

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara geografis, Indonesia merupakan negara yang berada di pertemuan empat lempeng tektonik utama dunia yaitu Lempeng Eurasia, Australia, Filipina, dan Lempeng Pasifik. Indonesia juga terletak di pertemuan tiga pegunungan muda dunia yaitu Pegunungan Alpen, Sirkum Pasifik, dan Sirkum Australia. Kondisi ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara paling berisiko terhadap gempa. Terdapat lebih dari 500 gunung api di Indonesia dan 128 diantaranya merupakan gunung api aktif, oleh karenanya Indonesia dikenal sebagai *ring of fire*. Diketahui bahwa 383 dari 456 daerah/kota di Indonesia merupakan daerah rawan gempa sebut saja Gempa Aceh (2004), Gempa Yogyakarta (2006), Gempa Padang (2007, 2009), dan Gempa Mentawai (2010) pernah terjadi.

Dalam beberapa dekade tersebut, bencana gempa bumi kerap kali menimbulkan kerusakan besar pada bangunan, infrastruktur, jembatan dan berbagai obyek vital lainnya. Adapun penyebab utama dari kerusakan dan kehancuran yang terjadi adalah tidak adanya kesadaran akan pentingnya bangunan tahan gempa di tengah masyarakat. Indonesia merupakan salah satu diantara 10 negara rawan gempa di dunia. Setiap harinya lebih dari 20 peristiwa gempa bumi terjadi diberbagai daerah di Indonesia, secara keseluruhan diperkirakan sekitar 7000 pergerakan tanah terjadi dalam satu tahun. Dari jumlah tersebut, sekitar 60 kejadian dapat kita rasakan, dan diantaranya bahkan merupakan gempa berkekuatan tinggi, menghancurkan bangunan, jalan-jalan, infrastruktur dan membahayakan manusia serta lingkungan (Teguh, 2011).

Perbedaan level kerusakan akibat pergerakan gempa dapat disebabkan oleh keadaan struktur suatu bangunan dalam menerima beban gempa Adapun bangunan yang dimaksud adalah bangunan struktural dan non-struktural. Pada dasarnya, bangunan struktural memiliki kekuatan yang lebih baik. Pada gempa bumi yang lalu, penyebab utama daerah yang paling banyak mengalami kehancuran dan menewaskan banyak manusia adalah terjadinya keruntuhan pada konstruksi

bangunan yang terbuat dari bahan tradisional tanpa memperhatikan konsep desain bangunan tahan gempa. Di Indonesia, bangunan non-struktural banyak terdapat di daerah pedalaman atau pedesaan yang biasanya dibangun berdasarkan tradisi dan kebiasaan, tipe yang menyesuaikan dengan adat dan budaya, serta bahan-bahan yang tersedia disekitar daerah. Kebanyakan dari bangunan non-struktural dibangun tanpa adanya bantuan dari tenaga profesional. Berdasarkan penelitian terhadap bencana gempa bumi yang lalu disebutkan bahwa masalah utama yang terjadi pada bangunan-bangunan non-struktural adalah karena kurangnya standar pembangunan di Indonesia, rendahnya kualitas material dan tidak jelasnya metode konstruksi serta kesalahan desain pada struktur bangunan. Kondisi inilah yang menyebabkan semakin rendahnya kualitas struktur dari bangunan non-struktural dan kurangnya perhatian terhadap bangunan tahan gempa. Sebaliknya, penelitian sebelumnya menyatakan bahwa beberapa bangunan non-struktural dapat bertahan dari gempa dengan menghasilkan sedikit kerusakan dengan metode pembangunan yang tepat yaitu menggunakan bahan-bahan yang berkualitas dan tenaga yang professional. Berdasarkan banyaknya jumlah bangunan non-struktural yang rusak, metode sederhana yang dapat dilakukan adalah dengan memperkuat komponen strukturnya.

