

DOI: doi.org/10.21009/0305020202

STUDI ELASTISITAS TALI DARI BAN SEPEDA MOTOR BEKAS SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI BANGUNAN RUMAH TAHAN GEMPA

Frilisa Dliyaul Haya^{1,2,*}, Masturi¹, Ian Yulianti¹

¹Pascasarjana Pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang, Jl.Raya Bendan Ngisor, Sampangan Semarang, Indonesia, 50233.

²SMP Negeri 1 Bonang, Jl.Raya Tridonorejo Kec. Bonang, Kab. Demak, Jawa Tengah, Indonesia, 59552.

^{*}Email: frilisa.dh@gmail.com

Abstrak

Studi elastisitas tali dari ban sepeda motor bekas dilakukan untuk mengetahui (1) pengaruh lebar potongan ban terhadap defleksi, (2) nilai modulus elastisitas tali dari ban luar sepeda motor bekas, (3) pemanfaatan tali dari potongan ban bekas sebagai bahan konstruksi bangunan rumah tahan gempa. Pengujian dilakukan dengan metode *One Point Loading* (OPL) atau pengujian beban tunggal terpusat yaitu kasus pembebanan beban diterapkan atau dibebankan di tengah bentang. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur defleksi pada pembebanan 1-10 kg dengan variabel bebas ukuran lebar potongan ban bekas. Nilai modulus elastisitas didapatkan dari persamaan defleksi. Data tersebut dianalisis dengan metode deskriptif – kuantitatif menggunakan analisis regresi. Nilai modulus elastisitas ban sepeda motor bekas dibandingkan dengan modulus elastisitas bahan konstruksi bangunan. Berdasarkan hasil analisis data, disimpulkan lebar pemotongan ban bekas memberikan pengaruh terhadap defleksi atau lendutan yaitu semakin besar lebar potongan ban bekas, defleksi yang terjadi semakin kecil. Modulus elastisitas ban luar sepeda motor bekas yang dihasilkan yaitu 8727,976 MPa yang menunjukkan bahwa ban luar sepeda motor bekas mempunyai kelenturan yang baik. Tali potongan ban luar sepeda motor bekas dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi tambahan untuk dinding sebagai penahan runtuhnya bangunan akibat gempa.

Kata Kunci: *Elastisitas, ban bekas, rumah tahan gempa,*

Abstract

Elasticity analysis of straps cut from used motorcycle tires done for determine (1) deflection effect to wide pieces of used tires, (2) modulus elasticity of used motorcycle tires, (3) used motorcycle tires applications for construction materials building earthquake resistant houses. Testing was conducted by One Point Loading (OPL) or a single centralized load testing. Data collection was performed by measuring the deflection at loading 1-10 kg with independent variable widths pieces of used tires. Modulus of elasticity obtained from the equation deflection. Data were analyzed with descriptive methods - quantitative regression analysis. Modulus elasticity of used motorcycle tires compared with the modulus elasticity of the construction materials. concluded that the larger the width of pieces of used tires, which occurs the smaller deflection. The modulus elasticity of used motorcycle tires is 8727.976 MPa which indicates that the used motorcycle tires have good flexibility. Straps cut from used motorcycle tires can be used as a construction material in addition to the retaining wall as a building collapse caused by the earthquake.

Keywords: *Elasticity, used tires, earthquake resistant houses*

1. Pendahuluan

Banyaknya jumlah kendaraan bermotor saat ini, membuat produksi ban di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Pada 2016 telah didirikan pabrik ban di Indonesia dengan kapasitas produksi penuh hingga tujuh juta unit per tahun [1]. Berdasarkan peningkatan tersebut, maka

limbah ban bekas yang tidak terpakai di lingkungan akan semakin meningkat. Limbah ban merupakan salah satu penyumbang sampah terbesar dan merupakan material yang tidak dapat terurai oleh lingkungan dan sangat tahan terhadap serangan kimia dan asam [2].

