

TINJAUAN PENAMBAHAN ABU BATU BARA SAWAHLUNTO TERHADAP KARAKTERISTIK BATAKO

Hanif V Riski¹, Iskandar G Rani²

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: hanif.vriski@gmail.com

Abstrak: Perusahaan Pembangkit Listrik Tenaga Uap Sawahlunto adalah salah satu perusahaan listrik yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar. Proses pembakaran batu bara akan menghasilkan limbah berupa abu batu bara atau residu. Sebagian dari limbah abu batu bara di tumpuk di area PLTU Sawahlunto dan sebagian dari limbah abu juga beterbangan melalui lubang pembakaran batu bara dan mengakibatkan polusi untuk daerah di sekitar PLTU. Polusi yang terjadi mengakibatkan pencemaran udara dan pencemaran lingkungan. Pada daerah di Sawahlunto abu batu bara biasanya di gunakan masyarakat sebagai campuran dalam pembuatan batako. Namun sayangnya komposisi campuran masih menggunakan takaran yang tidak pasti kekuatannya sehingga kualitas nya belum terjamin. Batako adalah salah satu bahan bangunan yang banyak di gunakan masyarakat dalam membangun rumah, kantor, sekolah dan bangunan lainnya. Hal itu mendukung untuk di buatnya usaha pembuatan batako di kalangan masyarakat. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mencari komposisi campuran terbaik dalam pembuatan batako dengan campuran komposisi terbaik sehingga di dapatkan hasil kekuatan kuat tekan dan daya serap air batako sesuai standar mutu. Setelah dilakukan pengujian di dapat hasil kuat tekan terbaik batako yaitu pada penambahan abu 22% serta hasil uji daya serap air batako terendah pada batako normal tanpa penambahan abu batu bara. Dapat disimpulkan bahwa nilai penambahan abu batu bara dapat menaikkan mutu batako ditinjau dari kuat tekan dan daya serap air batako.

Kata Kunci: batako, kuat tekan, daya serap air, abu batu bara

Abstract: The Sawahlunto Steam Power Plant Company is a power company that uses coal as fuel. The process of burning coal will produce waste in the form of coal ash or residue. Some of the coal ash waste is piled up in the PLTU Sawahlunto area and some of the ash waste also flows through the coal burning pits and causes pollution to the area around the PLTU. Pollution that occurs causes air pollution and environmental pollution. In the area of Sawahlunto, coal ash is usually used by the community as a mixture in making bricks. But unfortunately the composition of the mixture still uses an uncertain dose of strength so that the quality is not guaranteed. Brick is one of the building materials that are widely used by the community in building houses, offices, schools and other buildings. This supports the making of brick making business in the community. Therefore, a research was carried out to find the best composition of the mixture in making bricks with the best composition mixture so that the results of the compressive strength and water absorption of bricks according to quality standards were carried out. After testing, the best compressive strength of bricks was obtained, namely the addition of 22% ash and the results of the lowest water absorption test for normal bricks without the addition of coal ash. It can be concluded that the added value of coal ash can increase the quality of the bricks in terms of the compressive strength and water absorption of the bricks.

Keyword: brick, compressive strength, water absorption, coal ash

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki banyak Pembangkit Listrik yang tersebar di seluruh Indonesia yang dibangun pemerintah untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan bahan bakar batu bara termasuk salah satunya. Namun dengan penggunaan batu bara sebagai bahan bakar menghasilkan produksi limbah berupa abu terbang yang jumlahnya makin hari makin bertambah.

PLTU Sawahlunto adalah salah satu perusahaan listrik yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar. Proses pembakaran batu bara akan menghasilkan limbah berupa abu batu bara atau residu. Sebagian dari limbah abu batu bara di tumpuk di area PLTU Sawahlunto dan sebagian dari limbah abu juga beterbangan melalui lubang pembakaran batu bara dan mengakibatkan polusi untuk daerah di sekitar PLTU. Polusi yang terjadi mengakibatkan pencemaran udara dan pencemaran lingkungan.



