



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS UDAYANA
2017

Udayana University Press 2017
ISBN 978-602-294-220-7

PROSIDING

SeNaTS 2

SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL

MENUJU PEMBANGUNAN
INFRASTRUKTUR
YANG BERKELANJUTAN



Editor:

Prof. Putu Alit Suthanaya, ST, M.EngSc, Ph.D

Ida Bagus Rai Widiarsa, ST., MA.Sc., Ph.D

Dr. A.A. Gde Agung Yana, ST., MT.

Dewa Made Priyantha Wedagama, ST, MT., M.Sc, Ph.D

Sanur-Bali, 8 Juli 2017

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
SAMBUTAN	iii
KOMITE ILMIAH	v
DAFTAR ISI	vii
KEYNOTE SPEAKER	
SUSTAINABLE BUILDING MATERIALS ADALAH KEBUTUHAN.....	KS-1
PERAN ENERGI TERBARUKAN DALAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DI INDONESIA.....	KS-11
BIDANG STRUKTUR DAN MATERIAL	
PEMANFAATAN <i>STEEL SLAG</i> SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN PADA CAMPURAN BETON NORMAL	SM-1
PERENCANAAN BETON MUTU TINGGI DENGAN MENGGUNAKAN SUPERPLASTICIZER SULPHONAT DAN PENAMBAHAN FLY ASH	SM-9
ANALISIS STRUKTUR BETON BERTULANG SRPMK TERHADAP BEBAN GEMPA STATIK DAN DINAMIK DENGAN PERATURAN SNI 1726 2012	SM-19
EVALUASI SIMPANGAN STRUKTUR AKIBAT PENAMBAHAN LANTAI DENGAN METODE ANALISIS STATIK DAN DINAMIK RESPONSE SPECTRUM (STUDI KASUS : PEMBANGUNAN GEDUNG DEKANAT FAKULTAS TEKNIK UNTIRTA)	SM-27
PENGARUH PENGURANGAN PENAMPANG TERHADAP KERUSAKAN RANGKA BAJA.....	SM-35
STUDI PERBANDINGAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MOMENT RESISTING FRAME DAN ECCENTRICALLY BRACED FRAME PADA GEDUNG CDAST	SM-43
PENGARUH PENAMBAHAN SERAT DRAMIX DAN PERAWATAN TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK DAN BIAYA BETON	SM-49
PENINGKATAN KINERJA BETON <i>HIGH VOLUME FLY ASH</i> DENGAN VARIASI UKURAN BUTIR MAKSIMUM AGREGAT KASAR	SM-55
KEKUATAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON MENGGUNAKAN SERBUK BATU BATA SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN	SM-63
STUDI PEMASANGAN PANEL BETON PRACETAK <i>CORRUGATED</i> SEBAGAI BADAN REL-KERETA API: KASUS JALUR PELABUHAN TANJUNG EMAS SEMARANG	SM-71
ANALISIS PEMBEBANAN SEISMIK STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG DENGAN DAN TANPA INTERAKSI TANAH-STRUKTUR (KASUS GEDUNG 5 LANTAI DENGAN PONDASI TIANG).....	SM-87
STUDI PERBANDINGAN PERILAKU SEISMIK STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG DENGAN PEMODELAN PONDASI KAKU DAN FLEKSIBEL	SM-101