Pemusnahan ban bekas dengan cara dibakar pun cukup sulit dilakukan, karena ban bekas hanya akan terbakar pada suhu di atas 322°C [3] dan menghasilkan senyawa yang sangat berbahaya bagi kesehatan maupun lingkungan. Meski material sulit dimusnahkan, limbah ban bekas memiliki beberapa sifat fisis yang dapat dimanfaatkan. Salah satu sifat positif dari limbah karet yaitu tahan terhadap air, memiliki sifat fleksibilitas dan lentur yang baik serta dapat meredam getaran [4].

Keaktifan gempabumi di Indonesia sangat tinggi, rata-rata setiap bulannya tercatat 400 kali [5]. Gempabumi dapat menimbulkan kerusakan infrastruktur yang sangat parah, hingga menelan korban jiwa. Pada daerah pemukiman yang cukup padat, perlu adanya suatu perlindungan untuk mengurangi angka kematian penduduk dan kerusakan berat akibat guncangan gempa. Dengan menggunakan prinsip dan teknik yang benar, maka kerugian harta benda dan korban jiwa dapat dikurangi.

Pada dasarnya, yang dimaksud dengan bangunan tahan gempa bukan berarti bangunan itu tidak akan rubuh bila ada gempa. Bangunan tahan gempa memiliki tiga kaidah [6] yaitu: (1) bila terjadi gempa ringan bangunan tidak akan mengalami kerusakan baik pada elemen struktur (kolom, balok, atap, dinding, dan pondasi) maupun pada elemen non struktur (genteng dan kaca); (2) bila terjadi gempa berkekuatan sedang, bangunan bisa mengalami kerusakan hanya pada elemen non-struktur. Sedangkan elemen strukturnya tidak boleh rusak; (3) bila terjadi gempa berkekuatan besar, bangunan bisa mengalami kerusakan, baik pada elemen struktur maupun elemen strukturnya. Namun kedua elemen tersebut tidak boleh membahayakan penghuni yang ada di dalam bangunan. Penghuni harus mempunyai waktu untuk menyelamatkan diri sebelum bangunan runtuh. Suatu bangunan dapat menahan gempa, jika gaya inersia gempa dapat disalurkan dari tiap-tiap elemen struktur kepada struktur utama gaya horizontal yang kemudian akan memindahkan gaya-gaya ini ke pondasi dan ke tanah. Struktur utama penahan gaya horizontal itu harus bersifat kenyal karena jika kekuatan elastis dilampaui, keruntuhan getar yang tiba-tiba tidak akan terjadi, tetapi pada beberapa tempat tertentu terjadi leleh terlebih dulu [7].

Suatu benda jika diberi gaya akan mengalami deformasi, yaitu perubahan ukuran atau bentuk. Jika benda tersebut dapat kembali ke bentuk semula jika gaya ditiadakan, maka benda dikatakan bersifat elastis. Besarnya pertambahan panjang atau perubahan bentuk yang dialami oleh setiap benda ketika merenggang, berbeda antara benda satu dengan benda lain tergantung dari elastisitas bahannya. Ukuran kemampuan bahan untuk menahan perubahan bentuk atau lentur yang terjadi sampai dengan batas proporsi disebut Modulus elastisitas (MoE). Modulus elastisitas sering disebut Modulus Young yang merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan aksial dalam deformasi yang elastis. Tegangan merupakan distribusi gaya per unit

luas, sedangkan regangan adalah perubahan panjang per unit panjang bahan semula [8]. Semakin tinggi nilai modulus elastisitas bahan, maka semakin sedikit perubahan bentuk yang terjadi apabila diberi gaya. Sehingga semakin besar nilai modulus elastisitas ini maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi atau semakin kaku. Modulus elastisitas berkaitan dengan dengan regangan, defleksi dan perubahan bentuk yang terjadi. Besarnya defleksi dipengaruhi oleh besar dan lokasi pembebanan, panjangnya dan ukuran penampang balok serta modulus elastisitas bahan. Hubungan antara modulus elastisitas dengan defleksi yaitu apabila semakin tinggi modulus elastisitas suatu bahan, semakin berkurang defleksinya dan semakin tahan terhadap perubahan bentuk [8]. Persamaan matematis hubungan tersebut yaitu [9]:

$$MoE = \frac{PL^3}{4fbh^3} \quad (1)$$

Keterangan:

