

Effect of Addition of Used Tire Aggregate and Glass Bottle Waste on Characteristics and Compressive Strength of Brick

Dedyerianto^{1*}, La Ode Asmin², La Isa³
Institut Agama Islam Negeri Kendari, Indonesia

ABSTRACT: This study aims to determine the characteristics of the bricks and the percentage of additional shredded used tires and glass powder that meet the minimum compressive strength requirements of solid bricks (SNI-3-0349-1989). This research uses a laboratory experimental method with variations in the percentage of additives from used tires and glass powder. The results showed that by using shredded used tires and glass powder, the three types of aggregates met the quality classification of bricks according to the minimum compressive strength requirements of solid bricks (SNI-3-0349-1989) with quality standard III. The use of used tires and glass powder in bricks as an added material by replacing some of the sand from the ratio can provide a quality standard III in making bricks according to SNI 03-0349-1989. Glass powder and used tires with an average compressive strength of 60.95 kg/cm², 55.70 kg/cm² and 45.19 kg/cm², the three types of aggregates are included in grade III bricks with average compressive strength.

Keywords: used tires, glass bottles, bricks, compressive strength

Corresponding Author: dedyoke1987@gmail.com

Pengaruh Penambahan Agregat Ban Bekas dan Limbah Botol Kaca Terhadap Karakteristik dan Kuat Tekan Batako

Dedyerianto^{1*}, La Ode Asmin², La Isa³
Institut Agama Islam Negeri Kendari, Indonesia

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik batako dan persentasi tambahan cacahan ban bekas dan serbuk kaca yang memenuhi persyaratan kuat tekan minimum batako pejal (SNI-3-0349-1989). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan variasi persentase bahan tambah ban bekas dan serbuk kaca. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa dengan menggunakan cacahan ban bekas dan serbuk kaca, ketiga tipe agregat memenuhi klasifikasi mutu batako menurut persyaratan kuat tekan minimum batako pejal (SNI-3-0349-1989) dengan standar mutu III. Penggunaan ban bekas dan serbuk kaca pada batako sebagai bahan tambah dengan menggantikan sebagian pasir dari perbandingannya dapat memberikan standar mutu III dalam pembuatan batako menurut SNI 03-0349-1989. Serbuk kaca dan ban bekas dengan kuat tekan rata-rata sebesar 60,95 kg/cm², 55,70 kg/cm² dan 45,19 kg/cm², ketiga tipe agregat masuk dalam batako tingkat mutu III dengan kuat tekan rata rata.

Kata kunci: ban bekas, botol kaca, batako, kuat tekan

Submitted: 6 March; Revised: 19 March; Accepted: 26 March

Corresponding Author: dedyoke1987@gmail.com

PENDAHULUAN

Batako adalah bahan bangunan yang digunakan untuk membuat dinding, perkerasan, dan elemen lain dalam konstruksi. Peningkatan populasi mengakibatkan peningkatan permintaan bahan bangunan. Peningkatan ini juga berdampak pada kekurangan bahan bangunan, sehingga orang ditantang untuk mengubah limbah industri menjadi bahan yang berguna seperti bahan bangunan dan konstruksi. Daur ulang limbah untuk keperluan bahan bangunan adalah menjadi solusi alternative, tidak hanya mengurangi polusi lingkungan tetapi juga untuk masalah desain bangunan yang lebih ekonomis (Teklehaimanot, Hailay, & Tesfaye, 2021).

Sampah botol kaca dan limbah ban karet menjadi permasalahan serius dalam kerangka isu lingkungan. Karena itu, perlu adanya terobosan untuk dapat mengatasi hal tersebut dengan memanfaatkan perkembangan teknologi berbasis lingkungan dan teknik seperti bidang konstruksi. Pada bidang konstruksi, batako sebagai material utama memiliki keunggulan seperti proses pembuatan relative mudah dan cepat, tidak mudah retak dan lebih ekonomis. Selain itu, pada proses pemasangan, batako lebih hemat waktu. Penggabungan bahan yang lebih berkelanjutan dalam produksi batako dan penggunaan bahan limbah dapat menjadi pilihan yang menarik karena ketersediaan yang melimpah.

