UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Studi kapasitas smart frame dengan dinding pengisi kayu dan batako untuk bangunan rumah sederhana
CHABIBULAH, Fauzi, Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL I
LEMBAR PENGESAHAN II
LEMBAR PERNYATAAN III
KATA PENGANTAR IV
DAFTAR ISI VII
DAFTAR TABEL XII
DAFTAR GAMBAR XIII
DAFTAR NOTASI XVII
DAFTAR LAMPIRAN XIX
ABSTRACT XX
INTISARI XXI

BAB I. PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Tujuan Penelitian 3
C. Manfaat Penelitian 4
D. Batasan Masalah 4
E. Keaslian Penelitian 5

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA 6
A. Pengetahuan Dasar Gempa 6
B. Dasar Kerusakan Bangunan *Non Engineered* 7
C. Pengaruh Gempa BumiTerhadap Struktur 9
D. Kerusakan Akibat Getaran Pada Struktur 10
E. Baja Ringan Sebagai Komponen Struktur Rangka Bangunan 14

Studi kapasitas smart frame dengan dinding pengisi kayu dan batako untuk bangunan rumah sederhana
CHABIBULAH, Fauzi, Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB III. LANDASAN TEORI 19

A. Material 19

1. Struktur Baja *Cold-Formed* 19
2. Dinding Batako 22
3. Adukan Pasangan Tembok/ Mortar 23
4. Karakteristik Dinding 26

4.1 Perilaku Dinding Akibat Beban Gempa 26

B. Beban Lateral Bolak-Balik 27

1. *Hysteretic Curve* dan *Envelope Curve* 28
2. *Equivalent Energy Elastic-Plastic (EEEP) Curve* 28
3. Daktilitas 30
4. *Maximum Shear Strength* (v_{peak}) 32
5. *Hysteretic Loop* 33
6. *Hysteretic Energy (HE)* 33
7. *Potential Energy* (PE) dan Kekakuan Siklus (k_c) 34
8. *Equivalent Viscous Damping Ratio (EVDR)* 35

C. Analisa Gempa 36

BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN 39

A. Bahan dan Material Penelitian 39

1. Profil *Lip-Chanel* 39
2. Alat Sambung 39
3. Bahan Pengisi *Frame* 40

B. Peralatan Penelitian 41

1. *Loading Frame* 41
2. *Multi Purpose Testing System (MTS)* 42
3. *Strain Indicator* 42
4. *Strain Gauge* 43
5. *Crane* 43
6. Bor *(Drilling)* 44
7. Gergaji mesin 44
8. Kunci Pas 44

Studi kapasitas smart frame dengan dinding pengisi kayu dan batako untuk bangunan rumah sederhana
CHABIBULAH, Fauzi, Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

9. Meteran 45
10. Timbangan 45
11. Mesin las listrik dan elektroda 45
12. Karung Pasir 46
13. Tali/Sling 46
14. Baut 46
C. Tahapan Penelitian 47
D. Tahapan Persiapan 48
E. Tahapan Pelaksanaan Pengujian 50
1. Tahap *Load-Controlled* 51
2. Tahap Pengujian *Frame* 53
F. Tahapan Pengumpulan dan Pengolahan Data 54

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN 56
A. Pengujian Kuat Tarik Baja 56
B. Pengujian *Frame* 57
1. *Hysteretic Curve* 58
2. Kekakuan Elastis (ke) 64
3. Beban Hasil Pengujian 65
4. Simpangan Hasil Pengujian 67
5. Daktilitas 69
6. *Maximum Shear Strength* (V_{peak}) 71
7. *Hysteretic Energy* (HE) 72
8. *Potential Energy* (PE) 76
9. Kekakuan Siklus (k_c) 79
10. *Equivalent Viscous Damping Ratio* (EVDR) 83
11. Pola Kerusakan 86
1. Pola Kerusakan *Frame* dengan Dinding Pengisi *Full* Kayu 86
1. Pola Kerusakan *Frame* dengan Dinding Pengisi Kayu dan Batako .. 88
C. Wilayah Gempa Maksimum 91