- MoE : modulus elastisitas (kg/cm²)
- P : pembebanan (kg)
- L : Panjang batang antara dua tumpuan (cm)
- f : defleksi/pelenturan (cm)
- b : lebar (cm)
- h : tebal (cm)

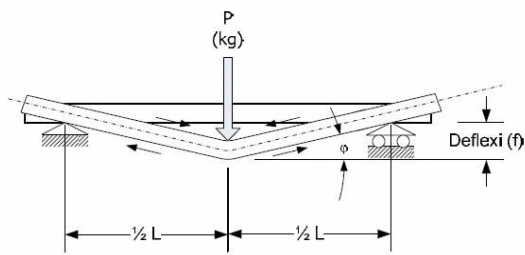
Berdasarkan permasalahan semakin meningkatnya kendaraan bermotor tersebut perlu diupayakan terobosan baru dalam pengolahan limbah ban bekas menjadi sesuatu yang lebih bernilai. Dengan memanfaatkan sifat kelenturannya, limbah ban bekas diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan konstruksi bangunan untuk pengembangan rumah tahan gempa.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah Metode *One Point Loading* (OPL) atau pengujian beban tunggal terpusat yaitu kasus pembebanan beban diterapkan atau dibebankan di tengah bentang. Variabel bebas yang digunakan adalah ukuran lebar potongan ban bekas dan massa pembebanan. Sedangkan variabel kontrolnya adalah panjang dan tebal potongan ban bekas.

2.1. Alat dan Bahan

Bahan utama yang digunakan yaitu ban sepeda motor bekas bagian luar yang diperoleh dari bengkel. Ban bekas diambil bagian tengah yang sudah datar, kemudian dipotong menjadi 6 sampel dengan lebar yang berbeda dan panjang yang sama. Ketebalan dan lebar ban diukur menggunakan jangka sorong, sedangkan panjangnya diukur menggunakan meteran. Beban digunakan kerikil yang dibungkus plastik. Alat untuk pengujian lentur dirancang sendiri menggunakan statif, klem penjepit, kawat, kayu dan benang sebagai acuan. Skema pengujian lentur ban bekas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema pengujian lentur ban bekas [10]

2.2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara memotong ban menjadi tali sepanjang 50cm, namun masing-masing berbeda lebarnya. Ban dipotong menggunakan mesin pemotong. Potongan ban diukur lebar dan tebalnya menggunakan jangka sorong. Sedangkan panjang potongan ban diukur menggunakan meteran. Kemudian masing-masing ban diberi tanda pada bagian tengah dan ujung kanan kirinya dengan jarak masing-masing 4 cm (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Potongan ban luar sepeda motor bekas dengan variasi lebar

Setelah semua potongan ban ditandai, kemudian masing-masing ban diuji kelenturannya. Pengujian dilakukan dengan memasang ban bekas pada klem penjepit dan diberikan beban di tengahnya dengan massa 1-10 kg untuk masing-masing ukuran ban. Kedua ujung potongan ban dijepit menggunakan klem penjepit dengan jarak 4 cm dari ujung. Agar tidak mudah bergeser, ujung potongan ban diikat juga menggunakan kawat. Kemudian klem penjepit dipasang pada statif dan ban dibentangkan hingga datar. Diatas potongan ban tersebut dibentangkan benang yang diikat pada kedua statif sebagai acuan. Bagian kaki statif diletakkan beban dan di bagian atasnya diberi kayu penahan agar statif tidak terjatuh. Setelah permukaan ban dan benang sudah berhimpitan, bagian tengah ban diberi beban 1-10 kg dan diukur defleksinya dari benang hingga permukaan ban. Data hasil pengukuran defleksi dicatat pada tabel pengamatan.

