

Pengaruh Waktu Pengetaran Pada Proses Produksi Batako Tanpa Plester Dan Tanpa Perekat terhadap Kemampuan Dinding dalam Menerima Beban Statik

Sugiyanto^{*1}, Pradita E. Ar-Rasyid², M. Tauviqirrahman¹, Rifky Ismail¹, dan Jamari¹

¹⁾Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin,
Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedharto, Tembalang, Semarang 50275 - Telp. 024-7460059

*Email: edt.sugiyanto@gmail.com

²⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Universitas Diponegoro

Abstrak

Mesin press Batako Tanpa Plester dan Tanpa Perekat (BTPTP) yang selama ini digunakan untuk penelitian BTPTP belum dapat menghasilkan keseragaman dimensi. Keseragaman dimensi ini akan berpengaruh terhadap kekuatan dinding yang dibuat dari BTPTP. Keseragaman dimensi diperoleh dengan menentukan waktu penggetaran pada proses produksi BTPTP. Pengepresan yang terjadi pada proses produksi BTPTP diperoleh dari beban penekan dan waktu pengetaran. Selama ini yang terjadi pada proses produksi di mesin pres BTPTP dengan menggunakan beban penekan sebesar 65 kg dengan waktu penggetaran belum ditentukan, sehingga hasil yang diperoleh belum sesuai dengan yang diharapkan. Dengan adanya korelasi antara hasil produksi dengan kekuatan dinding, artikel ini membahas pengaruh lamanya waktu penggetaran terhadap kekuatan dinding yang terbuat dari BTPTP.

Metode penelitian yang digunakan adalah membandingkan hasil uji kekuatan dinding yang terbuat dari BTPTP akibat beban statik dengan hasil program simulasi metode elemen hingga menggunakan software Abaqus 6.10-1. Input data program simulasi diperoleh dari uji BTPTP untuk mendapatkan karakteristik material. Dalam proses produksi BTPTP yang digunakan sebagai sampel pengujian, menggunakan perbandingan campuran semen: pasir = 1 : 8 dan lamanya waktu penggetaran divariasi 17 detik, 20 detik, 23 detik dan 26 detik. Variasi waktu ini ditentukan berdasarkan pengamatan terhadap proses produksi BTPTP yang berlaku selama ini.

Dari hasil uji laboratorium, waktu penggetaran yang optimal pada mesin press BTPTP adalah 20 detik, diperoleh kokoh tekan sebesar $4,59 \text{ N/mm}^2$ dan densitas $1938,56 \text{ kg/m}^3$. Karena pada waktu penggetaran 17 detik batako sudah mulai memadat, namun belum memadat secara sempurna. Sedangkan pada waktu diatas 20 detik BTPTP sulit dikeluarkan dari cetakan. Hasil uji kekuatan dinding yang terbuat dari BTPTP dibanding dengan hasil program simulasi, biarpun trend data kekuatan sudah sesuai namun masih terdapat perbedaan deformasi pada beban yang sama. Untuk beban 40 kN pada 4 posisi titik yang diukur deformasinya, hasil uji laboratorium menunjukkan harga yang lebih besar dari hasil simulasi, perbedaannya berkisar antara 2,5 mm sampai 5 mm. Hal ini disebabkan sampel pengujian yang digunakan belum seragam dan terjadinya pergeseran BTPTP pada saat mulai terkena beban pengujian.

Keywords: batako tanpa plester tanpa perekat, mesin press, waktu penggetaran, beban statik, metode elemen hingga

