

STUDI KARAKTERISTIK BATA MERAH LOKAL BALI SEBAGAI DINDING

Ni Nyoman Rita Rahayu¹, I. A. M. Budiwati², M. Sukrawa²

Abstrak : Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari dinding pasangan bata merah lokal bali. Bata merah diambil dari produsen bata lokal Gianyar, Tabanan dan Negara mengacu pada SNI 15-0686-1989. Dengan menggunakan mortar 1 : 4, 1 : 5, 1 : 6, 1 : 7 dan 1 : 8, sesuai peraturan SK SNI M-111-1990-03. Pengujian dinding pasangan bata merah mengacu pada standar yang ditetapkan dalam SNI 03-4164-1996. Data-data yang di ukur pada penelitian ini adalah nilai kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat lentur. Modulus elastisitas dinding pasangan dengan cara eksperimen dihitung dengan menggunakan persamaan yang ditetapkan BSEN 1052-1-1999.

Dinding pasangan bata Gianyar, Tabanan dan Negara dari mortar 1 : 4 berturut nilai kuat tekan karakteristiknya adalah 1,22, 1,32 dan 1,42 N/mm². Menurut standar BS 5628-1-1992 nilai kuat tekan karakteristik untuk semua dinding pasangan bata lokal berada dibawah nilai grafik kuat tekan karakteristik pasangan bata yaitu sebesar 2,5 N/mm². Modulus elastisitas rata-rata dinding pasangan bata Gianyar dari mortar 1 : 4, 1 : 5, 1 : 6, 1 : 7 dan 1 : 8 menurut persamaan dalam BSEN 1052-1-1999 diperoleh 240, 191, 171, 156 dan 154 N/mm², dinding pasangan bata Tabanan dari mortar 1 : 7 dan 1 : 8 diperoleh modulus elastisitas 356 dan 344 N/mm², dinding pasangan bata Negara 363 dan 348 N/mm². Bila dibandingkan ketiga jenis pasangan bata tersebut berdasarkan kuat tekan maupun modulus elastisitasnya, maka dihasilkan dinding dari bata Negara memiliki nilai terbesar untuk berbagai jenis mortar, diikuti oleh dinding bata Tabanan kemudian dinding bata Gianyar.

Nilai kuat lentur dengan persamaan dalam SNI 03-4165-1996, untuk dinding pasangan bata Gianyar dengan mortar 1 : 4, 1 : 5, 1 : 6 masing- masing yaitu 0,005, 0,004, 0,004 N/mm², bata Tabanan 0,009, 0,007, 0,005 N/mm² dan bata negara 0,009, 0,008, 0,006 N/mm². Pengujian dengan cara BS EN 1052-2-1999 ditinjau hanya mortar 1:4 untuk dinding pasangan bata Gianyar dihasilkan nilai kuat lentur rata-rata sebesar 0,0045 MPa, nilai ini sangat mendekati dengan nilai yang didapat dari cara SNI 03-4165-1996 yaitu sebesar 0,005 MPa.

Kata kunci : Bata merah, Mortar, Dinding pasangan, Kuat tekan, Modulus elastisitas, Kuat lentur

STUDY ON CHARACTERISTICS OF LOCAL BALI RED BRICK AS A WALL

Abstract : This study was conducted to determine the characteristics of brick red walls. Red brick taken from a local brick manufacturer Gianyar, Tabanan and Negara refer to SNI 15-0686-1989. By using mortar 1: 4, 1: 5, 1: 6, 1: 7 and 1: 8, according to the rules SK SNI M-111-1990-03. Testing red brick wall refers to the standards set in SNI 03-4164-1996. The data measured in this study is the compressive strength, modulus of elasticity and flexural strength. Modulus of elasticity of the wall pair by way of experiment calculated using the equation defined BSEN 1052-1-1999

Brick walls Gianyar, Tabanan of mortar 1: 4 consecutive compressive strength characteristics are 1.22, 1.32 and 1.42 N / mm². Based on the results obtained in the testing of masonry walls with mortar 1: 4 with the value of the average compressive strength of 11.13 N / mm² are classified as class mortar (i) according to standard BS 5628-1-1992 characteristic compressive strength for all wall below the chart value pairs are characteristic compressive strength of masonry that is equal to 2.5 N / mm². Average modulus of elasticity of masonry walls Gianyar of mortar 1: 4, 1: 5, 1: 6, 1: 7 and 1: 8, according to the equation obtained 1052-1-1999 BSEN 240, 191, 171, 156 and 154 N / mm², masonry walls Tabanan of mortar 1: 7 and 1: 8 obtained elastic modulus of 356 and 344 N / mm², masonry walls Negara of mortar 1: 7 and 1: 8 obtained elastic modulus of 363 and 348 N / mm². When compared three types of masonry is based on the elastic modulus and compressive strength, then the resulting brick wall of Negara has the greatest value for the various types of mortar, followed by a later brick wall brick wall Tabanan, Gianyar.

Flexural strength values by using the equations listed in SNI 03-4165-1996, for gianyar masonry walls with mortar 1: 4, 1: 5, 1: 6, respectively are 0.005, 0.004, 0.004 N/mm², brick Tabanan 0.009, 0.007, 0.005 0.009 N/mm² and brick Negara, 0.008, 0.006 N/mm². Testing by means of BS EN 1052-2-1999 be reviewed only for 1:4 mortar masonry walls flexural strength values produced an average of 0.0045 MPa, this value is very close to the value obtained from way SNI 03-4165-1996 is equal to 0.005 MPa.