2.3. Analisis Data

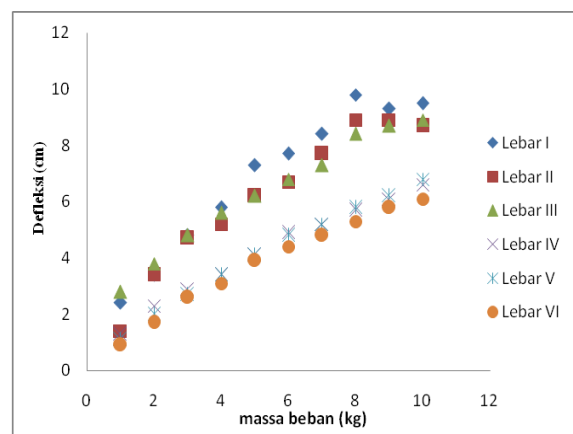
Data dalam penelitian dianalisis dengan metode deskriptif – kuantitatif menggunakan analisis rata-rata

dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel 2007*. Dari defleksi, dapat dihitung nilai modulus elastisitasnya dengan menggunakan persamaan 1. Kemudian hasilnya dibandingkan dengan modulus elastisitas konstruksi bangunan penelitian lain untuk mengetahui apakah tali dari ban sepeda motor bekas dapat diaplikasikan pada bangunan rumah tahan gempa.

2.4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan data dimensi potongan ban luar sepeda motor bekas yaitu tebal potongan ban, lebar potongan ban, serta data defleksi pada pembebanan 1-10 kg. Hasil pengukuran tebal potongan ban rata-rata yaitu 0,385 cm. Sedangkan lebar keenam potongan ban berturut-turut 2,1 cm; 3,23 cm; 3,59 cm; 4,21 cm; 4,65 cm; dan 5,26 cm. Data hasil pengujian kelenturan masing-masing potongan ban dengan pembebanan 1-10 kg didapatkan defleksi dan nilai modulus elastisitas yang ditunjukkan pada tabel 1. Semakin besar beban yang bekerja, semakin besar perubahan bentuk yang terjadi sehingga nilai defleksinya semakin meningkat (Gambar 3).

Berdasarkan perhitungan dan analisis dihasilkan nilai modulus elastisitas rata-rata sebesar $8,897.10^4$ Kg/cm². Modulus elastisitas ban luar sepeda motor bekas yang dihasilkan jika dikonversi kedalam satuan Pascal yaitu 8727,976 MPa. Modulus elastisitas limbah ban bekas yang dihasilkan jauh lebih kecil daripada modulus elastisitas beton normal [4] yakni 26011.091 Mpa. Modulus elastisitas berhubungan erat dengan kekakuan suatu bahan. Semakin kecil modulus elastisitas, maka kekakuan bahan semakin menurun atau bahan menjadi lebih lentur yang mengakibatkan deformasi menjadi lebih besar saat menerima gaya maksimum sehingga bahan tersebut tidak akan hancur seketika.



Gambar 3. Grafik hubungan antara massa pembebanan terhadap defleksi.

Tabel 1. Data hasil pengukuran dengan variasi lebar.

