

**PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG DENGAN
METODE DILATASI PADA GEDUNG *COWORKING SPACE*
BRAWIJAYA, MALANG**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta



Oleh:

BAYU KRISNOVIYANTO	190217650
CHRISTIAN BRIAN KUSUMA	190217702

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
TAHUN 2023**

INTISARI

Perancangan Gedung *Coworking Space* yang bertempat di Brawijaya, Malang memiliki klasifikasi gedung yang terbagi menjadi dua tingkat dengan penambahan profil atap galvalum dan polykarbonat sebagai pencahayaan *void* lantai dua serta *basement* sebagai lahan parkir. Area gedung difungsikan sebagai ruang pertemuan, rapat, maupun diskusi. Analisis struktur yang dirancang untuk Gedung *Coworking Space* ini merupakan bagian dari struktur beton bertulang dengan penutup atap dari profil baja. Perancangan gedung memiliki luas area bangunan seluas 42,3 m x 80,7 m yang dirancang mulai dari struktur atas, struktur bawah, hingga Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan penjadwalan proyek (Kurva-S). Struktur gedung juga direncanakan dengan penerapan metode dilatasi sebagai dukungan terhadap simpangan gedung yang terjadi akibat beban gempa.

Struktur atas gedung baik struktur primer maupun sekunder dirancang berdasarkan SNI yang berlaku seperti SNI persyaratan gedung beton bertulang, SNI gempa, SNI baja profil, dan masih banyak lagi sebagai standarisasi perancangan gedung. Dukungan struktur terhadap gempa menggunakan sistem struktur SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) yang difungsikan untuk menganalisa perilaku struktur terhadap gempa. Penerapan dilatasi struktur juga menimbulkan pengurangan simpangan akibat bentuk struktur. Cakupan perancangan struktur atas terdiri perancangan profil kuda-kuda (gording C 100x50x20x2,3 dan kuda-kuda 2L 60x60x5 (eksterior) serta 2L 65x65x6 (interior)), struktur primer (60x60 cm, 60x90 cm (kolom utama) dan 45x80 cm, 35x50 cm (balok induk)), struktur sekunder (tebal 15 cm (pelat lantai) dan 13 cm (tangga serta bordes)), serta beban gempa yang terjadi.

Struktur bawah pada perancangan Gedung *Coworking Space* juga meliputi kebutuhan data tanah berdasarkan lokasi perancangan gedung. Perancangan struktur bawah tentu tidak lepas dari fondasi yang diperhitungkan berdasarkan beban struktur atas. Sebagai acuan dalam analisis struktur bawah, data pengujian tanah sangat menentukan kapasitas daya dukung fondasi untuk menahan keseluruhan beban struktur atas. Pendekatan perancangan fondasi dilakukan melalui data N-SPT (*Standard Penetration Test*) untuk fondasi *bored pile* dan fondasi tapak yang digunakan dalam perhitungan analisis struktur bawah. *Bored pile* yang digunakan memiliki kedalaman ujung 16,5 m dan dinding penahan tanah yang pada kedalaman -5 m.

Khusus dalam perancangan analisis RAB harus menentukan beberapa faktor kebutuhan data seperti analisis *Quantity Take Off* (QTO), *Bill of Quantity* (BoQ), serta Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang disesuaikan dengan lokasi perancangan Gedung *Coworking Space*. Selain itu, dalam perancangan RAB juga menjadi anggaran yang dijadikan acuan dalam penjadwalan proyek dengan bantuan *Microsoft Project*. Penjadwalan proyek merupakan analisis dari estimasi biaya dan waktu, serta sumber daya yang digunakan dalam keseluruhan perancangan hingga pembangunan kebutuhan proyek. Analisis penjadwalan proyek menggunakan *Microsoft Project* menimbulkan kumulatif anggaran proyek berbeda dengan RAB, sehingga dibutuhkan *balancing* antara anggaran biaya RAB dengan anggaran biaya *Microsoft Project*. Nilai yang diperhitungkan menghasilkan total biaya Rp51,930,504,233.45 selama 246 hari kalender atau 43 minggu.

Kata Kunci: Struktur Atas, Struktur Bawah, RAB, Penjadwalan, dan Kurva-S

ABSTRACT

The design of Coworking Space Building located in Brawijaya, Malang has a building classification that is divided into two levels with the addition of galvalum and polycarbonate roof structural as void lighting for the second floor and basement as a parking area. The building area functions as a meeting or discussion room. The structural analysis designed for building is part of a reinforced concrete structure with a roof covering made of steel structural. The building design has a building area of 42.3 m x 80.7 m, which designed starting from upper and lower structure to the Budget Plan (RAB) and project scheduling (S-Curve). The building structure is also designed by applying the dilation method as a support for building deviations that occur due to earthquake loads

The superstructures of buildings, both primary and secondary structures, are designed based on applicable Indonesian National Standards (SNIs) such as SNI for reinforced concrete buildings, earthquakes, steel structural, etc. As building design standardization. Structural support for earthquakes uses the SRPMK structural system (Special Moment Resisting Frame System) which is enabled to analyze structures behavior against earthquakes. The application of structural dilation also results in a displacement reduction due to structure shape. The superstructure design scopes truss structural design (curtain rods C 100x50x20x2.3 and truss 2L 60x60x5 (exterior) and 2L 65x65x6 (interior)), primary structure (60x60 cm, 60x90 cm (main column) and 45x80 cm, 35x50 cm (main beam)), secondary structure (thickness of 15 cm (floor slab) and 13 cm (stairs and landings)), as well as the earthquake loads that occur.

