

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN GEDUNG

STRUKTUR BAJA TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN

SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIS

(*LINK BEAM*) DENGAN BRESING X-2



MAILLA BARDIYANTI SOMA

13110008

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA

SURABAYA

2017

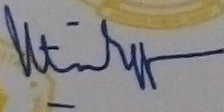
LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Perencanaan Gedung Struktur Baja Tahan Gempa Menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentris (*Link Beam*) dengan Bresing Tipe X-2

Nama : Mailla Bardiyanti Soma
NPM : 13110008
Program Studi : Teknik Sipil

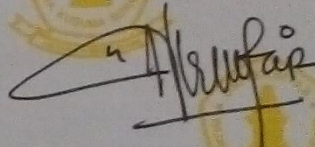
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,



Ir. Utari Khatulistiani, MT
NIP/NIK : 93190 - ET


Dosen Pembimbing II,



Andaryati, ST, MT
NIP/NIK : 197411032005012002

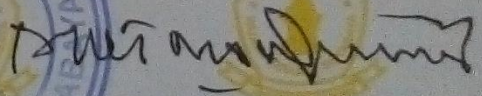
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



Ir. Endang Noerhartati, MP.
NIP/NIK : 91129 - ET

Ketua Program Studi,



Dr. Ir. H. Miftahul Huda, MM
NIP/NIK : 196012101991031002

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : Perencanaan Gedung Struktur Baja Tahan Gempa
Menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentris
(*Link Beam*) dengan Bresing Tipe X-2

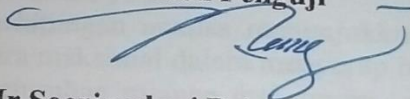
Nama : Mailla Bardiyanti Soma

Npm : 13.11.00.08

TELAH DIREVISI

Tanggal :

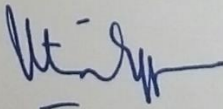
Dosen Penguji



Ir. Soerjandani Priantoro.M, MT
NIK:94245-ET

Mengetahui :

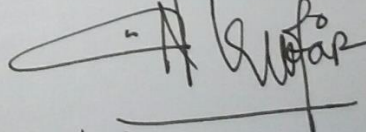
Dosen Pembimbing I



Ir. Utari Khatulistiani, MT

NIK : 93190-ET

Dosen Pembimbing II



Andaryati, ST, MT

NIP:197411032005012002

ABSTRAK

Salah satu upaya untuk merencanakan gedung struktur baja yang mampu menahan gempa adalah dengan menggunakan konfigurasi Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE) yang merupakan pengembangan dari Sistem Rangka Bresing Konsentris (SRBK). Sistem struktur SRBE didesain khusus untuk menerima beban gempa dan meminimalisir terjadinya tekuk dengan adanya elemen balok *link*. Gedung yang didesain terdiri dari 6 lantai, berlokasi di kota Mataram yang terletak pada zona gempa 5 dan koordinat 1.0° gravitasi.

Dalam perencanaan ini digunakan bresing eksentrik tipe X-2 yang didasarkan pada SNI 03-1729-2002 dan tata cara perhitungan gempa yang didasarkan pada SNI 1726:2012, analisa frame menggunakan aplikasi program bantu SAP 2000 serta program bantu lainnya yaitu PCACOL. Dari analisa gaya dalam tersebut diperoleh dimensi utama balok WF 350.350.14.22 dan 400.400.18.28 sebagai dimensi utama kolom. Struktur bawah untuk pondasi kolom menggunakan 4 buah tiang pancang dengan kedalaman 19 m.

Dari hasil perhitungan analisa menunjukkan elemen *link beam* mampu bekerja secara maksimal dalam menyerap beban gempa bekerja, terbukti dengan keseluruhan momen maksimum yang terjadi di daerah *link beam* pada balok induk lantai. Serta diperoleh nilai simpangan tingkat desain (δ_{xe}) sebesar 0,0234 tidak melebihi dari simpangan tingkat ijin (Δ_a) sebesar 0,08 menunjukkan struktur SRBE sudah mampu menahan gaya gempa.