Kerusakan komponen dinding pasangan bata merah dan batako biasanya berupa kerusakan akibat tegangan geser yang besar dan atau perpaduan dengan tegangan lentur pada saat kejadian gempa berlangsung. Gempa dapat memberikan beban horizontal pada gedung sehingga sering menimbulkan kerusakan baik pada komponen struktural maupun non-struktural. Beban gempa yang terjadi pada sumbu kuat dinding dapat menyebabkan dinding mengalami perubahan bentuk geometris menjadi bentuk jajaran genjang (parallelogram). Perubahan geometri yang terjadi dapat menyebabkan kerusakan dan keruntuhan pada dinding, sedangkan pembebanan arah sumbu lemah dinding dapat menyebabkan dinding mengalami keruntuhan/terguling (Teguh, 2011).

Dinding tembok pada rumah tinggal biasanya terbuat dari pasangan batako, yang terbuat dari campuran semen, pasir dan air dengan kadar tertentu. Pada umumnya batako berbentuk balok pejal maupun balok dengan lubang didalamnya.

Dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap dinding batako dengan bentuk batako yang berbeda dari batako konvensional pada umumnya. Bentuk dan dimensi akan disesuaikan sedemikian rupa, sehingga batako dapat berkait satu dengan yang lainnya (*interlocking*), yang kemudian disebut batako-kait. Dengan demikian diharapkan batako memiliki kekuatan yang lebih besar dan dapat menahan gaya yang terjadi.

Terdapat dua cara yang dapat dilakukan untuk mempelajari perilaku dinding batako-kait. Cara yang pertama yaitu melalui penelitian eksperimen yang akan menghasilkan perilaku aktual dari dinding batako-kait tersebut, namun memerlukan waktu dan biaya yang akan cukup besar, serta peralatan laboratorium khusus. Cara yang kedua adalah analisis dengan metode numerik, dengan menggunakan program komputer untuk menghasilkan suatu pendekatan dari perilaku dinding batako-kait. Untuk melakukan analisis dengan metode numerik diperlukan beberapa parameter serta data yang akurat. Namun semua parameter tersebut cukup sulit untuk mendapatkannya, sehingga hasil analisis menggunakan metode numerik tidak dapat sepenuhnya mewakili kondisi *real* dari sebuah struktur. Pemahaman cara kerja program serta dengan data yang akurat akan diperoleh perilaku yang mendekati perilaku aktual struktur, selain itu penggunaan program komputer cukup efektif dalam hal waktu, biaya dan peralatan yang digunakan. Perilaku dinding batako-kait yang dimaksud dalam penelitian ini ialah perilaku hubungan antara beban dan lendutan pada saat diberi pembebanan.

Berlatar belakang dari permasalahan tersebut di atas, maka penelitian ini akan membahas pemodelan analisis numerik metode elemen hingga terhadap perilaku unit batako-kait dan dinding batako-kait. Unit batako-kait dimodelkan untuk mengetahui perilaku lentur, geser-lentur, geser murni dan geser-vertikal, sedangkan dinding batako-kait yang dimodelkan berupa dinding pasangan batako-kait susunan 2 lapisan dan 3 lapisan dengan variasi jenis siar tegak segaris dan siar tegak tidak segaris serta dengan pembebanan secara *in plane* dan *out of plane*. Serta dinding batako-kait dengan rangka beton bertulang dengan pembebanan lateral. Pemodelan unit batako-kait dan dinding batako-kait dilakukan dengan bantuan salah satu *software finite element method*, yaitu *software* Abaqus. Objek pemodelan

dalam penelitian ini diambil dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Prof. Ir. Mochamad Teguh, MSCE., Ph. D.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut ini.

