

## Pemanfaatan Material Lokal Kutai Barat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Normal

**Resha Utami Parasuda<sup>1)</sup>, Sujjati Jepriani<sup>2)</sup>, M. Hidayat<sup>3)</sup>**

E-Mail : [reshauparasuda@gmail.com](mailto:reshauparasuda@gmail.com)<sup>1)</sup>; [sujjati\\_jepriani@polnes.ac.id](mailto:sujjati_jepriani@polnes.ac.id)<sup>2)</sup>; [mohammad\\_hidayat18@yahoo.com](mailto:mohammad_hidayat18@yahoo.com)<sup>3)</sup>;

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Sipil/Program Studi Rekayasa Jalan dan Jembatan/Politeknik Negeri Samarinda

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Sipil/Politeknik Negeri Samarinda

Jl. Cipto Mangunkusumo, Sungai Keledang, Kec. Samarinda Seberang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur

Email : [reshauparasuda@gmail.com](mailto:reshauparasuda@gmail.com)

### ABSTRACT

Construction work, especially road pavement in East Kalimantan Province, uses a lot of constituent materials such as coarse aggregate and fine aggregate imported from outside Kalimantan island. Meanwhile, West Kutai Regency has a lot of local material availability in the form of coarse aggregate and fine aggregate which has been used by the community as a concrete making material. Therefore, it is necessary to conduct research on the utilization of these local materials, namely Muara Asa and Keay aggregates. The aim of this study is to determine the characteristics of local materials in West Kutai to the compressive strength and flexural strength of normal concrete. It is hoped that this research can be used as a development in the use of local materials in East Kalimantan. The test object used for testing the compressive strength of concrete is a concrete cylinder with a size of 15 cm × 30 cm and the test object for testing the flexural strength of concrete is a concrete block with a size of 15 cm × 15 cm × 60 cm. Making mix designs using the SNI 03-2834-2000 method with 28 days of concrete age. The results showed that the compressive strength of the variation of Muara Asa crushed stone and Muara Asa sand was 11,87 MPa at 28 days of concrete age and the flexural strength of 2.838 MPa in 28 days of concrete, on the variation of Muara Asa crushed stone and Keay sand the results were 12,03 MPa and the flexural strength of concrete is 3.568 MPa on 28 days old concrete.

Keywords – Muara Asa crushed stone, Muara Asa sand, Keay sand, West Kutai, compressive strength of concrete, flexural strength of concrete

### ABSTRAK

Pekerjaan konstruksi khususnya perkerasan jalan di Provinsi Kalimantan Timur banyak menggunakan material penyusun seperti agregat kasar dan agregat halus yang didatangkan dari luar pulau Kalimantan. Sedangkan Kabupaten Kutai Barat memiliki banyak ketersediaan material lokal berupa agregat kasar dan agregat halus yang sudah dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan pembuat beton. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan material lokal tersebut, yaitu agregat Muara Asa dan Keay. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik material lokal Kutai Barat terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton normal. Harapannya, penelitian ini dapat digunakan sebagai pengembangan dalam pemanfaatan material lokal di Kalimantan Timur. Benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan beton adalah silinder beton dengan ukuran 15 cm × 30 cm dan benda uji untuk pengujian kuat lentur beton adalah balok beton dengan ukuran 15 cm × 15 cm × 60 cm. Pembuatan mix design menggunakan metode SNI 03-2834-2000 dengan umur beton 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan variasi batu pecah Muara Asa dan pasir Muara Asa sebesar 11,87 MPa pada umur beton 28 hari serta kuat lentur sebesar 2,838 MPa pada beton umur 28 hari, pada variasi batu pecah Muara Asa dan pasir Keay didapatkan hasil 12,03 MPa dan kuat lentur beton sebesar 3,568 MPa pada beton umur 28 hari.

Kata Kunci – batu pecah Muara Asa, pasir Muara Asa, pasir Keay, Kutai Barat, kuat tekan beton, kuat lentur beton

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur jalan dan jembatan masih menjadi program prioritas utama yang berkelanjutan dan berkesinambungan oleh pemerintah saat ini. Infrastruktur jalan dan jembatan sebagai sarana prasarana transportasi darat yang memiliki fungsi untuk memperlancar arus barang dari sumber-sumber produksi ke pusat-pusat pemasaran dan orang dari satu tempat ke tempat lain. Perencanaan konstruksi jalan mengacu kepada pedoman perencanaan perkerasan jalan yang berlaku, umumnya konstruksi jalan terdiri dari perkerasan kaku dan perkerasan lentur.