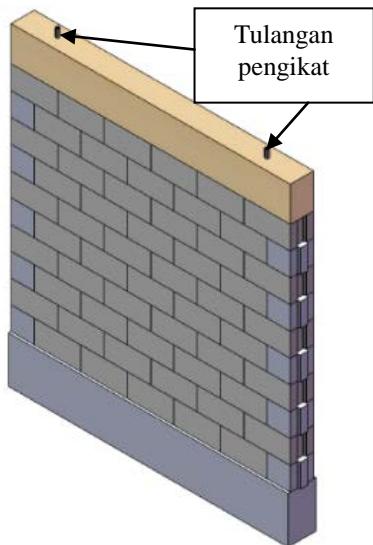
Pendahuluan

Beban yang terjadi pada suatu rumah yang dibangun dengan menggunakan bata atau batako konvensional, pada umumnya dianggap diteruskan ke kolom. Dengan demikian dinding rumah dianggap tidak menerima beban (Putut, 1997; Sarwoko, 1997). Sedangkan dinding yang dibuat dari BTPTP tidak menggunakan kolom. Kolom pada dinding yang dibuat pada BTPTP diganti dengan pengikat yang berfungsi untuk menimbulkan tarikan, sehingga slof dan ring balok menekan dengan kuat susunan BTPTP yang ada (lihat Gambar 1). Dengan demikian, beban diterima oleh BTPTP merupakan beban terdistribusi.

Beban yang bekerja pada suatu dinding, pada umumnya merupakan beban vertikal dan horisontal (Sugiyanto, 1998; Sugiyanto dan Sutomo, 1999). Pada dinding yang dibuat dari BTPTP, beban vertikal berhubungan dengan kemampuan BTPTP dalam menerima tekanan (mampu tekan). Sedangkan beban dalam arah horisontal berhubungan dengan kemampuan dinding dalam menerima momen dan kemampuan BTPTP dalam menahan gaya geser.

Berdasarkan uraian di atas, tulisan ini akan membahas tentang pengaruh waktu penggetaran pada proses produksi BTPTP terhadap kemampuan dinding yang dibuat dari BTPTP dalam menerima beban vertikal

yang bekerja padanya dalam kondisi statis. Kekuatan dinding yang dibangun dengan BTPTP adalah sangat tergantung dari banyaknya pengikat yang digunakan per satuan panjang dinding dan kuat tekan BTPTP. Kuat tekan BTPTP berhubungan dengan kemampuan mesin cetak dalam melakukan pengepresan saat produksi BTPTP. Pada proses produksi BTPTP, besarnya pengepresan yang terjadi tergantung dari besarnya beban dan waktu penggetaran (Sugiyanto, 2010). Mesin yang digunakan saat ini, memiliki benban penekan sebesar 65 kg dan untuk mendapatkan tinggi BTPTP yang seragam menggunakan sistem *stopper* ketinggian, namun hasilnya kurang optimal. Guna mendapatkan hasil yang optimal diperlukan sistem kontrol waktu penggetaran.



Gambar 1. Dinding BTPTP

Hipotes untuk kajian kekuatan dinding BTPTP ini adalah semakin banyak pengikat yang digunakan semakin kuat dinding tersebut dalam menerima beban, namun semakin banyak pengikat yang digunakan semakin mahal biaya yang dibutuhkan untuk membangun dinding BTPTP (Ulung, 2004; Effendi 2004). Demikian pula, semakin tinggi kuat tekan BTPTP (semakin besar beban atau waktu pengetaran saat proses produksi BTPTP) semakin besar beban yang dapat diterima dinding. Kajian kekuatan dinding BTPTP ini membandingkan hasil uji kekuatan dinding yang terbuat dari BTPTP akibat beban statik dengan hasil program simulasi metode elemen hingga menggunakan software Abaqus 6.10-1.

Metoda Eksperimen & Fasilitas yang Digunakan

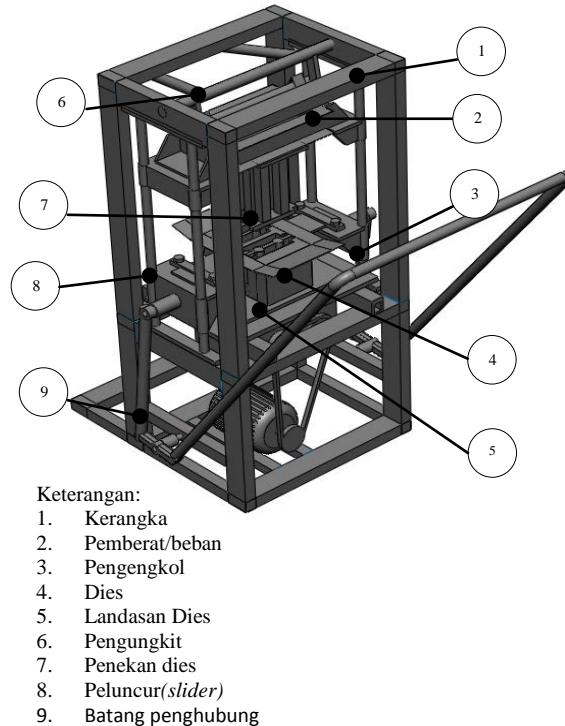
Proses pembuatan campuran BTPTP untuk pengujian menggunakan campuran pasir, semen, dan air dengan perbandingan 7:1:1. Pencampuran bahan BTPTP dicampur menggunakan mesin pengaduk selama 10

