



**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER MENGGUNAKAN KONSTRUKSI BAJA**

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Faiz Maulidy

NIM: 151910301061

**PROGRAM STUDI STRATA I
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER MENGGUNAKAN KONSTRUKSI BAJA**

SKRIPSI

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

Oleh:

Muhammad Faiz Maulidy

NIM: 151910301061

**PROGRAM STUDI STRATA I
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan kemudahan yang meringankan segala urusan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur mengucapkan Alhamdulillah, saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tua saya, bapak Moh. Toha dan ibu Lilik Azizah serta semua saudara yang senantiasa mencurahkan kasih sayang serta doa dan dukungannya;
2. Guru-guru saya sejak sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu serta bimbingan dengan penuh kesabaran;
3. Almamater yang saya banggakan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Life is like a video game. If you meet enemies, it means you’re going in the right way.”

(Varun Chauhan)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Faiz Maulidy

NIM : 151910301061

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Perencanaan Struktur Gedung Hotel Meotel Dafam Jember Menggunakan Kontruksi Baja” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 29 Juli 2019

Yang menyatakan,

Muhammad Faiz Maulidy
NIM. 151910301061

SKRIPSI

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL MEOTEL DAFAM
JEMBER MENGGUNAKAN KONSTRUKSI BAJA**

Oleh:

Muhammad Faiz Maulidy

NIM 151910301061

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

**Perencanaan Struktur Gedung Hotel Meotel Dafam Jember
Menggunakan Konstruksi Baja**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi Tugas Akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Stara 1 Teknik Sipil
dan mencapai gelar Sarjana Teknik


oleh :

Muhammad Faiz Maulidy

151910301061

Disetujui oleh tim evaluasi Tugas Akhir


1. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.

()


2. Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

()

3. Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T.

()

4. Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T.

()

JEMBER, JULI 2019

RINGKASAN

Perencanaan Struktur Gedung Hotel Meotel Dafam Jember Menggunakan Konstruksi Baja; Muhammad Faiz Maulidy, 151910301061; 2019; 133 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Seiring dengan meningkatnya kepadatan penduduk di Indonesia khususnya Kabupaten Jember yang merupakan salah satu kota di Indonesia dengan pembangunan yang cukup pesat hal tersebut akan diikuti dengan kebutuhan bangunan sebagai sarana dan prasarana yang semakin meningkat pula. Pembangunan yang cukup pesat tersebut didasari oleh pengembangan objek wisata yang sangat baik sehingga timbul minat wisatawan untuk ke kota Jember. Akan tetapi, melihat kondisi saat ini ketersediaan lahan di wilayah kota Jember sudah cukup sempit, sehingga untuk memenuhi kebutuhan tersebut dengan membangun gedung bertingkat. Salah satu gedung bertingkat yang dibangun di kota Jember adalah pembangunan gedung Hotel Meotel Dafam Jember yang terdiri dari 10 lantai bahan material yang digunakan pada struktur atas adalah beton bertulang. Berdasarkan pertimbangan tersebut peneliti mencoba melakukan perencanaan struktur gedung Hotel Meotel Dafam Jember menggunakan struktur baja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan struktur gedung Hotel Meotel Dafam Jember menggunakan struktur yang memenuhi spesifikasi bangunan baja struktural. Meskipun bahan material baja lebih mahal, akan tetapi terdapat beberapa keunggulan yang dapat menjadi pertimbangan diantaranya mempunyai kekuatan yang tinggi, memiliki keawetan yang cukup tinggi, kemudahan dalam penyambungan antar elemen yaitu dapat menggunakan sambungan las ataupun baut, dengan begitu tentu waktu pengerjaan dapat ditekan sesingkat mungkin. Berdasarkan masalah yang di uraikan, maka rumusan masalah yang didapatkan adalah bagaimana perencanaan gedung Hotel Meotel Dafam Jember menggunakan struktur baja yang memenuhi spesifikasi untuk bangunan baja struktural (SNI 1729:2015).

Pada tahap awal dalam merencanakan sebuah bangunan hal paling mendasar yang perlu diperhatikan adalah data desain yang akan di aplikasikan dalam perencanaan bangunan tersebut. Sesuai dengan SNI 1726-2002 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa, maka didapat bahwa gedung hotel Meotel Dafam memenuhi syarat untuk dikategorikan bangunan asimetris yaitu merupakan struktur gedung tidak beraturan, sehingga perlu dilakukan perhitungan bangunan secara 3 dimensi dan pengaruh gempa dapat ditinjau sebagai beban gempa dinamik respon spektrum. Penentuan perencanaan dimensi awal dilakukan dengan cara menghitung beban-beban yang terjadi sehingga didapat ukuran dimensi elemen struktur yang dibutuhkan, dengan ditentukannya dimensi awal ini bertujuan untuk mendapatkan rencana pembebanan secara keseluruhan dari beban material gedung. Gedung Hotel Meotel Dafam merupakan gedung yang memiliki jumlah lantai sebanyak 10 lantai dan mempunyai bentang jarak antar kolom yang berbeda di beberapa segmen sehingga bentuk dan ukuran pelat menjadi bervariasi dan berbeda-beda. Tangga direncanakan menggunakan beton bertulang dengan mutu beton K-350 ($f_c' = 29.05$) dan tulangan ulir dengan tegangan leleh ($f_y = 400$ MPa). Sesuai tabel, sudut kemiringan tangga yang baik untuk gedung public adalah $30^\circ - 35^\circ$. Pembebanan dihitung untuk setiap komponen struktur menggunakan program analisa SAP2000. Komponen struktur kolom yang digunakan dalam merencanakan gedung hotel Meotel menggunakan baja profil WF 500.500.70.70. Pondasi pada bangunan ini direncanakan menggunakan pondasi bore pile.

Berdasarkan hasil analisis dan desain gedung Hotel Meotel Dafam Jember menggunakan struktur baja, diketahui bahwa komponen struktur gedung telah memenuhi syarat dalam SNI 1929-2015. komponen struktur yang digunakan dalam desain adalah sebagai berikut: kolom WF 500.500.70.70, balok induk 1 WF 400.200.8.13, balok induk 2 WF 300.200.8.12, balok anak WF 200.100.5.5.8, balok kantilever WF 150.100.6.9, balok tangga WF 300.300.9.14. Pondasi direncanakan menggunakan pondasi bore pile dengan diameter 0,6 meter dan jumlah 6 buah untuk setiap titik, yang digabungkan menggunakan pilecap dengan ukuran panjang 4,8 meter, lebar 3 meter, dan tebal 0,7 meter. Untuk sambungan digunakan sambungan baut A-325 dengan diameter 16 mm dan 30 mm.

SUMMARY

Meotel Dafam Jember Hotel Building Structure Planning Using Steel Construction; Muhammad Faiz Maulidy, 151910301061; 2019; 133 page; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Along with the increasing population density in Indonesia, especially Jember Regency, which is one of the cities in Indonesia with a fairly rapid development, this will be followed by building needs as facilities and infrastructure which are also increasing. The rapid development is based on the development of a very good tourist attraction that arises the interest of tourists to the city of Jember. However, seeing the current condition of land availability in the city of Jember is quite narrow, so as to meet these needs by building a multi-storey building. One of the multi-storey buildings built in the city of Jember is the construction of the Meotel Dafam Jember Hotel building which consists of 10 floors of material used in the upper structure is reinforced concrete. Based on these considerations the researchers tried to plan the structure of the Meotel Dafam Jember Hotel building using steel structures. The purpose of this study is to plan the structure of the Meotel Dafam Jember Hotel building using structures that meet structural steel building specifications. Although steel material is more expensive, there are several advantages that can be considered, including having high strength, having a high enough durability, ease in connecting between elements that can use welded joints or bolts, so the processing time can be reduced as short as possible. Based on the problem described, the formulation of the problem obtained is how the planning of the Meotel Dafam Jember Hotel building uses steel structures that meet specifications for structural steel buildings (SNI 1729: 2015).

In the initial stages of planning a building the most basic thing to consider is the design data that will be applied in planning the building. In accordance with SNI 1726-2002 regarding the procedures for planning earthquake resilience, it was found that the Meotel Dafam hotel building fulfills the requirements to be categorized as asymmetrical buildings which can be said to be an irregular building

structure, so that buildings must be calculated in 3 dimensions and earthquake effects can be viewed as a dynamic earthquake load spectrum response. Determination of the initial dimension planning is done by calculating the loads that occur so that the dimensions of the structural elements needed are needed, with the initial dimensions determined to get the overall load plan from the load of building material which later can facilitate the modeling process and subsequent calculations. Meotel Dafam Hotel Building is a building that has a number of floors of 10 floors and has different spacing between columns in several segments so that the shape and size of the plates vary and vary. The stairs are planned to use reinforced concrete with K-350 concrete quality ($f_c = 29.05$) and screw reinforcement with yield stress ($f_y = 400$ MPa). According to the table, the inclination angle that is good for a public building is $30^\circ - 35^\circ$. Loading is calculated for each component of the structure using the SAP2000 analysis program. The column structure components used in planning the Meotel hotel building using steel profiles WF 500,500.70.70. The foundation of this building is planned to use a bore pile foundation.

Based on the results of the analysis and design of the Meotel Dafam Jember Hotel building using steel structures, it is known that the building structure components have met the requirements in SNI 1929-2015. The structural components used in the design are as follows: column WF 500,500.70.70, main beam 1 WF 400,200.8.13, main beam 2 WF 300,200.8.12, beam child WF 200,100.5,5.8, cantilever beam WF 150,100.6.9, stair beam WF 300,300.9.14. The foundation is planned to use a bore pile foundation with a diameter of 0.6 meters and a total of 6 pieces for each point, which are combined using pilecap with a length of 4.8 meters, width of 3 meters, and thickness of 0.7 meters. For the joints, using bolt A325 with diameter 16 mm and 30 mm.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahamat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Perencanaan Struktur Gedung Hotel Meotel Dafam Jember Menggunakan Kontruksi Baja”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Program Studi Strata 1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

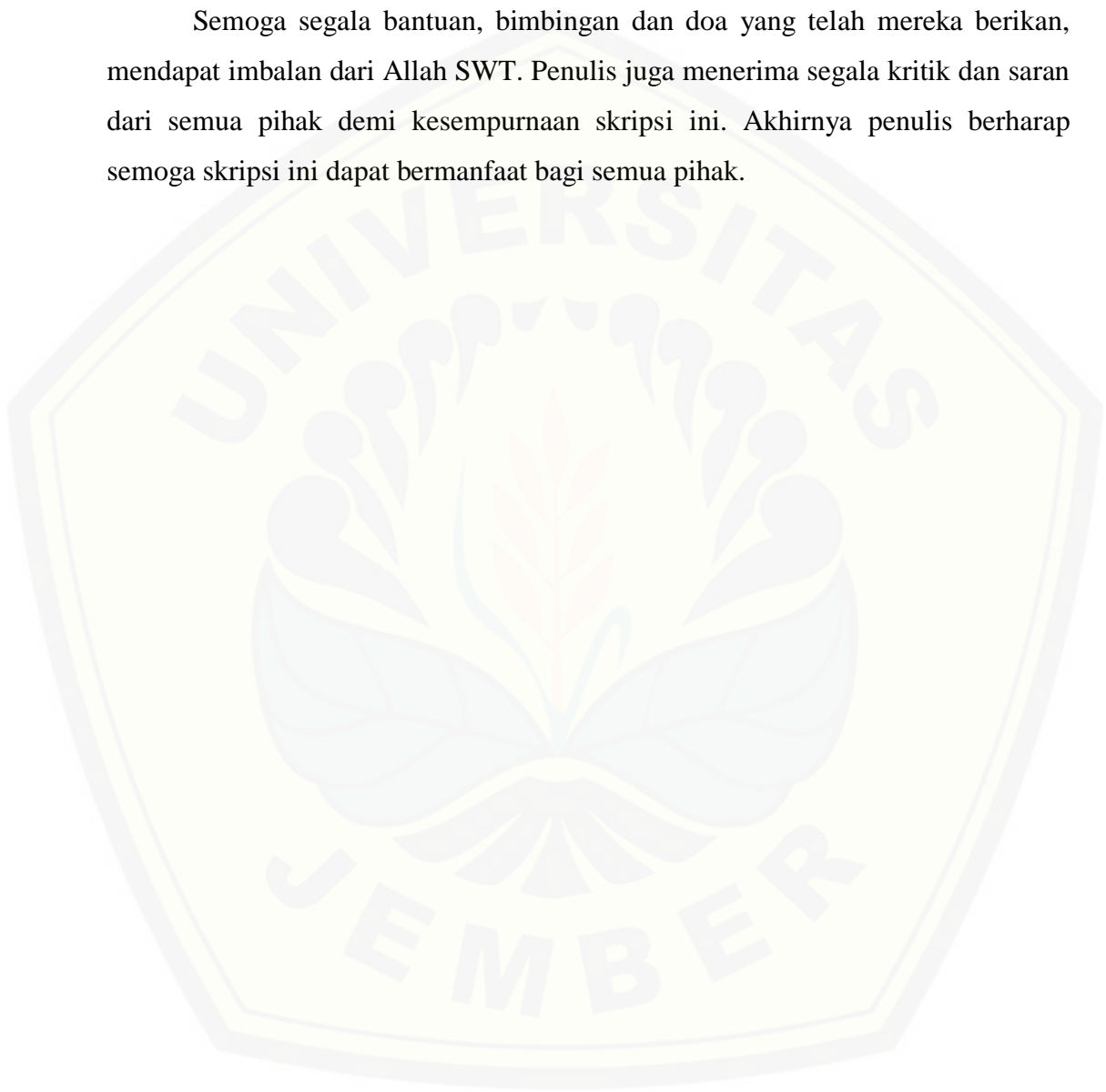
Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Ir. Hernu Suyoso, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Strata 1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik selama saya menjadi mahasiswa.
5. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dwi Nurtanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan tugas akhir ini.
6. Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T. dan Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T. selaku tim penguji yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan tugas akhir ini.
7. Kedua orang tua saya Ayahanda Moh. Toha dan Ibunda Lilik Azizah yang senantiasa memberikan kasih sayang, support dan doanya.
8. Untuk seseorang yang saya cintai Ayu Pramita Damayanti yang sama-sama berjuang bersama menyelesaikan tugas akhir, terima kasih atas

perhatian, kesabaran, dan semangat serta inspirasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

9. Pihak-pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas doa dan dukungannya.

Semoga segala bantuan, bimbingan dan doa yang telah mereka berikan, mendapat imbalan dari Allah SWT. Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2.TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Peraturan perencanaan yang digunakan.....	4
2.2 Material Baja.....	4
2.2.1 Sifat-sifat Baja	4
2.2.2 Kelebihan Baja.....	6
2.2.3 Kekurangan Baja.....	6
2.3 Preliminary <i>Design</i>	7
2.4 Pembebanan Struktur.....	8
2.4.1 Beban Mati.....	8
2.4.2 Beban Hidup	9
2.4.3 Beban Air Hujan	9
2.4.4 Beban Angin	10

2.4.5	Beban Gempa.....	13
2.5	Kombinasi Pembebanan.....	15
2.6	Perencanaan Struktur	15
2.6.1	Pelat Lantai	15
2.6.2	Tangga	25
2.6.3	Balok	26
2.6.4	Kolom	32
2.6.5	Pondasi.....	39
2.6.6	Baut Angkur (<i>anchor bolt</i>)	42
2.7	Sambungan.....	45
BAB 3. METODOLOGI.....		54
3.1	Konsep Perencanaan	54
3.2	Lokasi Perencanaan	54
3.3	Rancangan.....	55
3.4	Metode Penelitian	55
3.5	Uraian Langkah-Langkah Perencanaan	58
3.5.1	Bahan Perencanaan	58
3.5.2	<i>Preliminary Design</i>	58
3.5.3	Pemodelan Struktur.....	58
3.5.4	Validasi	59
3.5.5	Perencanaan Struktur	59
3.5.6	Perencanaan Sambungan	59
3.5.7	Hasil Perencanaan.....	59
3.5.8	Penggambaran.....	59
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		60
4.1	Data-data perencanaan	60
4.1.1	Data-data desain bangunan	60
4.1.2	Data-data pembebanan.....	60
4.2	<i>Preliminary Design</i>	61
4.2.1	Penentuan Konfigurasi Gedung	61
4.2.2	Penentuan Dimensi Awal.....	62
4.3	Perencanaan Pelat Lantai	66

4.3.1	Penentuan Tebal Pelat Asumsi	68
4.3.2	Perhitungan Beban	71
4.3.3	Analisa Statika Pelat	72
4.3.4	Penulangan Pelat Lantai.....	72
4.3.5	Kontrol Lendutan Pelat	76
4.4	Perencanaan Tangga	77
4.4.1	Perencanaan Anak Tangga.....	78
4.4.2	Pembebanan Pada Tangga	78
4.4.3	Pembebanan Pada Bordes	79
4.4.4	Analisa Statika Tangga	79
4.4.5	Penulangan Pelat Tangga.....	79
4.4.6	Penulangan Pelat Bordes	82
4.5	Pembebanan	85
4.5.1	Beban Gempa.....	85
4.5.2	Beban Angin	87
4.5.3	Pembebanan Pelat	88
4.5.4	Beban Material.....	88
4.5.5	Beban Dinding dan Tangga	88
4.6	Validasi	89
4.7	Analisa Gaya Dalam	91
4.8	Perencanaan Balok.....	92
4.8.1	Data Profil WF 400.200.8.13	93
4.8.2	Kontrol Kelangsingan Penampang Profil	93
4.8.3	Kontrol Geser Pada Balok	95
4.8.4	Kontrol Momen Lentur Pada Balok Komposit.....	96
4.8.5	Kontrol Lendutan Pada Balok Komposit.....	99
4.8.6	Kontrol Balok Terhadap Interaksi Lentur dan Geser.....	101
4.8.7	Perencanaan Penghubung Geser	102
4.9	Perencanaan Kolom	104
4.9.1	Data Profil WF 400.400.45.70	104
4.9.2	Kontrol Kelangsingan Penampang Profil	104
4.9.3	Kontrol Geser Pada Kolom.....	105

4.9.4	Panjang Tekuk (k)	106
4.9.5	Kontrol Tekuk Aksial Komponen Struktur Tanpa Elemen Langsing	107
4.9.6	Kontrol Tekuk Kombinasi Lentur dan Aksial dari Komponen Tanpa Elemen Langsing	108
4.10	Perencanaan Sambungan Kolom-Balok	111
4.10.1	Momen di Muka Pelat (Mf)	112
4.10.2	Konfigurasi Sambungan	112
4.10.3	Diameter Baut Perlu.....	113
4.10.4	Pelat Ujung dan Pelat Pengaku	113
4.10.5	Kontrol Tahanan Tumpu Baut	114
4.10.6	Kontrol Kuat Geser di Ujung Pelat dan Muka Kolom.....	115
4.10.7	Rasio Momen Pelat Ujung	115
4.11	Sambungan Balok – Balok.....	116
4.11.1	Data Perencanaan.....	116
4.11.2	Tahanan Tumpu Baut dan Geser Baut	116
4.11.3	Perhitungan Jumlah Baut	117
4.11.4	Konfigurasi Perencanaan Sambungan	117
4.11.5	Kontrol Tahanan Geser Blok	117
4.12	Perencanaan Pondasi.....	118
4.12.1	Perhitungan Daya Dukung Lapangan Berdasar Nilai N-SPT.....	118
4.12.2	Perhitungan Kebutuhan Tiang	120
4.12.3	Perhitungan kebutuhan pile cap	122
4.13	Perencanaan Baut Angkur.....	125
4.13.1	Data – Data Penampang.....	125
4.13.2	Gaya Tarik Angkur Baut.....	125
4.13.3	Gaya Geser Angkur Baut	126
4.13.4	Gaya Tumpu Angkur Baut.....	127
4.13.5	Kontrol Panjang Angkur Baut	127
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....		129
5.1	Kesimpulan	129
5.2	Saran	129
DAFTAR PUSTAKA		130

LAMPIRAN 133



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lebar efektif balok komposit	16
Gambar 2.2 Sumbu netral penampang balok komposit	27
Gambar 2.3 Sumbu netral plastis jatuh pada beton.....	28
Gambar 2.4 Sumbu netral plastis jatuh pada baja	29
Gambar 2.5 Penghubung geser tipe stud.....	31
Gambar 2.6 (a) Portal kaku bergoyang dan (b) tak bergoyang	34
Gambar 2.7 Nomogram faktor panjang tekuk, k	34
Gambar 2.8 Variasi nilai C_m pada berbagai pembebanan.....	37
Gambar 2.9 Keruntuhan geser blok	52
Gambar 2.10 Tata letak baut	53
Gambar 3.1 Lokasi penelitian	54
Gambar 3.2 Diagram alir perencanaan.....	57
Gambar 4.1 Denah lantai 5 gedung hotel Meotel Dafam.....	61
Gambar 4.2 Bentuk distribusi pembebanan metode amplop pada pelat tipe A	62
Gambar 4.3 Ilustrasi pembebanan kolom.....	65
Gambar 4.4 Variasi luasan pelat lantai 1	67
Gambar 4.5 Sketsa balok T 10-11	69
Gambar 4.6 Sketsa balok T B-C	70
Gambar 4.7 Penulangan pelat tipe A.....	75
Gambar 4.8 Hasil Analisis SAP2000	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien arah angin	10
Tabel 2.2 Parameter peningkatan kecepatan	11
Tabel 2.3 Koefisien tekanan internal	12
Tabel 2.4 Faktor keutamaan gempa	14
Tabel 2.5 Tebal minimum pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung	17
Tabel 2.6 Tebal minimum pelat tanpa balok interior	18
Tabel 2.7 Momen di dalam pelat persegi	19
Tabel 2.8 Tebal selimut beton minimum	21
Tabel 2.9 Batas lendutan pelat ijin	23
Tabel 2.10 Ketentuan sudut kemiringan tangga	25
Tabel 2.11 Batas lendutan maksimum	30
Tabel 2.12 Konfigurasi sambungan balok-kolom	46
Tabel 2.13 Kekuatan nominal pengencang dan bagian berulir	49
Tabel 2.14 Jarak tepi minimum dari pusat lubang ke ujung pelat	52
Tabel 4.1 Data panjang bentang pelat	63
Tabel 4.2 Data luasan pelat lantai 1	67
Tabel 4.3 Interpolasi rasio bentang terpanjang dan terpendek	72
Tabel 4.4 Rekapitulasi tebal dan penulangan pelat	75
Tabel 4.5 Rekapitulasi lendutan pelat	77
Tabel 4.6 Data spektra wilayah jember	86
Tabel 4.7 Periode – frekuensi spektra	86
Tabel 4.8 Data kecepatan angin wilayah jawa timur	87
Tabel 4.9 Rekapitulasi beban hasil SAP	90
Tabel 4.10 Rekapitulasi beban hasil perhitungan manual	90
Tabel 4.11 Gaya dalam maksimum pada komponen struktur	92
Tabel 4.12 Kontrol penampang profil semua tipe balok	94
Tabel 4.13 Kontrol geser untuk semua tipe balok	95
Tabel 4.14 Kontrol momen lentur positif	97
Tabel 4.15 Letak garis kerja gaya Cs	98

Tabel 4.16 Kontrol momen lentur negatif.....	98
Tabel 4.17 Sumbu netral penampang balok komposit jangka pendek.....	99
Tabel 4.18 Sumbu netral penampang balok komposit jangka panjang.....	99
Tabel 4.19 Kontrol lendutan balok.....	101
Tabel 4.20 Kontrol interaksi lentur dan geser.....	102
Tabel 4.21 Kebutuhan penghubung geser untuk semua tipe balok.....	103
Tabel 4.22 Faktor kekakuan elemen	106
Tabel 4.23 Faktor G tiap joint.....	106
Tabel 4.24 Faktor panjang efektif (k) kolom	106
Tabel 4.25 Konfigurasi sambungan balok kolom	112
Tabel 4.26 Tata letak baut.....	113
Tabel 4.27 Diameter baut.....	113
Tabel 4.28 Pelat ujung dan pelat pengaku	114
Tabel 4.29 Tahanan tumpu baut.....	115
Tabel 4.30 Kuat geser di ujung pelat dan muka kolom.....	115
Tabel 4.31 Rasio momen pelat ujung.....	116
Tabel 4.32 Data N-SPT	119

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia setiap tahunnya memiliki jumlah penduduk yang semakin meningkat, Menurut Muliadi (2018) bahwa jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2018 telah mencapai angka 266 juta jiwa. Seiring dengan meningkatnya kepadatan penduduk di Indonesia, maka hal tersebut akan diikuti dengan kebutuhan bangunan sebagai sarana dan prasarana yang semakin meningkat pula. Bangunan yang menjadi kebutuhan tidak hanya sebatas rumah sebagai tempat tinggal tetapi juga pusat perbelanjaan, sekolah, bahkan rumah sakit juga akan ikut meningkat jumlahnya.

Kabupaten Jember merupakan salah satu kota di Indonesia dengan pembangunan yang cukup pesat hal itu didasari karena pengembangan objek wisata yang sangat baik sehingga timbul minat wisatawan untuk berkunjung ke Jember. Menurut Solichah (2017) bahwa Kepala Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Jember Arif Tjahyono mengatakan pada tahun 2012 masih tercatat sekitar 30 objek wisata, namun pada tahun 2017 ini sudah mencapai 90 objek wisata, bertambahnya jumlah objek wisata tersebut berdampak pada peningkatan jumlah kunjungan wisatawan domestik dan mancanegara hal itu terbukti pada tahun 2012 tercatat sekitar 700 ribu orang, sedangkan pada tahun 2017 mencapai sekitar 1,5 juta orang yang mengunjungi sejumlah objek wisata di Kabupaten Jember. Berdasarkan hal tersebut pula akan berpengaruh terhadap meningkatkan kebutuhan bangunan sebagai tempat menginap para wisatawan, namun kondisi saat ini ketersediaan lahan pada wilayah kota di Kabupaten Jember sudah cukup sempit, sehingga untuk memenuhi kebutuhan tersebut salah satu cara adalah dengan membangun gedung bertingkat. Beberapa pembangunan hotel di Jember sudah dibangun tersusun ke atas supaya tidak membutuhkan lahan yang luas namun tetap memiliki daya tampung yang cukup.

Pada pembangunan gedung bertingkat tentu dibutuhkan perencanaan struktur yang mempertimbangkan efisiensi dalam pembangunan dengan

memperhitungkan segala aspek supaya dapat tercipta bangunan yang aman dan nyaman. Sebuah perencanaan struktur tentu tidak akan lepas dari material yang digunakan, material yang sering di jumpai di Indonesia adalah beton dan baja. Namun perencanaan gedung bertingkat di Kabupaten Jember penggunaan material beton masih mendominasi sedangkan material baja sangat minim penggunaannya.

Menurut Setiawan (2008) bahwa terdapat beberapa keunggulan pada material baja sebagai bahan konstruksi apabila dibandingkan dengan material lainnya, keuntungan tersebut yaitu baja mempunyai kekuatan yang tinggi sehingga dimensi struktur dapat dibuat lebih kecil dan tentu hal tersebut juga dapat berpengaruh pada berat struktur, selain itu baja juga memiliki keawetan yang cukup tinggi. Keuntungan lain dari konstruksi baja adalah kemudahan dalam penyambungan antar elemen yaitu dapat menggunakan sambungan las ataupun baut, dengan begitu tentu waktu pengerjaan dapat ditekan sesingkat mungkin.