Kata Kunci : SRBE, *Link Beam*, Gempa, Struktur Baja.

ABSTRACT

One of the attempts in designing steel building structure that could withstand the earthquake is by using the configuration of Eccentrically Braced Frame System (*Sistem Rangka Bresing Eksentrik – SRBE*) which is the development of Concentrically Braced Frame System (*Sistem Rangka Bresing Konsentris – SRBK*). The structure system of SRBE is designed specifically to receive the earthquake force and minimize the buckling by using link beam element. The building has 6 floors, located in Mataram, which is in earthquake zone 5 and coordinate 1.0⁰ gravity.

In this planning, the eccentric bracing that is used is type X-2 which based on SNI 03-1729-2002 and SNI 1726:2012. The frame analysis is using software SAP 2000 with another software namely PCACOL. From the force analysis, it is obtained the primary beam dimension WF 350.350.14.22 and WF 400.400.16.24 as the primary column dimension. The bottom structure for column foundation is using 4 piles with depth 19 m.

From the calculation analysis result shows that the link beam could work effectively in absorbing the working earthquake force. It could be seen by how all of the maximum moment that happened in the link beam in the floor primary beam occurred. Furthermore, it is obtained the drift of design (δ_{xe}) for about 0,0234 which is not more than the drift allow (Δ_a) for about 0,08 that shows SRBE could withstand the earthquake force.

Keywords : SRBE, Link beam, earthquake, steel structure

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, kekuatan, ketabahan, kesabaran dan kasih-Nya yang diberikan kepada penyusun, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini sesuai dengan waktu yang ditentukan. Dalam penyusunan tugas akhir ini, penyusun telah mendapatkan banyak bantuan, masukan, dan bimbingan baik secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

- 1) Ibu Ir. Endang Noerhartati, MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya,
- 2) Bapak Dr. Ir. H. Miftahul Huda, MM selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya,
- 3) Ibu Ir. Utari Khatulistiani, MT selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran, dan kesabaran untuk mengarahkan penyusun dalam menyusun Tugas Akhir Ini,
- 4) Ibu Andaryati, ST, MT selaku Dosen Pembimbing 2 Yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran, dan kesabaran untuk mengarahkan penyusun dalam menyusun Tugas Akhir Ini,
- 5) Bapak Ir. Soerjandani PM, MT selaku Dosen Penguji yang telah menguji dan membantu penyusun dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini,
- 6) Bapak dan ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma

Surabaya.

- 7) Orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan dan semangat yang sangat membantu penyusun.
- 8) Tina Panjaitan teman senasib saya yang telah memberi motivasi dan bantuan dalam mengerjakan tugas akhir ini,
- 9) Siaruddin, Itmaamul, Jaelani yang telah memberikan bantuan, semangat dan hiburan setiap hari selama penyusunan tugas akhir,
- 10) Mas Oky, Mas Sofi, Mbak Ika dan Mbak Hennysa yang tiada hentinya memberi bantuan dan masukan-masukan selama penyusunan tugas akhir ini,
- 11) Teman-teman dan kakak kelas Universitas Wijaya Kusuma Surabaya yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuan yang telah diberikan kepada penyusun.

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari kesalahan maupun kekurangan, mengingat keterbatasan pengetahuan maupun pengalaman penyusun sebagai mahasiswa. Oleh sebab itu penyusun mengharap kritik dan saran kearah perbaikan dengan pikiran terbuka. Penyusun berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi kita semua.

Surabaya, Agustus 2017

Mailla Bardiyanthi Soma
13.11.00.08

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mailla Bardiyanti Soma
NPM : 13110008
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Gedung Struktur Baja Tahan
Gempa Menggunakan Sistem Rangka Bresing
Eksentris

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis tugas akhir ini benar-benar saya kerjakan sendiri. Karya tulis dalam tugas akhir ini bukan merupakan plagiarism, pemuatan karya orang lain, pengambilan hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena material maupun non-material, disengaja atau tidak, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir secara asli dan otentik.