menit sesuai dengan kondisi aktual pada saat produksi. Proses pencampuran bahan BTPTP pada mesin pengaduk ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses pencampuran bahan BTPTP pada mesin pengaduk

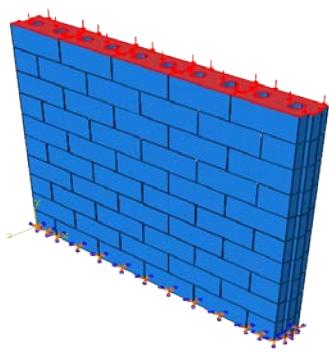
Setelah melalui proses pencampuran, bahan BTPTP kemudian dimasukan kedalam cetakan pada mesin press BTPTP ditunjukkan pada gambar 3. Proses pembuatan sampel uji BTPTP dilakukan pada beban 65 kg dengan mengatur waktu penggetaran 17 detik, 20 detik, 23 detik dan 26 detik. Setelah melalui proses pencetakan BTPTP tersebut dikeringkan secara alami, dengan waktu pengeringan (ageing) selama 40 hari.



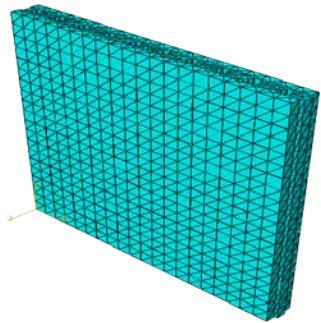
Gambar 3. Mesin press BTPTP

Skema Numerik

Diagram Benda Bebas (DBB) untuk program simulasi metode elemen hingga menggunakan software Abaqus 6.10-1 ditunjukkan pada Gambar 5. Gambar 6 menunjukkan hasil *meshing* menggunakan jenis meshing tetrahedron model (Madenci, 2006; Abaqus, 2010).



Gambar 5. Model MEH dan kondisi batas dinding BTPTP



Gambar 6. Hasil *meshing* menggunakan jenis *tetrahedron*

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Uji Laboratorium

A.1. Pengujian karakteristik material BTPTP

Pengujian karakteristik material BTPTP ini dilakukan dengan 4 variabel waktu penggetaran mesin press BTPTP pada proses pemadatan dengan beban penggetar cetakan pada mesin dibuat tetap 65 kg. Hasil uji tiap variabel waktu penggetaran ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji karakteristik material BTPTP

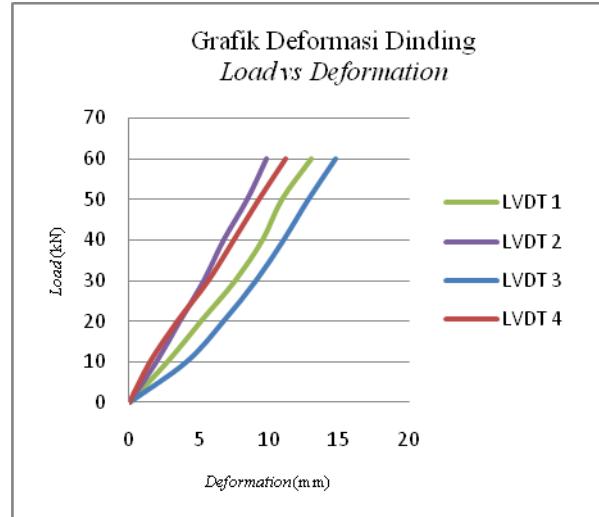
Waktu Penggetaran	Karakteristik Material		
	Density (kg/m ³)	Compressive Strength (N/mm ²)	Modulus Young (N/mm ²)
17 detik	1891,52	2,71	7048,903
20 detik	1938,56	4,59	9173,673
23 detik	1840,96	1,55	5330,927
26 detik	1701,76	0,54	3146,544