Salah satu gedung yang dibangun di kota Jember adalah pembangunan gedung hotel Meotel Dafam Jember yang terdiri dari 10 lantai bahan material yang digunakan pada struktur atas adalah beton bertulang. Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis mencoba melakukan perencanaan struktur gedung Hotel Meotel Dafam Jember menggunakan struktur baja, untuk penerapan dan sebagai pembelajaran dalam merencanakan bangunan gedung menggunakan material baja. Standar perencanaan struktur baja berpedoman dan sesuai spesifikasi untuk bangunan baja struktural (SNI 1729:2015) untuk perencanaan terhadap beban gempa berpedoman pada SNI 1726-2012.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dari penelitian ini, maka timbul permasalahan yaitu bagaimana perencanaan gedung hotel Meotel Dafam Jember menggunakan struktur baja yang memenuhi spesifikasi untuk bangunan baja struktural (SNI 1729:2015)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian ini adalah untuk merencanakan struktur gedung hotel Meotel Dafam Jember menggunakan struktur yang memenuhi spesifikasi bangunan baja struktural.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan nantinya dapat menjadi kajian dalam merencanakan struktur gedung menggunakan struktur baja. Sehingga dapat diterapkan dalam usaha memaksimalkan penggunaan lahan dalam pembangunan suatu gedung bertingkat.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya pembahasan maka perlu adanya batasan-batasan, antara lain:

1. Pengamatan dan perencanaan terbatas pada gedung hotel Meotel Dafam Jember;
2. Perencanaan dilakukan sebatas pada struktur balok, kolom, pelat lantai, tangga, pondasi dan atap gedung;
3. Perencanaan hanya memperhatikan aspek keamanan;
4. Perencanaan struktur baja berpedoman pada metode LRFD dan SNI 1729-2015;
5. Pembebanan dihitung berdasarkan SNI 1727-2013;
6. Pembebanan gempa dihitung berdasarkan SNI 1726-2012;
7. Mutu baja yang digunakan adalah BJ41;
8. Mutu beton untuk pelat yang digunakan adalah K-350 $f'c = 29,05$ Mpa;
9. Profil baja menggunakan profil WF.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peraturan perencanaan yang digunakan

Peraturan yang digunakan dalam perencanaan gedung hotel Meotel Dafam Jember antara lain:

1. Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural (SNI 1729:2015)
2. Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2013)
3. Tata cara ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (SNI 1726:2012)

2.2 Material Baja

2.2.1 Sifat-sifat Baja

Menurut Wisdianti (2015) bahwa dalam pembentukan baja juga terdapat beberapa kandungan unsur lain yang berpengaruh pada kekuatan dan sifat dari baja, sehingga dapat diolah sesuai dengan keperluannya. Unsur-unsur yang berpengaruh pada sifat pembentuk baja antara lain:

1. Karbon (C)

Karbon merupakan unsur penting dalam proses hardening/pengerasan baja namun dapat mengurangi titik lebur dan regangan pada baja.

2. Kromium (Cr)

Kromium biasa digunakan untuk memberikan lapisan pada baja dengan tujuan sebagai anti karat, namun terlalu banyak menggunakan kromium akan mengurangi kekuatan baja.

3. Mangan (Mn)

Mangan dapat membentuk serat-serat yang apabila memiliki kandungan yang tepat akan memperkuat baja dan tahan patah meskipun dalam suhu tinggi. Namun apabila terlalu banyak kandungan mangan akan menurunkan kemampuan las baja.

4. Nikel (Ni)

Nikel berfungsi untuk pelapis tahan karat seperti kromium, nikel juga akan memberikan kesan kilap pada baja.

5. Fosfor (P)

Fosfor digunakan saat proses pembuatan baja karena fosfor dapat memudahkan proses pencairan besi.

6. Silisium (Si)

Silisium merupakan unsur yang berguna untuk meningkatkan elastisitas, kekokohan dan daya tahan karat. Kandungan silisium berguna sebagai unsur paduan yang mengakibatkan peleburan baja menjadi tenang.

7. Sulfur (S)

Sulfur berfungsi untuk mengikat senyawa Silikon, Mangan, dan Fosfor. Kandungan belerang dibatasi 0,06% karena jika terlalu tinggi akan menyebabkan baja menjadi rapuh.

8. Vanadium (V)

Vanadium berguna untuk menambah daya tahan lama baja, namun berdampak berkurangnya daya tahan pada suhu tinggi.

9. Molibdan (Mo)

Campuran molibdan pada baja dapat meningkatkan kekerasan dan daya tahan lama.

10. Cobal (Co)

Kandungan kobal berguna untuk menambah kekerasan dan ketajaman baja.

11. Wolfram (W)

Wolfram berfungsi untuk meningkatkan kekerasan, kekokohan, daya tahan karat dan suhu tinggi, namun dapat mengurangi regangan pada baja.

2.2.2 Kelebihan Baja

Menurut Setiawan (2008) bahwa beberapa kelebihan baja yang dapat menjadi pertimbangan untuk menjadikan material baja sebagai struktur utama perencanaan antar lain adalah:

1. Mempunyai kekuatan yang tinggi, sehingga dapat mengurangi dimensi dari struktur sehingga dapat meminimalisir berat sendiri dari struktur, selain itu juga cukup efektif untuk mengurangi penyempitan ruang akibat dimensi struktur.
2. Mempunyai tingkat keseragaman yang tinggi karena bahan penyusun yang cenderung seragam dibandingkan dengan beton serta memiliki keawetan yang jauh lebih tinggi jika dilakukan prosedur perawatan dengan semestinya
3. Sifat elastis, baja dapat berlaku elastis hingga tegangan tinggi mengikuti hukum *hooke*, momen inersia baja juga dapat dihitung dengan tepat sehingga memudahkan dalam analisa struktur
4. Daktilitas baja cukup tinggi yaitu baja yang mengalami tegangan tarik dapat meregang cukup besar sebelum mengalami keruntuhan
5. Kemudahan penyambungan antar elemen dapat mempercepat proses pelaksanaan konstruksi.

2.2.3 Kekurangan Baja

Dibalik kelebihan-kelebihan yang disebutkan baja memiliki sisi kekurangan yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Pemeliharaan yang harus dilakukan secara berkelanjutan, baja yang berhubungan langsung dengan udara atau air harus dilakukan pengecatan secara berkala
2. Baja akan mengalami penurunan kekuatan secara drastis jika terkena temperatur tinggi. Baja juga merupakan konduktor panas yang baik sehingga nyala api kecil yang mungkin terjadi dapat berdampak menyebar lebih cepat dan berdampak buruk terhadap kekuatan baja tersebut

3. Masalah tekuk yang diakibatkan kelangsingan penampang.

2.3 Preliminary Design

Menurut Suganda (2018) bahwa *preliminary design* adalah suatu perhitungan awal yang bertujuan untuk memperkirakan dimensi awal elemen-elemen struktur suatu konstruksi bangunan untuk digunakan pada perhitungan pembebanan, perkiraan ini dapat dilakukan secara sistematis ataupun dengan cara coba-coba (*trial error*). Perhitungan *preliminary design* dilanjutkan dengan penentuan bentuk dari bangunan simetris ataupun asimetris. Berdasarkan SNI 1726-2002 pada Bab 4.2 tentang struktur gedung beraturan dan tidak beraturan, yang dimaksud dengan bangunan asimetris yaitu bangunan yang memiliki ketentuan sebagai berikut:

1. Tinggi struktur gedung diukur dari taraf penjepitan lateral melebihi dari 10 tingkat atau diatas 40 m
2. Denah struktur gedung berbentuk tidak beraturan atau persegi panjang yang memiliki tonjolan lebih dari 25% dari ukuran terbesar denah struktur dalam arah tonjolan tersebut
3. Denah struktur gedung menunjukkan coakan sudut, dengan panjang sisi coakan tersebut melebihi 15% dari ukuran terbesar denah struktur gedung dalam arah sisi coakan tersebut
4. Sistem struktur gedung terbentuk oleh subsistem-subsistem penahan beban lateral yang arahnya saling tegak lurus dan sejajar dengan sumbu-sumbu utama orthogonal denah struktur gedung secara keseluruhan
5. Sistem struktur gedung menunjukkan loncatan bidang muka yang signifikan terhadap gedung sebelah bawahnya
6. Sistem struktur gedung memiliki kekakuan lateral yang tidak beraturan yaitu kekakuan lateral suatu tingkat adalah melebihi 70% kekakuan lateral tingkat di atasnya. Hal ini, yang dimaksud dengan kekakuan lateral suatu tingkat adalah gaya geser yang apabila bekerja di tingkat itu menyebabkan satu satuan simpangan antar tingkat

7. Sistem struktur gedung memiliki berat lantai tingkat yang tidak beraturan setiap lantai tingkat memiliki berat yang lebih dari 150% dari berat lantai tingkat di atasnya atau dibawahnya
8. Sistem struktur gedung memiliki unsur-unsur vertikal dari sistem penahan beban lateral dengan perpindahan titik berat lebih dari setengah ukuran unsur dalam arah perpindahan tersebut
9. Sistem struktur gedung memiliki lantai lubang atau bukaan yang luasnya melebihi 50% luas seluruh lantai tingkat. Jumlah lantai tingkat dengan lubang atau bukaan seperti melebihi 20% dari jumlah lantai tingkat seluruhnya.

Pada bab 4.2.2 juga disebutkan untuk bangunan struktur asimetris, pengaruh gempa rencana harus ditinjau sebagai pengaruh gempa dinamik sehingga analisisnya harus dilakukan berdasarkan analisis respon dinamik.

2.4 Pembebanan Struktur

Beban adalah gaya luar dari struktur yang merupakan komponen penting untuk di perhitungkan dalam perencanaan sebuah gedung. Pembebanan pada sebuah gedung tentu tidak dapat ditentukan secara pasti karena pendistribusian gaya pada masing-masing elemen menggunakan asumsi sehingga pembebanan yang dihasilkan lebih berupa estimasi. Terdapat beberapa macam beban pada struktur gedung yaitu:

2.4.1 Beban Mati

Berdasarkan SNI 1727-2013 pasal 3.1.1, beban mati adalah berat dari seluruh bahan konstruksi dari suatu gedung mulai dari berat material komponen struktur yaitu kolom, balok, plat, tangga serta struktur atap, hingga berat dari komponen *finishing* berupa dinding, lantai, plafon, *plumbing*, serta bagian-bagian aksesoris yang melekat langsung pada struktur yang hampir tidak mungkin di pindah-pindah yaitu lampu, ac, dll.

Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung yang direncanakan berdasarkan PPIUG 1983 antara lain:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Baja | = 7.850 kg/m ³ |
| 2. Beton bertulang | = 2.400 kg/m ³ |
| 3. Plafon dan Penggantung | = 18 kg/m ² |
| 4. Keramik | = 24 kg/m ² |
| 5. Spesi per cm tebal | = 21 kg/m ² |

2.4.2 Beban Hidup

Beban hidup adalah berat yang terjadi akibat pemanfaatan dari gedung tersebut. Contoh dari beban hidup sendiri adalah beban guna, beban hujan, beban angin, dan beban gempa. Berbeda dengan beban mati yang gayanya bekerja secara konstan di tempat, gaya akibat beban hidup lebih tidak konstan dan berpindah-pindah. Beban hidup gedung yang direncanakan berdasarkan SNI 1727-2013 adalah sebagai berikut:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| 1. Ruang pertemuan | = 479 kg/m ² |
| 2. Koridor | = 479 kg/m ² |
| 3. Ruang makan dan restoran | = 479 kg/m ² |
| 4. Tangga dan jalan keluar | = 479 kg/m ² |
| 5. Atap datar, berbung, dan lengkung | = 96 kg/m ² |

2.4.3 Beban Air Hujan

Sistem drainase atap harus dirancang mampu menahan semua air hujan yang tergenang apabila sistem drainase primer tertutup ditambah beban akibat kenaikan air di atas lubang masuk sistem drainase sekunder.

$$R = 0,0098 (d_s + d_h) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

R = beban air hujan pada atap

d_s = kedalaman air pada atap apabila sistem drainase primer tertutup

d_h = tambahan kedalaman air pada atap di atas lubang masuk sistem drainase sekunder pada aliran air rencana.

2.4.4 Beban Angin

Parameter beban angin yang harus diperhitungkan dalam menentukan pengaruh beban angin terhadap bangunan berdasarkan SNI 1727-2013 pasal 26:

1. Kecepatan angin dasar (V)

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

2. Faktor arah angin (K_d)

Faktor arah angin harus ditentukan berdasarkan SNI 1727-2013 tabel 26.6-1. Sebagai berikut:

Tabel 2.1 Koefisien arah angin

Tipe Struktur	Faktor Arah Angin, K_d
Bangunan gedung	
Sistem penahan beban angin utama	0,85
Komponen dan klading bangunan gedung	0,85
Atap lengkung	0,85
Cerobong asap, tangki, dan struktur yang sama	
Segi empat	0,90
Segi enam	0,95
Bundar	0,95
Dinding pejal berdiri bebas dan papan reklame pejal berdiri bebas dan papan reklame terikat	0,85
Papan reklame terbuka dan kerangka kisi	0,85
Rangka batang menara	
Segi tiga, segi empat, persegi panjang	0,85
Penampang lainnya	0,95

Sumber : SNI 1727-2013, pasal 26.6

3. Kategori eksposur

Eksposur lawan angin ditentukan sesuai dengan kekasaran permukaan tanah yang ditentukan dari topografi alam, vegetasi, dan

fasilitas dibangun. Untuk menentukan suatu kategori eksposur adalah sebagai berikut:

- a. Kekasaran permukaan B yaitu daerah perkotaan dan pinggiran kota, daerah berhutan, atau daerah lain dengan halangan angin berjarak dekat yang berukuran seperti tempat tinggal keluarga tunggal atau lebih besar.
 - b. Kekasaran permukaan C yaitu dataran terbuka dengan penghalang angin tersebar yang memiliki tinggi kurang dari 9,1 meter. Kategori ini mencakup daerah terbuka datar dan padang rumput.
 - c. Kekasaran Permukaan D yaitu Area datar, area tidak terhalang dan permukaan air. Kategori ini berisi lumpur, padang garam, dan es tak terputus.
4. Faktor topografi (K_{zt})

Efek peningkatan kecepatan angin harus dimasukkan dalam perhitungan beban angin desain menggunakan faktor K_{zt} .

$$K_{zt} = (1 + K_1K_2K_3)^2 \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana K_1, K_2 , dan K_3 sesuai dengan tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Parameter peningkatan kecepatan

Parameter untuk peningkatan kecepatan di atas bukit dan tebing						
Bentuk bukit	$K_1/(h/L_h)$			γ	μ	
	Eksposur				Sisi angin datang dari puncak	Sisi angin pergi dari puncak
	B	C	D			
Bukit memanjang 2-dimensi (atau lembah dengan negatif H dalam $K_1/(H/L_h)$)	1,30	1,5	1,55	3	1,5	1,5
Tebing 2-dimensi	0,75	0,85	0,95	2,5	1,5	4

Bukit simetris 3-dimensi	0,95	1,05	1,15	4	1,5	1,5
--------------------------	------	------	------	---	-----	-----

Sumber: SNI 1727-2013

5. Klasifikasi ketertutupan

Bangunan gedung diklasifikasikan sebagai bangunan tertutup, bangunan tertutup sebagian atau bangunan terbuka. Berikut definisi dari klasifikasi bangunan sesuai dengan SNI 1727-2013:

1. Gedung tertutup

Gedung tertutup adalah bangunan yang tidak memenuhi persyaratan untuk bangunan gedung terbuka atau tertutup sebagian

2. Gedung tertutup sebagian

Gedung tertutup sebagian adalah bangunan dimana luas bukaan dinding yang menerima tekanan angin positif tidak melebihi 20% dari luas total bangunan gedung

3. Gedung terbuka

Gedung terbuka adalah bangunan dengan dinding minimal 80% terbuka.

Sesuai dengan syarat-syarat di atas maka bangunan gedung hotel Meotel Dafam yang akan direncanakan termasuk pada klasifikasi gedung tertutup.

6. Koefisien tekanan internal

Koefisien tekanan internal ditentukan dengan menggunakan data tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Koefisien tekanan internal

Klasifikasi Ketertutupan	GC_{pi}
Bangunan gedung terbuka	0,00
Bangunan gedung tertutup sebagian	$\pm 0,55$
Bangunan gedung tertutup	$\pm 0,18$

Sumber: SNI 1727-2013, pasal 26.11.

2.4.5 Beban Gempa

Berdasarkan SNI 1726-2012 pasal 7.4.1, beban gempa adalah gaya elemen struktur aksial, geser dan lentur, yang terjadi akibat dari penerapan gaya gempa horizontal dan vertikal. Beban gempa yang di tinjau adalah beban gempa yang bekerja dalam arah X dan arah Y.

Analisis beban gempa perlu ditentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung dan non gedung serta berbagai bagian dan peralatan secara umum. Berdasarkan fungsi bangunan dibedakan menjadi 4 kategori resiko, antara lain:

1. Kategori resiko I

Gedung dan non gedung yang memiliki resiko terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, antara lain:

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

2. Kategori resiko II

Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori resiko I, III, IV, antara lain:

- Perumahan
- Rumah toko dan rumah kantor
- Pasar
- Gedung perkantoran
- Gedung apartemen
- Pabrik

3. Kategori resiko III

Gedung dan non gedung yang memiliki resiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, antara lain:

- Bioskop

- Gedung pertemuan
- Stadion
- Fasilitas kesehatan
- Fasilitas penitipan anak
- Penjara
- Bangunan panti jompo

Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori resiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari, antara lain:

- Pusat pembangkit listrik
 - Fasilitas penanganan air
 - Pusat telekomunikasi
4. Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, antara lain:
- Bangunan-bangunan monumental
 - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan
 - Rumah sakit
 - Fasilitas Pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi
 - Tempat perlindungan darurat

Berdasarkan kategori resiko struktur bangunan gedung dan non gedung, pengaruh gempa rencana harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan I_e . Faktor keutamaan gempa adalah sebagai berikut:

Tabel 2.4 Faktor keutamaan gempa

Kategori resiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sumber: SNI 1726-20012, tabel 2, hal. 15.

2.5 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI 1727-2013 pasal 2.3.2, dari beban-beban di atas harus dianalisis kombinasi pembebanan terbesar yang dapat terjadi pada gedung. Kombinasi beban yang dapat terjadi antara lain:

1. $1,4D$ (2.3)
2. $1,2D + 1,6L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$ (2.4)
3. $1,2D + 1,6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$ (2.5)
4. $1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$ (2.6)
5. $1,2D + 1,0E + L + 0,2S$ (2.7)
6. $0,9D + 1,0E$ (2.8)

2.6 Perencanaan Struktur

Perencanaan struktur pada perencanaan hotel Meotel Dafam Jember adalah dengan merencanakan struktur yang meliputi balok, kolom, pelat, tangga dan pondasi.

2.6.1 Pelat Lantai

Menurut Asroni (2010) bahwa pelat adalah struktur tipis yang terbuat dari beton bertulang dengan bidang horizontal dan beban yang bekerja tegak lurus. Perencanaan dan analisis pelat sesuai SNI 2847-2013 adalah sebagai berikut:

1. Lebar efektif pelat

Panjang bentang dari suatu pelat harus dikurangi dengan lebar efektif balok terlebih dahulu. Menurut Setiawan (2008) bahwa besar lebar efektif suatu komponen struktur komposit ditentukan sebagai berikut:

a. Balok interior (balok T)

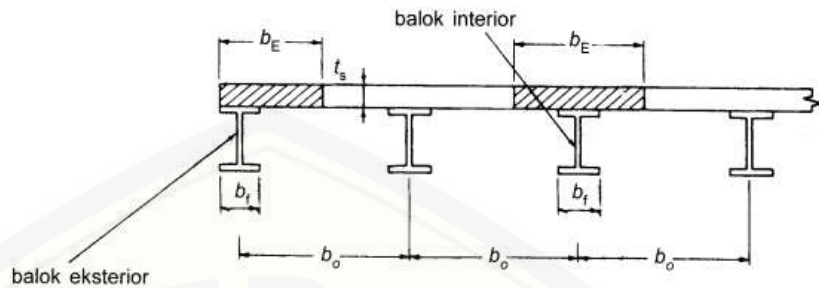
$$b_e \leq \frac{L}{4} \text{ (2.9.a)}$$

$$b_e \leq b_o \text{ (2.9.b)}$$

b. Balok eksterior (balok L)

$$b_e \leq \frac{L}{8} + \frac{bf}{2} \text{ (2.10.a)}$$

$$b_e \leq \frac{b_o}{2} + \frac{b_f}{2} \dots\dots\dots(2.10.b)$$



Sumber: Struktur baja metode LRFD, 2010, hal. 284

Gambar 2.1 Lebar efektif balok komposit

2. Nilai rata-rata rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap pelat (α_m)

Mencari nilai rata-rata rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap pelat (α_m) dari masing-masing balok untuk mengecek apakah pemakaian tebal pelat (h) rencana telah memenuhi persyaratan tebal pelat minimum. Persamaan untuk mendapatkan nilai (α) berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 13.6.1.6, adalah sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{E_b \times I_b}{E_s \times I_s} \dots\dots\dots(2.11)$$

dimana:

E_b = Modulus elastisitas balok (MPa)

E_s = Modulus elastisitas pelat (MPa)

I_b = Momen inersia balok (mm^4)

I_s = Momen Inersia pelat (mm^4)

Modulus elastisitas beton ditetapkan sesuai SNI 2847-2013 pasal 8.5.1:

- a. Berat jenis beton (w_c) antara 1440 dan 2560 kg/m^3 , modulus elastisitas beton diperoleh sebesar:

$$E_c = W_c^{1.5} \times 0,043 \sqrt{f'c} \dots\dots\dots(2.12)$$

- b. Berat jenis beton (w_c) kurang dari 1440 kg/m^3 , modulus elastisitas beton diperoleh sebesar:

$$E_c = 4700\sqrt{f'c} \dots\dots\dots(2.13)$$

3. Penentuan tebal pelat

Menurut Asroni (2010) bahwa perbandingan antara bentang panjang dan bentang pendek pelat dibedakan menjadi dua, yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah.

Pelat disebut dengan 1 arah apabila pelat ditumpu oleh salah satu arahnya. Sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok satu arah disebut pelat satu arah/*one way slab*, sedangkan sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok dua arah disebut pelat dua arah/*two way slab*. Dalam menentukan jenis pelat apakah satu arah ataupun dua arah berdasarkan syarat di atas adalah sebagai berikut:

a. Pelat satu arah (*one way slab*)

Pelat menggunakan sistem *one way slab* apabila $\frac{l_y}{l_x} \geq 2$

Berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 9.5.2.2 untuk *one way slab*, tebal minimumnya dapat ditetapkan sesuai tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5 Tebal minimum pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung

Tebal minimum, h				
Komponen struktur	Tertumpu sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar			
Pelat masif satu arah	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Balok atau pelat rusuk satu arah	$l/16$	$l/18,5$	$l/21$	$l/8$
Catatan: Panjang bentang dalam mm.				

Nolai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan beton normal dan tulangan Mutu 420 MPa. Untuk kondisi lain, nilai di atas harus dimodifikasikan

Sumber: SNI 2847-2013, tabel 9.5(a), hal. 70.

b. Pelat dua arah (*two way slab*)

Pelat menggunakan sistem *two way slab* apabila $\frac{l_y}{l_x} < 2$

Perencanaan *two way slab* ditetapkan pada peraturan SNI 2847-2013 pasal 9.5.3 adalah sebagai berikut:

1. Jika nilai rata-rata rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap pelat (α_m) $< 0,2$, maka harus menggunakan persyaratan pelat tanpa balok interior yang membentang diantara tumpuan.

Tabel 2.6 Tebal minimum pelat tanpa balok interior

Tegangan leleh, f_y MPa	Tanpa penebalan			Dengan penebalan		
	Panel eksterior		Panel interior	Panel eksterior		Panel interior
	Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir		Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir	
280	$l_n / 33$	$l_n / 36$	$l_n / 36$	$l_n / 36$	$l_n / 40$	$l_n / 40$
420	$l_n / 30$	$l_n / 33$	$l_n / 33$	$l_n / 33$	$l_n / 36$	$l_n / 36$
520	$l_n / 28$	$l_n / 31$	$l_n / 31$	$l_n / 31$	$l_n / 34$	$l_n / 34$

Untuk konstruksi dua arah, l_n adalah panjang bentang bersih dalam arah panjang, di ukur ke muka tumpuan pada pelat tanpa balok dan muka ke muka balok atau tumpuan lainnya pada kasus yang lain.

Untuk f_y antar nilai yang diberikan dalam tabel, tebal minimum harus ditentukan dengan interpolasi linier.

Panel drop didefinisikan dalam 13.2.5.

Pelat dengan balok di antara kolomnya di sepanjang tepi eksterior. Nilai a_f untuk balok tepi tidak boleh kurang dari 0,8.

Sumber: SNI 2847-2013, pasal 9.5.3.

2. Jika $(\alpha_m) > 0,2$ tapi tidak lebih dari 2, maka tebal pelat minimal adalah:

$$h_{\min} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{fy}{1400}\right)}{36 + 5\beta (\alpha_m - 0,2)} \dots\dots\dots (2.14)$$

dan tidak boleh kurang dari 125 mm.

3. Jika $(\alpha_m) > 2$, maka tebal pelat minimal adalah:

$$h_{\min} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{fy}{1400}\right)}{36 + 9\beta} \dots\dots\dots (2.15)$$

dan tidak boleh kurang dari 90 mm.

4. Tebal maksimum pelat adalah:

$$h_{\max} = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{fy}{1400}\right)}{36} \dots\dots\dots (2.16)$$

dengan,

$$\beta = \frac{\ln y}{\ln x} \dots\dots\dots (2.17)$$

dimana:

l_n = bentang bersih terbesar, mm.

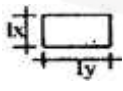

β = rasio panjang pelat, MPa.

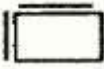




h = tebal pelat, mm.

4. Analisa statika pelat

Analisa statika pelat untuk menentukan momen tumpuan dan momen lapangan pad pelat. Perhitungan momen lentur yang berkerja pada jalur selebar 1 meter setiap arah x dan arah y, menurut Asroni (2010) adalah sebagai berikut:

Tabel 2.7 Momen di dalam pelat persegi

l_y/l_x		1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
	$M_{lx}^{(+)} = 0,001 \cdot q \cdot I_x^2 \cdot X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100
	$M_{ly}^{(+)} = 0,001 \cdot q \cdot I_y^2 \cdot Y$	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37
	$M_{lx}^{(+)} = 0,001 \cdot q \cdot I_x^2 \cdot X$	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62
	$M_{ly}^{(+)} = 0,001 \cdot q \cdot I_y^2 \cdot Y$	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35
	$M_{tx}^{(-)} = 0,001 \cdot q \cdot I_x^2 \cdot X$	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62
	$M_{ty}^{(-)} = 0,001 \cdot q \cdot I_y^2 \cdot Y$	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35

	$MI_x^{(+)}=0,001 \cdot q \cdot I_x^2 \cdot X$	48	55	61	67	71	76	79	82	84	86	88
	$MI_y^{(+)}=0,001 \cdot q \cdot I_y^2 \cdot Y$	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	49
	$Mt_x^{(-)}=0,001 \cdot q \cdot I_x^2 \cdot X$	48	55	61	67	71	76	79	82	84	86	88
	$Mt_y^{(-)}=0,001 \cdot q \cdot I_y^2 \cdot Y$	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	49
	$MI_x^{(+)}=0,001 \cdot q \cdot I_x^2 \cdot X$	38	46	53	59	65	69	73	77	80	83	85
	$MI_y^{(+)}=0,001 \cdot q \cdot I_y^2 \cdot Y$	43	46	48	50	51	51	51	51	50	50	50
	$Mt_x^{(-)}=0,001 \cdot q \cdot I_x^2 \cdot X$	38	46	53	59	65	69	73	77	80	83	85
	$Mt_y^{(-)}=0,001 \cdot q \cdot I_y^2 \cdot Y$	43	46	48	50	51	51	51	51	50	50	50
	$MI_x^{(+)}=0,001 \cdot q \cdot I_x^2 \cdot X$	13	48	51	55	57	58	60	61	62	62	62
	$MI_y^{(+)}=0,001 \cdot q \cdot I_y^2 \cdot Y$	38	39	38	38	37	36	36	35	35	34	34
	$Mt_x^{(-)}=0,001 \cdot q \cdot I_x^2 \cdot X$	13	48	51	55	57	58	60	61	62	62	62
	$Mt_y^{(-)}=0,001 \cdot q \cdot I_y^2 \cdot Y$	38	39	38	38	37	36	36	35	35	34	34
Keterangan:  = terletak bebas  = menerus atau terjepit elastis												

Sumber: Balok dan pelat beton bertulang, 2010, hal. 268.