Dari beberapa referensi, telah banyak dilakukan penelitian tentang pembuatan batako dari campuran agregat limbah atau sampah, diantaranya penggunaan ban bekas (Ainun & Nadia, 2014), daur ulang sabut kelapa, limbah granit, dan serbuk cangkang telur (Nithiya, L, Vinodh, & Anbalagan, 2016), batako lempung dengan penambahan buah kelapa sawit dan daun nanas (Chan, 2011), batako komposit dari campuran karet remah-beton (Turgut & Yesilata, 2008), batu bata dari campuran lumpur air limbah laundry tekstel dengan tanah liat (Luciana, Hori, Reis, Mora, & Regina, 2012), dan limbah tekstil (Premkumar, mohideen, kumar, moorthi, & Celestin, 2021).

Adanya penelitian-penelitian terkait daur ulang berbagai jenis limbah dalam pembuatan batako menunjukkan potensi yang besar. Beberapa jenis pengujian telah dilakukan dalam pembuatan batako/batu bata yang terbuat dari campuran agregat limbah. Sifat-sifat fisik, mekanik dari batako dipengaruhi secara positif oleh penambahan bahan limbah. Selain itu, pemanfaatan limbah dalam pembuatan batu bata dapat berkontribusi pada konservasi sumber daya alam, perlindungan lingkungan dan penghematan lahan untuk konstruksi. Selain itu, batu bata non-api dari bahan limbah dapat dihasilkan (Ahmari & Zhang, 2012). Dari segi konsumsi sumber daya energy, hal ini akan menjadi lebih ekonomis karena dapat mengurangi penggunaan listrik dan bahan bakar fosil untuk pembuatan bata bata (Chusid, Miller, & Rapoport, 2009).

Untuk mengetahui kualitas suatu produk, maka diperlukan identifikasi karakteristik dari produk tersebut yaitu mengidentifikasi faktor-faktor penting yang mempengaruhinya. Salah satu karakteristik kualitas yang dapat diukur adalah kuat tekan. Karakteristik batako, memiliki standar minimum yang tertera pada Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditentukan. (SNI 03- 0349-1989 untuk kuat tekanan). Pada penelitian ini bahan tambah yang digunakan adalah material karet dari ban bekas dan serbuk kaca. Material karet ini

dalam penggunaannya diharapkan dapat meningkatkan sifat elastis dari batako dan serbuk kaca dapat meningkatkan kekuatan dari batako (Ainun & Nadia, 2014).

Karena itu, dalam penelitian telah dilakukan pembuatan batako dengan memanfaatkan limbah ban dan limbah botol kaca. Selain itu, akan di analisis karakteristik dan kuat tekan yang dihasilkan. Harapannya adalah pemanfaatan limbah dapat mengurangi polusi serta memberikan bahan alternatif dalam pembuatan batako dan ramah lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi dan Jenis Batako

Berdasarkan data pada PUBI-1982 pasal 6, batako adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam kondisi lembab. Menurut SNI 03-0349-1989, *Conblock (concrete block)* atau batu cetak beton adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau pozolan, pasir, air dan atau tanpa bahan tambahan lainnya (*additive*), dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding. Persyaratan batako menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI-1982) pada pasal 6, diantaranya adalah batako harus minimal berusia satu bulan. Saat pemasangan harus telah kering, batako berukuran panjang $\pm 400\text{mm}$, lebar $\pm 200\text{ mm}$, tebal $\pm 100\text{-}200\text{mm}$, kadar air 25-35% dari berat, dan memiliki kuat tekan antara $2\text{-}7\text{N/mm}^2$ (Nursyamsi, Indrawan, & Hastuty, 2016).

Berdasarkan bahan pembuatan batako dapat dikelompokkan ke dalam 3 jenis, yaitu (i) Batako putih (tras), dibuat dari campuran tras, batu kapur, dan air; (ii) Batako semen/batako pres, dibuat dari campuran semen dan pasir atau abu batu. (iii) Bata ringan, dibuat dari batu pasir kuarsa, kaur, semen dan bahan lain yang dikategorikan sebagai bahan-bahan untuk beton ringan.

Persyaratan Batako

Berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, syarat mutu yang harus dipenuhi batako antara lain (i) Bidang Permukaannya tidak boleh cacat; (ii) Bentuk permukaan lain yang didesain,; (iii) Rusuk - rusuknya siku terhadap yang lain (iv) Berdasarkan SNI 03-0348-1989, ukuran bata beton standar harus sesuai dengan tabel 1.

