

Udayana University Press 2015
ISBN 978-602-294-052-4

Prosiding

SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL

SeNaTS 1

**“APLIKASI DAN PENGEMBANGAN
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN
DALAM BIDANG TEKNIK SIPIL”**



Editor :

Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA

Dr. Ir. I Nyoman Sutarja, MS

Ida Bagus Rai Widiarsa, ST, MASc, PhD

I Gede Adi Susila, ST, MSc, PhD

**INNA GRAND BALI BEACH
Sabtu, 25 April**

2015

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS UDAYANA**

Didukung oleh:



Prosiding

SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL

SeNaTTS 1

**“APLIKASI DAN PENGEMBANGAN
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN
DALAM BIDANG TEKNIK SIPIL”**



Editor :

Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA

Dr. Ir. I Nyoman Sutarja, MS

Ida Bagus Rai Widiarsa, ST, MASc, PhD

I Gede Adi Susila, ST, MSc, PhD

INNA GRAND BALI BEACH
Sabtu, 25 April

2015

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS UDAYANA

Didukung oleh:



ISO 9001 - ISO 14001 - OHSAS 18001

KATA PENGANTAR

Teknologi sebagai produk dari ilmu pengetahuan diciptakan untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Namun dalam aplikasi dan atau pengembangan selanjutnya tidak dapat dipungkiri bahwa ketersediaan sumber daya alam, kondisi lingkungan maupun dampak negatif dari penerapan suatu teknologi sering kurang diperhatikan.

Kondisi ini, sampai tingkat tertentu, dapat mengurangi manfaat yang dituju atau bahkan membahayakan keberlanjutan eksistensi bumi dan kehidupannya. Kesadaran akan hal ini mendorong ilmuwan, rekayasawan maupun praktisi dalam berbagai bidang, termasuk dalam bidang Teknik Sipil yang berhubungan erat dengan industri jasa konstruksi, untuk mengembangkan teknologi ramah lingkungan guna menjamin keberlanjutan bumi dan isinya.

Untuk mendukung perspektif tersebut, pada hari Sabtu, tanggal 25 April 2015, Program Studi Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Udayana menyelenggarakan Seminar Nasional Teknik Sipil (SeNaTS) 1 dengan tema “Aplikasi dan Pengembangan Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Bidang Teknik Sipil” di Inna Grand Bali Beach, Sanur, Bali. Kegiatan sehari ini dimaksudkan sebagai salah satu wadah komunikasi dan tukar informasi bagi ilmuwan, rekayasawan, mahasiswa maupun praktisi yang memiliki perhatian dan atau pengalaman di bidang teknologi ramah lingkungan.

Sebanyak 85 (delapan puluh lima) makalah disampaikan pada kegiatan SeNaTS 1 yang mencakup bidang keahlian: Struktur dan Material, Geoteknik, Manajemen Proyek dan Rekayasa Konstruksi, Transportasi, Sumber Daya Air dan Lingkungan.

Penyelenggaraan kegiatan dibagi menjadi 2 tahap. Tahap pertama, dari pagi hingga siang, merupakan sesi bagi pemaparan makalah dari *Keynote Speaker* sedangkan tahap kedua, dari siang sampai sore, dipergunakan untuk pemaparan dan diskusi untuk pemakalah peserta. Tahap pertama diselenggarakan secara panel di *Agung Room* yang diikuti oleh seluruh peserta dan untuk tahap kedua dilaksanakan secara simultan di *Agung Room*, *Laksamana Room* dan *Wibisana Room* dari Inna Grand Bali Beach untuk masing-masing bidang keahlian.

SeNaTS 1 2015
Sanur - Bali, Sabtu 25 April 2015

SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kepada Ida Sang Hyang Widi Wasa/Tuhan Yang Maha Esa dengan diselenggarakannya Seminar Nasional Teknik Sipil ke-1 (SeNaTS 1) pada hari Sabtu, tanggal 25 April 2015 di Inna Grand Bali Beach, Sanur, Bali. Konferensi ini diselenggarakan oleh Program Studi Program Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Udayana.

Tema pada seminar ini “Aplikasi dan Pengembangan Teknologi Ramah Lingkungan Dalam Bidang Teknik Sipil” dimaksudkan sebagai salah satu wadah komunikasi dan tukar informasi serta pengalaman bagi ilmuwan, rekayasawan, mahasiswa maupun praktisi yang memiliki perhatian dan atau pengalaman di bidang teknologi ramah lingkungan. Dengan demikian kegiatan ini dapat dimanfaatkan bagi mereka untuk mempublikasikan pengalaman maupun hasil-hasil penelitian yang berhubungan dengan teknologi ramah lingkungan dalam bidang teknik sipil dalam arti luas. Topik publikasi mencakup bidang keahlian : Struktur dan Material, Geoteknik, Manajemen Proyek dan Rekayasa Konstruksi, Transportasi, Sumber Daya Air, Lingkungan serta bidang keahlian sipil terkait lainnya.

Diharapkan kegiatan SeNaTS 1 ini menjadi media efektif untuk komunikasi dan tempat bertukarpikiran serta pengalaman antara sesama ilmuwan, rekayasawan, mahasiswa maupun praktisi teknik sipil dari seluruh Indonesia. Dengan demikian dapat memperkaya perkembangan dunia ketekniksipil dan memberikan kontribusi bagi pembangunan nasional yang berkelanjutan.

Semoga acara ini bermanfaat bagi kita semua dan kami mengucapkan terima kasih kepada para pembicara dan pemakalah serta panitia yang telah bekerja keras dalam menyiapkan kegiatan ini sehingga dapat terlaksana dengan baik. Terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh peserta serta sponsor yang telah berpartisipasi dan mendukung penyelenggaraan SeNaTS 1 ini.

Sampai berjumpa lagi pada pertemuan yang akan datang.

Denpasar, April 2015

Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA
Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil
Program Pascasarjana, Universitas Udayana

SeNaTS 1 2015
Sanur - Bali, Sabtu 25 April 2015

KOMITE ILMIAH

Prof. Ir. Arun al-Rasyid Lubis, MSc, PhD (ITB)
Prof. Indrasurya Budisatria Mochtar, MSc, PhD (ITS)
Ir. Akhmad Suraji, MT, PhD (Unand)
Ir. Ari Sandhyavitri, MSc, PhD (Unri)
Prof. Dr. Ir. I Made Alit Karyawan Salain, DEA (Unud)
Prof. Ir. I Nyoman Norken, SU, PhD (Unud)
Prof. Ir. I Wayan Redana, MAsc, PhD (Unud)
Prof. Ir. I Nyoman Arya Thanaya, ME, PhD (Unud)
Ir. Made Sukrawa, MSCE, PhD (Unud)
I Ketut Sudarsana, ST, PhD (Unud)
Ir. I Gusti Bagus Sila Dharma, MT, PhD (Unud)
Dr. Ir. I Gusti Agung Adnyana Putera, DEA (Unud)
Putu Alit Suthanaya, ST, MEngSc, PhD (Unud)
Dr. Ir. I Wayan Suweda, MSP, MPhil (Unud)
Dr. Eng. Ni Nyoman Pujianiki, ST MT, MEng (Unud)
Ir. Nyoman Martha Jaya, MConstMgt, PhD, GCinstCES (Unud)
Kadek Diana Harmayani, ST, MT, PhD (Unud)
Dr. Ir. Dewa Ketut Sudarsana, MT (Unud)
I Gede Adi Susila, ST, MSc, PhD (Unud)

