

**PENGARUH PENINGKATAN KOMPOSISI MORTAR TERHADAP
KEKUATAN STRUKTUR DINDING BATA MERAH LOKAL**

NASKAH PUBLIKASI

TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



RICKY REFANDI

NIM. 125060100111019

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2016

PENGARUH PENINGKATAN KOMPOSISI MORTAR TERHADAP KEKUATAN STRUKTUR DINDING BATA MERAH LOKAL

Ricky Refandi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Agustus 2016, *Pengaruh Peningkatan Komposisi Mortar Terhadap Kekuatan Struktur Dinding Bata Merah Lokal*, Dosen Pembimbing : Achfas Zacoeb, Lilya Susanti

ABSTRAK

Masonry atau dalam bahasa Indonesia biasa disebut pasangan dinding bata merupakan material bangunan yang istimewa dan special. Dinding bata merah banyak digunakan karena memiliki beberapa keunggulan seperti rendahnya kemungkinan adanya ereksi, rendahnya rangkai susut, fleksibel, tahan api, cepat dikerjakan, dan ekonomis. Dinding bata merah merupakan material komposit yang tersusun atas bata merah sebagai unit utama dan mortar. Dalam struktur dinding bata merah ini dibutuhkan suatu struktur dengan kekuatan maksimal yang dipengaruhi material susunan yang telah disebutkan diatas. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh peningkatan komposisi mortar terhadap kekuatan struktur dinding bata merah lokal. Adapun kinerja dinding bata merah ini ditinjau berdasarkan pemberian beban aksial arah vertikal dengan tiga variasi model dinding. Dari hasil penelitian ini, didapatkan kekuatan maksimum dinding untuk masing-masing model dengan perbedaan komposisi mortar dan perbedaan mutu bata merah lokal. Penggunaan mortar dengan perbandingan 1 (PC) : 3 (PP) dengan bata Gondanglegi pada model dinding 1 (bata disusun horisontal) memiliki kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan model dinding 2 (bata disusun vertikal) dan model dinding 3 (bata disusun diagonal). Dalam penelitian juga terlihat perbedaan prosentase kenaikan kekuatan model dinding 1. Model dinding 1 yang menggunakan bata Gondanglegi dengan komposisi mortar 1 (PC) : 10 (PP) ke 1 (PC) : 3 (PP) sebesar 61,045 %, yang diikuti dengan kenaikan prosentase kekuatan mortar sebesar 79,167 %. Sedangkan untuk model dinding 1 yang menggunakan bata Turen sebesar 44,091 % dengan prosentase kenaikan mortar sebesar 78,261 %.

Kata kunci: kuat tekan, dinding bata, bata merah lokal, komposisi mortar, beban uniaksial

ABSTRACT

Masonry or in Indonesian usually called bricks wall structure are special and preferential material construction. Red brick wall popularly used because of its advantages, such as low possibility of an erection, low creep shrinkage, flexible material, fireproof, worked fast, and economical. Red brick wall are composite material of red brick as main unit and mortar. In this red brick wall are needed a maximal strength structure that influenced the arrangement mentioned above. Therefore in this research conducted testing to determine the effect of mortar composition increasing toward the local brick masonry strength. The performance of the red brick wall was reviewed by the provision of the axial load vertical direction with three variations of the wall model. From these results, obtained the maximum power of the wall for each model with mortar composition differences and differences in the quality of local red brick. The applicability of the mortar with a ratio of 1 (PC): 3 (PP) with brick Gondanglegi on the wall model 1 (brick arranged horizontally) has a greater strength than the wall model 2 (bricks arranged vertically) and the wall model 3 (bricks arranged diagonally). In this research also seen the difference the percentage increase in the

strength of the wall model 1. Model 1 which uses brick wall gondanglegi with mortar composition 1 (PC): 10 (PP) to 1 (PC): 3 (PP) of 61.045%, followed by the increase in the percentage of mortar strength of 79.167%. As for models that use brick wall 1 Turen of 44.091% with the percentage increase in mortar amounted to 78.261%.

Keyword: compressive strength, masonry, red local brick, mortar composition, axial load (vertical).

PENDAHULUAN

Dinding bata merupakan material komposit yang tersusun atas bata merah sebagai unit utama dan mortar. Ada beberapa keunggulan dinding bata merah dalam penggunaannya di bidang konstruksi, antara lain rendahnya kemungkinan adanya ereksi, rendahnya rangkai susut, fleksibel, tahan api, cepat dikerjakan, dan ekonomis (Turang, dkk 2014). Dinding bata telah banyak digunakan pada mayoritas rumah dan bangunan di Indonesia, baik dalam aspek struktural walaupun dalam lingkup kecil, maupun aspek arsitektural.