STUDI PERBANDINGAN PERILAKU DAN KINERJA STRUKTUR BAJA MENGGUNAKAN KOLOM KOMPOSIT <i>CONCRETE ENCASED</i> DAN <i>CONCRETE FILLED TUBE</i> , SERTA NON KOMPOSIT.....	SM-113
EVALUASI POTENSI ABU TERBANG SISA PEMBAKARAN ASPALT MIXING PLAN (AMP) PT.HARAPAN JAYA BETON BALI SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN PORTLAND	SM-125
STUDI PEMASANGAN PANEL BETON PRACETAK <i>CORRUGATED</i> SEBAGAI BADAN REL-KERETA API: KASUS JALUR PELABUHAN TANJUNG EMAS SEMARANG.....	SM-135
ANALISIS PERILAKU HUBUNGAN PELAT-KOLOM TEPI STRUKTUR PELAT DATAR DENGAN <i>CONCRETE DAMAGE PLASTICITY (CDP)</i> DARI ABAQUS.....	SM-151
PENGARUH VARIASI CAMPURAN DAN FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON NON PASIR DENGAN AGREGAT GRANIT PULAU BANGKA	SM-161
ANALISIS PERILAKU STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG TIDAK BERATURAN DENGAN PENAMBAHAN TINGKAT MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA.....	SM-169
PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR RANGKA BREISING KONSENTRIK (SRBK) TIPE X-2 LANTAI DENGAN STRUKTUR RANGKA PEMIKUL MOMEN BIASA (SRPMB).....	SM-179
PENGUJIAN LABORATORIUM BETON SERAT DENGAN AGREGAT RINGAN.....	SM-189
 BIDANG GEOTEKNIK	
ANALISIS KONSOLIDASI PDA TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN METODE PREFABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD)	GT-1
ANALISIS WAKTU PENURUNAN KONSOLIDASI PADA KASUS PERBAIKAN TANAH MENGGUNAKAN STONE COLUMN.....	GT-11
ANALISIS PENGARUH PEMERAMAN TERHADAP TANAH LEMPUNG YANG DICAMPUR DENGAN ASPAL EMULSI.....	GT-25
PEMANFAATAN LIMBAH BATUBARA SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK.....	GT-41
PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI AKIBAT PERBEDAAN METODE KONSTRUKSI PONDASI DALAM.....	GT-57
KAJIAN EFEK PNGEMBANGAN TERHADAP KUAT GESER DAN PERUBAHAN VOLUME TANAH LEMPUNG BOBONARO.....	GT-65
PENGARUH KONSOLIDASI TERHADAP DEFORMASI DAN FAKTOR KEAMANAN DENGAN MODEL MATERIAL TANAH LUNAK.....	GT-77
DAYA LAYAN PILE SLAB BETON BERTULAN SEBAGAI STRUKTUR PERKERASAN JALAN PADA TANAH LUNAK.....	GT-85
 BIDANG MANAJEMEN PROYEK DAN REKAYASA KONSTRUKSI	
KENDALA DALAM PENERAPAN METODE TERINTEGRASI PADA PROYEK KONSTRUKSI.....	MK-1

STUDI KECUKUPAN INFRASTRUKTUR PENUNJANG SOSIAL EKONOMI DAN LINGKUNGAN DI BALI	MK-9
STANDAR GREEN BUILDING INDONESIA: STUDI KOMPARASI	MK-17
ANALISIS PENGARUH PENERAPAN TQM (<i>TOTAL QUALITY MANAGEMENT</i>) DAN KOMPENSASI TERHADAP PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA KONSTRUKSI (STUDI KASUS: PROYEK KONSTRUKSI DI PROVINSI BANTEN DAN DKI JAKARTA)	MK-23
PERAN TEKNOLOGI INFORMASI (TI) TERHADAP <i>TOTAL QUALITY MANAGEMENT</i> (TQM) DAN <i>SUPPLY CHAIN MANAGEMENT</i> (SCM) PADA INDUSTRI KONSTRUKSI (STUDI KASUS PADA KONTRAKTOR DI DAERAH DKI JAKARTA)	MK-31
IDENTIFIKASI DAN ANALISIS FAKTOR <i>COST OVERRUN</i> DALAM MENINGKATKAN KINERJA BIAYA KONSTRUKSI DI PERUSAHAAN "X"	MK-39
IDENTIFIKASI DAN ANALISIS FAKTOR PENYEBAB <i>REWORK</i> PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG APARTEMEN DI PERUSAHAAN X.....	MK-47
IDENTIFIKASI FAKTOR – FAKTOR RISIKO PENTING PERUSAHAAN KONSTRUKSI "X" DALAM PROYEK KERJA SAMA OPERASI DENGAN PERUSAHAAN ASING DI INDONESIA	MK-57
PENGARUH TINGKAT KEPUASAN MASYARAKAT TERHADAP PELAKSANAAN REHABILITASI REKONSTRUKSI DALAM RANGKA PERBAIKAN RUMAH TINGGAL DI KOTA PADANG PASCA GEMPA 30 SEPTEMBER 2009 (STUDI KASUS: KOTO TANGAH DAN KURANJI)	MK-65
EVALUASI TEKNIS DAN SISTEM PEMELIHARAAN GEDUNG KANTOR PELAYANAN PUBLIK "GRAHA SEWAKA DHARMA" PEMERINTAH KOTA DENPASAR.....	MK-77
FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KESUKSESAN PELAYANAN IZIN MENDIRIKAN BANGUNAN DI KOTA DENPASAR.....	MK-89
EFEKTIVITAS IMPLEMENTASI REGULASI IZIN MENDIRIKAN BANGUNAN DALAM PENATAAN PEMBANGUNAN DI KOTA DENPASAR.....	MK-95
ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KLAIM KONTRAK DAN PENYELESAIANNYA PADA PROYEK KONSTRUKSI.....	MK-105
PERSPEKTIF PEMILIK PROYEK TERHADAP PERMASALAHAN DALAM MANAJEMEN KLAIM KONSTRUKSI.....	MK-113
PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (SMK3) MENGGUNAKAN OHSAS PADA PROYEK PEMBANGUNAN FAVE HOTEL KARTIKA PLAZA KUTA.....	MK-121
FAKTOR PENUNJANG MANAJEMEN MUTU TERPADU UNTUK MENINGKATKAN KINERJA KONTRAKTOR KECIL DI KOTA DENPASAR.....	MK-129

