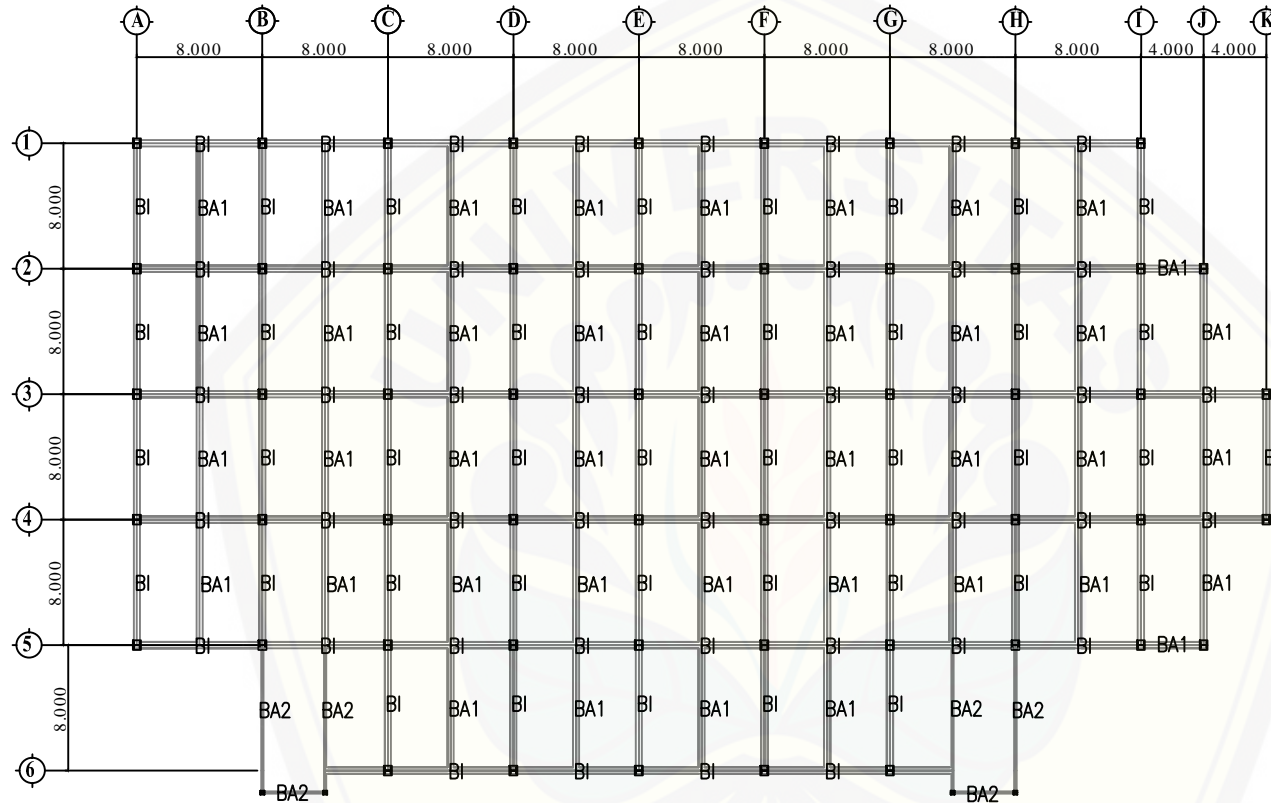
NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR

DENAH

SKALA GAMBAR

1 : 200



DENAH BALOK LANTAI

SKALA 1:200



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

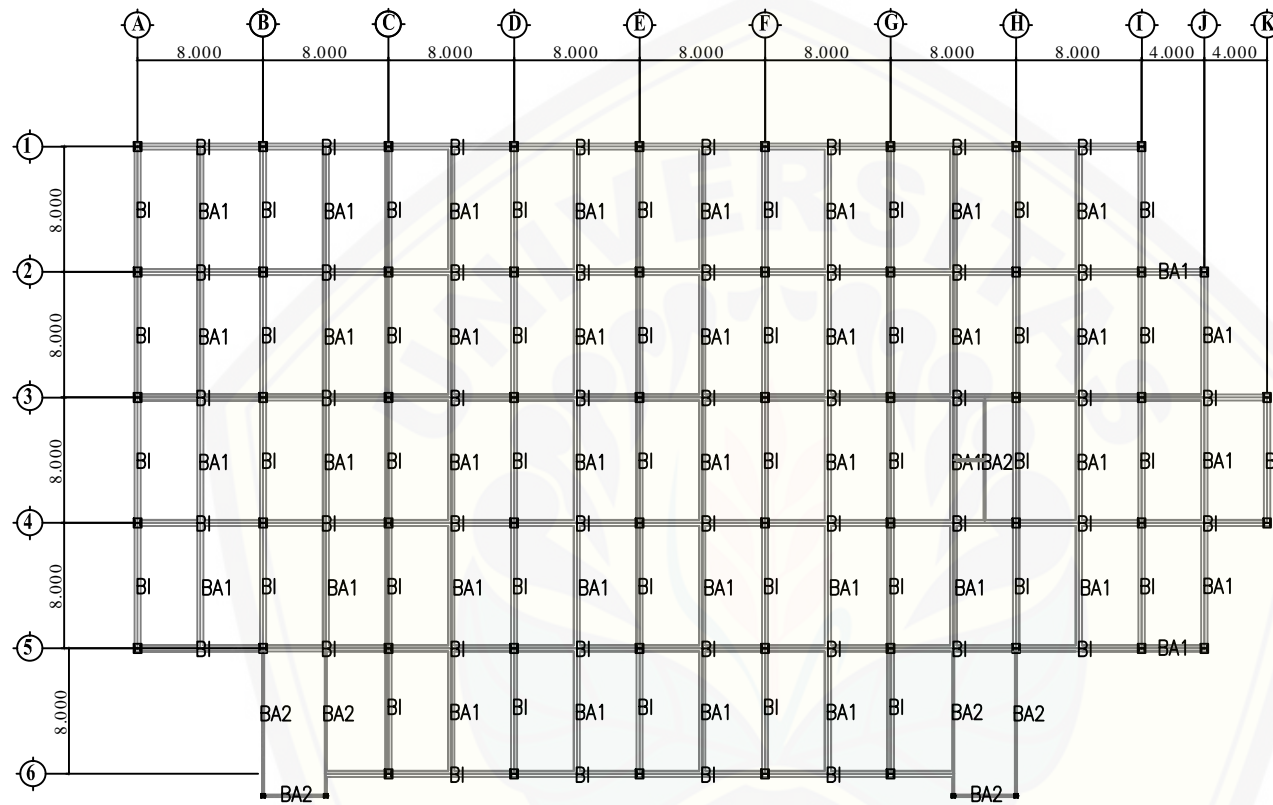
NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR

DENAH

SKALA GAMBAR

1 : 200



DENAH BALOK ATAP

SKALA 1:200



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

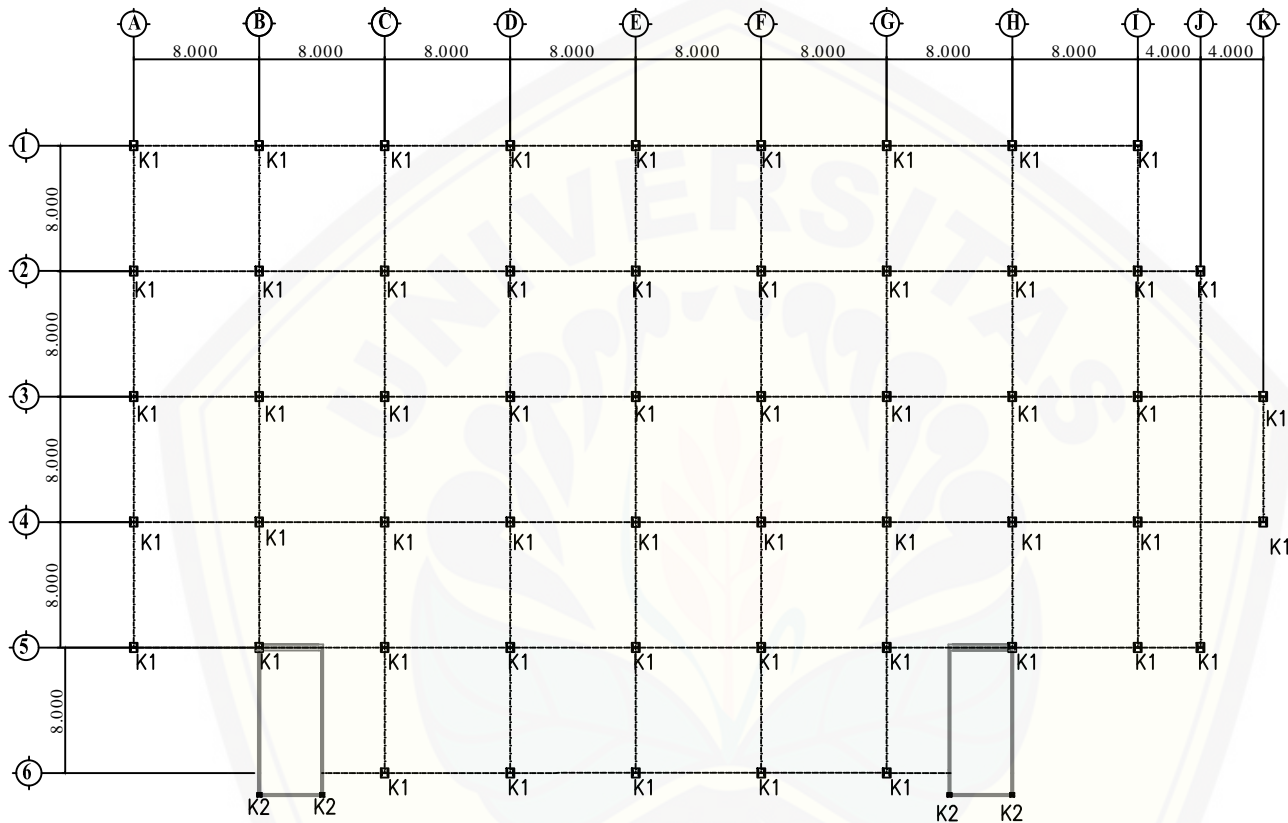
NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR

DENAH

SKALA GAMBAR

1 : 200



DENAH KOLOM

SKALA 1:200



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT.

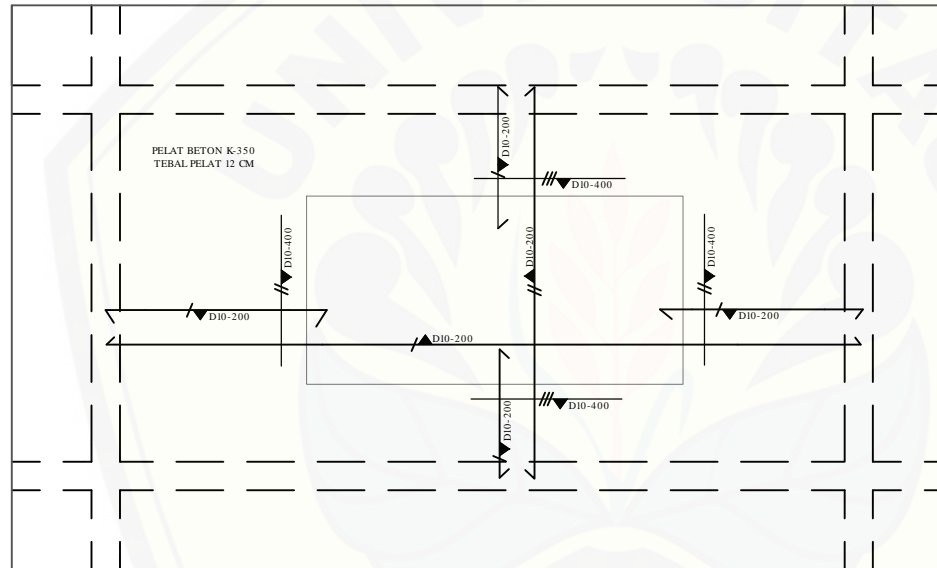
NANIN MEYFA, ST., MT.

GAMBAR

PENULANGAN PELAT

SKALA GAMBAR

1 : 50



 PELAT A
SKALA 1 : 50



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT.

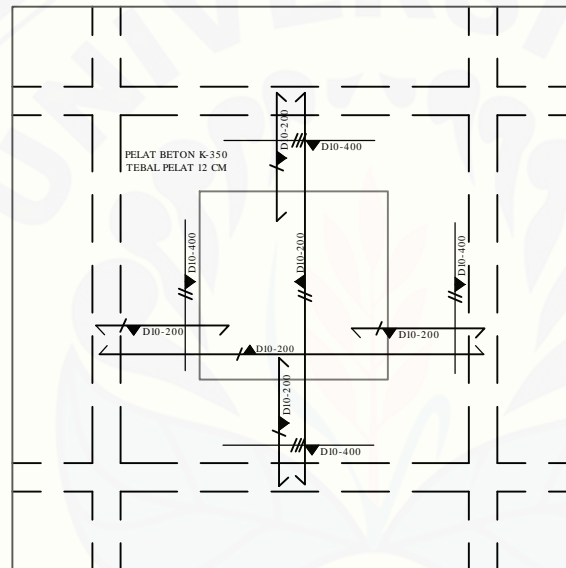
NANIN MEYFA, ST., MT.