Bila dikemudian hari terdapat bukti kuat atas dugaan atau fakta adanya ketidaksesuaian pernyataan yang dibuat, maka saya bersedia diproses oleh tim Fakultas atau Program Studi yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau keserjanaan.

Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di instansi ini.

Surabaya, Agustus 2017

Saya yang menyatakan,


**MIETERAI
TEMPEL**
TGL. 20
908BCAEF425738893
5000
LIMA RIBU RUPIAH

Mailla Bardiyanti Soma
13.11.00.08

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN REVISI.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
SURAT PERNYATAAN.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan Perencanaan.....	3
1.5 Manfaat Perencanaan	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Material Baja.....	6
2.2 Brace Frame	7
2.2.1 Sistem Rangka Bresing Eksentris	8
2.2.2 Persyaratan Rangka Bresing Eksentris.....	9
2.2.3 Link	10
2.2.3.1 Pendetailan Link Beam.....	11

2.2.4	Shear Link	12
2.2.5	Sudut Rotasi Link.....	15
2.3	Perencanaan Komponen Struktur Baja.....	15
2.3.1	Komposit	15
2.3.1.1	Lebar Efektif.....	17
2.3.1.2	Kekuatan Batas Penampang	17
2.3.1.3	Alat Penyambung Geser (ShearConnector).....	20
2.3.2	Balok Komposit	22
2.3.2.1	Aksi Komposit.....	22
2.3.3	Kolom.....	23
2.3.4	Sambungan	24
2.3.4.1	Klasifikasi Sambungan	25
2.3.4.2	Sambungan Bresing.....	26
2.4	Komponen Struktur Bangunan Tahan Gempa	27
2.4.1	Beban Gempa	28
2.4.2	Perhitungan Seismik Efektif Struktur (w)	29
2.4.3	Periode Fundamental	30
2.4.4	Klasifikasi Situs	32
2.4.5	Respon Spektra	33
2.4.6	Wilayah Gempa	36
BAB 3	Metodologi Perencanaan	38
3.1	Diagram Alir Perencanaan	38
3.2	Pengumpulan Data	39
3.3	Preliminary Design.....	39
3.4	Perencanaan Struktur Sekunder	39

3.5	Pembebanan	39
3.6	Analisa Struktur.....	40
3.7	Perencanaan Struktur Primer.....	40
3.8	Perencanaan Pondasi.....	41
BAB 4 <i>Preliminary Design</i>		42
4.1	<i>Preliminary Design</i> Balok Atap.....	43
4.1.1	Balok Anak Atap	44
4.1.2	Balok Induk Atap.....	48
4.2	<i>Preliminary Design</i> Balok Lantai.....	52
4.2.1	Balok Anak Lantai.....	53
4.2.2	Balok Induk Lantai	57
4.3	<i>Preliminary Design</i> Kolom	62
BAB 5 Perencanaan Struktur Sekunder		68
5.1	Perencanaan Pelat Atap.....	68
5.1.1	Perhitungan Momen Pelat Atap	69
5.1.2	Kontrol Kekuatan Pelat Atap	73
5.1.3	Kontro Retak	74
5.2	Perencanaan Pelat Lantai.....	74
5.2.1	Perhitungan Momen Pelat Lantai	76
5.2.2	Kontrol Kekuatan Pelat Lantai	79
5.2.3	Kontro Retak.....	80
5.3	Dimensi Balok Anak Atap	81
5.4	Dimensi Balok Anak Lantai	89
5.5	Perencanaan Tangga.....	97

5.5.1	Desain Balok Tangga	99
5.5.2	Analisa Balok Tangga	102
5.5.3	Analisa Balok Bordes.....	104
5.6	Perencanaan Balok Penggantung Lift	106
BAB 6	Analisa Beban Gempa.....	114
6.1	Data Perencanaan Struktur	114
6.2	Berat Struktur	116
6.3	Periode Fundamental.....	119
6.4	Beban Geser Dasar Seismik	120
6.5	Kombinasi Pembebanan	121
6.6	Batasan Simpangan Antar Lantai	122
BAB 7	Perencanaan Struktur Primer.....	126
7.1	Perencanaan Balok Induk Atap	126
7.2	Perencanaan Balok Induk Lantai.....	133
7.2.1	Balok Induk Lantai Arah Y	133
7.2.2	Balok Induk Lantai Arah X	139
7.3	Perencanaan Balok <i>Link</i>	147
7.4	Perencanaan Kolom.....	150
7.4.1	Aksi Kolom.....	151
7.4.2	Aksi Balok	152
7.5	Perencanaan Bresing	153
7.5.1	Perencanaan Batang Bresing	154
7.5.2	Kapasitas Penampang	155
7.6	Desain Sambungan	156