Studi kapasitas smart frame dengan dinding pengisi kayu dan batako untuk bangunan rumah sederhana
CHABIBULAH, Fauzi, Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 93
A. Kesimpulan 93
B. Saran 95

DAFTAR PUSTAKA 96
LAMPIRAN

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Studi kapasitas smart frame dengan dinding pengisi kayu dan batako untuk bangunan rumah sederhana
CHABIBULAH, Fauzi, Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Kelebihan dari CFS (PT. Bluescope) 22

Tabel 3.2. Kuat Tekan Mortar yang dibuat dari Semen Portland Merk Onoda dan Pasir Opak (Kardiono dan Antono, 1982) 25

Tabel 3.3. Parameter Daktilitas Struktur Gedung (SNI 03-1726-2002) 32

Tabel 3.4. Klasifikasi Tingkat Daktilitas Struktur (FEMA 306) 32

Tabel 3.5. Faktor Keutamaan I Untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan (SNI 02-1726-2002) 37

Tabel 4.1. Benda Uji, Jenis Uji, Data Hasil Uji dan Pengamatan 55

Tabel 5.1. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja 56

Tabel 5.2. *Envelope Curve Frame* dengan Dinding Pengisi *Full* Kayu 60

Tabel 5.3. *Envelope Curve Frame* dengan Dinding Pengisi Kayu dan Batako .. 61

Tabel 5.4. *Envelope Curve Frame* Tanpa Dinding Pengisi 62

Tabel 5.5. Hasil Perhitungan *Hysteretic Energy Frame* dengan Dinding Pengisi *Full* Kayu 72

Tabel 5.6. Hasil Perhitungan *Hysteretic Energy Frame* dengan Dinding Pengisi Setengah Dinding Berupa Kayu dan Sisanya Batako 73

Tabel 5.7. Hasil Perhitungan *Hysteretic Energy Frame* Tanpa Dinding Pengisi. 73

Tabel 5.8. Hasil Perhitungan Energi Potensial *Frame* dengan Dinding Pengisi *Full* Kayu 76

Tabel 5.9. Hasil Perhitungan Energi Potensial *Frame* dengan Dinding Pengisi Setengah Dinding Berupa Kayu dan Sisanya Batako 77

Tabel 5.8. Kekakuan Siklus *Frame* dengan Dinding Pengisi *Full* Kayu 69

Studi kapasitas smart frame dengan dinding pengisi kayu dan batako untuk bangunan rumah sederhana
CHABIBULAH, Fauzi, Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5.10. Hasil Perhitungan Energi Potensial *Frame* Tanpa Dinding Pengisi .. 77

Tabel 5.11. Kekakuan Siklus *Frame* dengan Dinding Pengisi Full Kayu 80

Tabel 5.12. Kekakuan Siklus *Frame* dengan Dinding Pengisi Setengah Tinggi dinding Berups Kayu dan Sisanya Kayu..... 80

Tabel 5.13. Kekakuan Siklus *Frame* Dinding Pengisi..... 81

Tabel 5.14. *Equivalent Viscous Damping Ratio* (EVDR) *Frame* dengan Dinding Pengisi *Full* Kayu..... 83

Tabel 5.15. *Equivalent Viscous Damping Ratio* (EVDR) *Frame* dengan Dinding Pengisi Setengah Tinggi Berupa Kayu dan Sisanya Batako..... 84

Tabel 5.15. *Equivalent Viscous Damping Ratio* (EVDR) *Frame* Tanpa Dinding Pengisi 84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Retak Geser Dinding Bata Akibat Beban Gempa..... 2