Karakteristik komposit yang dimiliki dinding bata tergantung pada material penyusunnya, dalam hal ini bahan baku bata merah dan komposisi mortar yang digunakan dalam

peyusunan dinding bata. Dinding bata memiliki kekuatan yang berfungsi untuk menahan beban yang akan diterima oleh struktur bata merah sebagai unit utama penyusun dinding bata. Kekuatan dinding bata itu sendiri lebih dipengaruhi oleh komposisi mortar yang digunakan dan bata merah yang membatasinya. Penambahan komposisi mortar ada kalanya tidak memiliki pengaruh terhadap struktur dinding bata merah. (Kiki A. Palupi, 2007). Untuk itu dilakukan penelitian guna mengetahui pengaruh peningkatan komposisi mortar terhadap kekuatan struktur dinding bata merah lokal dengan memberikan beban aksial arah vertikal pada variasi model dinding, komposisi mortar, dan jenis bata merah lokal yang berbeda-beda

TINJAUAN PUSTAKA

Dinding pasangan bata merah bahan yang paling banyak digunakan sebagai dinding luar bangunan atau dinding pembatas antara ruangan yang satu dengan yang lainnya. (Sri Handayani, 2010). Dari segi struktur, pasangan dinding bata bukan masuk komponen struktural (non engineering building), padahal dinding bata merah yang tersusun dari batu bata dan mortar memiliki kekuatan dan kekakuan tertentu tergantung kualitas bahan yang tersedia di daerah tersebut. (Redha Sadhu L. dkk, 2010)

Bata merah

Batu bata merupakan suatu unsur bangunan yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa komposisi bahan-bahan lain,

dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi apabila direndam dalam air. (SNI 15-2094-2000). Pembakaran dalam proses pembuatan batu bata merah sendiri dibakar dalam suhu yang cukup tinggi yakni sekitar 750°C - 1300°C.

Mortar

Mortar merupakan campuran yang berfungsi melekatkan bata merah, sehingga bisa menjadi susunan dinding batu bata. Secara umum, mortar yang biasa digunakan untuk membuat susunan dinding batu bata adalah mortar konvensional. Mortar konvensional yang dimaksud dalam hal ini adalah mortar yang berasal dari campuran semen, pasir, dan air dengan komposisi sesuai dengan kebutuhan.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana :

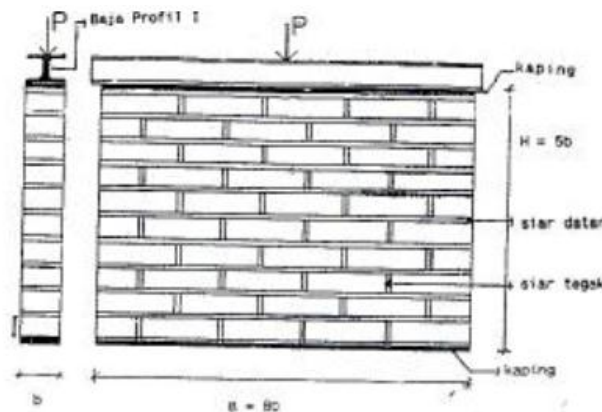
- σ = Kekuatan tekan *mortar*.
- P_{max} = Gaya tekan maksimum
- A = Luas penampang benda uji

Di dalam SNI 03-6882-2002 juga disebutkan bahwa mortar yang dibuat di laboratorium harus merupakan bahan dan komposisi yang sama dengan yang digunakan dalam konstruksi.

Susunan dinding bata merah berdasarkan kekuatan

Kekuatan tekan struktur pasangan dinding bata merah dapat ditentukan melalui dua cara. Pertama, melihat jenis mortar dan kekakuan unit bata, maka dapat dicari kekuatan struktur pasangan batanya (BS 5628-

