

STUDI EKSPERIMENTAL PEMBEBANAN LATERAL SIKLIK ELEMEN BALOK BETON BERTULANG RUMAH MODULAR

Arthur Bonartua

1121033

Pembimbing: Dr. Yosafat Aji Pranata, S.T., M.T.

ABSTRAK

Rumah modular adalah rumah prefabrikasi yang terdiri atas beberapa bagian yang disebut modul. Modular adalah metode konstruksi yang melibatkan pembuatan komponen struktur, pengantaran komponen tersebut ke lokasi pembangunan, lalu penggabungan akhir modul untuk membuat suatu rumah. Salah satu contoh bangunan rumah modular yang populer dikembangkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) bernama Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA). Struktur rumah modular harus memenuhi kaidah persyaratan kekuatan, kekakuan, daktilitas, dan ketahanan sesuai standar peraturan yang berlaku di Indonesia. Faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam konsep desain dan perencanaan rumah modular adalah rumah tersebut harus mampu menahan beban gravitasi dan beban lateral (gempa), mengingat Indonesia merupakan negara dengan frekuensi kejadian gempa yang sangat tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil empiris dan kemudian menganalisis kapasitas balok beton bertulang rumah modular dari pengujian eksperimental pembebanan lateral siklik di laboratorium. Dimensi modular balok ialah 121,5x121,5mm dengan panjang 1231mm.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kapasitas benda uji pada saat leleh ketika bekerja beban dorong berkisar antara 5Kgf sampai 9,5Kgf, sedangkan pada saat *ultimate* berkisar antara 17,325Kgf sampai 19,575Kgf. Kapasitas benda uji pada saat leleh ketika bekerja beban tarik berkisar antara 6Kgf sampai 10,5Kgf, sedangkan pada saat *ultimate* berkisar antara 18,025Kgf sampai 43,3Kgf. Disipasi energi ketika bekerja beban dorong berkisar antara 38,6053% sampai 60,8225%, sedangkan ketika bekerja beban tarik berkisar antara 50,306% sampai 54,6292%. Daktilitas ketika bekerja beban dorong berkisar antara 2,8515 sampai 9,4286, sedangkan ketika bekerja beban tarik berkisar antara 3,5 sampai 4,0909 sehingga kedua kondisi tersebut masuk dalam kategori daktilitas parsial. Mengingat daktilitas termasuk parsial maka komponen rumah modular ini dapat digunakan dalam bangunan tahan gempa.

Kata Kunci: daktilitas, disipasi energi, balok, lateral, eksperimental.

EXPERIMENTAL STUDY OF LATERAL CYCLICAL LOADING ON REINFORCED CONCRETE BEAMS FOR MODULAR HOUSE

Arthur Bonartua

1121033

Supervisor: Dr. Yosafat Aji Pranata, S.T., M.T.

ABSTRACT

Modular houses are prefabricated houses that are listed on several parts called modules. Modular are construction methods and involve making structural components, delivering components to construction sites, then placement and merge least modules to create a home. One of a famous modular house that was developed by the Ministry of Public Works and Public Housing is called Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA). A modular house structure must meet the requirements of strength, stiffness, ductility, and durability valid in Indonesia, an important factor that factor that must be considered in the design cooperation and modular housing planning is that the house must be able to withstand gravitation load and lateral load (earthquakes) considering that Indonesia is a country with very high frequency of earthquake events.

Then analyzing the capacity of reinforced concrete beam modular house earthquake resistant and experimental testing lateral cyclical loading in laboratory. Modular beam dimension is 121,5mm x 121,5mm with 1231mm.

The results of this study indicate that the test object at yield ranged from 5Kgf to 10Kgf when pushover condition, while at ultimate ranged from 17.325Kgf to 19,575Kgf. Capacity of beam at yield when tensile load ranged from 6Kgf to 10,5Kgf, while at ultimate range from 18,025Kgf to 43,3Kgf. Dissipation energy range from 38.6053% to 60.8225% when pushover condition, while dissipation energy at tensile condition range from 50,306% to 54,6292%. Ductility ranged from 2.8515 to 9.9 when pushover condition, while at tensile condition ranged from 3,5 to 4,0909, so that both condition can be included in the partial ductility.