Konstruksi perkerasan kaku menggunakan beton sebagai bahan utama. Beton adalah campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (SNI 2847:2013). Agregat menempati 70-75% dari total volume beton, maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama ( *durable*), dan ekonomis. Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Di Provinsi Kalimantan Timur, pekerjaan konstruksi khususnya perkerasan jalan banyak menggunakan material penyusun seperti agregat kasar dan agregat halus yang didatangkan dari luar pulau Kalimantan. Material tersebut kebanyakan berasal dari Palu yang kualitasnya lebih baik dibandingkan dengan agregat lokal. Menurut Resti (2021) beberapa material lokal memiliki nilai keausan yang sudah memenuhi SNI, namun kualitasnya masih berada dibawah kualitas material Palu.

Kabupaten Kutai Barat memiliki banyak ketersediaan beberapa macam material lokal berupa agregat kasar dan agregat halus. Pada penelitian terdahulu tentang penggunaan material Kabupaten Kutai Barat (Resti, 2021), menyatakan bahwa material lokal tersebut dapat dimanfaatkan untuk beton normal dengan mutu K 225. Material lokal yang digunakan adalah agregat kasar yang berasal dari Kampung Muara Asa Kecamatan Barong Tongkok dan agregat halus dari Kampung Keay Kecamatan Damai Kabupaten Kutai Barat yang dibandingkan dengan agregat kasar dan agregat halus dari Palu. Material lokal tersebut menghasilkan nilai kuat tekan beton sebesar 18,46 MPa dan nilai kuat lentur beton sebesar 3,62 MPa. Namun pada penelitian ini belum dilakukan penelitian pada material lokal Kabupaten Kutai Barat lainnya.

Dari penjelasan di atas, penelitian ini akan mengembangkan pemanfaatan beberapa material lokal Kabupaten Kutai Barat. Penelitian ini merupakan penelitian yang dilakukan dengan membuat beton normal untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dengan bahan penyusunnya merupakan agregat Kutai Barat yaitu agregat kasar dari Muara Asa, agregat halus dari Muara Asa dan Keay.

## 2. TINJAUAN PUSAKA

### 2.1 Pengertian Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang setara, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat (Spesifikasi Umum Dirjen Bina Marga Divisi 7, 2018). Beton yang banyak dipakai pada saat ini yaitu beton normal. Menurut Tjokrodiluljo (1996), beton normal merupakan beton yang cukup berat, dengan berat volume 2400 kg/m<sup>3</sup> dengan nilai kuat tekan 15 – 40 Mpa dan dapat menghantar panas. (penelitian terdahulu)

### 2.2 Bahan Penyusun Beton

Bahan-bahan dasar penyusun beton merupakan faktor yang sangat menunjang terhadap kualitas beton. Perencanaan campuran, jenis, mutu, dan jumlah bahan susunan beton harus dihitung dalam proporsi atau perbandingan tertentu agar menghasilkan kualitas beton yang diinginkan. Perencanaan campuran beton dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang sebaik-baiknya, yaitu kuat tekannya tinggi, mudah dikerjakan, tahan aus dan lama, serta ekonomis.

### 2.3 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan pembuatan campuran beton berdasarkan SNI 03-2834- 2000, tata cara ini meliputi persyaratan umum dan persyaratan teknis perencanaan proporsi campuran beton untuk digunakan sebagai salah satu acuan bagi perencana dan pelaksana dalam merencanakan proporsi campuran beton.

### 2.4 Pengujian *Slump* Beton

*Slump* adalah salah satu pengujian sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. Batas toleransi untuk masing-masing diameter dan tinggi kerucut harus dalam rentang 3,2 mm dari ukuran yang telah ditetapkan. Cetakan harus dilengkapi dengan bagian injakan kaki dan untuk pegangan (SNI 1972-2008).

### 2.5 Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990). Dengan menggunakan rumus:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

keterangan:

$f'c$  = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban Tekan (N)  
A = Luas Penampang Benda Uji (mm<sup>2</sup>)

## 2.6 Pengujian Kuat Lentur Beton

Berdasarkan SNI 4431:2011, kuat lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya, sampai benda uji patah, dinyatakan dalam *Mega Pascal* (MPa) gaya per satuan luas. Dengan menggunakan rumus:

$$\sigma_l = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2} \quad (2)$$

Keterangan:

$\sigma_l$  = Kuat lentur benda uji (MPa)  
P = Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji  
L = Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)  
b = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)  
h = Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah satu set saringan, mesin siever, timbangan manual dan digital, oven, jangka sorong, kerucut abrasi, vicat, mesin abrasi Los Angeles, mold silinder dan tongkat pemadat, cetakan silinder, alat uji kuat tekan beton dan alat kuat lentur beton. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah semen PCC merk Tonasa, agregat kasar adalah batu pecah dari daerah Muara Asa, agregat halus adalah pasir dari daerah Muara Asa dan Keay, dan air.