SeNaTS 1 2015
Sanur - Bali, Sabtu 25 April 2015

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
SAMBUTAN	iii
KOMITE ILMIAH	v
DAFTAR ISI	vii
KEYNOTE SPEAKER	
STRATEGI PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI BETON YANG <i>SUSTAINABLE</i>	KS-1
BIDANG STRUKTUR DAN MATERIAL	
KUAT LEKAT TULANGAN BAMBU APUS DENGAN PENAMBAHAN PIN PADA MUTU BETON K-175	SM-1
APLIKASI ARTIFICIAL NEURAL NETWORK SEBAGAI METODE NUMERIK UNTUK PREDIKSI KAPASITAS GESER BALOK BETON BERTULANG	SM-7
PENGARUH PERENDAMAN TERHADAP POLA KERUSAKAN SIRAP BAMBU SEBAGAI PENUTUP ATAP ANGKUL-ANGKUL DI DESA ADAT PENGLIPURAN	SM-15
PERILAKU SAMBUNGAN TIPE FRIKSI DENGAN VARIASI GAYA PENGENCANGAN AKIBAT PERBEDAAN METODE PELAKSANAAN	SM-23
PROPERTI MATERIAL DAN DAKTILITAS BETON PRATEKAN PARSIAL HASIL UJI EKSPERIMENTAL	SM-31
PENGARUH KUAT TEKAN DAN KOMPOSISI BAHAN BETON DENGAN SUBSTITUSI LIMBAH BETON BANGUNAN SEBAGAI AGREGAT KASAR	SM-39
KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON RINGAN DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT BATU APUNG SERTA ABU TERBANG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN PORTLAND DAN SUPERPLASTICIZER	SM-45
ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI STRUKTUR BAJA DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DAN SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIK PADA LEVEL KINERJA YANG SAMA	SM-49
IDENTIFIKASI KERUSAKAN DAN METODE PERKUATAN STRUKTUR KANTOR GUBERNUR SUMATRA BARAT	SM-57
ANALISA PERILAKU PARAMETER NON-LINIER BETON TAK TERKEKANG DENGAN PEMBEBANAN TRIAKSIAL MENGGUNAKAN PROGRAM BANTU BERBASIS FINITE ELEMENT	SM-65
KUAT TUMPU BATANG POHON KELAPA LAMINASI (GLUGU LAMINASI): HALF HOLE DAN FULL HOLE	SM-73
KAPASITAS LENTUR DAN DAYA LAYAN BALOK BETON BERTULANGAN BAMBU PETUNG	SM-81
TAHANAN LATERAL KOMPOSIT KAYU KELAPA (GLUGU) LAMINASI-BETON DENGAN VARIASI PANJANG TERTANAM ALAT SAMBUNG (DOWEL)	SM-89
KEMAMPUAN DAKTILITAS BAJA TULANGAN DENGAN MUTU DIATAS 500 MPA UNTUK DISAIN STRUKTUR KOLOM TAHAN GEMPA	SM-97

KEMAMPUAN DAKTILITAS PENAMPANG BALOK MENGGUNAKAN BAJA TULANGAN DENGAN MUTU DIATAS 500 MPa UNTUK DISAIN STRUKTUR TAHAN GEMPA.....	SM-105
PENGGUNAAN AKSELERATOR PADA BETON YANG MENGGUNAKAN PEREKAT BERUPA CAMPURAN SEMEN PORTLAND TIPE I DAN ABU TERBANG.....	SM-113
ANALISIS GEMPA STATIK DAN DINAMIK PADA STRUKTUR BERATURAN DAN TIDAK BERATURAN.....	SM-119
PEMODELAN KEKUATAN AKSIAL KOLOM BETON BUJURSANGKAR DIPERKUAT DENGAN FRP.....	SM-127
PEMANFAATAN ABU DAUN BAMBUI DALAM PEMBUATAN BETON RINGAN PENGUJIAN KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS.....	SM-135
UPAYA PENINGKATAN KUALITAS SIRAP BAMBUI SEBAGAI BAHAN PENUTUP ATAP ANGKUL-ANGKUL DI DESA PANGLIPURAN.....	SM-143
RUMAH SEDERHANA DENGAN SISTEM STRUKTUR BETON BERTULANG BAMBUI PETUNG NUSA PENIDA	SM-151
ANALISA PERKUATAN (<i>RETROFITTING</i>) GEDUNG STKIP ADZKIA PADANG DENGAN MENGGUNAKAN STEEL BRACING	SM-159
EVALUASI BEBAN HANCUR SILINDER BETON MENGGUNAKAN PENDEKATAN ANALISIS DIMENSIONAL METODE RAYLEIGH.....	SM-167
PEMANFAATAN POZZOLAN ALAM SEBAGAI BAHAN PLESTERAN	SM-173
ANALISA <i>DRIFT-BASE FRAGILITY</i> : EVALUASI HASIL EKSPERIMENTAL DAN NUMERIKAL DINDING BATU BATA DAN RANGKA KAYU.....	SM-177
EVALUASI KINERJA STRUKTUR AKIBAT PENGARUH GEMPA (STUDI KASUS GEDUNG D DAN GEDUNG E FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN).....	SM-187

BIDANG GEOTEKNIK

STUDI LABORATORIUM PENGARUH AGGREGAT PADA TANAH DENGAN VARIASI GRADASI BUTIR UNTUK MENINGKATKAN NILAI CBR, KEKUATAN TEKAN DAN PERMEABILITAS TANAH. GT-1	
PROFIL PENURUNAN TANAH PADA TANAH YANG DIKOMPAKSI DI LABORATORIUM	GT-9
ANALISIS PENGARUH RETAK TERHADAP KEKUATAN GESER TANAH PADA PERISTIWA KELONGSORAN TEBING.....	GT-15
PERBANDINGAN MODULUS GESER TANAH LEMPUNG DENGAN PERKUATAN SERAT IJUK DAN SERAT SABUT KELAPA BERDASARKAN METODE HARDIN DAN BLACK	GT-21
KUAT GESER SISA CAMPURAN LEMPUNG DAN PASIR YANG DIPADATKAN	GT-29
TINJAUAN KORELASI NILAI CBR TANAH KAPUR ANTARA UJI CBR LANGSUNG DENGAN UJI DCP	GT-37
PENGARUH PROSES KONSOLIDASI TERHADAP DEFORMASI DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG EMBANKMENT (STUDI KASUS BENDUNG KOSINGGOLAN).....	GT-45
ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER (STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN GERBANG TOL DAN LAJUR TRANSAKSI GERBANG TOL SERANG TIMUR).....	GT-53