Gambar 1. Abu Batu Bara Di Lokasi Pltu Sawahlunto

Abu batu bara memiliki kandungan silika, aluminium, besi, kapur, titanium, magnesium, kalium, dan beberapa unsur lainnya. Namun abu batu bara tidak bersifat mengikat seperti semen, karena itu abu batu bara dapat dijadikan sebagai *filler* atau pengisi rongga karena berukuran sangat kecil. Pada daerah di Sawahlunto abu batu bara biasanya di gunakan masyarakat sebagai campuran dalam pembuatan batako. Batako adalah salah satu bahan bangunan yang banyak di gunakan masyarakat dalam membangun rumah, kantor, sekolah dan bangunan lainnya. Hal itu mendukung untuk di buatnya usaha pembuatan batako di kalangan masyarakat.

Menurut penelitian Endah Kanti Pangestuti (2011) yang berjudul penambahan limbah batu bara pada batako ditinjau terhadap kuat tekan batako, penambahan abu batu bara sebagai filler dalam

campuran batako dapat menaikkan nilai kuat tekan batako pada persen penambahan 10%-30% dengan nilai daya serap air yang semakin kecil berbanding lurus dengan persen penambahan abu batu bara. Semua pengujian mutu batako berpedoman pada syarat fisis batako yang terdapat pada SNI 03-0349-1989. Berkaitan latar belakang tadi maka peneliti mengambil penelitian dengan judul yaitu **“Tinjauan Penambahan Abu Batu Bara Sawahlunto Terhadap Karakteristik Batako”**

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk meninjau pengaruh penambahan abu batu bara Sawahlunto terhadap karakteristik batako serta menemukan komposisi optimum batako dengan penambahan abu batu bara. Setelah dilakukan penelitian ini diharapkan memberikan solusi alternatif pengolahan abu batu bara serta dengan diperoleh hasil penelitian terkait komposisi optimum pada batako maka masyarakat menjadikan pedoman masyarakat dalam pembuatan usaha batako dengan pemanfaatan limbah abu batu bara.

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu menggunakan metode eksperimen dengan tujuan mengetahui pengaruh dari pengaruh sebab akibat yang di berikan terhadap objek yang akan di teliti. Objek penelitian yaitu batako dengan perlakuan penambahan campuran abu batu bara dengan persentase yang berbeda-beda. Untuk desain penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan tujuan mengetahui pengaruh penambahan perubahan variabel independen terhadap variabel hasil. Penelitian ini juga menggunakan variabel kontrol untuk menjadi pembandingan dari hasil uji.

B. tempat Penelitian dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Padang. Pada penelitian ini peneliti membuat 18 buah sampel uji. Benda uji dibuat dengan menggunakan mesin press. Variasi penambahan abu batu bara di dasarkan pada penelitian yang telah ada dengan rata-rata hasil yang memenuhi mutu berkisar antara 10%-30% penambahan abu batu bara. Untuk persentase penambahan abu batu bara di ambil dari berat semen sejalan dengan penelitian yang telah ada. Jumlah sampel yang akan dibuat sebanyak 18 buah dengan ukuran 10 x 15 x 30 cm dengan rincian batako normal, batako dengan penambahan 10%, 13%, 16%, 19%, 22% masing-masing dibuat 3 buah benda uji. Untuk

berat bahan masing- masing benda uji dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 1. Berat Bahan Untuk 3 Benda Uji

N o.	Persen Penambahan	Semen (gr)	Pasir (gr)	Abu Batu Bara (gr)
1	normal	3726 gr	17388 gr	-
2	10%	3726 gr	17388 gr	1738.8 gr
3	13%	3726 gr	17388 gr	2260.44 gr
4	16%	3726 gr	17388 gr	2782.08 gr
5	19%	3726 gr	17388 gr	3303.72 gr
6	22%	3726 gr	17388 gr	3825.36 gr

