

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1305/W.M /FT.S/SKR/2020

**APLIKASI METODE ANALISIS RIWAYAT WAKTU (*TIME HISTORY*)
DI DALAM DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG SISTEM
RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**



**DISUSUN OLEH :
GREGORIUS WILSON BABU**

**NOMOR REGISTRASI
211 15 004**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA
KUPANG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1305/W.M/FT.S/SKR/2020

APLIKASI METODE ANALISIS RIWAYAT WAKTU (TIME HISTORY)

DI DALAM DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG SISTEM

RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

DISUSUN OLEH:

GREGORIUS WILSON BABU

NOMOR REGISTRASI:

211 15 004

DIPERIKSA OLEH:

PEMBIMBING 1

PEMBIMBING 2

Ir. RANI HENDRIKUS, MS

NIDN: 080 805 580 1

CHRISTIANI C. MANUBULU, ST., M.Eng

NIDN: 081 906 910 2

DISETUIJUI OLEH:

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL- FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA

Dr. DON G. N. DA COSTA, ST., MT

NIDN : 082 003 680 1

DISAHKAN OLEH:

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA

PATRISIUS BATARIUS, ST., MT

NIDN : 081 503 780 1

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1305/W.M /FT.S/SKR/2020

**APLIKASI METODE ANALISIS RIWAYAT WAKTU (TIME HISTORY)
DI DALAM DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG SISTEM
RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**

**DISUSUN OLEH:
GREGORIUS WILSON BABU**

NOMOR REGISTRASI:

211 15 004

DIPERIKSA OLEH:

PENGUJI I



FREDERIKUS D.P. NDOUK, ST., MT

NIDN : 082 607 900 2

PENGUJI II



PRISEILA PENTEWATI, ST., M.SI

NIDN : 082 605 760 1

PENGUJI III



Ir. RANI HENDRIKUS, M.S

NIDN: 080 805 580 1

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut :

Nama : Gregorius Wilson Babu
Nomor Registrasi : 211 15 004
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "APLIKASI METODE ANALISIS RIWAYAT WAKTU (*TIME HISTORY*) DI DALAM DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)"

Adalah benar-benar karya saya sendiri dibawah bimbingan pembimbing, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya dan jika ada tuntutan formal dan non formal dari pihak lain yang berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari universitas katolik widya mandira.

Dinyatakan : di kupang

Tanggal : 17 Desember 2020



Gregorius Wilson Babu

MOTTO

“HIDUP BISA
MEMBERI SEGALA
KEPADA SEMUA
YANG MAU
MENCARI TAHU
DAN PANDAI
MENERIMA.”



PERSEMBAHAN

PUJI SYUKUR ATAS KEHADIRAT TUHAN YANG MAHA ESA KARENA BERKAT DAN PERTOLONGANNYA KARYA TULIS INI DAPAT TERSELESAIKAN DAN PENUH SYUKUR JUGA SAYA PERSEMBAHAKAN KARYA TULIS INI KEPADA KEDUA ORANG TUA SAYA KARENA TELAH MEMBIMBING DAN MEMBINA SAYA DARI KECIL HINGGA SEKARANG DAN SAUDARA/I SAYA DAN UNTUK SEMUA DOSEN, SENIOR DAN TEMAN-TEMAN KELUARGA BESAR TEKNIK SIPIL UNWIRA KUPANG.

APLIKASI METODE ANALISIS RIWAYAT WAKTU (*TIME HISTORY*) DI DALAM DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Gregorius Wilson Babu¹, Ir. Rani Hendrikus, M.S. ², Christiani C. Manubulu, ST., M.Eng ³

1. Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil UNWIRA Kupang
2. Dosen Program Studi Teknik Sipil UNWIRA Kupang
3. Dosen Program Studi Teknik Sipil UNWIRA Kupang

Email : kaciliwilson@gmail.com

ABSTRAK

Analisis gaya dalam akibat gempa pada bangunan gedung dapat dilakukan dengan empat metode yakni metode statik ekuivalen, metode modal respon spektrum, metode modal riwayat waktu (*time history*) linier dan metode riwayat waktu (*time history*) nonlinier. Proses pemilihan rekaman gempa di wilayah Kota Kupang telah dilakukan sesuai dengan ketentuan SNI 1726:2012 dan tata cara pemilihannya mengikuti prosedur yang diatur dalam *Pacific Earthquake Engineering Research Center*. Sedangkan proses matchingnya secara otomatis dilakukan oleh software ETABS 2015. Bangunan ini memiliki kekakuan memadai yang bisa dilihat dari kinerja bangunan pada saat menerima beban gempa dimana periode getar nilainya = 0.791 detik berada di antara nilai min = 0.57 dan nilai max = 1.125 detik. Hal ini juga terlihat pada simpangan antar lantainya karena bangunan secara keseluruhan simpangan antar lantainya memenuhi syarat. Untuk kebutuhan tulangan pada bangunan menggunakan analisis riwayat waktu (*time history*) telah memenuhi ketentuan berdasarkan RSNi 2847:201x. Hasil penelitian pada menunjukkan bahwa perpindahan maksimum yang terjadi pada semua tingkat dengan menggunakan analisis riwayat waktu (*Time History*) dalam arah B-T maupun dalam arah U-S, lebih kecil dari ketentuan yang disyaratkan bahwa struktur dikategorikan tanpa ketidakberaturan horisontal tipe 1a dan tipe 1b (Ketidakberaturan Torsi dan Ketidakberaturan Torsi Berlebihan) yaitu 26.30mm, 33.40mm, 23.70mm, 24.30mm, 12.70mm, 16.90mm. Hasil Pendetailan struktur mengikuti dan memenuhi ketentuan RSNi 2847:201x pasal 25.