Keywords: Red Brick, Mortar, Wall, Compressive strength, Modulus of elasticity, flexural Strength

¹ Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Udayana, Denpasar

² Staf Pengajar Program Studi Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Udayana, Denpasar

PENDAHULUAN

Latar belakang

Penelitian perilaku portal dengan dinding pengisi yang menerima beban lateral telah banyak dilakukan antara lain oleh Polyakov (1956,1960), Holmes (1961), Stafford Smith (1962,1966,1967), Mainstone & Week (1970), Hendry (1981), Liauw & Kwan (1983), Dawe & Sheah (1989), Paulay dan Priestley (1992), Mander et al. (1993), Sanainejad & Hobbs (1995), Mehrabi et al. (1996), Flanagan et al. (1999), Kappos et al. (2000), El-Dakhakni et al. (2001). Secara umum kesimpulan dari penelitian tersebut menyatakan bahwa penambahan dinding pengisi yang menutup portal secara rapat dapat meningkatkan kekuatan dan kekakuan portal tersebut karena dinding pengisi akan berfungsi sebagai penopang tekan diagonal (*diagonal compression strut*) (Sugupta, 2010).

Indonesia merupakan salah satu negara yang rawan terkena gempa, dengan tingkat kerusakan yang dihasilkan cukup parah. Hasil studi yang telah dilakukan pasca gempa Padang (Imran, 2007), Aceh (Imran dan Hoedajanto, 2005), dan Yogyakarta (Imran dan Suarjana, 2006) memperlihatkan bangunan beton bertulang dengan dinding pengisi banyak mengalami kerusakan. Berdasarkan studi tersebut kerusakan yang terjadi umumnya disebabkan oleh kurangnya kekuatan material dinding pengisi, kurangnya ikatan antara dinding pengisi dan portal beton bertulang. Di Indonesia sudah diadakan suatu penelitian tentang sifat mekanis dari batu bata merah yang dilakukan oleh Arijoeni (2006), dengan sampel yang diambil dari tempat pembuatan bata lokal di Cikarang - Jakarta. Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa *modulus of rupture* rata – rata yang dihasilkan batu bata adalah 3.0 MPa. Disamping itu penelitian juga dilakukan pada pasangan batu bata dengan mempergunakan 2 (dua) jenis mortar yang berbeda dengan menggunakan perbandingan semen dan pasir sebesar 1 : 3 untuk mortar A dan 1 : 4 untuk mortar B. Dari penelitian tersebut disimpulkan mortar dengan kuat tekan yang lebih besar akan menghasilkan kuat tekan pasangan batu bata yang lebih kuat. Pengujian juga dilakukan pada pasangan batu bata dengan tebal spesi ± 10 mm yang menghasilkan kuat tekan rata – rata dengan mortar tipe A sebesar 15,22 MPa dan mortar tipe B 13,45 MPa.

Di Indonesia belum ada suatu standar khusus tentang Properti dinding pasangan dan material pembentuknya. Saat ini sulit memperoleh karakteristik material dinding pengisi yang seragam karena pada umumnya pembuatan material bata merah dilakukan secara manual dengan proses pabrikasi yang sederhana. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan suatu penelitian mengenai karakteristik dinding pasangan bata merah

dan material pembentuknya yang berupa mortar dan bata merah.

Penelitian ini mencakup aspek eksperimental yang meliputi kajian eksperimen terhadap properti material pembentuk dinding pasangan seperti unit bata merah, dan mortar, serta eksperimen terhadap dinding pasangan bata merah meliputi penelitian tekan, lentur dan variasi mutummortar. Studi ini dilakukan dengan menggunakan sampel bata merah yang diambil dari beberapa produsen bata lokal.

Rumusan Masalah

Permasalahan dari penelitian ini adalah: Berapakah kuat tekan, lentur dan modulus elastisitas dinding pasangan batu bata merah yang diproduksi oleh produsen bata lokal Gianyar, Tabanan dan Negara, dengan menggunakan spesi dari mortar 1:4, 1:5, 1:6, 1:7, dan 1:8.

Tujuan dan Manfaat

Dapat memberikan informasi mengenai karakteristik bata merah dan dinding pasangan bata merah yang diproduksi oleh produsen bata lokal di Kabupaten Gianyar, Tabanan dan Negara.

TINJAUAN PUSTAKA

Umum

Dinding pasangan bata merah umumnya memberikan konstruksi yang tahan lama, dimana bahan pembentuknya, kualitas mortar, dan cara pengerjaan sangat mempengaruhi ketahanan konstruksi dinding secara keseluruhan. Saat ini sulit memperoleh karakteristik material dinding pengisi yang seragam karena pada umumnya pembuatan material bata merah dilakukan secara manual dengan pabrikasi yang sederhana. Hal ini dapat menyebabkan sulitnya memastikan karakteristik material lokal Bali.

Untuk mengetahui kuat tekan dinding pasangan bata merah dapat dilakukan dengan cara eksperimen ataupun memprediksi nilai kuat tekan dan modulus elastisitas berdasarkan nilai kuat tekan unit pembentuknya yaitu mortar dan bata merah. Cara untuk menentukan nilai kuat tekan dinding pasangan dengan cara eksperimen ditentukan dalam SNI 03-4164-1996, Metode Pengujian Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah Di Laboratorium. Cara menentukan nilai kuat tekan dinding pasangan bata berdasarkan kuat tekan unit pembentuknya dapat ditemukan dalam BS 5628-1-1992, Structural Use of Unreinforced Masonry.

Bata Merah

Bata merah merupakan suatu unsur bahan bangunan yang terbuat dari bahan tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lainnya, yang dibakar pada suhu yang cukup tinggi sehingga tidak hancur lagi bila direndam dalam air (Daryanto, 2000).

Syarat-syarat bata merah yang baik buatan industri rumah tangga maupun perusahaan bata merah harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang-bidang sisi harus datar, tidak terjadi perubahan bentuk yang berlebihan setelah dibakar, permukaan bata merah harus kasar, warnanya merah seragam (secara merata) dan bunyinya nyaring bila diketok (Frick, 1999).

Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata

Menurut SNI -03-4164-1996 pengujian kuat tekan dinding pasangan bata merah dilakukan menggunakan benda uji berbentuk pesegi tanpa plesteran dengan ukuran panjang (B) = 8b, tebal (L) = b dan tinggi (H) = 5b dimana b adalah lebar bata merah. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban merata sepanjang B = 8b dengan kecepatan pembebanan konstan dan dapat diatur, sehingga gerakan pembebanannya 150 N/mm/menit sampai dengan 210 N/mm/menit sampai kapasitas maksimum benda uji.