C. Pengujian Agregat Halus

1. Pengujian Analisis Saringan Agregat

Pengujian ini wajib dilakukan untuk menentukan distribusi dari ukuran agregat halus yang digunakan serta mengetahui kualitas agregat. Untuk melakukan pengujian analisis saringan agregat berikut langkah-langkahnya berpedoman pada SNI 03-1968-1990 tentang analisis saringan agregat halus

2. Pengujian Kadar Lumpur

Metode pengujian kadar lumpur yaitu dengan melakukan penyaringan sejumlah pasir dengan ayakan No. 200. Banyak pasir yang lolos ayakan No. 200 akan di cuci sampai bersih untuk menghilangkan lumpur dan untuk mengetahui kadar lumpur pada pasir yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji pada penelitian ini.

Pengujian ini di dasarkan pada SNI 03-4142-1996 tentang metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200. Bukan hanya itu, kadar lumpur yang tinggi dapat mengurangi mutu batako yang akan dibuat karena material yang halus akan membungkus material yang kasar sehingga mengurangi daya ikat antara pasir dan semen. Oleh karena itu pada proses ini harus diperhatikan lebih lanjut nilai kadar lumpur pasir.

3. Pengujian kadar air pasir

Kadar air adalah jumlah persen perbandingan antara jumlah massa air yang terkandung pada agregat dengan massa agregat pada saat kering oven. Pengujian kadar air ini dilakukan berpedoman pada SNI 1971: 2011 tentang cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar air yang terdapat pada agregat halus atau

pasir yang akan digunakan pada pembuatan benda uji (batako). Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat-alat seperti timbangan dengan ketelitian 0.1 gr, oven, wadah untuk benda uji, dan pengaduk sebagai alat bantu

4. Pemeriksaan Berat Isi Pasir

Pemeriksaan berat isi bertujuan untuk mengetahui nilai berat isi yang dimiliki oleh pasir dalam keadaan gembur dan dalam keadaan padat. Pemeriksaan berat isi ini biasanya bergantung kepada jenis pasir yang digunakan. Pengujian ini berpedoman pada SNI 03-4804-1998 tentang pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat

5. Pemeriksaan berat jenis pasir adalah salah satu pengujian yang sangat penting untuk dilakukan sebelum pasir akan digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan benda uji. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pasir layak dan memenuhi syarat untuk digunakan. Alat yang biasa digunakan dalam pemeriksaan berat jenis pasir SSD yaitu : timbangan, tabung ukur, wadah, dan oven

D. Pembuatan Benda Uji

Sebelum dilakukan pembuatan benda abu batu bara di keringkan terlebih dahulu dan dilakukan tes ayakan 0,15 mm. Pembuatan benda uji dilakukan dengan menggunakan mesin press. Lokasi pembuatan batako yaitu di jalan akses katapiang, kecamatan batang anai, kabupaten padang pariaman. Pasir yang digunakan yaitu pasir berjenis pasir sungai dari daerah pariaman.

Sebelum dilakukan pembuatan batako dilakukan penimbangan bahan-bahan yang akan digunakan di laboratorium teknik universitas negeri padang. Proses Pembuatan batako diawali dengan memasukkan bahan-bahan ke dalam mixer kemudian dilakukan penambahan air lalu tunggu hingga adukan homogen. Setelah pengadukan maka adukan di masukkan ke dalam cetakan lalu di padatkan dengan beban yang ada di atas cetakan. Kemudian dilakukan penggetaran sampai batako padat dan batako di angkat untuk dikeringkan di bawah matahari untuk hari pertama.



Gambar 2. Mesin Pres Pembuatan Batako

E. Masa Perawatan Benda Uji

Pada masa perawatan batako dimasukkan ke dalam ruangan yang terhindar dari hujan dan sinar matahari. Kemudian dilakukan perawatan benda uji selama 28 hari. Perawatan benda uji dilakukan dengan membasahi batako setiap hari agar dapat memperkuat kekuatan batako. Setelah perawatan selesai dapat diuji kuat tekan dan daya serap air untuk mengetahui mutu batako.