Kata Kunci : Riwayat Waktu (*Time History*), ETABS 2015, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah Tritunggal Maha Kudus karena hanya oleh berkat dan rahmat-NYA, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Menyadari bahwa tanpa bimbingan, pengarahan, bantuan dan koreksi yang telah diberikan dari berbagai pihak, maka Tugas Akhir ini tidak dapat diselesaikan. Oleh karena itu, patut diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini yaitu kepada:

1. Bapak Patrisius Batarius, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
2. Bapak Dr. Don Gaspar N. Da Costa, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
3. Bapak Ir. Rani Hendrikus, M.S. Selaku Dosen Pembimbing 1.
4. Ibu Christiani C. Manubulu, ST., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing 2.
5. Seluruh Dosen dan juga Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
6. Kedua Orang Tua tercinta dan keluarga yang telah memberikan semangat serta dorongan moril maupun materi selama penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa-i Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira, khususnya angkatan 2015.
8. Semua pihak yang secara tidak langsung telah membantu penulis dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak luput dari kesalahan dan masih berada sangat jauh dari kesempurnaan, kritik dan saran masih sangat diharapkan.

Kupang, Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBARAN JUDUL

LEMBARAN PENGESAHAN

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI ii

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR TABEL xiii

BAB I PENDAHULUAN I-1

1.1 Latar Belakang I-1

1.2 Rumusan Masalah I-2

1.3 Tujuan Penelitian I-3

1.4 Manfaat Penelitian I-3

1.5 Batasan Masalah I-3

1.6 Keterkaitan Dengan Penenliti Terdahulu I-4

BAB II LANDASAN TEORI II-1

2.1 Pengerian Analisis Dinamik Riwayat Waktu (*Time History*) II-1

2.2 Konsep Umum Bangunan Tahan Gempa II-1

2.3 Pengaturan Konfigurasi Bangunan II-3

2.3.1 Konfigurasi Horisontal II-3

2.3.1.1 Ketidakberaturan Tipe-1 (Ketidakberaturan Torsi) II-3

2.3.1.2 Ketidakberaturan Tipe-2 (Sudut Dalam) II-4

2.3.1.3 Ketidakberaturan Tipe-3 (Bukaan Diafragma) II-5

2.3.1.4 Ketidakberaturan Tipe-4 (Distribusi Elemen Vertikal) II-5

2.3.1.5 Ketidakberaturan Tipe-5 (Non Paraler Sistem Struktur) II-6

2.3.2 Konfigurasi Vertikal II-7

2.3.2.1 Ketidakberaturan Tipe-1 (Kekakuan Tingkat Lunak) II-7

2.3.2.2 Ketidakberaturan Tipe-2 (Massa Bangunan) II-7

2.3.2.3 Ketidakberaturan Tipe-3 (Geometrik Vertikal Bangunan) II-8

2.3.2.4 Ketidakberaturan Tipe-4 (Diskontinuitas Sistem Struktur Dalam Arah Vertikal) II-9

2.3.2.5	Ketidakteraturan Tipe-5 (Diskontinuitas Kuat Lateral Elemen Struktur Vertikal)	II-9
2.4	Pengaturan Level Beban Gempa	II-10
2.4.1	Spektrum Respon Desain	II-10
2.4.1.1	Wilayah Gempa	II-10
2.4.1.2	Kelas Situs	II-11
2.4.1.3	Koefisien-Koefisien Situs dan Parameter-parameter Respon Spektral Percepatan Gempa Maksimum Yang Dipertimbangkan Resiko-Tertarget (MCE_R).....	II-12
2.4.1.4	Parameter-Parameter Spektra Desain.....	II-14
2.4.1.5	Prosedur Pembuatan Respon Spektra Desain	II-14
2.4.2	Koefisien Gempa (C_s)	II-15
2.4.3	Faktor Modifikasi Respon (R)	II-15
2.4.4	Kategori Desain Seismik	II-17
2.4.5	Fungsi Bangunan dan Fador Keutamaan	II-20
2.4.6	Gaya Geser Torsi	II-21
2.4.7	Pengaruh P- Delta	II-22
2.4.8	Faktor Redudansi	II-23
2.5	Metode Analisis	II-24
2.5.1	Metode Statik Ekivalen	II-24
2.5.1.1	Konsep Dasar Metode Statik Ekivalen.....	II-24
2.5.1.2	Geser Dasar Seismik	II-25
2.5.1.3	Berat Seismik Efektif.....	II-25
2.5.1.4	Koefisien Respon Seismik	II-26
2.5.1.5	Periode Fundamental Struktur	II-27
2.5.1.6	Distribusi Vertikal Gaya Gempa.....	II-28
2.5.1.7	Distribusi Horisontal Gaya Gempa.....	II-28
2.5.2	Metode Respons Spektrum (Metode Dinamis)	II-29
2.5.2.1	Analisa Ragam Spektrum Respon.....	II-29
2.5.2.2	Parameter Respon Terkombinasi	II-29
2.5.2.3	Skala Nilai Desain Untuk Respon Terkombinasi	II-30
2.5.2.4	Simpangan Antar Lantai	II-30
2.5.3	Metode Respons Riwayat Waktu(Metode Dinamis)	II-33
2.5.3.1	Metode Integrasi Duhamel dan Integrasi Langkah Demi Langkah	II-35