Cara untuk menentukan nilai kuat tekan dinding pasangan bata ditetapkan dalam BS EN 1052-1-1999 . Benda uji dibebani dengan beban merata sampai hancur. Dari hasil pengujian tersebut kemudian dicatat beban maksimum ($F_{i,max}$) benda uji. Kuat tekan dinding pasangan dihitung sampai 0,1 N/mm² terdekat dengan persamaan 2.1.

$$f_i = \frac{F_{i,max}}{A_i} \text{ N/mm}^2 \dots\dots\dots 2.1$$

dimana :

- f_i = Kuat tekan dinding pasangan bata, N/mm²
- $F_{i,max}$ = Beban maksimum benda uji, N
- A_i = Luas permukaan tekan benda uji, mm²

Dari hasil perhitungan kuat tekan tersebut dapat diperoleh nilai kuat tekan karakteristik dari dinding pasangan bata (f_k), yang dihitung sampai 0,1 N/mm² terdekat dengan menggunakan persamaan 2.2.

$$f_k = f_i / 1.2 \text{ N/mm}^2 \dots\dots\dots 2.2$$

Modulus Elastisitas Dinding Pasangan Bata

Untuk menentukan modulus elastisitas pada dinding pasangan bata perlu diketahui berapa tegangan dan regangan yang terjadi. Tegangan dan regangan dapat hitung apabila deformasi aksial yang terjadi pada dinding pasangan diketahui. Deformasi aksial yang terjadi pada dinding pasangan dapat diketahui dengan menggunakan dial gauge. Dari hasil pengujian tersebut kemudian dicari hubungan

tegangan dan regangan yang terjadi selama pengujian dinding pasangan bata.

Perubahan panjang suatu benda yang terjadi akibat perubahan statik (ΔL) terhadap panjang mula-mula (L_0) disebut dengan regangan (ϵ). Tegangan yang dihasilkan pada proses ini disebut dengan tegangan (σ), dimana didefinisikan sebagai nilai pembebanan (F) yang terjadi pada suatu luas penampang (A). Tegangan normal yang terjadi akibat beban tekan statik dapat ditentukan dengan persamaan 2.3.

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ N/mm}^2 \dots\dots\dots 2.3$$

dimana :

- σ = Tegangan normal akibat beban aksial, N/mm²
- F = Beban tekan, N
- A = Luas permukaan benda uji, mm²

Regangan normal yang terjadi akibat beban tekan statik dapat ditentukan berdasarkan persamaan 2.4.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \text{ mm} \dots\dots\dots 2.4$$

dimana :

- ΔL = $L_0 - L$
- ϵ = Regangan normal akibat beban aksial, mm
- L = Perubahan panjang spesimen akibat beban tekan, mm
- L_0 = Panjang spesimen mula-mula, mm

Persamaan yang dipergunakan dalam menentukan modulus elastisitas masing-masing dinding pasangan bata adalah persamaan 2.5. Nilai modulus elastisitas dihitung pada nilai sepertiga beban maksimum.

$$E_i = \frac{F_{i,max}}{3 \times \epsilon_i \times A_i} \text{ N/mm}^2 \dots\dots\dots 2.5$$

dimana :

- E_i = Modulus Elastisitas masing-masing benda uji, N/mm²
- $F_{i,max}$ = Beban tekan maksimum masing-masing benda uji, N
- A_i = Luas permukaan masing-masing benda uji, mm²
- ϵ = Regangan normal akibat beban aksial, mm

BS 5628-1-1992 mempergunakan kuat tekan karakteristik dari dinding pasangan sebagai dasar untuk menentukan modulus elastisitas (E_m) apabila data yang diperoleh dari hasil pengujian terbatas. Modulus elastisitas dinding pasangan dapat diketahui dengan persamaan 2.6. Dalam persamaan tersebut kuat tekan karakteristik dinding pasangan dikalikan 900 sebagai konstanta dalam penentuan

modulus elastisitas. Dalam Eurocode 6 juga dijelaskan mengenai cara mencari nilai modulus elastisitas, yang mana nilai kuat tekan karakteristik dinding pasangan bata merah dikalikan 1000 seperti yang ditunjukkan persamaan 2.6.

$$E_i = 900 f_k \quad \text{N/mm}^2 \quad \dots\dots\dots 2.6$$

$$E_i = 1000 f_k \quad \text{N/mm}^2 \quad \dots\dots\dots 2.7$$

dimana :

E_i = Modulus Elastisitas masing-masing benda uji, N/mm²

f_k = Kuat tekan maksimum masing-masing benda uji, N/ mm²

Kuat Lentur Dinding Pasangan Bata

Menurut SNI 03-4165-1996 pengujian kuat lentur dinding pasangan bata merah dilakukan menggunakan benda uji berbentuk pesegi tanpa plesteran dengan ukuran panjang (B) = 8b, tebal (L) = b dan tinggi (H) = 5b dimana b adalah lebar bata merah. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban merata sepanjang H = 5b dengan kecepatan pembebanan konstan dan dapat diatur, sehingga gerakan pembebanannya 150 N/mm/menit sampai dengan 210 N/mm/menit sampai kapasitas maksimum benda uji.

Dari hasil pengujian tersebut kemudian dicatat beban maksimum (Pu) benda uji. Kuat lentur pasangan dinding bata merah dihitung dengan Persamaan 2.9

$$f_{lr} = \left(\frac{Pu + W}{2} \right) \left(\frac{l}{4} \right) \left(\frac{c}{I} \right) \dots\dots\dots 2.8$$

Dimana:

f_{lr} = Kuat lentur dinding pasangan (N/mm²),

Pu = Beban uji maksimum (N),

W = Masa alat bantu (N),

I = Hb³/12 = Inersia penampang dinding (mm⁴),

l = bentang tumpuan, dan

c = jarak antara garis netral dengan serat tarik terluar.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimen. Penelitian ini dilaksanakan untuk mendapatkan data mekanis (kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat lentur) pasangan bata yang berasal dari Negara, Tabanan, dan Gianyar yang akan direkatkan dengan beberapa proporsi campuran mortar.

