

## KEKUATAN LATERAL DINDING COLD-FORMED STEEL STRAP BRACED PADA RUMAH INSTAN SEHAT BAJA RINGAN (RISBARI)

Abdul Kadir<sup>1\*</sup>, Iman Satyarno<sup>2</sup>, Ali Awaludin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

<sup>2,3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada  
Bulaksumur, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

\*Email: [abdul.k@mail.ugm.ac.id](mailto:abdul.k@mail.ugm.ac.id)

### Abstrak

Gempa bumi merupakan salah satu bencana terbesar di Indonesia karena kerusakan yang ditimbulkan, terutama kerusakan pada bangunan *Non-Engineered Buildings*, sehingga dibutuhkan sistem yang dapat meminimalkan kerusakan tersebut. RISBARI, hunian rumah tinggal tahan gempa dengan sistem modular dinding rangka Cold-Formed Steel (CFS). Dinding rangka CFS didesain menggunakan strap braced yang berfungsi sebagai mekanisme dalam menahan gaya lateral. Studi eksperimental dilakukan pada spesimen/dinding CFS strap braced dengan dan tanpa penutup/sheathing menggunakan metode pengujian quasi-static monotonic. Hasil eksperimental hubungan beban dan perpindahan lateral pada dinding CFS strap braced dengan penutup/sheathing mengalami peningkatan kekakuan awal, beban yield, beban ultimate dengan masing-masing nilai sebesar 200,00%, 103,38%, 128,87% terhadap dinding rangka CFS strap braced tanpa penutup/sheathing. Ultimate drift ratio dinding CFS strap braced dengan penutup/sheathing sebesar 3,13% dan tanpa penutup/sheathing sebesar 2,95%. Pembesaran lubang/bearing dan patah/fracture pada material GRC board merupakan kegagalan yang terjadi pada dinding CFS strap braced dengan penutup/sheathing, dan penurunan kekuatan dinding disebabkan tumpu lubang/hole bearing pada daerah sambungan hold-down dan bottom track, sehingga diperlukan modifikasi geometri terhadap pelat sambung hold-down. Jungkit/tilting pada screw merupakan kegagalan yang terjadi pada dinding CFS strap braced tanpa penutup/sheathing, dan penurunan kekuatan dinding disebabkan sobek/tear-out pada elemen flens dari bottom track, sehingga diperlukan jarak screw yang optimum.

**Kata kunci:** cold-formed steel, strap braced, quasi-static monotonic, risbari

### PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir telah terjadi gempa bumi di beberapa wilayah Indonesia, meliputi: Yogyakarta dan Jawa Tengah M6,3(2006), Lombok M7,0 dan Palu M7,4 (2018). Dampak dari kejadian tersebut menyebabkan kerusakan pada rumah tinggal sederhana atau *Non-Engineered Buildings* (NEB) baik kondisi ringan, sedang maupun berat. Kerusakan yang terjadi akibat gempa pada dasarnya dapat dihindari jika rumah dibangun dengan benar dan mengikuti konsep desain rumah yang tahan gempa.

Rumah Instan Sehat Baja Ringan (RISBARI) merupakan perwujudan sebagai hunian rumah tinggal tahan gempa yang diperuntukan sebagai pemenuhan rekonstruksi rumah tinggal bagi masyarakat yang terkena dari dampak bencana gempa bumi. Menurut Awaludin (2019), RISBARI terbuat dari *Cold-Formed Steel* (CFS) yang didesain menggunakan *Strap Braced Wall System* dengan ukuran (6 x 5 m) dan tinggi bangunan 3 m, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Konstruksi bangunan RISBARI dengan CFS merupakan suatu alternatif praktis untuk meminimalkan penggunaan struktur dari beton atau baja konvensional yang digunakan sebagai *main frame* bangunan, terutama material CFS memiliki nilai *strength/weight ratio* yang tinggi sehingga dapat memberikan keandalan yang baik terhadap bahaya seismik. Selain itu, RISBARI memiliki kemudahan dan lebih cepat dalam konstruksi pembangunannya, sehingga dapat menjadi solusi sebagai rumah tahan gempa dalam proses percepatan rekonstruksi bangunan rumah tinggal bagi masyarakat. Kualitas teknologi RISBARI secara *engineering* terjamin dan memiliki kecukupan yang memadai, namun untuk menjamin integritas dari struktur bangunan perlu dilakukan studi lebih lanjut, yaitu studi eksperimental terhadap sistem modular dinding rangka *Cold-Formed Steel strap braced* dari bangunan RISBARI.