### 3.2 Jumlah dan Variasi Benda Uji

Pembuatan benda uji dibuat dengan dua variasi campuran, yaitu variasi agregat kasar Muara Asa dan agregat halus Muara Asa serta variasi agregat kasar Muara Asa dan agregat halus Keay. Benda uji kuat tekan berupa silinder beton berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah masing-masing variasi sebanyak 12 buah, dan benda uji kuat lentur adalah balok ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm dengan jumlah masing-masing variasi sebanyak 3 buah. Jumlah dan variasi benda uji dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Jumlah dan Variasi Benda Uji

Variasi	Uji Kuat Tekan			Uji Kuat Lentur	
	7 Hari (Buah)	14 Hari (Buah)	21 Hari (Buah)	28 Hari (Buah)	28 Hari (Buah)
MA x MA	3	3	3	3	3
MA x K	3	3	3	3	3
<b>Jumlah</b>		24			6

Keterangan:

MA = Muara Asa  
K = Keay

### 3.3 Tahapan Penelitian

#### 3.3.1 Tahap I (Pengujian Pendahuluan)

Dalam tahap ini dilakukan pengujian material meliputi semen, agregat kasar, dan agregat halus yang bertujuan untuk mengetahui apakah bahan penyusun beton ini sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia. Apabila dalam pengujian bahan-bahan tersebut memenuhi persyaratan, maka dapat digunakan dalam pembuatan beton pada penelitian ini.

#### 3.3.2 Tahap II (Rancangan Campuran Beton)

Dalam tahap ini dilakukan pembuatan rancangan campuran beton normal berdasarkan SNI 03-2834-2000 dengan kuat rencana K 225. Tujuan pembuatan perencanaan campuran ini adalah untuk mengetahui komposisi bahan penyusun beton normal. Perencanaan campuran ini dibuat dengan dua variasi campuran, yaitu variasi agregat kasar Muara Asa dan agregat halus Muara Asa serta variasi agregat kasar Muara Asa dan agregat halus Keay.

#### 3.3.3 Tahap III (Pembuatan Benda Uji)

Setelah bahan-bahan penyusun beton selesai diuji dan telah membuat rencana campuran, selanjutnya pada tahap ini dilakukan pembuatan benda uji untuk uji kuat tekan beton. Pada tahap ini dilakukan pembuatan benda uji, pengujian *slump* beton, dan pemeliharaan terhadap benda uji.

#### 3.3.4 Tahap IV (Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton)

Pada tahap ini dilakukan pelaksanaan pengujian pada benda uji yang telah

dibuat, yaitu pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji silinder yang mengacu pada SNI 03-1974-1990 tentang pengujian kuat tekan beton dan pengujian kuat lentur beton dilakukan pada benda uji balok yang mengacu pada SNI 4431:2011.

### 3.3.5 Tahap V (Pengolahan Data)

Dalam tahap ini dilakukan pengolahan data hasil pengujian yang telah dilakukan kemudian membuat kesimpulan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini merupakan data hasil dari 2 pengujian yaitu pengujian pendahuluan (uji material) dan pengujian kuat tekan beton. Hasil pengujian karakteristik agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2 dan karakteristik agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar (Batu Pecah Muara Asa)

No.	Karakteristik	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	Min. 2,5	2,600	Memenuhi
2	Penyerapan Air	Maks. 3%	0,172%	Memenuhi
3	Bobot Isi	Min. 1,3 gr/cm <sup>3</sup>	1,501 gr/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
4	Kadar Air	Maks. 2,5%	0,756%	Memenuhi
5	Kadar Lumpur	Maks.5%	0,950%	Memenuhi
6	Keausan	Maks. 40%	15,98%	Memenuhi
7	Analisis Saringan	5-8	5,20	Memenuhi

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus (Pasir Muara Asa)

No.	Karakteristik	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	Min. 2,5	2,604	Memenuhi
2	Penyerapan Air	Maks. 3%	0,908%	Memenuhi
3	Bobot Isi	Min. 1,3 gr/cm <sup>3</sup>	1,608 gr/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
4	Kadar Air	Maks. 2,5%	1,420%	Memenuhi
5	Kadar Lumpur	Maks.5%	3,846%	Memenuhi
6	Analisis Saringan	Zona 1 – 4	Zona 2	Memenuhi