F. Pengujian Daya Serap Air Batako

Pada pengujian ini batako sebelumnya ditimbang pada kondisi kering kemudian dilakukan perendaman selama 24 jam. Setelah dilakukan perendaman selanjutnya batako di tiriskan dan bersihkan air yang terdapat pada permukaan batako. selanjutnya dilakukan penimbangan batako dalam kondisi basah sehingga di dapat hasil uji daya serap air pada batako.

G. pengujian kuat tekan batako

Pengujian kuat tekan dilakukan apabila benda uji telah selesai masa 28 hari perawatan dan kembali memiliki berat semula setelah dilakukannya pengujian daya serap air. Pengujian dilakukan berpedoman kepada SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasangan dinding. Karena sisi batako yang akan di uji memiliki ukuran panjang 30 cm, maka batako harus di potong terlebih dahulu dan di pasang pendatar pada permukaan batako yang akan di uji. Setelah di pasang pendatar permukaan batako kemudian di keringkan selama 3 hari dan selanjutnya di lakukan pengujian kuat tekan batako. hasil uji kuat tekan batako kemudian di rata-ratakan dan di masukkan ke dalam tabel hasil pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Karakteristik Agregat Halus

1. Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus

Pada pengujian analisis saringan di dapatkan data analisis saringan sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Analisis Saringan Agregat Halus

No.	Ukuran Saringan		Tertahan		Kumulatif	
	No.	Mm	Berat	%	% Tertahan	% Lolos
1	4	4,75	8,75	0,88	0,88	99,13
2	8	2,36	78,93	7,89	8,77	91,23
3	16	1,18	77,54	7,75	16,52	83,48
4	30	0,6	215,78	21,58	38,10	61,90
5	50	0,3	328,2	32,82	70,92	29,08
6	100	0,15	260,38	26,04	96,96	3,04
7	pan	pan	30,42	3,04	100	0
total			1000	100	232,14	
FM (Angka Kehalusan)					2,32	

Berpedoman kepada tabel jenis pasir berdasarkan tabel batas gradasi pasir pada SK SNI-S 04- 1989-F maka pasir yang peneliti gunakan termasuk ke dalam zona 3 yaitu jenis pasir agak halus. Berpedoman kepada ASTM C-33 maka pasir yang peneliti gunakan memiliki angka kehalusan sebesar 2,3 dan masuk ke dalam standar ASTM yaitu 2.3-3.1.

2. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian ini berdasarkan kepada SNI 03- 4142-1996 tentang pengujian jumlah kandungan yang lewat ayakan 200. Pada pengujian ini nilai kadar lumpur maksimal adalah 5% untuk memenuhi syarat pasir untuk bahan bangunan. Berikut ini hasil dari pengujian kadar lumpur :

Tabel 3. Hasil Pengujian Kadar Lumpur

No.	Jenis Perlakuan	Pengujian		
		I	II	III
1	Berat Awal	1000 gr	1000 gr	1000 gr
2	Berat Akhir	978.81 gr	979 gr	981.20 gr
3	Selisih	21.19	21	18.08
Kadar Lumpur		2,119	2,1	1,8
Rata- Rata Kadar Lumpur		2,01		

3. Pengujian Kadar Air Agregat

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air pasir dalam kondisi SSD dan dalam kondisi semula. Berikut ini hasil pengujian kadar air pada pasir :

Tabel 4. Hasil Uji Kadar Air Pasir

No	Jenis Perlakuan	Pengujian		
		I (gr)	II (gr)	III (gr)
1	Berat Pasir	100	100	100
2	Berat Kering Tetap	98,66	99,3	98,58
4	Kadar Air	1,36	0,70	1,44
Kadar Air Rata-Rata		1,17%		
No	Jenis Perlakuan	Pengujian		
		I (gr)	II (gr)	III (gr)
1	Berat Pasir SSD	100	100	100
2	Berat Kering Tetap	99,43	99,21	99,13
4	Kadar Air	0,57	0,80	0,88
Kadar Air Rata-Rata		0,75%		

4. Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Pada pengujian ini akan diperoleh nilai berat isi agregat halus pada kondisi gembur dan kondisi padat. Berikut ini hasil pengujian berat isi agregat

Tabel 5. Hasil Uji Berat Isi

No	Jenis Perlakuan	Pengujian		
		I (gr)	II (gr)	III (gr)
1	Berat Literan	276	276	276
2	Berat Pasir + Literan	1606,24	1620,33	1612,13
3	Berat Pasir	1330,24	1344,33	1336,13

4	Volume Literan	1 liter	1 liter	1 liter
Berat Isi Gembur Pasir		1,34 kg/liter		
No	Jenis Perlakuan	Pengujian		
		I (gr)	II (gr)	III (gr)
1	Berat Literan	276	276	276
2	Berat Pasir + Literan	1761	1772,13	1765,05
3	Berat Pasir	1485	1496,13	1489,05
4	Volume Literan	1 liter	1 liter	1 liter
Berat Isi Padat Pasir		1.49 kg/liter		

5. Hasil Uji Berat Jenis Agregat Halus

Pada pengujian ini dilakukan pengujian berat jenis agregat halus atau pasir dalam kondisi SSD. Berikut hasil pengujian berat jenis pasir :

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis SSD

No.	Jenis Perlakuan	Pengujian		
		I (gr)	II (gr)	III (gr)
1	Berat Pasir	500	500	500
2	Air + Kaca + Gelas Ukur	2016,97	2016,97	2016,97
3	Air + Kaca + Gelas Ukur+ Pasir	2236,44	2210,32	2209,64
4	Berat Jenis Pasir	2,28	2,59	2,60
Berat Jenis Rata Rata		2,49		

B. Pengujian Daya Serap Air Batoko

Setelah pengujian karakteristik pasir selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji dan dilakukan perawatan batako selama 28 hari. Setelah itu dilakukan pengujian daya serap air batako. Sebelum batako di rendam sebelumnya lakukan penimbangan batako. Berikut ini hasil pengujian daya serap air batako:

Tabel 7. Hasil Uji Penyerapan Air

No.	Jenis Perlakuan	0%		
		1	2	3

1	Berat Batako Basah	7195	7125	7080
2	Berat Batako Kering	6860	6730	6700
3	Nila Penyerapan Air	4,88	5,87	5,672
4	Penyerapan Air Rata Rata	5,47		
No.	Jenis Perlakuan	13%		
		1	2	3
1	Berat Batako Basah	6600	6825	6900
2	Berat Batako Kering	6195	6370	6445
3	Nila Penyerapan Air	6,54	7,14	7,06
4	Penyerapan Air Rata Rata	6,91		
No.	Jenis Perlakuan	16%		
		1	2	3
1	Berat Batako Basah	6880	6775	6635
2	Berat Batako Kering	6345	6210	6060
3	Nila Penyerapan Air	8,432	9,10	9,49
4	Penyerapan Air Rata Rata	9,01		
No.	Jenis Perlakuan	19%		
		1	2	3
1	Berat Batako Basah	7290	6860	6825
2	Berat Batako Kering	6730	6390	6325
3	Nila Penyerapan Air	8,32	7,355	7,905
4	Penyerapan Air Rata Rata	7,86		
No.	Jenis Perlakuan	22%		
		1	2	3
1	Berat Batako Basah	6695	6660	6805
2	Berat Batako Kering	6220	6215	6335
3	Nila Penyerapan Air	7,64	7,16	7,419
4	Penyerapan Air Rata Rata	7,41		