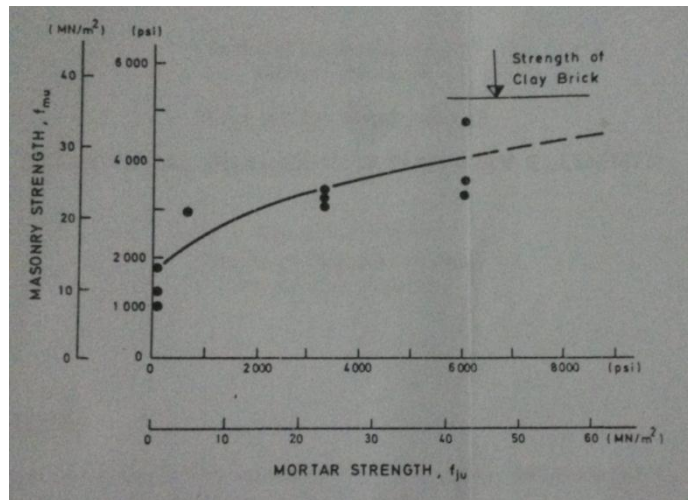
1992; ACI 530-05; Australian Standard AS 3700-2001). Metode cara pertama ini mengharuskan ada standard yang jelas tentang jenis mortar dengan karakteristiknya dan jenis unit bata dengan karakteristiknya juga. Kedua, dengan melihat kekuatan prisma bata merah yang dibentuk dengan cara tertentu (ASTM C 1314-03b). Indonesia telah memiliki SNI 03-4164-1996 tentang pengujian kuat tekan dinding pasangan bata merah di laboratorium untuk dinding struktural. (Wisnumurti, 2013)



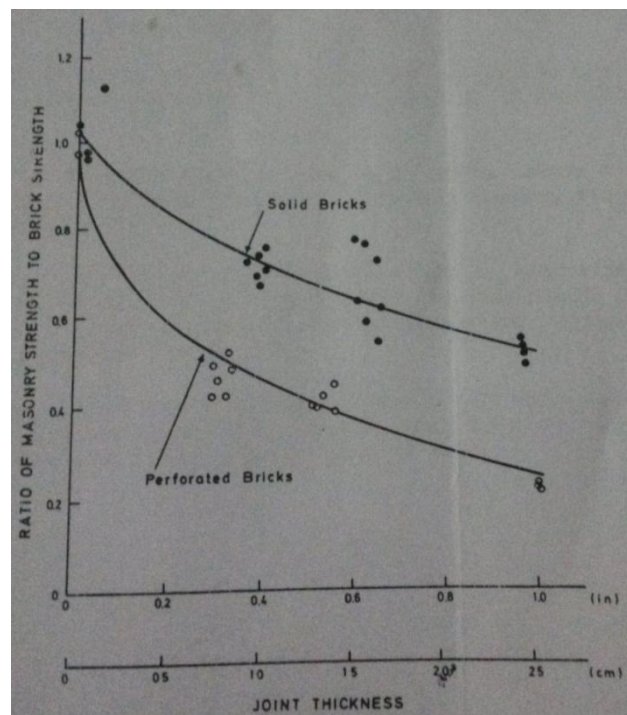
Gambar 1. Model benda uji dinding SNI 03-4164-1996

Kekuatan tekan susunan dinding batu bata merah sangat dipengaruhi oleh kekuatan mortar seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**, terutama jika mortar memiliki kekuatan yang tinggi digunakan. Ketebalan mortar bisa menjadi parameter yang penting, terutama untuk mortar kekuatan rendah, jika ketebalan mortar dari susunan

dinding batu bata dikurangi, maka kekuatan susunan dinding batu bata merah ini akan meningkat seperti yang ditunjukkan **Gambar 3** (Lyse Inge, 1972). Selain itu, ikatan antara mortar dan batu bata merah yang menyusun dinding batu bata juga berpengaruh pada kekuatan struktur dinding batu batamerah.



Gambar 2. Hubungan antara Kuat Tekan Batu Bata (f_{mu}) dan Kuat tekan mortar (f_{ju})



Gambar 3. Hubungan antara Ketebalan mortar dan Rasio Kuat Tekan Batu Bata

METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian

Langkah pertama sebelum memulai penelitian ini, dilakukan pengujian terhadap bahan-bahan dasarnya terlebih dahulu. Bahan-bahan yang perlu disiapkan dan diuji adalah pemotongan bata terskala, pengambilan data pasir