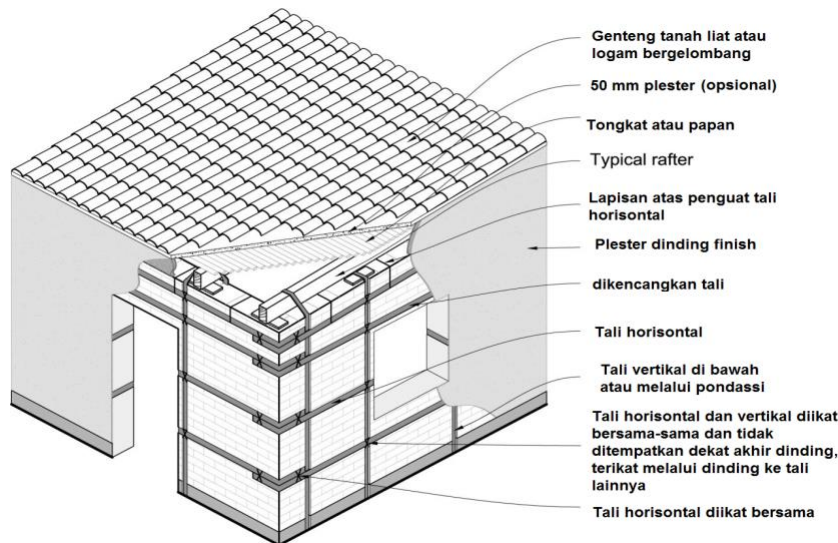
No	b (cm)	m (kg)	f (cm)	MoE x 10 ⁴ (kg/cm ²)	Mo \bar{E} x 10 ⁴ (kg/cm ²)
1.	2,1	1	2,4	6,440	11,520
		2	3,4	9,092	
		3	4,8	9,660	
		4	5,8	10,660	
		5	7,3	10,590	
		6	7,7	12,040	
		7	8,4	12,880	
		8	9,8	12,620	
		9	9,3	14,960	
		10	9,5	16,270	
2	3,23	1	1,4	7,178	8,421
		2	3,4	5,911	
		3	4,7	6,414	
		4	5,2	7,730	
		5	6,2	8,104	
		6	6,7	8,999	
		7	7,7	9,135	
		8	8,9	9,032	
		9	8,9	10,160	
		10	8,7	11,550	
3	3,59	1	2,8	3,229	7,215
		2	3,8	4,758	
		3	4,8	5,651	
		4	5,6	6,458	
		5	6,2	7,291	
		6	6,8	7,977	
		7	7,3	8,669	
		8	8,4	8,610	
		9	8,7	9,353	
		10	8,9	10,160	
4	4,21	1	1,3	5,930	9,278
		2	2,3	6,704	
		3	2,9	7,975	
		4	3,4	9,070	
		5	4,1	9,402	
		6	4,9	9,440	
		7	5,2	10,380	
		8	5,7	10,820	
		9	6,1	11,370	
		10	6,6	11,680	
5	4,65	1	1,1	6,345	8,595
		2	2	6,980	
		3	2,7	7,756	
		4	3,4	8,212	
		5	4,1	8,512	
		6	4,8	8,725	
		7	5,2	9,396	
		8	5,8	9,628	
		9	6,2	10,130	
		10	6,8	10,260	
6	5,26	1	0,9	6,856	8,353
		2	1,7	7,259	
		3	2,6	7,120	
		4	3,1	7,962	
		5	3,9	7,911	
		6	4,4	8,414	
		7	4,8	8,999	
		8	5,3	9,314	
		9	5,8	9,575	
		10	6,1	10,120	
Rata-rata					8,897

Dengan penambahan limbah karet pada beton dapat menurunkan modulus elastisitas. Dibuktikan dengan penelitian [4] yang menghasilkan modulus elastisitas beton normal dengan substitusi limbah karet 30% sebesar 13661.772 MPa dan pada penelitian lain [11] sebesar 15179.139 MPa, sehingga limbah karet dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran beton untuk bangunan tahan gempa karena mampu menurunkan nilai modulus elastisitas beton. Namun kebanyakan rumah di Indonesia terbuat dari batu bata, karena biayanya yang lebih terjangkau. Untuk itu diperlukan suatu metode lain dalam pemanfaatan limbah ban bekas sebagai konstruksi bangunan rumah tahan gempa.

Berdasarkan penelitian sebelumnya [12], dinding pasangan bata tanpa tulangan dan tanpa plesteran memiliki modulus elastisitas sebesar 8290,36 MPa. Nilai modulus dinding pasangan bata tersebut mendekati nilai modulus elastisitas tali dari ban luar sepeda motor. Sehingga tali dari ban luar sepeda motor

dimungkinkan untuk digunakan bersama dengan dinding batu bata sebagai penahan gempa. Dinding batu bata tersebut diikat menggunakan tali dari ban sepeda motor secara vertikal dan horisontal melalui pondasi. Pendekatan ini memerlukan desainer untuk merancang penempatan tali secara vertikal, horisontal ataupun diagonal yang tepat serta memprediksi lokasi dan pola retak yang mungkin terjadi. Pemasangan tali dari ban bekas untuk dinding rumah batu bata dapat dilihat pada Gambar 4 [13].

Penguatan bangunan dalam bentuk tali plastik polypropylene ditempatkan diluar dinding telah terbukti efektif dalam proyek penelitian besar di Los Angeles. Begitu juga penguatan bangunan dengan menggunakan ban mobil bekas [13]. Selain mempunyai kelenturan yang baik, tali karet dari ban luar sepeda motor bekas juga dapat menekan biaya pembangunan, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan konstruksi bangunan alternatif untuk pengembangan rumah tahan gempa.