BIDANG MANAJEMEN PROYEK DAN REKAYASA KONSTRUKSI

PERAN UNDANG-UNDANG KEINSINYURAN 2014 DALAM MENDORONG TENAGA AHLI KONSTRUKSI BERWAWASAN TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN	MK-1
KONSTRUKSI JALAN HIJAU (<i>GREEN ROAD CONSTRUCTION</i>) PROSPEK PENERAPAN KONSTRUKSI JALAN HIJAU DI INDONESIA.....	MK-7
<i>COST MODEL</i> ESTIMASI KONSEPTUAL UNTUK BANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT.....	MK-15
ANALISIS PENGGUNAAN SISTEM PENUTUP ATAP METAL, BITUMEN, DAN UPVC DITINJAU DARI TATA LAKSANA DAN BIAYA	MK-25
FAKTOR PENGENDALI DAN PERLUASAN SENTRA BISNIS BERBASIS BANGUNAN HIJAU DI SURABAYA	MK-33
IDENTIFIKASI FAKTOR KINERJA BIAYA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG	MK-41
STUDI PERANCANGAN PRODUKSI PAPAN BUBUTMEN	MK-49
IDENTIFIKASI DAN ANALISIS RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN BERTINGKAT TINGGI.....	MK-55
ANALISIS IDENTIFIKASI <i>CRITICAL SUCCESS FACTORS</i> (CSFs) TERHADAP MANAJEMEN BIAYA PADA PROYEK KONSTRUKSI.....	MK-65
EVALUASI IMPLEMENTASI ASPEK KESELAMATAN DI ZONA KERJA (<i>WORK ZONE</i>) PADA PELAKSANAAN PENINGKATAN JALAN NASIONAL DI PROVINSI BALI.....	MK-75
FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENGHUNI DALAM MEMILIH RUMAH PADA PERUMAHAN DI KAWASAN MANGUPURA.....	MK-81
MANAJEMEN RISIKO PADA PROYEK GEDUNG HOTEL YANG SEDANG BEROPERASI.....	MK-89
FAKTOR-FAKTOR MOTIVASI KERJA PADA PEKERJA KONSTRUKSI	MK-97
KARAKTERISTIK MANAJER PROYEK TERHADAP KINERJA KONSTRUKSI GEDUNG DI KABUPATEN BADUNG	MK-105
ANALISIS PERBANDINGAN HARGA SATUAN DAN TITIK IMPAS PEKERJAAN BEKISTING KOLOM SISTEM KONVENSIIONAL DENGAN SISTEM PERI DALAM PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG.....	MK-115
ANALISIS KEUNTUNGAN KONTRAKTOR AKIBAT VARIASI SISTEM PEMBAYARAN DAN JADWAL PELAKSANAAN PADA PROYEK KONSTRUKSI	MK-123

BIDANG TRANSPORTASI

EVALUASI TERHADAP PENURUNAN KINERJA PELABUHAN LAUT CELUKAN BAWANG BULELENG	TRANS-1
APLIKASI TEKNOLOGI SOFTWARE <i>SIDRA INTERSECTION 5.1</i> DAN <i>SOFTWARE</i> KAJI DALAM PENENTUAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL PERKOTAAN	TRANS-9
KAJIAN PEMANFAATAN SIRTU BUMELA SEBAGAI MATERIAL LAPIS PONDASI BAWAH DITINJAU DARI SPESIFIKASI UMUM 2007 DAN 2010.....	TRANS-19
PENGEMBANGAN PELAYANAN ANGKUTAN UMUM MASAL (BRT) BERBASIS SISTEM TRANSYT MENGGUNAKAN METODE <i>LOW COST INVESTMENT</i> (ANGKUTAN TRANS MATARAM METRO)	TRANS-25

ANALISIS KAPASITAS LINGKUNGAN JALAN SEBAGAI PENDUKUNG ANALISIS DAMPAK LALU LINTAS (ANDALALIN) PEMBANGUNAN HOTEL GOLDEN TULIP MATARAM	TRANS-35
APLIKASI TEKNOLOGI GIS DALAM MENENTUKAN BENTUK PENANGANAN JALAN BERDASARKAN PARAMETER PENANGANAN JALAN	TRANS-43
EVALUASI PEMBANGUNAN JALAN CISALATRI BANDUNG	TRANS-51
PENINGKATAN STABILITAS CAMPURAN ASPAL EMULSI DINGIN (CAED) DENGAN BAHAN DARI AGREGAT HASIL GARUKAN ASPAL LAMA DENGAN DAN TANPA SEMEN.....	TRANS-59
ANALISA KELAYAKAN DIMENSI <i>RUNWAY</i> , <i>TAXIWAY</i> , DAN <i>APRON</i>	TRANS-67
PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM PENGAWASAN SARANA PRASARANA JALAN TAMAN KONSERVASI LAUT OLELE KABUPATEN BONE BOLANGO PROVINSI GORONTALO	TRANS-75
MODEL PERPINDAHAN MODA KE BUS KOTA DI KOTA BANDA ACEH.....	TRANS-83
PENGARUH TEMPERATUR PERMUKAAN LAPIS PERTAMA <i>OVERLAY</i> TERHADAP DAYA REKAT <i>OVERLAY</i> GANDA TANPA <i>TACK COAT</i>	TRANS-91
KAJIAN FINANSIAL DAN DAMPAK PENGOPERASIAN ANGKUTAN UMUM MASSAL TRANS SARBAGITA KORIDOR I DI PROVINSI BALI	TRANS-101