Keywords: ductility, dissipation energy, beam, lateral, experimental.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN LITERATUR	5
2.1 Rumah	5
2.1.1 Rumah Tinggal	5
2.1.2 Rumah Modular	6
2.2 Beton Bertulang	7
2.2.1 Pengertian Beton Bertulang	7
2.2.2 Material Beton	8
2.2.3 Material Baja Tulangan	10
2.2.4 Konsep Perancangan	10
2.3 Balok Beton Bertulang	11
2.4 Gempa Bumi	12
2.5 Perencanaan Balok Beton Bertulang	13
2.6 Kurva Histeretik	16
2.7 Daktilitas	19
2.8 Disipasi Energi	20
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Diagram Alir Penelitian	23
3.2 Pengujian Balok Rumah Modular	24
3.2.1 Alat dan Komponen Pengujian Balok Rumah Modular	24
3.2.2 Persiapan Pengujian Balok Rumah Modular	25
3.2.3 Proses Pengujian Benda Uji	26
3.3 Hasil Pengujian	27
BAB IV ANALISIS DATA	28
4.1 Penentuan Titik Proporsional dan Titik <i>Ultimate</i>	28
4.2 Disipasi Energi	33

4.3 Pembahasan	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	38
L.1 Detail Komponen Pengujian	38
L.2 <i>Preliminary</i> Balok	41
L.3 Pola Keretakan	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Rumah Modular RISHA	1
Gambar 1.2	Usulan Rumah Modular HASAN	2
Gambar 2.1	Skematik Usulan Rumah Modular HASAN	7
Gambar 2.2	Kurva Histeretik Ideal	24
Gambar 2.3	Model Kurva Histeretik Ramberg-Osgood	24
Gambar 2.4	Model Kurva Histeretik Clough	25
Gambar 2.5	Model Kurva Histeretik <i>Isotropic Hardening</i>	25
Gambar 2.6	Model Kurva Histeretik <i>Kinematic Hardening</i>	26
Gambar 2.7	Model Kurva Histeretik <i>Combined Hardening</i>	26
Gambar 2.8	Kurva Regangan-Tegangan	27
Gambar 2.9	Penentuan Nilai Disipasi Energi	28
Gambar 2.10	Aturan Trapesium dengan Banyak Pias	29
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3.2	<i>Set-up</i> Alat Pengujian	31
Gambar 3.3	<i>Set-up</i> Alat Pengujian di Laboratorium	31
Gambar 3.4	Benda Uji	32
Gambar 3.5	Kondisi Pengujian Balok Rumah Modular	33
Gambar 3.6	Kurva Histeretik Benda Uji 1	34
Gambar 3.7	Kurva Histeretik Benda Uji 2	35
Gambar 3.8	Kurva Histeretik Benda Uji 3	36
Gambar 4.1	Penentuan Batas Proporsional dan Batas <i>Ultimate</i> pada Kurva Histeretik Benda Uji 1 Kondisi Tekan	37
Gambar 4.2	Penentuan Batas Proporsional dan Batas <i>Ultimate</i> pada Kurva Histeretik Benda Uji 1 Kondisi Tarik	38
Gambar 4.3	Penentuan Batas Proporsional dan Batas <i>Ultimate</i> pada Kurva Histeretik Benda Uji 2 Kondisi Tekan	39
Gambar 4.4	Penentuan Batas Proporsional dan Batas <i>Ultimate</i> pada Kurva Histeretik Benda Uji 2 Kondisi Tarik	40
Gambar 4.5	Penentuan Batas Proporsional dan Batas <i>Ultimate</i> pada Kurva Histeretik Benda Uji 3 Kondisi Tekan	41
Gambar 4.6	Penentuan Batas Proporsional dan Batas <i>Ultimate</i> pada Kurva Histeretik Benda Uji 3 Kondisi Tarik	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa	16
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa	18
Tabel 2.3 Faktor Amplifikasi Terkait Percepatan pada Getaran Periode Pendek (F_a)	18
Tabel 2.4 Faktor Amplifikasi Terkait Percepatan yang Mewakili Getaran Periode 1 Detik (F_v)	19
Tabel 2.5 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	19
Tabel 2.6 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	20
Tabel 4.1 Batas Proporsional dan Batas <i>Ultimate</i> pada Benda Uji 1 Kondisi Tekan	38
Tabel 4.2 Batas Proporsional dan Batas <i>Ultimate</i> pada Benda Uji 1 Kondisi Tarik	39
Tabel 4.3 Batas Proporsional dan Batas <i>Ultimate</i> pada Benda Uji 2 Kondisi Tekan	40
Tabel 4.4 Batas Proporsional dan Batas <i>Ultimate</i> pada Benda Uji 2 Kondisi Tarik	41
Tabel 4.5 Batas Proporsional dan Batas <i>Ultimate</i> pada Benda Uji 3 Kondisi Tekan	42
Tabel 4.6 Batas Proporsional dan Batas <i>Ultimate</i> pada Benda Uji 3 Kondisi Tarik	43
Tabel 4.7 Perbandingan Daktilitas dan Disipasi Energi untuk Setiap Benda Uji Saat Kondisi Tekan	44
Tabel 4.8 Perbandingan Daktilitas dan Disipasi Energi untuk Setiap Benda Uji Saat Kondisi Tarik	45