Kegiatan yang pertama dilakukan dalam penelitian ini adalah persiapan alat dan bahan yang digunakan, lalu diikuti dengan pemeriksaan bahan apakah sudah memenuhi persyaratan penggunaan dalam penelitian. Tahapan ketiga yaitu pengujian kuat tekan bata dan serapan air bata. Tahapan selanjutnya yaitu pembuatan benda uji mortar, lalu

diikuti pembuatan benda uji pasangan bata. Setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan mortar dan diikuti pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas pasangan bata. Data-data dari hasil pengujian yang diperoleh dikumpulkan dan kemudian dilakukan pengolahan dan analisis data. Setelah selesai menganalisa data lalu kemudian dilakukan pembahasan terhadap analisa yang diperoleh. Tahapan terakhir yaitu menarik kesimpulan dan mengajukan saran terhadap penelitian yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum hasil dari penelitian ini dikelompokkan menjadi hasil pengujian material pembentuk dinding pasangan yang berupa mortar dan bata merah dan hasil pengujian dinding pasangan bata merah. Pemeriksaan pasir dan semen bertujuan untuk mengetahui karakteristik material yang dipergunakan sebagai bahan pembentuk mortar. Pengujian bata merah dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan kuat tekan bata merah sebagai bahan pembentuk dinding pasangan yang hasilnya disesuaikan dengan standar Indonesia maupun standar internasional. Pengujian mortar dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat tekan mortar pada umur 28 hari. Pengujian dinding pasangan bata merah meliputi pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas.

Hasil Pemeriksaan Material

Air

Air yang digunakan untuk pembuatan benda uji adalah air PDAM, tidak dilakukan analisis karena dianggap sudah memenuhi persyaratan SKSNI S-04-1989-F sesuai yang sudah dijelaskan pada Bab II.

Agregat Halus (Pasir)

Material yang dipergunakan sebagai agregat halus dalam penelitian ini adalah pasir Benoa. Pemeriksaan terhadap agregat halus dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.

Hasil pemeriksaan pasir diperoleh: berat jenis bulk, SSD, dan semu masing-masing sebesar 2,45 gr/cm³, 2,56 gr/cm³, dan 2,77 gr/cm³. Penyerapan air diperoleh sebesar 4,69%. Berat satuan didapat sebesar 1,578 kg/liter. Untuk pemeriksaan kadar lumpur diperoleh hasil 1,44%, hal ini menunjukkan bahwa pasir yang digunakan memenuhi syarat kandungan lumpur yang telah ditetapkan oleh SNI 03-6821-2002 yaitu di bawah 5%.

Modulus kehalusan pasir 2,652, termasuk dalam Zone 2.

Semen Portland

Semen yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland Composite Cement merk Tiga Roda. Pemeriksaan yang dilakukan adalah pada berat satuan semen dimana didapat sebesar 1,149 kg/liter.

Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar rata-rata pada umur 28 hari, dengan perbandingan campuran 1 : 4, 1:5, 1:6, 1:7 dan 1:8 adalah 11,13 N/mm², 9,17 N/mm², 4,73 N/mm², 4,8 N/mm², dan 3,33 N/mm² secara berturutan.

Hasil Pengujian Dinding Pasangan Bata Merah

Pengujian dinding pasangan bata merah dalam penelitian ini mengacu pada standar yang ditetapkan dalam SNI 03-4164-1996. Pengujian kuat tekan dinding pasangan bata merah menggunakan benda uji berbentuk pesegi tanpa plesteran dengan ukuran (B = 8b, L = b dan H = 5b) dimana b adalah lebar bata merah. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban merata sepanjang B = 880 mm dengan kecepatan pembebanan konstan dan dapat diatur, sehingga gerakan pembebanannya 150 N/mm/menit sampai dengan 210 N/mm/menit sampai kapasitas maksimum benda uji.

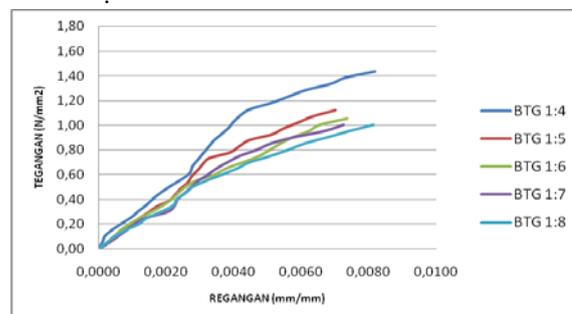
Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata

Kuat tekan dinding pasangan bata adalah gaya tekan per satuan luas bidang tekan. Berdasarkan nilai pembebanan yang dilakukan pada benda uji sampai mengalami kehancuran dapat ditentukan nilai kuat tekan dinding pasangan bata merah dengan mempergunakan persamaan yang tercantum dalam SNI 03-4164-1996. Pada dinding pasangan bata dengan perbandingan mortar 1 : 4 sampai dengan 1 : 6 untuk bata negara dan tabanan tidak dapat dicatat nilai perpendekan dan beban hancurnya karena besar beban hancur dinding pasangan bata lebih besar dari kapasitas mesin uji, oleh karena itu nilai kuat tekan maksimumnya tidak dapat diketahui secara pasti.