A.2. Uji dinding BTPTP

Uji dinding ini dilakukan untuk mengetahui beban maksimal yang mampu diterima oleh batako dalam bentuk 1 dinding berdimensi 1 m². Batako yang digunakan untuk disusun dalam uji dinding ini digetarkan dalam waktu 20 detik dan di press dengan beban 65 kg. Hasil uji dinding BTPTP ditunjukkan pada Table 2, sedangkan hubungan beban dan deformasi pada dinding BTPTP ditunjukkan pada Gambar 7.

Tabel 2. Hasil uji dinding BTPTP

Load (kN)	LVDT1 (mm)	LVDT2 (mm)	LVDT3 (mm)	LVDT4 (mm)
0	0	0	0	0
10	2,72	1,94	4,1	1,48
20	5,12	3,62	6,76	3,44
30	7,58	5,34	9,1	5,66
40	9,52	6,76	11,08	7,48
50	10,92	8,46	12,86	9,28
60	13,02	9,84	14,82	11,2



Gambar 7. Hasil uji dinding BTPTP

B. Hasil simulasi dinding BTPTP

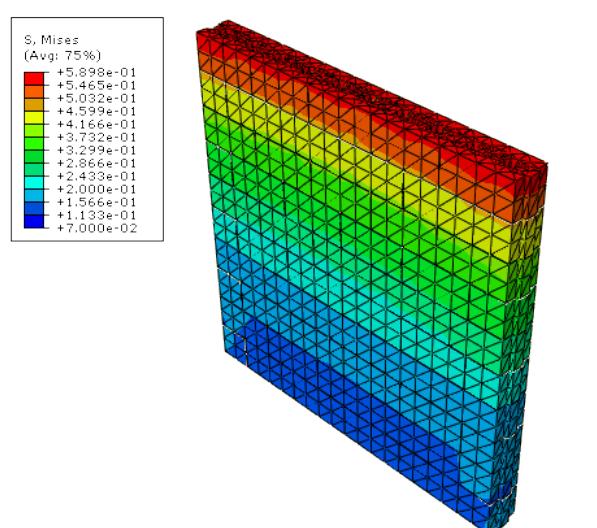
Masukan yang digunakan pada analisa sesuai dengan hasil perhitungan karakteristik yang diperoleh dari uji karakteristik material BTPTP yang telah dilakukan sebelumnya. Pengamatan deformasi mengacu pada posisi LVDT pada pengujian dinding BTPTP dengan mengambil beberapa nodes yang mewakili pengukuran LVDT pada simulasi. Hasil simulasi dinding BTPTP untuk tiap waktu penggetaran ditunjukkan pada Tabel 3 sampai Tabel 6 dan Gambar 7 sampai Gambar 10.

Tabel 3. Deformasi pada waktu penggetaran 17 detik

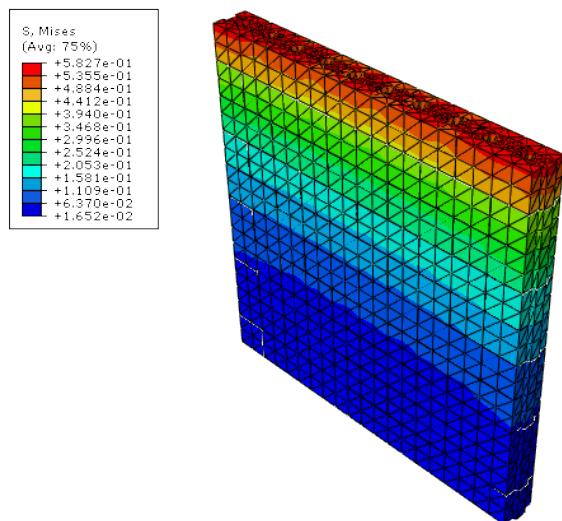
Load (kN)	Deformasi (mm)			
	Node 1	Node 2	Node 3	Node 4
0	0	0	0	0
10	1,334	1,333	1,355	1,356
20	2,671	2,669	2,713	2,715
30	4,009	4,007	4,073	4,076
40	5,530	5,348	5,436	5,440
50	6,694	6,690	6,801	6,806
60	8,040	8,035	8,169	8,175