Tabel 1. Ukuran Bata Beton

Jenis	Ukuran Nominal (mm)		
	Panjang	Lebar	Tinggi
Tipis	400 \pm 3	200 \pm 3	100 \pm 3
Sedang	400 \pm 3	200 \pm 3	150 \pm 3
Tebal	400 \pm 3	200 \pm 3	200 \pm 3

Bahan Pembentuk Batako

Bahan dasar pembentuk batako pada penelitian ini terdiri (i) Semen, yang pada dasarnya ada empat unsur utama yang paling penting yang terkandung dalam Portland cement (Tjokrodimuljo, 1996), keempat semen itu adalah

Trikalsium Silikat (C_3S) atau $3CaO, SiO_2$; Dikalsium Silikat (C_2S) atau $2CaO, SiO_2$; Trikalsium Aluminat (C_3A) atau $3CaO, Al_2O_3$; dan Tetrakalsium Aluminoforit (C_4AF) atau $4CaO, Al_2O_3, Fe_2O_3$. (ii) Pasir yang digunakan dalam pembuatan batako harus bermutu baik. Pasir tersebut harus bebas dari lumpur, tanaliat, zat organic, garam florida dan garam sulfat. Selain dari itu, pasir juga harus memiliki sifat keras, kekal dan mempunyai gradasi yang baik. (iii) Air merupakan bahan penyusun batako air yang berfungsi memungkinkan reaksi kimia pada semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, membasahi agregat dan sebagai pelumas campuran agar mudah dalam pengerjaannya. (iv) Ban Karet. Pemanfaatan ban bekas dapat diterapkan pada campuran aspal, beton, komposit dan pengolahan menjadi minyak, selain itu dapat juga mengatasi limbah dan juga sangat berpeluang besar menciptakan industry-industri baru sehingga dapat memberikan perputaran ekonomi baru termasuk didalamnya industry-industri lanjutannya (Rochman & Setyo, 2019). dan (v) Serbuk Kaca adalah material amorf yang pada suhu biasa mempunyai bentuk yang keras, tetapi apabila dipanaskan, lama kelamaan akan menjadi lunak, sesuai dengan suhu yang meningkat dan akhirnya menjadi kental hingga mencapai keadaan cair. Pada penelitian ini, bahan kaca yang dipakai untuk batako adalah serbuk kaca dari berbagai jenis botol minuman bekas yang termasuk pada golongan kaca soda gamping.

Kuat Tekan

Kuat tekan (*Compressive strength*) adalah suatu bahan yang merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya tersebut. Dalam pengujian batako di buat dalam bentuk persegi panjang dengan dimensi 15 x 10 x 10 cm. Kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan rumus

$$f'_c = \frac{P}{L} \quad (1)$$

dengan f'_c = kuat tekan batako (Kg/cm^2); P = Beban Tekan Maksimal (Kg); L = Luas bidang tekan (cm^2). Pengujian kuat tekan ini diamati jarum mesin sampai batako mengalami keretakan pertama pada media bahan uji dari batako.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium yaitu dengan membuat batako dengan variasi persentase bahan tambah ban bekas dan serbuk kaca. Sedangkan untuk proses pengujian daya tekannya dilakukan dilaboratorium teknik Universitas Haluoleo.

Tabel 2. Perbandingan Campuran Bahan

Kode sampel	Komposisi perbandingan campuran bahan			
	Pasir	Semen	Limbah Kaca	Ban Bekas
A	2	1	1	2
B	2	1	2	1
C	3	1	1	1

Bahan penyusun batako terdiri dari semen portland merk dagang Semen Tonasa dalam kemasan 50 kg, pasir halus yang berasal dari sungai Pohara, air yang digunakan berasal dari sumur bor, serbuk kaca berasal dari berbagai jenis

botol minuman bekas yang di hancurkan dengan menggunakan alat tumbuk yang di buat oleh peneliti di Laboratorium Matematika IAIN Kendari dan di ayak dengan ayakan No. 200, cacahan ban bekas yang dipakai untuk batako berasal dari berbagai jenis ban bekas yang di hancurkan dengan menggunakan alat parutan mesin dengan menggunakan mata parutan steinless dan panjang mata parutan 2 mm.