Dinding rangka CFS strap braced pada konstruksi RISBARI selain difungsikan sebagai pelindung konstruksi bangunan baik secara eksterior maupun interior, juga didesain untuk dapat memberikan ketahanan lateral terhadap gaya gempa. Studi eksperimental menggunakan metode pengujian *quasi-static monotonic* yang diaplikasikan pada spesimen/dinding, dengan tujuan: untuk mengetahui besar

simpangan yang terjadi, tingkat daktilitas, kekakuan elastis, energi disipasi dan pola kerusakan yang terjadi pada spesimen.

Beberapa penelitian eksperimental tentang kinerja dinding dengan rangka *Cold-Formed Steel* (CFS) telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, hal ini ditinjau untuk menetapkan sebagian ruang lingkup dan metode studi yang akan diterapkan dalam penelitian ini.

Pan dan Shan (2010), melakukan penelitian terhadap dinding menggunakan rangka *Cold-Formed Steel* (CFS) dengan dan tanpa penutup/*sheathing*, pengujian dilakukan terhadap spesimen dengan ukuran *full-size* dan *half-size* dengan ukuran masing-masing yaitu (2400 x 2400 mm) dan (1265 x 2400 mm). Material *sheathing* terdiri dari 3 jenis meliputi; *gypsum board*, *calcium silicate board* dan *oriented-strand board* dengan ketebalan setiap *sheathing* yaitu 9 mm dan 12 mm. Berdasarkan hasil pengujian *quasi-static monotonic* yang dilakukan, spesimen dengan *full-size frame* dengan dua sisi *sheathing* memiliki *performance* ultimit tertinggi, sedangkan rangka dinding tanpa *sheathing* memiliki *performance* terendah, selain itu kemampuan pada rangka dinding dengan *sheathing* meningkat dengan bertambahnya ketebalan dari material *sheathing* tersebut.

Nie dkk. (2020), melakukan investigasi terhadap dinding dengan *frame Cold-Formed Steel* (CFS). Dalam penelitian menggunakan tipe *sheathing* yang berbeda, yaitu; *gypsum board* dan *oriented-strand board*. Berdasarkan hubungan beban dan perpindahan lateral dari spesimen akibat pengujian *quasi-static monotonic*, hasil pengujian menunjukkan bahwa jenis material *sheathing* sangat mempengaruhi kemampuan dinding dengan rangka CFS, dimana dinding dengan *sheathing* dua sisi lebih baik dibandingkan dinding dengan *sheathing* hanya pada satu sisi.

Penelitian bangunan RISBARI telah dilakukan oleh Awaludin (2019), namun penelitian tersebut belum mengkaji akan kekuatan lateral dari dinding CFS. Berdasarkan referensi tersebut, sehingga penulis melakukan studi eksperimental terhadap sistem dari dinding CFS *strap braced* dengan dan tanpa penutup/*sheathing* yang terdiri dari dua ketebalan material penutup/*sheathing* yang berbeda.



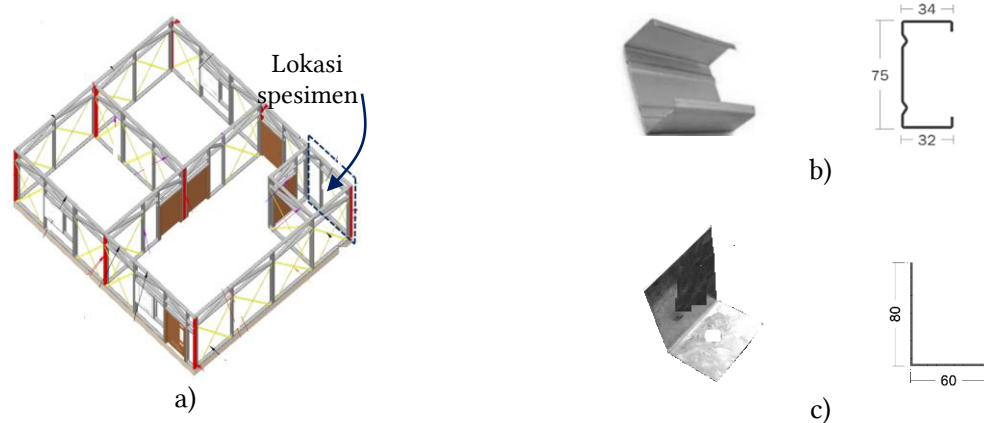
**Gambar 1. Bangunan RISBARI: a) Struktur bangunan, b) Penerapan dilapangan**  
(Dokumen usulan RISBARI, 2019)