Tabel 4. Deformasi pada waktu penggetaran 20 detik

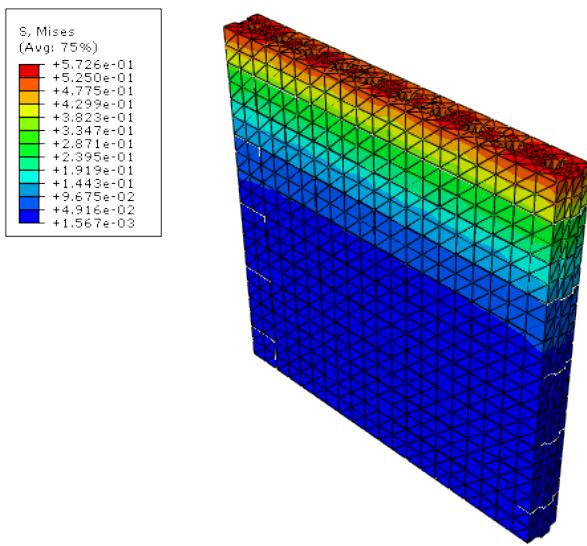
Load (kN)	Deformasi (mm)			
	Node 1	Node 2	Node 3	Node 4
0	0	0	0	0
10	1,005	1,004	1,020	1,021
20	2,010	2,010	2,042	2,043
30	3,017	3,016	3,064	3,067
40	4,024	4,023	4,087	4,091
50	5,032	5,031	5,112	5,116
60	6,042	6,039	6,137	6,142

**Gambar 8.** Hasil simulasi MEH pada waktu penggetaran 20 detik.**Tabel 5.** Deformasi pada waktu penggetaran 23 detik

Load (kN)	Deformasi (mm)			
	Node 1	Node 2	Node 3	Node 4
0	0	0	0	0
10	1,774	1,773	1,799	1,800
20	3,552	3,554	3,604	3,605
30	5,339	5,336	5,415	5,417
40	7,130	7,125	7,232	7,235
50	8,927	8,920	9,055	9,059
60	10,729	10,721	10,885	10,889

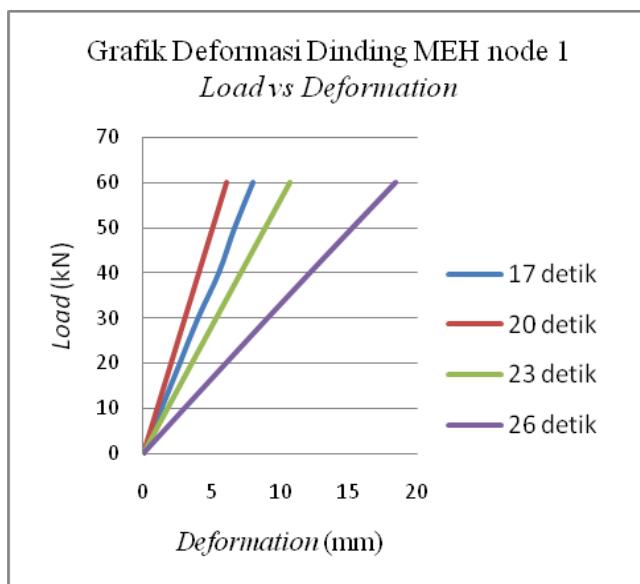
**Gambar 9.** Hasil simulasi MEH pada waktu penggetaran 23 detik.**Tabel 6.** Deformasi pada waktu penggetaran 26 detik

Load (kN)	Deformasi (mm)			
	Node 1	Node 2	Node 3	Node 4
0	0	0	0	0
10	10	2,993	2,991	3,018
20	20	6,013	6,009	6,063
30	30	9,061	9,054	9,135
40	40	12,137	12,125	12,236
50	50	15,242	15,225	15,365
60	60	18,375	18,352	18,523