GAMBAR

PENULANGAN PELAT

SKALA GAMBAR

1 : 50



PELAT B

SKALA 1 : 50



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT.

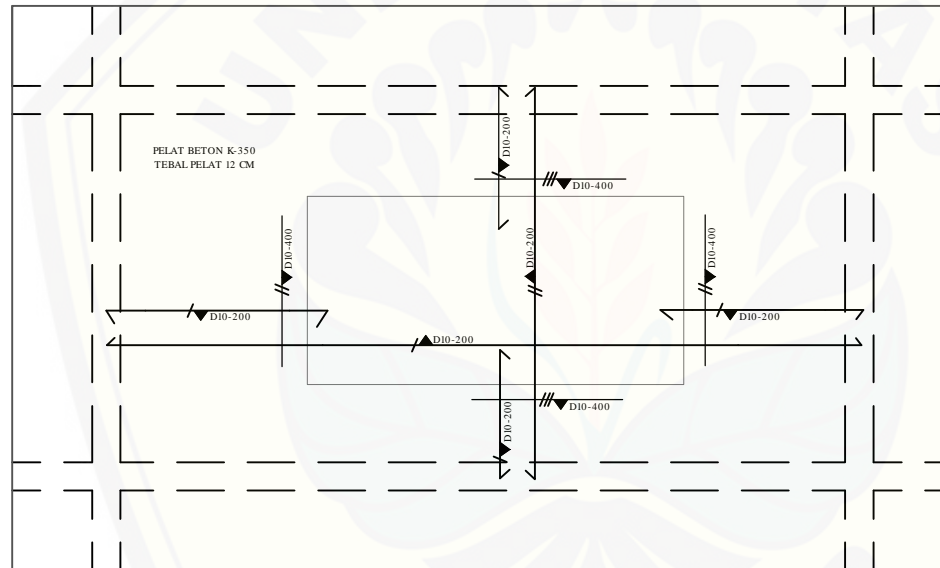
NANIN MEYFA, ST., MT.

GAMBAR

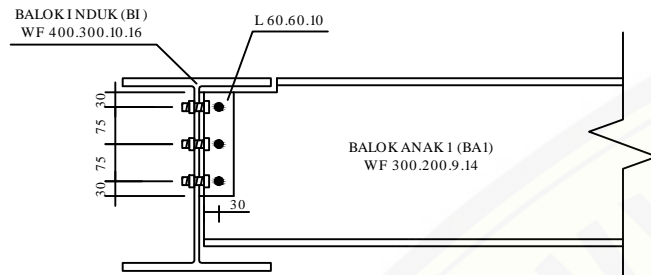
PENULANGAN PELAT

SKALA GAMBAR

1 : 50



 PELAT C
SKALA 1 : 100



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT.

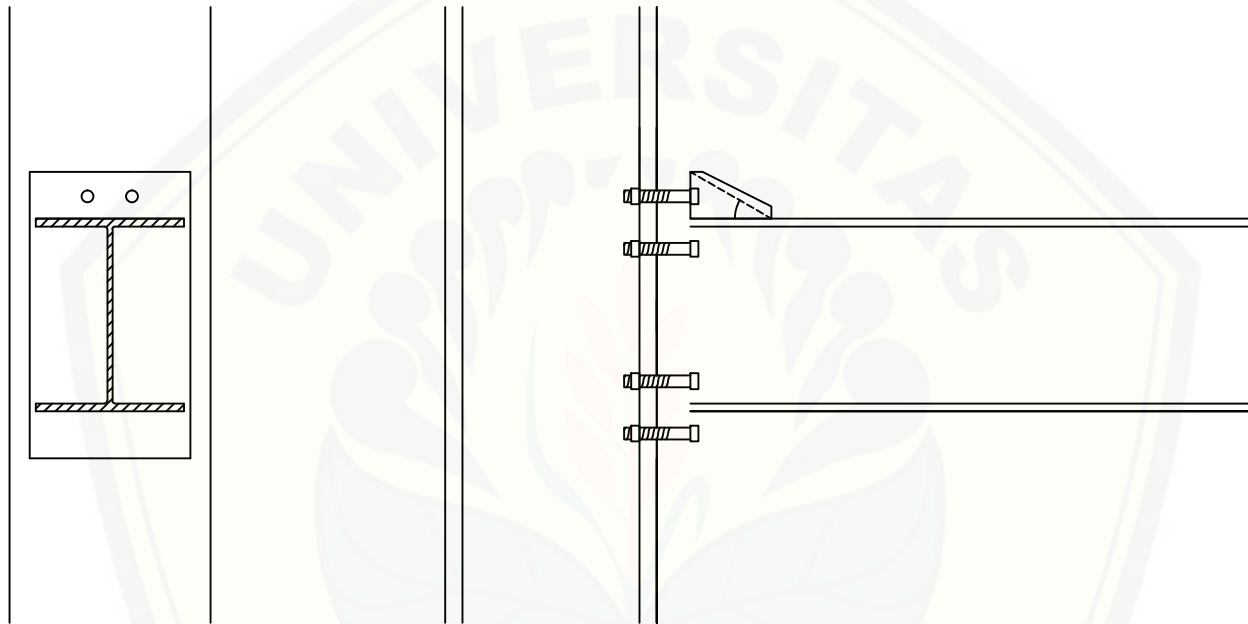
NANIN MEYFA, ST., MT.