## METODE PENELITIAN

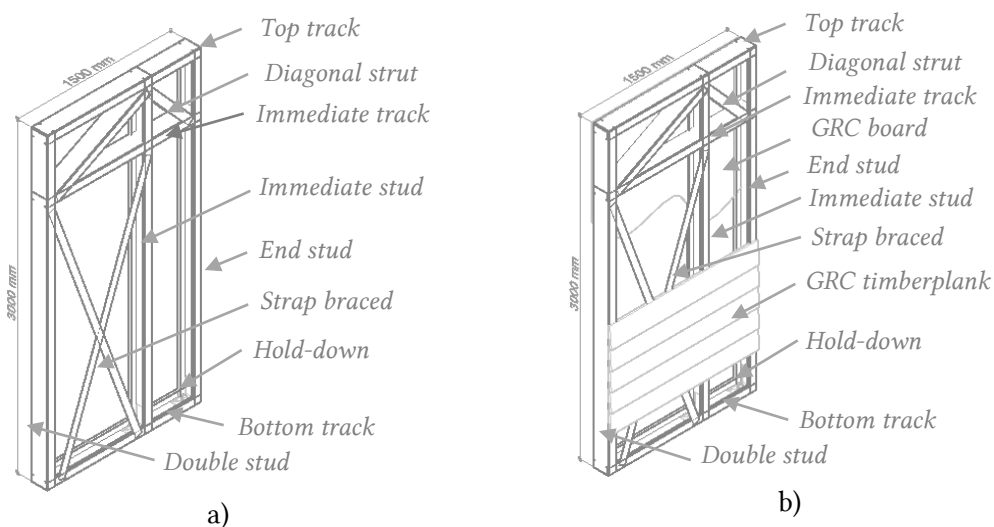
### Perencanaan Spesimen

Perencanaan spesimen yang digunakan dalam studi eksperimental yaitu sebagian modular dinding rangka CFS *strap braced* dari total 16 modular dinding yang terdapat pada bangunan RISBARI. Studi eksperimental dilakukan pada modular dinding eksterior (E06). Gambar 2.a menunjukkan lokasi dari dinding/spesimen. Pemilihan lokasi didasarkan atas pertimbangan, meliputi: a) Dinding terdiri dari dua ketebalan material penutup/*sheathing* yang berbeda. b) Pemasangan *strap braced* hanya pada satu segmen yaitu hubungan antara *double stud*, *immediate stud* dan *bottom track*. Selain itu, posisi dinding/spesimen berada dibagian sudut dari bangunan yang memungkinkan terjadinya *expanshive damage* pada struktur dinding akibat dari gaya lateral yang terjadi. c) Ketersediaan *space* atau tempat pengujian. Diharapkan dari lokasi dinding/spesimen yang dipilih dapat menggambarkan perilaku dari keseluruhan modular dinding dari bangunan RISBARI. Total dua (2) buah spesimen akan dilakukan pengujian *quasi-static monotonic*, yaitu: dinding tersusun atas *frame* dan *strap braced* (X) tanpa penutup/*sheathing* (C75-0-0-0-X-N) dan dinding tersusun atas *frame* dan *strap braced* (X) dengan penutup/*sheathing* (C75-6-8-30-X-W). Kedua dinding berukuran *full-size* (1500 x 3000 mm) seperti

yang ditunjukkan pada Gambar 3. Spesimen menggunakan profil *lip-channel* C75.75.0,75 dengan nilai  $F_y$  649,30 MPa dan  $F_u$  661,64 Mpa [Dokumen Usulan RISBARI, 2019] yang diperuntukan sebagai *frame* dan *flat steel strap* ukuran (28 x 1 mm) diperuntukan sebagai *strap braced* (X), sedangkan penutup/*sheathing* pada sisi depan (exterior) menggunakan GRC *timmerplank* dengan ketebalan 8 mm dan pada sisi belakang (interior) menggunakan GRC *board* dengan ketebalan 6 mm. Dalam perakitan spesimen, semua *frame* (*stud*, *struts*, *track* dan *strap braced*) dihubungkan dan dirakit menggunakan *SDS-truss screw* (12-14x20), sedangkan *frame* dan penutup/*sheathing* dihubungkan dengan menggunakan alat sambung *SDS-calci screw* (#6 x 1½") dengan jarak pemasangan yaitu 30 cm. Pada daerah *hold-down* hubungan *frame* diperkuat dengan pelat sambung berupa *L bracket* dengan ketebalan 1,5 mm (*galvanis coating*), sehingga diharapkan tidak terjadi kegagalan pada daerah tersebut selama pengujian dilakukan.