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus (Pasir Muara Keay)

No.	Karakteristik	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	Min. 2,5	2,591	Memenuhi
2	Penyerapan Air	Maks. 3%	0,604%	Memenuhi
3	Bobot Isi	Min. 1,3 gr/cm <sup>3</sup>	1,500 gr/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
4	Kadar Air	Maks. 2,5%	1,215%	Memenuhi
5	Kadar Lumpur	Maks.5%	2,344%	Memenuhi
6	Analisis Saringan	Zona 1 – 4	Zona 3	Memenuhi

Dari hasil pengujian pendahuluan didapatkan bahwa agregat yang digunakan telah memenuhi SNI (Standar Nasional Indonesia).

Pembuatan rancangan campuran beton normal berdasarkan SNI 03-2834-2000 dengan kuat rencana K 225 didapatkan hasil perhitungan kebutuhan material benda uji dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

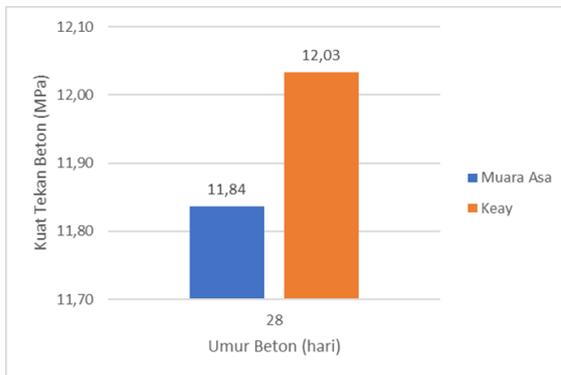
**Tabel 5.** Perhitungan Kebutuhan Material Benda Uji menggunakan Pasir Muara Asa

No	Jumlah masing-masing bahan	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
1	Kebutuhan bahan sampel ukuran 15 cm x 30 cm (kg)	27,36	13,44	46,92	95,28
2	Kebutuhan bahan sampel ukuran 15 x 15 x 60 (kg)	17,46	8,58	29,88	60,69
<b>Jumlah</b>		44,82	22,02	76,80	155,97

**Tabel 6.** Perhitungan Kebutuhan Material Benda Uji menggunakan Pasir Keay

No	Jumlah masing-masing bahan	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
1	Kebutuhan bahan sampel ukuran 15 cm x 30 cm (kg)	27,62	13,52	42,87	99,99
2	Kebutuhan bahan sampel ukuran 15 x 15 x 60 (kg)	17,51	8,57	27,17	63,39
<b>Jumlah</b>		45,13	22,09	70,04	163,38

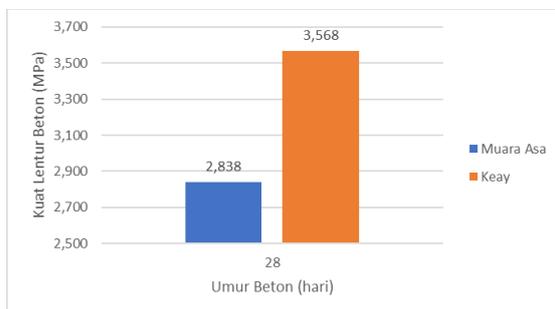
Hasil pengujian kuat tekan beton ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini:



**Gambar 1.** Diagram Batang Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Berdasarkan diagram batang pada Gambar 1 diketahui bahwa beton yang menggunakan pasir Muara Asa menghasilkan kuat tekan sebesar 11,87 MPa, pada beton yang menggunakan pasir Keay menghasilkan kuat tekan beton sebesar 12,03 MPa.

Hasil pengujian kuat lentur beton ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini:



**Gambar 2.** Diagram Batang Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari

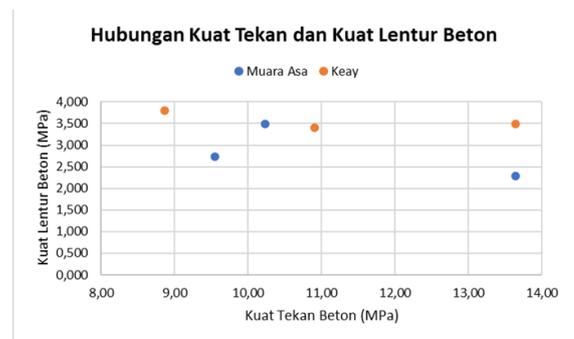
Berdasarkan diagram batang pada Gambar 2 diketahui bahwa beton yang menggunakan pasir Muara Asa menghasilkan kuat lentur sebesar 2,838 MPa, pada beton yang menggunakan pasir Keay menghasilkan kuat lentur beton sebesar 3,568 MPa.