The lower structure in the Coworking Space Building design also includes the need for soil data based on the location. The substructure design certainly cannot be separated from foundation which calculated based on load on it. As a reference in the substructure analysis, soil testing data determine the foundation's bearing capacity to withstand the superstructure's overall load. The foundation design approach is performed through N-SPT (Standard Penetration Test) data for bored pile foundations and footings used in the calculation of the substructure analysis. The bored pile used has a tip depth of 16.5 m and a retaining wall at a depth of -5 m.

Particularly in the RAB analysis arrangement, several data requirements factors must be determined, such as Quantity Take Off (QTO) analysis, Bill of Quantity (BoQ), and Work Unit Price Analysis (AHSP) which adjusted to the design location of building. In addition, in arranging RAB, it is also a budget that is provided for reference in project scheduling with the assist of Microsoft Project. Project scheduling is an analysis of costs and time estimation, as well as the resources utilized in the overall design and development of project. Project scheduling analysis results in a cumulative project budget that differs from the RAB, so a balance between the RAB budget and the Microsoft Project budget is needed. The calculated value results in a total cost of IDR 51,930,504,233.45 for 246 calendar days or 43 weeks

Keywords: Upper Structure, Lower Structure, RAB, Scheduling, and S-Curve

PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama mahasiswa 1 : Bayu Krisnoviyanto

NPM : 190217650

Nama mahasiswa 2 : Christian Brian Kusuma

NPM : 190217702

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

“PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG DENGAN METODE DILATASI PADA GEDUNG COWORKING SPACE BRAWIJAYA, MALANG”

adalah karya orisinal dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Kami yang bertanda tangan di bawah ini berkontribusi pada Tugas Akhir ini dengan proporsi yang sama. Demikian pernyataan ini kami buat sebagai pelengkap dokumen Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 21 JULI 2023



(Bayu...Krisnoviyanto.....)



(Christian Brian Kusuma)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG DENGAN METODE DILATASI PADA GEDUNG *COWORKING SPACE* BRAWIJAYA, MALANG

Oleh:

Bayu Krisnoviyanto 190217650
Christian Brian Kusuma 190217702

Diperiksa oleh:

Pengampu Tiga
TAPI 2

Pengampu Dua
TAPI 2

Pengampu Satu
TAPI 1

(Ferianto Raharjo, S.T., M.T.)

NIDN: 0513027001

21/07/23

(Dr. Sumiyati Gunawan, ST.,
M.T.)

NIDN: 0515036801

(Dinar Gumilang Jati, S.T.,
M.Eng.)

NIDN: 0502058502

Disetujui oleh:

Pembimbing Tugas Akhir

Yogyakarta, 21 JULI 2023

(Dr. Eng. Luky Handoko, S.T., M. Eng)

NIDN: 0518108501

Disahkan oleh:

Ketua Departemen Teknik Sipil



(Dr. Ir. Imam Basuki, M.T.)

NIDN: 0506046601

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG DENGAN METODE DILATASI PADA GEDUNG *COWORKING SPACE* BRAWIJAYA, MALANG

Oleh:



BAYU KRISNOVIYANTO
190217650



CHRISTIAN BRIAN KUSUMA
190217702

Telah diuji dan disetujui oleh:

Nama

Tanda Tangan

Tanggal

Ketua : Luky Handoko, S.T., M Eng., Dr.Eng.

Handwritten signature of Luky Handoko in black ink.

21 Juli 2023.

Sekretaris : Yoyong Arfiadi, Ir., M Eng., Ph.D Prof.

Handwritten signature of Yoyong Arfiadi in black ink.

20 Juli 2023

Anggota : AY Harijanto Setiawan, Ir., M Eng., Ph D.

Handwritten signature of AY Harijanto Setiawan in black ink.