5. Penulangan pelat

a. Faktor tahanan momen

Menurut Asroni (2010), faktor momen nominal (K_n) yang bekerja pada pelat harus lebih kecil dari faktor momen maksimum (K_{maks}).

$$K_{maks} = \frac{382,5 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot (600 + f_y - 225 \cdot \beta_1)}{(600 + f_y)^2} \dots \dots \dots (2.18.a)$$

$$K_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d_{eff}^2} \dots \dots \dots (2.18.b)$$

b. Tebal efektif pelat

Struktur pelat untuk beton bertulang, tebal pelat (d) harus dikurangi tebal selimut untuk mendapatkan tinggi efektif pelat (d_{eff}). Tebal selimut beton minimum yang harus disediakan untuk tulangan harus memenuhi ketentuan sesuai SNI 2847-2013 pasal 7.7.1, adalah sebagai berikut:

Tabel 2.8 Tebal selimut beton minimum

Konsidi umum	Tebal selimut minimum (mm)
a. Beton yang dicor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah	75
b. Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca: Batang D-19 hingga D-56 Batang D-16, jarring kawat polos P16 atau kawalulir D16 dan yang lebih kecil	50 40
c. Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau beton tidak langsung berhubungan dengan tanah: 1. Pelat, dinding, pelat berusuk: Batang D-44 dan D-56 Batang D-36 dan yang lebih kecil 2. Balok, kolom: Tulangan utama, pengikat, sengkang, lilitan spiral 3. Komponen struktur cangkang, pelat lipat: Batang D-19 dan yang lebih besar Batang D-16, jarring kawat polos P16 atau ulir D16 dan yang lebih kecil	40 20 40 20 15

Sumber: SNI 2847-2013, pasal 7.7.1.

c. Rasio tulangan

Menurut Asroni (2010) bahwa batasan rasio luas tulangan yang diperlukan pelat setiap meter panjangnya adalah:

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots (2.19.a)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600+f_y} \dots\dots\dots (2.19.b)$$

Luas tulangan yang diperlukan pelat setiap meter panjangnya adalah:

$$\rho_{perlu} = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2K_n}{0,85 \cdot f'_c}}\right) \dots \dots \dots (2.19.c)$$

d. Luas tulangan utama

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 12.5.2, persamaan untuk mencari luas tulangan utama (A_s) adalah:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d_{eff} \dots \dots \dots (2.20)$$

Jarak tulangan utama (s):

$$s \leq \frac{0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b}{A_s} \leq 450mm \dots \dots \dots (2.21)$$

e. Luas tulangan bagi (susut dan suhu)

Berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 7.12.2.1, persamaan untuk mencari luas tulangan bagi adalah:

$$1. f_y \leq 350MPa, (A_{sb}) = 0,0020 \cdot b \cdot d_{eff} \dots \dots \dots (2.22.a)$$

$$2. 350MPa < f_y < 420MPa, (A_{sb}) = 0,0018 \cdot b \cdot d_{eff} \dots \dots \dots (2.22.b)$$

$$3. f_y \geq 420MPa, (A_{sb}) = 0,0018 \cdot b \cdot d_{eff} \cdot (400/f_y) \dots \dots \dots (2.22.c)$$

Dengan jarak tulangan bagi (s):

$$s \leq \frac{0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b}{A_s} \leq 450mm \dots \dots \dots (2.23.a)$$

$$s \leq 5h \leq 450mm \dots \dots \dots (2.23.b)$$

f. Lendutan pelat

1. Lendutan ijin (Δ_{ijin})

Batas lendutan yang diijinkan menurut SNI 03-2847-2002 adalah seperti berikut:

Tabel 2.9 Batas lendutan pelat ijin

Jenis Komponen Struktur	Lendutan Ijin
Konstruksi atap datar yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan	$L_n/180$
Konstruksi atap atau lantai yang menahan atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan.	$L_n/360$
Konstruksi atap atau lantai yang menahan atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar.	$L_n/480$
Konstruksi atap atau lantai yang menahan atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin tidak akan rusak oleh lendutan yang besar.	$L_n/240$

Sumber: SNI 2847-2002, pasal 11.5.

2. Momen akibat retak (M_{cr})

Momen akibat retak pada pelat harus diperhatikan terhadap lendutan yang terjadi. Sesuai SNI 2847-2002 pasal 11.5, momen akibat retak dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$M_{cr} = \frac{0,7 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot I_g}{y_t} \dots\dots\dots (2.24)$$

dengan:

I_g = momen inersia penampang bruto, mm^4

y_t = setengah dari tebal pelat, mm.

3. Momen inersia penampang retak (I_{cr})

Nilai momen inersia penampang retak menurut SNI 2847-2002 pada persamaan 101 adalah sebagai berikut:

$$I_{cr} = \frac{1}{3} \cdot b \cdot c^3 + n \cdot A_s \cdot (d - c)^2 \dots\dots\dots (2.25)$$

dengan:

b = lebar pelat per 1 meter, mm

c = jarak dari serat tekan terluar ke sumbu netral, mm

n = rasio modulus elastisitas tulangan terhadap beton

d = jarak dari serat tekan terluar ke tulangan tarik, mm.

4. Momen inersia penampang efektif (I_e)

Nilai momen inersia penampang efektif menurut SNI 2847-2002 pasal 11.5 adalah sebagai berikut:

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_u}\right)^3 \cdot I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_u}\right)^3\right] \cdot I_{cr} \dots\dots\dots (2.26)$$

5. Lendutan seketika (Δ_e)

Lendutan seketika pada komponen struktur terjadi segera setelah beban bekerja dan itu juga terjadi lendutan. Menurut SNI 2847-2002 pasal 11.5, lendutan seketika dihitung dengan persamaan berikut:

$$\Delta_e = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_u \cdot L^2}{E \cdot I_e} \dots\dots\dots (2.27)$$

6. Faktor ketergantungan waktu (ξ)

Berdasarkan SNI 2847-2002 pasal 11.2.5, faktor konstanta ketergantungan waktu untuk beban jangka panjang diambil sebesar 2.

7. Lendutan jangka panjang (Δ_g)

Lendutan jangka panjang merupakan lendutan yang timbul secara berangsur dalam jangka waktu lama dan disebabkan oleh rangkai dan susut dari material beton. Nilai lendutan jangka panjang dihitung dengan persamaan berikut:

$$\Delta_g = \frac{\lambda \cdot 5}{48} \cdot \frac{M_u \cdot L^2}{E \cdot I_e} \dots\dots\dots (2.28)$$

$$\lambda = \frac{\xi}{1 + 50 \cdot \rho} \dots\dots\dots (2.29)$$

dengan:

λ = faktor pengali untuk lendutan jangka panjang

ξ = faktor ketergantungan waktu

ρ = rasio tulangan.

8. Lendutan total (Δ_{total})

Pelat sebagai struktur yang menahan lentur harus diperiksa terhadap lendutan yang terjadi. Lendutan yang terjadi pada pelat sesuai SNI 2847-2002 pasal 11.5 adalah sebagai berikut:

$$\Delta_{total} = \Delta_e + \Delta_g \dots\dots\dots (2.30)$$

2.6.2 Tangga

Tangga digunakan untuk melayani aksesibilitas antar lantai pada gedung bertingkat. Perhitungan tulangan dihitung dengan pembebanan tetap, hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil luas tulangan yang cukup besar.

Persamaan pendekatan untuk mencari jumlah anak tangga adalah:

$$2 \times OP + A = 60 \text{ s/d } 65 \dots\dots\dots (2.31)$$

dimana:

OP = tinggi anak tangga

A = lebar anak tangga

Dengan sudut kemiringan tangga (α):

$$\alpha = \text{arc tan } \frac{OP}{A} \dots\dots\dots (2.32)$$

Menurut Asroni (2010) bahwa sudut kemiringan tangga (α) dapat direncanakan selama tidak melebihi ketentuan berikut:

Tabel 2.10 Ketentuan sudut kemiringan tangga

Kasus	Sudut Kemiringan Tangga (α)
Untuk tangga mobil masuk garasi	12,5°
Untuk tangga di luar bangunan	20°
Untuk tangga perumahan dan bangunan gedung pada umumnya	30° - 35°

Untuk tangga curam, misalnya tangga untuk basement, menara, dll.	$\geq 41^\circ$
--	-----------------

Sumber: Balok dan pelat beton bertulang, 2010, hal. 235.

2.6.3 Balok

Balok pada sebuah struktur bertugas sebagai penerima beban vertikal dan horizontal, dan menyalurkan beban tersebut menuju kolom. Beban vertikal yang dialami balok berupa beban dari plat lantai, berat sendiri balok dan berat dinding yang ada di atasnya. Sedangkan beban horizontal yang dialami adalah beban angin dan beban gempa.

Balok merupakan bagian utama struktur yang berfungsi sangat penting untuk memikul beban lentur, geser dan torsi. Komponen struktur balok sendiri merupakan kombinasi dari elemen tekan dan tarik. Elemen balok dirancang dengan konsep terkekang lateral. Tahanan balok yang memikul gaya lentur harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$M_u < \phi M_n \dots \dots \dots (2.33)$$

Dimana reduksi (ϕ) sebesar 0,90.

1. Kuat lentur komponen struktur balok komposit

a. Lebar efektif transformasi (b_{etr})

Jika lebar efektif untuk komponen balok dan pelat yang terdiri dari dua material dan memiliki modulus berbeda, maka lebar efektif beton harus ditransformasikan ke material baja.

Menurut Setiawan (2008) bahwa untuk menentukan lebar efektif transformasi digunakan persamaan berikut:

$$b_{etr} = \frac{b_e}{n} \dots \dots \dots (2.34)$$

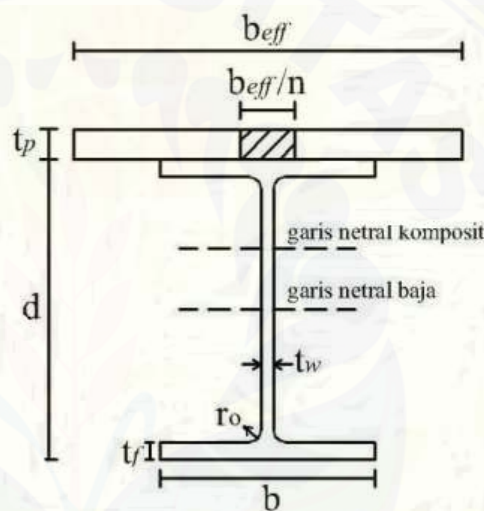
dimana:

b_e = lebar efektif balok komposit (mm)

$n = E_s/E_c =$ rasio modulus elastisitas profil baja terhadap beton.

b. Sumbu netral penampang komposit

Penampang komposit merupakan struktur gabungan dari 2 material atau lebih yang memiliki sifat bahan berbeda yang bekerja dalam satu kesatuan, sehingga sumbu netral penampang balok komposit pun merupakan gabungan dari sumbu netral kedua material. Letak sumbu netral balok komposit dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Sumbu netral penampang balok komposit

c. Momen inersia penampang balok komposit

Menurut Setiawan (2008) bahwa untuk menentukan inersia pada balok komposit menggunakan persamaan berikut:

$$I_{tr} = \sum (I_o + A \times d^2) \dots \dots \dots (2.35)$$

Dimana:

I_{tr} = Momen inersia gabungan (cm^4)

I_o = Momen inersia komponen (cm^4)

A = Luas penampang komponen (cm^2)

d = Jarak sumbu netral komponen terhadap komposit (cm).

d. Analisa sumbu netral plastis

Analisa untuk sumbu netral plastis dalam banyak kasus, kuat lentur nominal tercapai ketika seluruh penampang baja luluh dan beton tekan hancur. Hubungan distribusi tegangan pada keadaan tersebut pada komposit dinamakan distribusi tegangan plastis. Penentuan untuk menentukan harga tegangan lentur balok komposit, hal utama yang perlu dilakukan adalah mencari letak sumbu netral plastis dari penampang tersebut. Menurut setiawan (2008) bahwa letak sumbu netral plastis dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b_e} \dots \dots \dots (2.36)$$

dimana:

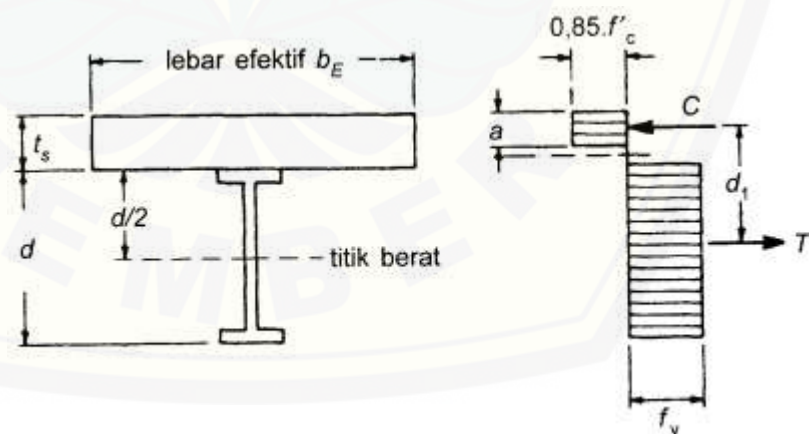
 jika $a \leq t_p$ maka, sumbu netral plastis jatuh pada pelat beton

 jika $a > t_p$ maka, sumbu netral plastis jatuh pada profil baja.

e. Kuat lentur momen positif

1. Sumbu netral plastis jatuh pada pelat beton

Jika sumbu netral plastis jatuh pada slab beton, maka distribusi tegangan yang terjadi seperti gambar 2.3 berikut:



Sumber: Sturuktur baja metode LRFD, 2008, hal. 293

Gambar 2.3 Sumbu netral plastis jatuh pada beton

Nilai momen nominal penampang balok komposit tersebut adalah sebagai berikut:

$$M_n = M_p = C \times d_1 \dots\dots\dots (2.37)$$

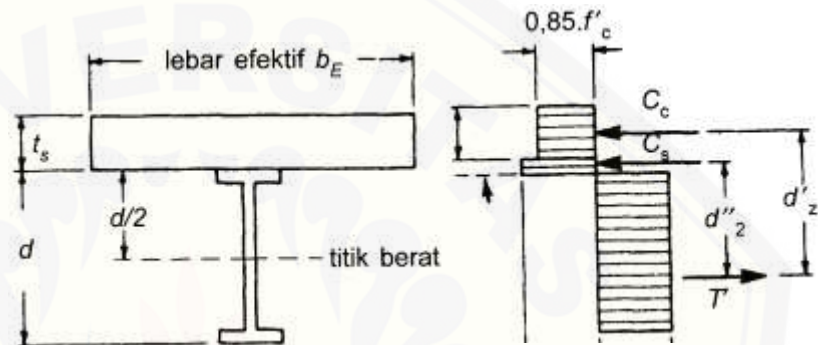
dimana:

$$C = 0,85 \times f'c \times a \times b_e \dots\dots\dots (2.38)$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + t_p - \frac{a}{2} \dots\dots\dots (2.39)$$

2. Sumbu netral plastis jatuh pada profil

Jika sumbu netral plastis jatuh pada profil baja, maka distribusi tegangan yang bekerja seperti pada gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4 Sumbu netral plastis jatuh pada baja

Nilai momen nominal balok komposit sebagai berikut:

$$M_n(+)= M_p = C_c \times d_2' + C_s \times d_2'' \dots\dots\dots (2.40)$$

dimana:

$$C_c = 0,83 \times f'c \times t_p \times b_e \dots\dots\dots (2.41)$$

$$C_s = \frac{A_s \times f_y - C_c}{2} \dots\dots\dots (2.42)$$

$$d_2' = \frac{d}{2} + t_p - \frac{a - t_f}{2} \dots\dots\dots (2.43)$$

$$d_2'' = \frac{d}{2} - \frac{t_f}{2} \dots\dots\dots (2.44)$$

f. Kuat lentur momen negatif

Menurut Setiawan (2008) bahwa dalam merencanakan kuat lentur momen negatif, pengaruh tulangan turut diperhatikan dan pelat beton dapat diabaikan.

1. Letak sumbu netral plastis

$$a = \frac{T_s}{f_y \times b_f} \dots\dots\dots (2.45)$$

jika:

$a \leq t_p$ maka, sumbu netral plastis jatuh pada pelat beton

$a > t_p$ maka, sumbu netral plastis jatuh pada profil baja.

dimana:

$$T_s = \frac{C_{maks} - T_{sr}}{2} \dots\dots\dots (2.46)$$

$$C_{maks} = A_s \times f_y \dots\dots\dots (2.47)$$

$$T_{sr} = A_{sr} \times f_{yr} \dots\dots\dots (2.48)$$

dengan:

T_{sr} = Tahanan tarik tulangan pelat (N)

A_{sr} = Luas tulangan dikalikan jumlah tulangan (mm²)

f_{yr} = Mutu baja tulangan (MPa).

2. Kuat lentur nominal yang terjadi pada momen negative dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$M_n^{(-)} = M_p = M_{n1} + M_{n2} \dots\dots\dots (2.49)$$

Dimana:

$$M_{n1} = T_{sr} \left((d - y) + \left(tp - \left(\frac{T_{sr}}{1,7 \times f'c \times be} \right) \right) \right) \dots (2.50.a)$$

$$M_{n2} = T_s (d - y - (0,5 \times a)) \dots\dots\dots (2.50.b)$$

2. Lendutan Balok

Batas-batas lendutan harus sesuai dengan struktur, fungsi penggunaan, sifat pembebanan, serta elemen-elemen yang didukung oleh struktur tersebut. SNI 1729-2002 pasal 6.4.3 membatasi besarnya lendutan yang timbul pada balok. Batas lendutan maksimum dapat dilihat pada tabel 2.11 berikut:

Tabel 2.11 Batas lendutan maksimum

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

Sumber: SNI 03-1729-2002, pasal 6.4.3.

Besar lendutan pada beberapa jenis pembebanan balok yang umum terjadi menurut Setiawan (2008) bahwa ditunjukkan pada rumus berikut:

$$\begin{aligned} \Delta_{L/2} &= \frac{5 \times q_o \times L^4}{384 \times E \times I} = \frac{5}{48} \times \left(\frac{1}{8} \times q_o \times L^2 \right) \times \frac{L^2}{E \times I} \\ &= \frac{5}{48} \times \frac{M_o L^2}{E \times I} \dots\dots\dots (2.51) \end{aligned}$$

3. Interaksi komponen struktur terhadap lentur dan geser

Berdasarkan SNI 03-1729-2002 pasal 8.9.3, jika momen lentur dianggap dipikul oleh seluruh penampang, maka balok harus direncanakan untuk memikul kombinasi lentur dan geser:

$$\frac{Mu}{\phi Mn} + 0,625 \times \frac{Vu}{\phi Vn} \leq 1,375 \dots\dots\dots (2.52)$$

4. Perencanaan penghubung geser

Sebagai penahan geseran horizontal antar permukaan 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 2.5 berikut:



Gambar 2.5 Penghubung geser tipe stud

a. Kuat nominal penghubung geser

Berdasarkan SNI 03-1729-2002 pasal 12.6.3, kuat nominal satu penghubung geser jenis paku yang ditanam di dalam pelat beton adalah:

$$Q_n = 0,5 \times A_{sc} \sqrt{f'c \times Ec} \leq A_{sc} \times f_u^b \dots\dots\dots (2.53)$$

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.

b. Jumlah penghubung geser

Jumlah penghubung geser dihitung dengan persamaan berikut:

$$n = \frac{V_h}{Q_n} \dots \dots \dots (2.54)$$

dengan:

$$V_h = A_s \times f_y \dots \dots \dots (2.55)$$

dimana:

V_h = gaya geser horizontal, N.

Jumlah stud (n) di atas untuk setengah bentang balok, sehingga jumlah keseluruhan *stud connector* yang dibutuhkan balok adalah sebesar $2n$.

c. Jarak penghubung geser

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

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.

2.6.4 Kolom

Kolom merupakan struktur yang berfungsi untuk menerima seluruh beban yang terjadi pada suatu struktur bangunan karena kolom menerima transfer beban dari atap, plat, dan balok sebelum akhirnya beban tersebut ditransfer menuju pondasi. Kolom dengan struktur baja pada dasarnya

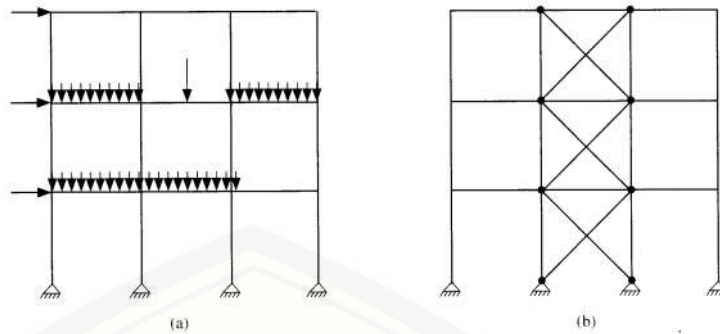
juga sama seperti kolom pada beton, namun pada struktur baja terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam sebuah perencanaan. Hal tersebut adalah sambungan karena panjang maksimum baja pabrikan adalah 12 meter sehingga untuk gedung dengan ketinggian lebih dari 12 meter perlu dilakukan sambungan pada kolomnya. Pemilihan untuk penerapan profil struktur tekan telah diatur dalam SNI 1729-2015 seperti berikut:

1. Panjang tekuk (k)

Berdasarkan metode LRFD kolom yang ujung-ujungnya memiliki kekangan yang besar terhadap rotasi dan translasi akan mampu menahan beban lebih besar dibandingkan dengan kolom yang mengalami rotasi serta translasi pada bagian ujungnya.

Selain kondisi tumpuan ujung, besar beban yang mampu 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 kolom dapat didefinisikan sebagai jarak di antara dua titik pada kelengkungan kolom.

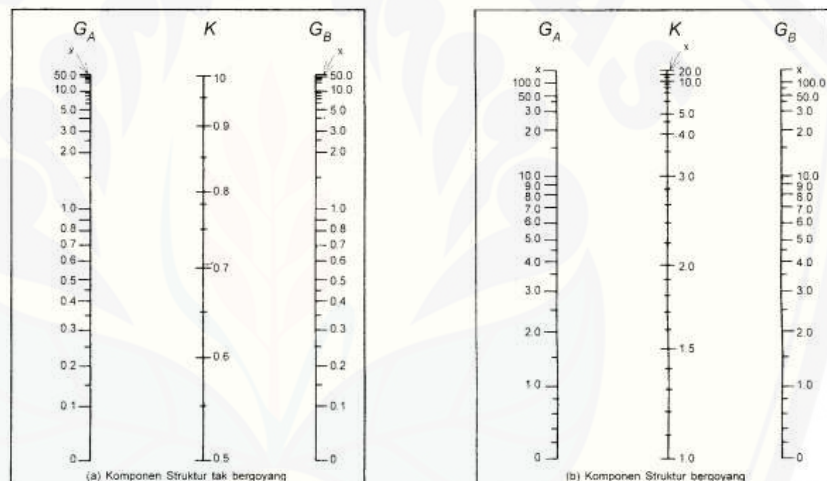
Suatu komponen struktur tekan yang merupakan bagian dari suatu struktur portal kaku, maka nilai k harus dihitung berdasarkan suatu nomogram. Struktur portal kaku di bagi menjadi 2, yaitu struktur portal kaku bergoyang dan struktur portal kaku tak bergoyang (goyangan itu sendiri dapat dicegah dengan menggunakan mekanisme kerja dari bresing) seperti gambar 2.6 berikut:



Sumber: Struktur baja metode LRFD, 2008, hal. 58

Gambar 2.6 (a) Portal kaku bergoyang dan (b) tak bergoyang

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



Sumber: Struktur baja metode LRFD, 2008, hal. 58

Gambar 2.7 Nomogram faktor panjang tekuk, k

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

$$G = \frac{\sum(\frac{I}{L})_c}{\sum(\frac{I}{L})_b} \dots\dots\dots(2.56)$$

dimana:

G = kekakuan komponen struktur terhadap tekan

I = momen inersia komponen struktur, cm^4

L = panjang komponen struktur, cm^4 .

Persamaan di atas dikecualikan untuk kondisi-kondisi berikut:

- a. Komponen struktur tekan yang dasarnya tidak terhubung secara kaku pada pondasi, nilai G tidak boleh diambil kurang dari 10, kecuali dilakukan analisa secara khusus untuk mendapatkan nilai G tersebut.
 - b. Komponen struktur tekan yang dasarnya terhubung secara kaku pada pondasi, nilai G tidak boleh di ambil kurang dari 1, kecuali dilakukan analisa secara khusus untuk mendapatkan nilai G tersebut.
2. Tekuk lentur dari komponen struktur tanpa elemen langsing.

Suatu kompoen struktur yang mengalami gaya tekan konsentris akibat beban terfaktor N_u menurut SNI 1729-2015 pasal E3 harus memenuhi:

$$N_u < \phi N_n \dots\dots\dots (2.57)$$

dengan reduksi (ϕ) sebesar 0,90.

Daya dukung nominal N_n struktur tekan dihitung sebagai berikut:

$$N_n = f_{cr} \times A_g \dots\dots\dots (2.58)$$

Tegangan kritis (f_{cr}) ditentukan oleh kelangsingan komponen struktur (λ) dan $\frac{f_y}{f_e}$ adalah sebagai berikut:

a. Bila $(\lambda = \frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}})$ atau $(\frac{f_y}{f_e} \leq 2,25)$ (2.59.a)

Maka, $f_{cr} = [0,658 \frac{f_y}{f_e}] f_y \dots\dots\dots (2.59.b)$

b. Bila $(\lambda = \frac{KL}{r} \geq 4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}})$ atau $\frac{f_y}{f_e} \geq 2,25$ (2.60.a)

Maka, $f_{cr} = 0,877 f_e \dots\dots\dots (2.60.b)$

Dengan besarnya tegangan tekuk kritis elastis (f_e) adalah:

$$f_e = \frac{\pi^2 \times E}{(\frac{KL}{r})^2} \dots\dots\dots (2.61)$$

3. Tekuk torsi dan tekuk torsi lentur dari komponen struktur non-langsing

Pasal ini diterapkan untuk komponen simetris tunggal dan asimetris, dan simetris ganda tertentu, misalnya struktur simetris ganda tersusun tanpa elemen langsing. Komponen struktur simetris ganda tersusun tanpa elemen langsing. Komponen struktur simetris ganda digunakan tegangan tekuk elastis torsi atau torsi lentur (F_e), sesuai SNI 1729-2015 pasal E4 adalah:

$$f_e = \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L)^2} + GJ \right] \frac{1}{I_x + I_y} \dots \dots \dots (2.62)$$

Konstanta torsi (J) untuk penampang berbentuk I, kanal, T dan siku, sesuai LFRD persamaan 8.11 adalah:

$$J = \sum \frac{1}{3} x b x t^3 \dots \dots \dots (2.63)$$

Konstanta pilin (C_w)

$$C_w = \frac{I_y x h_o^2}{4} \dots \dots \dots (2.64)$$

4. Komponen struktur penahan kombinasi lentur dan gaya aksial

Suatu struktur yang mengalami momen lentur dan gaya aksial harus direncanakan untuk memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Bila $\frac{Nu}{\phi N_n} \geq 0,2$

$$\frac{Nu}{\phi N_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi b x M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi b x M_{ny}} \right) \leq 1,0 \dots \dots \dots (2.65.a)$$

2. Bila $\frac{Nu}{\phi N_n} < 0,2$

$$\frac{Nu}{2 x \phi N_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi b x M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi b x M_{ny}} \right) \leq 1,0 \dots \dots \dots (2.65.b)$$

a. Perbesaran momen

Berdasarkan metode LRFD besarnya momen lentur terfaktor dari suatu komponen struktur balok-kolom dihitung dengan menggunakan analisis orde kedua. SNI 03-1729-2002

menyatakan bahwa pengaruh orde kedua harus direncanakan melalui salah satu dari dua analisis berikut:

1. Analisis orde pertama dengan memperhitungkan perbesaran momen
2. Analisis orde kedua menurut cara-cara yang telah baku dan telah diterima secara umum.

Sesuai dengan metode LRFD, dalam merencanakan struktur balok-kolom menggunakan perhitungan pengaruh orde kedua dengan cara memperhitungkan perbesaran momen.