Hubungan antara pengujian kuat tekan beton dan kuat lentur beton digunakan untuk menentukan hasil optimum dari variasi batu pecah Muara Asa dan pasir Muara Asa serta variasi batu pecah Muara Asa dan pasir Keay. Rekapitulasi dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

**Tabel 7.** Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

No.	Variasi	Kuat Tekan Beton (MPa)	Kuat Lentur Beton (MPa)
1	Muara Asa dan Muara Asa	13,64	2,281
		9,55	2,737
		10,23	3,497
2	Muara Asa dan Keay	8,86	3,801
		10,91	3,406
		13,64	3,497

Adapun hubungan antar pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton dapat dilihat pada grafik berikut:



**Gambar 3.** Grafik Hubungan Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

Berdasarkan Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan beton berbanding lurus dengan nilai kuat lentur beton.

## 5. KESIMPULAN

- Hasil pengujian karakteristik yang telah dilakukan terhadap agregat Kabupaten Kutai Barat berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa semua pengujian karakteristik agregat Muara Asa dan Keay memenuhi standar SNI (Standar Nasional Indonesia).
- Hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton normal pada beton yang menggunakan pasir Muara Asa menghasilkan kuat tekan sebesar 11,87 MPa, pada beton yang menggunakan pasir Keay menghasilkan kuat tekan beton sebesar 12,03 MPa.
- Hasil kuat lentur rata-rata beton normal pada beton yang menggunakan pasir Muara Asa menghasilkan kuat lentur beton sebesar 2,838 MPa dan beton yang menggunakan pasir Keay menghasilkan kuat lentur beton lebih rendah yaitu sebesar 3,568 MPa.

**6. DAFTAR PUSTAKA**

- Abdi, F. N., Sutanto H., dan Fithrah A. A. (2019). *Kuat Tekan Beton dengan Rasio Volume 1 : 2 : 3 Menggunakan Agregat di Kalimantan Timur (Senoni, Long Iram, Batu Besaung, Penajam dan Sambera) Berdasarkan SNI 03-2834- 2000*. Prosiding Seminar Nasional, 2(1): 182-190.
- Aditya, E. F. (2016). *Analisa Rancangan Campuran Self Comfacting Concrete dengan Menggunakan Material Lokal*. eJournal Teknik Sipil, 1(1): 1-15.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta: SNI 03-1974-1990.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Jakarta: SNI 03-1968-1990.
- Badan Standarisasi Nasional. (1991). *Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland*. SNI 15-2531-1991.
- Badan Standarisasi Nasional. (1991). *Metode Pengujian Kehalusan Semen Portland*. SNI 15-2530-1991.
- Badan Standarisasi Nasional. (1996). *Metode Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat*. Jakarta: SNI 03-4141-1996.
- Badan Standarisasi Nasional. (1998). *Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat*. SNI 03-4804-1998.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *Metode Pencampuran Beton Normal*. Jakarta: SNI 03-2834-2000.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Metode Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland dengan Alat Vicat untuk Pekerjaan Sipil*. SNI 03-6826-2002.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland Menggunakan Alat Vicat untuk Pekerjaan Sipil*. SNI 03-6827- 2002.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Semen Portland*. SNI 15-2049-2004.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Semen Portland Pozolan*. SNI 15-0302-2004.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. SNI 1970-2008.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. SNI 1969-2008.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. SNI 2417-2008.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Slump Beton*. SNI 1972-2008.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Cara Uji Kadar Air Total Agregat dengan Pengerangan*. SNI 1971-2011.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan*. Jakarta: SNI 4431:2011.
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). *Semen Portland*. SNI 2049-2015.
- Kusumaningrum, D. C., Abdi, F. N., dan Haryanto, B. (2017). *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Agregat Kasar Korall Long Iram dan Agregat Halus Pasir Mahakam*. Jurnal Teknologi Sipil, 1(2).
- Resti, A., Hidayat, M., dan Kamil, I. (2021). *Perbandingan Kuat Tekan dan Lentur Beton Menggunakan Agregat Kabupaten Kutai Barat Terhadap Agregat Palu*. Prosiding Snitt Poltekba, Vol.5.