7.6.1	Sambungan B.Induk Atap&Anak Atap.....	156
7.6.2	Sambungan B.Induk Lantai&Anak Lantai	158
7.6.3	Sambungan Balok Induk dan Kolom	159
7.6.4	Sambungan Kolom dan Kolom.....	162
7.6.5	Sambungan Batang Bresing	165
7.6.5.1	Sambungan Batang Bawah.....	166
7.6.5.2	Sambungan Batang Atas.....	169
7.6.6	Plat Dasar Kolom (Base Plate).....	172
7.6.7	Perencanaan Kolom Pedestal	175
BAB 8 Perencanaan Pondasi.....		178
8.1	Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang	178
8.2	Daya Dukung Pondasi	179
8.2.1.	Daya Dukung Pondasi (CPT&SPT).....	179
8.2.2.	Kebutuhan Tiang Pancang	181
8.2.3.	Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok.....	182
8.2.4.	Perhitungan Efisiensi Tiang Pancang.....	183
8.2.5.	Kontrol Beban Maksimum	183
8.3	Syarat Batas Penulangan Pile Cap.....	185
8.3.1	Penulangan Pile Cap.....	185
8.3.2	Perhitungan Kontrol Geser.....	187
8.4	Perencanaan Sloof	189
8.4.1	Penulangan Lentur Sloof.....	190
BAB 9 Kesimpulan Dan Saran.....		193
9.1	Kesimpulan	193

9.2 Saran	194
DAFTAR PUSTAKA.....	195
LAMPIRAN	197

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persyaratan Link	14
Tabel 2.2	Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	30
Tabel 2.3	Koefisien Untuk Batas Atas	32
Tabel 2.4	Klasifikasi Situs	32
Tabel 2.5	Koefisien Situs F_a	34
Tabel 2.6	Koefisien Situs F_v	35
Tabel 4.1	<i>Tributary Area Kolom</i>	63
Tabel 5.1	Garis Netral Komposit Balok Anak Atap	83
Tabel 5.2	Garis Netral Komposit Balok Anak Lantai.....	91
Tabel 6.1	Berat Struktur Per Lantai	119
Tabel 6.2	Beban Gempa Statik Ekuivalen	121
Tabel 6.3	Kombinasi Pembebanan	122
Tabel 6.4	Nilai Simpangan Antar Lantai	124
Tabel 6.5	Perhitungan T-Rayleigh.....	125
Tabel 7.1	Garis Netral Balok Induk Atap	128
Tabel 7.2	Garis Netral Balok Induk Lantai Arah Y	134
Tabel 7.3	Garis Netral Balok Induk Lantai Arah X.....	141
Tabel 7.4	Perhitungan Momen Balok Lantai 3-6.....	146

Tabel 7.5	Panjang <i>Link Beam</i>	148
Tabel 7.6	Sudut Rotasi <i>Link Beam</i>	149

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Elemen Link Beam.....	2
Gambar 2.1	Jenis Sistem Rangka Bresing Eksentris	9
Gambar 2.2	Aksi Geser dan Lentur pada <i>Link</i>	10
Gambar 2.3	Detailing Link Beam.....	12
Gambar 2.4	Distribusi Gaya Dalam.....	13
Gambar 2.5	Macam-macam Struktur Komposit.....	15
Gambar 2.6	Distribusi Tegangan Moment.....	18
Gambar 2.7	Macam-macam Shear Connector	20
Gambar 2.8	Lendutan Balok Komposit	23
Gambar 2.9	Sambungan Bresing	26
Gambar 2.10	Respon Spektrum Mataram.....	33
Gambar 2.11	Peta Gempa Mataram.....	37
Gambar 3.1	Diagram Alir Perencanaan	38
Gambar 3.2	SRBE Tipe X-2 Lantai	40
Gambar 4.1	Denah Balok Atap.....	43
Gambar 4.2	Beban Trapesium Anak Atap.....	44
Gambar 4.3	Beban Ekuivalen Balok Anak Atap	45
Gambar 4.4	Beban Segitiga Indukt Atap	48