GAMBAR

DETAIL SAMBUNGAN
ANTAR BALOK

SKALA GAMBAR

1 : 10



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

DIGAMBAR OLEH

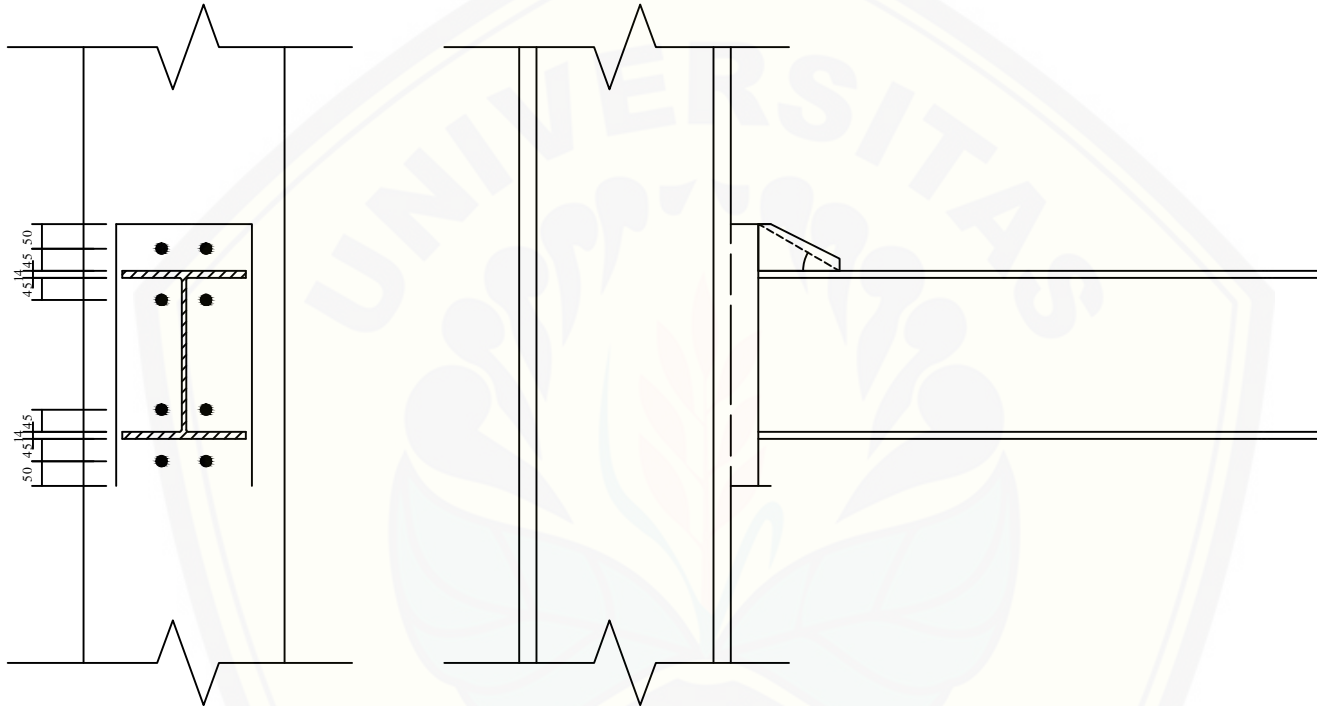
DIPERIKSA OLEH

NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR
DETAIL SAMBUNGAN
BALOK - KOLOM