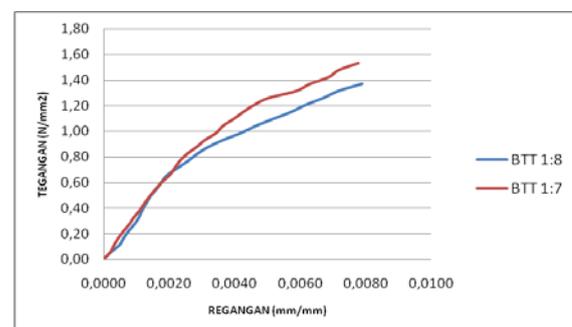
Modulus Elastisitas Dinding Pasangan Bata Merah

Untuk menentukan modulus elastisitas pada dinding pasangan bata perlu diketahui nilai tegangan dan regangan yang terjadi. Tegangan dan Regangan dapat diketahui apabila deformasi aksial yang terjadi pada dinding pasangan diketahui. Deformasi aksial pada dinding pasangan bata diukur dengan menggunakan dial gauge yang diletakan pada setengah dan seperempat bentang dinding pasangan bata yang kemudian dicari rata-ratanya pada setiap dinding pasangan. Nilai deformasi aksial kemudian dicatat untuk setiap peningkatan beban 5 kN sampai dinding pasangan bata mengalami keruntuhan. Dari

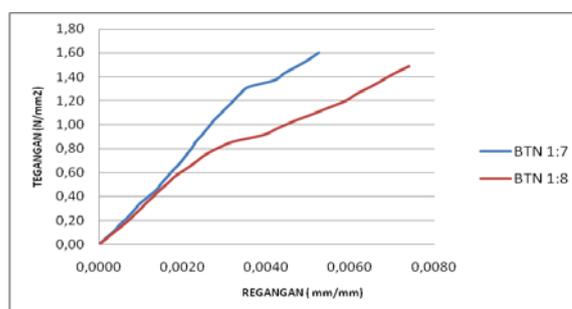
hasil pengujian tersebut kemudian dicari nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada dinding pasangan bata seperti yang sudah dijelaskan pada Bab II. Ditunjukkan pada Gambar 1, 2, dan 3



Gambar 1 Grafik hubungan tegangan dan regangan pada dinding Pasangan bata ginyar. (Sumber : hasil analisis' 2014)



Gambar 2 Grafik hubungan tegangan dan regangan pada dinding Pasangan bata tabanan. (Sumber : hasil analisis' 2014)



Gambar 3 Grafik hubungan tegangan dan regangan pada dinding Pasangan bata negara (Sumber : hasil analisis' 2014)

Dari tabel hubungan tegangan dan regangan, dapat ditentukan nilai modulus elastisitas dinding pasangan bata merah sesuai dengan persamaan yang tercantum dalam BSEN 1052-1-1999 dan BS 5628-1-1992 seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1, 2 , 3.

Tabel 1 Tabel modulus elastisitas dinding pasangan bata merah Gianyar

No	Benda Uji	Modulus Elastisitas (N/mm ²)	Modulus Elastisitas Rata – rata (N/mm ²)
1	BTG41	233	240
2	BTG42	243	
3	BTG43	245	
4	BTG51	213	
5	BTG52	182	191
6	BTG53	178	
7	BTG61	189	
8	BTG62	160	171
9	BTG63	164	
10	BTG71	177	
11	BTG72	132	156
12	BTG73	158	
13	BTG81	137	
14	BTG82	165	154
15	BTG83	159	

(Sumber : hasil analisis' 2014)

Tabel 2 Tabel modulus elastisitas dinding pasangan bata merah Negara

No	Kode Benda Uji	Modulus Elastisitas (N/mm ²)	Modulus Elastisitas Rata – rata (N/mm ²)
1	BTN71	472	363
2	BTN72	390	
3	BTN73	229	
4	BTN81	402	348
5	BTN82	319	
6	BTN83	324	

(Sumber : hasil analisis' 2014)

Tabel 3 Tabel modulus elastisitas dinding pasangan bata merah Tabanan

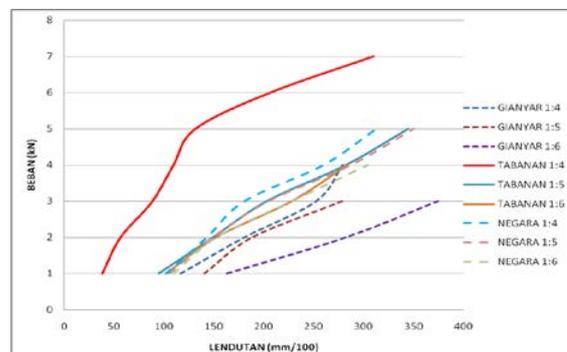
No	Kode Benda Uji	Modulus Elastisitas (N/mm ²)	Modulus Elastisitas Rata – rata (N/mm ²)
1	BTT71	463	356
2	BTT72	239	
3	BTT73	366	
4	BTT81	340	344
5	BTT82	346	
6	BTT83	345	

(Sumber : hasil analisis' 2014)

Kuat Lentur Dinding Pasangan Bata Merah

Kuat lentur dinding pasangan bata menggunakan 2 (dua) Metode yaitu dengan cara SNI 03–4165–1996 ditinjau untuk mortar 1:4, 1:5 dan 1:6. Dan cara BS EN 1052-2-1999 ditinjau hanya mortar 1:4. Berdasarkan nilai pembebanan yang dilakukan pada benda uji sampai mengalami kehancuran dapat ditentukan nilai kuat lentur dinding pasangan bata merah dengan mempergunakan persamaan yang tercantum dalam SNI 03–4165–1996 dan Pada Gambar 4 dan Tabel 4 terlihat bahwa dinding pasangan bata Tabanan memiliki lendutan yang terkecil untuk semua variasi mortar, kemudian

dinding pasangan bata Negara dan yang terbesar adalah dinding pasangan bata Gianyar. Tabel 5, dan 6 dapat dilihat nilai kuat lentur dinding pasangan bata Gianyar dengan mortar 1:4, menurut standar BRITHIS STANDARD EN 1052-2-1999. Pada standar ini digunakan 2 (dua) tipe benda uji yaitu model 1 dan model 2.