1. Perbesaran momen untuk struktur tak bergoyang

Suatu komponen struktur tak bergoyang dengan besarnya momen lentur terfaktor harus dihitung sebagai:

$$M_u = \delta b \times M_{ntu} \dots \dots \dots (2.66)$$

M_{ntu} adalah momen lentur terfaktor, dan δb adalah faktor perbesaran momen untuk komponen struktur tak bergoyang yang besarnya ditentukan sebagai berikut:

$$\delta b = \frac{C_m}{1 - \left(\frac{N_u}{N_{e1}}\right)} \geq 1,0 \dots \dots \dots (2.67)$$

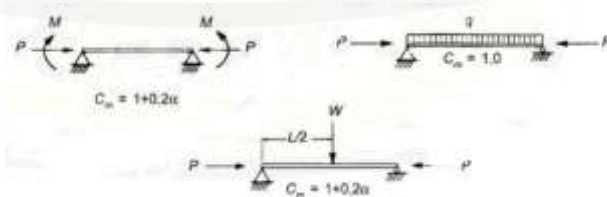
dengan:

$$N_{e1} = \frac{\pi^2 \times E \times A_g}{(k \times L/r)^2} \dots \dots \dots (2.68)$$

N_{e1} = gaya tekan menurut Euler dengan KL/r terhadap sumbu lentur dan $k \leq 1,0$ (untuk komponen struktur tak bergoyang).

Nilai C_m ditentukan sebagai berikut:

- C_m = Dapat menggunakan gambar 2.8 berikut:



Gambar 2.8 Variasi nilai C_m pada berbagai pembebanan

- $C_m = 1$, untuk komponen struktur dengan ujung sederhana
- $C_m = 0,85$, untuk komponen struktur dengan ujung kaku.

2. Perbesaran momen untuk struktur bergoyang

Suatu komponen struktur bergoyang dengan besarnya momen lentur terfaktor harus dihitung sebagai:

$$M_u = \delta b \times M_{ntu} + \delta s \times M_{ltu} \dots\dots\dots(2.69)$$

M_{ntu} adalah momen lentur terfaktor yang diakibatkan oleh beban-beban yang dapat menimbulkan goyangan, dan δs adalah faktor perbesaran momen untuk struktur bergoyang yang besarnya ditentukan sebagai berikut:

$$\delta s = \frac{1}{1 - \frac{\sum N_u}{\sum N_{e2}}} \dots\dots\dots(2.70)$$

dengan:

N_{e2} = gaya tekan menurut Euler dengan KL/r terhadap sumbu lentur dan $k \geq 1,0$ (untuk struktur bergoyang)

b. Tekuk lokak web pada komponen struktur balok-kolom

Batasan nilai kelangsingan penampang untuk web telah ditentukan sesuai SNI 03-1729-2002 tabel 7.5.1 adalah sebagai berikut:

- Bila $\frac{N_u}{\phi_b N_y} < 0,125$, maka:

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \cdot \left[1 - \frac{2,75 \cdot N_u}{\phi_b N_y} \right] \dots\dots\dots(2.71.a)$$

- Bila $\frac{N_u}{\phi_b N_y} > 0,125$, maka:

$$\lambda_p = \frac{500}{\sqrt{f_y}} \cdot \left[2,33 - \frac{N_u}{\phi_b N_y} \right] > \frac{665}{\sqrt{f_y}} \dots\dots\dots(2.71.b)$$

- Untuk semua nilai λ_r :

$$\lambda_r = \frac{2550}{\sqrt{f_y}} \cdot \left[1 - \frac{0,74 \cdot N_u}{\phi_b \cdot N_y} \right] \dots\dots\dots(2.72)$$

N_y adalah gaya aksial yang diperlukan untuk mencapai kondisi batas leleh, ditentukan dengan persamaan berikut:

$$N_y = A_g \cdot f_y \dots\dots\dots(2.73)$$

- c. Kuat lentur komponen struktur profil I kompak simetris ganda.

Kekuatan lentur nominal (M_n), harus nilai terendah yang diperoleh sesuai dengan keadaan batas dari leleh:

$$M_n = M_p = Z \cdot f_y \dots\dots\dots (2.74)$$

- d. Tekuk torsi lateral struktur profil I kompak simetris ganda

1. Bila $L_b < L_p$, maka keadaan batas dari tekuk torsi lateral tidak berlaku

2. Bila $L_p < L_b < L_r$, maka:

$$M_n = C_b [M_p - (M_p - 0,7 \cdot f_y \cdot S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right)] \leq M_p \dots\dots\dots (2.75)$$

3. Bila $L_b > L_r$, maka:

$$M_n = f_{cr} \cdot S_x \leq M_p \dots\dots\dots (2.76)$$

2.6.5 Pondasi

Pondasi adalah konstruksi bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah yang berfungsi memikul/mendukung bangunan gedung di atasnya. Pondasi yang akan di gunakan pada bangunan ini adalah pondasi *bore pile*. Berikut hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pondasi tiang pancang:

1. Daya dukung lapangan berdasarkan nilai N-SPT

- a. Daya dukung ujung

Analisis daya dukung tanah pada ujung tiang berdasarkan dari nilai N-SPT yang didapat dari percobaan di lapangan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A_e = 0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \dots\dots\dots (2.77)$$

$$Q_e = 40 \cdot A_e \cdot N_e \dots\dots\dots (2.78)$$

dimana:

Q_e = daya dukung pada ujung tiang, ton

N_e = nilai SPT rata-rata dihitung dari ujung tiang sampai 4 kali diameter di atasnya

A_e = luas penampang ujung tiang, m^2

D = diameter tiang, m²

b. Daya dukung friksi

Analisis daya dukung sepanjang selimut beton dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$A_s = \pi \cdot D \cdot L \dots\dots\dots (2.79)$$

$$Q_s = \frac{N_s \cdot A_s}{10} \dots\dots\dots (2.80)$$

dimana:

Q_s = daya dukung pada sepanjang selimut tiang, ton

N_s = nilai SPT rata-rata dihitung sepanjang tiang

A_s = luas selimut tiang, m²

c. Daya dukung ultimate

Analisis daya dukung ultimate dihitung dengan menjumlahkan daya dukung ujung dan selimut seperti persamaan berikut:

$$Q_{ult} = Q_e + Q_s \dots\dots\dots (2.81)$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{FS} \dots\dots\dots (2.82)$$

dimana:

Q_{ult} = daya dukung ultimate, ton

Q_{all} = daya dukung ijin, ton

FS = faktor keamanan digunakan sebesar 3

2. Perhitungan jumlah tiang

Jumlah tiang yang diperlukan dihitung dengan membagi gaya aksial perlu kolom ujung bawah dengan daya dukung tiang, berikut persamaan yang dapat digunakan:

$$n = \frac{P_u}{Q_{all}} \dots\dots\dots (2.83)$$

dimana:

n = jumlah tiang pancang

P_u = total beban vertikal, ton

Q_{all} = daya dukung ijin tiang pancang, ton

3. Efisiensi kelompok tiang

Pada poin di atas dijelaskan analisis jumlah kebutuhan tiang, tetapi kebutuhan tiang mungkin masih belum cukup karena adanya *group action* yaitu intervensi garis-garis tegangan dari tiang yang berdekatan sehingga mengurangi daya dukung kelompok tiang. Berdasarkan rumus *Converse-Labbare* dari *Uniform Building Code AASHTO* adalah sebagai berikut:

$$E_g = 1 - \arctan\theta \cdot \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{90 \cdot m \cdot n} \dots\dots\dots (2.84)$$

$$Q_{ug} = E_g \cdot n_p \cdot Q_{all} \dots\dots\dots (2.85)$$

dimana:

- E_g = efisiensi grup
- Q_{ug} = daya dukung grup
- m = jumlah tiang dalam 1 kolom
- n = jumlah tiang dalam 1 baris

4. Penulangan tiang pondasi

a. Tulangan utama tiang

Penulangan tiang dapat diperhitungkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$A_g = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \emptyset^2 \dots\dots\dots (2.86)$$

$$A_s = \rho \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \dots\dots\dots (2.87)$$

$$A_{st} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \emptyset \dots\dots\dots (2.88)$$

$$n = \frac{A_s}{A_{st}} \dots\dots\dots (2.89)$$

$$d = D - d' \dots\dots\dots (2.90)$$

$$d' = \text{selimut beton} + \frac{1}{2} \emptyset + \emptyset_s \dots\dots\dots (2.91)$$

dimana:

- A_g = luas penampang tiang, mm²
- A_s = luas tulangan diperlukan, mm²
- A_{st} = luas penampang tiap tulangan, mm²
- n = jumlah tulangan diperlukan.

b. Tulangan sengkang

Tulangan sengkang perlu direncanakan untuk menahan tulangan utama tetap pada posisinya. Berikut untuk menentukan luas penampang tulangan sengkang yang dibutuhkan:

$$A_v = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi_s^2 \dots \dots \dots (2.92)$$

$$A_{v \min 1} = 0,062 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{D \cdot s}{f_{yt}} \dots \dots \dots (2.93)$$

$$A_{v \min 2} = 0,35 \cdot \frac{D \cdot s}{f_{yt}} \dots \dots \dots (2.94)$$

dimana:

A_v = luas tulangan sengkang yang digunakan, mm²

$A_{v \min}$ = luas tulangan sengkang minimal, mm².

Jarak tulangan sengkang dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$S_1 \leq \frac{d}{2} \dots \dots \dots (2.95)$$

$$S_2 \leq 16 \cdot \phi \dots \dots \dots (2.96)$$

$$S_3 \leq 48 \cdot \phi_s \dots \dots \dots (2.97)$$

dimana:

S = jarak tulangan sengkang, mm.

2.6.6 Baut Angkur (*anchor bolt*)

Baut angkur merupakan bagian yang diperlukan sebagai pengikat antara pelat dasar dan pondasi agar dapat menahan gaya guling yang terjadi. Berikut hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan baut angkur:

1. Gaya Tarik pada angkur baut

a. Gaya tarik pada angkur baut

$$e_t = f + \frac{h}{2} \dots \dots \dots (2.98.a)$$

$$e_c = f - \frac{h}{2} \dots \dots \dots (2.98.b)$$

$$P_t = P_u * \frac{e_c}{e_t} \dots \dots \dots (2.98.c)$$

dimana:

e_t = jarak baut terhadap tepi sayap baja terjauh (mm)

e_c = jarak baut terhadap tepi sayap baja terdekat (mm)

f = jarak baut terhadap pusat penampang (mm)

h = lebar total profil baja (mm)

P_u = Gaya aksial akibat beban terfaktor (N)

P_t = Gaya tarik pada angkur baut (N)

b. Gaya yang bekerja pada angkur baut yang tertarik

$$T_{u1} = \frac{P_t}{n_t} \dots \dots \dots (2.99)$$

dimana:

n_t = jumlah angkur baut pada sisi tarik

c. Tahanan tarik nominal angkur baut

$$T_n = 0,75 \cdot A_b \cdot f_u^b \dots \dots \dots (2.100)$$

dimana:

A_b = Luas penampang angkur baut (mm²)

f_u^b = Tegangan tarik putus angkur baut (MPa)

d. Tahanan tarik angkur baut

$$\phi T_n = \phi_t \cdot T_n \dots \dots \dots (2.101)$$

dimana:

$\phi_t = 0,90$ = Faktor reduksi kekuatan tarik

e. Syarat yang harus dipenuhi

$$T_{u1} \leq \phi T_n \dots \dots \dots (2.102)$$

2. Gaya geser pada angkur baut

a. Gaya geser pada angkur baut

$$V_{u1} = \frac{V_u}{n} \dots \dots \dots (2.103)$$

dimana:

V_u = Gaya geser akibat beban terfaktor (N)

n = jumlah baut

b. Tahanan geser nominal

$$V_n = r_1 \cdot m \cdot A_b \cdot f_u^b \dots \dots \dots (2.104)$$

dimana:

r_1 = faktor pengaruh ulir pada bidang geser

m = jumlah penampang geser

c. Tahanan geser angkur baut

$$\phi V_n = \phi f \cdot V_n \dots\dots\dots(2.105)$$

dimana:

$\phi f = 0,75$ = Faktor reduksi kekuatan geser

d. Syarat yang harus dipenuhi

$$V_{u1} \leq \phi V_n \dots\dots\dots(2.106)$$

3. Gaya tumpu pada angkur baut

a. Gaya tumpu pada angkur baut

$$R_{u1} = V_{u1} \dots\dots\dots(2.107)$$

b. Tahanan tumpu nominal

$$R_n = 2,4 \cdot d \cdot t \cdot f_u^p \dots\dots\dots(2.108)$$

dimana:

d = diameter angkur baut (mm)

t = tebal plat tumpu (mm)

f_u^p = tegangan tarik putus plat (MPa)

c. Tahanan tumpu

$$\phi R_n = \phi f \cdot R_n \dots\dots\dots(2.109)$$

d. Syarat yang harus dipenuhi

$$R_{u1} \leq \phi R_n \dots\dots\dots(2.110)$$

4. Kontrol panjang angkur baut

a. Panjang angkur tanam minimum yang diperlukan

$$L_{min} = \frac{f_y}{(4 \cdot \sqrt{f_c'})} \cdot d \dots\dots\dots(2.111)$$

b. Syarat yang harus dipenuhi

$$L_{min} \leq L_a \dots\dots\dots(2.112)$$

dimana:

L_a = panjang angkur tanam yang digunakan

2.7 Sambungan

Sambungan merupakan bagian yang juga sangat penting diperhitungkan dalam merencanakan struktur baja. Sambungan berfungsi untuk menyalurkan gaya-gaya dalam antar komponen struktur yang disambung, sesuai dengan perilaku struktur yang direncanakan. Perencanaan sambungan harus konsisten dengan kinerja sambungan terhadap gaya dan deformasi sesuai dengan perencanaan dan asumsi yang digunakan dalam analisis struktur.

Berdasarkan SNI 1729-2015 pasal J1, sambungan berdasarkan perilaku struktur yang direncanakan dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

- a. Sambungan sederhana, adalah sambungan yang didesain sebagai sambungan fleksibel dan diizinkan dimensinya ditentukan hanya untuk menerima reaksi geser. Contoh dari sambungan sederhana adalah pada sambungan balok, gelagar, dan rangka batang.
- b. Sambungan momen, adalah sambungan yang didesain untuk efek kombinasi gaya yang dihasilkan dari momen dan geser dan disebabkan oleh kekakuan sambungan. Contoh dari sambungan momen adalah pada sambungan ujung dari balok, gelagar, dan rangka batang yang dikekang.

1. Sambungan Balok – Kolom

Perencanaan sistem sambungan balok-kolom mengacu pada peraturan AISC 258-16 “*Prequalified Connection for Special and Intermediate Steel Moment Frame for Siesmic Applications*”. Jenis sambungan yang berkerja pada balok-kolom adalah sambungan plat ujung diperluas dengan empat baut.

a. Momen dimuka pelat (M_f)

Nilai momen dimuka kolom berdasarkan AISC 358-16 pasal 6.8-1 adalah sebagai berikut:

$$M_f = M_{pr} + V_u' \times S_h \dots \dots \dots (2.113)$$

dimana:

M_f = momen di muka pelat, Nmm.

M_{pr} = momen maksimum di sendi plastis, Nmm.

$M_{pr} = C_{pr} \times R_y \times F_y \times Z_e$

$$C_{pr} = (F_y + F_u) / 2 \times F_y \leq 1,2$$

V_u' = gaya geser di ujung balok, N.

$$= (2 \times M_{pr} / L_h) + V_u$$

L_h = jarak antara sendi plastis, mm.

S_h = jarak dari muka kolom ke sendi plastis, mm.

$$= L_{st} + t_p$$

L_{st} = panjang pengaku, mmm.

t_p = tebal pelat ujung, mm.

b. Konfigurasi sambungan

Berdasarkan AISC 358-16 pasal 6.3.2, konfigurasi sambungan dapat ditentukan menggunakan tabel 2.12 berikut:

Tabel 2.12 Konfigurasi sambungan balok-kolom

Parameter	Four-Bolt Stiffened (4ES)		Eight-Bolt Stiffened (8ES)	
	Maximum In. (mm)	Minimum In. (mm)	Maximum In. (mm)	Minimum In. (mm)
t_{bf}	$3/4$ (19)	$3/8$ (10)	1 (25)	$9/16$ (14)
b_{bf}	9 (229)	6 (152)	$12\frac{1}{4}$ (311)	$7\frac{1}{2}$ (190)
d	24 (610)	$13\frac{3}{4}$ (349)	36 (914)	18 (457)
t_p	$1\frac{1}{2}$ (38)	$1/2$ (13)	$2\frac{1}{2}$ (64)	$3/4$ (19)
b_p	$10\frac{3}{4}$ (273)	7 (178)	15 (381)	9 (229)
g	6 (152)	$3\frac{1}{4}$ (83)	6 (152)	5 (127)
p_{fi} p_{fo}	$5\frac{1}{2}$ (140)	$1\frac{3}{4}$ (44)	2 (51)	$1\frac{5}{8}$ (41)
p_b	-	-	$3\frac{3}{4}$ (95)	$3\frac{1}{2}$ (89)
t_{bf} = thickness of beam flange b_{bf} = width of beam flange d = depth of connecting beam t_p = thickness of end-plate b_p = width of end-plate				

<p>g = horizontal distance between bolts</p> <p>p_{fi} = vertical distance from the inside of beam tension flange to the nearest inside bolt</p> <p>p_{fo} = vertical distance from the outside of beam tension flange to the nearest outside bolt</p> <p>p_b = vertical distance between the inner and outer row of bolts in an 8ES connection</p>

Sumber: AISC 358-16, tabel 6.1

c. Diameter baut perlu (d_b)

Berdasarkan AISC 358-16 pasal 6.8-4, diameter baut yang diperlukan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$d_b = \sqrt{\frac{2M_f}{\pi \cdot \phi \cdot F_{nt} \cdot (\Sigma h)}} \dots \dots \dots (2.114)$$

dimana:

F_{nt} = kuat tarik baut, MPa

H = jarak dari as sayap tarik ke as baut, mm

ϕ = 0,90

d. Tebal pelat ujung (t_p)

Berdasarkan AISC 358-16 pasal 6.8-5, tebal pelat ujung yang diperlukan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$t_p = \sqrt{\frac{1,11 M_f}{\phi \cdot F_{yp} \cdot Y_p}} \dots \dots \dots (2.115)$$

dimana:

t_p = tebal pelat ujung, mm.

F_{yp} = tegangan leleh pelat ujung, MPa

Y_p = parameter mekanis pelat ujung, mm

ϕ = 1,00

Nilai Y_p dapat dicari menggunakan persamaan berikut:

$$Y_p = \frac{b_p}{2} \left[h_1 \left(\frac{1}{P_{fi}} + \frac{1}{s} \right) + h_0 \left(\frac{1}{P_{fo}} + \frac{1}{2s} \right) \right] + \frac{2}{g} \left[h_1 (P_{fi} + s) + h_0 (d_e + P_{fo}) \right] \dots \dots \dots (2.116)$$

e. Tebal pelat pengaku (t_s)

Berdasarkan AISC 358-16 pasal 6.8-10, tebal pelat pengaku yang diperlukan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$t_s \geq t_{bw} \left(\frac{F_{yb}}{F_{ys}} \right) \dots \dots \dots (2.117)$$

dimana:

t_s = tebal pelat pengaku, mm

F_{yb} = tegangan leleh balok, MPa

F_{ys} = tegangan leleh pelat pengaku, MPa

t_{bw} = tebal web balok, mm.

Tekuk lokal pada penampang pelat pengaku sambungan dapat dihindari dengan kontrol menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{h_{st}}{t_s} \leq 0,56 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}} \dots \dots \dots (2.118)$$

f. Kontrol tahanan tumpu baut

Kuat geser dari baut menurut AISC 358-16 pasal 6.8-11 adalah:

$$V_u' \leq \phi R_n = \phi \cdot (n_b) \cdot F_{nv} \cdot A_b \dots \dots \dots (2.119)$$

dimana:

R_n = tahanan nominal baut, N

A_b = luas baut, mm²

n_b = jumlah baut

ϕ = 0,90.

g. Kontrol kuat geser di ujung pelat sambungan dan muka kolom

Kuat geser dari baut menurut AISC 358-16 pasal 6.8-12 adalah:

$$V_u' \leq \phi R_n = \phi \cdot (n_i) \cdot r_{ni} + \phi \cdot (n_o) \cdot r_{no} \dots \dots \dots (2.120)$$

dimana:

n_i = jumlah baut dalam

n_o = jumlah baut luar

$r_{ni}, r_{no} = 1,2 \cdot L_c \cdot t_p \cdot f_u < 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u$ (untuk tiap baut)

L_c = jarak bersih dari tepi lubang ke tepi pelat, mm

ϕ = 0,90.

h. Rasio momen pelat ujung

Berdasarkan SNI 03-1729-2002 pasal 15.7-4, ketentuan perbandingan harga momen ujung pertemuan kolom dan balok untuk sistem rangka pemikul momen adalah sebagai berikut:

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} > 1 \dots \dots \dots (2.121)$$

dimana:

$\sum M_{pc}$ = jumlah momen pelat ujung pada kolom, Nmm

$$\sum M_{pc} = 2 \cdot Z_c \cdot (f_{yc} \cdot P_{uc} / A_g)$$

$\sum M_{pb}$ = jumlah momen pelat ujung pada balok, Nmm

$$\sum M_{pc} = \sum M_f.$$

2. Sambungan baut

Alat sambungan utama yang digunakan pada perencanaan ini adalah baut mutu tinggi. Kelebihan dari baut sendiri dibandingkan alat sambung lain, yaitu:

1. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan lebih sedikit
2. Kemampuan menerima gaya yang lebih besar
3. Lebih mudah dan ekonomis

Baut mutu tinggi dalam pemasangannya memerlukan gaya tarik awal yang cukup dan diperoleh dari pengencangan awal. Gaya ini akan memberikan friksi sehingga cukup untuk memikul momen yang bekerja.

Tabel 2.13 berikut merupakan beberapa tipe baut dengan kekuatan nominal pengencang dan bagian berulir sesuai SNI 1729-2015 pasal J3.1, adalah sebagai berikut:

Tabel 2.13 Kekuatan nominal pengencang dan bagian berulir

Diskripsi Pengencang	Kekuatan Tarik Nominal, Fnt, ksi (MPa) ^[a]	Kekuatan Geser Nominal dalam Sambungan Tipe Tumpu, Fnv, ksi (MPa) ^[b]
Baut A307	45 (310)	27 (188) ^{[c][d]}

Baut group A (missal, A325), bila ulir tidak dikecualikan dari bidang geser	90 (620)	54 (372)
Baut group A (misal A325), bila ulir tidak termasuk dari bidang geser	90 (620)	68 (457)
Baut A490 atau A490M, bila ulir tidak dikecualikan dari bidang geser	113 (780)	68 (457)
Baut A490 atau A490M, bila ulir tidak termasuk dari bidang geser	113 (780)	84 (579)
<p>[a] untuk baut kekuatan tinggi yng menahan beban fatik, lihat Lampiran 3</p> <p>[b] untuk ujung sambungan yang dibebani dengan pajang pola pengencang lebih besar dari 38 in. (965 mm), Fnv harus direduksi sampai 83,3% dari nilai tabulasi. Panjang pola pengencang merupakan jarak maksimum sejajar dengan garis gaya antara sumbu baut-baut yang menyambungkan dua bagian dengan satu permukaan lekatan.</p> <p>[c] untuk baut A307 nilai yang ditabulasikan harus direduksi sebesar 1% untuk setiap 1/16 in. (2 mm) di atas diameter 5 dari panjang pada pegangan/grip tersebut.</p> <p>[d] ulir diizinkan pada bidang geser</p>		

Sumber: SNI 1729-2015, tabel J3.2, hal. 125.

Suatu baut yang memikul beban terfaktor, sesuai persyaratan LRFD Kuat Rencana (R_u) tidak boleh kurang dari kekuatan perlu yang ditentukan dalam SNI 1729-2015 pasal B3-1:

$$R_u \leq \phi R_n \dots\dots\dots (2.122)$$

Kuat rencana komponen struktur diambil dari kuat nominalnya yang dikalikan dengan faktor reduksi kekuatan (ϕ) sebesar 0,75, dengan R_n adalah tahanan nominal baut, dan besarnya R_n berbeda-beda untuk masing-masing tipe sambungan.

a. Tahanan Geser Baut

Tahanan nominal satu baut yang memikul gaya geser memenuhi persamaan:

$$R_n = F_{nv} \cdot A_b \dots\dots\dots(2.123)$$

b. Tahanan Tarik Baut

Tahanan nominal satu buah baut yang memikul gaya tarik memenuhi persamaan:

$$R_n = F_{nt} \cdot A_b \dots\dots\dots(2.124)$$

c. Tahanan Tumpu Baut

Tahanan tumpu nominal tergantung kondisi yang terlemah dari baut atau komponen pelat yang disambung. Besarnya ditentukan sebagai berikut:

$$R_n = 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u \dots\dots\dots(2.125)$$

dengan:

R_n = tahanan nominal baut, N.

F_{nv} = kuat geser baut, MPa

F_{nt} = kuat tarik baut, MPa

A_b = luas baut, mm²

f_u = tegangan putus baja, MPa

t_p = tebal pelat penyambung, mm.

d. Kontrol keruntuhan akibat geser blok

Menurut Setiawan (2008) bahwa tahanan nominal tarik dan keruntuhan yang diberikan geser balok adalah sebagai berikut:

1. Geser leleh - tarik fraktur ($f_u \cdot A_{nt} \geq 0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv}$)

$$T_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_{gv} + f_u \cdot A_{nt} \dots\dots\dots(2.126)$$

2. Geser fraktur – tarik leleh $f_u \cdot A_{nt} < 0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv}$

$$T_n = 0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + f_u \cdot A_{gt} \dots\dots\dots(2.127)$$

dimana:

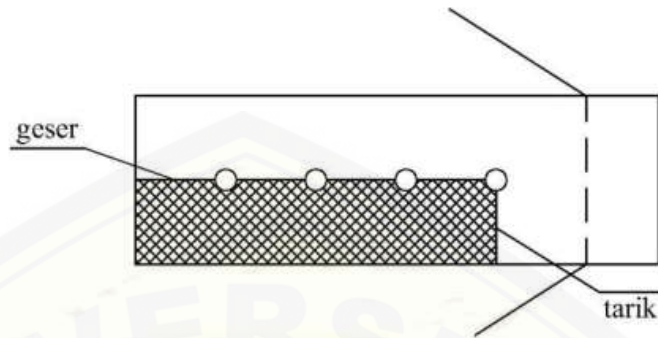
A_{gv} = luas kotor akibat geser, mm²

A_{gt} = luas kotor akibat tarik, mm²

A_{nv} = luas bersih akibat geser, mm²

A_{nt} = luas bersih akibat taril, mm²

Gambar 2.9 berikut merupakan ilustrasi keruntuhan geser blok:



Gambar 2.9 Keruntuhan geser blok

e. Tata letak baut

Tata letak baut sudah diatur dalam SNI 1729-2015 pasal J3.3, disebutkan bahwa jarak antara pusat lubang baut harus diambil tidak kurang dari $2\frac{2}{3}$ kali diameter nominal baut (d) atau diambil jarak $3d$ yang lebih sering digunakan. Jarak minimum antara baut tepi dengan ujung pelat (S_1) ditentukan sesuai SNI 1729-2015 pasal J3.4, dalam tabel 2.14 berikut:

Tabel 2.14 Jarak tepi minimum dari pusat lubang ke ujung pelat

Diameter Baut (mm)	Jarak Tepi Minimum
16	22
20	26
22	28
24	30
27	34
30	38
36	46
Di atas 36	1,25d

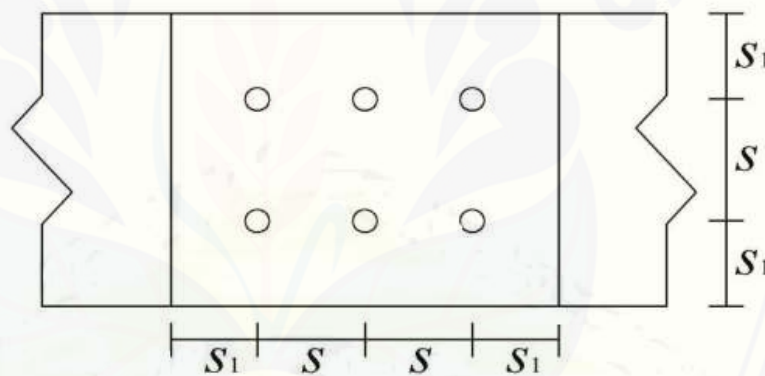
[a] Jika diperlukan, jarak tepi terkecil diizinkan asalakan ketentuan yang sesuai Pasal J3.10 dan J4 dipenuhi, tetapi jarak

tepi yang kurang dari satu diameter baut tidak diizinkan tanpa persetujuan dari *Insinyur yang memiliki izin bekerja sebagai perencana*.