2.5.3.1.1	Metode Integrasi Duhamel.....	II-35
2.5.3.1.2	Integrasi Langkah Demi Langkah	II-40
2.5.4	Evaluasi Hasil Analisis	II-45
2.5.4.1	Evaluasi Periode Fundamental Struktur	II-45
2.5.4.2	Evaluasi Terhadap Partisipasi Massa	II-45
2.5.4.3	Evaluasi Gaya Geser Dasar	II-46
2.5.5	Proses Penentuan Metode Analisis	II-46
2.5.6	Pembebanan Pada Struktur	II-46
2.5.6.1	Beban Vertikal (Beban Gravitasi)	II-46
2.5.6.2	Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	II-47
2.5.6.3	Beban Hidup (<i>Live Load</i>)	II-47
2.5.6.4	Beban Horisontal (<i>Gempa</i>)	II-47
2.5.7	Kombinasi Pembebanan	II-47
2.6	Pendetailan Elemen Struktur.....	II-49
2.6.1	Estimasi Dimensi Balok	II-49
2.6.2	Estimasi Dimensi Kolom.....	II-50
2.6.3	Desain Kapasitas	II-50
2.6.3.1	Faktor Peningkat Kuat Lentur Balok	II-54
2.6.3.2	Faktor Pengaruh Beban Dinamis pada Kolom.....	II-54
2.6.4	Perencanaan Balok	II-54
2.6.4.1	Perencanaan Lentur	II-54
2.6.4.2	Analisa Penampang.....	II-55
2.6.4.3	Perencanaan Geser.....	II-57
2.6.5	Perencanaan Kolom	II-59
2.6.5.1	Evaluasi Pergoyangan Struktur	II-59
2.6.5.2	Evaluasi Kelangsingan Kolom	II-59
2.6.5.3	Perencanaan Lentur	II-60
2.6.5.4	Perencanaan Geser.....	II-60
2.6.6	Hubungan Balok-Kolom (Ioin)	II-62
2.6.7	Konsep Pendetailan Elemen Struktur SRMPK	II-64
2.6.7.1	Detailing Komponen Struktur Lentur SRMPK	II-64
2.6.7.2	Detailing Komponen Struktur SRMPK yang Menerima Kombinasi Lentur dan Beban Aksial	II-69
2.6.7.3	Detailing Hubungan Balok Kolom	II-72

BAB III METODE PENELITIAN	III-1
3.1 Umum	III-1
3.2 Proses Penelitian	III-1
3.2.1 Diagram Alir Penelitian.....	III-1
3.2.2 Penjelasan Diagram Alir.....	III-4
3.2.2.1 Pemodelan dan Pendefinisian Data Umum Bangunan.....	III-4
3.2.2.1.1 Pemodelan Struktur.....	III-4
3.2.2.1.2 Data Bangunan	III-7
3.2.2.2 Desain Preliminari.....	III-7
3.2.2.2.1 Evaluasi Ketidakteraturan Kualitatif.....	III-8
3.2.2.2.2 Penentuan Kategori Desain Seismik Dan Penentuan Sistem Struktur	III-8
3.2.2.2.3 Penentuan Faktor Redudansi.....	III-9
3.2.2.2.4 Estimasi Dimensi Awal dan Penggambaran Elemen Struktur Pada ETABS 2015	III-10
3.2.2.2.5 Pembebanan	III-10
3.2.2.2.6 Analisa Struktur Dengan Program ETABS 2015.....	III-10
3.2.2.2.7 Evaluasi Waktu Getar Struktur.....	III-16
3.2.2.2.8 Evaluasi Modal Participating Mass (MPM)	III-17
3.2.2.2.9 Evaluasi Gaya Gesar Dasar Metode Riwayat Waktu (<i>Time History</i>)	III-17
3.2.2.2.10 Evaluasi Kinerja Struktur.....	III-17
3.2.2.2.11 Evaluasi Ketidakteraturan Kuantitatif	III-18
3.2.2.3 Desain Final.....	III-18
3.2.2.3.1 Peninjauan Gaya Hasil Mekanika	III-18
3.2.2.3.2 Desain Balok	III-19
3.2.2.3.3 Desain Kolom	III-24
3.2.2.3.3 Pendetailan Tulangan	III-29
 BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	 IV-1
4.1 Pemodelan dan Pendefinisian Data Umum Bangunan.....	IV-1
4.2 Desain Preliminari.....	IV-3
4.2.1 Evaluasi Ketidakteraturan Kualitatif	IV-4
4.2.1.1 Evaluasi Ketidakteraturan Horisontal.....	IV-4