BIDANG SUMBER DAYA AIR

PENGARUH PEMOMPAAN SUMUR BOR TERHADAP PERUBAHAN MUKA AIR TANAH.....	HIDRO-1
IMPLEMENTASI <i>INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT</i> (IWRM) DI INDONESIA	HIDRO-9
PEWILAYAHAN POTENSI AIR TANAH UNTUK IRIGASI BERDASARKAN TRANSMISIVITAS AKUIFER DI KABUPATEN JOMBANG	HIDRO-17
KAJIAN KERUSAKAN PANTAI AMPENAN DI KOTA MATARAM	HIDRO-25
SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM DI KOTA DENPASAR	HIDRO-33
DESAIN PENAMPANG SALURAN DRAINASE JALAN RAYA DENGAN KONSEP EKO HIDRAULIK PADA JALAN A.YANI KOTA MARTAPURA	HIDRO-41
ANALISIS NERACA AIR BERBASIS DAERAH ALIRAN SUNGAI SEBAGAI INDIKATOR KETERPADUAN PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR (KASUS DAS JANGKOK WS LOMBOK).....	HIDRO-47
TINJAUAN HIDRODINAMIKA 1D METODE MAC CORMACK MENGENAI KARAKTERISTIK PASANG SURUT UNIT TERANTANG DI KALIMANTAN SELATAN.....	HIDRO-55
PERMASALAHAN SEMPADAN SUNGAI DI SUNGAI KUALA KAPUAS, KALIMANTAN SELATAN.....	HIDRO-63
PENERAPAN SUMUR RESAPAN DALAM MEREDUKSI BEBAN ALIRAN LIMPASAN PERMUKAAN SUB DAS CIUJUNG SEBAGAI UPAYA PENGELOLAAN BANJIR.....	HIDRO-69
ANALISA PERBANDINGAN PERENCANAAN SUMUR RESAPAN SISTEM KOMUNAL DAN KOLAM RETENSI SEBAGAI UPAYA KONSERVASI AIR TANAH DI PERUMAHAN VILLA MUTIARA CIUJUNG.....	HIDRO-77
PEMISAHAN ALIRAN DASAR MENGGUNAKAN MODEL TANGKI.....	HIDRO-83
STUDI PEMENUHAN AIR BAKU DI KABUPATEN SIGI, SULAWESI TENGAH	HIDRO-89

PEMANFAATAN SUMBER DAYA AIR DAS PENET SEBAGAI AIR IRIGASI DAN AIR BAKU PDAM.....	HIDRO-97
PEMANFAATAN TEKNOLOGI <i>REMOTE SENSING</i> DALAM MEMANTAU KERUSAKAN LINGKUNGAN DI KOTA GORONTALO	HIDRO-107
MODEL NUMERIK : INTERAKSI <i>RUN UP</i> GELOMBANG TSUNAMI DENGAN DINDING LAUT.....	HIDRO-115
VISUALISASI POTENSI GENANGAN BANJIR DI SUNGAI LAMBIDARO MELALUI PENELUSURAN ALIRAN MENGGUNAKAN HEC-RAS (STUDI PENDAHULUAN PENGENDALIAN BANJIR BERWAWASAN LINGKUNGAN).....	HIDRO-123

BIDANG LINGKUNGAN

PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM PADI DAN FLY ASH MENJADI BAHAN BANGUNAN UNTUK MENGURANGI DAMPAK LINGKUNGAN.....	LK-1
PEMANFAATAN PLAT CETAK BEKAS SEBAGAI PELAPIS PADA ATAP RUMAH	LK-9
PEMANFAATAN SAMPAH SEBAGAI CAMPURAN BATU ALAM DAN APLIKASINYA	LK-15
ANALISIS <i>SICK BUILDING SYNDROME</i> PADA GEDUNG KANTOR (STUDI KASUS PADA GEDUNG SATKER PELAKSANAAN JALAN NASIONAL WILAYAH II PROVINSI BALI - BALAI PELAKSANAAN JALAN NASIONAL VIII DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA , JALAN AHMAD YANI NO 90 DENPASAR).....	LK-23

Prosiding
SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL
SeNaTTS 1

**“APLIKASI DAN PENGEMBANGAN
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN
DALAM BIDANG TEKNIK SIPIL”**



STRUKTUR DAN MATERIAL
(SM)

INNA GRAND BALI BEACH
Sabtu, 25 April

2015

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS UDAYANA

EVALUASI KINERJA STRUKTUR AKIBAT PENGARUH GEMPA (STUDI KASUS GEDUNG D DAN GEDUNG E FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN)

Yanuar Haryanto¹ dan Gathot Heri Soedibyo¹

¹*Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman
Email: yanuar_haryanto@yahoo.com*

ABSTRAK

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Salah satu penyebab banyaknya kerugian yang timbul akibat runtuhnya bangunan yang disebabkan oleh gempa bumi adalah kurangnya perhatian terhadap perencanaan struktur tahan gempa. Kajian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi kinerja struktur akibat pengaruh gempa terhadap Gedung D dan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman yang masing-masing berfungsi sebagai laboratorium dan ruang kuliah. Kajian yang dilakukan meliputi analisis statik linier, analisis dinamik linier, dan analisis beban dorong (*pushover*). Berdasarkan analisis statik linier diperoleh gaya geser dasar struktur untuk Gedung D sebesar 1909,65 KN dengan simpangan tingkat maksimum yang terjadi pada arah X sebesar 0,039 m dan arah Y sebesar 0,054 m sedangkan gaya geser dasar struktur untuk Gedung E diperoleh sebesar 1900,210 KN dengan simpangan tingkat maksimum yang terjadi pada arah X sebesar 0,036 m dan pada arah Y sebesar 0,046 m. Berdasarkan analisis dinamik linier diperoleh simpangan tingkat maksimum untuk Gedung D pada arah X sebesar 0,014 m dan arah Y sebesar 0,049 m sedangkan pada Gedung E simpangan tingkat maksimum yang terjadi pada arah X sebesar 0,012 m dan arah Y sebesar 0,042 m. Berdasarkan analisis beban dorong (*pushover*) diperoleh *story drift* struktur sebesar 0,48% untuk gedung D dan 0,56% untuk Gedung E dimana nilai tersebut kurang dari 1% sehingga gedung D dan gedung E dapat dikategorikan memiliki taraf kinerja *Immediate Occupancy*.

Kata kunci: *dinamik linier, evaluasi, gedung, gempa, kinerja struktur, pushover, statik linier*

1. PENDAHULUAN

Secara geologis Indonesia dikelilingi banyak gunung api yang masih aktif serta diapit oleh tiga lempeng tektonik, yaitu: Lempeng Asia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Hal tersebut membuat keaktifan gempa bumi di Indonesia sangat tinggi, rata-rata setiap bulannya tercatat 400 kali terjadi gempa bumi dengan skala beragam. Dalam periode 1991 sampai dengan 2007, tercatat 24 kali gempa bumi besar yang terjadi di Indonesia, antara lain: gempa bumi yang diikuti tsunami di Aceh yang terjadi pada 26 Desember 2004 dengan kekuatan 9.3 SR yang menimbulkan ratusan ribu korban jiwa dan menimbulkan kerugian harta benda trilyunan rupiah, serta gempa bumi yang terjadi di Yogyakarta 26 Mei 2006 yang mengakibatkan kerusakan infrastruktur yang sangat parah (Anonim, 2014). Oleh karena itu, dengan kondisi geologis Indonesia sebagai Negara yang memiliki potensi besar terhadap resiko gempa, diperlukan adanya penerapan desain bangunan tahan gempa untuk meminimalisir kerugian yang mungkin terjadi.