HASIL PENELITIAN

Langkah-langkahteshasil Anda di sini

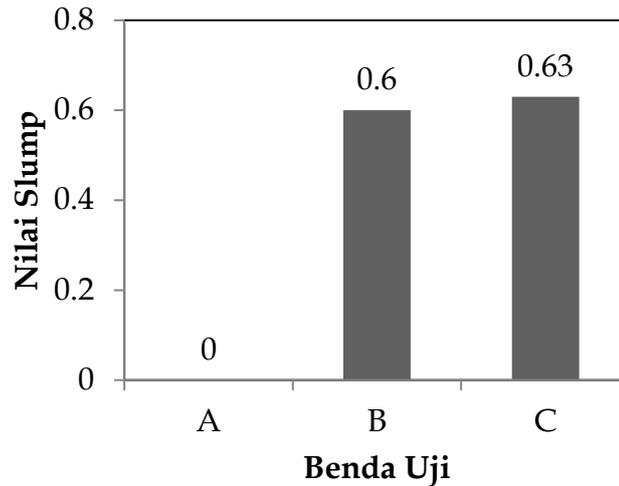
Gambar 1 adalah hasil ayakan limbah botol kaca, serat ban bekas, dan pembuatan benda uji.



Gambar 1. Ayakan Botol Kaca, Serat Ban, Dan Benda Uji

Nilai Slump

Adapun hasil pengujian nilai *slump* dengan dan tanpa penambahan serbuk kaca dengan mengurangi berat semen adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Hubungan Nilai *Slump* Terhadap Kadar Agregat

Dari 2 nampak bahwa nilai slump untuk adukan mortar batako sangat kecil, dan semakin besar kadar agregat, nilai *slump*nya akan semakin tinggi. Hal tersebut diakibatkan karena serbuk kaca dan ban bekas bersifat tidak menyerap air (*zero water absorption*) jika dibandingkan dengan semen, sehingga adukan menjadi lebih basah yang kemudian mempengaruhi nilai *slump* mortar menjadi semakin tinggi sejalan dengan kadar agregat yang ditambahkan.

Pengujian Visual

Tabel 3. Perbandingan Hasil Pemeriksaan Visual Dengan Syarat Mutu

Uraian	Perbandingan Berat Bahan			SNI 03-0349-1989
	A	B	C	
1. Bidang - bidang				
a. Kerataan	Rata	Rata	Rata	Rata
b. Keretakan	Tidak Retak	Tidak Retak	Tidak Retak	Tidak Retak
c. Kehalusan	Halus	Halus	Halus	Halus
2. Rusuk - Rusuk				
a. Kesikuan	Siku	Siku	Siku	Siku
b. Ketajaman	Tajam	Tajam	Tajam	Tajam
c. Kekuatan	Kuat	Kuat	Kuat	Kuat

Apabila meninjau Tabel 3, dari ketiga komposisi campuran batako yang dicoba telah memenuhi syarat tampak luar menurut ketentuan dalam SNI 03-0349-1989, yaitu menghasilkan batako yang mempunyai permukaan bidang rata, tidak retak dan halus.

Pemeriksaan Ukuran

Setelah melakukan pemeriksaan dan didapat data pengukuran dimensi masing-masing komposisi batako, kemudian data tersebut harus di analisis penyimpangan ukurannya sesuai dengan ketentuan SNI. 0349-1989.

Tabel 4. Analisis Penyimpangan Ukuran Batako

Agregat	No	Panjang (mm)		Lebar (mm)		Tebal (mm)	
		Benda Uji	SNI 0349-1989	Benda Uji	SNI 0349-1989	Benda Uji	SNI 0349-1989
A	1	0	5	0	2	0	2
	2	0	5	0	2	0	2
	3	0	5	0	2	0	2
	Rata - Rata	0	5	0	2	0	2
B	1	0	5	0,1	2	0,6	2
	2	0	5	0,1	2	0,5	2
	3	0	5	0,1	2	0,7	2
	Rata - Rata	0	5	0,1	2	0,60	2
C	1	0	5	0	2	0,7	2
	2	0	5	0	2	0,5	2
	3	0	5	0	2	0,7	2
	Rata - Rata	0	5	0	2	0,63	2

Tabel 5. Perbandingan Penyimpangan Ukuran Rata - Rata Dengan Syarat Mutu

Agregat	Panjang (mm)		Lebar (mm)		Tebal (mm)	
	Benda Uji	SNI 0349-1989	Benda Uji	SNI 0349-1989	Benda Uji	SNI 0349-1989
A	0	5	0	2	0	2
B	0	5	0,1	2	0,60	2
C	0	5	0	2	0,63	2

Apabila meninjau Tabel 3.6, batako telah memenuhi syarat ukuran sesuai dengan ketentuan dalam SNI 03-0349-1989. Hal tersebut disebabkan karena serbuk kaca dan serat karet ban bekas mempunyai butiran hampir sama dengan semen yaitu lolos saringan No. 200 dan bahan tambah serbuk kaca dan karet ban bekas dapat mengisi rongga antar pasir yang menyebabkan batako menjadi lebih padat sehingga permukaan bidang batako menjadi rata dan tidak retak.