[b] Untuk ukuran berlebih atau lubang-lubang slot, lihat Tabel J3.5M.

Sumber: SNI 1729-2015, tabel J3.4M, hal.128.

Jarak maksimum dari pusat setiap baut ke tepi terdekat dari bagian-bagian dalam kontak sesuai SNI 1729-2015 pasal J3.5, tidak boleh melebihi $12t_p$ (t_p adalah tebal pelat tertipis pada sabungan) atau tidak boleh melebihi 150 mm. Gambar 2.10 berikut adalah tata letak baut dan batas jarak yang diperbolehkan:



$$3d_b < S < 12t_p \text{ atau } 150 \text{ mm}$$

$$S_1 < 12t_p \text{ atau } 150 \text{ mm}$$

Gambar 2.10 Tata letak baut

BAB 3. METODOLOGI

3.1 Konsep Perencanaan

Penelitian ini merupakan analisis tentang penggunaan material baja pada konstruksi gedung bertingkat yang diadaptasi terhadap gedung beton yang telah dibangun. Metode yang digunakan untuk analisis adalah dengan perhitungan manual maupun dengan bantuan alat hitung komputer.

Penggunaan material baja pada gedung bertingkat dapat menjadi pembandingan dengan material beton dengan desain bangunan yang sama.

3.2 Lokasi Perencanaan



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Data perencanaan gedung diambil pada pekerjaan konstruksi hotel Meotel Dafam Jember, Jalan Karimata, Kabupaten Jember. Lokasi tersebut tidak jauh dari kampus Universitas Muhammadiyah Jember dan Universitas Jember. Data perencanaan didapat dari pihak kontraktor konstruksi bangunan tersebut.

3.3 Rancangan

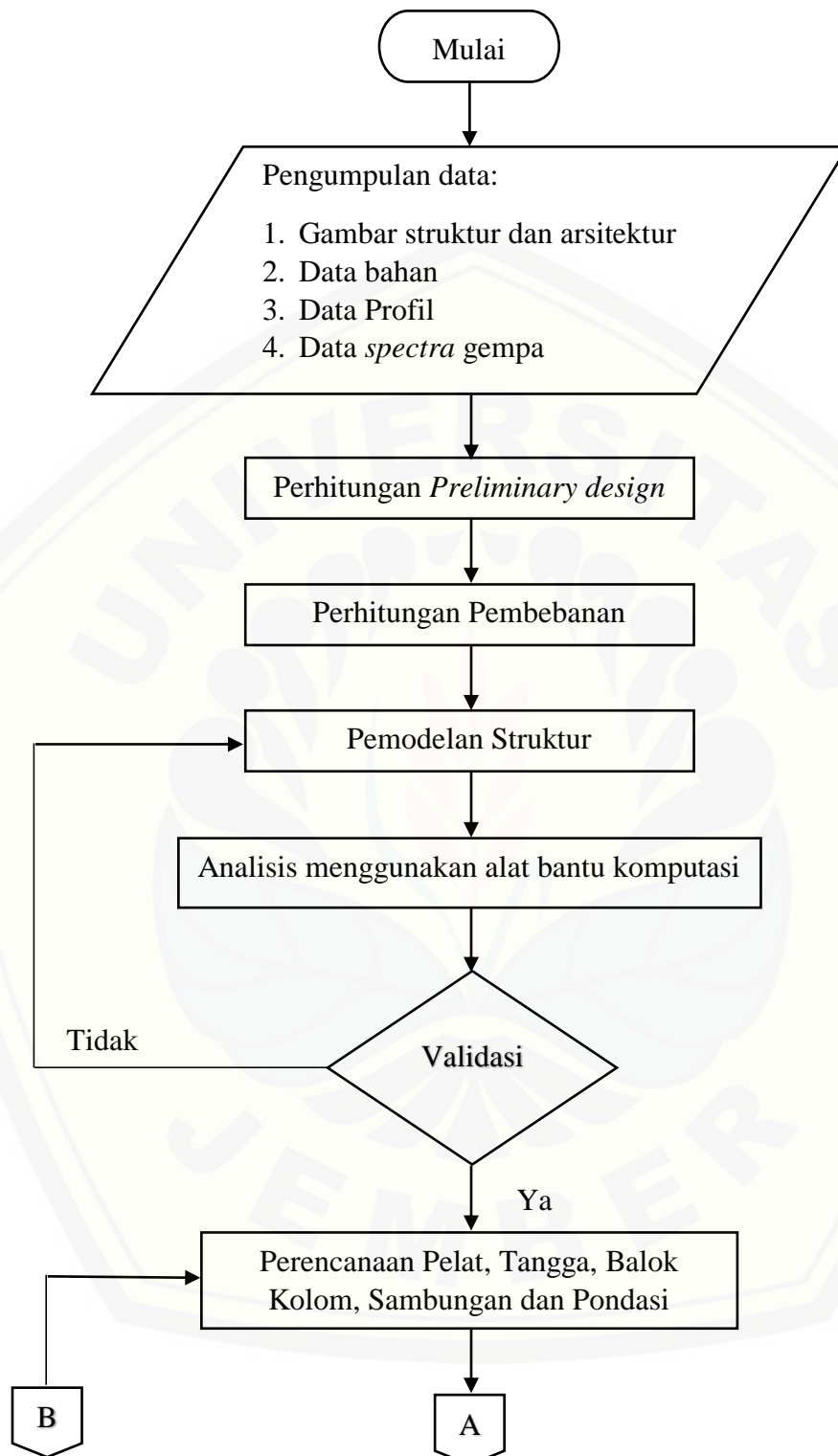
Tahap awal penelitian adalah menganalisis data gambar dan denah dari lapangan dan melakukan perhitungan *preliminary design* yang berguna untuk mendapatkan nilai pembebanan yang terjadi pada struktur tersebut.

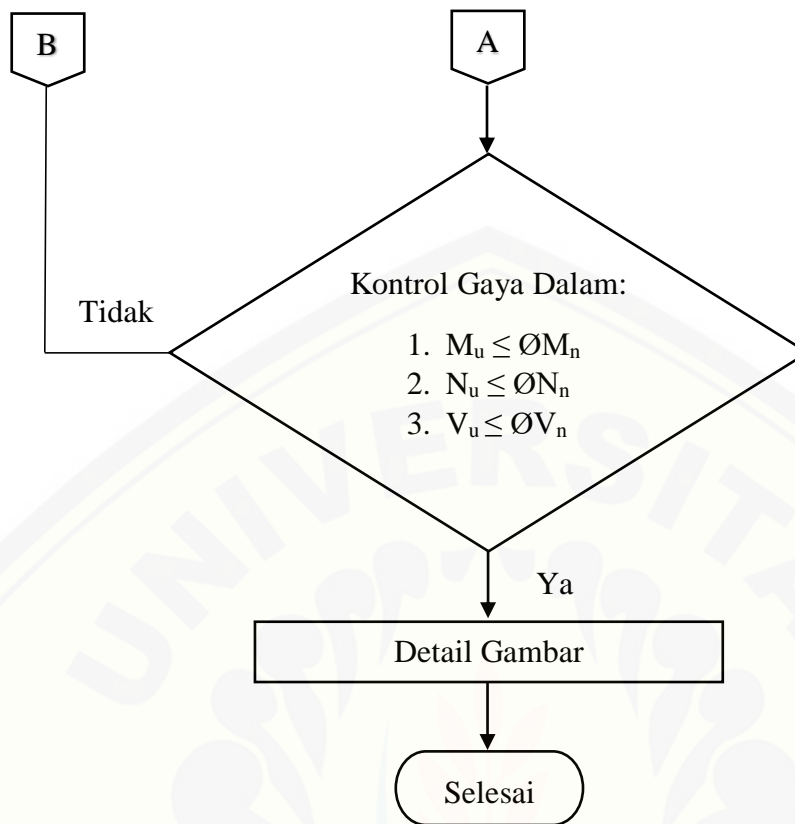
Selanjutnya dengan data pembebanan yang telah didapatkan dilakukan perhitungan analisis struktur untuk mengetahui kebutuhan dimensi profil baja untuk masing-masing bagian struktur. Selanjutnya data-data tersebut dapat dimasukkan pada alat bantu hitung dan dilakukan pengecekan terhadap kontrol-kontrol kemampuan profil menahan beban yang terjadi.

3.4 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode analisa. Analisa yang dilakukan untuk merencanakan kembali gedung konstruksi beton menjadi konstruksi baja. Dari hasil perencanaan tersebut dapat digunakan sebagai referensi kepada pihak perencana di Indonesia terkait material baja yang dapat dipertimbangkan sebagai material konstruksi gedung bertingkat.

Kegiatan dilakukan di lapangan dan komputasi. Penelitian di lapangan adalah pengumpulan data perencanaan berupa gambar denah dan detail dimensi yang digunakan pada setiap elemen-elemen struktur bangunan, serta melihat langsung proses pelaksanaan pembangunan gedung untuk mengetahui jika terdapat perubahan desain pada tahap pelaksanaan sehingga didapatkan data perencanaan terbaru yang sesuai dengan keadaan di lapangan yang sebenarnya. Penelitian komputasi dilakukan untuk menganalisa *preliminary design*, perhitungan pembebanan, dimensi profil struktur, analisa menggunakan alat bantu komputasi. Berikut merupakan diagram alir perencanaan:





Gambar 3.2 Diagram alir perencanaan

3.5 Uraian Langkah-Langkah Perencanaan

3.5.1 Bahan Perencanaan

Pengambilan data perencanaan gedung dilakukan dengan meminta langsung kepada pihak kontraktor pelaksana. Data-data perencanaan yang diambil mencakup data keseluruhan. Antara lain:

1. Data Umum Bangunan

- Nama gedung : Meotel Dafam
- Lokasi : Jl. Karimata Jember
- Tipe bangunan : Hotel
- Jumlah lantai : 10 lantai
- Tinggi bangunan : 31,4 m
- Struktur bangunan : Beton bertulang

2. Data Gambar

- Gambar struktur : Terlampir
- Gambar arsitektur : Terlampir

3.5.2 Preliminary Design

Preliminary design ini adalah perencanaan awal dari dimensi struktur yang akan menentukan besar pembebanan pada elemen struktur gedung untuk digunakan dalam tahap perhitungan dan analisis menggunakan alat bantu komputasi. Tahap ini juga meninjau bentuk bangunan termasuk bangunan simetris atau asimetris sekaligus menentukan penggunaan delatasi pada gedung apabila termasuk pada bentuk bangunan asimetris.

3.5.3 Pemodelan Struktur

Penggambaran sketsa denah pada alat bantu komputasi sekaligus penginputan data pembebanan dan data komponen struktur serta dilanjutkan proses analisis sehingga didapat data output berupa gaya dan momen dari masing-masing elemen struktur.

3.5.4 Validasi

Validasi dilakukan dengan membandingkan gaya aksial yang diakibatkan beban mati dan beban hidup, dari hasil perhitungan secara manual dengan hasil dari perhitungan *software*.

3.5.5 Perencanaan Struktur

Perencanaan Struktur merupakan pengecekan profil yang akan digunakan mampu atau tidak menahan gaya dan momen yang terjadi serta pengecekan terhadap bahaya tekuk dan torsi yang memungkinkan terjadi pada elemen struktur tersebut.

3.5.6 Perencanaan Sambungan

Perencanaan sambungan diawali dengan menentukan jenis sambungan yang akan digunakan, yaitu menggunakan sambungan baut, sambungan las, atau kombinasi antara keduanya, kemudian dilanjutkan dengan merencanakan jumlah ataupun dimensi sambungan yang diperlukan untuk menahan gaya-gaya yang terjadi.

3.5.7 Hasil Perencanaan

Dari semua proses diatas apabila sudah memenuhi syarat maka proses dimensi dari profil baja dapat digunakan sehingga perencanaan struktur telah selesai.

3.5.8 Penggambaran

Setelah perencanaan selesai, dilakukan penggambaran akhir perencanaan berupa denah, potongan, dan detail-detail dari bangunan yang direncanakan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan desain gedung hotel Meotel Dafam menggunakan struktur baja, diketahui bahwa komponen struktur gedung telah memenuhi syarat dalam SNI 1729:2015. Komponen struktur yang digunakan dalam desain adalah sebagai berikut: kolom WF 500.500.70.70, balok induk 1 WF 400.200.8.13, balok induk 2 WF 300.200.8.12, balok anak WF 200.100.5,5.8, balok kantilever WF 150.100.6.9, balok tangga WF 300.300.9.14. Pondasi direncanakan menggunakan pondasi bore pile dengan diameter 0,6 meter dan jumlah 6 buah untuk setiap titik, yang digabungkan menggunakan pilecap dengan ukuran panjang 4,8 meter, lebar 3 meter, dan tebal 0,7 meter. Untuk sambungan digunakan sambungan menggunakan baut A-325 dengan diameter 30 mm untuk sambungan kolom – balok, dan 16 mm untuk sambungan balok – balok.

5.2 Saran

Perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk membandingkan tingkat efektifitas bangunan baja dengan bangunan beton dalam pembangunan gedung hotel Meotel Dafam Jember.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Futariani, Y. S. 2012. Kajian Struktur Baja Sebagai Alternatif Review Design Struktur Beton Bertulang. *Skripsi*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Sipil Universitas Negeri Yogyakarta.
- Harianja, J. A., Zaluku, R. A. 2012. Efektifitas Penggunaan Bracing Pada Portal Bertingkat Asimetris. *UKRIM*. (Edisi 2): 33-46.
- Juventrian, S. V., H. Mughnie. 2014. Analisis Bangunan Asimetris Terhadap Tinjauan Delatasi Akibat Gaya Horizontal. *Konstruksia* 6 (1): 69-81.
- Kurniawan, M. D., Kajian Perencanaan Ulang Struktur Atas Gedung Laboratorium dan Kelas Bersama *CDAST* 1 Universitas Jember Menggunakan Struktur Baja. *Skripsi*. Jember: Program Studi Teknik Sipil Universitas Jember.
- Muliadi, S. 2018. Jumlah Penduduk Indonesia 2018. Diambil dari <https://www.goinsan.com/2018/04/jumlah-penduduk-indonesia-terbaru.html?m=1>
- Oemar, R. R. 2010. Sambungan Kolom Baja Dengan Pondasi Beton yang Menerima Beban Axial, Geser, dan Momen. *Skripsi*. Surakarta: Program Studi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Rezita, A., Besman, S. . Perencanaan Ulang Gedung Bihara Maitreya Lima Lantai Menggunakan Gabungan Portal Beton Bertulang dan Portal Baja. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=58861&val=4146>. [Diakses pada 31 Maret 2018].
- Sangidun, M. 2017. Redesain Struktur Atas (*Upper Structure*) Gedung Kantor DPPKAD Kab. Purwokerto Menggunakan Konstruksi Baja. *Skripsi*. Purwokerto: Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

- Saputra, R., Wardi, Taufik. . Analisa Bangunan Portal Baja Bertingkat Enam Yang Diperkuat Dengan Pengaku (Bracing) Tipe X. <http://www.ejurnal.bunghatta.ac.id/index.php?journal=JFTSP&page=article&op=viewFile&path=10376&path=8669>. [Diakses pada 31 Maret 2018].
- Setiawan, A. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Jakarta: Erlangga.
- Solichah, Z. 2017. Objek Wisata Bertambah, Wisatawan di Jember Meningkat. Diambil dari <https://jatim.antaranews.com/berita/246270/objek-wisata-bertambah-wisatawan-di-jember-meningkat>.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 1726 Tahun 2012. *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan bangunan lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 1727 Tahun 2013. *Beban minimum untuk perancangan gedung dan struktur lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 1729 Tahun 2002. *Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 1729 Tahun 2015. *Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 2847 Tahun 2002. *Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung*. Bandung.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 2847 Tahun 2013. *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

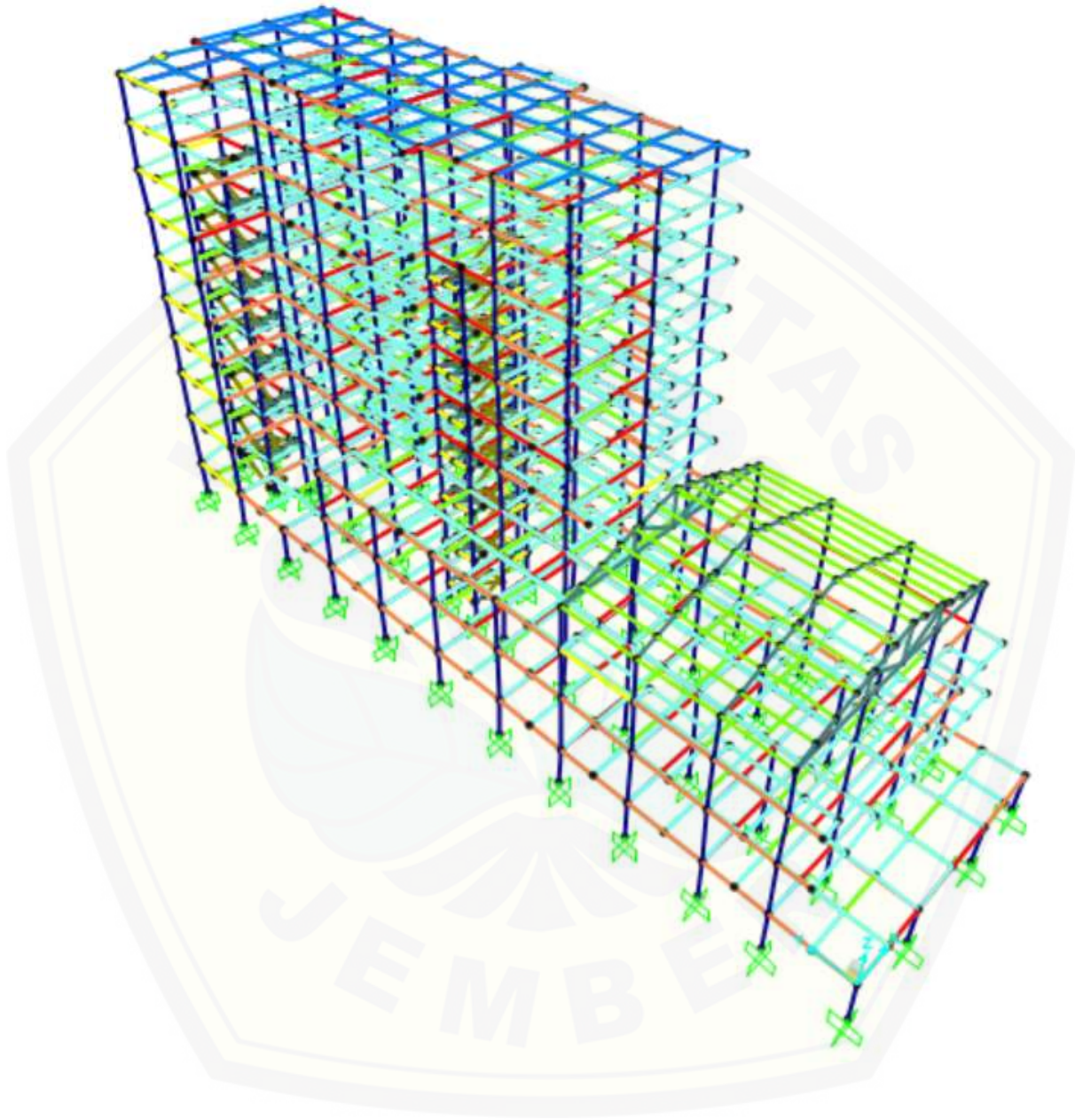
Suganda, A., E. Samsurizal, E. Sutandar. 2018. Perencanaan struktur baja pada bangunan kantor sewa tujuh lantai di Pontinak. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*. 5(1): 1-9.

Wisdianti, D. 2015. Konstruksi Baja. <https://vdocuments.site/konstruksi-baja.html>.
[Diakses pada 14 Januari 2019]



LAMPIRAN

Gambar 3 Dimensi Gedung Hotel Meotel Dafam





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

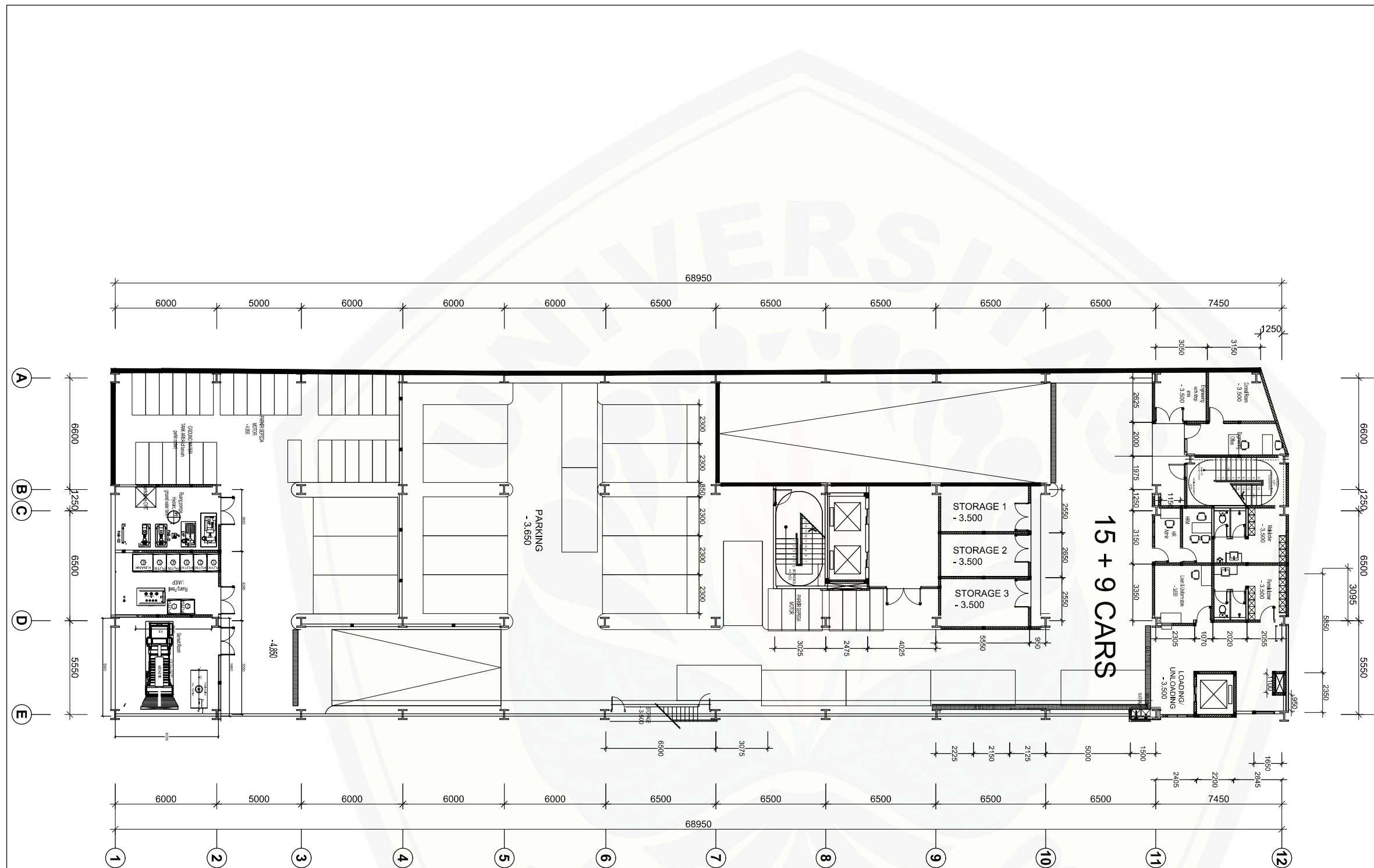
DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
DENAH LANTAI 1

SKALA
1:260



DENAH SEMI BASEMENT
SKALA 1 : 260



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

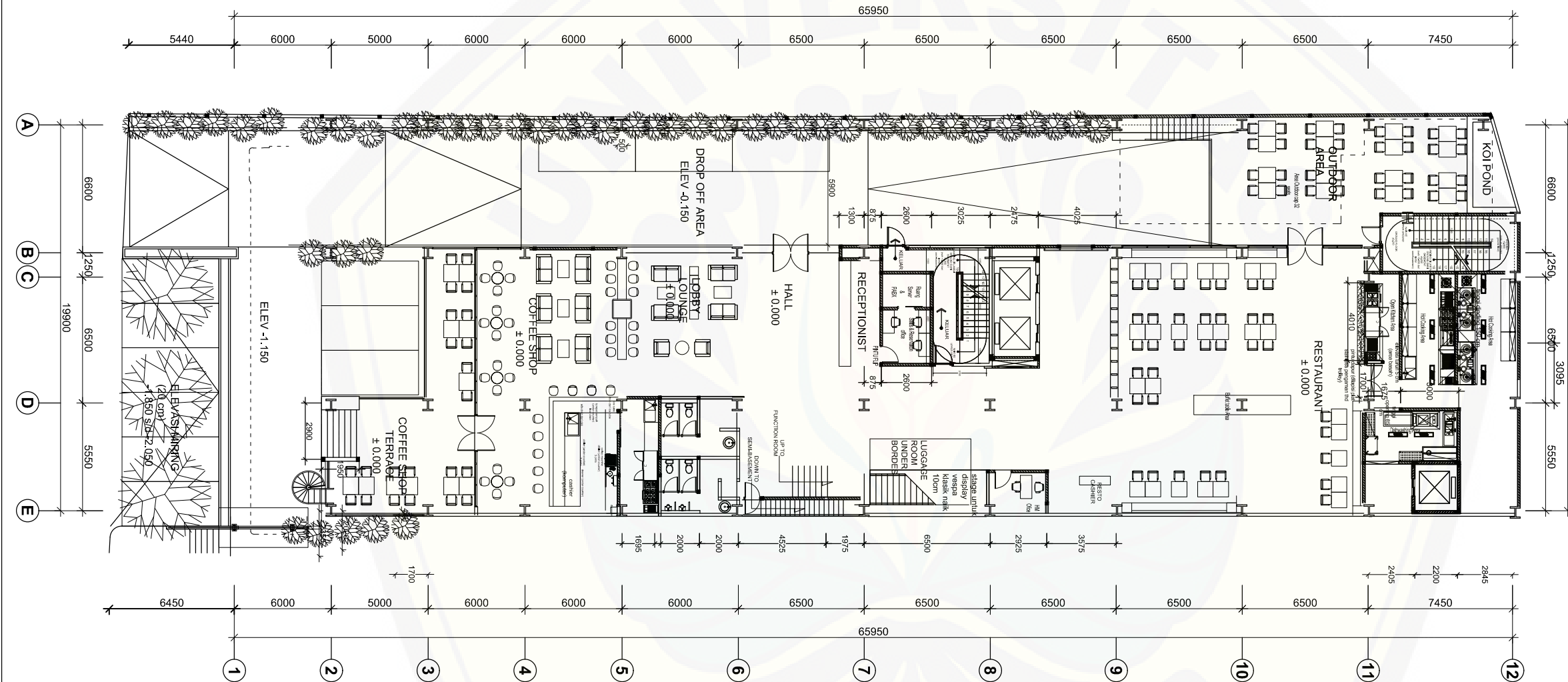
Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
DENAH LANTAI 2