Gambar 4. Pemasangan tali dari limbah ban bekas pada dinding bangunan [13]

4. Simpulan

Lebar pemotongan ban bekas memberikan pengaruh terhadap defleksi atau lendutan yaitu semakin besar lebar potongan ban bekas, defleksi yang terjadi semakin kecil. Modulus elastisitas ban luar sepeda motor bekas yang dihasilkan yaitu 8727,976 MPa, sehingga tali dari ban luar sepeda motor dimungkinkan dapat digunakan sebagai bahan konstruksi penahan gempa untuk rumah batu bata. Tali dari ban sepeda motor dapat diikatkan secara vertikal maupun horisontal pada dinding melalui pondasi. Pendekatan ini memerlukan desainer untuk merancang penempatan tali ban bekas serta memprediksi lokasi dan pola retak yang mungkin terjadi, sehingga disarankan dilakukan penelitian

lanjutan mengenai pengujian kekuatan dan ketahanan terhadap gempa atau guncangan secara empiris untuk bangunan dengan dinding yang telah diikat menggunakan tali dari limbah ban sepeda motor bekas.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada SMP Negeri 1 Bonang dan SMP Negeri 1 Demak atas bantuan peralatan serta semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian.

Daftar Acuan

- [1] Kemenperin. *Pirelli Bangun Pabrik Ban Motor di Indonesia*. Tersedia dilaman <http://www.kemenperin.go.id/artikel/3132/Pirelli-Bangun-Pabrik-Ban-Motor-di-Indonesia> diakses 25 April 2016.
- [2] Reddy, K. R., and Saichek, R. E., "Characterization and performance assessment of shredded scrap tires as leachate drainage material in landfills." Proc. the fourteenth international conference on solidwaste technology and management, Philadelphia, (1998).
- [3] Edeskar, T. Use of Tyre Shreds in Civil Engineering Applications, Lulea University of Technology, Swedia, (2006).
- [4] Tanditasik, H.G.S. Studi Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton Menggunakan Limbah Ban (Tire) Sebagai Agregat. Skripsi. Teknik sipil universitas Hasanuddin Makassar, (2015).
- [5] BMKG. *Earthquake Repository*. Tersedi dilaman http://repogempa.bmkg.go.id/index.php?id=101&session_id=cVqiQsYo diakses 25 April 2016.
- [6] Puslitbangkim Permukiman. *Modul Diseminasi: Perencanaan Bangunan Tahan Gempa*. Balai Struktur dan Konstruksi bangunan. Puslibankim Permukiman. Bandung, (2004).
- [7] Sahay, N.S. Penerapan Bentuk Desain Rumah Tahan Gempa. Jurnal Perspektif Arsitektur. vol. 5, no. 1 Juli, (2010).
- [8] Haygreen, J.G., Bowyer, J.L. Forest Production Wood Science. An introduction. Iowa : Iowa State Press, (2003).
- [9] Puslitbangkim Permukiman. *Metode pengujian lentur posisi tidur kayu dan bahan struktur bangunan berbasis kayu dengan beban terpusat di tengah bentang*. Badan Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum Puslibankim Permukiman. Bandung. RSNI T-09-2005.
- [10] Riski, P. *Pengujian lengkung (Bend Test)*. Tersedia di laman <http://reskioga.blogspot.co.id/2012/10/pengujian-lengkung-bend-test.html> diakses pada 09 April 2016.
- [11] Irmawaty, R., Muhaimin, A.A. Studi Perilaku Mekanik Beton Crumb Rubber. Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS9), Makassar, ISBN: 978-602-8817-67-7, (2015)
- [12] Mahendra, G.W. *Kuat Lentur Dinding Pasangan Bata Dengan Dan Tanpa Tulangan Akibat Gaya Lateral Ke Arah Bidang Muka (Studi Experimental)* Skripsi (online). Tersedia di laman <http://www.sipil.unud.ac.id/skripsi/detail.php?id=239> diakses 01 Mei 2016.
- [13] Charleson, A. Seismic Strengthening Of Earthen Houses Using Straps Cut From Used Car Tires: A Construction Guide Earthquake. Engineering Research Institute, Oakland, California 94612-1934, (2011).