20 Juli 2023

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas karunia dan berkat-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat selesai dengan tepat waktu. Penyusunan Tugas Akhir ini selain merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan Tingkat Sarjana pada Fakultas Teknik program studi Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta juga dimaksudkan untuk menambah wawasan di bidang analisis perancangan struktur, RAB, hingga penjadwalan proyek Gedung *Coworking Space*. Pada kesempatan ini, izinkan penulis untuk mengucapkan terima kasih dan rasa hormat atas segala bantuan yang telah diberikan terhadap kerampungan Laporan Tugas Akhir ini. Pertama-pertama terima kasih dan rasa hormat penulis kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Imam Basuki, M.T., selaku Ketua Departemen Fakultas Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memungkinkan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pengajar TAPI 1 dalam membimbing perancangan struktur atas Gedung *Coworking Space*.
3. Ibu Dr. Sumiyati Gunawan, S.T., M.T., selaku Dosen Pengajar TAPI 2 dalam membimbing perancangan struktur bawah Gedung *Coworking Space*.
4. Bapak Ferianto Raharjo, S.T., M.T., selaku Dosen Pengajar TAPI 2 dalam membimbing perancangan rencana anggaran biaya (RAB) hingga penjadwalan proyek Gedung *Coworking Space*.
5. Bapak Dr. Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Laporan TAPI yang telah membimbing penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen, staf, dan karyawan atas jasa dan ketulusan hati selama mengabdikan dalam menuntut ilmu di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
7. Orang tua dan keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan kelancaran pengerjaan TAPI dari awal perancangan TAPI hingga penulisan dan penyusunan laporan TAPI ini.

8. Rekan-rekan seperjuangan Sipil Atma Angkatan 2019 yang solid dan saling mendukung satu sama lain dari awal tahun 2019 sampai pada titik ini dapat bersama-sama merampungkan dinamika perkuliahan.
9. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang saling memberi dukungan dan bantuan, baik secara langsung maupun dalam dukungan doa-doanya.

Penyusunan Laporan ini tentunya masih banyak terdapat kekurangan, kesalahan, dan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, sebelumnya penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan yang bersifat membangun atas laporan ini. Akhir kata dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih dan sekiranya laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pihak-pihak yang berkaitan.

Yogyakarta, 6 Juli 2023

Tim Penulis

DAFTAR ISI

INTISARI	ii
ABSTRACT	iii
PERNYATAAN.....	iv
PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Fokus Masalah	7
1.4 Tujuan Perancangan.....	7
1.5 Manfaat Perancangan.....	7
1.6 Sistematika Perancangan Laporan	8
BAB II PERANCANGAN STRUKTUR ATAS	10
2.1 Tinjauan Umum	10
2.2 Pedoman Perancangan Gedung.....	11
2.3 Material Struktur dan Mutu Bahan	11
2.4 <i>Layout</i> Struktur <i>Coworking Space</i>	12
2.4.1 <i>Layout</i> Struktur	12
2.4.2 <i>Layout</i> Tampak	15
2.4.2 <i>Layout</i> Profil Atap.....	17
2.5 <i>Preliminary Design</i>	19
2.5.1 <i>Preliminary</i> Balok.....	19
2.5.2 <i>Preliminary</i> Kolom	23
2.5.3 <i>Preliminary</i> Tangga	24
2.5.4 <i>Preliminary</i> Pelat Lantai	25
2.6 Interpretasi Data Tanah dan Kelas Situs	34
2.6.1 Data Tanah	34
2.6.2 Kelas Situs	37

2.6.3 Kategori Desain Seismik (KDS)	38
2.7 Sistem Struktur.....	39
2.7.1 Dilatasi Struktur	39
2.7.2 Rangka Pemikul Struktur	40
2.8 Pembebanan Struktur Gedung	42
2.8.1 Pembebanan Gording	43
2.8.2 Pembebanan Kuda-Kuda Atap.....	44
2.8.3 Beban Angin	47
2.8.4 Pembebanan Balok.....	48
2.8.5 Pembebanan Kolom	49
2.8.6 Pembebanan Pelat Lantai	49
2.8.7 Pembebanan Tangga	52
2.9 Pemodelan Struktur Gedung	54
2.9.1 Pemodelan <i>SAP2000</i>	54
2.9.2 Pemodelan <i>ETABS</i>	56
2.10 Interpretasi <i>Output</i> Pemodelan.....	65
2.10.1 Gaya Dalam	65
2.10.2 Ketidakberaturan	69
2.10.3 Simpangan Antar Lantai	81
2.10.4 Pengaruh P-Delta	83
2.11 Perancangan Struktur Atap	84
2.11.1 Gording	84
2.11.2 Rencana Sagrod dan Ikatan Angin.....	90
2.11.3 Elemen Profil Kuda-Kuda.....	92
2.12 Perancangan Struktur Balok.....	102
2.12.1 Tulangan Longitudinal.....	105
2.12.2 Tulangan Transversal.....	109
2.12.3 Tulangan Susut / Pinggang	113
2.13 Perancangan Struktur Kolom	115
2.13.1 Batasan Dimensi Kolom	116
2.13.2 Kekuatan Lentur Minimum Kolom.....	116
2.13.3 Tulangan Longitudinal.....	117
2.13.4 Panjang Area Tulangan Transversal Tumpuan (l_0).....	118
2.13.5 Spasi Tulangan Transversal Tumpuan (S_0).....	119

