

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Batako merupakan bata yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis tambahan dengan agregat halus dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya dan mempunyai luas penampang lubang lebih dari 25% penampang batanya dan isi lubang lebih dari 25% dari isi batanya (PUBI, 1982 :26). Batako diperuntukan bagi pembuatan konstruksi-konstruksi dinding bangunan, baik yang memikul beban, maupun yang tidak memikul beban.

Batako-kait merupakan bentuk lain dari batako konvensional, batako ini memiliki sisi yang dapat berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Selain memiliki kekuatan dari perekatnya, batako-kait juga memiliki kekuatan dari kaitan atau *interlocking*, sehingga pada penerapan di lapangan batako-kait akan menjadi dinding yang homogen ketika disusun menjadi satu kesatuan yang utuh. *Interlocking* dalam arti bahasa memiliki makna sambungan atau kunci satu sama lain (Echols, 1992). Sedangkan dalam istilah teknik sipil dapat diartikan menyambung atau menyusun suatu bahan dengan bentuk/geometri tertentu sehingga dengan sendirinya dapat mencapai posisi stabil.

Metode elemen hingga merupakan prosedur numerik untuk memecahkan masalah mekanika kontinum dengan ketelitian yang dapat diterima oleh rekayasawan (Cook, 1990). Metode elemen hingga dapat digunakan untuk memodelkan suatu struktur, yang mana hasilnya dapat mendekati perilaku struktur pada kondisi aslinya. Semakin banyak parameter dalam penelitian di laboratorium yang dimasukkan dalam analisis elemen hingga, maka semakin kompleks pemodelan dan analisisnya, tetapi hasil yang dihasilkan semakin mendekati hasil pengujian di laboratorium.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai pemodelan numerik batako, baik itu batako konvensional maupun batako *interlocking* telah banyak dilakukan, seperti yang

telah dilakukan Lorenzo dkk (2015), Haach dkk (2011), Wang dkk (2014), Hela dkk (2016). Serta penelitian terkait pemodelan numerik menggunakan *software Abaqus* lainnya seperti penelitian yang dilakukan oleh Al-Osta dkk (2017), dan Kurniawan (2014). Hasil dan kesimpulan dari beberapa penelitian tersebut akan dijadikan bahan acuan pada penelitian ini.

Lorenzo dkk (2015) melakukan penelitian mengenai model numerik pada dinding bata tanah liat, dinding tersebut dilakukan geser diagonal. Hasil dari pemodelan numerik yang berupa hubungan antara tegangan geser dan regangan dibandingkan dengan hasil eksperimen di laboratorium. Pada penelitian ini hasil penyelesaian numerik dapat mendekati hasil pengujian laboratorium, hal ini menunjukkan pemodelan numerik dengan metode elemen hingga dapat digunakan untuk pemodelan dinding bata tanah liat.

Haach dkk (2011), melakukan penelitian tentang analisis numerik pada batako beton (*concrete block masonry*) yang dimodelkan sebagai sebuah balok sederhana dengan pengujian lentur. Pada penelitian tersebut batako disusun menjadi sebuah dinding dengan variasi panjang bentang dan tinggi dinding. Dinding dengan variasi panjang bentang dibuat dengan dimensi 603 x 396 mm, 1005 x 396 mm, 1407 x 396 mm dan 1809 x 396 mm. Sedangkan dinding dengan variasi tinggi dinding dibuat dengan dimensi 1809 x 1204 mm, 1809 x 1002 mm, 1809 x 800 mm dan 1809 x 598 mm. Dalam pengujiannya dinding diberi tumpuan sendi-rol, sehingga berperilaku sebagai balok sederhana kemudian dilakukan pengujian lentur, agar diperoleh nilai hubungan antar beban dan lendutan. Pada penelitian ini hasil penyelesaian numerik dapat mendekati hasil pengujian laboratorium, hal ini menunjukkan pemodelan numerik dengan metode elemen hingga dapat digunakan untuk pemodelan susunan batako.