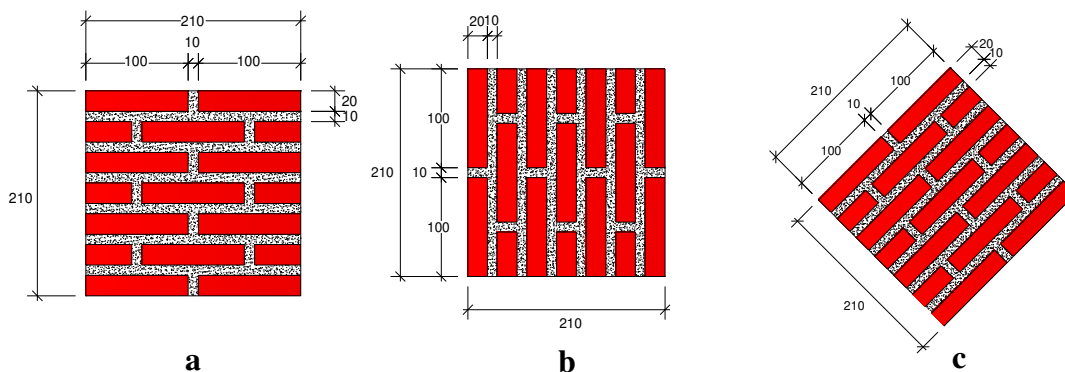
pasang yang digunakan, pengambilan dan pengujian sampel mortar untuk tiap benda uji, pengambilan dan pengujian sampel bata merah sesuai aturan yang ditinjau, pembuatan dan pengujian model dinding.

Variabel penelitian

- Variabel bebas (independent variabel), dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah komposisi mortar dan mutu batu bata merah.
- Variabel terikat (dependent variabel), dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah kekuatan susunan dinding bata merah terhadap beban aksial yang diberikan.
- Variabel control (control variabel), dalam penelitian ini variabel kontrolnya adalah ukuran model dinding bata merah, ukuran bata merah, dan tebal mortar

Metode pengumpulan data

Dalam penelitian ini uji kuat tekan tiap model dinding pasangan bata merah tersebut dilakukan pada umur 28 hari. Selain itu uji kuat tekan sampel mortar juga dilakukan pada umur 28 hari yang diambil dari semua model dinding yang akan diuji dengan menggunakan komposisi 1 (PC) : 3 (PP), 1 (PC) : 4 (PP), 1 (PC) : 5 (PP), 1 (PC) : 7 (PP), dan 1 (PC) : 10 (PP). Untuk uji kuat tekan bata merah lokal yang berasal dari gondanglegi dan turen dilakukan sesuai prosedur peraturan yang telah ditetapkan mengacu pada SNI 15-2094-2000 dan ASTM C67. Adapun model dinding adalah seperti pada **Gambar 4** untuk model dinding 1, **Gambar 5** untuk model dinding 2, dan **Gambar 6** untuk model dinding 3.



Gambar 4. a) Model Benda Uji 1, b) Model Benda Uji 2, c) Model Benda Uji 3

Hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah mutu batu bata merah dan komposisi mortar berpengaruh pada kekuatan struktur dinding bata. Setiap

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pasir (agregat halus)

Dari pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil analisis saringan yang menunjukkan agregat halus berada dalam zona gradasi 4, yang berarti bahwa pasir yang digunakan dalam penelitian ini pasir halus.

Karakteristik bata merah

Ukuran asli bata merah adalah 23 cm x 10 cm x 4 cm dan bata merah

jenis bata memiliki perbedaan kekuatan, dan semakin besar perbandingan komposisi mortar semakin lemah kekuatan struktur dinding bata.

Sedangkan nilai modulus halus sebesar 1,397. Untuk hasil kadar air agregat halus sebesar 30,37%, berat isi 1,19 (rodded) dan 1,03 (shoveled), dan berat jenis penyerapan sebesar 10,302%.

terskala dengan ukuran 10 cm x 4 cm x 2 cm, dengan menggunakan bata merah

lokal buatan gondanglegi dan turen. Hasil uji kuat tekan bata merah pada **Tabel 1** menunjukkan menghasilkan kuat tekan dari bata merah Gondanglegi (G) lebih kuat pada percobaan benda uji ASTM C67, SNI 15-2094-2000 mortar

6 mm, dan benda uji tebal mortar 2 cm dibandingkan dengan bata merah dari Turen (T). Namun pada percobaan kubus dan benda uji tebal mortar 1 cm bata Turen lebih kuat daripada bata Gondanglegi.

Tabel 1. Perbandingan hasil pengujian kuat tekan maksimum (kg/cm^2) bata merah Gondanglegi dan Turen.