1. Bagaimana perilaku unit batako-kait yang di uji lentur, geser-lentur, geser murni dan geser-vertikal dengan menggunakan metode elemen hingga?
2. Bagaimana perilaku pasangan batako-kait yang disusun dua lapisan dengan siar tegak segaris serta pembebanan searah bidang dinding (*in plane*) dan tegak lurus bidang dinding (*out of plane*) dengan metode elemen hingga?
3. Bagaimana perilaku pasangan batako-kait yang disusun dua lapisan dengan siar tegak tidak segaris serta pembebanan searah bidang dinding (*in plane*) dan tegak lurus bidang dinding (*out of plane*) dengan metode elemen hingga?
4. Bagaimana perilaku pasangan batako-kait yang disusun tiga lapisan dengan siar tegak tidak segaris serta pembebanan searah bidang dinding (*in plane*) dan tegak lurus bidang dinding (*out of plane*) dengan metode elemen hingga?
5. Bagaimana perilaku dinding batako dengan rangka beton bertulang dengan pembebanan lateral dengan metode elemen hingga?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk memahami perilaku lentur, geser-lentur, geser murni dan geser-vertikal dari unit batako-kait dengan menggunakan metode elemen hingga.
2. Untuk memahami perilaku pasangan batako-kait yang disusun tiga lapisan dengan siar tegak tidak segaris serta pembebanan searah bidang dinding (*in plane*) dan tegak lurus bidang dinding (*out of plane*) dengan metode elemen hingga.
3. Untuk memahami perilaku pasangan batako-kait yang disusun dua lapisan dengan siar tegak tidak segaris serta pembebanan searah bidang dinding (*in*

plane) dan tegak lurus bidang dinding (*out of plane*) dengan metode elemen hingga.

4. Untuk memahami perilaku kait pasangan batako-kait yang disusun tiga lapisan dengan siar tegak tidak segaris serta pembebanan searah bidang dinding (*in plane*) dan tegak lurus bidang dinding (*out of plane*) dengan metode elemen hingga.
5. Untuk memahami perilaku dinding batako dengan rangka beton bertulang dengan pembebanan lateral dengan metode elemen hingga.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Hasil penelitian dapat menjadi informasi mengenai alternatif bentuk bahan pasangan dinding jenis baru untuk bangunan tahan gempa.
2. Memahami karakteristik dari dinding batako-kait (*interlocking concrete block masonry*).
3. Menambah wawasan pengetahuan terkait dengan pemodelan pasangan dinding dengan menggunakan metode elemen hingga untuk keperluan sebagai pembanding dengan hasil-hasil pengujian di laboratorium.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Analisis dilakukan menggunakan bantuan *software* berbasis *finite element method*, yaitu *software* Abaqus.
2. Pemodelan batako-kait pada *software* Abaqus dimodelkan dengan elemen 3D *solid*.
3. Properti material diambil dari penelitian sebelumnya, yang selanjutnya dimasukkan sebagai parameter penelitian.
4. Pemodelan yang dilakukan pada unit batako-kait meliputi uji kuat lentur, uji kuat geser-lentur, uji kuat geser-murni, dan uji kuat geser-vertikal.
5. Pemodelan kait (*interlocking*) unit dinding pasangan batako-kait dilakukan dengan susunan tiga lapisan serta variasi siar tegak segaris dan siar tegak tidak segaris.

6. Pemodelan kait (*interlocking*) unit dinding pasangan batako-kait dilakukan dengan pembebanan searah bidang dinding (*in plane*) dan tegak lurus bidang dinding (*out of plane*).
7. Interaksi antara siar dan batako-kait pada *software* Abaqus diasumsikan sebagai *tie function*.
8. Diskritisasi atau *meshing* dilakukan berdasarkan konvergensi.
9. Pemodelan material batako-kait dan siar dalam Abaqus dimodelkan dengan *Concrete damage plasticity*.
10. Dimensi untuk batako-kait adalah 435 mm x 135 mm x 105 mm.
11. Hasil pemodelan dengan metode elemen hingga selanjutnya dilakukan validasi dengan sebagian hasil pengujian laboratorium dari penelitian yang dilakukan oleh Prof. Ir. Mochamad Teguh, MSCE., Ph. D.
12. Data untuk menunjukkan verifikasi dalam penelitian ini menjadi bagian tak terpisahkan dari penelitian beliau.