Ditinjau dari data hasil pengujian, tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kondisi tersebut dikarenakan cara pembuatan batako secara manual sehingga diperoleh batako dengan kepadatan yang tidak seragam. Karena kerapatan pori-pori yang terdapat didalam batako akan sangat berpengaruh pada kepadatan komposisi batako tersebut.

Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan batako akan bertambah tinggi dengan bertambahnya umur dari batako. Oleh karena itu sebagai standar kekuatan batako, ditetapkan batako pada umur 28 hari, sesuai dengan ketentuan didalam PUBLI-1982 bahwa batako harus berumur 1 (satu) bulan sebelum dapat dipakai. Kuat tekan dihitung berdasarkan besarnya beban per satuan luas, dimana pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur bila dibebani dengan beban maksimum yang dihasilkan

oleh mesin tekan. Tabel 6 merupakan rekapitulasi hasil rata-rata pengujian kuat tekan batako dari tiga macam campuran yang dicoba, seperti pada tabel berikut:

Tabel 6. Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata dengan Syarat Mutu

Komposisi agregat	Kuat Tekan (kg/cm ²)		Tingkat Mutu
	Benda Uji	SNI 03-0349-1989	
A	60.95	40	III
B	55.70	40	III
C	45.19	40	III

Dari Tabel 3.7, hasil diatas menunjukkan bahwa perbandingan agregat tipe A memiliki kuat tekan tekan tertinggi yaitu 60,95 Kg/Cm² dan termasuk dalam tingkat mutu III berdasarkan SNI 03-0349-1989. Penambahan serbuk kaca dan ban bekas mengakibatkan penurunan pada agregat tipe B dengan kuat tekan sebesar 55,75 Kg/Cm² yang tergolong dalam tingkat mutu III. Kemudian Penambahan serbuk kaca dan ban bekas juga mengakibatkan penurunan pada agregat tipe C dengan kuat tekan sebesar 45,19 Kg/Cm² yang tergolong dalam tingkat mutu III.

Serbuk kaca dan ban bekas sebagai bahan substitusi pasir mengalami peningkatan kuat tekan perlahan dan juga mengalami penurunan kuat tekan kembali seiring dengan bertambahnya persentase substitusi serbuk kaca dan ban bekas. Ketiga agregat yang digunakan pada penelitian ini tetapi masih dalam tingkat mutu yang sama yaitu tingkat mutu III berdasarkan SNI 03-0349-1989.

Penentuan Komposisi Terbaik

Penentuan komposisi terbaik berdasarkan atas hasil perbandingan syarat - syarat mutu ketiga komposisi yang dicoba dengan batako kontrol, SNI 03-0349-1989. Secara visual, semua komposisi batako masuk kedalam standar SNI 03-0349-1989 setelah dilakukan pengujian tampak luar dan pengujian ukuran. Dilihat dari pengujian penyerapan air, terjadi peningkatan perlahan seiring dengan penambahan persentase serbuk kaca dan ban bekas. Semua variasi tergolong dalam batako. Dari segi kuat tekan, kuat tekan normal ketiga komposisi masuk dalam tingkat mutu III SNI 03-0349-1989 dan kuat tekan tertinggi sebesar 60.95 kg/cm² dan tergolong ke dalam tingkat mutu III SNI 03-0349-1989 dengan penambahan serbuk kaca dan ban bekas.

PEMBAHASAN

Serbuk kaca dan ban bekas sebagai bahan substitusi terhadap penggunaan pasir dalam pembuatan batako dapat diaplikasikan untuk kedepannya. Dilihat dari berbagai pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini, serbuk kaca dapat dipakai sebagai bahan untuk mengurangi penggunaan pasir. Serbuk kaca yang digunakan adalah serbuk kaca dari limbah botol kaca yang didapat dari sekitaran Kota Kendari yang kemudian dibersihkan, dihancurkan menggunakan alat tumbuk yang terbuat dari pipa besi dan diayak dengan saringan No. 121. Serbuk kaca yang digunakan berukuran antara lolos saringan No.121.