Tingkat resiko gempa ditentukan oleh dua faktor utama yaitu besarnya tingkat ancaman (*hazard*) dan besarnya tingkat kerentanan (*vulnerability*). Besarnya tingkat ancaman tidak dapat dikurangi karena merupakan fenomena alam. Dengan demikian tingkat resiko gempa hanya dapat dikurangi dengan memperkecil tingkat kerentanan. Pemahaman tingkat kerentanan dan tindakan nyata untuk mengurangi resiko pada bangunan sampai saat ini masih sangat perlu ditingkatkan karena banyaknya kerusakan konstruksi saat terjadi gempa. Tindakan memperkecil resiko gempa dalam bidang konstruksi bisa dilakukan baik untuk perencanaan bangunan yang baru maupun bangunan yang telah berdiri sebelumnya. Untuk bangunan yang telah ada secara umum dapat dibagi dalam dua tindakan nyata yaitu pelaksanaan evaluasi bangunan dan tindakan pengurangan terhadap kerentanannya (Satyarno, 2010).

Bangunan pada daerah rawan gempa harus direncanakan mampu bertahan terhadap gempa. Tren perencanaan yang terkini yaitu *performance based seismic design*, yang memanfaatkan teknik analisis non-linier berbasis

komputer untuk menganalisis perilaku inelastis struktur dari berbagai macam intensitas gerakan tanah (gempa), memungkinkan dapat diketahuinya kinerja struktur pada kondisi kritis. Perencanaan tahan gempa berbasis kinerja (*performance-based seismic design*) merupakan proses yang dapat digunakan untuk perencanaan bangunan baru maupun perkuatan (*upgrade*) bangunan yang sudah ada, dengan pemahaman yang realistis terhadap resiko keselamatan (*life*), kesiapanpakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang mungkin terjadi akibat gempa yang akan datang (Dewabroto, 2006).

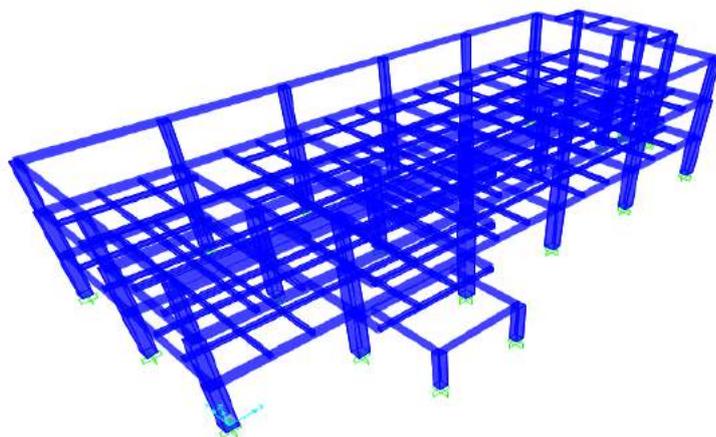
Aritonang (2010) mengemukakan bahwa berdasarkan FEMA 154 (2002) evaluasi gempa tahap awal dilakukan dengan *Rapid Visual Screening*, kemudian dilanjutkan dengan evaluasi lebih rinci berdasarkan FEMA 310 (1998). Terdapat tiga tahap evaluasi pada FEMA 310, yaitu tahap *screening* (tahap 1), tahap evaluasi (tahap 2) dan tahap evaluasi lebih rinci (tahap 3). Pada struktur tahan gempa terdapat kriteria-kriteria yang menjadi dasar analisis mengenai taraf kinerja struktur meliputi: *Immediate Occupancy (IO)*, bila gempa terjadi, struktur mampu menahan gempa tersebut, struktur tidak mengalami kerusakan struktural dan tidak mengalami kerusakan non struktural. Sehingga dapat langsung dipakai; *Life Safety (LS)*, Bila gempa terjadi, struktur mampu menahan gempa. Dampak yang terjadi adalah sedikit kerusakan struktural tetapi manusia yang tinggal/berada pada bangunan tersebut terjaga keselamatannya dari gempa bumi; *Collapse Pervention (CP)*, Bila gempa terjadi, struktur mengalami kerusakan struktural yang sangat berat, akan tetapi struktur belum runtuh.

Haryanto, dkk (2014) pada kajian sebelumnya mengenai evaluasi kerentanan bangunan akibat pengaruh gempa menyimpulkan bahwa Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman memiliki skor akhir +3,1 sedangkan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman memiliki skor akhir sebesar +1,1. Terdapat pernyataan *Not Compliant (NC)* pada pemeriksaan struktural dan nonstruktural Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman, sehingga evaluasi detail yang lebih lanjut direkomendasikan untuk dilaksanakan pada gedung tersebut. Sebagai tindak lanjut, pada kajian ini dilakukan evaluasi kinerja struktur terhadap Gedung D dan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman yang masing-masing berfungsi sebagai laboratorium dan ruang kuliah. Kajian yang dilakukan meliputi analisis statik linier, analisis dinamik linier, dan analisis beban dorong (*pushover*).

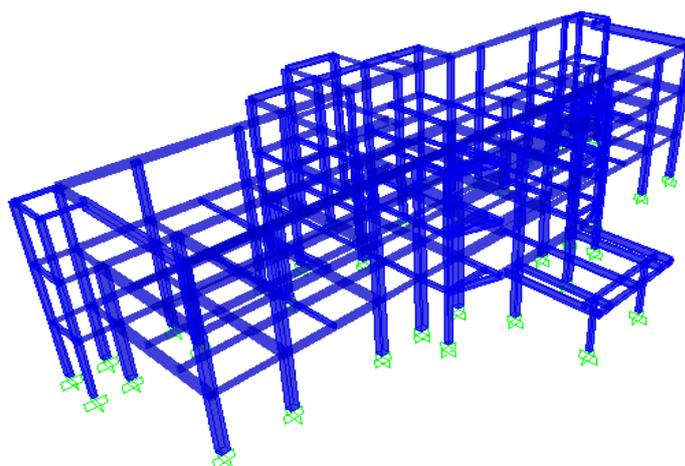
2. METODE

Objek Kajian

Objek analisis pada kajian ini adalah Gedung D dan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman. Pemodelan struktur Gedung D dan dan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Pemodelan struktur Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Sordirman



Gambar 2. Pemodelan struktur Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman

Data Kajian

Data yang digunakan pada kajian ini adalah meliputi:

- 1) Data tanah pada kampus Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman.
- 2) Data struktur Gedung D dan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman.