Wang dkk (2017), melakukan penelitian mengenai pemodelan numerik tentang respon dinding bata merah yang saling kait dengan kolomnya terhadap beban gempa. Pada penelitian tersebut bata yang digunakan adalah bata merah konvensional, namun pada saat pembuatan dinding dirancang sedemikian rupa, sehingga dinding bata saling mengikat dengan kolom. Selain itu pemodelan numerik dilakukan dengan menggunakan *software finite element*. Dari pengujian

dan pemodelan tersebut didapat grafik *hysteretic-loop*, selanjutnya hasil dari pengujian laboratorium dibandingkan dengan hasil pemodelan numerik. Pada penelitian ini hasil penyelesaian numerik dapat mendekati hasil pengujian laboratorium, hal ini menunjukkan pemodelan numerik dengan metode elemen hingga dapat digunakan.

Hela dkk (2016), melakukan penelitian tentang eksperimen dan pemodelan numerik pada bata tanah liat *interlocking*, bata tersebut dibuat dengan dimensi 110 x 240 x 220 mm. Pada penelitian Hela dkk ini dilakukan dengan pengujian desak pada bata tanah liat tersebut. Setelah itu, dilakukan juga pemodelan numerik menggunakan *software finite element*. Kemudian dibuat juga perbandingan secara visual antara hasil pengujian laboratorium dengan hasil pemodelan numerik. Adapun perbandingan adalah antara pola retak spesimen dengan visual tegangan pada *software finite element* hasilnya dapat mendekati.

Al-Osta dkk (2017), melakukan penelitian tentang perilaku lentur balok beton bertulang yang diperkuat menggunakan *ultra-high performance fiber (UHPF)*. Dalam penelitian ini balok beton bertulang diberi perkuatan dengan *UHPF* dengan tiga variasi yaitu merekatkan *UHPF* pada sisi bawah balok beton bertulang (RC-BOT SJ), pada sisi samping balok beton bertulang (RC-2 SJ) dan pada sisi dawah dan sisi samping balok beton bertulang (RC-3 SJ), yang kemudian akan dibandingkan dengan balok bertulang tanpa perkuatan *UHPF* (RC-Control). Selanjutnya dilakukan pengujian di laboratorium, sehingga mendapatkan hasil berupa grafik hubungan antara beban dan lendutan. Setelah itu dilakukan pemodelan menggunakan *Software Abaqus* untuk mendapatkan hasil dengan metode numerik. Setelah dilakukan pemodelan menggunakan *software Abaqus*, diperoleh hasil berupa grafik hubungan antara beban dan lendutan. Kemudian hasil dari pemodelan numerik dibandingkan dengan hasil eksperimen di laboratorium. Berdasarkan penelitian tersebut ternyata diperoleh hasil pemodelan numerik yang dapat mendekati hasil eksperimen di laboratorium.

Kurniawan (2014), melakukan penelitian mengenai pengujian satu buah sambungan eksterior pada *corner joint* pracetak yang merupakan pertemuan antara balok dengan kolom. Pada sistem sambungan SRPM PB2 ini tulangan positif pada

balok ditekuk pada pertengahan join dan diikat dengan 4 buah sengkang dan disatukan dengan tulangan utama kolom, sedangkan pada tulangan negatif disambung menggunakan pelat penjepit ukuran 5 mm. Tiap pasangan pelat dilas pada sisi atas dan bawah dengan jarak pemasangan setiap 200 mm. Pada tahap akhir dilakukan *cast in situ* pada join. Pemodelan dan analisis elemen hingga menggunakan *software* Abaqus dan beban siklik menggunakan program pembebanan berdasarkan ACI TI 1-01 sampai dengan kriteria kegagalan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beban lateral maksimum benda uji sebesar 4,4 kN. Kekakuan benda uji pada saat leleh sebesar 0,53 kN/mm. *Hysteretic loop* benda uji menunjukkan rasio simpangan yang dicapai sebesar 0,5 % pada beban maksimum tidak memenuhi persyaratan ACI TL 1-01 rasio simpangan harus mencapai 2,5 %.