2.13.6 Pemeriksaan Kuat Geser Tulangan Transversal	119
2.13.7 Jumlah Tulangan Transversal	120
2.13.8 Spasi Tulangan Transversal Lapangan Di Luar (l_0)	122
2.14 Perancangan Hubungan Balok Kolom	122
2.14.1 Pemeriksaan Syarat Dimensi Kolom	123
2.14.2 Pemeriksaan Syarat Tinggi <i>Joint</i>	124
2.14.3 Kebutuhan Tulangan Sengkang	124
2.14.4 Pemeriksaan Luas Penampang Efektif Dalam Satu <i>Joint</i>	125
2.14.5 Gaya Pada Tulangan Longitudinal Balok Di Muka <i>Joint</i>	126
2.14.6 Gaya Geser <i>Joint</i>	126
2.14.7 Syarat Izin Reduksi Tulangan Transversal <i>Joint</i>	128
2.14.8 Panjang Penyaluran Tulangan Tarik	128
2.15 Perancangan Struktur Pelat Lantai	129
2.15.1 Pelat Lantai Satu Arah	131
2.15.2 Pelat Lantai Dua Arah	133
2.16 Perancangan Struktur Tangga	137
2.16.1 Perhitungan Tulangan Tumpuan	140
2.16.2 Perhitungan Tulangan Lapangan	141
BAB III PERANCANGAN STRUKTUR BAWAH	142
3.1 Tinjauan Umum	142
3.2 Analisis Daya Dukung	143
3.2.1 Daya Dukung Tanah	143
3.2.2 Daya Dukung Tiang <i>Bored Pile</i>	148
3.3 Perancangan Fondasi dan Dinding Penahan Tanah	152
3.3.1 Fondasi Tapak	158
3.3.2 <i>Pile Cap</i> dan <i>Bored Pile</i>	162
3.3.3 Efisiensi Tiang	166
3.3.4 Dinding Penahan Tanah	168
3.4 Analisis Penurunan (Konsolidasi)	182
BAB IV PERENCANAAN BIAYA DAN WAKTU	185
4.1 Tinjauan Umum	185
4.2 Penyusunan <i>Work Breakdown Structure</i> / Identifikasi Aktivitas	185
4.3 Perhitungan Volume Pekerjaan	187
4.4 Analisis Harga Satuan Pekerjaan	188

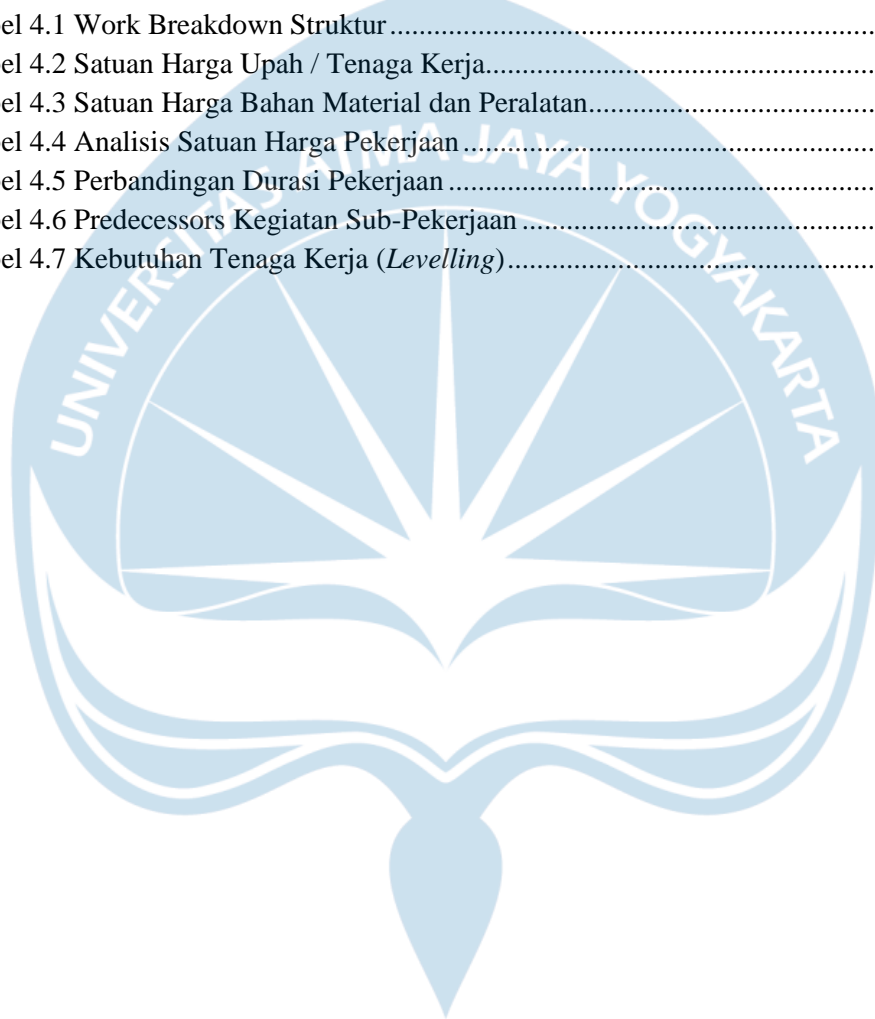
4.5 Perancangan Durasi Kegiatan dan Sumber Daya.....	191
4.6 Penentuan Hubungan Antar Kegiatan dan Jenis Tumpang Tindih antar Kegiatan.....	192
4.7 Penyusunan Network Diagram	195
4.7.1 Tahapan Network Diagram	195
4.7.2 Lintasan Kritis / <i>Critical Task</i>	195
4.8 Penjadwalan Sumber Daya	196
4.8.1 <i>Resources Levelling</i>	197
4.8.2 <i>Balance Fixed Cost</i>	199
4.9 Penyusunan <i>Bar-Chart</i> dan Kurva-S	199
4.9.1 <i>Bar - Chart</i>	199
4.9.2 Kurva-S	200
BAB V PENUTUP	201
5.1 Simpulan	201
5.1.1 Hasil Perancangan Struktur Atas	201
5.1.2 Hasil Perancangan Struktur Bawah.....	202
5.1.3 Hasil Perancangan RAB dan Penjadwalan Proyek	203
DAFTAR PUSTAKA	204
LAMPIRAN	206