SKALA

1:260



DENAH GROUND FLOOR
SKALA 1 : 260



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

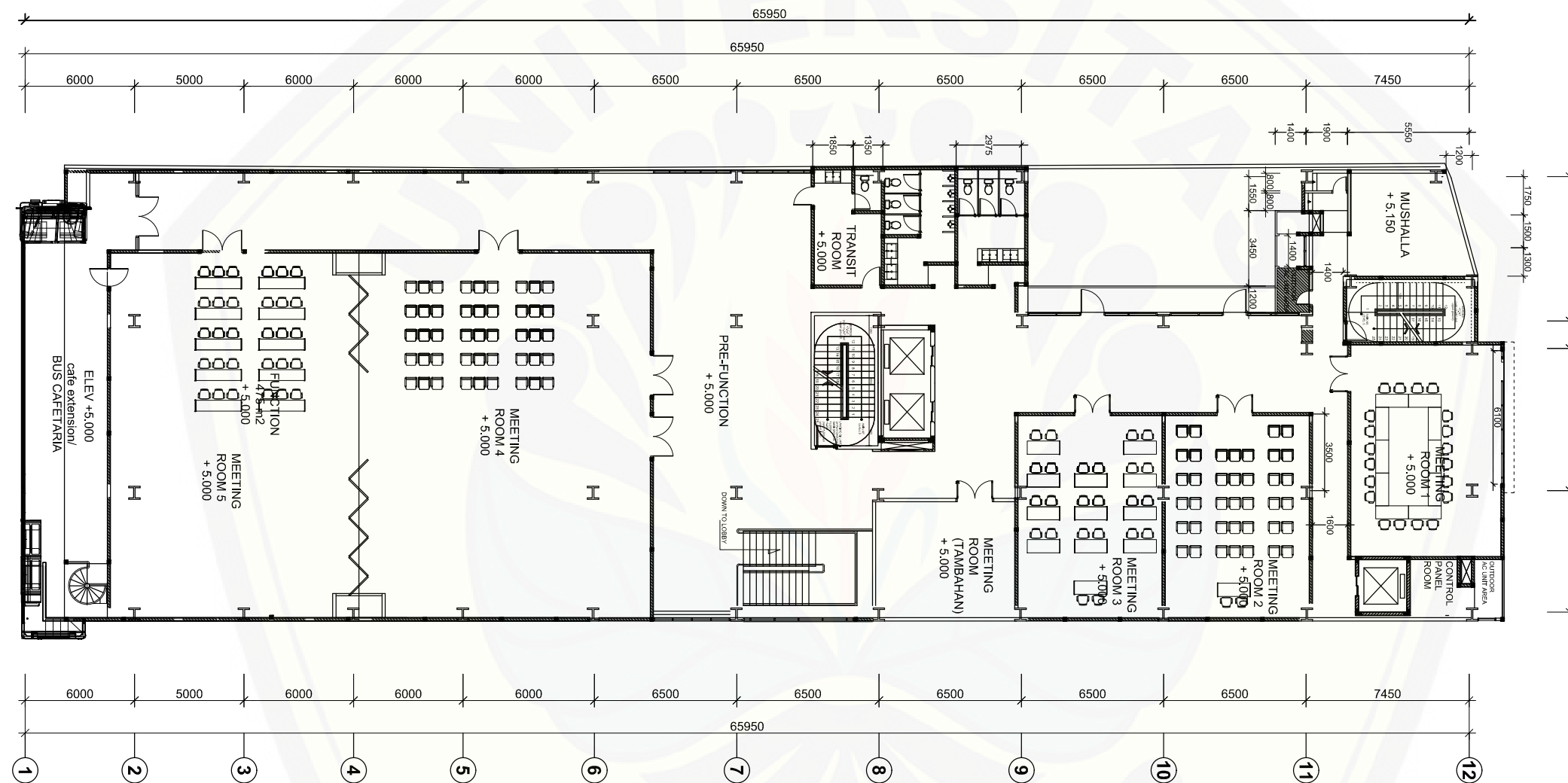
Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
DENAH LANTAI 3

SKALA

1:260



DENAH UPPER GROUND

SKALA 1 : 260



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

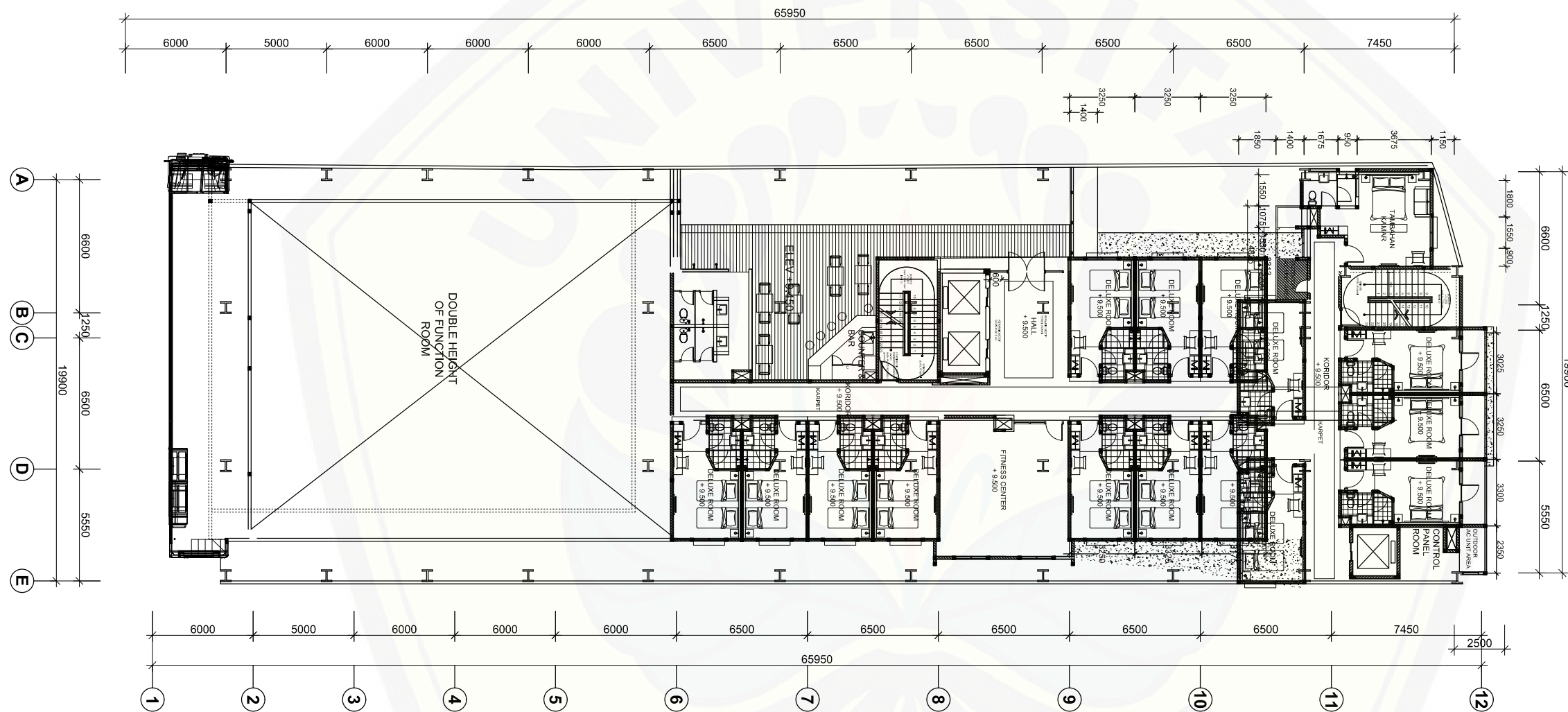
Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
DENAH LANTAI 4

SKALA

1:260



DENAH LANTAI 4
SKALA 1 : 260



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

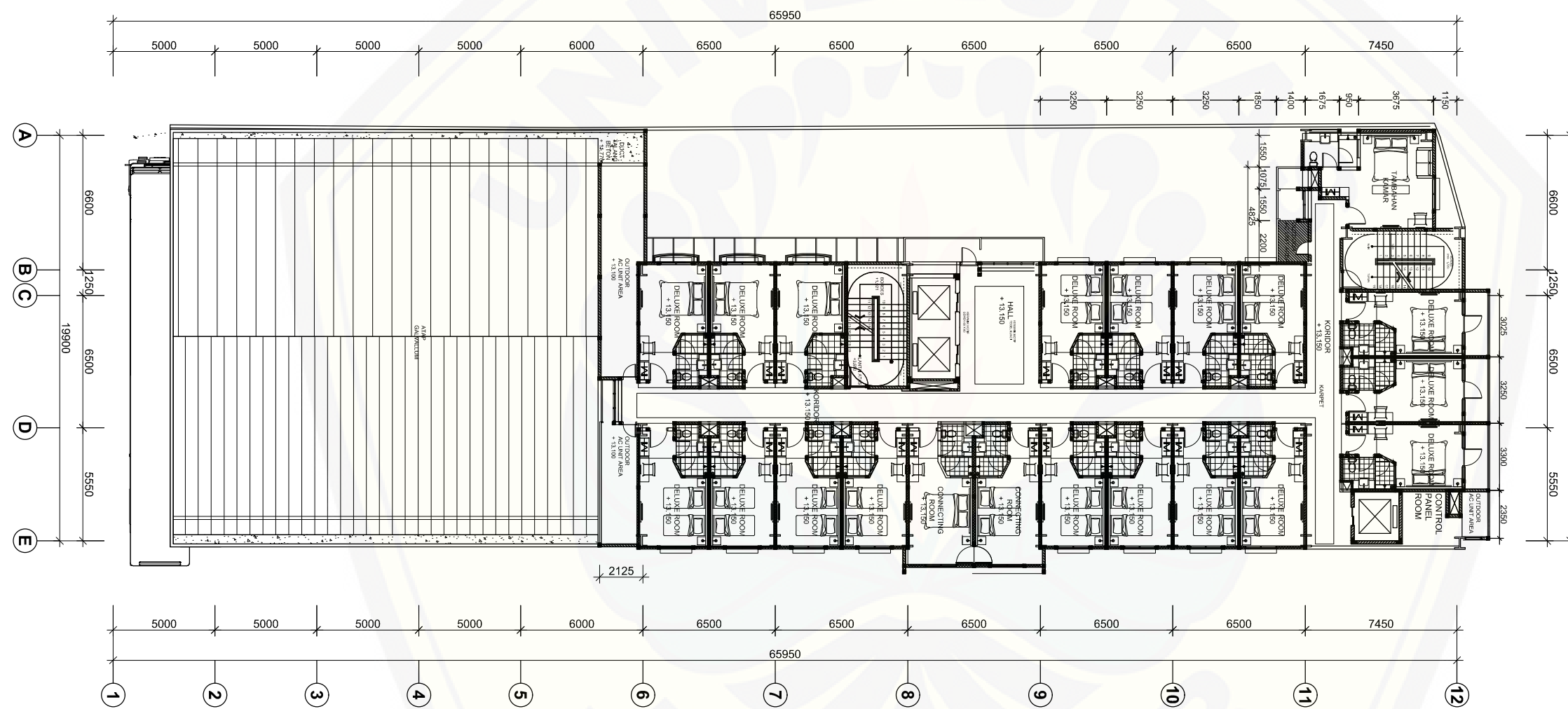
DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
DENAH LANTAI 5

SKALA
1:260



DENAH LANTAI 5
SKALA 1 : 260



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

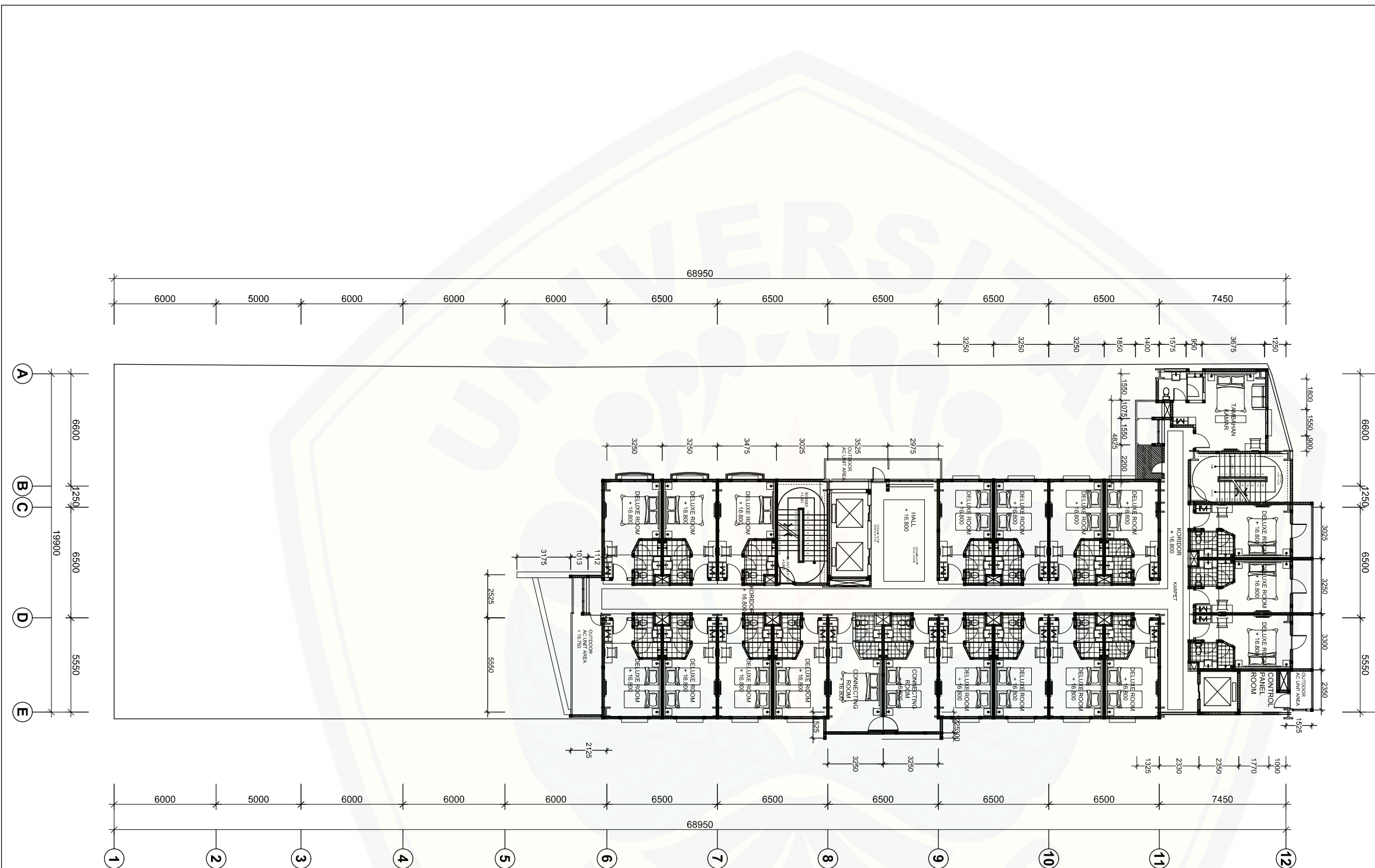
Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
DENAH LANTAI 6 - 9

SKALA

1:260



DENAH LANTAI 6 - 9
SKALA 1 : 260



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

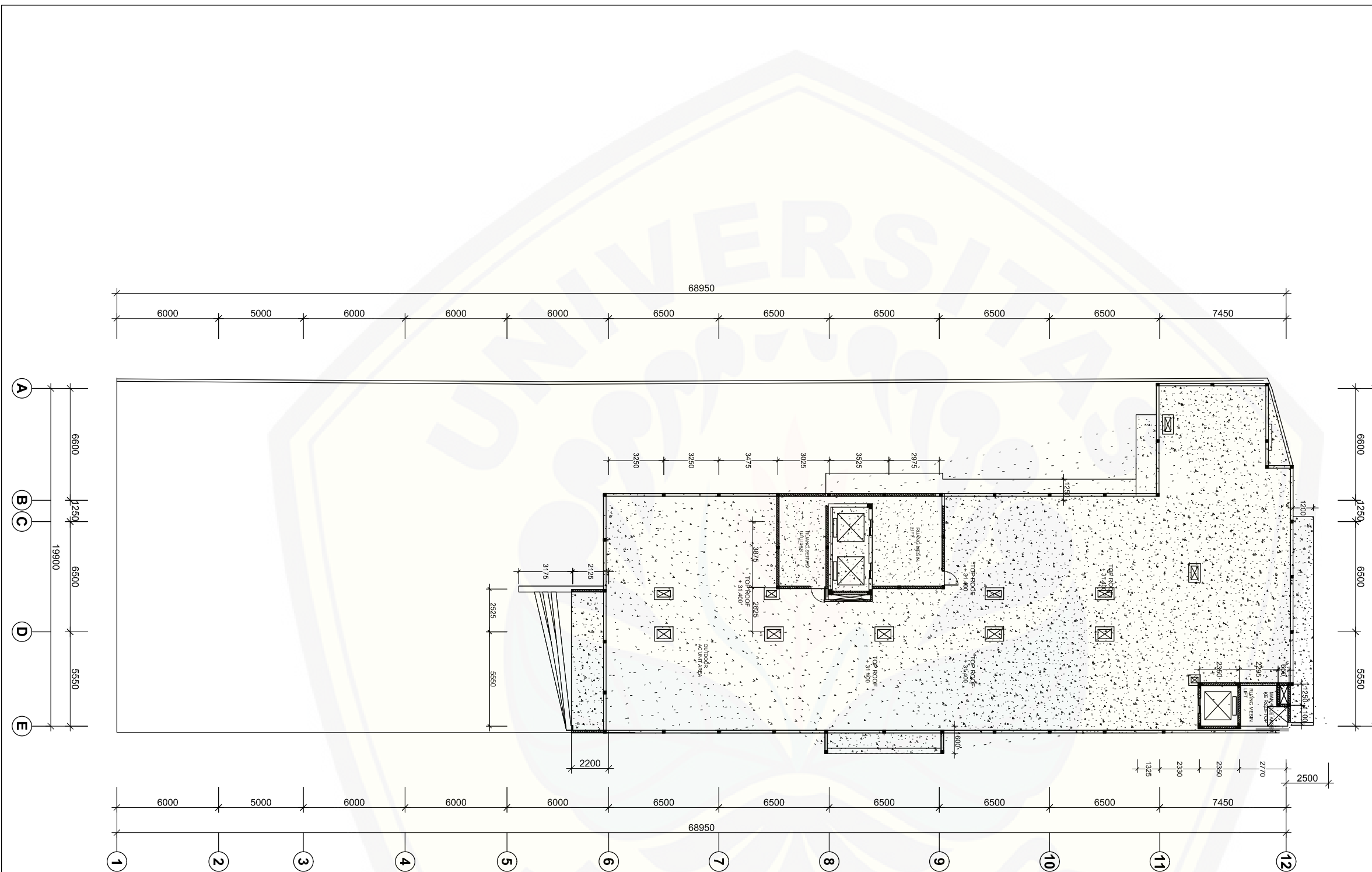
Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
DENAH LANTAI 10

SKALA

1:260



DENAH LANTAI LEVEL ROOF
SKALA 1 : 260



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

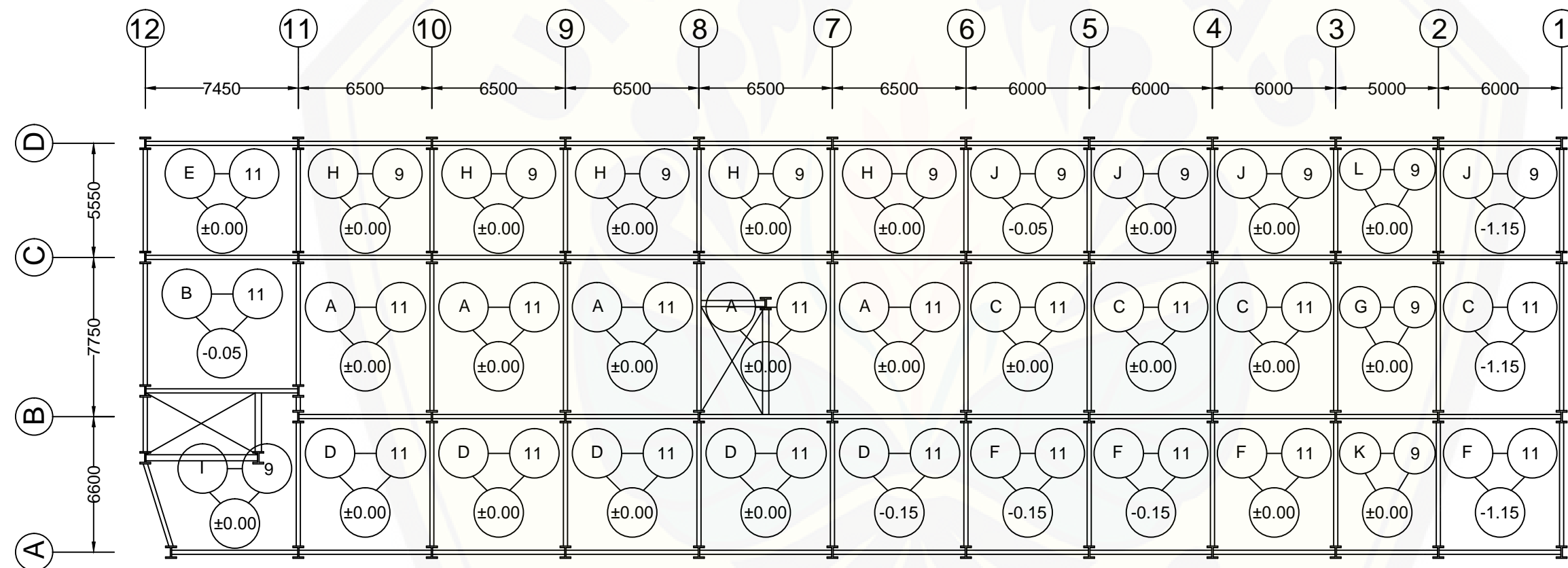
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR

DENAH PELAT

SKALA

1:250



DENAH PELAT
SKALA 1 : 250



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

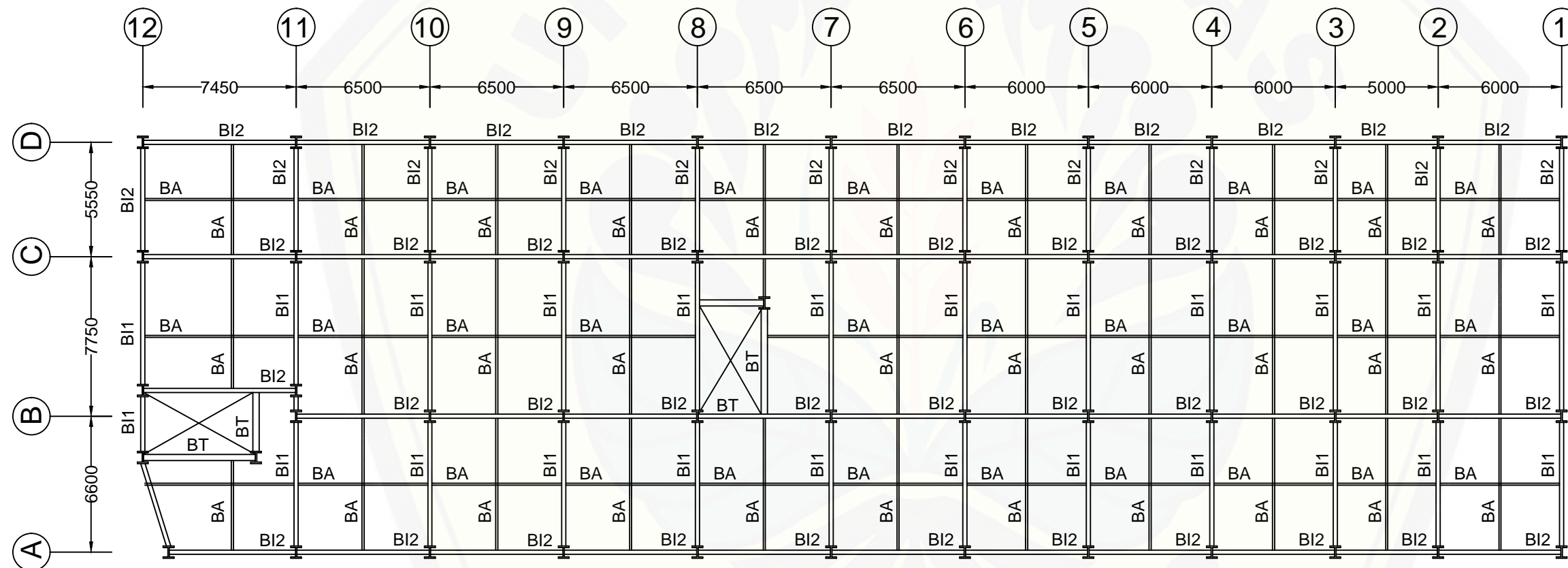
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
DENAH BALOK LT 2

SKALA

1:250

TIPE	PROFIL
BI1	WF 400.200.8.13
BI2	WF 300.200.8.12
BA	WF 200.100.5,5.8
BT	WF 300.300.9.14



DENAH BALOK LT 2
SKALA 1 : 250



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

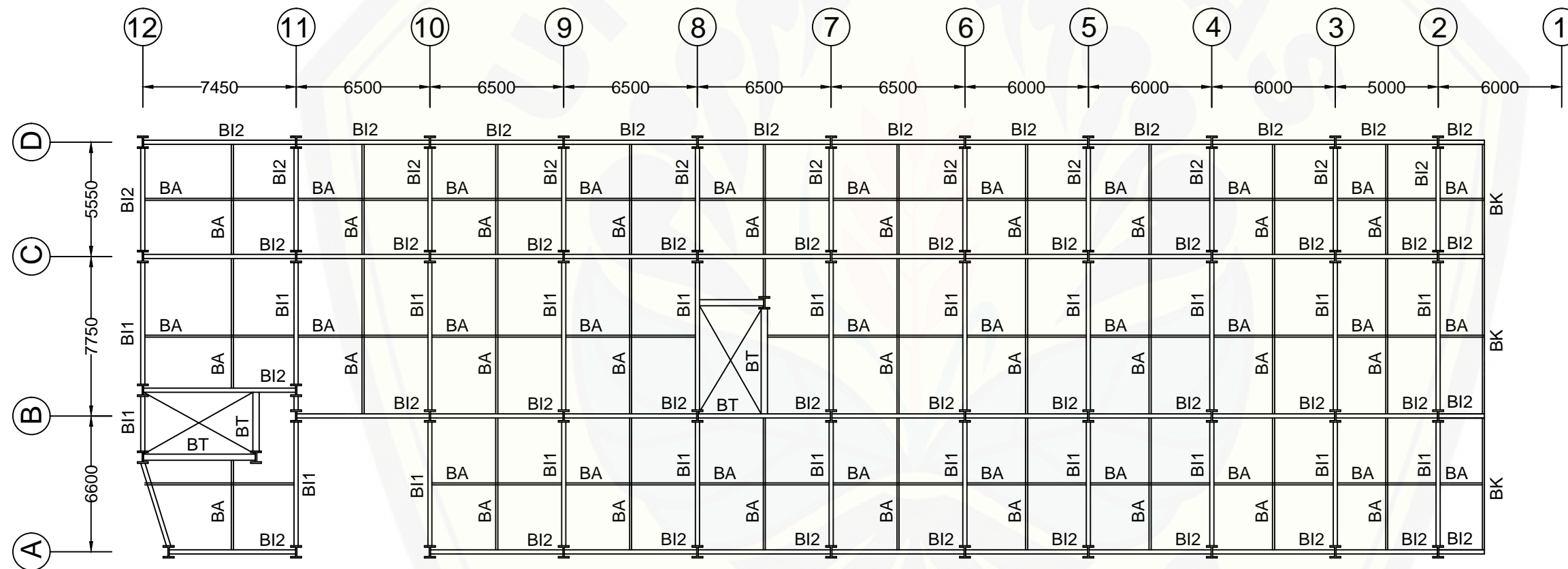
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
DENAH BALOK LT 3