BIDANG TRANSPORTASI

JALAN LAYANG SEBAGAI SALAH SATU ALTERNATIF PRASARANA TRANSPORTASI RAMAH LINGKUNGAN.....	TRANS-1
SKENARIO PENGEMBANGAN SISTEM ANGKUTAN UMUM DI KOTA PALANGKA	TRANS-9

RAYA BERBASIS SISTEM TRANSPORTASI BERKELANJUTAN.....	
POLA PERGERAKAN PEJALAN KAKI ANAK SEKOLAH PADA JALUR PEDESTRIAN.....	TRANS-19
ANALISIS KARAKTERISTIK DAN BIAYA KECELAKAAN DI JALAN TOL TANGERANG – MERAK (KM 31 – KM 72).....	TRANS-29
EVALUASI KINERJA ANGKUTAN UMUM DI KOTA SALATIGA.....	TRANS-45
MODEL PENGARUH HAMBATAN SAMPING TERHADAP NILAI KAPASITAS JALAN DAN BIAYA OPERASI KENDARAAN PADA RUAS JALAN JAWA KABUPATEN JEMBER.....	TRANS-57
KARAKTERISTIK BANGKITAN PERJALANAN BERBAGAI ODTW DI BALI.....	TRANS-65
ANALISIS KORBAN DAN KECELAKAAN LALU LINTAS FATAL DI KABUPATEN TABANAN.....	TRANS-73
KARAKTERISTIK <i>VISCO ELASTIC</i> ASPAL AKIBAT PENUAAN DITINJAU DARI NILAI SUDUT PHASE.....	TRANS-81
DESAIN JALAN REL UNTUK TRANSPORTASI BATU BARA RANGKAIAN PANJANG (STUDI KASUS: SUMATERA SELATAN).....	TRANS-89
KARAKTERISTIK CAMPURAN AC-WC MODIFIKASI JENIS BNA BLEND PADA NILAI ABRASI AGREGAT KASAR YANG BERBEDA YANG TERSEDIA DI BALI.....	TRANS-97
EVALUASI TINGKAT KERUSAKAN JALAN DENGAN METODE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) UNTUK MENUNJANG PRIORITAS PENANGANAN PERBAIKAN JALAN DI BEBERAPA RUAS JALAN KOTA SAMARINDA.....	TRANS-107
KAJIAN EFEKTIVITAS PENGELOLAAN SIMPANG DENGAN UNDERPASS (STUDI KASUS SIMPANG TUGU NGURAH RAI DI PROVINSI BALI).....	TRANS-113
ANALISIS KARAKTERISTIK DAN KEBUTUHAN PARKIR DI BANDARA INTERNASIONAL GUSTI NGURAH RAI-BALI.....	TRANS-121
ANALISIS PERILAKU PEMILIHAN RUTE BERDASARKAN SISTEM INFORMASI LALU LINTAS <i>REAL TIME</i> (STUDI KASUS: PENGARUH PENGGUNAAN APLIKASI WAZE).....	TRANS-131
ANALISIS MANAJEMEN PENGANGKUTAN SAMPAH KABUPATEN TABANAN (STUDI KASUS : KECAMATAN TABANAN DAN KECAMATAN KEDIRI).....	TRANS-141
KAPASITAS LINGKUNGAN JALAN SEBAGAI PENDUKUNG REKOMENDASI ANDALALIN PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT METRO MEDIKA MATARAM.....	TRANS-149
PENANGANAN JALANDAN PEMASANGAN UTILITASDI WILAYAH KOTA DENPASAR: KONDISI DAN KENDALA.....	TRANS-159
ANALISIS FAKTOR YANG BERPENGARUH TERHADAP PEMILIHAN RUTE JALAN TOL BALI MANDARA.....	TRANS-167
KAJIAN EMISI GAS RUMAH KACA AKIBAT SEKTOR TRANSPORTASI DI KOTA CILEGON.....	TRANS-179
ANALISIS KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL EMULSI DINGIN (CAED) DENGAN <i>EPOXY</i> SEBAGAI BAHAN TAMBAH.....	TRANS-189