4.2.1.2	Evaluasi Ketidakberaturan Vertikal.....	IV-8
4.2.1.3	Resume Evaluasi Ketidakberaturan Kualitatif.....	IV-12
4.2.2	Penentuan Kategori Desain Seismik dan Evaluasi Penentuan Sistem Struktur	IV-12
4.2.2.1	Penentuan Kategori Resiko Bangunan dan Faktor Keutamaan Gempa.....	IV-14
4.2.2.2	Penentuan Koefisien Situs.....	IV-14
4.2.2.3	Perhitungan Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa Maksimum Yang Sudah Disesuaikan Terhadap Pengaruh Kelas Situs	IV-15
4.2.2.4	Perhitungan Parameter Spektral Desain	IV-15
4.2.2.5	Penentuan Kategori Resiko Bangunan dan Faktor Keutamaan Gempa.....	IV-15
4.2.2.5	Resume Penentuan Kategori Desain Seismik dan Penentuan Sistem Struktur	IV-16
4.2.3	Penentuan Faktor Redudansi	IV -16
4.2.4	Estimasi Dimensi Awal dan Penggambaran Elemen Struktur Pada ETABS 2015	IV -17
4.2.5	Pembebanan	IV -18
4.2.5.1	Pembebanan Vertikal.....	IV -18
4.2.5.2	Pembebanan Horisontal.....	IV -19
4.2.5.2.1	Analisis Statik Ekuivalen	IV -19
4.2.5.2.2	Analisis Respon Spektrum	IV -22
4.2.5.2.3	Analisis Riwayat Waktu (<i>Time History</i>)	IV -25
4.2.5.3	Kombinasi Pembebanan.....	IV -37
4.2.5.3	Resume Pembebanan	IV -39
4.2.6	Evaluasi Modal Participating Mass	IV -44
4.2.7	Evaluasi Gaya Geser Dasar Dari Hasil Analisis Riwayat Waktu (<i>Time History</i>)	IV -45
4.2.7.1	Resume Evaluasi Gaya Geser Dasar	IV -50
4.2.8	Evaluasi Kinerja Struktur.....	IV -51
4.2.8.1	Evaluasi Story Drift	IV-51
4.2.8.2	Evaluasi Koefisien Stabilitas Struktur	IV -54
4.2.8.3	Resume Evaluasi Kinerja Struktur	IV -56
4.2.9	Evaluasi Ketidakberaturan Kuantitatif.....	IV -56

4.2.9.1	Evaluasi Ketidakberaturan Kuantitatif Horisontal	IV -56
4.2.9.2	Evaluasi Ketidakberaturan Kuantitatif Vertikal	IV -58
4.2.9.2	Resume Evaluasi Ketidakberaturan Kuantitatif	IV -58
4.3	Desain Final	IV-58
4.3.1	Peninjauan Gaya Hasil Mekanika	IV -58
4.3.2	Desain Balok	IV -59
4.3.2.1	Tulangan Memanjang	IV -59
4.3.2.2	Tulangan Geser	IV -67
4.3.2.3	Resume Hasil Desai Tulangan Balok	IV -70
4.3.3	Desain Kolom	IV -70
4.3.3.1	Tulangan Memanjang	IV -70
4.3.3.2	Menentukan Faktor Reduksi	IV -76
4.3.3.3	Tulangan Geser	IV -77
4.3.3.4	Resume Hasil Desai Tulangan Balok	IV -80
4.3.4	Evaluasi Ketidakberaturan Kuantitatif	IV -81
4.3.4.1	Evaluasi Ketidakberaturan Vertikal	IV -81
4.3.5	Pendetailan Tulangan	IV -82
4.3.6	Rekap Hasi Desain.....	IV – 87
BAB V PENUTUP		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ketidakteraturan Torsi	II-4
Gambar 2.2	Ketidakteraturan Sudut Dalam	II-4
Gambar 2.3	Pembatasan Bukaannya Diafragma	II-5
Gambar 2.4	Ketidakteraturan Pergeseran Melintang	II-6
Gambar 2.5	Sistem Struktur Tidak Paralel	II-6
Gambar 2.6	Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak	II-7
Gambar 2.7	Ketidakteraturan Massa Bangunan	II-8
Gambar 2.8	Ketidakteraturan Geometrik Vertikal	II-8
Gambar 2.9	Diskontinuitas Sistem Struktur dalam arah vertikal	II-9
Gambar 2.10	Ketidakteraturan Kuat Lateral Tingkat	II-10
Gambar 2.11	Gempa Maksimum Yang di Pertimbangkan Resiko Tertarget MCE _R (S _s).....	II-11
Gambar 2.12	Gempa Maksimum Yang di Pertimbangkan Resiko Tertarget MCE _R (S ₁).....	II-11
Gambar 2.13	Spektrum respon desain	II-15
Gambar 2.14	Hubungan R, R _d , Ω ₀ , dan C _d	II-17
Gambar 2.15	Gaya Torsi yang terjadi pada lantai bangunan	II-21
Gambar 2.16	Koefisien amplifikasi torsi	II-22
Gambar 2.17	Efek P-Delta	II-22
Gambar 2.18	model gaya dinamis lateral	II-25
Gambar 2.19	Penentuan Simpangan Antar Lantai	II-31
Gambar 2.20.a	Satu unit beban impuls	II-36
Gambar 2.20.b	Respon Sistem terhadap beban impuls.....	II-36
Gambar 2.21	Skematik Prinsip Superposisi Integral Duhamels.....	II-37
Gambar 2.22	Formulasi Numerik Integral Duhamel's	II-39
Gambar 2.23	formulasi parameter gerakatan struktur (percepatan rata-rata)	II-41
Gambar 2.24	formulasi parameter gerakatan struktur (percepatan linier)	II-44
Gambar 2.25	Filosofi <i>Capacity Design</i>	II-52
Gambar 2.26	Mekanisme Runtuh pada portal terbuka	II-53
Gambar 2.27	Persyaratan Tulangan Lentur	II-55
Gambar 2.28	Diagram tegangan dan regangan pada balok.....	II-56
Gambar 2.29	Gaya Geser Rencana Balok	II-58
Gambar 2.30	Gaya Geser Rencana Kolom	II-61