Tahapan Kajian

Kajian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Analisis Statik Linier
Analisis statik linear dilakukan dengan menggunakan analisis beban statik ekuivalen. Analisis dilakukan pada Model Tanpa Dinding (MTD). Beban geser dasar nominal statik ekuivalen V kemudian dibagikan ke sepanjang struktur bangunan menjadi beban gempa nominal statik ekuivalen (F_i) melalui kolom pada setiap lantai.
- 2) Analisis Dinamik Linier
 - a) Menentukan beban gempa dinamik
Pada analisis dinamik linear ini, beban gempa dinamik yang digunakan adalah beban gempa Respon Spektrum berdasarkan SNI 1726-2012 dengan menyesuaikan tipe tanah dan klasifikasi wilayah pada peta gempa dengan probabilitas 10% dalam 50 tahun untuk wilayah Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman, Blater, Purbalingga. pembebanan gempa pada arah utama harus dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa dalam arah tegak lurus pada arah utama, tetapi dengan efektifitas hanya 30%. Pada pemodelan SAP 2000, ketentuan ini dapat didefinisikan pada *scale factor* untuk setiap arah pembebanan.
 - b) Pendefinisian massa
Pada analisis dinamik linier gaya gempa yang terjadi berdasarkan hasil dari spektrum respon yang dianalisis oleh SAP 2000. Massa struktur didefinisikan sebagai 100% beban mati dan 30% beban hidup yang bekerja. Sumber massa struktur dalam permodelan struktur tersebut didefinisikan melalui opsi *From Element and Additional Masses and Loads*. Hal ini karena semua elemen struktur yang tergambar pada model telah memiliki massa sesuai dengan yang didefinisikan pada properti material struktur, ditambah massa tambahan dan massa dari pembebanan yang diberikan.
 - c) Simulasi arah pembebanan gempa
Pengaruh pembebanan gempa dalam permodelan SAP 2000 diberikan dalam 3 arah pembebanan, yaitu pada arah 0° (arah sumbu X), 45° (arah diagonal struktur gedung) dan 90° (arah sumbu Y). Pembebanan gempa pada arah utama pembebanan adalah efektif 100%, sedangkan arah pembebanan gempa dalam arah tegak lurus pada arah utama dianggap efektifitas hanya 30%. Ketentuan ini dipenuhi pada permodelan SAP 2000 melalui pendefinisian *scale factor* untuk setiap arah pembebanan.
- 3) Analisis *Pushover*
Pranata (2006) mengemukakan bahwa analisis *pushover* atau analisis beban statik dorong adalah suatu analisis statik non linier dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur bangunan gedung dianggap sebagai beban-beban statik yang menangkap pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya

ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelepasan (sendi plastis) pertama di dalam struktur bangunan gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk pasca-elastis yang besar sampai mencapai kondisi plastis. Pada kajian ini, analisis *pushover* dilakukan dengan bantuan program SAP 2000 dengan prosedur sebagai berikut:

- a) Pendefinisian sendi plastis
Property sendi plastis pada setiap elemen balok dan kolom didefinisikan pada program SAP 2000 secara otomatis dengan menu *auto assignment data* berdasarkan FEMA 356. Panjang sendi plastis pada elemen balok dan kolom ditentukan sebesar dua kali tinggi penampang masing-masing elemen tersebut. Program SAP 2000 secara otomatis melakukan analisis untuk menentukan level kriteria sendi plastis yang terjadi pada elemen-elemen struktur. Pada balok, sendi plastis terletak pada tiap ujung tumpuan balok sedangkan untuk kolom sendi plastis terletak pada pangkal kolom.
- b) Penentuan beban dorong lateral
 Beban dorong lateral ditentukan dari beban gempa nominal statik ekuivalen (F_i). Beban dorong lateral pada setiap lantai adalah sama untuk arah-arah utama.
- c) Pendefinisian kasus analisis
 Analisis *pushover* dilakukan dengan memberikan beban dorong lateral tersebut yang diperoleh dari beban gempa nominal statik ekuivalen. Analisis *pushover* dilakukan dalam dua tahap pembebanan, yaitu:
 - (1) Tahap pertama struktur gedung dibebani oleh beban gravitasi yang diberi nama GRAV, yaitu kombinasi beban mati dan beban hidup. Pada tahap ini sudah diperhitungkan kondisi nonlinier.
 - (2) Tahap kedua analisis dilanjutkan dengan memberikan pola beban dorong lateral struktur pada arah Y yang merupakan arah utama pembebanan gempa. Pola beban dorong tersebut diberi nama *PUSH Y*. *PUSH Y* diberikan secara *monotonic* dan secara otomatis dilakukan oleh program SAP 2000.
 - (3) Tahap ketiga analisis parameter spektrum respons. Kinerja struktur (*structural performance*) ditentukan dari dua parameter, yaitu kapasitas struktur dan *seismic demand*, dimana *demand* tergantung pada spektrum respon gempa yang didefinisikan. Dalam hal ini, pendefinisian parameter spektrum respon gempa rencana ditentukan berdasarkan SNI 1726-2012.

3. HASIL DAN PEMBAHASAAN

Analisis Statik Linier

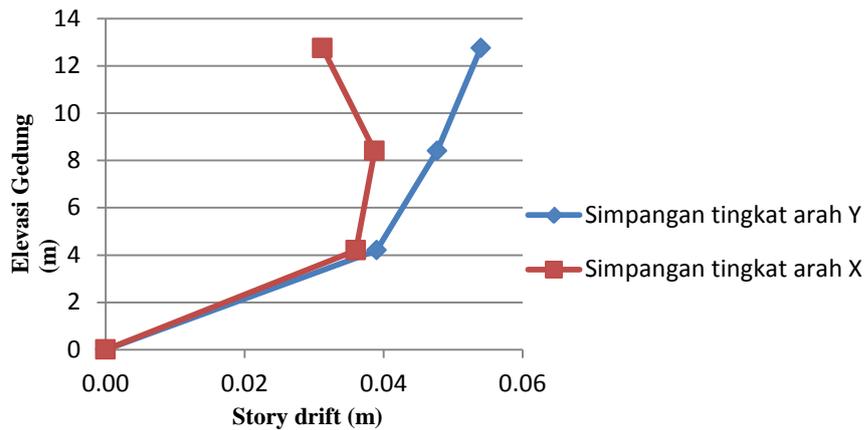
Berdasarkan analisis statik linier diperoleh gaya geser dasar struktur untuk Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman sebesar 1909,65 KN dan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman sebesar 1900,210 KN dengan distribusi beban gempa disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Dari hasil analisis berdasarkan gaya gempa yang bekerja didapat nilai simpangan tingkat maksimum untuk Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman pada arah X sebesar 0,039 m dan arah Y sebesar 0,054 m. Simpangan tingkat maksimum untuk Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman pada arah X sebesar 0,036 m dan arah Y sebesar 0,046 m yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Tabel 1. Beban gempa nominal statik ekuivalen arah X (F_{ix})