SKALA GAMBAR

1 : 10



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

DIGAMBAR OLEH

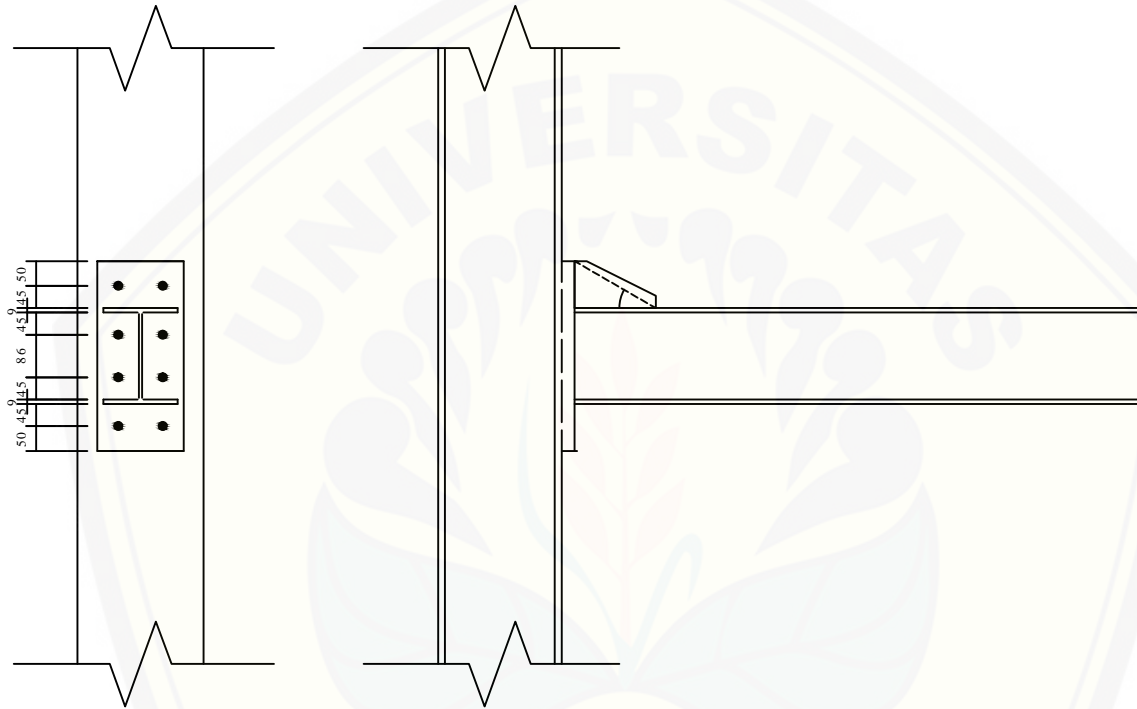
DIPERIKSA OLEH

NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR
DETAIL SAMBUNGAN
BALOK - KOLOM

SKALA GAMBAR

1 : 10



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST.,MT.

NANIN MEYFA, ST.,MT.

GAMBAR

DETAIL SAMBUNGAN
BALOK - KOLOM

SKALA GAMBAR

1 : 10



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

DR. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT.

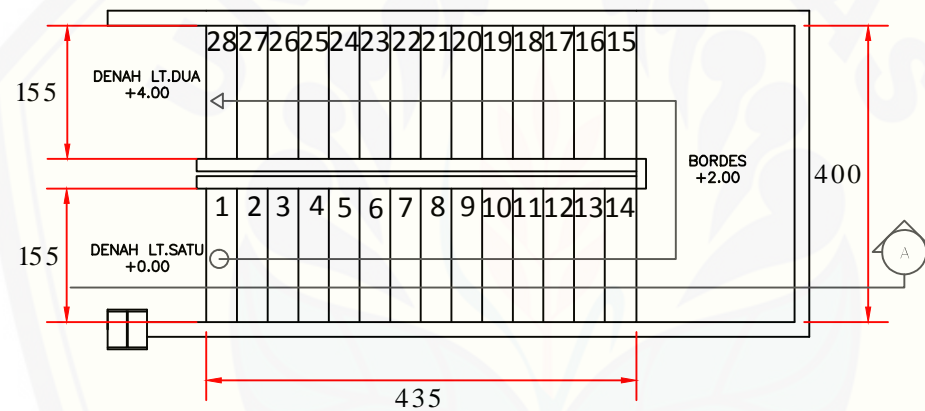
NANIN MEYFA, ST., MT.

