

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Gempa (Beban Lateral)

Gempa adalah getaran kerak bumi yang menimbulkan guncangan pada bangunan atau benda yang berada di atasnya. Getaran kerak bumi dapat terjadi akibat pergerakan lempeng bumi, akibat aktivitas gunung berapi dan akibat kelongsoran tanah. Gempa yang disebabkan gerakan lempeng bumi dengan pengaruh yang besar dan luas disebut gempa tektonik. Gempa tektonik terjadi akibat letupan atau pelepasan energi regangan akibat pergesekan antar lempeng bumi dimana besar energi yang dilepaskan mempengaruhi besarnya magnitude gempa yang ditimbulkan. Gempa yang terjadi dan memberikan guncangan pada bangunan mengakibatkan timbul beban horizontal yang bekerja pada bangunan searah permukaan bumi atau biasa disebut dengan beban lateral.

#### 2.2 Dinding Beton Struktural

Sebagian besar dinding beton pada bangunan merupakan dinding struktural yang didesain tidak hanya menahan beban vertikal tetapi beberapa juga menahan momen lateral. Karena kekakuan bidang datar yang dimilikinya, dinding ini cukup penting untuk menahan gaya angin dan gempa. Untuk bangunan yang tinggi, diperlukan kekakuan yang cukup untuk menahan gaya-gaya lateral yang disebabkan oleh angin dan gempa. Jika bangunan tinggi tidak didesain secara benar terhadap beban tersebut maka akan timbul tegangan yang sangat tinggi, serta getaran dan goyangan ke samping dan mengakibatkan kerusakan struktural.

Ketika dinding beton bertulang dengan kekakuan bidang datar yang sangat besar ditempatkan pada lokasi tertentu, maka dinding tersebut dapat menyediakan kemampuan menahan beban horizontal yang terjadi. Dinding seperti ini disebut dinding geser dan pada dasarnya merupakan balok kantilever vertikal yang tinggi dan memberikan stabilitas lateral pada struktur dengan menahan geser dan momen tekuk pada bidang datar yang disebabkan gaya-gaya lateral.

#### 2.3 Perilaku Lentur

##### 2.3.1 Konsep Dinding Geser

Dinding geser adalah suatu subsistem struktur gedung yang fungsi utamanya adalah memikul beban horizontal yang menyebabkan geser akibat pengaruh gempa, yang runtuhnya disebabkan oleh momen lentur (bukan oleh gaya geser) dengan terjadinya sendi plastis pada kakinya. Karena pada penelitian ini dinding diasumsikan sebagai balok kantilever yang terjepit di salah satu sisi dan ujung bebas di sisi yang lainnya, maka dinding geser juga harus mampu menahan gaya akibat lentur.

Selain gaya horizontal yang menyebabkan geser, pada dinding geser juga bekerja gaya angkat. Gaya tersebut timbul akibat adanya gaya horizontal yang bekerja pada puncak dinding dan mencoba mengangkat salah satu ujung dinding kemudian menekan di ujung lainnya.

### 2.3.2 Kuat Lentur

Yang dimaksud dengan kuat lentur merupakan kemampuan komponen struktur dalam menahan gaya lateral yang diberikan pada dinding.

$$M_n = C_c \left( d - \frac{1}{2} a \right) + C_s (d - d_c) - T_3 (d - d_3) - T_2 (d - d_2) \quad (2-1)$$

Sehingga:

$$P_n = \frac{M_n}{H_w} \quad (2-2)$$

Dimana:

$M_n$  = Momen tahanan nominal (Nm)

$P_n$  = Kuat lentur nominal yang menahan gaya lateral (N)

$H_w$  = Tinggi dinding yang bekerja menahan gaya lateral (m)

### 2.3.3 Deformasi Lentur

Yang dimaksud dengan deformasi lentur adalah besar perpindahan yang terjadi akibat beban lateral yang terjadi pada ujung atas dinding.

$$\Delta_{fl} = \frac{P_n \cdot H_w^3}{3 \cdot E \cdot I} \quad (2-3)$$

Dimana:

$\Delta_{fl}$  = Deformasi yang terjadi akibat kelelahan tulangan (m)

$P_n$  = Kuat lentur nominal yang menahan gaya lateral (N)

$H_w$  = Tinggi dinding yang bekerja menahan gaya lateral (m)

$E$  = Modulus elastisitas material komposit (MPa)