BIDANG SUMBER DAYA AIR

KURVA IDF DESAIN KOLAM RETENSI DAN DETENSI SEBAGAI UPAYA KONSERVASI AIR TANAH.....	SDA-1
ANALISA INDEKS DAN SEBARAN KEKERINGAN MENGGUNAKAN METODE <i>STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI)</i> DAN <i>GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS)</i> UNTUK PULAU LOMBOK.....	SDA-9
WATER ALLOCATION AND DISTRIBUTION IN JATILUHUR IRRIGATION AREA INDONESIA : EVALUATION AND CHALLENGES.....	SDA-17
IMPLEMENTASI <i>TRI HITA KARANA</i> PADA SUBAK PULAGAN SEBAGAI WARISAN BUDAYA DUNIA DI KECAMATAN TAMPAKSIRING, KABUPATEN GIANYAR.....	SDA-29
SIMULASI OKSIGEN TERLARUT (DO) AKIBAT POLUSI DI ANAK SUNGAI CITARUM MENGGUNAKAN HEC-RAS.....	SDA-41
PEMODELAN BAK PENGENDAP (SETTLING BASIN) UNTUK MEREDUKSI PENGARUH SEDIMENTASI SALURAN IRIGASI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (STUDI KASUS PADA SALURAN IRIGASI PROVINSI GORONTALO).....	SDA-49
EFEKTIVITAS LUBANG RESAPAN BIOPORI DALAM PENGENDALIAN BANJIR DI KOTA DENPASAR.....	SDA-57
ANALISIS KETERSEDIAAN AIR PADA BENDUNGAN PANDANDURI KABUPATEN LOMBOK TIMUR UNTUK KEBUTUHAN AIR IRIGASI DI KABUPATEN LOMBOK TIMUR BAGIAN SELATAN.....	SDA-69
UNJUK KERJA BANGUNAN PEMECAH GELOMBANG AMBANG RENDAH BLOK BETON BERKAIT.....	SDA-79
MANAJEMEN RISIKO PELAKSANAAN UJI MODEL FISIK DI LABORATORIUM PANTAI BALAI LITBANG TEKNOLOGI PANTAI.....	SDA-89
PERAN MASYARAKAT DALAM PENGELOLAAN KAWASAN PANTAI DI PANTAI SANUR.....	SDA-95

BIDANG LINGKUNGAN

PERANAN BAMBU DALAM MENDUKUNG PEMBANGUNAN WILAYAH YANG BERKELANJUTAN.....	LK-1
PENGARUH TANAMAN RAMBAT TERHADAP SUHU RUANG BAWAH ATAP TRANSPARAN POLIKARBONAT.....	LK-9
ANALISIS TIMBULAN DAN KOMPOSISI LIMBAH PADAT BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) DARI SUMBER KOMERSIL DI KOTA PADANG.....	LK-15
PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR HIJAU DALAM MENGURANGI GENANGAN DI KOTA GORONTALO.....	LK-23
BUCKET SYSTEM AS ALTERNATIVE OF URBAN GROWTH SIMULATION USING AGENT BASED MODEL.....	LK-29

STUDI PERBANDINGAN EFEKTIVITAS PENGUNAAN *MOMENT RESISTING FRAME* DAN *ECCENTRICALLY BRACED FRAME* PADA GEDUNG CDAST

Gati Annisa Hayu¹, Dwi Nurtanto² dan Khusniatul Aini³

¹Jurusan Teknikl Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Email: annisagati.teknik@unej.ac.id

²Jurusan Teknikl Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Email: dwinurtanto999@yahoo.com

³ Alumni Jurusan Teknikl Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Email: khusniatulaini23@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan daerah yang rawan gempa, hal ini disebabkan karena Indonesia terletak diantara tiga lempeng tektonik, yakni lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia dan lempeng Pasifik. Peraturan gempa SNI 03-1726-2012 membahas mengenai bresing sebagai salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk menangani masalah gempa. *Eccentrically Braced Frame* (EBF) adalah salah satu jenis bresing yang memiliki kekakuan dan daktilitas yang baik jika dibandingkan dengan *Centrally Braced Frame* (CBF) yang hanya memiliki kekakuan yang baik. Selain itu terdapat pula *Moment Resisting Frame* (MRF) yaitu salah satu sistem struktur yang memiliki sifat daktil. Melihat permasalahan yang ada, maka pembahasan ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas dari MRF dan EBF apabila diaplikasikan pada gedung CDAST 8 lantai yang memiliki tinggi 32 m. Gedung CDAST adalah gedung baru di Universitas Jember yang difungsikan sebagai gedung perkuliahan dan laboratorium. Adapun efektivitas yang dibandingkan disini adalah nilai *story displacement* dan gaya dalam (momen, gaya geser, dan gaya aksial) yang terjadi. Hasil analisa dengan bantuan program analisa struktur menunjukkan bahwa EBF memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan MRF dalam menerima beban yang bekerja. Dari segi *story displacement*, selisih prosentasenya adalah 53,24% sedangkan untuk gaya dalam yang meliputi momen, gaya geser, dan gaya aksial, selisihnya secara berturut-urut adalah 61,01%, 38,07%, dan 4,89%. Hal ini menunjukkan bahwa EBF lebih efektif jika dibandingkan dengan MRF.