Gondanglegi

	ASTM	SNI	kubus	Tebal mortar 1 cm	Tebal mortar 2 cm
MIN	49.736	12.430	10.111	10.733	10.390
MAX	74.771	26.649	23.250	31.510	28.517

Turen

	ASTM	SNI	kubus	Tebal mortar 1 cm	Tebal mortar 2 cm
MIN	55.618	12.628	9.778	14.661	14.435
MAX	64.480	24.083	25.063	36.848	27.965

Mortar

Komposisi mortar yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu 1 (PC) : 3 (PP), 1 (PC) : 4 (PP), 1 (PC) : 5 (PP), 1 (PC) : 7 (PP), dan 1 (PC) : 10 (PP) untuk tiap masing-masing model benda uji. Dari hasil pengujian kuat

tekan mortar seperti pada **Tabel 2** didapatkan kuat tekan dengan komposisi 1 (PC) : 3 (PP) memiliki kuat tekan paling tinggi yaitu sebesar 96 kg/cm^2 .

Tabel 2. Perbandingan kuat tekan maksimum mortar.

Komposisi	Bata	Kuat Tekan Mortar (kg/cm^2)		
		Horisontal (I,A)	Vertikal (II,B)	Diagonal (III,C)
1:3	G	96	72	92
	T	92	92	84
1:4	G	88	48	56
	T	76	76	72
1:5	G	60	52	48
	T	44	36	32
1:7	G	28	36	28
	T	28	28	36
1:10	G	20	16	24
	T	20	20	20

Kekuatan dinding bata

Berdasarkan pengujian dan pengolahan yang telah dilakukan, diperoleh grafik kuat tekan dinding bata

dengan beberapa kuat tekan komposisi mortar dengan variasi jenis bata untuk setiap model dinding benda uji.

Model dinding 1

Pada kuat tekan dinding model 1 yang menggunakan bata merah Gondanglegi dibandingkan dengan dinding yang menggunakan bata merah Turen memiliki perbedaan kekuatan. Dinding bata merah Gondanglegi memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan dinding bata merah Turen.

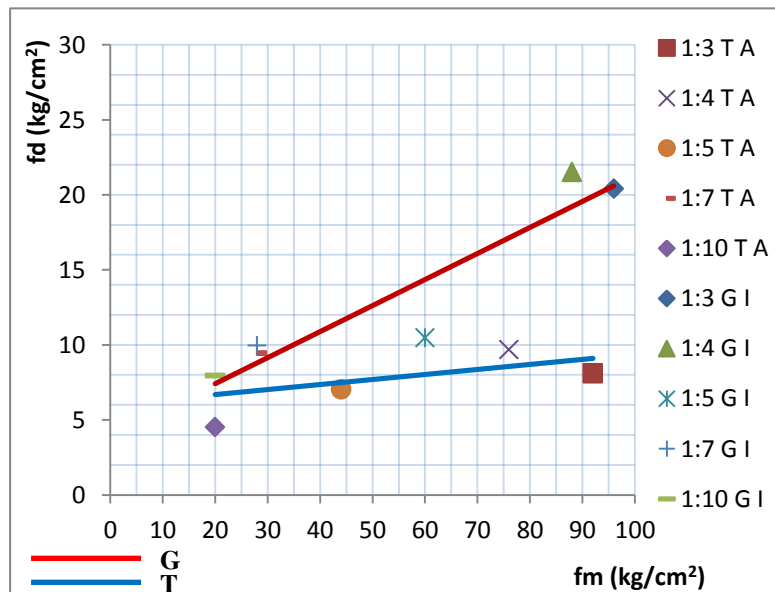
Diambil contoh pada peningkatan mortar 1:7 ke 1:3 pada hubungan kekuatan model dinding 1 dengan kekuatan mortar menggunakan bata Gondanglegi. Prosentase kekuatan model dinding 1 bata Gondanglegi (mortar 1:7 ke 1:3) adalah sebagai berikut:

$$\frac{(20,422-9,965) \text{ kg/cm}^2}{20,422 \text{ kg/cm}^2} = 0,51207 = 51,207 \%$$

Prosentase peningkatan dinding hanya menyentuh angka 51,207% padahal jika dilihat dari komposisi mortar yang dipakai sangatlah jauh berbeda. Jika dilihat peningkatan kekuatan mortar, yaitu sebesar 70,833%. Prosentase kekuatan mortar model dinding 1 (mortar 1:7 ke 1:3) adalah sebagai berikut:

$$\frac{96-28 \text{ kg/cm}^2}{96 \text{ kg/cm}^2} = 0,70833 = 70,833 \%$$

Bisa dilihat pada **Gambar 7** bahwa dengan meningkatkan kekuatan mortar secara signifikan (1:7 ke 1:3) belum tentu menaikkan kekuatan dinding dan hal ini bisa dilihat pada kekuatan model dinding 1 dengan menggunakan bata Gondanglegi.