**Gambar 2. a) Lokasi spesimen, b) Lip-channel profile, c) Pelat sambung hold-down**  
 (Dokumen *detail engineering design* RISBARI, 2019)

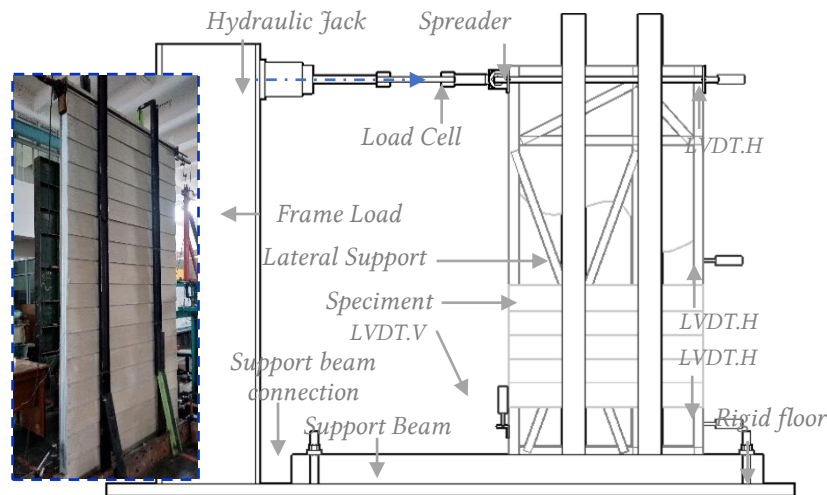


**Gambar 3. Detail rangka dinding CFS: a) Tanpa sheathing, b) Dengan sheathing**

### Instrumentasi dan *Set-up* Pengujian

Instrumentasi digunakan untuk mengumpulkan data dari setiap pengujian spesimen, meliputi; perpindahan lateral dan besarnya gaya yang diberikan. Pengukuran perpindahan arah lateral (arah horizontal) disisi ujung atas spesimen menggunakan LVDT dengan panjang *guage* yaitu 100 mm, hal ini dilakukan karena sangat dimungkinkan perpindahan dalam arah lateral sangat besar, juga dipasang LVDT arah vertikal dengan panjang *guage* yaitu 50 mm pada daerah dekat tumpuan. Dalam pengujian yang dilakukan menggunakan *frame load* dengan kapasitas 80 Ton. Sebuah *hydraulic jack* berkapasitas 5 Ton dan *load cell* dengan kapasitas serupa digunakan untuk memberikan pembebanan *quasi-static monotonic* pada spesimen yang terpusat pada sisi ujung atas spesimen. Keseluruhan data dari LVDT dan

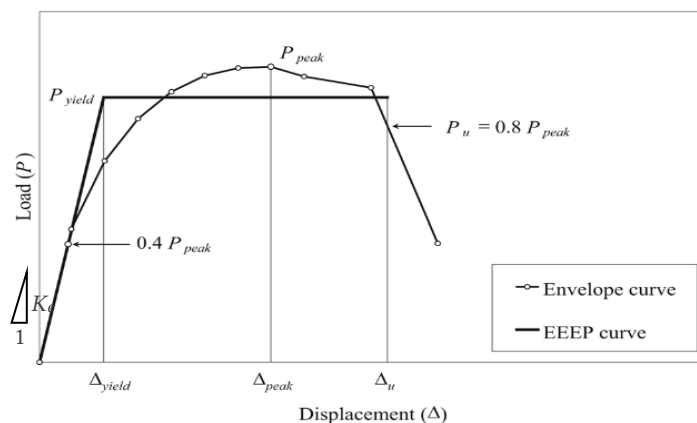
*load cell* akan terekam dalam instrument *data logger* TS 303 yang dilengkapi dengan 10 *channel data*. Selama pengujian, pergerakan pada bagian sisi (interior dan eksterior) dicegah dengan *lateral support frame* dan tidak ada beban vertikal yang diterapkan pada bagian atas spesimen. *Spreader* ditempatkan pada bagian atas spesimen, sehingga diharapkan distribusi gaya lateral yang diaplikasikan dapat menyebar keseluruh bagian dari dinding dan tidak hanya terkonsentrasi pada satu bagian titik sudut saja. *Set-up* pengujian diilustrasikan seperti pada Gambar 4. Pengujian spesimen dilakukan dengan pembebanan *quasi-static monotonic* melalui *load control system* hingga pembebanan memberikan penurunan kekuatan maksimal 20%.