Pada penelitian ini dilakukan pemodelan batako *interlocking* (batako-kait) berukuran 435 x 135 x 105 mm dengan bentuk seperti Gambar 2.1 sehingga dapat berkaitan antara batako yang satu dengan lainnya. Batako-kait akan dimodelkan menggunakan *Software* Abaqus, pemodelan akan dilakukan pada unit batako-kait untuk menentukan perilaku lentur, geser-lentur, geser murni dan geser-vertikal dari batako-kait tersebut. Pemodelan juga dilakukan pada 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*. Pemodelan akan dilakukan dengan beban statik hingga benda uji mengalami kehancuran dan akan dihasilkan grafik hubungan beban-lendutan. Hasil dari pemodelan numerik akan diverifikasi dengan sebagian hasil pengujian laboratorium yang dilakukan oleh Prof. Ir. Mochamad Teguh, MSCE., Ph. D dalam penelitiannya.



Gambar 2.1 Batako-kait

2.3 Keaslian Penelitian

Pemodelan yang dilakukan berupa batako *interlocking* (batako-kait) berukuran 435 x 135 x 105 mm. Adapun perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang tercantum pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Sebelumnya dan Sekarang

Penelitian Sebelumnya		Penelitian Sekarang
Peneliti dan Judul	Substansi Penelitian	Substansi Penelitian
Lorenzo (2015), ” <i>Ekperimental testing and finite elemen modeling of earth block masonry</i> ”	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemodelan dilakukan pada dinding pasangan bata tahah liat 2. Dilakukan pemodelan <i>macro-model</i> dan <i>micro-model</i> 3. Hasil yang diperoleh berupa grafik tegangan-regangan geser. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemodelan dilakukan pada unit batako-kait dengan dimensi 435 mm x 135 mm x 115 mm, dan pasangan dinding dari batako-kait tersebut. 2. Dimodelkan dengan <i>micro-model</i> 3. Hasil yang didapat berupa hubungan <i>load-displacement</i>.
Haach (2011), “ <i>Numerical analysis of concrete block masonry beams uder three point bending</i> ”	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemodelan dilakukan pada dinding dengan variasi dimensi 603 x 396 mm, 1005 x 396 mm, 1407 x 396 mm, 1809 x 396 mm, 1809 x 1204 mm, 1809 x 1002 mm, 1809 x 800 mm dan 1809 x 598 mm. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemodelan dinding pasangan batako-kait dilakukan dengan dimensi 835 mm x 235 mm dan 835 mm x 335 mm.
Wang (2017), “ <i>Testig and modeling the in-plane seismic respon of clay brick masonry walls with boundary columns made of precast concrete interlocking blocks</i> ”.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemodelan yang dilakukan pada dinding dengan <i>interlocking</i> antara pasangan dinding dengan kolom. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemodelan yang dilakukan pada dinding dengan <i>interlocking</i> antara unit batako-kait.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Senelitian Sebelumnya dan Sekarang

<p>Hela (2016) “<i>Experimental and numerical study of interlocking stabilized earth blocks mechanical behavior</i>”</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemodelan yang dilakukan pada bata <i>interlocking</i> tanah liat. 2. Pengujian dilakukan dengan uji desak pada unit bata yang disusun dua lapis dan tiga lapis. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemodelan yang dilakukan pada batako <i>interlocking</i>. 2. Pemodelan batako-kait dilakukan dengan pemodelna unit batako-kait dengan uni lentur, geser-lentur, geser murni dan geser vertikal. 3. Serta dilakukan pemodelan interlocking pada pasangan batako-kait dengan dimensi 835 mm x 235 mm dan 835 mm x 335 mm.
<p>Al-Osta (2017), “<i>Flexural behavior of reinforced concrete beams strengthened with ultra-high performance fiber reinforced concrete</i>”.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemodelan dilakukan pada balok beton bertulang dengan perkuatan <i>ultra-high performance fiber</i>. 2. Maenggunakan model <i>concrete damage plasticity</i> untuk sifat material beton pada abaqus. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemodelan dilakukan pada batako-kait. 2. Menggunakan model <i>concrete damage plasticity</i> untuk sifat material matako-kait dan siar pada abaqus
<p>Kurniawan (2014),</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemodelan dilakukan pada sambungan balok kolom. 2. Pembebanan dilakukan dengan beban siklik. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemodelan dilakukan pada batako-kait. 2. Pembebanan yang diberikan pada model berupa beban statik.