Gambar 1.2. Rusak Berat pada Bangunan Sederhana Akibat Beban Gempa 2

Gambar 2.1. Diagram Tegangan-Regangan Baja Canai Panas dan Baja Canai Dingin 15

Gambar 2.2. Baja *Cold-formed* pada struktur sistem panel 17

Gambar 2.3. Baja *Cold-formed* pada struktur sistem modular 18

Gambar 3.1. Proses pembentukan profil baja *cold-formed* 19

Gambar 3.2. Langkah – langkah pembentukan profil canal *cold-formed* 20

Gambar 3.3. Berbagai jenis hasil produksi pabrikasi (Yu 2000)..... 20

Gambar 3.4. Komposisi lapisan pada material (PT. BSL) 21

Gambar 3.5. Perbandingan hasil tes korosi selama 6 tahun (PT. BSL) 22

Studi kapasitas smart frame dengan dinding pengisi kayu dan batako untuk bangunan rumah sederhana
CHABIBULAH, Fauzi, Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3.6. Komponen Dasar dari Bangunan Rumah Sederhana (Murty,2003) 26
Gambar 3.7. Perilaku Beban Gempa pada Arah Sumbu Kuat dan Sumbu Lemah (Murty,2003) 27
Gambar 3.8. *Observed Hysteretic Curve* and *Envelope Curva* 28
Gambar 3.9. Kurva Elastis Plastis (ASTM E 2126-02a) 29
Gambar 3.10. *Hysteretic loops* dan *potential energy* (ASTM E 2126-02a) 33
Gambar 3.11. Respons Spektrum Gempa Rencana (SNI 03-1726-2002) 38
Gambar 4.1. Profil *Lip-Chanel* 39
Gambar 4.2. Baut (*self drilling screw*) 40
Gambar 4.3. Bahan Pengisi *Frame* untuk Dinding 41
Gambar 4.4. *Loading Frame* 41
Gambar 4.5. *Hidraulic Actuator* 42
Gambar 4.6. *Micro console control (MTS)* type 458.20 42
Gambar 4.7. *Strain Indicator* Type P-3500 kap 10 chanel 43
Gambar 4.8. *Strain Gauge Type FLA-6-11(Japan)* 43
Gambar 4.9. *Crane* merk Demag kapasitas 5 ton 43
Gambar 4.10. Bor mesin 44
Gambar 4.11. Gergaji mesin 44
Gambar 4.12. Kunci Pas 44
Gambar 4.13. Meteran 45
Gambar 4.14. *Timbangan merk FAGANI kap max 500 kg* 45
Gambar 4.15. *Mesin las (merk SIP 200 11 kVA) dan Elektroda* 46
Gambar 4.16. Karung Pasir 46
Gambar 4.17. Tali / *Sling* 46
Gambar 4.18. Baut Dudukan Benda Uji 47
Gambar 4.19. Pemotongan Profil 48
Gambar 4.20. Pemasangan dan Penyambungan Profil 49
Gambar 4.21. Pemasangan Pengisi Dinding Kayu pada *Frame* 49
Gambar 4.22. Pemasangan Angkur pada *Frame* 50
Gambar 4.23. Benda Uji *Frame* dengan Pengisi *Full* Kayu 50

Studi kapasitas smart frame dengan dinding pengisi kayu dan batako untuk bangunan rumah sederhana
CHABIBULAH, Fauzi, Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.24. Benda Uji *Frame* dengan Pengisi Setengah Dinding Berupa Kayu dan Sisanya Batako 51

Gambar 4.25. Pola Pembebanan Untuk *Frame* menggunakan Dinding Pengisi *full* Kayu (Suhendro dan Sulendra, 2004) 53

Gambar 4.26. Pola Pembebanan Untuk Frame Menggunakan Dinding Pengisi Kayu dan Batako (Suhendro dan Sulendra, 2004) 53

Gambar 4.27. Set Up Pengujian *Frame* 54

Gambar 5.1. Kurva hasil hubungan Tegangan-Regangan baja ringan..... 57

Gambar 5.2. *Hysteretic curve* benda uji *Frame* dengan Dinding Pengisi *Full* Kayu 58

Gambar 5.3. *Hysteretic curve* benda uji *Frame* dengan Dinding Pengisi Setengah Dinding Berupa Kayu dan Sisanya Batako 59

Gambar 5.4. *Hysteretic curve* benda uji *Frame* Tanpa Dinding Pengisi..... 60

Gambar 5.5. Kurva *Envelope* Frame dengan Dinding Pengisi Setengah Dinding Berupa Kayu dan Sisanya Batako 63