Gambar 4. *Set-up* pengujian spesimen

**Landasan Teori**

Prosedur pembebanan *quasi-static monotonic* berdasarkan aturan ASTM-E2126 (2011). Dalam hal ini beberapa parameter yang ditinjau dalam studi, meliputi; besarnya nilai  $P_{yield}$ ,  $P_{peak}$ ,  $P_{ultimate}$ ,  $\Delta_{yield}$ ,  $\Delta_{peak}$ ,  $\Delta_{ultimate}$ , Kekakuan elastis ( $K_e$ ), Energi Disipasi ( $E_D$ ), daktalitas ( $\mu$ ) dan tipe kegagalan yang terjadi. Gambar 5, menunjukkan idealisasi kurva *elastic-plastic* yang merupakan suatu luasan pendekatan dari kurva hubungan antara beban dan perpindahan lateral dari kurva *envelope*.



Gambar 5. *Equivalent Energy Elastic-Plastic (EEEP) curve* (ASTM E2126-11)

**Kekakuan Elastis ( $K_e$ )**

Bagian dari kurva elastis-plastis yang memiliki garis dengan kemiringan yang hampir sama dan juga bisa tidak sama dengan kemiringan kurva *envelope*, diartikan sebagai nilai dari kekakuan geser elastis ekuivalen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Menurut ASTM E2126 (2011), memberikan persamaan (1) untuk nilai dari kekakuan geser elastis ekuivalen ( $K_e$ ) sebagai berikut.

$$K_e = \frac{0,4P_{peak}}{\Delta_e} \quad (1)$$

dengan :

- $K_e$  = Kekakuan geser elastis ekivalen (kN/mm)  
 $0,4P_{peak}$  = Beban pada saat 40% dari beban puncak (kN)  
 $\Delta_e$  = Perpindahan elastis spesimen pada  $0,4P_{peak}$

### **Beban Yield ( $P_{yield}$ ) dan Beban Ultimate ( $P_{ultimate}$ )**

Menurut ASTM E2126 (2011), pasal 9.1.4 dan merujuk pada Gambar 5, memberikan persamaan (2) untuk beban *yield* ( $P_{yield}$ ) akibat pembebanan *quasi-static monotonic*, sedangkan penentuan beban *ultimate* ( $P_{ultimate}$ ) dan perpindahan *ultimate* ( $\Delta_{ultimate}$ ) ditentukan saat terjadi penurunan beban maksimal 20% dari beban puncak/beban maksimal ( $P_{peak}$ ).

$$P_{yield} = \left( \Delta_u - \sqrt{\Delta_u^2 - \frac{2A}{K_e}} \right) K_e \quad (2)$$

dengan :

- $P_{yield}$  = Beban *yield* (kN)  
 $\Delta_{ultimate}$  = Perpindahan *ultimate* (mm)  
 $A$  = Luas dibawah kurva *envelope* dari *zero-point* ke perpindahan *ultimate* dari spesimen (kN-mm)  
 $P_{peak}$  = Beban absolut maksimum yang ditahan oleh spesimen (kN)  
 $\Delta_e$  = Perpindahan elastis spesimen pada  $0,4P_{peak}$  (mm)  
 $K_e$  = Kekakuan geser elastik ekivalen (kN/mm)  
 Jika,  $\Delta_{ultimate}^2 < 2A/K_e$ , maka  $P_{yield} = 0,85 P_{peak}$  (kN)

### **Perpindahan Yield ( $\Delta_{yield}$ )**

Besaran nilai perpindahan *yield* ( $\Delta_{yield}$ ) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Dapat diperoleh setelah nilai beban *yield* ( $P_{yield}$ ) dan kekakuan geser elastis ekivalen ( $K_e$ ) telah diketahui, menurut ASTM E2126 (2011), memberikan persamaan (3) sebagai berikut.

$$\Delta_{yield} = \frac{P_{yield}}{K_e} \quad (3)$$

dengan :

- $\Delta_{yield}$  = Perpindahan *yield* (mm)  
 $P_{yield}$  = Beban *yield* (kN)  
 $K_e$  = Kekakuan geser elastik ekivalen (kN/mm)

### **Daktalitas Perpindahan**

Menurut ASTM E2126 (2011), rasio daktalitas dapat diperoleh dari perbandingan perpindahan *ultimate* ( $\Delta_u$ ) struktur saat penurunan beban maksimal 20% dari beban puncak/ maksimal ( $P_{peak}$ ) terhadap perpindahan *yield* ( $\Delta_{yield}$ ).

$$D_{\Delta} = \frac{\Delta_{ultimate}}{\Delta_{yield}} \quad (4)$$

dengan :