Gambar 5. Hubungan kuat tekan dinding model 1 bata gondanglegi-turen dan kuat tekan mortar

Bata yang disusun secara horisontal pada dinding ini mampu menahan tarikan yang lebih baik jika dibandingkan dengan susunan bata **Model dinding 2**

Pada kuat tekan dinding model 2 memiliki hasil yang sama yaitu dinding yang menggunakan bata merah Gondanglegi memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan dinding bata merah Turen

secara vertikal (model dinding 2), dimana bata berperan dominan dalam menahan tarik arah horisontal.

Diambil contoh pada peningkatan mortar 1:7 ke 1:3 pada hubungan kekuatan model dinding 2 dengan kekuatan mortar menggunakan bata Gondanglegi. Prosentase kekuatan model dinding 2 bata Gondanglegi

(mortar 1:7 ke 1:3) adalah sebagai berikut:

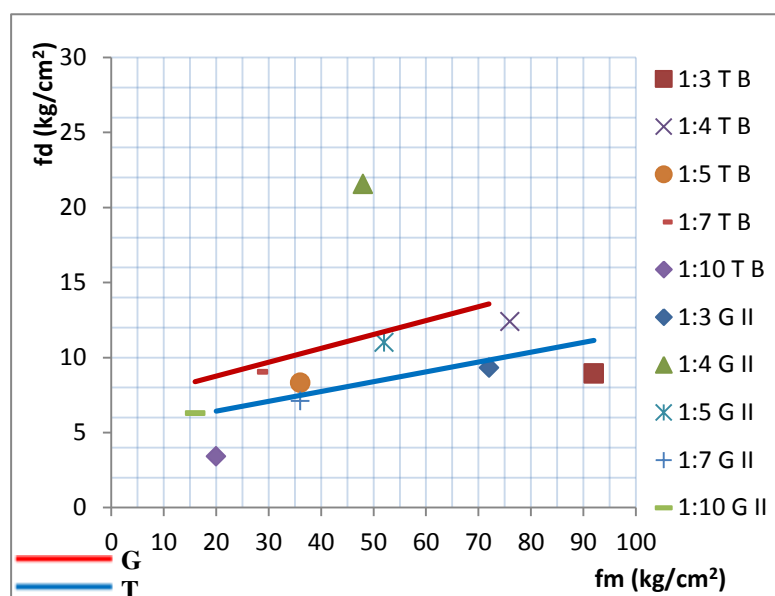
$$\frac{(9,318-7,110) \text{ kg/cm}^2}{9,318 \text{ kg/cm}^2} = 0,23699 = 23,699 \%$$

Prosentase peningkatan dinding hanya menyentuh angka tidak lebih dari 25% padahal jika dilihat dari komposisi mortar yang dipakai sangatlah jauh berbeda. Jika dilihat dari peningkatan kekuatan mortar terdapat perubahan, yaitu sebesar 50,0 %.

Prosentase kekuatan mortar model dinding 1 (mortar 1:7 ke 1:3) adalah sebagai berikut:

$$\frac{72-36 \text{ kg/cm}^2}{72 \text{ kg/cm}^2} = 0,50 = 50,0 \%$$

Bisa dilihat pada **Gambar 8** bahwa dengan meningkatkan kekuatan mortar secara signifikan (1:7 ke 1:3) belum tentu menaikkan kekuatan dinding dan hal ini bisa dilihat pada kekuatan model dinding 2 dengan menggunakan bata Gondanglegi yang hanya sedikit meningkat kekuatan dindingnya.



Gambar 6. Hubungan kuat tekan dinding model 2 bata gondanglegi-turen dan kuat tekan mortar

Hasil dari kuat tekan model dinding 2 akan lebih kecil daripada yang ditahan oleh model dinding bata 1 karena bata **Model dinding 3**

Pada kuat tekan dinding model 3 memiliki hasil yang sama yaitu dinding yang menggunakan bata merah Gondanglegi memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan dinding bata merah Turen.

Diambil contoh pada peningkatan mortar 1:7 ke 1:3 pada hubungan kekuatan model dinding 3 dengan kekuatan mortar menggunakan bata Gondanglegi. Prosentase kekuatan model dinding 1 bata Gondanglegi

tidak menahan tarik arah horisontal, dimana bata berperan dominan dalam menahan tarik arah horisontal.