GAMBAR

DENAH TANGGA

SKALA GAMBAR

1 : 50



DENAH TANGGA TIPIKAL
SKALA 1:50



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT.

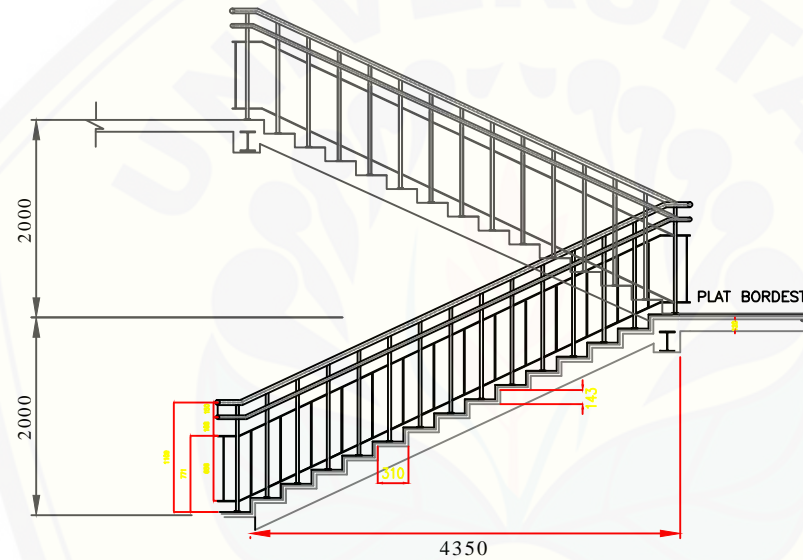
NANIN MEYFA, ST., MT.

GAMBAR

DETAIL POTONGAN
TANGGA

SKALA GAMBAR

1 : 50



 **DETAIL POTONGAN A**
SKALA 1 : 50



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT.

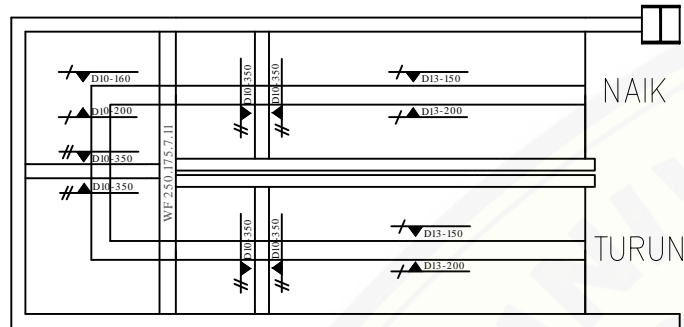
NANIN MEYFA, ST., MT.

GAMBAR

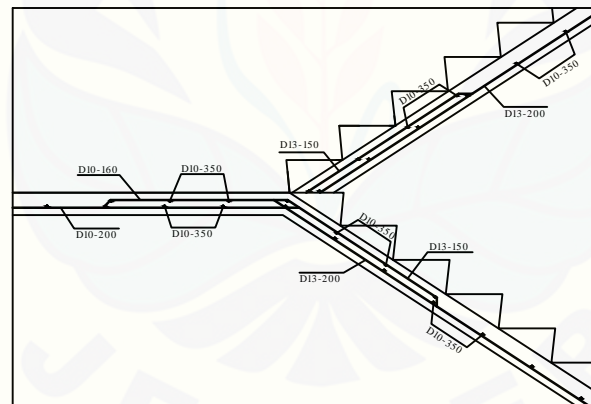
DENAH & DETAIL
PENULANGAN TANGGA

SKALA GAMBAR

1 : 50 ; 1 : 25



DENAH PENULANGAN TANGGA
SKALA 1:50



DETAIL PENULANGAN TANGGA
SKALA 1:25



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT.

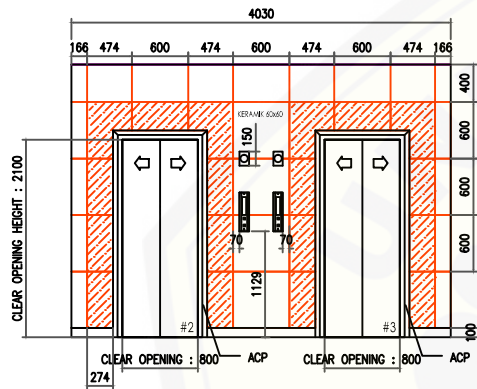
NANIN MEYFA, ST., MT.