$D_{\Delta}$  = Daktalitas perpindahan

$\Delta_{ultimate}$  = Perpindahan *ultimate* (mm)

$\Delta_{yield}$  = Perpindahan *yield* (mm)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kurva Hubungan Beban dan Perpindahan Lateral

Besaran nilai hubungan beban dan perpindahan lateral dari spesimen ditunjukkan pada Gambar 6. Menurut ASTM E2126 (2011), model *equivalent energy elastic-plastic* (EEEP) *curve* digunakan untuk mengekstrak parameter dari spesimen, dan nilai parameter spesimen dari model EEEP *curve* ditampilkan pada Tabel 1. Menurut Monika (2017), Energi Disipasi ( $E_D$ ) dari spesimen didapatkan berdasarkan luas dibawah kurva ( $A$ ) yang didefinisikan sebagai luasan kurva *envelope* mulai dari titik *zero* (0) hingga *ultimate displacement* ( $\Delta_{ultimate}$ ). Berikut merupakan observasi yang dibuat berdasarkan pengujian *quasi-static monotonic* melalui perilaku hubungan beban dan perpindahan lateral spesimen adalah sebagai berikut.

- Kekakuan awal dari kedua spesimen memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Pada tahap ini kekakuan dari kedua spesimen ditentukan berdasarkan *elastic displacement* ( $\Delta_{0,4P_{peak}}$ ).
- Energi Disipasi ( $E_D$ ) dari dinding C75-6-8-30-X-W mengalami peningkatan sebesar 141,73% terhadap dinding C75-0-0-0-X-N.
- Daktalitas yang diberikan dinding C75-6-8-30-X-W lebih baik dibandingkan dinding C75-0-0-0-X-N, menurut FEMA 306, besaran nilai daktalitas dinding C75-6-8-30-X-W dikategorikan sebagai daktalitas menengah.
- Nilai *ultimate drift ratio* ( $DR_{ultimate}$ ) dinding C75-6-8-30-X-W sebesar 3,13% dan dinding C75-0-0-0-X-N sebesar 2,95%. Selain itu, terjadi peningkatan beban *yield* ( $P_{yield}$ ) sebesar 103,38% dan beban *ultimate* ( $P_{ultimate}$ ) sebesar 128,87% pada dinding C75-6-8-30-X-W terhadap dinding C75-0-0-0-X-N.
- Kekuatan dari kedua spesimen menurun seketika setelah mencapai beban *peak* ( $P_{peak}$ ). Disebabkan adanya kegagalan tumpu lubang/*hole bearing* pada daerah hubungan *hold-down* dan *bottom track* yang terjadi pada dinding C75-6-8-30-X-W, sedangkan dinding C75-0-0-0-X-N terjadi kegagalan sobek/*tear-out* pada elemen *flens* dari *bottom track* di daerah sambungan *bottom track* dan *strap braced*.

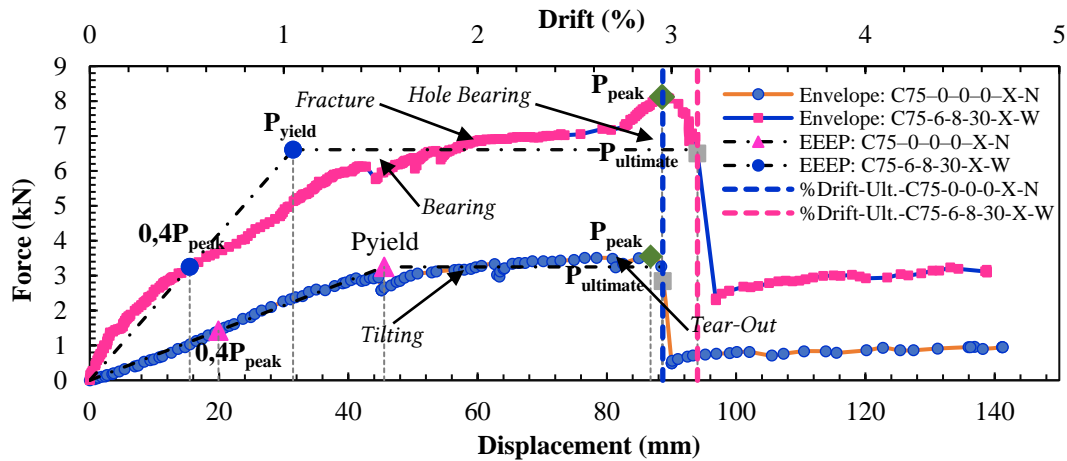
**Tabel 1. Parameter model EEEP *curve* dari spesimen terhadap pengujian *quasi-static monotonic***