C. Pengujian Kuat Tekan Batako

Pada pengujian ini batako di uji dengan *Compressien Machine Test* di laboratorium bahan. Berikut data hasil pengujian kuat tekan rata-rata batako serta klasifikasi mutu:

Tabel 8. Hasil Uji Kuat Tekan Rata-Rata

No.	jenis perlakuan	nilai kuat tekan rata rata (kgf/Cm ²)	mutu
-----	-----------------	---	------

1	batako normal	53,92	III
2	batako +10% abu batu bara	59,44	III
3	batako +13% abu batu bara	69,43	III
4	batako +16% abu batu bara	81,29	II
5	batako +19% abu batu bara	85,28	II
6	batako +22% abu batu bara	98,58	II

KESIMPULAN

Setelah di lakukan rangkaian pengujian dan analisis batako maka diperoleh beberapa poin penting sebagai kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

Kuat tekan batako dengan kualitas paling baik yaitu pada penambahan 22% abu batu bara sebagai bahan tambahan dengan nilai kuat tekan yaitu 98.58 kg/ Cm² dengan nilai daya serap air < 35 % maka, batako masuk ke dalam mutu II serta melebihi hasil kuat tekan batako tanpa penambahan abu batu bara. Jadi pemakaian abu batu bara dalam pembuatan batako paling baik yaitu 22% penambahan abu dari berat pasir.

Dari hasil kuat tekan dapat disimpulkan batako dengan penambahan 10-13% masuk ke dalam mutu III sedangkan batako dengan penambahan 16-22% masuk ke dalam mutu II.

Dari hasil penyerapan air batako dapat dilihat nilai kadar air terendah yaitu dari batako normal sedangkan nilai penyerapan air tertinggi pada batako dengan penambahan abu batu bara 22% maka dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan abu batu bara maka semakin tinggi nilai penyerapan air pada batako.

Dari hasil pengujian batako normal dan batako dengan penambahan abu batu bara dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan abu batu bara dapat menaikkan mutu batako terkait kuat tekan batako serta dapat menaikkan daya serap air pada batako.

DAFTAR PUSTAKA

- Irawan Rulli Ranastra. 2017. Kajian Kimia, Fisika, dan Mekanik Semen Portland di Indonesia. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung
- Mashuri, Andi Arhan Adam, Rahmatang Rahman & Arief Setiawan. 2012. Penggunaan Abu Terbang Batu Bara Pada Pembuatan Batako di Kota Palu. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu
- Mulyono Tri. (2003). *Teknologi Beton*. Andi, Yogyakarta.
- Nugraha Paul, Antoni (2007). *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, Ke Beton Kinerja Tinggi*. Andi, Yogyakarta
- Pangestuti Endah Kanti. 2011. Penambahan Limbah Abu Batu Bara Pada Batako Ditinjau Terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Putri Prima Yane S.T, M.T. *Perkembangan Teknologi Bahan Bangunan*. Kencana, Jakarta.
- Quinna Margareta. 2021. Risiko Kelabu Abu Batu Bara. Jakarta : Bersihkan Indonesia
- SNI 03-1968-1990 *Tentang Analisis Saringan Agregat Halus*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta
- SNI 03-1971-1990 *Tentang Metode Pengujian Kadar Air Agregat* . Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta
- SNI 03-4142-1996 *Tentang Metode Pengujian Bahan Yang Lolos Saringan No. 200*. Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta
- SNI 03-4804-1998 *Tentang Pengujian Berat Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat*. Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta
- SNI 15-2049-2004 *Tentang Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta
- SNI 1970 : 2008 *Tentang Pengujian Berat Jenis Pasir Dan Penyerapan Air Dalam Agregat*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta
- SNI 1971 : 2011 *Tentang Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengerinan*, Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta
- SNI-03-0349-1989. *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*,, Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Jakarta
- T. Panennungi & Nurlita Pertiwi. 2018. Ilmu Bahan Bangunan. Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar, Makassar