GAMBAR

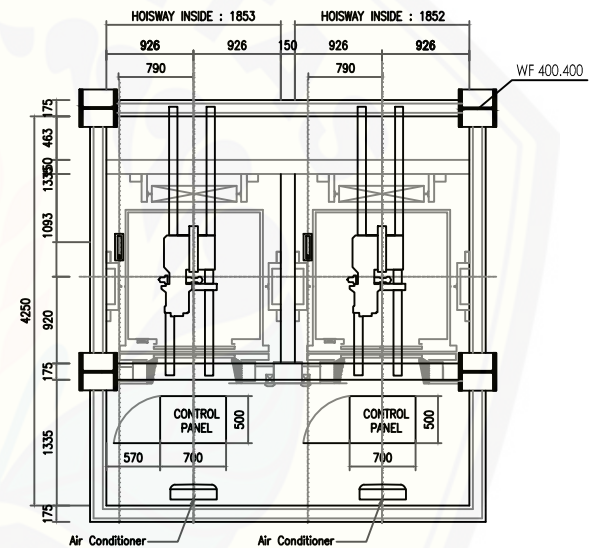
TAMPAK & DENAH
RUANG MESIN LIFT
PENUMPANG

SKALA GAMBAR

1 : 50



TAMPAK LIFT PENUMPANG
SKALA 1 : 50



DENAH RUANG MESIN LIFT PENUMPANG
SKALA 1 : 50



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG
PEMERINTAHAN KABUPATEN
BOJONEGORO MENGGUNAKAN
STRUKTUR BAJA DITINJAU
DENGAN DEFISIENSI BIAYA

DIGAMBAR OLEH

RIZKI TRI SUHARDIAWAN

111910301040

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH, ST., MT.

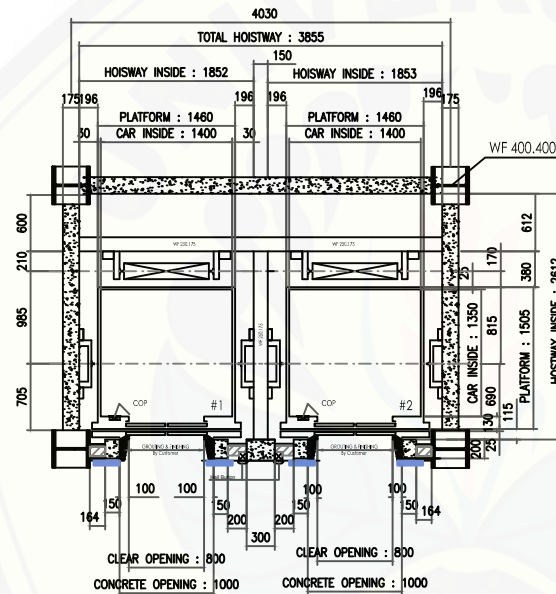
NANIN MEYFA, ST., MT.

GAMBAR

DENAH TIPIKAL LIFT
PENUMPANG

SKALA GAMBAR

1 : 50



ELEVATOR SPECIFICATION

ELEVATOR NO	#1 & #2
TYPE	PASSENGER ELEVATOR (GEARED)
CAPACITY	11 PERSONS / 1000 KG
SPEED	60 MPM
CONTROL	VVVF
OPERATION	DUPLEX
FLOOR / STOP	8 FL / 8 STP
TRAVEL	28400 mm
CAR INTERNAL	1400 (W) x 1350 (D) x 2300 (H)
ENTRANCE	800 (W) x 2100 (H)
DOOR OPERATION	2 PANEL CENTER OPENING
TRACTION MACHINE	YJ160
MAIN SHEAVE	Ø 570
MAIN ROPE	Ø 12 x 4 WIRES (1:1 ROPING)
FLOORING	POLYVINYL TILE
CAR RAIL	T-8K
CHW RAIL	TD58
BUFFER	OIL BUFFER
MOTOR CAPACITY	7.5 kW / UNIT
POWER SUPPLY	MAIN: 3PH: 380v: 50 Hz LIGHT: 1PH: 220v: 50 Hz

DENAH TIPIKAL LIFT PENUMPANG
SKALA 1 : 50