SKALA

1:250

TIPE	PROFIL
BI1	WF 400.200.8.13
BI2	WF 300.200.8.12
BA	WF 200.100.5.5.8
BT	WF 300.300.9.14



DENAH BALOK LT 3
SKALA 1 : 250



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

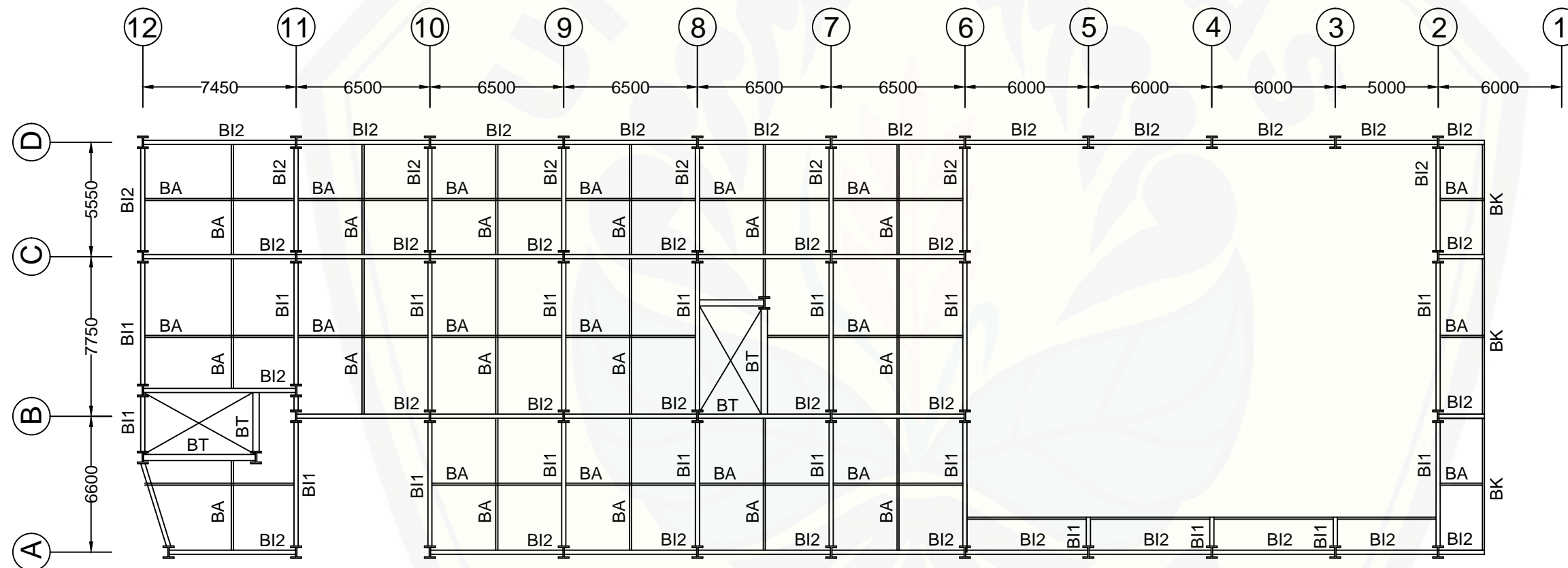
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
DENAH BALOK LT 4

SKALA

1:250

TIPE	PROFIL
BI1	WF 400.200.8.13
BI2	WF 300.200.8.12
BA	WF 200.100.5,5.8
BT	WF 300.300.9.14



DENAH BALOK LT 4
SKALA 1 : 250



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

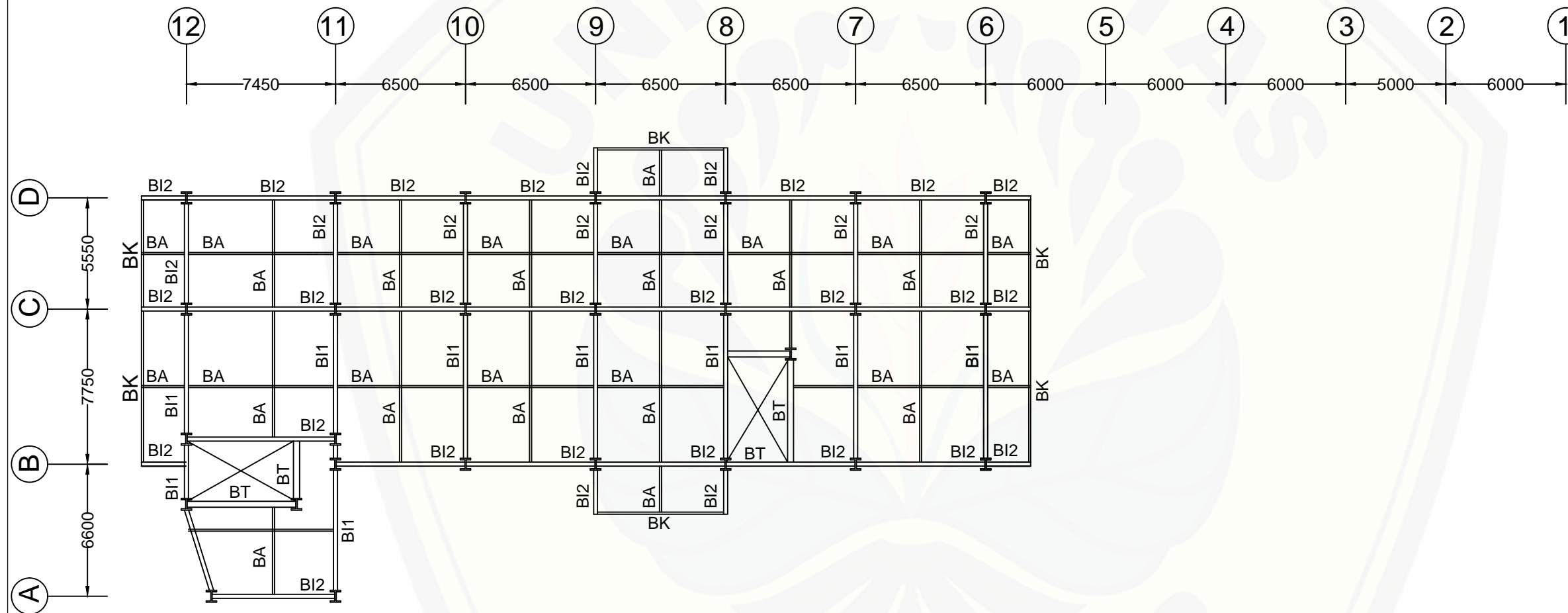
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
DENAH BALOK LT 5 - 10

SKALA

1:250

TIPE	PROFIL
BI1	WF 400.200.8.13
BI2	WF 300.200.8.12
BA	WF 200.100.5,5.8
BT	WF 300.300.9.14



DENAH BALOK LT 5 - 10
SKALA 1 : 250



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

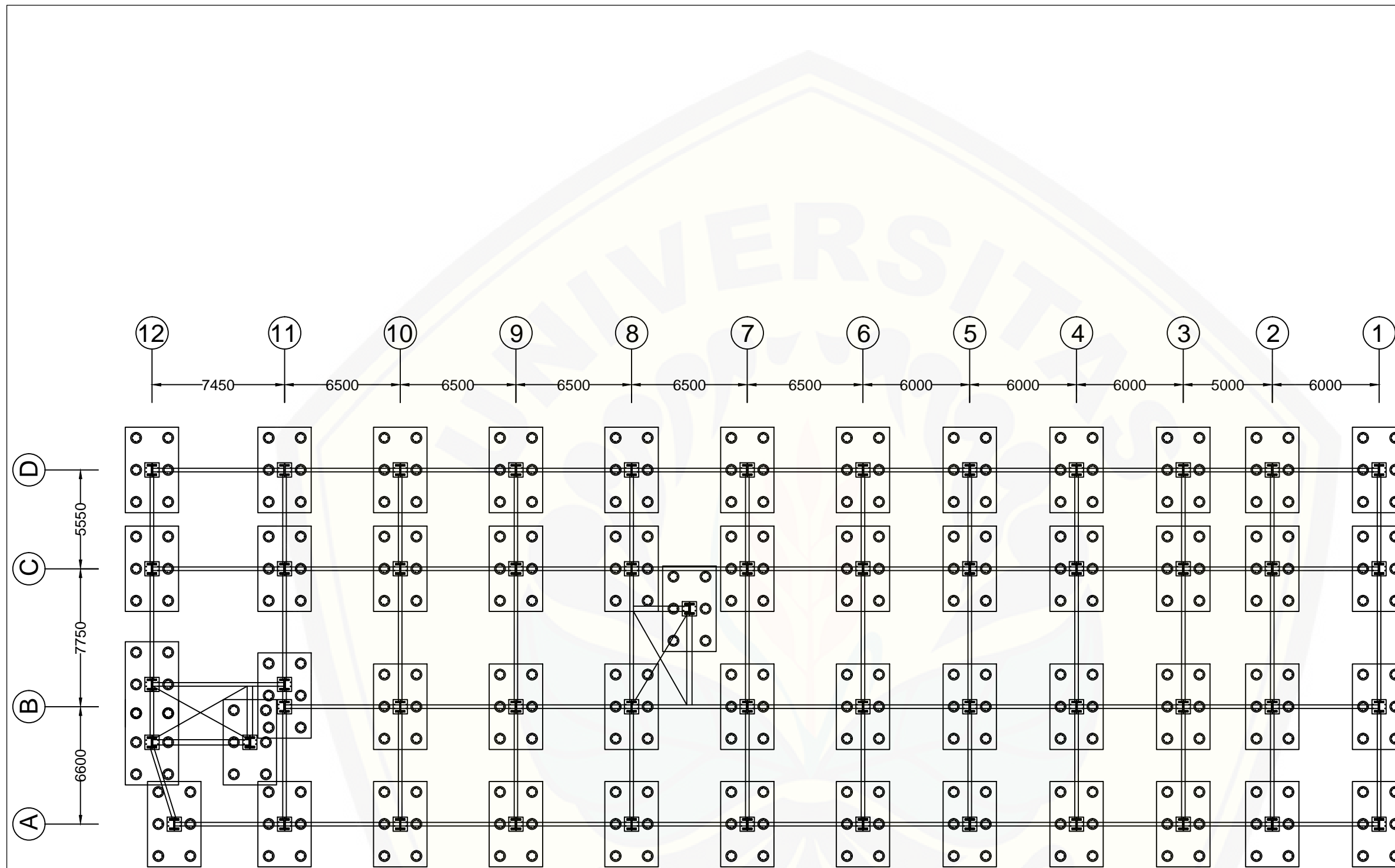
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR

DENAH KOLOM DAN PONDASI

SKALA

1:250



DENAH KOLOM DAN PONDASI
SKALA 1 : 250



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

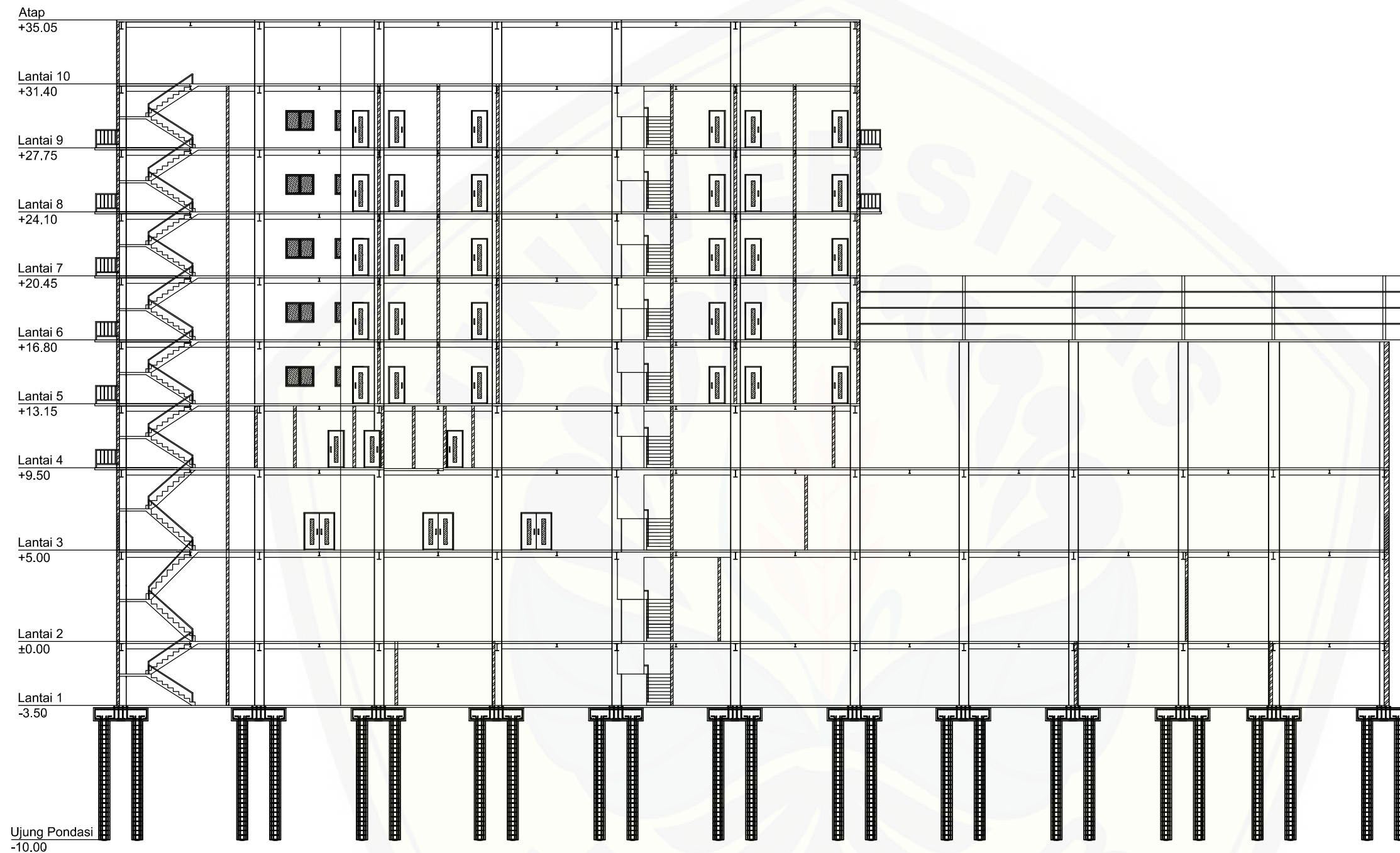
DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

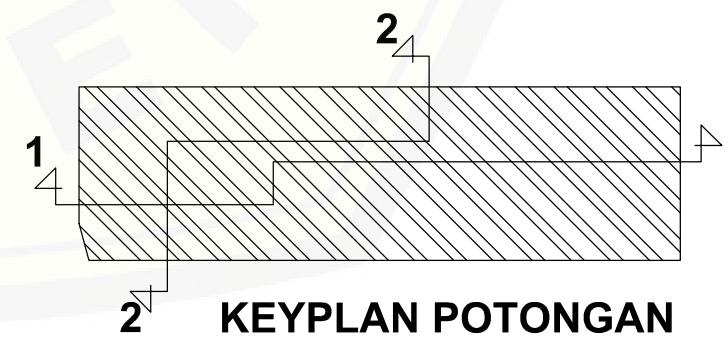
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
POTONGAN 1 - 1

SKALA
1:260



POTONGAN 1 - 1
SKALA 1 : 260



KEYPLAN POTONGAN



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

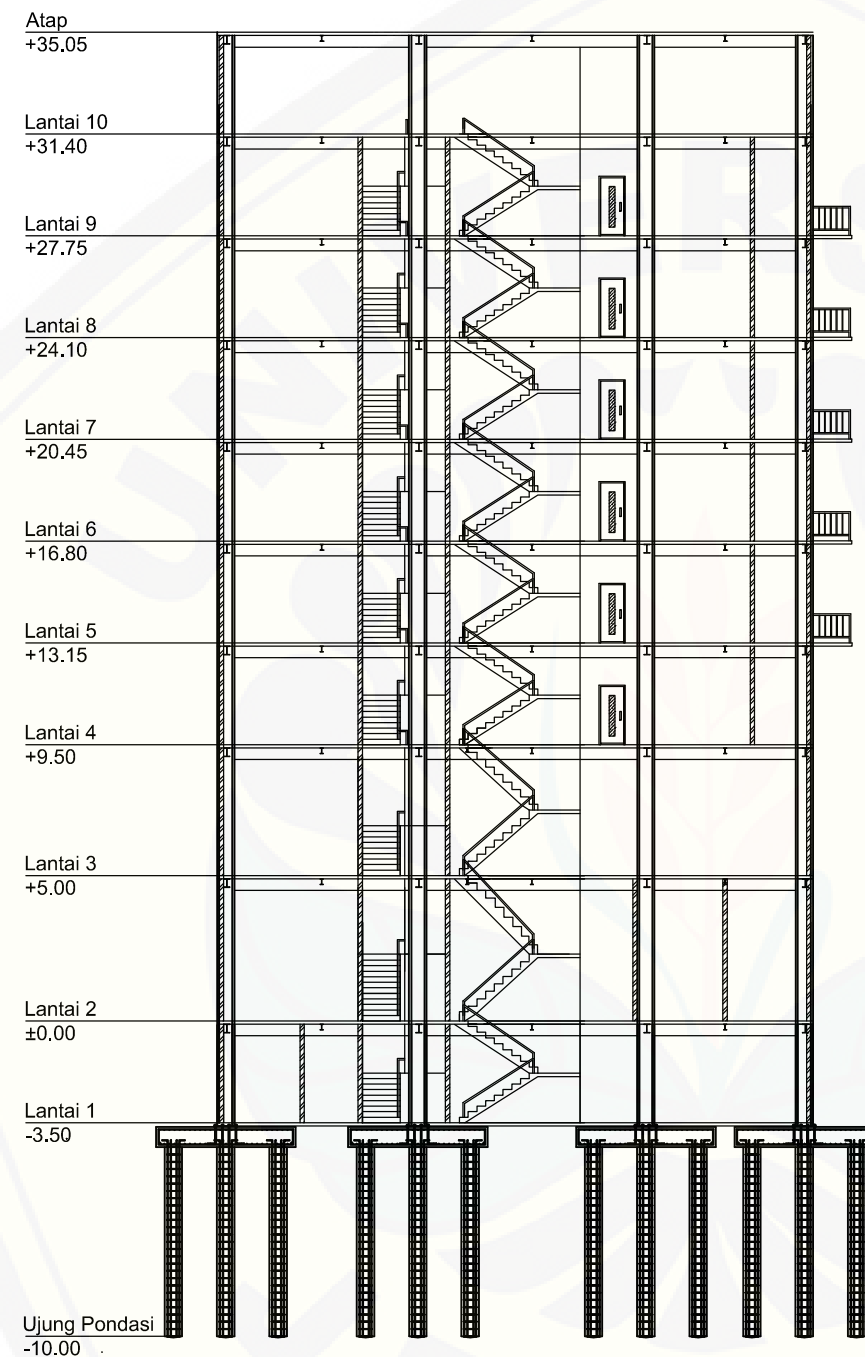
DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

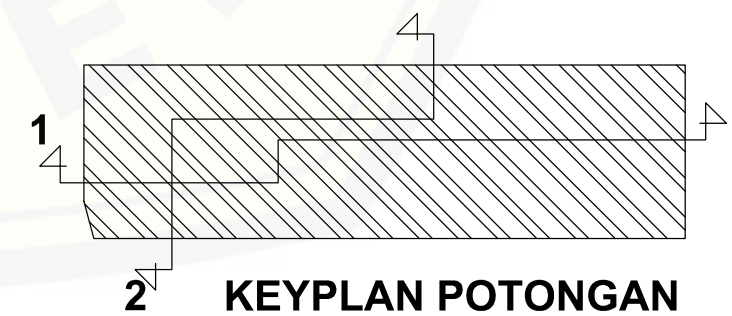
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

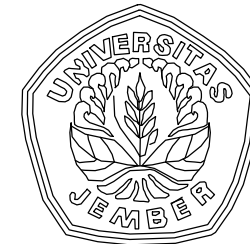
GAMBAR
POTONGAN 2 - 2

SKALA
1:260



POTONGAN 2-2
SKALA 1 : 260





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

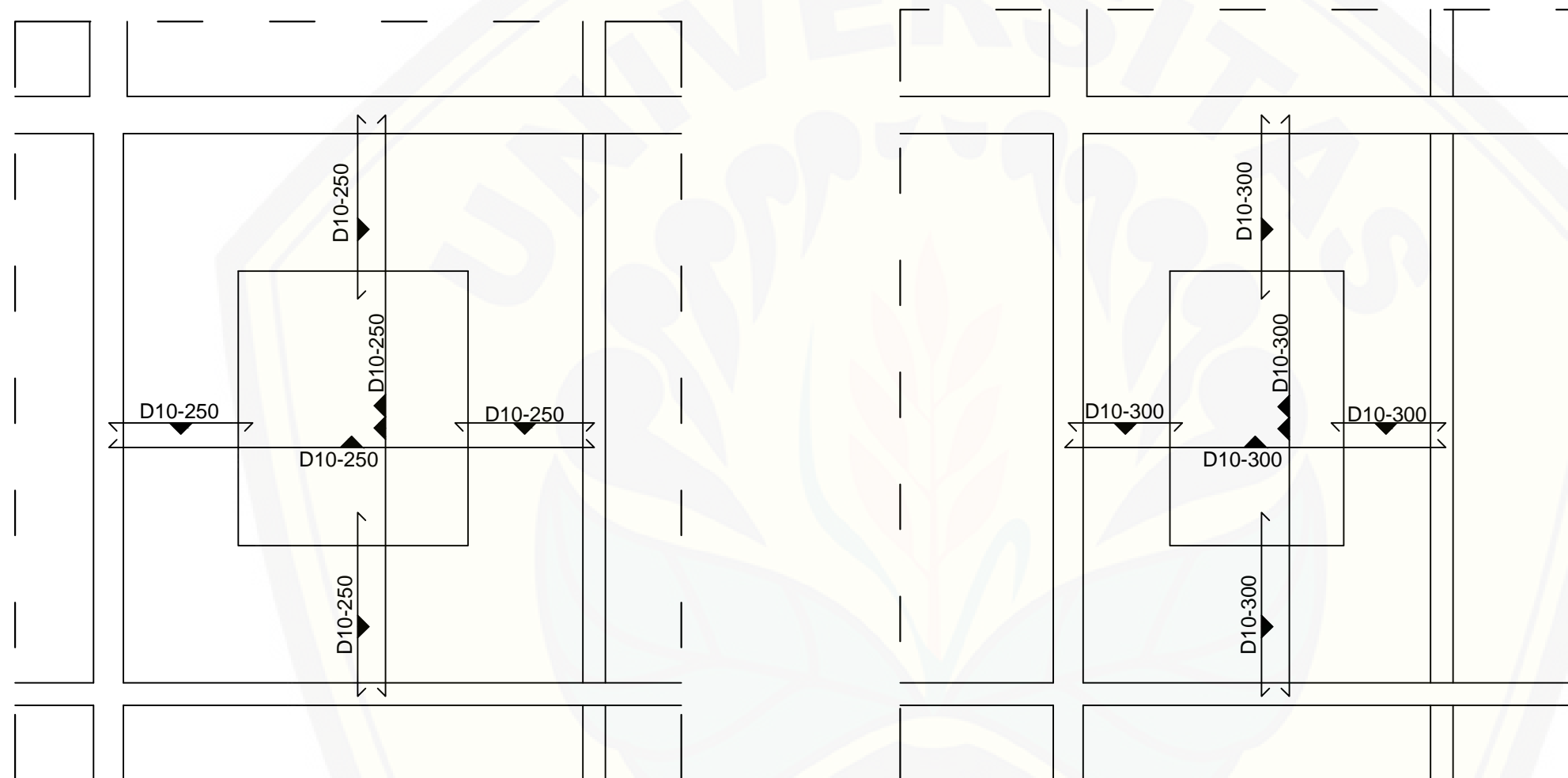
Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
PENULANGAN PELAT

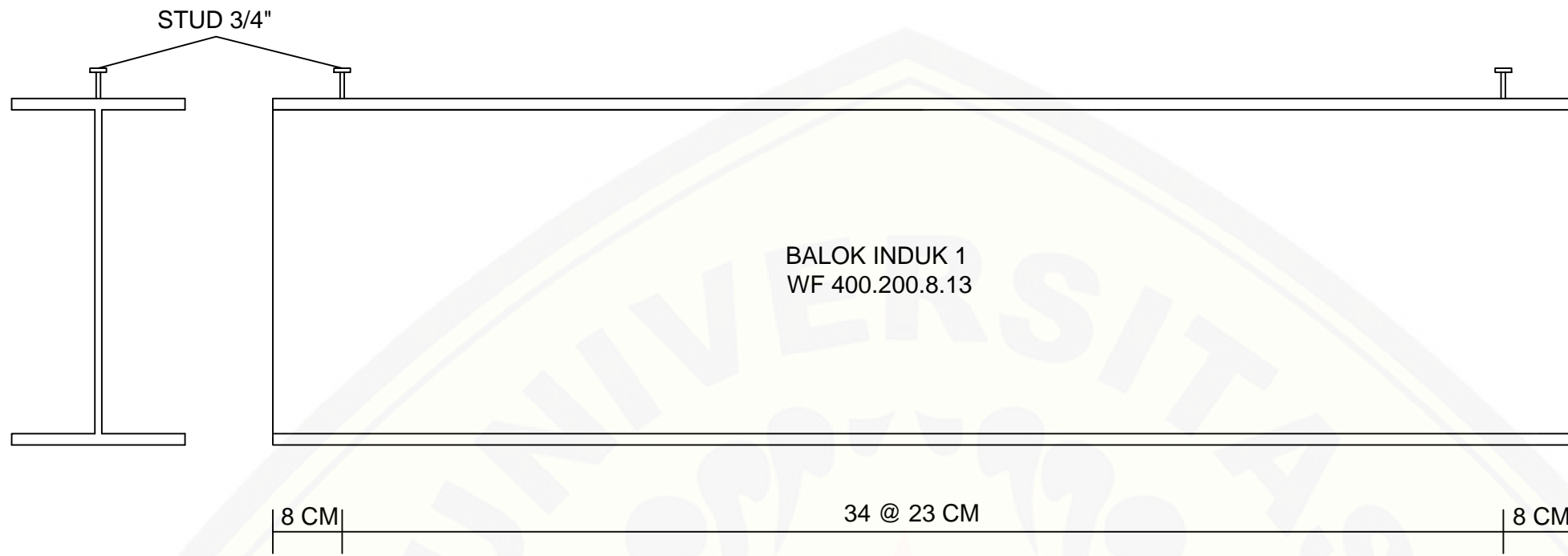
SKALA

1:40

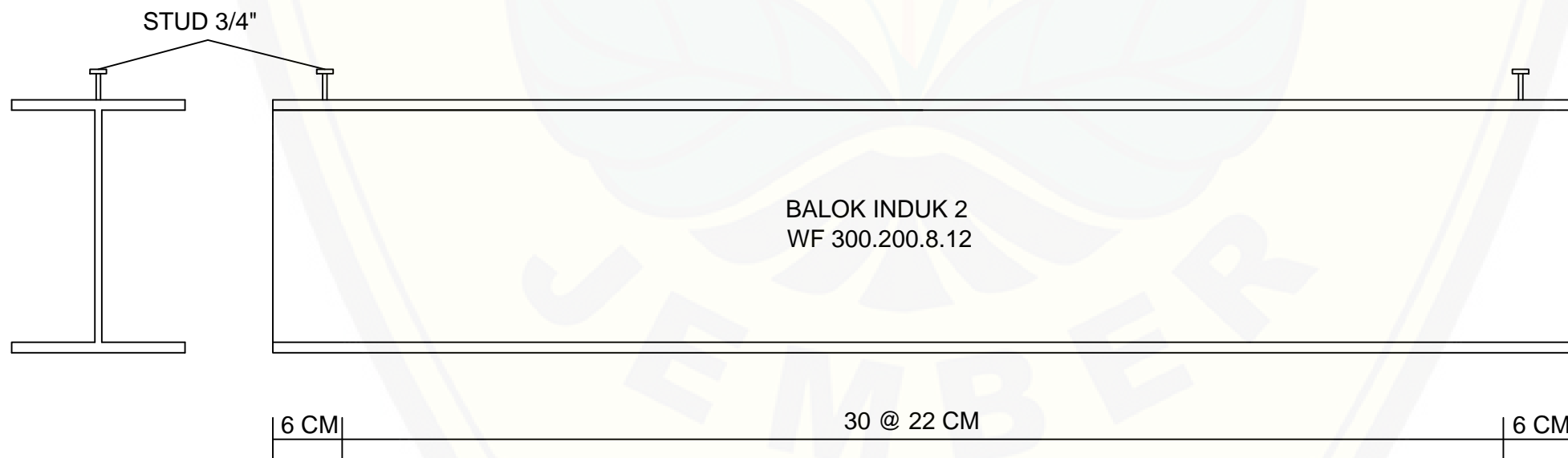


PELAT A, B, C, D, E, F
SKALA 1 : 40

PELAT G, H, I, J, K, L
SKALA 1 : 40



DETAIL PENGHUBUNG GESER BALOK INDUK 1
SKALA 1 : 7



DETAIL PENGHUBUNG GESER BALOK INDUK 2
SKALA 1 : 7



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR

SAMBUNGAN BALOK - BALOK

SKALA

1:7



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

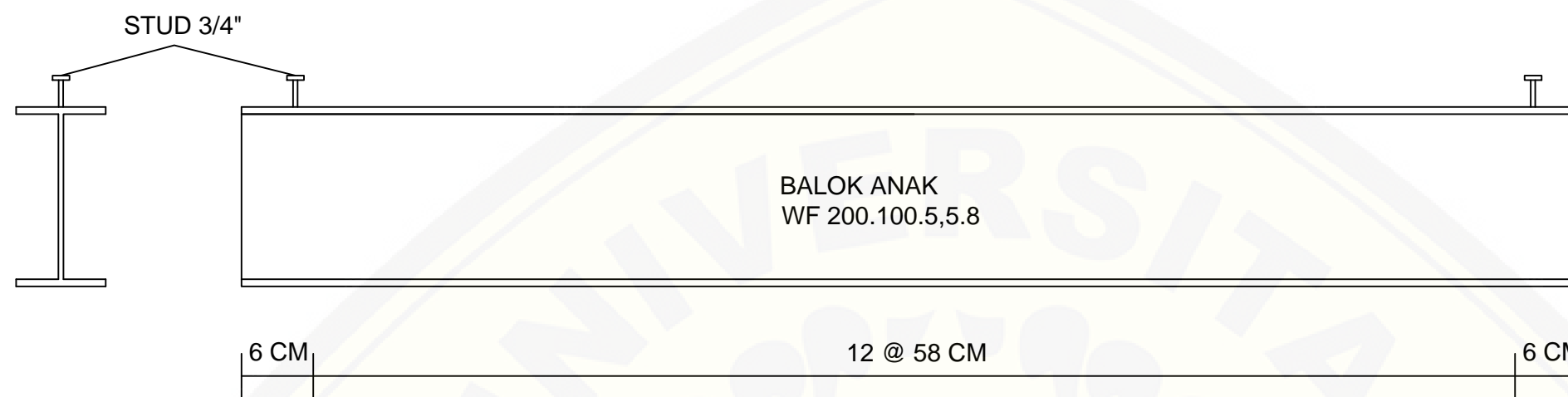
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR

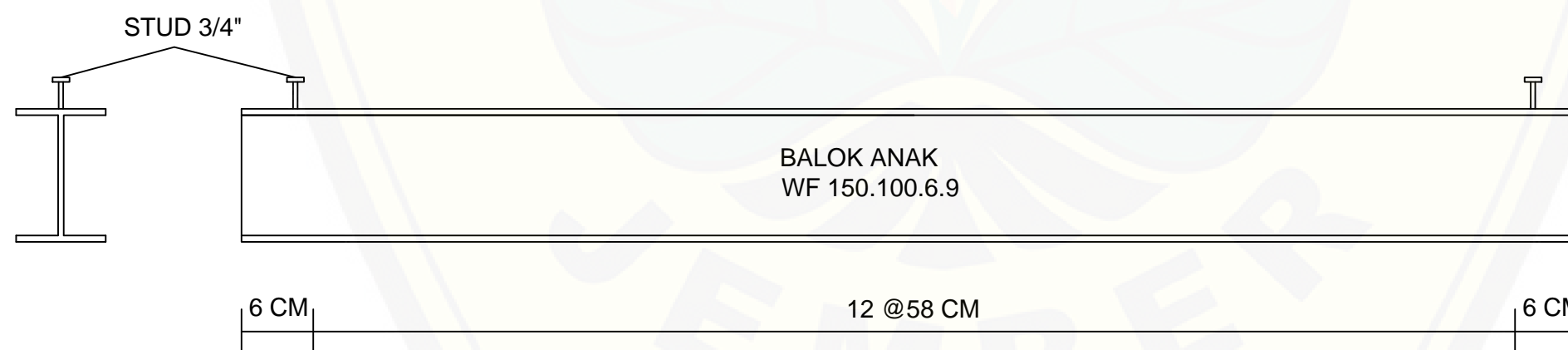
SAMBUNGAN BALOK - BALOK

SKALA

1:7



DETAIL PENGHUBUNG GESER BALOK ANAK
SKALA 1 : 7



DETAIL PENGHUBUNG GESER BALOK KANTILEVER
SKALA 1 : 7



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

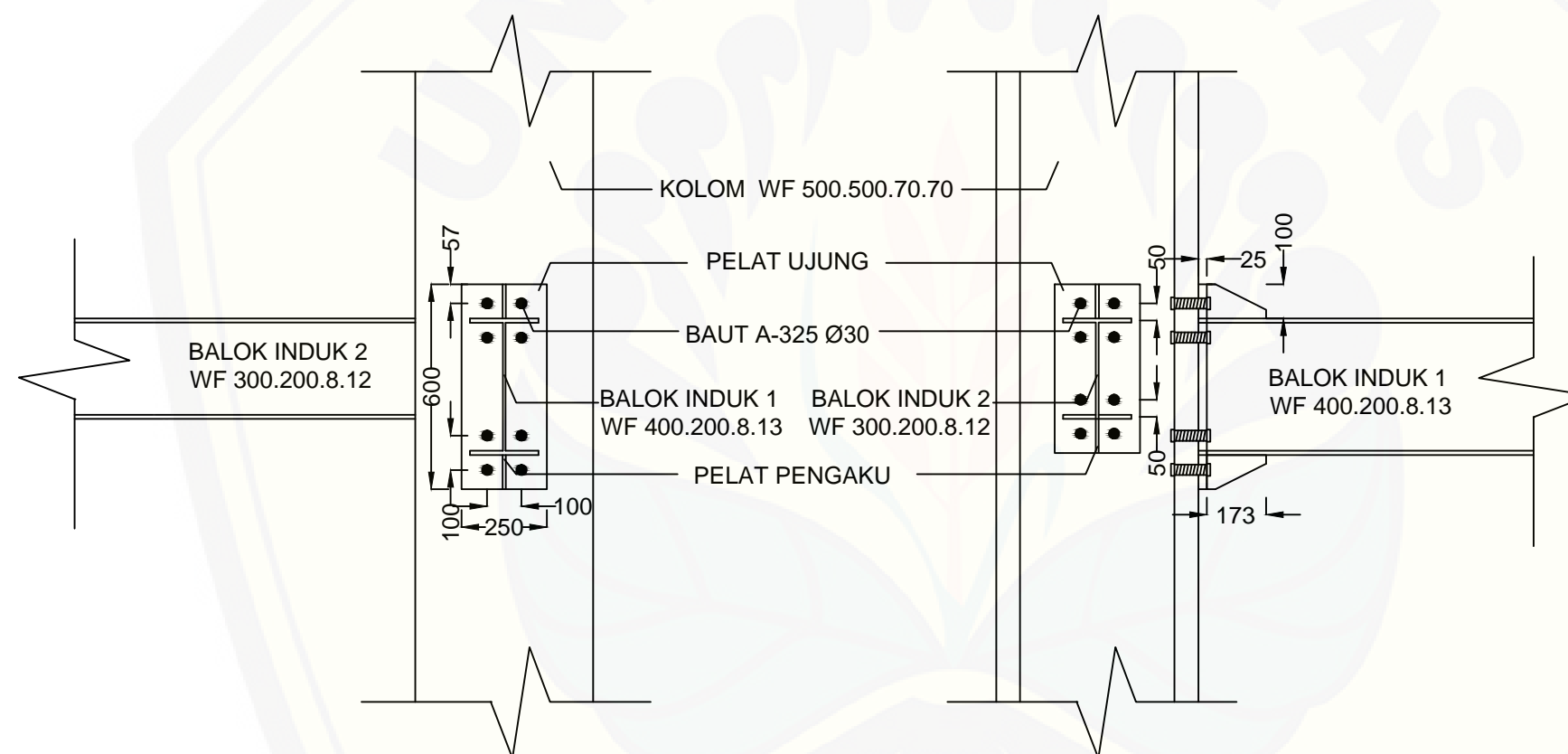
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR

SAMBUNGAN KOLOM - BALOK

SKALA

1:20



SAMBUNGAN KOLOM - BALOK L
SKALA 1 : 20



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

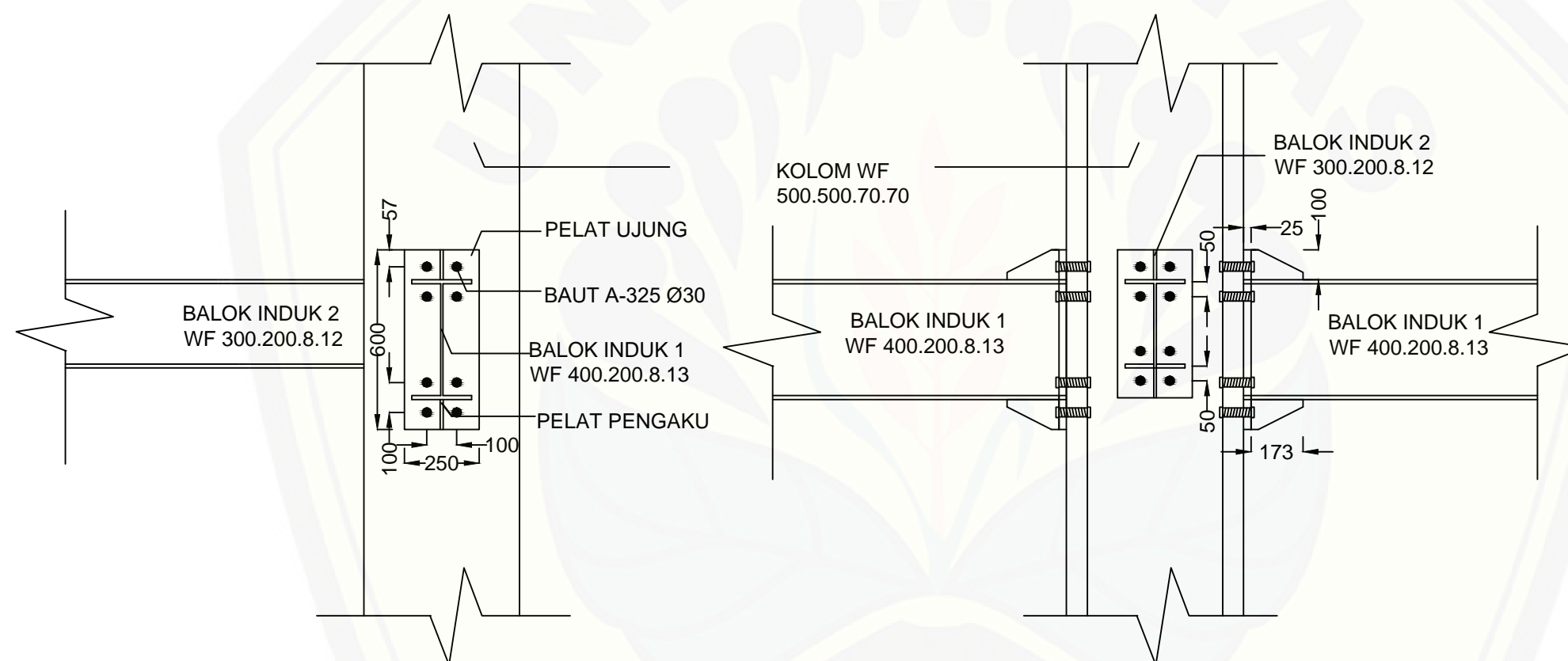
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR

SAMBUNGAN KOLOM - BALOK

SKALA

1:20



SAMBUNGAN KOLOM - BALOK T
SKALA 1 : 20



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

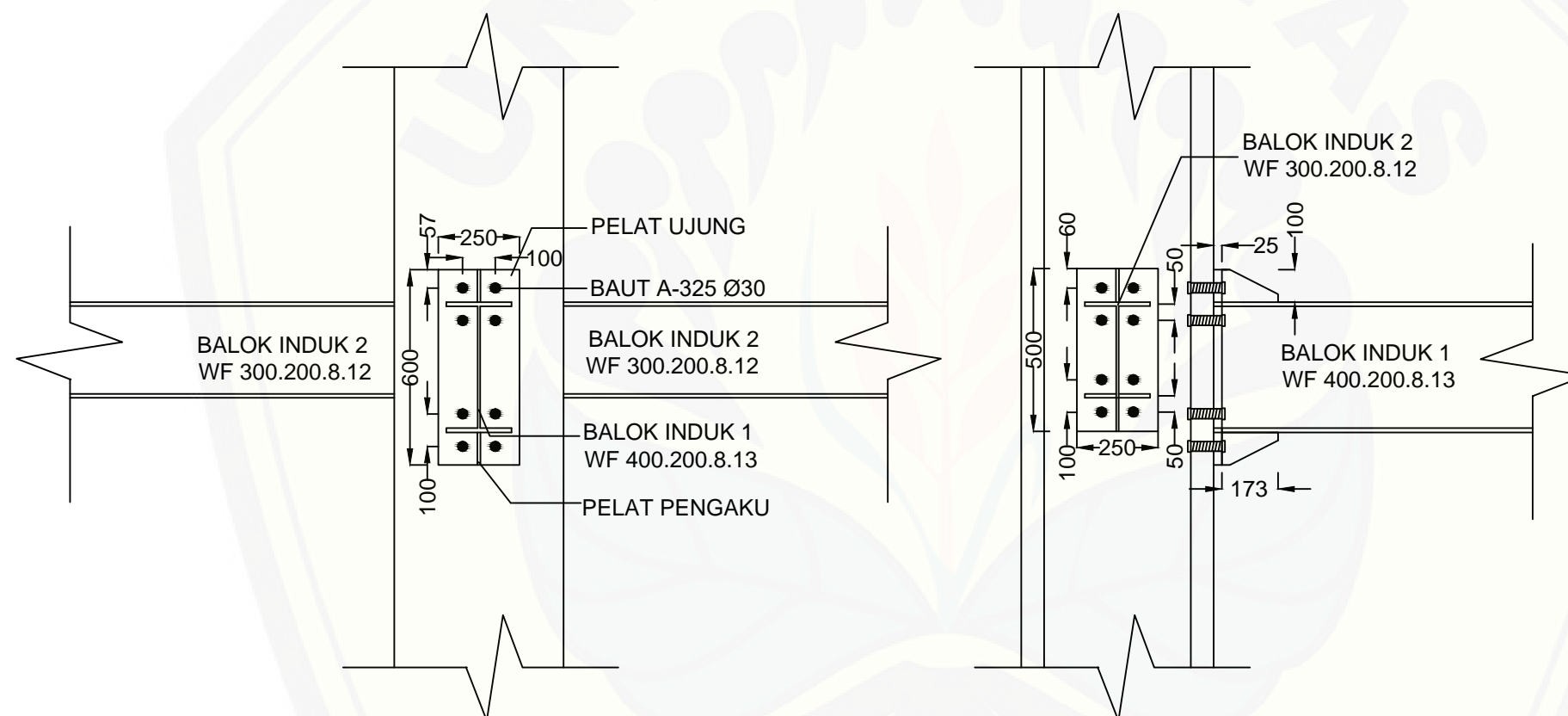
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR

SAMBUNGAN KOLOM - BALOK

SKALA

1:20



SAMBUNGAN KOLOM - BALOK T
SKALA 1 : 20



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

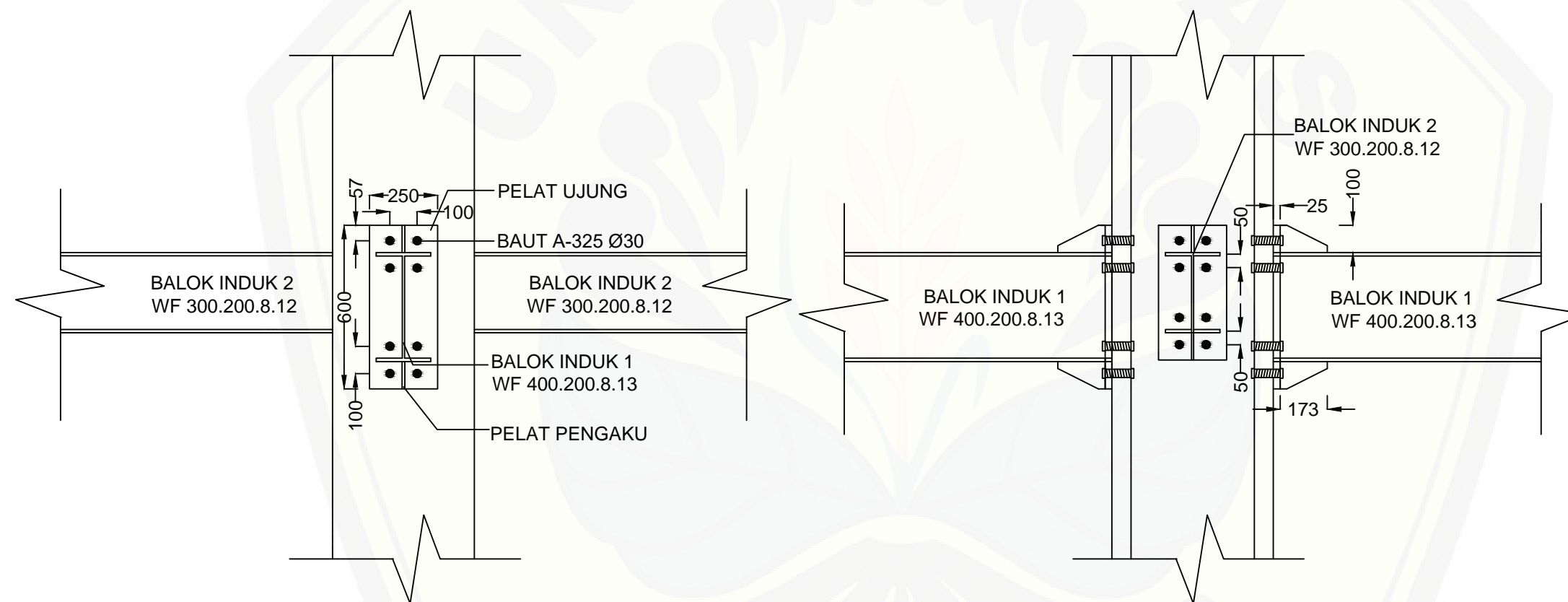
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR

SAMBUNGAN KOLOM - BALOK

SKALA

1:20



SAMBUNGAN KOLOM - BALOK +
SKALA 1 : 20



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

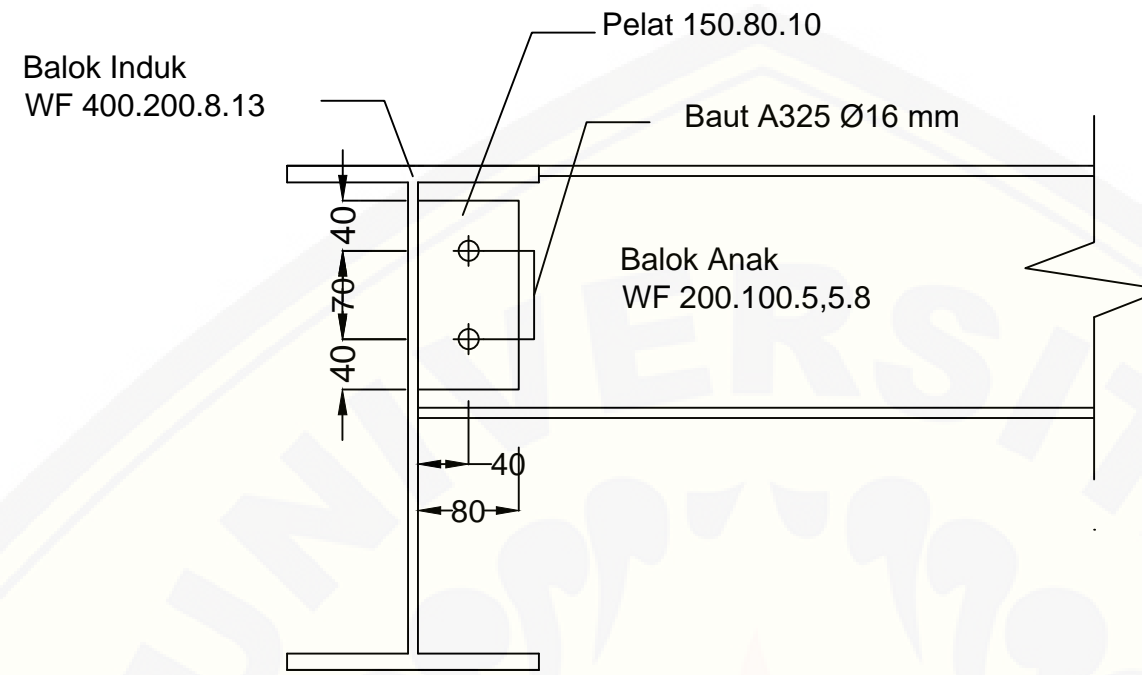
DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR

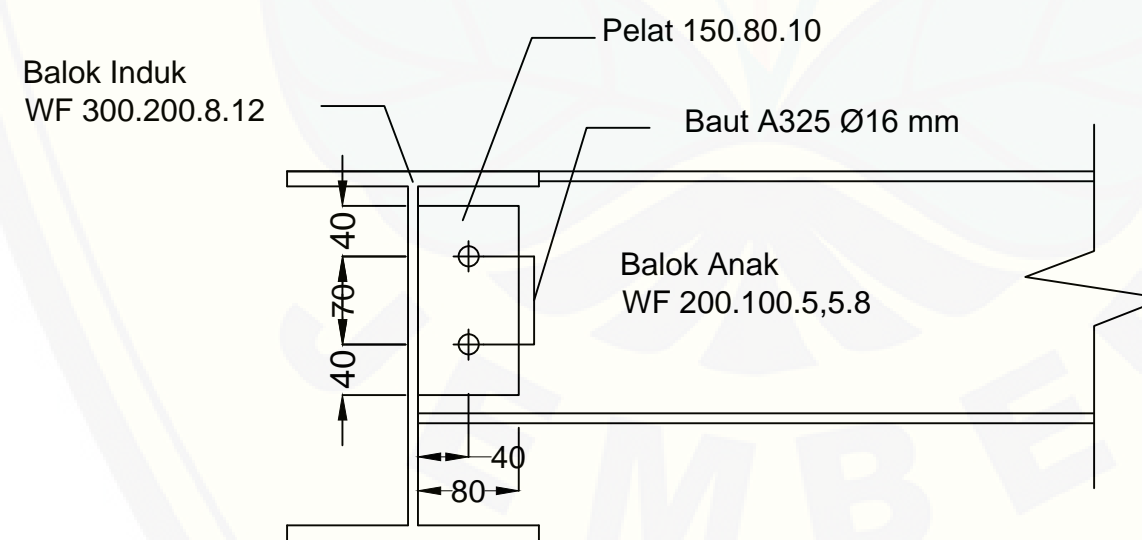
SAMBUNGAN BALOK - BALOK

SKALA

1:6



SAMBUNGAN B. INDUK 1 - B. ANAK
SKALA 1 : 6



SAMBUNGAN B. INDUK 2 - B. ANAK
SKALA 1 : 6



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG HOTEL MEOTEL
DAFAM JEMBER
MENGUNAKAN
KONSTRUKSI BAJA

DIGAMBAR OLEH

MUHAMMAD FAIZ MAULIDY

151910301061

DIPERIKSA OLEH

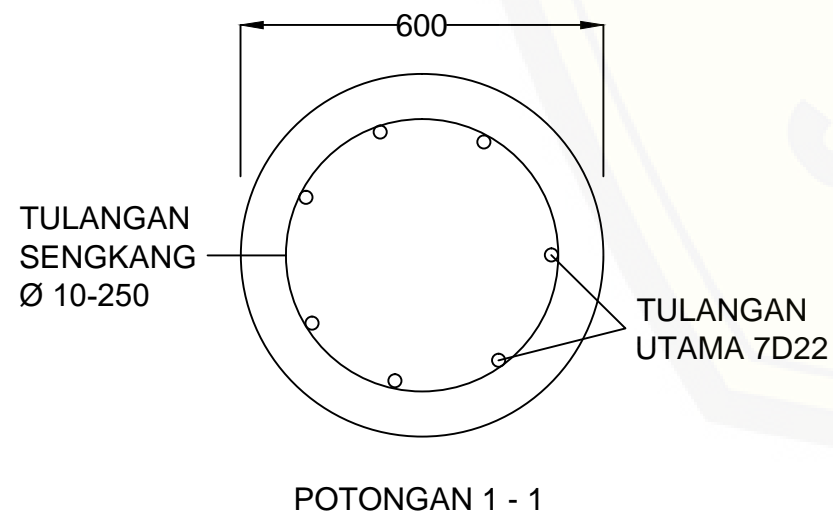
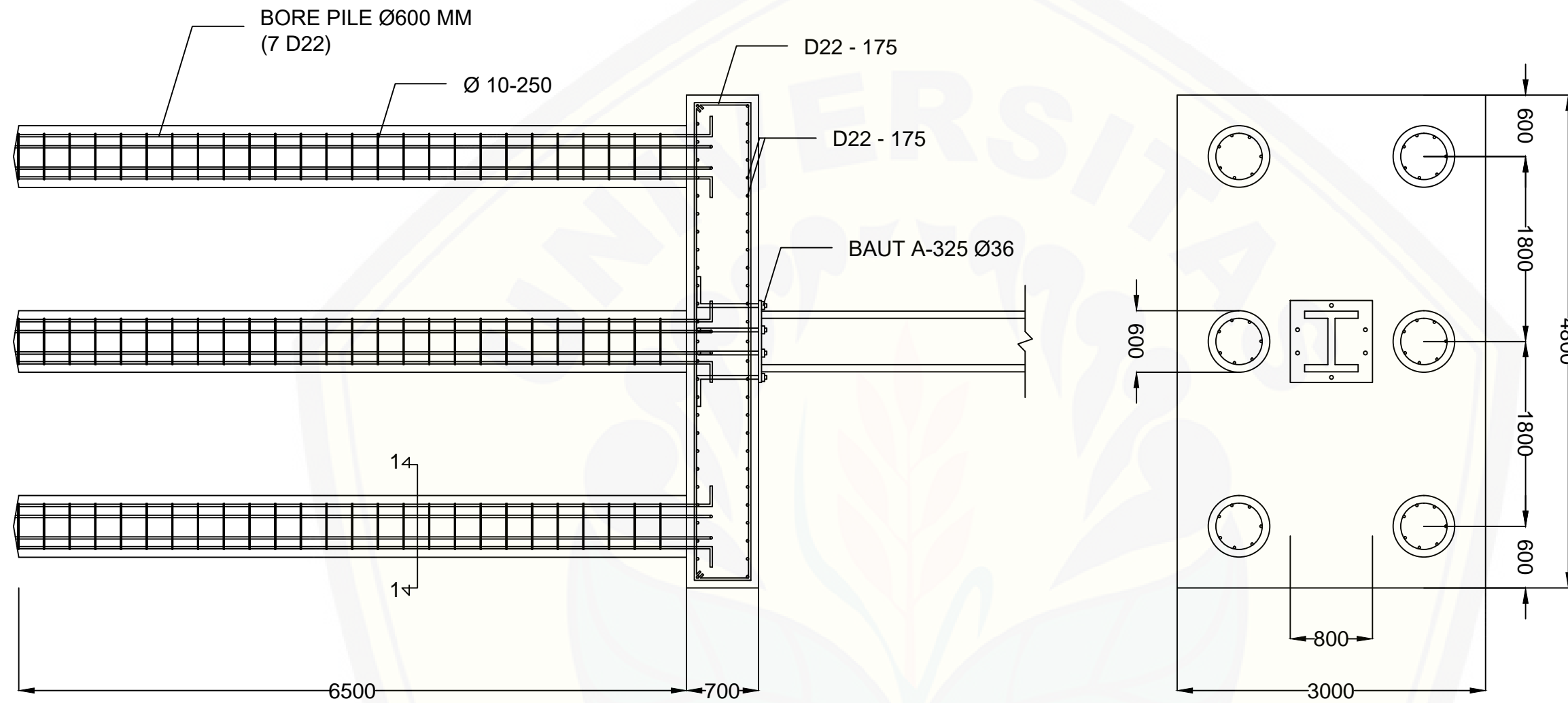
Dr. ANIK RATNANINGSIH,
S.T., M.T.

DWI NURTANTO, S.T., M.T.

GAMBAR
DETAIL PONDASI

SKALA

1:50



DETAIL PONDASI
SKALA 1 : 50