Gambar 5.6. Kurva *Envelope* Frame Tanpa Dinding Pengisi 63

Gambar 5.7. Perbandingan Nilai Rata-rata Kekakuan Elastis *Frame* 64

Gambar 5.8. Perbandingan Nilai Rata-rata Kekakuan Elastis *Frame* Tanpa Dinding Pengisi 65

Gambar 5.9. Perbandingan Beban rata-rata pada *Frame* Menggunakan Dinding Pengisi 66

Gambar 5.10. Perbandingan Beban rata-rata pada *Frame* Tanpa Dinding Pengisi 66

Gambar 5.11. Simpangan rata-rata *Frame* Menggunakan Dinding Pengisi 68

Gambar 5.12. Simpangan rata-rata *Frame* Tanpa Dinding Pengisi 68

Gambar 5.13. Nilai Daktilitas *Frame* Menggunakan Dinding Pengisi..... 69

Gambar 5.14. Nilai Daktilitas *Frame* Tanpa Dinding Pengisi..... 70

Gambar 5.15. Nilai Kuat Geser Maksimum *Frame* Menggunakan Dinding Pengisi 71

Gambar 5.16. Nilai Kuat Geser Maksimum *Frame* Tanpa Dinding Pengisi 71

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Studi kapasitas smart frame dengan dinding pengisi kayu dan batako untuk bangunan rumah sederhana
CHABIBULAH, Fauzi, Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.17. Kurva *Hysteretic Energy* (HE) *Frame* dengan Pengisi *Full* Kayu .. 74
Gambar 5.18. Kurva *Hysteretic Energy* (HE) *Frame* dengan Pengisi Setengah Dinding Berupa Kayu dan Sisanya Batako 74
Gambar 5.19. Kurva *Hysteretic Energy* (HE) *Frame* Tanpa Pengisi..... 74
Gambar 5.20. Kronologis Perubahan Posisi *Frame* Tanpa Dinding Pengisi 75
Gambar 5.21. Grafik Energi Potensial Pada *Frame* dengan Pengisi *full* Kayu 78
Gambar 5.22. Grafik Energi Potensial Pada *Frame* dengan Pengisi Setengah Dinding Berupa Kayu dan Sisanya Batako 78
Gambar 5.23. Grafik Energi Potensial Pada *Frame* Tanpa Pengisi..... 79
Gambar 5.24. Degradasi Kekakuan Siklus Pada *Frame* Dengan Bahan Pengisi *Full* Kayu..... 82
Gambar 5.25. Degradasi Kekakuan Siklus Pada *Frame* Dengan Bahan Pengisi Setengah Dinding Berupa Kayu dan Sisanya Batako 82
Gambar 5.26. Degradasi Kekakuan Siklus Pada *Frame* Tanpa Dinding Pengisi . 82
Gambar 5.27. EVDR *Frame* dengan Dinding Pengisi *Full* Kayu..... 85
Gambar 5.28. EVDR *Frame* dengan Dinding Pengisi Setengah Dinding Berupa Kayu dan Sisanya Batako..... 85
Gambar 5.29. EVDR *Frame* Tanpa Dinding Pengisi 86
Gambar 5.30. Melengkungnya Sayap Pada *Frame* 87
Gambar 5.31. Terangkatnya Perletakan *Frame* 88
Gambar 5.32. Retak Antara Batako dengan *Frame* 89
Gambar 5.33. Putusnya *Bracing* 89
Gambar 5.34. Retak Pertemuan Antara Dinding Batakodan Sloof 90
Gambar 5.35. Melengkunya *Frame* 90
Gambar 5.36. Prototipe *Frame* di Bantul..... 92

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Studi kapasitas smart frame dengan dinding pengisi kayu dan batako untuk bangunan rumah sederhana
CHABIBULAH, Fauzi, Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR NOTASI