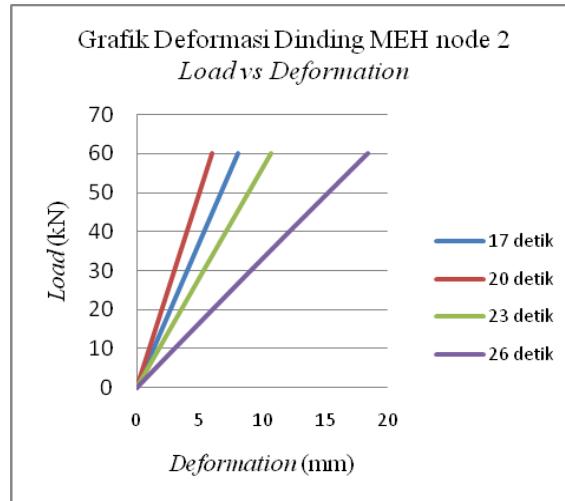


Gambar 10. Hasil simulasi MEH pada waktu penggetaran 26 detik.

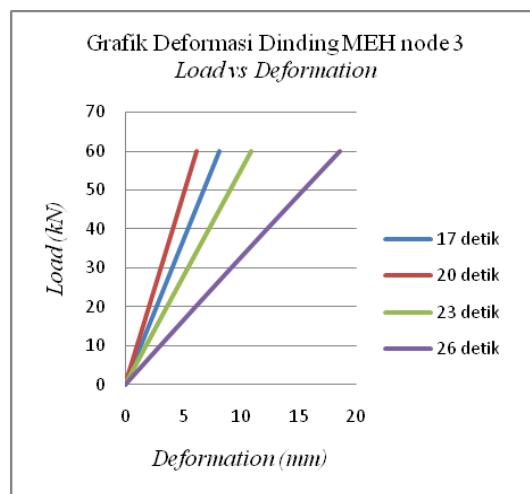
Gambar 11 sampai Gambar 14 menunjukkan perbedaan deformasi dinding BTPTP dengan waktu penggetaran untuk masing-masing *node*.



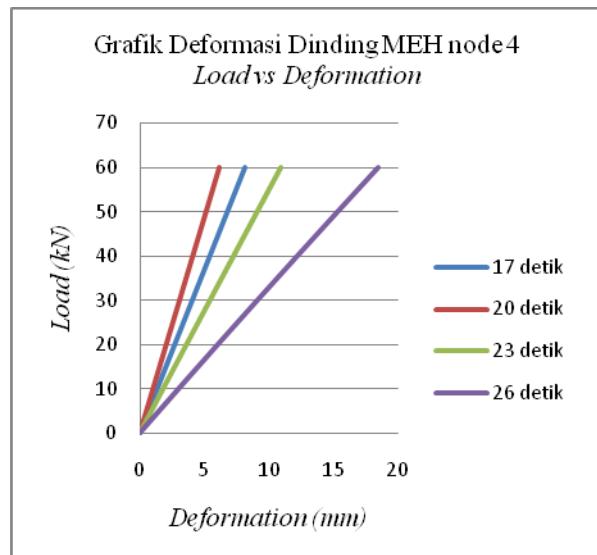
Gambar 11. Grafik deformasi dinding MEH node 1