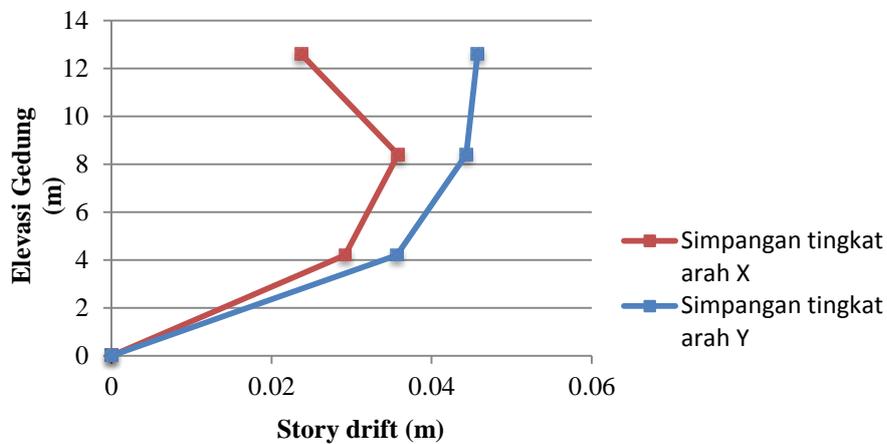
Lantai i	Elevasi Lantai dari dasar (H_x)		Berat Lantai (W_x)		F_{ix} (KN)	
	Gedung D	Gedung E	Gedung D	Gedung E	Gedung D	Gedung E
2	4.2	4.2	6746,292	1641,13	533,44	457,173
3	8.4	8.4	6508,742	6952,10	1013,18	900,815
Atap	12.6	12.75	2580,052	7320,53	363,03	542,222

Tabel 2. Beban gempa nominal statik ekuivalen arah Y (F_{iy})

Lantai i	Elevasi Lantai dari dasar (H_x)		Berat Lantai (W_x)		F_{iy} (KN)	
	Gedung D	Gedung E	Gedung D	Gedung E	Gedung D	Gedung E
2	4.2	4.2	6746,292	1641,13	533,44	446,467
3	8.4	8.4	6508,742	6952,10	1013,18	902,409
Atap	12.6	12.75	2580,052	7320,53	363,03	551,334



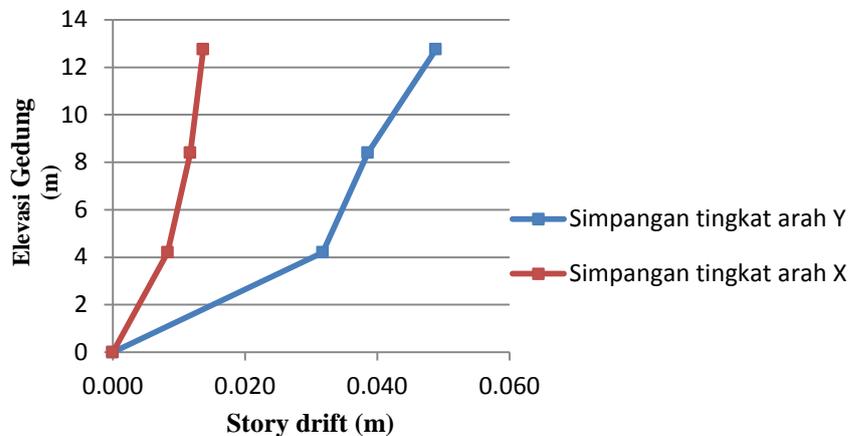
Gambar 3. Simpangan tingkat arah X dan Y Gedung D akibat beban statik ekuivalen



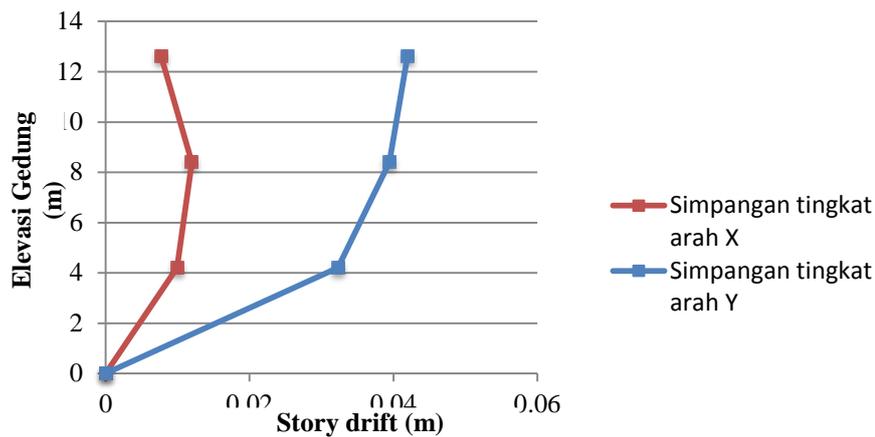
Gambar 4. Simpangan tingkat arah X dan Y Gedung E akibat beban statik ekuivalen

Analisis Dinamik Linier

Berdasarkan hasil analisis dinamik linier diperoleh simpangan tingkat maksimum untuk Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman pada arah X sebesar 0,014 dan arah Y sebesar 0,049 m. Simpangan tingkat maksimum yang terjadi untuk Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman pada arah X sebesar 0,012 m dan arah Y sebesar 0,042 m. Simpangan tingkat yang terjadi berdasarkan analisis dinamik linier untuk Gedung D dan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



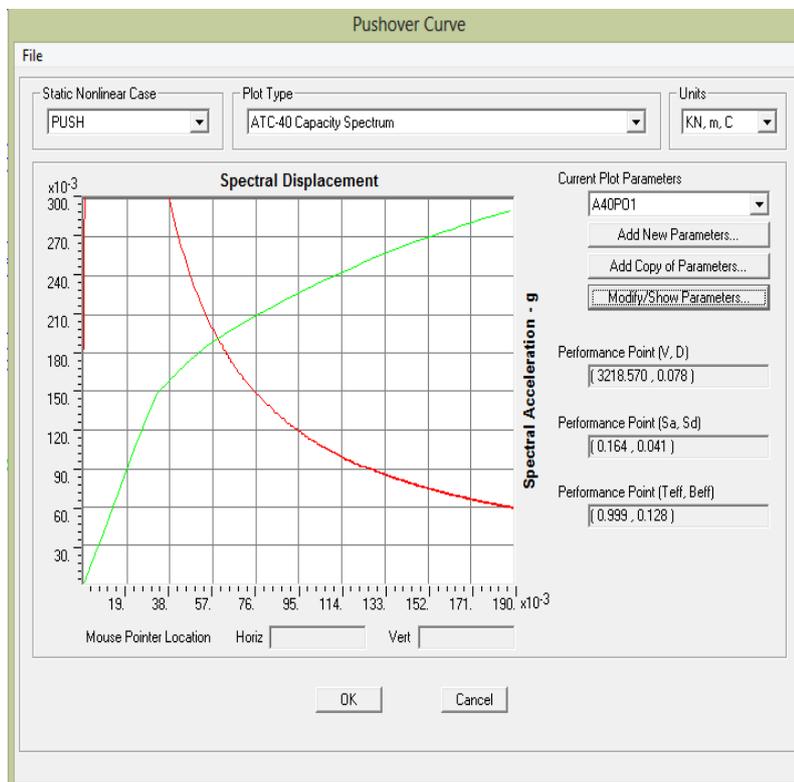
Gambar 5. Simpangan tingkat arah X dan Y Gedung D akibat beban respon spektrum