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Bahan dan Mutu Bahan Digunakan	12
Tabel 2.2 Tinggi Minimum Balok Nonprategang.....	20
Tabel 2.3 Rekap Hitungan Tinggi Minimum Balok Utama.....	21
Tabel 2.4 Rekap Tinggi Minimum Balok Anak	22
Tabel 2.5 Ketebalan Minimum Pelat Solid Satu Arah Nonprategang	27
Tabel 2.6 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah Nonprategang dengan Balok Di Antara Tumpuan Pada Semua Sisinya.....	34
Tabel 2.7 Data Tanah No. Of Blows SPT di Brawijaya, Malang	35
Tabel 2.8 Data Tanah Sondir di Brawijaya, Malang.....	36
Tabel 2.9 Klasifikasi Situs	37
Tabel 2.10 Klasifikasi Beban Gording.....	43
Tabel 2.11 Nilai Koefisien Arah Angin	47
Tabel 2.12 Kebutuhan Beban Pelat.....	50
Tabel 2.13 Rekapitulasi Distribusi Beban Merata Dinding	51
Tabel 2.14 Beban Hidup Terdistribusi Merata.....	52
Tabel 2.15 Kebutuhan Beban Tangga.....	52
Tabel 2.16 Rekapitulasi Analisis Massa Beban Seismik Dilatasi Timur & Barat	63
Tabel 2.17 Analisis Gaya Gempa Statik (F_x).....	65
Tabel 2.18 Gaya Dalam Balok.....	66
Tabel 2.19 Gaya Dalam Struktur Tangga Akibat Pembebanan	66
Tabel 2.20 Gaya Dalam Struktur Tangga Akibat Kombinasi Pembebanan.....	66
Tabel 2.21 Gaya Dalam Balok.....	66
Tabel 2.22 Gaya Dalam Kolom	67
Tabel 2.23 Ketidakberaturan Torsi Tipe 1a Dan 1b Arah X.....	70
Tabel 2.24 Ketidakberaturan Torsi Tipe 1a Dan 1b Arah X.....	71
Tabel 2.25 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma	72
Tabel 2.26 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak	75
Tabel 2.27 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan.....	75
Tabel 2.28 Ketidakberaturan Berat/Massa.....	76
Tabel 2.29 Ketidakberaturan Geometri Vertikal Arah X.....	77
Tabel 2.30 Ketidakberaturan Geometri Vertikal Arah Y.....	77
Tabel 2.31 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Dan Lemah Berlebih Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat Arah Sumbu X.....	79
Tabel 2.32 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Dan Lemah Berlebih Akibat Diskontinuitas Pada Kekuatan Lateral Tingkat Arah Sumbu Y.....	79
Tabel 2.33 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur	79
Tabel 2.34 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur.....	80
Tabel 2.35 Simpangan Antar Tingkat Izin, $\Delta_a^{a,b}$	82
Tabel 2.36 Perbandingan Berat Total Struktur Secara Manual dan Software ETABS 18	82
Tabel 2.37 Batas Simpangan Antarlantai Arah X.....	83
Tabel 2.38 Batas Simpangan Antarlantai Arah Y.....	83
Tabel 2.39 Pengaruh P-Delta	84
Tabel 2.40 Perbandingan Analisis Kekuatan Profil Gording.....	85
Tabel 2.41 Spesifikasi Profil Gording dan Keterangan Beban	85