Kata kunci: *displacement, EBF, Eccentrically Braced Frame, MRF*

ABSTRACT

Indonesia is an earthquake-prone area, this is because Indonesia is situated between three tectonic plates, Eurasian plate, Indo-Australian plate, and Pacific plate. Earthquake regulations SNI 03-1726-2012 discuss about bracing as on of the alternatives that can be used to withstand the quake. *Eccentrically Braced Frame* (EBF) is one type of bracing which has better stiffness and ductility compared to *Centrally Braced Frame* (CBF) which only has a good rigidity. There are also *Moment Resisting Frame* (MRF), MRF is one of structural system which has good ductility. This discussion is aimed to compare the effectiveness of the MRF and EBF when applied on CDAST building that has 8 floors and height of 32 m. CDAST building is a new building at University of Jember which fuctioned as class rooms and laboratoires. The effectiveness that will be compared here is about the story displacements and the internal forces (moment, shear force, and axial force). The results of this analysis by the help of structural analysis program indicates that the EBF has a smaller value in story displacement and internal forces than the MRF. In terms of story displacement, the difference is 53,24%, while for thr internal forces that include moment, shear force, and axial force, the difference in consecutive sequence are 61,01%, 38,07%, and 4,89%. It indicates that EBF is more effective compared to MRF.

Keywords: *displacement, EBF, Eccentrically Braced Frame, MRF*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah rawan gempa bumi karena dilalui oleh jalur pertemuan 3 lempeng tektonik, yaitu: Lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Jika dua lempeng bertemu pada suatu sesar, keduanya dapat bergerak saling menjauhi (*spreading*), saling mendekati (*collision*) dan saling bergeser (*transform*). Umumnya gerakan ini berlangsung lambat dan tidak dapat dirasakan oleh manusia namun terukur sebesar 0-15 cm pertahun Dalam mengantisipasi bahaya gempa, pemerintah Indonesia mempunyai standar peraturan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung yaitu SNI-03-1726-2012.

Pada perencanaan struktur bangunan tinggi, perlu diperhatikan mengenai kemampuan struktur sebagai suatu kesatuan sistem dalam menahan beban gempa, mengingat Indonesia merupakan daerah yang mempunyai resiko gempa yang cukup tinggi. Oleh karena itu bangunan-bangunan di Indonesia harus direncanakan sedemikian rupa sehingga diharapkan mampu menyerap atau menerima beban yang bekerja padanya, termasuk beban gempa.

Salah satu alternatif yang dapat diaplikasikan untuk mengatasi masalah gempa pada konstruksi gedung tinggi adalah memasang bresing (*bracing*). Bangunan tanpa bresing atau biasa disebut dengan *Moment Resisting Frames* (Sistem Rangka Pemikul Momen) memiliki daktilitas yang baik, tetapi kekakuannya terbatas. Sedangkan bresing jenis *Concentrically Braced Frames* (CBF) atau sistem rangka bresing konsentrik memiliki kekakuan yang tinggi, namun daktilitasnya terbatas. Kekakuan dan daktilitas merupakan dua parameter yang saling berlawanan. Untuk mengatasi masing-masing kelemahan dari MRF dan CBF, maka para peneliti mencoba untuk mengkombinasikan keduanya dalam bresing jenis *Eccentrically Braced Frames* (Sistem Rangka Bresing Eksentris). Pada konfigurasi EBF bresing diletakkan secara eksentris terhadap joint balok-kolom .

Penelitian ini mencoba untuk mengetahui bagaimanakah perilaku dari suatu struktur yang menggunakan MRF dan EBF jika ditinjau dari segi nilai *story displacement* dan juga gaya-gaya dalam yang terjadi. Objek dari penelitian ini adalah gedung CDAST di Universitas Jember yang memiliki tinggi 32 m dan diperuntukkan untuk ruang perkuliahan dan juga laboratorium.