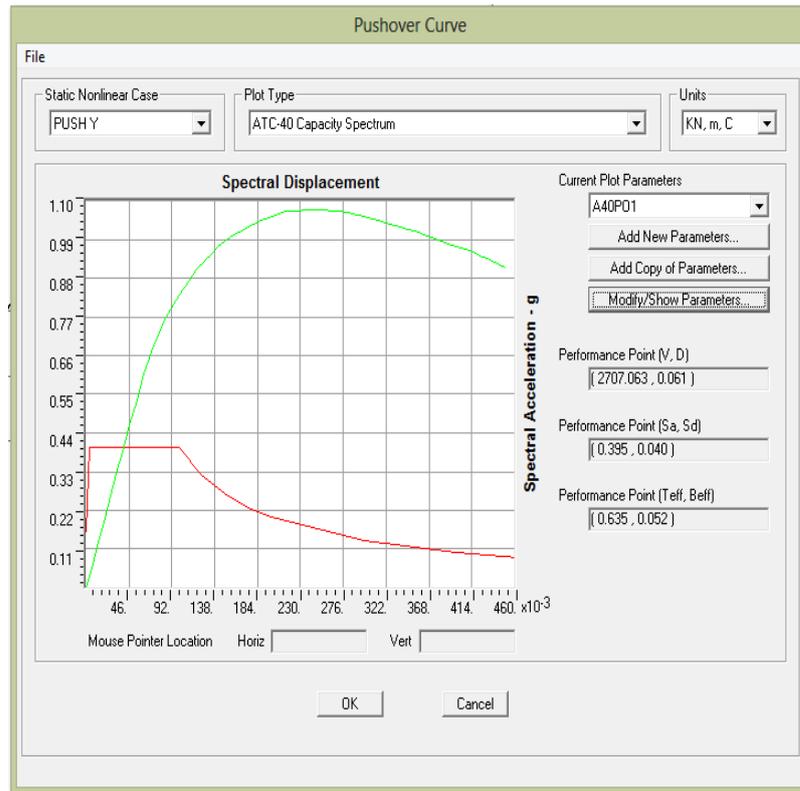
Gambar 6. Simpangan tingkat arah X dan Y Gedung E akibat beban respon spektrum

Analisis Pushover

Berdasarkan analisis *pushover* diperoleh *performance point* dengan nilai geser dasar (V) untuk Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman sebesar 3218,57 KN dan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman sebesar 2707,256 KN. Nilai *displacement* (D) pada Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman sebesar 0,078 m dan gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman sebesar 0,061 m. Nilai S_a dan S_d berturut-turut diperoleh untuk gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman sebesar 0,164 dan 0,041 sedangkan untuk Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman sebesar 0,395 dan 0,04. Waktu getar alami efektif (T_{eff}) untuk Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman adalah sebesar 0,999 detik dan untuk Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman adalah sebesar 0,635 detik. Redaman *viscous* efektif yang diperoleh adalah sebesar 0,128 untuk Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman dan 0,052 untuk Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman. Hasil analisis *pushover* untuk Gedung D dan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. *Performance Point* Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman



Gambar 8. *Performance Point* Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman

Daktilitas struktur diperoleh dengan membandingkan nilai *displacement ultimate* dengan *displacement yield* dimana *displacement yield* ditentukan pada saat pertama kali elemen pada struktur mengalami sendi plastis dan nilai *displacement ultimate* ditentukan saat pertama kali elemen pada struktur mengalami *collapse*. Pada Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman *displacement yield* yang terjadi adalah sebesar 0,037 m dan *displacement ultimate* yang terjadi adalah sebesar 0,187 m sehingga Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman memiliki daktilitas struktur sebesar 5,054. Pada Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman *displacement yield* yang terjadi adalah sebesar 0,036 m dan *displacement ultimate* terjadi adalah sebesar 0,206 m sehingga Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman memiliki daktilitas struktur sebesar 5,722. Nilai *structural drift ratio* untuk Gedung D dan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman masing-masing adalah sebesar 0,56% dan 0,48%. Dikarenakan *structural drift ratio* kurang dari 1 %, maka dapat disimpulkan Gedung D dan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman termasuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy*.

4. KESIMPULAN

- 1) Simpangan tingkat maksimum yang terjadi berdasarkan analisis statik linier untuk Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman pada arah X dan arah Y masing-masing sebesar 0,039 m dan 0,054 m sedangkan untuk Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman pada arah X dan arah Y masing-masing sebesar 0,036 m dan 0,046 m.
- 2) Simpangan tingkat maksimum yang terjadi berdasarkan analisis dinamik linier untuk Gedung D Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman pada arah X dan arah Y masing-masing sebesar 0,014 m dan 0,049 m sedangkan untuk Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman pada arah X dan arah Y masing-masing sebesar 0,012 m dan 0,042 m.
- 3) Simpangan tingkat pada *performance point* dari hasil analisis *pushover* untuk Gedung D dan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman masing-masing adalah sebesar 0,078 m dan 0,061 m.
- 4) Daktilitas struktur untuk Gedung D dan Gedung E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman masing-masing adalah sebesar 5,054 dan 5,772.
- 5) Gedung D dan E Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman memiliki nilai *structural drift ratio* kurang dari 1 % sehingga termasuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2014). *Potensi gempa di Indonesia*. Bandung: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. http://www.Bmkg.go.Id/bmkg_pusat/Gempabumi_-_Tsunami/Gempabumi.bmkg (diakses 10 Juli 2014).
- Aritonang, T. S. M. (2010). *Evaluasi Kinerja Gedung Instalasi Rawat Darurat RSUP dr. Sardjito Yogyakarta Terhadap Pengaruh Gempa*. Tesis tidak diterbitkan. Program Pascasarjana Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Dewabroto, W. (2006). *Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan gempa dengan Analisa Pushover*. Penerbit Universitas Pelita Harapan, Jakarta.
- Pranata, Y. A. (2006). *Studi Perencanaan Berbasis Kinerja pada Rangka Beton Bertulang dengan Metode Direct Displacement-Based Design*. Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- Satyarno, I. (2010). *Evaluasi Dan Tindakan Pengurangan Kerentanan Bangunan Dalam Rangka Mitigasi Bencana Gempa*. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Haryanto, Y., Wariyatno, N. G. dan Yulianita, P.E. (2014). *Evaluasi Kerentanan Bangunan Akibat Pengaruh Gempa (Studi Kasus Gedung-Gedung Fakultas Sains Dan Teknik Universitas Jenderal Soedirman)*. Seminar Nasional Teknik Sipil X: Inovasi Struktur Dalam Menunjang Konektivitas Pulau Di Indonesia. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.



Udayana University Press 2015

ISBN 978-602-294-052-4



9 786022 940524