Pada hasil pengujian visual, baik pemeriksaan tampak luar dan pemeriksaan penyimpangan ukuran, batako dengan serbuk kaca dan ban bekas

memiliki hasil yang persis sama dengan batako normal. Hal ini disebabkan ukuran serbuk kaca yang sama dengan ukuran dari semen dan ban bekas memiliki ukuran sama dengan pasir sehingga tidak berpengaruh pada rongga yang terdapat pada batako. Batako dengan penambahan serbuk kaca dan ban bekas tetap memiliki permukaan yang rata, siku yang tajam, tidak memiliki retak, dan tetap sama padat seperti batako normal.

Pada pengujian kuat tekan, batako normal memiliki kuat tekan paling tinggi sebesar 60.95 Kg/Cm² dan tergolong tingkat mutu III dalam SNI 03-0349-1989 dan yang terendah adalah 45,19 Kg/Cm² namun ketiganya masuk dalam tipe tingkat mutu III SNI 03-0349-1989. Penambahan serbuk kaca dan ban bekas mengakibatkan penurunan kuat tekan batako. kuat tekan batako mengalami penurunan kembali seiring dengan semakin banyaknya berkurangnya penggunaan pasir sebagai bahan agregat pada batako.

KESIMPULAN

Dengan menggunakan cacahan ban bekas dan serbuk kaca, ketiga tipe agregat memenuhi klasifikasi mutu batako menurut persyaratan kuat tekan minimum batako pejal (SNI-3-0349-1989) dengan standar mutu III. Penggunaan ban bekas dan serbuk kaca pada batako sebagai bahan tambah dengan menggantikan sebagian pasir dari perbandingannya dapat memberikan standar mutu III dalam pembuatan batako menurut SNI 03-0349-1989. Serbuk kaca dan ban bekas dengan kuat tekan rata-rata sebesar 60.95 Kg/Cm², 55.70 Kg/Cm² dan 45. 19, ketiga tipe agregat masuk dalam batako tingkat mutu III dengan kuat tekan rata-rata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) IAIN Kendari atas bantuan dana dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmari, S., & Zhang, L. (2012). Production of eco-friendly bricks from copper mine tailings through geo-polymerization. *Journal of Construction and Building Material* , 29, 323-331.
- Ainun, & Nadia. (2014). Beton Normal dengan Menggunakan Ban Bekas Sebagai Pengganti Agregat Kasar. *Jurnal Konstruksia* , 6 (1).
- Chan, C.-M. (2011). Effects of natural fibers inclusion in clay bricks: physic-mechanical properties. *Journal of International Journal of Civil and Environmental Engineering* , 1, 51-57.
- Chusid, M., Miller, S. H., & Rapoport, J. (2009). The building bricks of sustainability. *The Construction Specifier* , 1, 30 - 40.
- Luciana, C. H., Hori, C. E., Reis, M. H., Mora, N. D., & Regina, C. (2012). Characterization of ceramic bricks incorporated with textile laundry sludge. *Journal of Ceramics International* , 28, 951-959.
- Nithiya, R., L, C. A., Vinodh, K. R., & Anbalagan, C. (2016). Experimental investigation on bricks by using various waste materials. *International Journal of Latest in Engineering and Technology (IJLTET)* , 6 (3), 396 - 402.
- Nursyamsi, Indrawan, I., & Hastuty, I. P. (2016). PEMANFAATAN SERBUK KACA SEBAGAI BAHAN TAMBAH DALAM PEMBUATAN BATAKO. *Media Teknik Sipil* , 14 (1), 84-95.
- Premkumar, R., mohideen, J. K., kumar, M. M., moorthi, T. S., & Celestin, X. (2021). Properties and Environmental Features of Bricks Made From Textile Waste Sludge. *Journal of Physics: Conference Series* (hal. 1-8). IOP Publisihing.
- Rochman, M., & Setyo, M. (2019). *Potential of Scrap Tires for Useful Material and Product*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM)-ITP.
- Teklehaimanot, M., Hailay, H., & Tesfaye, T. (2021). Manufacturing of Ecofriendly Bricks Using Microdust Cotton Waste. *Journal of Engineering* , 1-10.

Tjokrodimuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafitri.

Turgut, P., & Yesilata, B. (2008). Physico-mechanical and thermal performances of newly developed rubber-added bricks. *Journal of Energy and Buildings*, 40, 679-688.