Gambar 12. Grafik deformasi dinding MEH node 2



Gambar 13. Grafik deformasi dinding MEH node 3

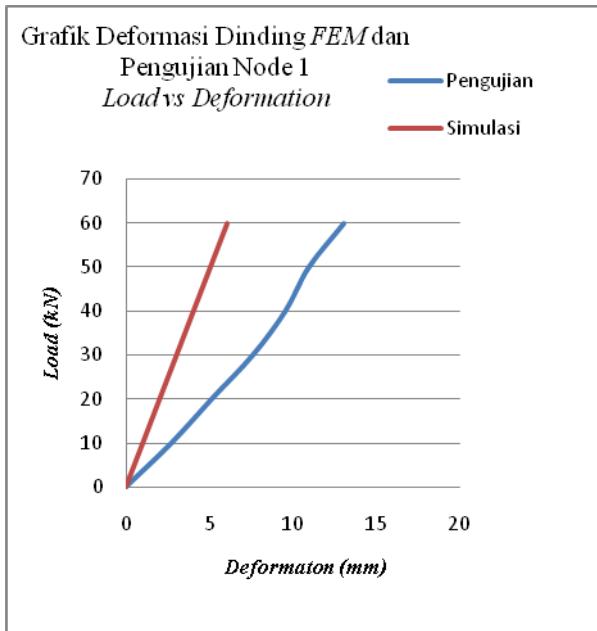


Gambar 14. Grafik deformasi dinding MEH node 4

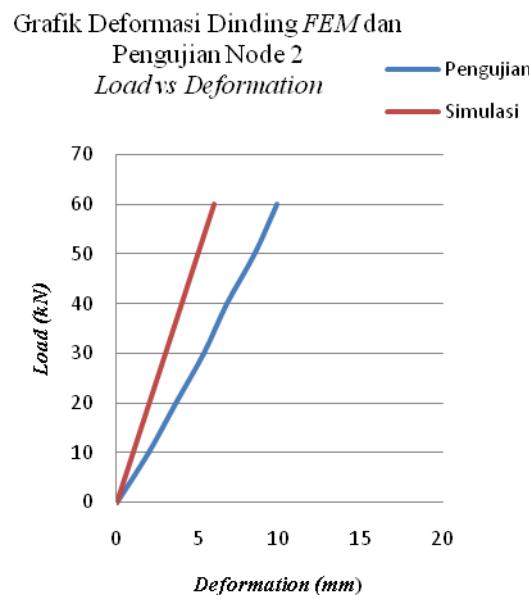
C. Pembahasan

Dari hasil uji laboratorium, waktu penggetaran yang optimal pada mesin press BTPTP adalah 20 detik. Karena pada waktu penggetaran 17 detik batako sudah mulai memadat, namun belum memadat secara sempurna. Sedangkan pada waktu diatas 20 detik batako memadat dengan sempurna tetapi sulit dikeluarkan dari cetakan mesin press BTPTP.

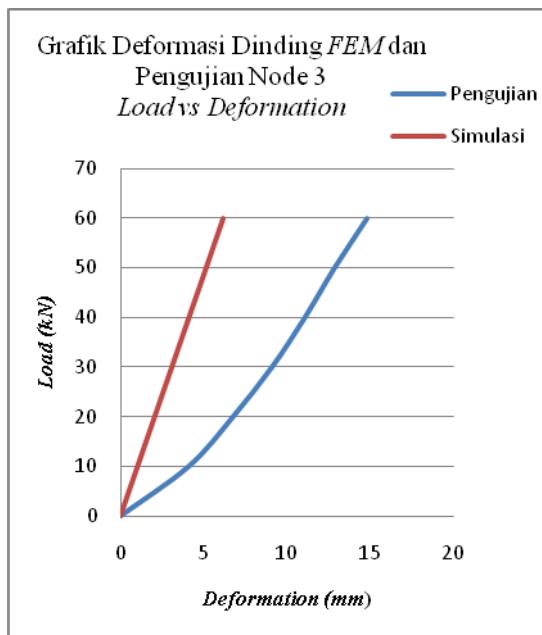
Hasil simulasi metode elemen hingga menunjukkan grafik yang linier selama pembebanan, dikarenakan input data karakteristik material masih dalam kondisi elastic dan konstrain ditentukan hanya pada bagian bawah dinding. Berbeda pada kondisi nyata bahwa konstrain terjadi pada setiap interaksi BTPTP dalam satu dinding utuh. Pada saat dinding mulai hancur dan pecah, deformasi yang terukur semakin besar. Grafik perbandingan deformasi antara hasil pengujian laboratorium dengan simulasi dapat dilihat pada gambar 15, 16, 17 dan 18 dibawah ini. Hasil uji kekuatan dinding yang terbuat dari BTPTP dibanding dengan hasil program simulasi, biarpun trend data kekuatan sudah sesuai namun masih terdapat perbedaan deformasi pada beban yang sama. Untuk beban 40 kN pada 4 posisi titik yang diukur deformasinya, hasil uji laboratorium menunjukkan harga yang lebih besar dari hasil simulasi, perbedaannya berkisar antara 2,5 mm sampai 5 mm. Hal ini disebabkan sampel pengujian yang digunakan belum seragam dan terjadinya pergeseran BTPTP pada saat mulai terkena beban pengujian.