2. TEORI PENDUKUNG

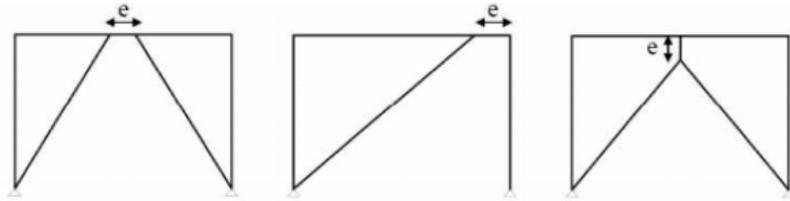
2.1 MRF

Sistem rangka pemikul momen (MRF) adalah sistem struktur yang terdiri dari rangka balok kolom yang berfungsi untuk menahan beban gempa, dimana dinding pengisi tak diperhitungkan memikul beban gempa. Rangka pemikul momen mempunyai kemampuan menyerap energi yang baik, tetapi memerlukan terjadinya simpangan antar lantai yang cukup besar agar timbul sendi-sendi plastis pada balok yang akan berfungsi untuk menyerap energi gempa. Simpangan yang besar akan menyebabkan struktur tidak kaku sehingga mengakibatkan kerusakan nonstruktural yang besar. Dengan rentang balok yang cukup lebar (tanpa pengaku), MRF dapat memberikan deformasi yang cukup besar sehingga sistem ini memiliki daktilitas yang cukup besar dibandingkan dengan jenis portal baja tahan gempa yang lain. Walaupun memiliki deformasi yang besar, kekakuan dari MRF lebih rendah jika dibandingkan dengan portal baja tahan gempa yang lain.

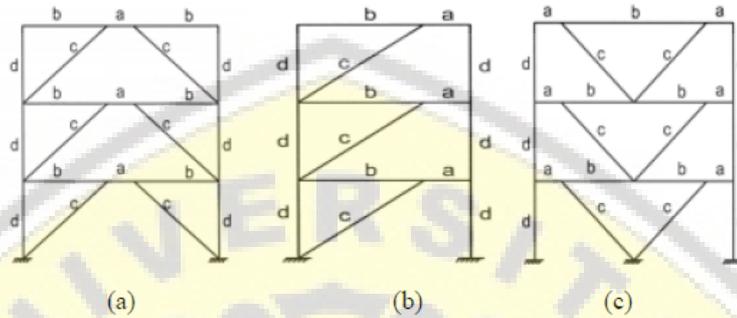
2.2 EBF

Eccentrically Braced Frames (EBF) adalah sistem gabungan yang kekakuannya didapat dari struktur portal dan daktilitasnya diperoleh dari *link* yang mampu untuk berdeformasi inelastik. Pada Sistem Rangka Bresing Eksentrik (EBF) ada suatu bagian dari balok yang disebut *link* dan direncanakan secara khusus. EBF diharapkan dapat mengalami deformasi inelastik pada *link* saat memikul gaya lateral akibat menerima beban gempa karena *link* tersebut berfungsi sebagai pendisipasi energi ketika struktur menerima beban gempa. Pendisipasi energi ini diwujudkan dalam bentuk plastifikasi pada elemen *link* tersebut. Hal tersebut yang menyebabkan sistem EBF mempunyai nilai daktilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan CBF yang lebih mengutamakan pada kekuatan strukturnya.

Terdapat tiga jenis Sistem Rangka Bresing Eksentrik (EBF) yang umumnya digunakan dalam desain yaitu *inverted V-braced*, *diagonal braced*, dan *V-braced*. Masing-masing memiliki elemen *link* yang terletak di antara *joint* pengaku diagonal dengan joint balok-kolom. Pada struktur EBF umumnya elemen bresing diagonal dan balok menerima kombinasi dari beban aksial dan momen lentur. Oleh karena itu, bresing diagonal dan balok harus di desain sebagai balok-kolom (AISC, 2010). Konfigurasi EBF V-terbalik memiliki keuntungan terbaik dibandingkan konfigurasi yang lain. Hal ini karena bentuknya yang simetris dan letak *link* yang tidak terhubung langsung dengan kolom sehingga sendi plastis tidak terjadi di dekat kolom.