Tabel 2.42 Perbandingan Analisis Kapasitas Profil Kuda-Kuda	92
Tabel 2.43 Karakteristik Profil 2L 60 x 60 x 5	93
Tabel 2.44 Kekakuan Penampang Terhadap Tumpuan	95
Tabel 2.45 Perbandingan Kebutuhan Analisis Perancangan Balok	105
Tabel 2.46 Data Balok dan Tulangan Asumsi	105
Tabel 2.47 Momen Balok Induk	106
Tabel 2.48 Hasil Analisis Tulangan Lapangan Atas dan Bawah	108
Tabel 2.49 Gaya Geser Balok Induk	109
Tabel 2.50 Perbandingan Analisis Konfigurasi Tulangan Kolom	117
Tabel 2.51 Tulangan Transversal Untuk Kolom-Kolom SRPMK	121
Tabel 2.52 Kekuatan Geser Nominal Joint, V_n	127
Tabel 2.53 A_s min Untuk Pelat Nonprategang	130
Tabel 2.54 Perbandingan Analisis Pelat Lantai	130
Tabel 2.55 Momen Pendekatan Analisis Balok Menerus dan Pelat Satu Arah Nonprategang	131
Tabel 2.56 Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan Pelat A Satu Arah	133
Tabel 2.57 Koefisien Distribusi Untuk Bentang Ujung	133
Tabel 2.58 Momen Negatif Interior M_u Lajur Kolom	134
Tabel 2.59 Momen Negatif Eksterior M_u Lajur Kolom	134
Tabel 2.60 Momen Positif M_u Lajur Kolom	135
Tabel 2.61 Momen Lajur Kolom M_u Pada Balok	135
Tabel 2.62 Rekapitulasi Momen Lajur Pada Pelat 2 Arah	136
Tabel 2.63 Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan Pelat B Dua Arah	137
Tabel 2.64 Kombinasi Beban Tangga	138
Tabel 2.65 Rekapitulasi Konfigurasi Tulangan Tangga	141
Tabel 3.1 Beban Aksial Kolom	146
Tabel 3.2 Parameter Data Tanah	146
Tabel 3.3 Interpolasi Faktor Daya Dukung	146
Tabel 3.4 Preliminary Dimensi Penampang Fondasi Tapak	147
Tabel 3.5 Koefisien Gesek Ujung dan Selimut Tiang	149
Tabel 3.6 Perbandingan Analisis Daya Dukung Bored Pile	149
Tabel 3.7 Analisis Perhitungan Faktor Daya Dukung Tiang	150
Tabel 3.8 Jumlah Tiang Bored Pile Tiap Kolom	151
Tabel 3.9 Rasio Tulangan Minimum Terhadap A_s Bruto	156
Tabel 3.10 Parameter Data Fondasi Tapak	159
Tabel 3.11 Trial Jarak Antar Tiap Pile Cap	162
Tabel 3.12 Parameter Data Pile Cap	163
Tabel 3.13 Desain Pile Cap	166
Tabel 3.14 Rekapitulasi Data Beban dan Tanah	166
Tabel 3.15 Rekapitulasi Efisiensi Kelompok Tiang (UBC)	167
Tabel 3.16 Rekapitulasi Efisiensi Kelompok Tiang (LAG)	167
Tabel 3.17 Gaya Vertikal dan Momen Pada Dinding Penahan Tanah	172
Tabel 3.18 Data Preliminary Desain Dinding Penahan Tanah	175
Tabel 3.19 Data Perhitungan Penulangan Dinding Penahan Tanah	176
Tabel 3.20 Hasil Perhitungan Momen Ultimate Bidang Vertikal DPT	177
Tabel 3.21 A_s min	178

Tabel 3.22 Data Penulangan Dinding Penahan Tanah Bagian Telapak.....	179
Tabel 3.23 Rekap Tulangan Utama Dinding Penahan Tanah Bidang Vertikal	180
Tabel 3.24 Rekap Tulangan Susut Dinding Penahan Tanah Bidang Vertikal	180
Tabel 3.25 Rekap Tulangan Utama Fondasi DPT Bidang Toe.....	181
Tabel 3.26 Rekap Tulangan Utama Fondasi DPT Bidang Heel	181
Tabel 3.27 Rekap Tulangan Susut Fondasi DPT	181
Tabel 3.28 Rekap Penulangan DPT	181
Tabel 3.29 Parameter Penurunan Kelompok Tiang	183
Tabel 3.30 Data Gamma Tanah Tekanan Efektif.....	184
Tabel 4.1 Work Breakdown Struktur	186
Tabel 4.2 Satuan Harga Upah / Tenaga Kerja.....	189
Tabel 4.3 Satuan Harga Bahan Material dan Peralatan.....	190
Tabel 4.4 Analisis Satuan Harga Pekerjaan	190
Tabel 4.5 Perbandingan Durasi Pekerjaan	192
Tabel 4.6 Predecessors Kegiatan Sub-Pekerjaan	194
Tabel 4.7 Kebutuhan Tenaga Kerja (<i>Levelling</i>).....	197