Gambar 4.5	Beban Trapesium Induk Atap	49
Gambar 4.6	Beban Ekuivalen Balok Induk Atap.....	50
Gambar 4.7	Denah Balok Lantai.....	52
Gambar 4.8	Beban Trapesium Anak Lantai.....	54
Gambar 4.9	Beban Balok Anak Lantai	55
Gambar 4.10	Beban Segitiga Induk Lantai	57
Gambar 4.11	Beban Trapesium Induk Lantai	58
Gambar 4.12	Beban Balok Induk Lantai.....	59
Gambar 4.13	<i>Tributary Area</i> Kolom.....	62
Gambar 5.1	Denah Pelat Atap.....	69
Gambar 5.2	Denah Pelat Lantai	75
Gambar 5.3	Gaya Dalam Balok Anak Atap.....	82
Gambar 5.4	Diagram Lengan Momen Balok Anak Atap.....	83
Gambar 5.5	Tegangan Balok Anak Atap	85
Gambar 5.6	Stud Balok Anak Atap	88
Gambar 5.7	Gaya Dalam Balok Anak Lantai	87
Gambar 5.8	Diagram Lengan Momen Balok Anak Lantai	91
Gambar 5.9	Tegangan Balok Anak Lantai.....	93
Gambar 5.10	Stud Balok Anak Lantai	96

Gambar 5.11	Denah Tangga	98
Gambar 5.12	Potongan A-A Tangga.....	98
Gambar 5.13	Gaya Momen Tangga.....	101
Gambar 5.14	Gaya Geser Tangga	101
Gambar 5.15	Pembebanan Balok P.Lift.....	109
Gambar 5.16	Diagram Moment Lift	110
Gambar 5.17	Diagram Geser Lift	110
Gambar 5.18	Gaya Dalam Output Lift.....	110
Gambar 6.1	Respon Spektrum Mataram.....	115
Gambar 7.1	Diagram Lengan Moment Balok Induk Atap.....	128
Gambar 7.2	Tegangan B.Induk Atap	129
Gambar 7.3	Stud Balok Induk Atap.....	132
Gambar 7.4	Diagram Lengan Momen Balok Induk Lantai	135
Gambar 7.5	Diagram Tegangan B.Induk Lantai Arah Y	136
Gambar 7.6	Stud Balok Induk Lantai Arah Y.....	139
Gambar 7.7	Diagram Lengan Momen Balok Induk Arah Y.....	141
Gambar 7.8	Diagram Tegangan B.Induk Lantai Arah X	143
Gambar 7.9	Stud Balok Induk Lantai Arah X.....	146
Gambar 7.10	Gaya Dalam Balok Link.....	147

Gambar 7.11	Pengaku Link Beam	150
Gambar 7.12	Portal Penempatan Bresing Arah Y	154
Gambar 7.13	Portal Penempatan Bresing Arah X	154
Gambar 7.14	Sambungan Induk Atap & Anak Atap	157
Gambar 7.15	Sambungan Induk Lantai & Anak Lantai	159
Gambar 7.16	Sambungan Balok-Kolom	161
Gambar 7.17	Sambungan Kolom-Kolom	165
Gambar 7.18	Sambungan Bresing Bawah	169
Gambar 7.19	Sambungan Bresing Atas	172
Gambar 7.20	Perencanaan Base Plate	173
Gambar 7.21	Base Plate	174
Gambar 7.22	Interaksi Kuat Rencana Kolom Pedestal	175
Gambar 8.1	Denah Kelompok Tiang Pancang	182
Gambar 8.2	Interaksi Kuat Rencana Sloof	191