Gambar 1. Elemen Link pada EBF



Gambar 2. Konfigurasi EBF

2.2 Link Element

Link merupakan elemen struktur yang direncanakan untuk berperilaku inelastik serta mampu untuk berdeformasi plastis yang besar, karena memikul momen lentur dan geser yang paling besar di antara komponen struktur lainnya. *Link* direncanakan untuk mendisipasi energi saat terjadi gempa kuat. *Link* merupakan elemen balok pendek yang direncanakan mengalami kelelahan lebih awal pada saat bekerjanya beban lateral pada struktur. Pada bagian ini bekerja gaya geser (*shear*) pada kedua ujung *link* dengan besar yang sama dan arah yang berlawanan. Gaya geser yang bekerja tersebut mengakibatkan momen pada kedua ujung *link* dengan besar dan arah yang sama.

3. METODE

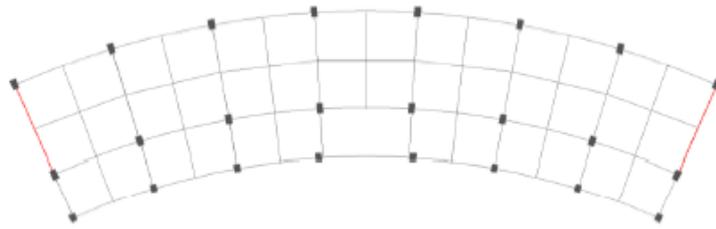
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perhitungan secara manual dan juga menggunakan program bantu struktur. Pada tahap awal dilakukan *preliminary design* gedung CDAST menggunakan struktur baja. Pemodelan dilakukan dua kali, yakni: pemodelan struktur dengan MRF dan struktur dengan EBF. EBF dipasang pada sisi terluar sebelah kanan dan kiri gedung di seluruh lantai dengan panjang *Link* dibuat seragam yakni 0,3 m. Berikut akan ditampilkan data perencanaan penelitian ini.

- Tipe Bangunan : Laboratorium dan Gedung Kuliah Bersama
- Jumlah Lantai : 8 Lantai
- Zona Gempa : Zona 5
- Tinggi per Lantai : 4 meter
- Mutu beton (f_c') : 30 Mpa
- Mutu baja (f_y) : 410 Mpa

Adapaun detail dari dimensi yang digunakan akan ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Profil Balok, Kolom, dan Bresing

Model	Kolom	Balok	Balok Anak	Link	Balok di Luar Link	Bresing
MRF	Penampang 30	WF 600.300.12.17	WF 350.250.9.14			
EBF	Penampang 30	WF 600.300.12.17	WF 350.250.9.14	WF 600.300.12.17	WF 600.300.12.17	HP 10x42

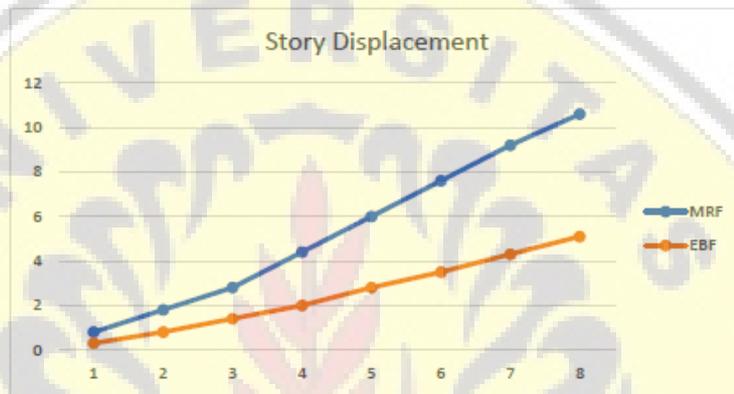


Gambar 3. Posisi Penempatan EBF

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Story Displacement

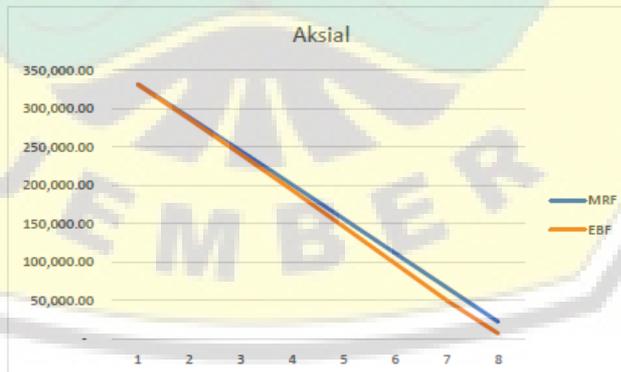
Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa struktur *eccentrically braced frame* memiliki nilai *displacement* lebih kecil dibandingkan dengan struktur *moment resisting frame*, dan jika dikalkulasikan memiliki selisih persentase sebesar 53,24%. Hasil dari *story displacement* ditunjukkan pada gambar 4 berikut ini.