Gambar 2.31	ketentuan tulangan transversal untuk kolom SRMPK	II-62
Gambar 2.32	Geser pada Hubungan Balok-Kolom	II-63
Gambar 2.33	Ketentuan Dimensi Penampang Balok	II-65
Gambar 2.34	Persyaratan Tulangan Lentur	II-63
Gambar 2.35	Persyaratan Sambungan Lewatan	II-66
Gambar 2.36	Persyaratan Tulangan Transversal	II-68
Gambar 2.37	Sengkang Tertutup (Hoops) Tunggal dan Rangkap	II-68
Gambar 2.38	Persyaratan Geometri Kolom	II-69
Gambar 2.39	Tipe/ kelas : <i>Lap Splice</i>	II-70
Gambar 2.39	Penentuan Faktor Pengali	II-70
Gambar 2.41	Persyaratan Kekangan Untuk Sengkang Tertutup Persegi	II-71
Gambar 2.41	Persyaratan Tulangan pada join	II-72
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	III-2
Gambar 3.2	Denah Lantai 1-5	III-5
Gambar 3.3	Potongan Arah Sumbu X Elevasi 1	III-5
Gambar 3.4	Potongan Arah Sumbu Y Elevasi A	III-6
Gambar 3.5	Layout 3D	III-6
Gambar 3.6	Diagram Alir Penentuan Desain Seismik	III-8
Gambar 3.7	Diagram Alir Analisa Statik Ekuivalen	III-11
Gambar 3.8	Diagram Alir Analisa Respon Spektrum	III-13
Gambar 3.9	Diagram Alir Analisa Riwayat Waktu (<i>Time History</i>)	III-14
Gambar 3.10	Diagram Alir Analisa Perhitungan Tulangan Memanjang Balok	III-19
Gambar 3.11	Diagram Alir Analisa Perhitungan Tulangan Geser Balok	III-21
Gambar 3.12	Diagram Alir Analisa Perhitungan Tulangan Memanjang Kolom	III-24
Gambar 3.13	Diagram Alir Analisa Perhitungan Tulangan Geser Kolom	III-26
Gambar 3.14	Gempa vertikal searah dan berlawanan dengan beban gravitasi	III-30
Gambar 3.15	Ra dan Rb pada software Etabs 2015	III-30
Gambar 3.16	Formula mencari beban q	III-31
Gambar 3.17	MPR 1 dan MPR 2 pada pangkal balok	III-31
Gambar 3.18	Formula Perhitungan rekasi perletakan	III-31
Gambar 3.19	Momen di tangan bentang	III-32
Gambar 3.18	Diagram Alir Hubungan Balok Kolom	III-33
Gambar 4.1	Denah Lantai 1	IV- 2
Gambar 4.2	Denah Lantai 2-5	IV- 2
Gambar 4.3	Potongan As-1	IV- 3