(mortar 1:7 ke 1:3) adalah sebagai berikut:

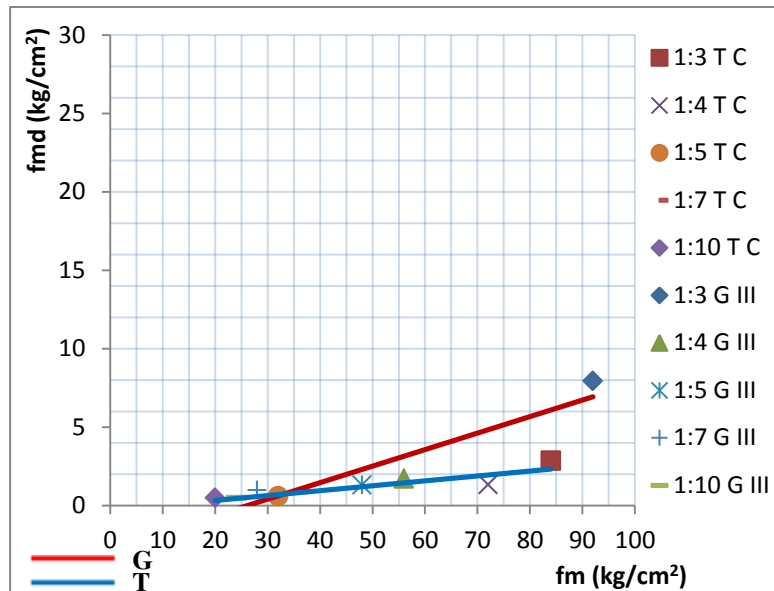
$$\frac{(7,396-0,980) \text{ kg/cm}^2}{7,396 \text{ kg/cm}^2} = 0,87649 = 87,649 \%$$

Prosentase peningkatan dinding adalah 87,649%. Dan jika dilihat dari peningkatan kekuatan mortar terdapat perubahan, yaitu sebesar 50,0 %. Prosentase kekuatan mortar model dinding 1 (1:7 ke 1:3) adalah sebagai berikut:

$$\frac{92-28 \text{ kg/cm}^2}{92 \text{ kg/cm}^2} = 0,69565 = 69,565 \%$$

Bisa dilihat pada **Gambar 9** bahwa dengan meningkatkan kekuatan mortar (1:7 ke 1:3) dapat menaikkan kekuatan

dinding dan hal ini bisa dilihat pada kekuatan model dinding 3 dengan menggunakan bata Gondanglegi yang meningkat kuat tekan dindingnya.



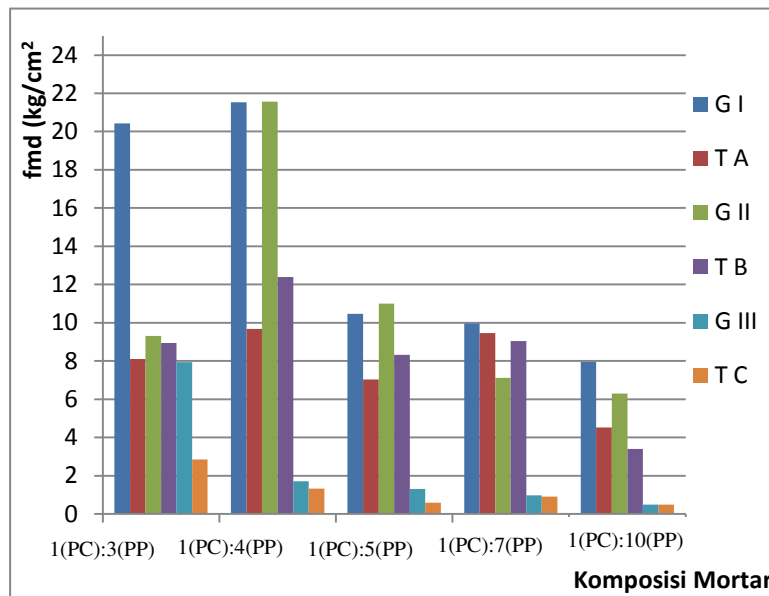
Gambar 7. Hubungan kuat tekan dinding model 3 bata gondanglegi-turen dan kuat tekan mortar

Hasil dari kuat tekan model dinding 3 akan lebih kecil daripada yang ditahan oleh model dinding bata 1 dan model dinding 2, karena bata tidak menahan tarik arah horisontal dengan baik, **Peningkatan Komposisi Mortar dengan Kekuatan Dinding Bata Merah**

Meningkatkan komposisi mortar dengan menambah pasir (contoh 1 (PC) : 3 (PP) ke 1 (PC) : 10 (PP)) akan menurunkan kekuatan dinding seperti yang terlihat pada **Gambar 10**. Namun dalam penelitian yang telah dilakukan hal ini tidak terjadi pada model dinding

dimana bata berperan dominan dalam menahan tarik arah horisontal yang menyebabkan terjadinya geser dan kemudian membuat dinding runtuh seketika

1 menggunakan bata Gondanglegi. Pada model dinding yang menggunakan bata Turen kekuatan dinding terlihat fluktuatif (naik-turun). Hal ini disebabkan oleh kekuatan bata yang merupakan komponen utama penyusun dinding bata.