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Layout Struktur Basement</i>	13
Gambar 2.2 <i>Layout Tangga, Dinding, Pelat Lantai 1</i>	13
Gambar 2.3 <i>Layout Struktur Lantai 1</i>	14
Gambar 2.4 <i>Layout Struktur Lantai 2</i>	14
Gambar 2.5 <i>Layout Struktur Atap</i>	15
Gambar 2.6 <i>Layout Tampak Timur & Barat</i>	16
Gambar 2.7 <i>Layout Tampak Utara</i>	16
Gambar 2.8 <i>Layout Tampak Selatan</i>	17
Gambar 2.9 <i>Kuda-Kuda Atap Timur & Barat</i>	18
Gambar 2.10 <i>Kuda-Kuda Atap Utara</i>	18
Gambar 2.11 <i>Perletakan Balok Coworking Space</i>	20
Gambar 2.12 <i>Klasifikasi Penamaan Pelat Lantai</i>	26
Gambar 2.13 <i>Pelat A Satu Arah</i>	27
Gambar 2.14 <i>Pelat B Dua Arah</i>	29
Gambar 2.15 <i>Ilustrasi Tumpuan Pelat Dimensi Efektif Balok</i>	30
Gambar 2.16 <i>Ilustrasi Luasan Penampang Balok</i>	30
Gambar 2.17 <i>Ilustrasi Titik Berat</i>	31
Gambar 2.18 <i>Ilustrasi Jarak Titik Berat Bidang Terhadap Penampang</i>	31
Gambar 2.19 <i>Penampang Perhitungan I_x dan I_b Balok Tepi</i>	33
Gambar 2.20 <i>Penampang Perhitungan I_x dan I_b Balok Interior</i>	33
Gambar 2.21 <i>Bagian Struktur Dilatasi (A-B-C)</i>	40
Gambar 2.22 <i>Perletakan Beban Atap Pada Rangka Kuda-Kuda</i>	44
Gambar 2.23 <i>Perletakan Beban P1, P2, P3</i>	45
Gambar 2.24 <i>Perletakan Beban Angin Pada Kuda-Kuda Atap</i>	48
Gambar 2.25 <i>Letak Dinding Pada Pelat Lt. 1 dan 2</i>	51
Gambar 2.26 <i>Profil Atap Timur dan Barat</i>	54
Gambar 2.27 <i>Gaya Dalam Aksial Profil Baja</i>	55
Gambar 2.28 <i>Profil dan Tumpuan Tangga</i>	55
Gambar 2.29 <i>Gaya Dalam Momen 3 Tangga</i>	56
Gambar 2.30 <i>Pemodelan Coworking Space View 3D & Plan X-Y</i>	57
Gambar 2.31 <i>Pemodelan Dilatasi Timur & Barat</i>	57
Gambar 2.32 <i>Kombinasi Beban Struktur</i>	58
Gambar 2.33 <i>Data Material Beton f'_c 28 dan 25 MPa</i>	58
Gambar 2.34 <i>Data Material Tulangan f_y 420 dan 280 MPa</i>	59
Gambar 2.35 <i>Data Mass Source</i>	59
Gambar 2.36 <i>Kombinasi Beban Terfaktor</i>	60
Gambar 2.37 <i>Load Pattern Beban Gempa Statik</i>	61
Gambar 2.38 <i>Seismic Loading ASCE 7-16</i>	61
Gambar 2.39 <i>Gaya Gempa Statik</i>	65
Gambar 2.40 <i>Diagram Interaksi SpColumn UniAxial X</i>	68
Gambar 2.41 <i>Diagram Interaksi SpColumn UniAxial Y</i>	68
Gambar 2.42 <i>Ketidakteraturan 1a dan 1b</i>	70
Gambar 2.43 <i>Ketidakteraturan 2</i>	71