Gambar 4.4	Potongan As-A.....	IV- 3
Gambar 4.5	Evaluasi Kualitatif Ketidakberaturan Torsi	IV- 4
Gambar 4.6	Evaluasi Kualitatif Ketidakberaturan Sudut Dalam.....	IV- 5
Gambar 4.7	Evaluasi Kualitatif Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma.....	IV- 6
Gambar 4.8	Evaluasi Kualitatif Ketidakberaturan Pergeseran Melintang Tiap Bidang	IV- 7
Gambar 4.9	Evaluasi Kualitatif Ketidakberaturan Sistem Non Paralel.....	IV- 8
Gambar 4.10	Evaluasi Kualitatif Ketidakberaturan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat	IV- 9
Gambar 4.11	Evaluasi Kualitatif Ketidakberaturan Geometrik Vertikal	IV- 10
Gambar 4.12	Evaluasi Kualitatif Ketidakberaturan Diskontinuitas Arah Bidang ..	IV- 11
Gambar 4.13	Data <i>SPT</i>	IV- 13
Gambar 4.14	Nilai S_a dan S_1 Berdasarkan Aplikasi Puskim untuk Lokasi Kota Kupang dengan Klasifikasi Tanah Sedang	IV- 14
Gambar 4.15	Penggambaran Elemen Struktur pada ETABS 2015	IV- 18
Gambar 4.16	Perioda Fundamental Struktur Hasil Analisis ETABS 2015	IV- 21
Gambar 4.17	Gaya Geser Dasar Hasil Analisis ETABS 2015	IV- 22
Gambar 4.18	Spektrum Respon Percepatan Desain.....	IV- 24
Gambar 4.19	Data Rekaman Gempa	IV- 26
Gambar 4.20	Situs <i>The PEER Database</i>	IV- 26
Gambar 4.21	Pengisian data akun email	IV- 27
Gambar 4.22	Akun Email Sudah masuk ke Situs <i>PEER Ground Motion Database</i>	IV- 27
Gambar 4.23	<i>NGA West2 Enter</i> atau <i>NGA East Enter</i>	IV- 28
Gambar 4.24	Data rekaman Gempa Yang belum diisi	IV- 28
Gambar 4.25	Data rekaman Gempa Yang sudah diisi	IV- 29
Gambar 4.26	<i>Spectra Axes Loglog</i>	IV- 29
Gambar 4.27	<i>Spectra Axes Linear</i>	IV-30
Gambar 4.28	Mencentang <i>Rescale Using Checked Records</i> dan <i>View</i>	IV- 30
Gambar 4.29	Grafik <i>Time History Selecter Record</i>	IV- 31
Gambar 4.30	Download Rekaman Gempa	IV- 31
Gambar 4.31	Define Time Hhistory	IV- 32
Gambar 4.32	Upload Data Rekaman	IV- 32
Gambar 4.33	<i>Time History Function – From file</i>	IV- 33
Gambar 4.34	<i>Time History Matched to Respon Spectrum Gempa Dinar X</i>	IV- 34

Gambar 4.35	<i>Time History Matched to Respon Spectrum Gempa Dinar Y</i>	IV- 34
Gambar 4.36	<i>Time History Matched to Respon Spectrum Gempa Greece X</i>	IV- 35
Gambar 4.37	<i>Time History Matched to Respon Spectrum Gempa Greece Y</i>	IV- 35
Gambar 4.38	<i>Time History Matched to Respon Spectrum Gempa Italy X</i>	IV- 36
Gambar 4.39	<i>Time History Matched to Respon Spectrum Gempa Italy Y</i>	IV- 36
Gambar 4.39	Input Faktor Skala	IV- 37
Gambar 4.41	Spektrum Respon Percepatan Desain	IV- 40
Gambar 4.42	<i>Time History Matched to Respon Spectrum Gempa Dinar X</i>	IV- 41
Gambar 4.43	<i>Time History Matched to Respon Spectrum Gempa Dinar Y</i>	IV- 41
Gambar 4.44	<i>Time History Matched to Respon Spectrum Gempa Greece X</i>	IV- 42
Gambar 4.45	<i>Time History Matched to Respon Spectrum Gempa Greece Y</i>	IV- 42
Gambar 4.46	<i>Time History Matched to Respon Spectrum Gempa Italy X</i>	IV- 43
Gambar 4.47	<i>Time History Matched to Respon Spectrum Gempa Italy Y</i>	IV- 43
Gambar 4.48	Gaya Geser Hasil Analisis Riwayat Waktu Gempa Italy	IV- 46
Gambar 4.49	Gaya Geser Hasil Analisis Riwayat Waktu Gempa Dinar	IV- 47
Gambar 4.50	Gaya Geser Hasil Analisis Riwayat Waktu Gempa Greece	IV- 48
Gambar 4.51	Perbandingan Gaya Geser Tingkat Arah X.....	IV- 50
Gambar 4.52	Perbandingan Gaya Geser Tingkat Arah Y.....	IV- 50
Gambar 4.53	Rotasi yang Terjadi Pada Mode 1	IV- 52
Gambar 4.54	Rotasi yang Terjadi Pada Mode 2	IV- 52
Gambar 4.55	Rotasi yang Terjadi Pada Mode 3	IV- 53
Gambar 4.56	Perbandingan Story Drift Arah X dan Y pada Tiap Model Struktur	IV- 54
Gambar 4.57	Output Momen ETABS Frame Elevasi View 1	IV- 59
Gambar 4.58	Momen Nominal Desain Elevasi View 1	IV- 61
Gambar 4.59	Momen Referensi Frame Elevasi View 1	IV- 62
Gambar 4.60	Rasio Momen pada Balok Elevasi View 1.....	IV- 63
Gambar 4.61	Jumlah Tulsgnsn Balok Elevasi View 1.....	IV- 64
Gambar 4.62	Jumlah Tulangan Terpasang Balok Elevasi View 1	IV- 65
Gambar 4.63	Hasil Desain Tulangan Balok Tipe AB-1, Lantai 1 Frame Elevasi 1	IV- 70
Gambar 4.64	Sebaran beban Pada Diagram Interaksi Kolom Elevasi View 1.....	IV- 75
Gambar 4.65	Tulangan Memanjang Kolom Frame Elevasi View-1	IV- 76
Gambar 4.66	Hasil Desain Tulangan Kolom Tipe BK-7, Frame Elevasi 1	IV- 80
Gambar 4.67	Tinjauan lokasi pemutusan tullangan memanjang balok	IV- 83
Gambar 4.68	Diagram Momen Balok AB-1.....	IV- 83
Gambar 4.69	Lokasi Pemutusan Tulangan Balok AB-1.....	IV- 84