Gambar 8. Hubungan komposisi mortar dan kuat tekan dinding

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, dan pembahasan data dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Mortar dengan perbandingan komposisi 1 (PC) : 3 (PP) menggunakan bata gondanglegi memiliki kekuatan dinding yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan bata dan komposisi lainnya
2. Dengan menurunkan komposisi mortar dari 1 (PC) : 10 (PP) ke 1 (PC) : 3 (PP) didapatkan prosentase kenaikan kekuatan

DAFTAR PUSTAKA

ASTM International (An American National Standard). 2002. ASTM – E 510 – 02 Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages. West Conshohoken, PA 19428 – 2959, United States.

Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI – 03 – 4164 – 1996 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah di Laboratorium. Jakarta : Badan Standar Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI – 15 – 2094 – 2000 tentang Bata Merah Pejal untuk Pasangan Dinding. Jakarta : Badan Standar Nasional.

model dinding 1 yang menggunakan bata Gondanglegi adalah sebesar 61,045%. Hal tersebut diikuti dengan prosentase kenaikan kekuatan mortar dengan komposisi tersebut adalah sebesar 79,167%. Sedangkan kenaikan prosentase model dinding 1 yang menggunakan bata Turen adalah sebesar 44,091% dengan prosentase kenaikan mortar adalah sebesar 78,261%.

Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI – 03 – 6825 – 2002 tentang Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil. Jakarta : Badan Standar Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI – 03 – 6882 – 2002 tentang Spesifikasi Mortar untuk Pekerjaan Pasangan. Jakarta : Badan Standar Nasional.

Handayani, Sri. 2010. Kualitas Batu Bata Merah dengan Penambahan Serbuk Gergaji. Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan, Volume 12, No.1, (Januari 2010) hal: 41 – 50.

Hilsdorf K, Hhubert. 1972. "Masonry Materials and Their Physical Properties". Dalam Inge, M. L., Raymond C. R., George W. 1972. Planning and Design of Tall Building, Structural and Design of Tall Concrete and masonry Building : 981 – 999.

Leksono, R. S., Iranata, D., & Kristijanto, H. 2012. Studi Pengaruh Kekuatan dan Kekakuan Dinding Bata pada Bangunan Bertingkat. Jurnal Teknik ITS, Volume 1, No.1, (Sept. 2012) ISSN : 2301-9271.

Meli, Roberto. Et. Al. 2011. *Seismic Design Guide for Low – Rise Confined Masonry Buildings*. Earthquake Engineering Research Institute. California.

Remayanti, C., Dewi, M. S., & Pujiharjo, A. 2011. Analisis Dinding Pasangan Batu Bata terhadap Respon Beban Berulang dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga. Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 5, No.2–2011 ISSN 1978–5658 : 57-67.

Sandpherris Indonesia. 2015. Pasir Pasang SNI dalam Kemasan Karung. Cibogo, Jawa Barat: PT. Sandpherris Indonesia.
<http://pasirsandpherris.blogspot.co.id/2015/04/pasir-pasang-sni-dalam-kemasan-karung.html>. (diakses 14 Maret 2016).

Sehonanda, A., Ointu, B. M. M., Tamboto, W. J., Pandeke, R. R. 2013. Kajian Uji Laboratorium Nilai Modulus Elastisitas Bata Merah dalam Sumbangan Kekakuan pada Struktur Sederhana. Jurnal Sipil Statik, Volume 1, No.12, November 2013 (797–800) ISSN 2337 – 6732.

Wisnumurti. 2013. Wisnumurti, Dewi M. S., Suhardjono A. Investigation of Elasticity, Compression and Shear Strength of Masonry Wall from Indonesia Clay Brick UP, India, IJERA.

Disertasi. Tidak dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya.

Wisnumurti., Soehardjono, A., & Andriana, P. K. 2007. Optimalisasi Penggunaan Komposisi Campuran Mortar terhadap Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah. Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 1, No.1–2007 ISSN 1978–5658 : 25-32.