Gambar 2.44 Ketidakberaturan 3	72
Gambar 2.45 Ketidakberaturan 4	73
Gambar 2.46 Ketidakberaturan 5	73
Gambar 2.47 Ketidakberaturan 1	75
Gambar 2.48 Ketidakberaturan 2	76
Gambar 2.49 Ketidakberaturan 3	76
Gambar 2.50 Ketidakberaturan 4	77
Gambar 2.51 Ketidakberaturan 5	78
Gambar 2.52 Penentuan Simpangan Antar Tingkat.....	82
Gambar 2.53 Grafik Simpangan Antar Tingkat.....	83
Gambar 2.54 Grafik Pengaruh P-Delta	84
Gambar 2.55 Kuda-Kuda Atap Timur	86
Gambar 2.56 Momen Gording	87
Gambar 2.57 Kebutuhan Baut Pada Penampang Tekan Profil	97
Gambar 2.58 Kondisi Tulangan Area Balok.....	103
Gambar 2.59 Distribusi Regangan.....	104
Gambar 2.60 Sway Balok Akibat Gempa Kiri	110
Gambar 2.61 Geometris Sambungan HBK Interior	123
Gambar 2.62 Geometris Sambungan HBK Eksterior	123
Gambar 2.63 Luas Penampang Efektif Pada HBK	125
Gambar 2.64 Perletakan Tumpuan Momen Pelat Satu Arah	132
Gambar 2.65 Sketsa Koefisien Distribusi Bentang Ujung.....	134
Gambar 2.66 Momen Statis Arah Memanjang dan Memendek.....	136
Gambar 2.67 Denah Ruang Tangga.....	137
Gambar 3.1 Teori Terzaghi Fondasi Dangkal.....	144
Gambar 3.2 Skema Pengujian Uji SPT.....	148
Gambar 3.3 Ilustrasi Area Luas Penampang Ujung dan Selimut Tiang	151
Gambar 3.4 Area Kritis dan Bidang Geser Satu Arah	152
Gambar 3.5 Area Kritis dan Bidang Geser Dua Arah.....	153
Gambar 3.6 Momen Beban Terpusat	155
Gambar 3.7 Momen Beban Ujung.....	155
Gambar 3.8 Momen Beban Sudut.....	155
Gambar 3.9 Momen Pilecap	155
Gambar 3.10 Daerah Panjang Penyaluran Tersedia.....	157
Gambar 3.11 Dimensi Tipikal Dinding Penahan Tanah	168
Gambar 3.12 Diagram Tekanan Tanah Aktif.....	169
Gambar 3.13 Diagram Tekanan Tanah Pasif.....	170
Gambar 3.14 Daerah Distribusi Penyebaran Penurunan Kelompok Tiang.....	182
Gambar 3.15 Daerah Pengaruh Penurunan 4 Tiang.....	184
Gambar 4.1 Format Perhitungan Volume Beton Kolom	188
Gambar 4.2 Skema Harga Satuan Pekerjaan	188
Gambar 4.3 Aktivitas Hubungan Start to Start (SS)	193
Gambar 4.4 Aktivitas Hubungan Finish to Start (FS).....	194
Gambar 4.5 Aktivitas Hubungan Finish to Finish (FF)	194
Gambar 4.6 Aktivitas Hubungan Start to Finish (SF).....	194
Gambar 4.7 Lintasan Kritis / Free Slack dan Total Slack.....	196

Gambar 4.8 Sumber Daya Sebelum Levelling (Resources Graph).....	198
Gambar 4.9 Sumber Daya Setelah Levelling (Resources Graph).....	198
Gambar 4.10 Balance Cost Microsoft Porject	199
Gambar 4.11 Korelasi <i>Predecessor</i> terhadap Durasi Waktu	200



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Uji Tanah SPT Brawijaya, Malang	207
Lampiran 2 Tabel Analisis Perhitungan SPT (N atau Nch)	208
Lampiran 3 Data Uji Tanah CPT / Sondir Brawijaya, Malang	209
Lampiran 4 Tabel Analisis CPT / Sondir (S_u)	211
Lampiran 5 Analisis Perhitungan Gording dan Beban Rangka Kuda-Kuda	213
Lampiran 6 Gaya Dalam Profil Kuda-Kuda Atap	218
Lampiran 7 Analisis Perhitungan Elemen Kuda-Kuda Eksterior	220
Lampiran 8 Rekapitulasi Kontrol Elemen Kuda-Kuda Interior	225
Lampiran 9 Analisis Perhitungan Balok	226
Lampiran 10 Rekapitulasi Penulangan Balok Dilatasi Timur & Barat	233
Lampiran 11 Rekapitulasi Penulangan Balok Dilatasi Tengah	243
Lampiran 12 Analisis Perhitungan Kolom	255
Lampiran 13 Rekapitulasi Penulangan Kolom	260
Lampiran 14 Analisis Perhitungan Hubungan Balok-Kolom	275
Lampiran 15 Rekapitulasi Hubungan Balok Kolom Dilatasi Timur	277
Lampiran 16 Analisis Perhitungan Pelat	278
Lampiran 17 Analisis Daya Dukung	281
Lampiran 18 Analisis Fondasi Tapak, Pile Cap, dan Bored Pile	283
Lampiran 19 Rekapitulasi Fondasi Tapak dan Pile Cap	287
Lampiran 20 Analisis Efisiensi Bored Pile	289
Lampiran 21 Analisis Dinding Penahan Tanah	291
Lampiran 22 Analisis Penurunan Kelompok Tiang	298
Lampiran 23 Rekapitulasi Penurunan Kelompok Tiang	299
Lampiran 24 Bill of Quantity (BOQ) dan Harga Satuan	300
Lampiran 25 Analisis Harga Satuan Pekerjaan	312
Lampiran 26 Rencana Anggaran Biaya	348
Lampiran 27 Sumber Daya	363
Lampiran 28 Ketergantungan Pekerjaan (Predecessors)	405
Lampiran 29 Satuan Bahan Material	411
Lampiran 30 Perbandingan Durasi Pekerjaan	414
Lampiran 31 Network Diagram Penjadwalan Gedung Coworking Space	420
Lampiran 32 Grafik Kurva-S Penjadwalan Gedung Coworking Space per 246 Hari Kalender / 43 Minggu	422