Gambar 4.70	Sambungan Lewatan Pada Balok.....	IV- 85
Gambar 4.71	Sambungan Lewatan Pada Kolom/ <i>Lap Splice</i>	IV- 85
Gambar 4.72	Join yang ditinjau	IV- 86
Gambar 4.73	Nilai Mpr pada join yang ditinjau	IV- 86
Gambar 4.74	Tulangan Memanjang di dalam inti Join.....	IV- 87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Level Kinerja Struktur Berdasarkan FEMA 356	II-2
Tabel 2.2	Klasifikasi Situs	II-12
Tabel 2.3	Koefisien Situs, F_a	II-13
Tabel 2.4	Koefisien Situs, F_v	II-13
Tabel 2.5	SDC berdasarkan nilai SD1 pada daerah gempa sangat kuat	II-18
Tabel 2.6	SDC berdasarkan nilai SDs pada daerah gempa sangat kecil-kuat	II-18
Tabel 2.7	SDC berdasarkan nilai SD1 pada daerah gempa sangat kecil-kuat	II-18
Tabel 2.8	Hubungan Kategori desain seismik dan Resiko KEgempaan	II-19
Tabel 2.9	Faktor koefisien modifikasi respon, Faktor kuat lebih sistem, faktor pembesaran defleksi dan batas tinggi sistem struktur	II-19
Tabel 2.10	Fungsi Bangunan dan Factor Kepentingan (I_e)	II-20
Tabel 2.11	Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	II-27
Tabel 2.12	Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	II-27
Tabel 2.13	Simpangan Antar Lantai Izin Δ_A	II-32
Tabel 2.14	Tebal minimum balok non prategang atau pelata satu arah bila lendutan tidak dihitung	II-49
Tabel 2.15	Persamaan panjang penyaluran untuk masing-masing tipe tulangan	II-66
Tabel 2.15	Persamaan panjang penyaluran untuk masing-masing tipe tulangan	II-66
Tabel 3.1	Data Rekaman Gempa	III-15
Tabel 4.1	Perhitungan Data SPT	IV-13
Tabel 4.2	Gaya Geser Tingkat Yang Menahan Lebih dari 35% Gaya Geser Dasar Arah X	IV-13
Tabel 4.3	Gaya Geser Tingkat Yang Menahan Lebih dari 35% Gaya Geser Dasar Arah Y	IV-14
Tabel 4.4	Rekap Beban	IV-19
Tabel 4.5	Berat Total Bangunan	IV-20
Tabel 4.6	Respon Spektrum Percepatan Desain (S_a)	IV-23
Tabel 4.7	Presentase Selisih Periode Getar Pada Tiap Mode	IV-25
Tabel 4.8	Kombinasi Beban	IV-38
Tabel 4.9	Rekap Beban	IV-39
Tabel 4.10	Kombinasi Beban	IV-44
Tabel 4.11	Partisipasi Mass Ragam Terkombinasi	IV-45
Tabel 4.12	Evaluasi Gaya Geser Dasar Hasil Analisis Riwayat Watu Gempa	

	Italy	IV-46
Tabel 4.13	Evaluasi Gaya Geser Dasar Hasil Analisis Riwayat Watu Gempa Dinar	IV-47
Tabel 4.14	Evaluasi Gaya Geser Dasar Hasil Analisis Riwayat Watu Gempa Greece	IV-48
Tabel 4.15	Perbandingan Gaya Geser Tingkat Arah X	IV-49
Tabel 4.16	Perbandingan Gaya Geser Tingkat Arah Y	IV-49
Tabel 4.17	Gaya Geser Dasar	IV-51
Tabel 4.18	Evaluasi Simpangan Antar Lantai Arah X	IV-53
Tabel 4.19	Evaluasi Simpangan Antar Lantai Arah Y	IV-54
Tabel 4.20	Rekap Beban Desain Vertikal	IV-54
Tabel 4.21	Evaluasi Koefisien Stabilitas Arah X	IV-55
Tabel 4.22	Evaluasi Koefisien Stabilitas Arah Y	IV-55
Tabel 4.23	Evaluasi Ketidakberatuan Torsi 1a, 1b Arah (B-T)	IV-57
Tabel 4.24	Evaluasi Ketidakberatuan Torsi 1a, 1b Arah (U-S)	IV-57
Tabel 4.25	Perhitungan Momen Nominal Desain Balok AB-1	IV-60
Tabel 4.26	Rekap tulangan referensi Balok Ab-1 pada Frame Elevasi 1	IV-62
Tabel 4.27	Pengelompokan Tulangan Balok pada Frame Elevasi View 1	IV-65
Tabel 4.28	Momen Kapasitas Balok pada Frame Elevasi View 1	IV-66
Tabel 4.29	Rekap Momen Lentur Mungkin Balok AB-1	IV-67
Tabel 4.30	Rekap Gaya Akibat Gravitasi dan Akibat Gempa Balok AB-1	IV-68
Tabel 4.31	Rekap Gaya Geser Desain Balok AB-1	IV-68
Tabel 4.32	Rekap Parameter Evaluasi Kemampuan Penampang Balok AB-1	IV-69
Tabel 4.33	Rekap Hasil Desain Tulangan Geser Balok AB-1	IV-69
Tabel 4.34	Evaluasi Pergoyangan Frame Elevasi View 1	IV-71
Tabel 4.35	Rekap Beban Mu dan Pu Frame Elevasi View 1 untuk Model Struktur	IV-72
Tabel 4.36	Evaluasi Pengaruh Kelangsingan Kolom Frame Elevasi View 1 untuk Model Struktur	IV-73
Tabel 4.37	Momen Umlimit Desain dan Gaya Aksial Desain Kolom Frame Elevasi View 1	IV-74
Tabel 4.38	Perhitungan Faktor Reduksi Kolom Frame Elevasi View 1	IV-76
Tabel 4.39	Momen Nominal Tulangan Terpasang Kolom BK-7	IV-77
Tabel 4.40	Gaya Geser Kolom BK-7	IV-78
Tabel 4.41	Evaluasi Kontribusi V_c untuk Kolom BK-7	IV-79
Tabel 4.42	Gaya Geser Desain Kolom BK-7	IV-79