$I$  = Momen inersia pada penampang dinding yang bekerja menahan gaya lateral

### 2.3.4 Kekakuan Lentur

Kekakuan lentur merupakan kemampuan suatu komponen struktur untuk menahan perubahan bentuk (deformasi) maupun lengkungan (defleksi) yang dipengaruhi oleh karakteristik materialnya sendiri.

$$P_n = k_{fl} \cdot \Delta_{fl} \quad (2-4)$$

$$k_{fl} = \frac{3 \cdot E \cdot I}{H_w^3} \quad (2-5)$$

Dimana:

$k_{fl}$  = Kekakuan dinding (N/m)

$\Delta_{fl}$  = Deformasi yang terjadi akibat kelelahan tulangan (m)

$P_n$  = Kuat lentur nominal yang menahan gaya lateral (N)

$H_w$  = Tinggi dinding yang bekerja menahan gaya lateral (m)

$E$  = Modulus elastisitas material komposit (MPa)

$I$  = Momen inersia pada penampang dinding yang bekerja menahan gaya lateral



## 2.4 Dinding Panel

Dinding panel adalah dinding yang tersusun dari material panel jaring kawat baja tiga dimensi (PJKB-3D) dengan *shotcrete* mutu beton setara K175 yang dilapiskan dengan cara disemprot (*spray*). Material panel jaring kawat baja tiga dimensi adalah dua panel jaring kawat baja polos las pabrikan yang dihubungkan dengan rangka kawat baja polos penghubung yang dilas secara pabrikan, ruang di antara jaring kawat diisi dengan *expanded polystyrene* (EPS). Secara lebih detail, dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi terdiri dari :

### 2.4.1 Wiremesh

*Wiremesh* adalah rangka kawat baja polos yang kemudian disusun dengan pola *grid* yang memiliki ukuran tertentu dan dilas secara pabrikan pada setiap titik persilangan sehingga menjadi komponen yang bersifat homogen dengan luas penampang yang konstan. Kawat baja yang digunakan pada umumnya menggunakan diameter 2,5 mm dengan tegangan tarik putus 880 MPa.

### 2.4.2 Welded Truss

*Welded truss* adalah baja polos berlapis *galvanized* yang merupakan rangka kawat penghubung dua panel jaring kawat baja las pabrikan. *Welded truss* biasanya disusun dengan pola lurus, planar dan diagonal.

### 2.4.3 Expanded Polystyrene (EPS)

*Expanded polystyrene* adalah bahan ringan pengisi ruang diantara dua panel plaster bertulang jaring kawat baja tiga dimensi las pabrikan yang berfungsi sebagai pengatur momen inersia panel, insulasi dan cetakan *shotcrete*.

### 2.4.4 Shotcrete

*Shotcrete* merupakan adukan campuran PC dan pasir yang dipasang dengan menggunakan alat semprot (*nozzle*) sehingga plasteran mencapai ketebalan tertentu.

## 2.5 Tipe Retak (*Type of Cracks*)

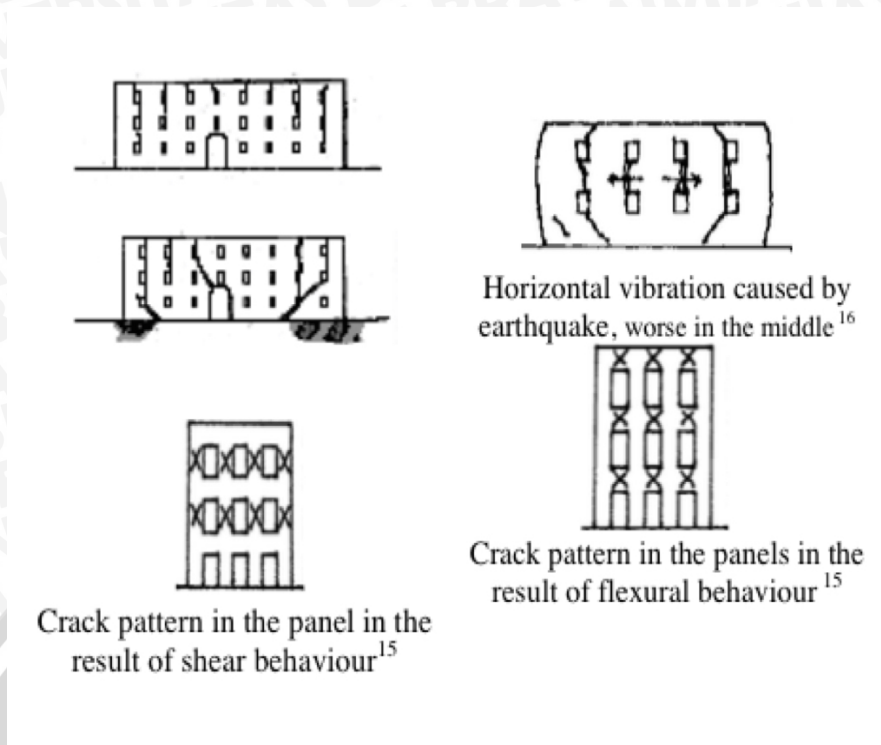
Retak yang terjadi pada suatu elemen struktur disebabkan terjadi penurunan daya layan akibat beban yang bekerja pada elemen tersebut. Pola retak yang terjadi pada suatu elemen tertentu dapat berbeda karena dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pada umumnya, pola retak yang terjadi dapat dibagi menjadi lima jenis (McCormac & Brown, 2009), yaitu :