A	Luas daerah di bawah *envelope curve* atau kurva beban-simpangan dari titik asal sampai pada simpangan ultimit, N mm.
A_{st}	Luas tulangan, mm^2
a	Tinggi benda uji, mm.
b	Lebar dari benda uji, mm.
C_1	Faktor respon gempa
f_y	Kuat leleh baja, MPa.
f_t	Kuat tarik baja, MPa
G'	Kekakuan geser global, N/mm.
I	Faktor keutamaan struktur
k_e	Kekakuan geser elastis (*elastic shear stiffness*), N/mm.
k_c	Kekakuan siklus, N/mm
P	Beban lateral, N.
P_{peak}	Beban lateral puncak, N
P_{yield}	Beban leleh, N
$P_{avg:peak}$	Beban rata-rata pada simpangan arah positif dan arah negative, N
P_{kc}	Rata-rata absolut beban siklus positif dan negative, N
P_{maks}	Beban lateral maksimum dinding (P_{peak}) , N
V	Beban geser dasar nominal statik (kN)
W_t	Berat total struktur, kN
R	Faktor reduksi gempa
S_u	Kuat geser ultimit (*ultimate shear strength*), N/mm.

Studi kapasitas smart frame dengan dinding pengisi kayu dan batako untuk bangunan rumah sederhana
CHABIBULAH, Fauzi, Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

V_{peak} *Maximum shear strength,* (N/mm).

Δ Simpangan horizontal total termasuk efek rotasi dan translasi serta geser, mm.

Δ_{kc} Rata-rata absolut simpangan siklus positif dan negative, mm

Δ_u Simpangan saat ultimit, mm.

Δ_{yield} Simpangan saat leleh, mm.

μ_s Daktilitas struktur.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Studi kapasitas smart frame dengan dinding pengisi kayu dan batako untuk bangunan rumah sederhana
CHABIBULAH, Fauzi, Dr.-Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DATA SPESIMENT HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA *COLD-FORMED*

LAMPIRAN 2 DATA UJI TARIK BAJA *COLD-FORMED*

LAMPIRAN 3 GRAFIK UJI TARIK BAJA *COLD-FORMED*

LAMPIRAN 4

A-1 PERHITUNGAN GAYA GESER GEMPA STATIK EKIVALEN

A-2 PERHITUNGAN EFEK TEKANAN ANGIN ARAH TRANVERSAL

LAMPIRAN 5

B-1.A TABEL DATA PEMBACAAN AKTUATOR PADA FRAME MENGGUNAKAN DINDINGPENGISI FULL KAYU

B-2.A PERHITUNGAN POTENSIAL ENERGI, EQUIVALENT VISCOUS DAMPING RATIO DAN CYCLIC STIFFNES TIAP SIKLUS

B-3.A TABEL ENVELOPE CURVE FRAME MENGGUNAKAN DINDING PENGISI FULL KAYU

B-4.A TABEL POTENSIAL ENERGY (PE), HYSTERETIC ENERGY (HE), EVDR.

B-5.A PERHITUNGAN KEKAKUAN ELASTIS DAN DAKTILITAS

B-6.A PERHITUNGAN MAXIMUM SHEAR STERNGHT (Vpeak).

B-7.A PERHITUNGAN KEKAKUAN ELASTIS (Ke)

LAMPIRAN 6

B-1.B TABEL DATA PEMBACAAN AKTUATOR PADA FRAME MENGGUNAKAN DINDING PENGISI SETENGAH KAYU DAN SISANYA BATAKO

B-2.B PERHITUNGAN POTENSIAL ENERGI, EQUIVALENT VISCOUS DAMPING RATIO DAN CYCLIC STIFFNES TIAP SIKLUS

Studi kapasitas smart frame dengan dinding pengisi kayu dan batako untuk bangunan rumah sederhana
GHABIBULAH, Fauzi, Dr. Ing. Ir. Andreas Triwiyono
Universitas Gadjah Mada, 2008 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

B-3.B TABEL ENVELOPE CURVE FRAME MENGGUNAKAN DINDING PENGISI SETENGAH KAYU DAN SISANYA BATAKO

B-4.B TABEL POTENSIAL ENERGY (PE), HYSTERETIC ENERGY (HE), EVDR.

B-5.A PERHITUNGAN KEKAKUAN ELASTIS DAN DAKTILITAS

B-6.A PERHITUNGAN MAXIMUM SHEAR STERNGHT (Vpeak).

B-7.A PERHITUNGAN KEKAKUAN ELASTIS (Ke)