Tabel 4.43	Rekap Hasil Desain Tulangan Geser Kolom BK-7	IV-79
Tabel 4.44	Evaluasi Ketidakberaturan Vertikal Tipe- 5a, 5b Arah (B-T).....	IV-81
Tabel 4.45	Evaluasi Ketidakberaturan Vertikal Tipe- 5a, 5b Arah (U-S)	IV-81
Tabel 4.46	Evaluasi Ketidakberaturan Vertikal Tipe- 5a, 5b Arah (B-T).....	IV-82
Tabel 4.47	Evaluasi Ketidakberaturan Vertikal Tipe- 5a, 5b Arah (U-S)	IV-82
Tabel 4.48	Sambungan Lewatan pada Balok AB-1.....	IV-84
Tabel 4.49	Rekap Hasil Desain Tulangan Balok Frame As-1	IV-88
Tabel 4.50	Rekap Hasil Desain Tulangan Balok Frame As-2	IV-88
Tabel 4.51	Rekap Hasil Desain Tulangan Balok Frame As-3	IV-89
Tabel 4.52	Rekap Hasil Desain Tulangan Balok Frame As-A.....	IV-90
Tabel 4.53	Rekap Hasil Desain Tulangan Balok Frame As-B.....	IV-91
Tabel 4.54	Rekap Hasil Desain Tulangan Balok Frame As-C.....	IV-91
Tabel 4.55	Rekap Hasil Desain Tulangan Kolom Frame As-1	IV-92
Tabel 4.56	Rekap Hasil Desain Tulangan Kolom Frame As-2	IV-93
Tabel 4.57	Rekap Hasil Desain Tulangan Kolom Frame As-3	IV-94
Tabel 4.58	Rekap Hasil Desain Tulangan Kolom Frame As-A.....	IV-95
Tabel 4.59	Rekap Hasil Desain Tulangan Kolom Frame As-B.....	IV-96
Tabel 4.60	Rekap Hasil Desain Tulangan Kolom Frame As-C	IV-97
Tabel 4.61	Rekap Hasil Pemutusan Tulangan Balok dan Sambungan Lewatan Balok Frame As-1.....	IV-98
Tabel 4.62	Rekap Hasil Pemutusan Tulangan Balok dan Sambungan Lewatan Balok Frame As-2.....	IV-98
Tabel 4.63	Rekap Hasil Pemutusan Tulangan Balok dan Sambungan Lewatan Balok Frame As-3.....	IV-99
Tabel 4.64	Rekap Hasil Pemutusan Tulangan Balok dan Sambungan Lewatan Balok Frame As-A	IV-100
Tabel 4.65	Rekap Hasil Pemutusan Tulangan Balok dan Sambungan Lewatan Balok Frame As-B	IV-100
Tabel 4.66	Rekap Hasil Pemutusan Tulangan Balok dan Sambungan Lewatan Balok Frame As-C	IV-101
Tabel 4.67	Rekap Hasil Sambungan <i>Lap Splice</i> Kolom Frame As 1	IV-102
Tabel 4.68	Rekap Hasil Sambungan <i>Lap Splice</i> Kolom Frame As 2	IV-103
Tabel 4.69	Rekap Hasil Sambungan <i>Lap Splice</i> Kolom Frame As 3	IV-104
Tabel 4.70	Rekap Hasil Sambungan <i>Lap Splice</i> Kolom Frame As A.....	IV-104
Tabel 4.71	Rekap Hasil Sambungan <i>Lap Splice</i> Kolom Frame As B.....	IV-105

Tabel 4.72 Rekap Hasil Sambungan *Lap Splice* Kolom Frame As C.....IV-106