DAFTAR NOTASI

A_b	Luas baut
A_{gv}	Luas <i>bruto</i> penahan geser
A_{nt}	Luas <i>netto</i> penahan tarik
A_{nv}	Luas <i>netto</i> penahan geser
C_d	Faktor amplifikasi defleksi
C_s	Koefisien respon seismik
C_{vx}	Faktor distribusi vertikal
d_b	Diameter baut
f'_c	Mutu beton
E_N	Energidisipasi
F_i	Gaya gempa lateral statik
F_{nt}	Tegangan tarik nominal
F_{nv}	Tegangan geser nominal
F_{py}	Tegangan leleh dari materia pelat ujung
F_y	Tegangan leleh minimum
l_c	Jarak bersih antara tepi lubang dan tepi lubang yang bedekatan
g	Percepatan gravitasi
h_i dan h_x	Tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x , dinyatakan dalam meter
h_{sx}	Tinggi tingkat di bawah tingkat x
I_e	Faktor keutamaan gempa
k	Eksponen yang terkait dengan periode struktur
M_p	Momen lentur plastis
M_u	Momen ultimit
P_x	Beban desain vertikal pada dan di atas tingkat x
R	Koefisien modifikasi respons
R_n	Kekuatan nominal
s	Spasi pusat-ke pusat longitudinal setiap dua lubang
t	Tebal pelat
t_p	Tebal pelat ujung
U_{bs}	Koefisien reduksi
V	Gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur
V_x	Gaya geser seismik yang bekerja antara tingkat x dan $x-1$
W	Berat total struktur
w_i dan w_x	Bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x .
Y_p	Parameter kuat batas pelat berdasarkan pola garis leleh yang dapat berbeda untuk tiap-tiap konfigurasi geometri
Z_x	Modulus penampang plastis
δ_{xe}	Defleksi pada lokasi yang disyaratkan
μ	Daktiitas
σ_{ijin}	Tegangan izin
γ_r	Faktor peningkatan kapasitas sambungan untuk memenuhi syarat sebagai sambungan <i>rigid</i>
ϕ	Faktor ketahanan
Δ	Simpangan antar lantai tingkat desain

Δ_u
 Δ_y

Batas *ultimate*
Batas leleh



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1 Detail KomponenPengujian	48
Lampiran L.2 <i>Preliminary</i> Balok	51
Lampiran L.3 PolaKeretakan	56