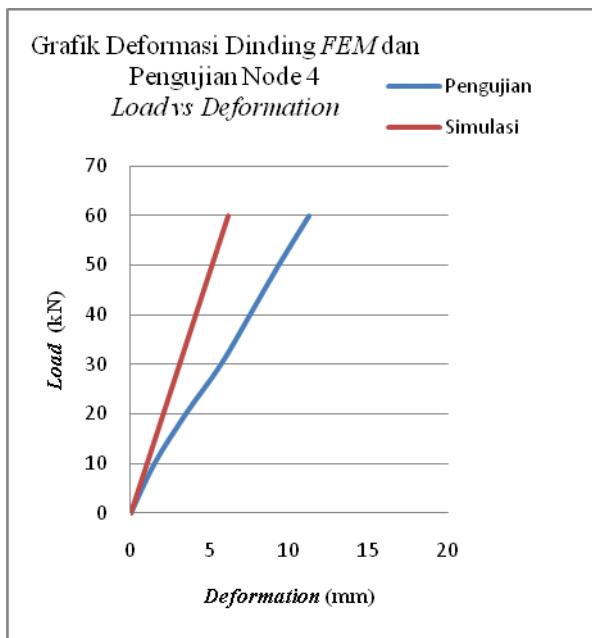
Gambar 15. Grafik perbandingan deformasi hasil pengujian dan hasil simulasi MEH pada node 1



Gambar 16. Grafik perbandingan deformasi hasil pengujian dan hasil simulasi MEH pada node 2



Gambar 17. Grafik perbandingan deformasi hasil pengujian dan hasil simulasi MEH pada node 3



Gambar 18. Grafik perbandingan deformasi hasil pengujian dan hasil simulasi MEH pada node 4

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian adalah :

1. Waktu penggetaran optimal yang direkomendasikan untuk penggetaran mesin press BTPTP ini adalah 20 detik dengan hasil produksi BTPTP memiliki kokoh tekan sebesar $4,59\text{N/mm}^2$ dan densitas $1938,56\text{ kg/m}^3$.
2. Pemodelan metode elemen hingga yang dikembangkan menunjukkan hasil trend yang sama dengan hasil uji laboratorium, namun masih terdapat perbedaan yang cukup besar. Hal ini disebabkan karena analisa MEH yang digunakan mengasumsikan karakteristik material BTPTP elastic dan konstrain ditentukan hanya pada bagian bawah dinding.

Referensi

Effendi, Analisa statik Struktur Rangka Mesin Press Batako Menggunakan Program Bantu NASTRAN, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik UNDIP, (2004)

Madenci, E., and Guven, I., The Finite Element Method and Application in Engineering, The University of Arizona, Springer Science-Business Media, United States of America, (2006)

Putut, Perencanaan dan Pembuatan Cetakan Batako

Tanpa Plester dan Tanpa perekat, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik UNDIP, (1997)

Sarwoko, Perencanaan dan Pembuatan Pres Batako Tanpa Plester dan Tanpa perekat, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik UNDIP, (1997)

SIMULIA Abaqus 6.10 Installation and Licensing Guide, DassaultSystèmes, (2010)

Sugiyanto, Batako tanpa plester dan tanpa perekat, Laporan Penelitian dibiayai oleh BAPEDA Tingkat I Jawa Tengah, (1998)

Sugiyanto, Peningkatan Kualitas Batako Tanpa Plester & Perekat Untuk Aplikasi Rumah Sehat Sederhana Tipe 21 Dibawah Rp 10 Juta, Laporan Penelitian TTG Universitas Diponegoro, (2010)

Sugiyanto, S. Sutomo, Penerapan Batako tanpa plester dan tanpa perekat pada rumah tipe 21, Laporan Penelitian dibiayai Bank BTN, (1999)

Ulung, Analisa statik Struktur Rangka Mesin Press Batako Menggunakan Program Bantu NASTRAN, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik UNDIP, (2004)