1. Retak Lentur (*Flexural cracks*) adalah retak dengan arah vertical sepanjang sisi tarik balok dan mengarah ke atas sampai menuju daerah sumbu netral.
2. Retak Geser (*Web-shear cracks*) adalah retak yang terjadi pada bagian badan balok akibat retak bebas maupun lanjutan dari retak lentur.
3. Retak Geser Lentur (*Flexure-shear cracks*) adalah retak miring pada penampang prategang maupun nonprategang.
4. Retak Puntir (*Torsion cracks*) adalah retak pada batang beton tanpa tulangan akibat menerima torsi murni, dimana tegangan terjadi di seluruh permukaan batang, sehingga tegangan punter menambah tegangan geser pada satu sisi dan mengurangi tegangan geser pada sisi lainnya.
5. Retak Lekatan (*Bond cracks*) adalah retak yang terjadi akibat adanya tegangan lekatan antara beton dan tulangan sehingga terjadi pemisahan di sepanjang tulangan.

## 2.6 Retak Pada Dinding

Retak pada dinding memiliki pola yang berbeda-beda akibat faktor tertentu yang terjadi pada dinding. Retak yang terjadi perlu menjadi perhatian karena dapat mengurangi daya layan dari dinding itu sendiri. Adapun penyebab terjadinya keretakan pada dinding diantaranya, penurunan tanah (*soil settlement*), perbedaan penurunan tanah (*differential settlement*), susut (*subsidence*), timbulnya perbedaan tegangan tarik dan tekan pada dua bagian pada satu sisi dinding yang berlawanan, serta akibat gempa yang menimbulkan perilaku lentur (*flexural behaviour*) dan perilaku geser (*shear behavior*).





sumber: Saraj, 2008

Gambar 2.1 Retak Pada Dinding

## 2.7 Beban Lateral Siklik

Beban lateral siklik merupakan beban statik monotonik dengan arah gaya relatif tegak lurus terhadap beban gravitasi, yang diberikan pada komponen struktur secara berulang yang disebut siklus. Beban siklik yang diberikan pada model dinding merupakan beban lateral yang dianggap merepresentasikan beban gempa. Pada saat pengujian, beban akan diberikan secara bertahap mengikuti pola pembebanan sebagaimana yang diacu pada ASTM 2126-05, dimana protokoler tersebut mengatur pembebanan dengan memperhatikan *drift rasio* yang telah ditentukan, dengan kata lain pembebanan diberikan dengan deformasi lateral sebagai kontrolnya.

## 2.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian dinding panel jaring kawat baja tiga dimensi ini meliputi:

- Mekanisme keruntuhan pada model dinding diawali dengan retak lentur akibat kelelahan tulangan yang kemudian diikuti dengan retak geser akibat kegagalan menahan geser.
- Kuat lentur pada spesimen yang memiliki tebal 150 mm (M8) lebih besar dibandingkan spesimen yang memiliki tebal 110 mm (M4).

- c. Nilai kekakuan lentur yang mampu dicapai spesimen dengan tebal 150 mm (M8) lebih besar dibandingkan spesimen dengan tebal 110 mm (M4).
- d. Besar deformasi lentur yang mampu dicapai spesimen dengan tebal 150 mm (M8) lebih kecil dibandingkan spesimen dengan tebal 110 mm (M4).



(halaman kosong)