Spesimen	$K_e$ (kN/mm)	$E_D$ (kN-mm)	$P_{yield}$ (kN)	$P_{peak}$ (kN)	$P_{ultimate}$ (kN)
C75-0-0-0-X-N	0,07	214,01	3,25	3,55	2,84
C75-6-8-30-X-W	0,21	517,33	6,61	8,12	6,50

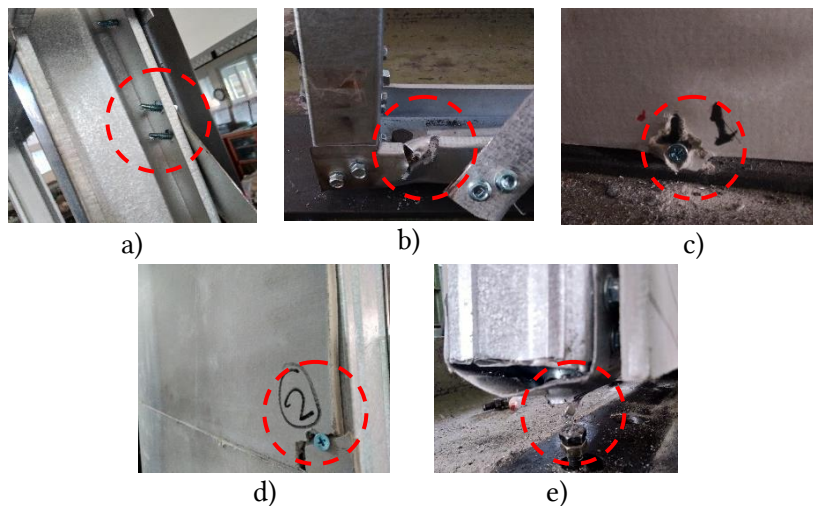
**Tabel 1. (lanjutan)**

Spesimen	$\Delta_{yield}$ (mm)	$\Delta_{peak}$ (mm)	$\Delta_{ultimate}$ (mm)	$\mu$	Jenis Kegagalan
C75-0-0-0-X-N	45,54	86,76	88,65	1,95	T + TO
C75-6-8-30-X-W	31,45	88,54	94,02	2,99	B + F + H





**Gambar 6.** Hubungan beban–perpindahan lateral spesimen akibat *quasi-static monotonic*



**Gambar 7.** Jenis kegagalan: a) *Tilting*, b) *Tear-out*, c) *Bearing*, d) *Fracture*, e) *Hole bearing*

### Jenis Kegagalan

Berdasarkan hasil eksperimental dengan pengujian *quasi-static monotonic*, jenis kegagalan yang di observasi pada spesimen adalah sebagai berikut.

- Jungkit/*tilting* pada *SDS-truss screw (T)*: Kegagalan terjadi pada dinding C75-0-0-0-X-W di daerah sambungan *immediate stud* dan *strap braced* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.a dengan nilai *drift ratio* yaitu 2,11%. Kegagalan disebabkan karena *screw* mengalami kemiringan yang merusak bagian dari pelat *immediate stud* dan menimbulkan pembesaran lubang atau *bearing condition* akibat rotasi yang ditimbulkan dalam mekanisme geser selama menahan gaya aksial tarik yang diberikan oleh *flat-braced*.
- Sobek/*tear-out (TO)* pada *bottom track*: Kegagalan sobek/*tear-out* ditemukan pada dinding C75-0-0-0-X-W di daerah sambungan *bottom track* dan *strap braced* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.b dengan nilai *drift ratio* yaitu 2,89% . Dimana elemen *flens* dari *bottom track* sobek dari lubang baut menuju ujung dari *flens* akibat dari gaya aksial tarik yang ditimbulkan oleh *strap braced*.
- Pembesaran lubang/*bearing (B)* pada material penutup/*sheathing*: *SDS-calci screw* digunakan untuk menghubungkan material *sheathing* pada *frame* CFS dari dinding C75-6-8-30-X-W. Gaya yang terjadi pada spesimen ditransfer diantara *frame* dan *SDS-calci screw* ke material *sheathing* selama kondisi pembebanan *quasi-static monotonic*. Observasi dilakukan pada daerah *SDS-calci screw* dan *sheathing*, dimana sangat jelas terdapat deformasi pada daerah tersebut, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.c dengan nilai *drift ratio* yaitu 1,71%. *SDS-calci screw* mentransfer gaya eksternal ke material *sheathing* (GRC board), sehingga menimbulkan adanya konsentrasi tegangan dan