Gambar 4 hubungan beban dan lendutan pada dinding Pasangan bata merah hasil pengujian lentur

(Sumber : hasil analisis' 2014)

Tabel 4 Tabel Kuat Lentur rerata dinding pasangan bata merah menurut rumus dalam SNI 03-4165-1996

Asal bata	NEGARA		
	1:4	1:5	1:6
ft rerata (N/mm ²)	0,009	0,008	0,006
Asal bata	TABANAN		
	1:4	1:5	1:6
ft rerata (N/mm ²)	0,009	0,007	0,005
Asal bata	GIANYAR		
	1:4	1:5	1:6
ft rerata (N/mm ²)	0,005	0,004	0,004

(Sumber : hasil analisis' 2014)

Tabel 5 Tabel Kuat Lentur rerata dinding pasangan bata merah Gianyar dengan mortar 1:4 menurut rumus dalam Brithis Standard EN 1052-2-1999

P	MODEL 1					RERATA
	LENDUTAN (mm/100)					
kN	ABTG41	ABTG42	ABTG43	ABTG44	ABTG45	
1	125	132	155	98	123	127
2	310	245	210	315	287	273
Dim (mm)	720X490X110	710X500X110	720X500X110	720X500X110	702X490X110	
P MAKS (kN)	2	1,5	2	1,5	2	1,8
Pu/2 (N)	1000	750	1000	750	1000	900,0
I (mm ⁴)	54349167	55458333	55458333	55458333	54349167	55014667
ft (N/mm ²)	0,006	0,003	0,004	0,004	0,005	0,0045

(Sumber : hasil analisis' 2014)

Tabel 6 Tabel Kuat Lentur rerata dinding pasangan bata merah Gianyar dengan mortar 1:4 menurut rumus dalam Brithis Standard EN 1052-2-1999

MODEL 2						
LENDUTAN (mm/100)						
P	LENDUTAN (mm/100)					RERATA
kN	BBTG41	BBTG42	BBTG43	BBTG44	BBTG45	
1	210	190	178	198	211	197
2	270	210	235	213	235	233
3	300	235	285	248	255	265
4	330	255	359	267	298	
5	350	300		325	350	
DIM	1000X310X	1020X300X	1000X300X	1020X310X	1020X300X110	
P MAKS(kN)	4,5	5	4	4,5	5	4,6
Pu/2 (N)	2250	2500	2000	2250	2500	2300,0
I (mm ⁴)	34384167	33275000	33275000	34384167	33275000	33718667
fit (N/mm ²)	0,023	0,023	0,022	0,021	0,026	0,0229

(Sumber : hasil analisis' 2014)

Pembahasan

Dari hasil penelitian yang diperoleh, dilanjutkan dengan pembahasan dari masing-masing pengujian yang dilakukan

Kuat Tekan Karakteristik Bata Merah

Kuat tekan karakteristik bata negara, tabanan, dan gianyar sebesar 5,414 N/mm², 4,861 N/mm², dan 3,715 N/mm² seperti pada Tabel 3 yang menurut SNI 15-0686-1989 berada dibawah nilai rata-rata kuat tekan bruto terendah yaitu 5 N/mm² kecuali bata negara, akan tetapi menurut Eurocode 6 ketiga jenis bata memenuhi standar minimum kuat tekan rata-rata bata yang digunakan sebagai dinding struktural yaitu sebesar 2,5 N/mm². Berdasarkan SII.0021-78 bata negara dan tabanan termasuk kelas 25 karena sangat dekat nilai kuat tekannya 5 N/mm².

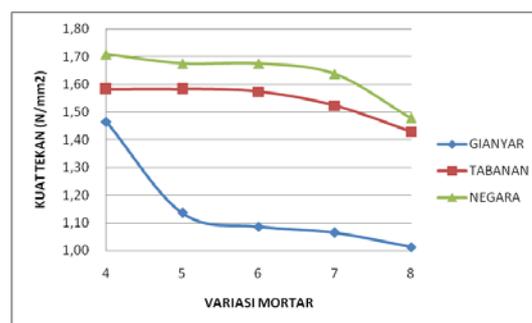
Kuat Tekan Mortar

Menurut Tjokrodimulyo (1996) berdasarkan jenis bahan ikatnya mortar ini diklasifikasikan menjadi Mortar semen yang dibuat dari campuran pasir, semen portland dan air dalam perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen dan volume pasir berkisar antara 1 : 2 sampai 1 : 6 atau lebih besar. Nilai Kuat tekan mortar dengan perbandingan campuran 1 : 4, 1 : 5, 1 : 6, 1 : 7, dan 1 : 8 adalah 11,13 N/mm², 9,17 N/mm², 4,73 N/mm², 4,8 N/mm², dan 3,33 N/mm² secara berturutan diperlihatkan pada Tabel 7. Menurut BS 5628-1-1992 diklasifikasikan sebagai mortar kelas (ii) untuk mortar 1 : 4 dan 1 : 5 yang memiliki kuat tekan minimum sebesar 6,5 N/mm² dan kelas (iii) untuk mortar 1 : 5 dan 1 : 6 dengan kuat tekan minimum sebesar 3,6 N/mm², serta kelas (iv) untuk kuat tekan minimum 1,5 N/mm². Sedangkan menurut ASTM C 270 diklasifikasikan sangat dekat dengan mortar tipe S untuk mortar 1 : 4 yang kuat tekan minimumnya adalah 12,4 N/mm² dan mortar tipe N untuk mortar 1 : 5 yang kuat tekan minimumnya adalah 5,17 N/mm²

sampai 12,4 N/mm² serta mortar tipe O kuat minimum 2,4 N/mm² sampai 5,17 N/mm² untuk mortar 1 : 6, 1 : 7, dan 1 : 8.

Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah

Dari hasil beban hancur yang diperoleh dan menurut persamaan 2.7 pada Bab II yang mengacu pada BS EN 1052 - 1 - 1999 diperoleh nilai kuat tekan rata-rata dinding pasangan bata dengan perbandingan mortar 1 : 4, 1 : 5, 1 : 6, 1 : 7 dan 1 : 8 seperti tercantum pada Tabel 7. Menurut standar BS 5628-1-1992 nilai kuat tekan yang diperoleh untuk ketiga jenis dinding pasangan bata berada dibawah nilai grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4 pada Bab II, semestinya bata dengan kuat tekan 5 N/mm² dan mortar kelas (i) kuat tekan karakteristik yang dapat dihasilkan dinding pasangan bata adalah 2,5 N/mm². Bila dibandingkan ketiga jenis pasangan bata tersebut berdasarkan kuat tekannya, maka dihasilkan dinding pasangan bata negara memiliki nilai kuat tekan terbesar untuk berbagai jenis mortar, diikuti oleh dinding bata tabanan kemudian dinding bata gianyar memiliki nilai kuat tekan yang terkecil, dapat dilihat pada Gambar 5. Seiring dengan mengecilnya nilai perbandingan variasi mortar juga diikuti dengan penurunan nilai kuat tekan dinding pasangan pada ketiga jenis bata.