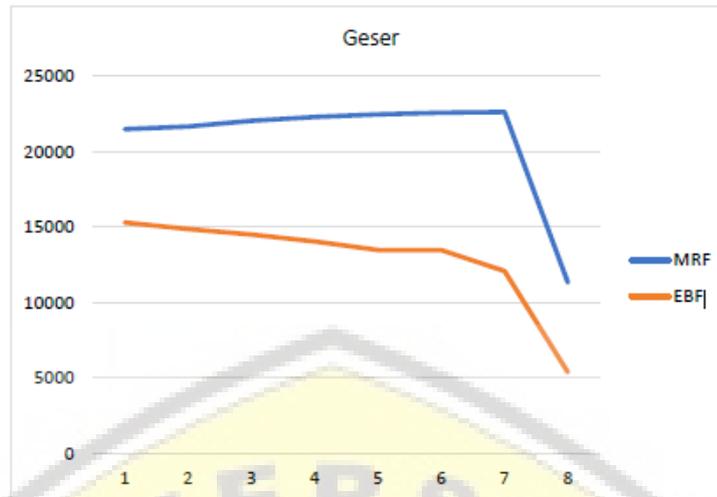
Gambar 4. Nilai Story Displacement MRF dan EBF

4.2 Gaya Dalam

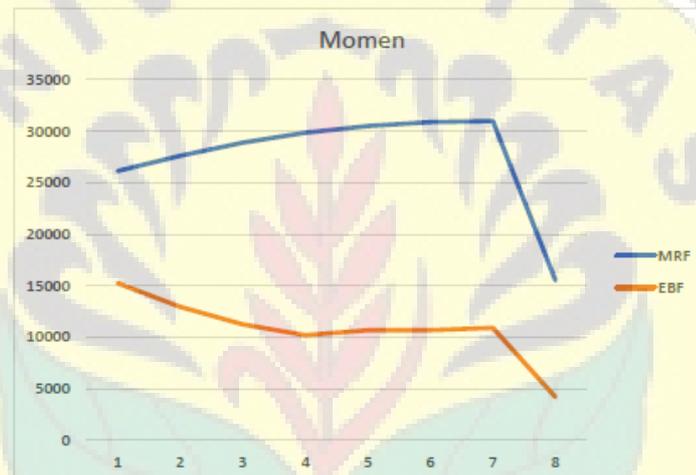
Gaya dalam yang ditinjau disini meliputi gaya aksial, gaya geser dan juga momen. Gaya aksial terbesar terjadi pada kolom, sedangkan untuk momen dan geser terjadi pada balok. Hasil dari perbandingan gaya dalam akan ditunjukkan pada gambar 5 – 7 berikut ini.



Gambar 5. Perbandingan Gaya Aksial pada Kolom MRF dan EBF



Gambar 6. Perbandingan Gaya Geser pada Balok MRF dan EBF



Gambar 7. Perbandingan Momen pada Balok MRF dan EBF

5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Nilai *story displacement* pada EBF lebih kecil dari pada struktur MRF dengan selisih prosentase sebesar 53,24%
2. Hasil analisis gaya dalam (gaya aksial, gaya geser, dan momen) struktur EBF lebih kecil dari pada struktur MRF dengan diperoleh selisih persentase berurut-urut sebesar 4,89%, 38,07% dan 61,01%.
3. Penambahan EBF pada gedung CDAST Universitas Jember memiliki pengaruh yang signifikan dalam menahan beban khususnya beban horizontal.

Sedangkan saran dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan variasi panjang *Link* agar diperoleh gambaran perilaku MRF dan EBF yang lebih jelas
2. Perlu dilakukan penelitian lagi mengenai pengaruh tinggi bangunan pada perilaku MRF dan EBF
3. Perlu diperhitungkan kebutuhan biaya yang diperlukan

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Dwitama, A. (2013). "Analisis Pushover Struktur Rangka Bresing V-Terbalik Eksentrik dengan Panjang Link Bervariasi". *Laporan Penelitian*. Bali: Bukit Jimbaran Campus.
- Rooder, C.W dan Popov, E.P. (1978). "Eccentrically Braced Steel Frames for Earthquake". *Journal Structure Div. AISCE*, 104 (ST7), pp 391-441.

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2013. Gempa Bumi.

<http://josuasilaen.blogspot.co.id/2013/10/gempa-bumi-bmkg.html> [diakses 17 Mei 2016].

Maizuar, Burhanuddin. (2012). "*Studi Komparasi Perilaku Struktur Sistem Rangka Berpengaku Eksentrik Tipe D Terhadap Sistem Rangka Pemikul Momen*". *Teras Jurnal*, Vol 2, No 4.