- menghancurkan *sheathing* yang terhubung pada *bottom track*, sehingga menyebabkan pembesaran lubang/*bearing* pada material *sheathing*.
- d). *Patah/fracture (F)* pada material penutup/*sheathing*: *Patah/fracture* ditemukan pada dinding C75-6-8-30-X-W seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.d dengan nilai *drift ratio* yaitu 2,18%. Berdasarkan observasi terhadap spesimen, lokasi *patah/fracture* tidak berada pada area tengah dari *sheathing* (GRC board), hal ini disebabkan karena dinding tidak hanya menahan geser, namun juga ada tambahan *compression* atau *tension* karena aksi momen yang timbul.
  - e). *Tumpu lubang/hole bearing (H)* pada *hold-down* dan *track*: *Hole bearing* ditemukan pada dinding C75-6-8-30-X-W seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.e dengan nilai *drift ratio* yaitu 3,12%. Pada daerah pelat penyambung *hold-down* dan *bottom track* yang berada pada sisi pembebanan mengalami deformasi tekuk/*bending* yang signifikan sehingga menyebabkan kegagalan tumpu lubang/*hole bearing* pada spesimen. Deformasi atau kegagalan seperti ini tidak diharapkan, karena mengurangi kekuatan keseluruhan dari dinding dan mengakibatkan pergeseran lateral yang berlebihan tanpa memanfaatkan keseluruhan kapasitas dari dinding.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian *quasi-static monotonic* yang dilakukan, kekuatan dari kedua spesimen/dinding menurun seketika setelah mencapai beban *peak* ( $P_{peak}$ ). Hal ini disebabkan karena kegagalan tumpu lubang/*hole bearing* di daerah sambungan *hold-down* dan *bottom track* yang terjadi pada dinding C75-6-8-30-X-W, dan kegagalan sobek/*tear-out* pada elemen *flens* dari *bottom track* di daerah sambungan *bottom track* dan *strap braced* yang terjadi pada dinding C75-0-0-0-X-W. Kegagalan tumpu/*hole bearing* dapat diminimalisir dengan meningkatkan kekuatan dari pelat sambung *hold-down* yaitu dengan memodifikasi geometri atau menggunakan pelat yang lebih tebal. Sedangkan kegagalan sobek/*tear-out* dapat dicegah dengan menggunakan nilai jarak *screw* yang optimum pada daerah sambungan. Terjadinya pembesaran lubang/*bearing* dan *patah/fracture* dari penutup/*sheathing* merupakan observasi lain yang dijumpai pada dinding C75-6-8-30-X-W, kegagalan terjadi pada daerah sisi belakang (interior) dari dinding dengan material penutup/*sheathing* berupa GRC board (6 mm). Sehingga dapat menjadi perhatian terutama pada ketebalan dan jenis material dari penutup/*sheathing* untuk menghindari terjadinya kegagalan yang serupa. Hubungan beban dan perpindahan lateral menunjukkan bahwa beban *yield* ( $P_{yield}$ ) dan beban *ultimate* ( $P_{ultimate}$ ) dari dinding C75-6-8-30-X-W mengalami peningkatan yang signifikan terhadap dinding C75-0-0-0-X-W. Adapun *ultimate drift ratio* ( $DR_{ultimate}$ ) dari kedua spesimen yaitu sebesar 3,13% pada dinding C75-6-8-30-X-W dan 2,95% pada dinding C75-0-0-0-X-N.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM-E2126, 2011, *Standart test methods for cyclic (reserved) load test for shear resistance of vertikal elements of the lateral force resisting systems for buildings*, Copyright. (C) ASTM Internasional, PO Boc C-700 West Conshohocken, Pennsylvania 19428-2959, United States.
- Awaludin, A., 2019, RISBARI: An alternative house model for the 2018 lombok earthquake affected people, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 849:012069.
- Monika, F., Awaludin, A., 2017, Studi kuat geser panel kayu vertikal dengan perkuatan single bracing tulangan baja akibat pembebanan monotonik, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol.6, No.2.
- Nie, S., Zhou, T., Zhang, Y., Zhang, B., Wang, S., 2020, Investigation on the design method of shear strength and lateral stiffness of the cold-formed steel shear wall, Hindawi, *Journal of Mathematical Problems in Engineering*, Vol.2020, Article ID 8959712, <https://doi.org/10.1155/2020/8959712>.
- Pan, C-L. dan Shan, M-Y., 2010, Monotonic shear tests of cold-formed steel wall frames with sheathing, *Journal of Thin-Walled Structures*, Vol.49 (2011), Hal.363-370.