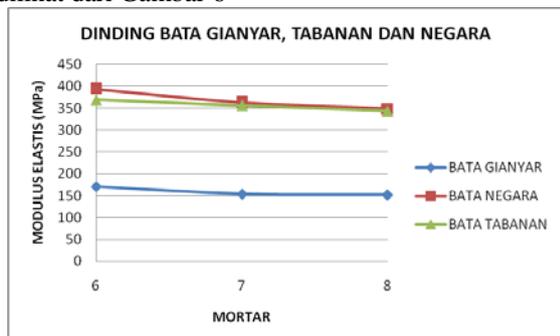


Gambar 5 Grafik Hubungan Kuat Tekan Bata berbagai Asal terhadap Variasi Mortar (Sumber : hasil analisis' 2014)

Modulus Elastisitas Dinding Pasangan Bata Merah

Modulus elastisitas rata-rata dinding pasangan dengan campuran mortar 1 : 4, 1 : 5, 1 : 6, 1 : 7 dan 1 : 8 menurut persamaan dalam BSEN 1052-1-1999 ditunjukkan dalam Tabel 7. Dari ketiga jenis dinding bata dapat dilihat bahwa semua menunjukkan nilai yang lebih kecil daripada syarat dalam BS 5628-1-1992. Bila dibandingkan ketiga jenis pasangan bata tersebut berdasarkan modulus elastisitasnya, maka dihasilkan dinding dari bata negara memiliki nilai modulus elastisitas terbesar untuk berbagai jenis mortar, diikuti oleh dinding bata tabanan kemudian dinding bata gianyar memiliki nilai modulus elastisitas yang terkecil.

Namun antara bata negara dan tabanan memiliki nilai modulus elastisitas yang hampir sama. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 6



Gambar 6 Grafik hubungan Modulus Elastisitas dinding pasangan terhadap Variasi mortar. (Sumber : hasil analisis' 2014)

Tabel 7 Perbandingan hasil ekseprimen terhadap rumus dalam peraturan yang lain

Properties	Bata Gianyar				Bata Tabanan				Bata Negara						
	BTG4	BTG5	BTG6	BTG7	BTG8	BTG4	BTG5	BTG6	BTG7	BTG8	BTN4	BTN5	BTN6	BTN7	BTN8
Kuat Tekan Dinding Pasangan (N/mm ²)															
Eksperimen (BSEN 1052-1-1999)	1,46	1,14	1,09	1,06	1,01	1,58	1,58	1,57	1,52	1,43	1,71	1,68	1,68	1,64	1,48
BS 5628-1-1992	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Modulus Elastis Dinding Pasangan (N/mm ²)															
Eksperimen (BSEN 1052-1-1999)	240	191	171	153	151			356	344					363	348
BS 5628-1-1992	1318	1022	978	958	911			1370	1286					1478	1331
Euro Code 6	1464	1135	1086	1064	1012			1523	1429					1637	1479

(Sumber : hasil analisis' 2014)

Kuat Lentur Dinding Pasangan Bata Merah

Berdasarkan nilai pembebanan yang dilakukan pada benda uji sampai mengalami kehancuran dapat ditentukan nilai kuat lentur dinding pasangan bata merah dengan mempergunakan persamaan yang tercantum dalam SNI 03-4165-1996. Dalam tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai kuat lentur rata-rata dinding pasangan bata negara dan tabanan hampir mendekati sama menurut jenis mortarnya. Namun dinding pasangan bata gianyar mempunyai nilai kuat lentur yang paling kecil yaitu sebesar 0,005, 0,004 dan 0,004 MPa untuk mortar 1:4, 1:5 dan 1:6.

Pengujian dengan cara BS EN 1052-2-1999 ditinjau hanya mortar 1:4 untuk dinding pasangan bata gianyar. Dengan model 1 dihasilkan nilai kuat lentur rata-rata sebesar 0,0045 MPa, nilai ini sangat mendekati dengan nilai yang didapat dari cara SNI 03-4165-1996 yaitu sebesar 0,005 MPa, seperti ditunjukkan dalam tabel 5.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

Kuat Tekan Dinding Pasangan

Dari ketiga jenis dinding bata dapat dilihat bahwa semua menunjukkan nilai yang lebih kecil daripada syarat dalam BS 5628-1-1992. Bila dibandingkan ketiga jenis pasangan bata tersebut berdasarkan kuat tekannya, maka dihasilkan dinding dari bata negara memiliki nilai kuat tekan terbesar untuk berbagai jenis mortar, diikuti oleh dinding bata tabanan kemudian dinding bata gianyar memiliki nilai kuat tekan yang terkecil.

Modulus Elastisitas Dinding Pasangan

Dari ketiga jenis dinding bata dapat dilihat bahwa semua menunjukkan nilai yang lebih kecil daripada syarat dalam BS 5628-1-1992. Bila dibandingkan ketiga jenis pasangan bata tersebut berdasarkan modulus elastisitasnya, maka dihasilkan dinding dari bata negara memiliki nilai modulus elastisitas terbesar untuk berbagai jenis mortar, diikuti oleh dinding bata tabanan kemudian dinding bata gianyar memiliki nilai modulus elastisitas yang terkecil. Namun antara bata negara dan tabanan memiliki nilai modulus elastisitas yang hampir sama

Kuat Lentur Dinding Pasangan Bata Merah

Berdasarkan nilai pembebanan yang dilakukan pada benda uji sampai mengalami kehancuran dapat ditentukan nilai kuat lentur dinding pasangan bata merah dengan mempergunakan persamaan yang tercantum dalam SNI 03-4165-1996. Nilai kuat lentur rata-rata dinding pasangan bata negara dan tabanan hampir mendekati sama menurut jenis mortarnya. Namun dinding pasangan bata gianyar mempunyai nilai kuat lentur yang paling kecil yaitu sebesar 0,005, 0,004 dan 0,004 MPa untuk mortar 1:4, 1:5 dan 1:6.

Pengujian dengan cara BS EN 1052-2-1999 ditinjau hanya mortar 1:4 untuk dinding pasangan bata gianyar. Dengan metode Pot A-A dihasilkan nilai kuat lentur rata-rata sebesar 0,0045 MPa, nilai ini sangat mendekati dengan nilai yang didapat dari cara SNI 03-4165-1996 yaitu sebesar 0,005 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1992. British Standard : *Structural Use Of Unreinforced Masonry (BS 5628 - 1 : 1992)*.
 Anonim. 1996. Standar Nasional Indonesia : *Metode Pengujian Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah Di Laboratorium (SNI 03 - 4164 - 1996)*, Dewan Standardisasi Nasional, Jakarta.
 Anonim. British Standard : *Methods Of Test For Masonry (BSEN 1052 - 1 : 1999)*.
 Aryanto, A. 2008. "Kinerja Portal Beton Bertulang Dengan Dinding Pengisi Bata Ringan Terhadap Beban Gempa". Tesis Program

- Studi Rekayasa Struktur Institut Teknologi Bandung.
- ASTM C 140 – 96 (1996). *Standard Test Methode for Sampling and Testing Concrete Masonry Unit*, volume 04.01. American Society for testing and materials, Philadelphia.
- ASTM C 270 - 88 (1989). *Standard Spesification for Mortar for Unit Masonry*, volume 04.01. American Society for testing and materials, Philadelphia.
- ASTM C 69 – 94 (1994). *Standard Test Methode for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile*, volume 04.01. American Society for testing and materials, Philadelphia.
- Basoenondo, E.A. 2008. “*Lateral Load Response of Cikarang Brick Wall Structures – An Experimental Study*”. Tesis pada Centre for Built Environment and Engineering Research. Queensland University of Techology.
- BS dan Coull, A, 1991, “*Tall Building Structures : Analysis And Design*”, Jhon Wiley & Sons, Inc., Edisi Kedua
- Budiwati., I.A.M. 2009. “*Experimental Compressive Strength And Modulus Of Elasticity Of Masonry*”. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 13, No. 1, Januari 2009.
- Dewobroto, W, 2003 “*Analisa Inelastis Portal-Dinding Pengisi Dengan Ekvivalen Diagonaland Strut*.”
- European Committee of Standardization (CEN), 1996. “*Design of masonry structures reinforced and unreinforced masonry.*” ENV 1996-1-1, Eurocode 6.
- Indonesian Counterpart Team, New Zeland Steering Comitee and Beca Carter Hollings LTd, (1981). *Indonesia Earthquake Study : Manual for Desigan of Normal Reinforced Concrete and Reinforced Masonry*, Indonesia.
- Mehrabi, A.B., Shing, P.B. (1997). “Finnite Element Modeling of Masonry-Infilled RC Frames”. *J. Strct. Eng. ASCE*, 122(5). p. 604-613.
- Mehrabi, A.B., Shing, P.B., Schuller, M.P. and Noland, J.L. (1996). “Experimental Evaluation of Masonry-Infilled RC Frames”. *J. Strct. Eng. ASCE*, 122(3). p. 228-237
- Neville, A M., 1997, *Properties of Concrete*, Longman, London.
- Paulay, T dan Priestley, M. J. N. (1992). “*Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Building*”. Chichester. New York . Brisbane . Toronto : John Wiley & Sons, Inc.
- Saneinejad, A., and Hobbs, B. (1995). “Inelastis Design of Infilled Frames”. *J. Strct. Eng. ASCE*, 121(4). p. 634-650
- SK SNI M-111-1990- 03, “*Metode dan Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil*”
- SKSNI S-04-1989-F. “Syarat dan Mutu Air”
- SNI 03-4164-1996. *Metode pengujian kuat tekan dinding pasangan bata merah.*
- SNI 03-4165-1996. *Metode Pengujian kuat lentur dinding pasangan bata merah di laboratorium.*
- SNI 03-6820-2002. *Metode pengujian agregat kasar dan agregat halus.*
- SNI 03-6825-2002. *Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil.*
- SNI 15-06861-989, “*Mutu dan Cara Uji Bata Merah Berlubang*”.
- SNI 15-1328-1989. *Bata merah pejal, syarat penerimaan.*
- SNI 15-2094-2000. *Bata merah untuk bahan bangunan, mutu dan cara uji.*
- SNI 15-3758-1995. *Semen Aduk Mortar Pasangan.*
- Stafford Smith, B. (1966). “*Behavior of Square Infilled Frames*”. *J.Struc.Eng.,ASCE*, Vol. 92. p.381-403.
- Sudarsana, IK, 2010 “*Pemodelan dan Analisis Perilaku Portal dinding Pengisi Bertulang Menggunakan Metode Elemen Hingga.* Konteks 4, Denpasar Bali
- Sugupta, I DGP, 2010 “ *Analisis Perilaku Portal Dinding Pengisi Menggunakan Metode Elemen Hingga dan Equivalent Diagonal Strut.* Konteks 4, Denpasar Bali
- Sukrawa, IM, 2010 “*Penyertaan Dinding Pengisi Dalam Pemodelan Kerangka Beton Bertulang dan Pengaruhnya terhadap Hasil Perencanaan Struktur.* Konteks, 4 Denpasar Bali
- Taranath BS, 1998, “*Steel, Concrete, and Composite Design of Tall Building*”, McGraw-Hill, Second Edition.
- Tjokrodinuljo, 1996, “*Teknologi Beton*”, Nasiri, Yogyakarta